

ZOBRAZENÍ CÉVNÍHO ZÁSOBENÍ NÁDORŮ LEDVIN KONTRASTNÍ MR ANGIOGRAFIÍ POMOCÍ 3T MRI

IMAGING OF THE VASCULAR SUPPLY IN RENAL TUMORS USING THE CONTRAST ENHANCED MAGNETIC RESONANCE ANGIOGRAPHY ON 3T MR SYSTEM

původní práce

Jiří Ferda¹
Milan Hora²
Hynek Mírka¹
Viktor Eret²
Jan Kastner¹
Jan Baxa¹
Boris Kreuzberg¹

¹Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

²Urologická klinika LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 1. 9. 2011.

Korespondenční adresa:

prim. doc. MUDr. Jiří Ferda, PhD.
Klinika zobrazovacích metod
LF UK a FN
Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň
e-mail: ferda@fnplzen.cz

SOUHRN

Ferda J, Hora M, Mírka H, Eret V, Kastner J, Baxa J, Kreuzberg B. Zobrazení cévního zásobení nádorů ledvin kontrastní MR angiografií pomocí 3T MRI

Cíl. Zhodnotit přesnost v hodnocení renálních cév pomocí kontrastní MR angiografie ledvin pomocí tříteslového systému.

Metoda. Třicet dva nemocných s nádorem ledviny podstoupilo dynamickou kontrastní MR angiografii na tříteslovém systému po intravenózní aplikaci gadobenat dimegluminu. U všech nemocných byla provedena operace ledviny, během které chirurg provedl exploraci cévního zásobení a výsledky MRA a operace byly vzájemně porovnány.

Výsledky. U 32 ledvin bylo chirurgem nalezeno 44 tepen a 38 žil. Při hodnocení na nemocného byla zjištěna přesnost zobrazení tepen 90,6%, stejné přesnosti dosáhlo hodnocení žil, pro přesnost celého zhodnocení cév ledviny však přesnost klesla na 84,4%. Lepších výsledků bylo dosaženo u analýzy na cévu – přesnost 93,2 pro tepny, 92,1 pro žíly a 93,9 pro veškeré cévy. Tři cévy nebyly vůbec zobrazeny, tři cévy, i když byly zobrazeny, tak nebyly popsány.

Závěr. Kontrastní MRA na tříteslovém přístroji je hodnotnou variantou pro zobrazení cévního zásobení ledviny v předoperačním plánování, trpí však snížením přesnosti vlivem objektivních i subjektivních důvodů.

Klíčová slova: MR angiografie, 3T magnetická rezonance, renální cévy, renální nádory.

SUMMARY

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

Aim. to assess the accuracy of the evaluation of renal vessels using contrast enhanced MR angiography of the kidney with three-tesla system

Method. 32 patients with kidney tumor underwent the dynamic contrast enhanced MRA using 3T system after intravenous application of gadobenat dimeglumine. All patients underwent the surgery, surgeon assessed the vascular supply of the kidney and the results of the surgical exploration were compared with the findings of renal MRA.

Results. 44 arteries and 38 veins were found by surgeon in 32 kidneys. In the evaluation per patient, the accuracy of 90.6% was reached for the renal arteries, the same accuracy for vein evaluation was found. The accuracy for the whole vascular anatomy, the accuracy decreased to 84.4%. In per vessel analysis, the accuracy increased to 93.2% for arteries, 92.1% for veins and 93.9% for all vessels respectively. Three vessels were not displayed, three vessels were not described even if they were present on angiograms.

Conclusion. Contrast enhanced MRA of the kidney is a valuable alternative in the preoperative assessment of vasculature before kidney surgery, but suffers from important decrease of accuracy due to objective and subjective reasons.

Key words: MR angiography, 3T magnetic resonance, renal vessels, renal tumors.

Práce byla podpořena výzkumným záměrem MSM 0021620819.

ÚVOD

S rozvojem laparoskopických operačních technik ledvin při léčbě renálního karcinomu vzrůstá význam přesného předoperačního plánování výkonů (1, 2). V laparoskopické operativě hraje zásadní roli přesné zobrazení cévního zásobení ledviny, která je zasažena nádorovým onemocněním. Kromě známých a relativně častých anatomických variant arteriálního zásobení ledvin je nutné zobrazit i méně časté variety a dále varianty žilního zásobení ledvin, resp. žilních systémů, které s ledvinou žilní drenáží souvisejí. Na našem pracovišti je dlouhodobě využívána metoda zobrazení ledvinových cév pomocí multidetektorové výpočetní tomografie, cílem studie, jejíž předběžné výsledky v práci předkládáme, je zjistit, jaká je spolehlivost zobrazení renálních cév pomocí vícefázové MR angiografie s použitím tříteslového systému. V literatuře je v současnosti akcentováno především využití difuzního zobrazení ledvin pomocí 3 T MR a v zobrazení renálního parenchymu (4, 5), v našem sdělení však tento aspekt zobrazení renálního karcinomu neposuzujeme.

MATERIÁL A METODA

V rozpětí 4 měsíců byla provedena prospektivní studie zahrnující předoperační zobrazení ledvin u 32 nemocných s renálním nádorem se zaměřením na cévní zásobení ledviny postižené nádorovým onemocněním. Jednalo se o 13 mužů a 19 žen s průměrným věkem 67,7 let v rozpětí 49–83 roků. Koncepce studie, vyšetřovací protokol a informovaný souhlas byly před samotným zahájením studie schváleny Etickou komisí FN Plzeň. Všechna vyšetření byla provedena na základě informovaného souhlasu se zařazením do studie. Všechna vyšetření byla provedena na MR přístroji s magnetickou indukci 3 T (SKYRA, Siemens Healthcare, Erlangen, Německo) za pomoci tělové phased array multielementové cívk. Vyšetřovací protokol zahrnoval zobrazení nejprve nativními sekvencemi s použitím T2 vážených obrazů (HASTE), 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 (volume interpolated breath-hold examination VIBE). 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 dimeglumin – Multihance, Bracco, Milano Itálie). Kontrastní látka byla podána bolusovou tech-

nikou. 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). Vlastní parametry sekvence jsou uvedeny v tabulce 1. 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 odstupu 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 byly 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 stupku, jak bude patrná při plánovaném chirurgickém výkonu. Nemocní z hodnoceného souboru podstoupili chirurgický výkon na ledvině postižené nádorem, kdy operátor v operačním protokolu zaznamenal přesně všechny cévy, které zásobovaly jak vlastní ledvinu, tak nádor. Nálezů cévních struktur byly operátorem dokumentovány peroperačními fotografiemi. Všechny nálezy z MRA a peroperační nálezy byly korelovány vzájemně, při neshodě nálezu byla provedena ještě retrospektivní analýza MRA.

VÝSLEDKY

Při operacích bylo nalezeno u 32 ledvin celkem 44 tepen a 38 žil. V tabulce 2 jsou shrnuty nálezy u všech nemocných získané pomocí MRA a peroperačním nálezem. V souboru bylo přítomno celkem pět neshod mezi peroperačním nálezem a nálezy MRA. Při MRA nebyla dokumentována u dvou nemocných jedna z tepen, u dvou nemocných jedna z žil a u jednoho nemocného současně jedna žila a jedna tepna. U nálezů, kde byla neshoda, bylo provedeno zpětné vyhodnocení MRA a byly nalezeny celkem ve dvou případech chyby v hodnocení nálezů následkem přehlédnutí jedné cévy a odstranění cévy při nesprávném zpracování dat u druhého případu. Avšak u třech nemocných nebyla cévní struktura ani při zpětném hodnocení nálezů nalezena céva, evidentní při operaci. Výsledky analýzy přesnosti zobrazení MRA ledvin v hodnocení na nemocného (per patient) a v hodnocení na jednotlivou cévu (per vessel) jsou shrnuty v tabulce 3.

U dvou nemocných byla správně nalezena trombóza, respektive intravenózní propagace nádoru. Zajímavý je počet žilních anomálií v souboru, jednalo se třikrát o variantní propojení s ascendentním žilním systémem, jednou o portosystémové propojení cestou renální žíly, perzistenci levostranné dolní duté žíly v jednom případě, retroaortální průběh renální

Tab. 1. **Protokol MRA**
Table 1. **MRA protocol**

Protokol MRA	
TR	2,99 ms
TE	1,06 ms
FA	16 st.
slice	1,1 mm
matrix	384
FOV	450 mm
iPAT	3
doba akvizice	16 s

Tab. 2. **Nález**
Table 2. **Findings**

Pohlaví	Věk	Strana	Typ operace	Diagnóza	Počet tepen operované ledviny	Počet žil operované ledviny	Systémové žilní variety	Shoda MRI a operace
F	77	dx	ONE	CRCC	2	1		ne-nezobrazena artérie pro dolní pól
M	69	dx	OR	ONCO	1	1		ano
M	68	dx	ONE	PRCC	2	2	venózní drenáž do testikulární žíly	ano
F	50	sin	LNE	CRCC	1	3	retroaortální žíla	ano
F	71	sin	OR	CRCC	1	1		ano
M	66	sin	ONE	CRCC a ONCO	2	2	komunikace renální žíly s ascendentním lumbálním systémem	ano
M	53	sin	OR	carcinoid	1	1		ano
F	60	dx	OR	CRCC	3	1		ano
M	71	dx	ONE	CRCC	2	2		ano
M	66	dx	ONE a ureterektomie	UCC	2	1		ano
F	70	sin	LR	CRCC	1	1		ano
M	56	sin	OR	CRCC	2	1		ne-nezobrazena artérie pro horní pól
F	68	dx	LR	CRCC	1	1		ne-nepopsána aberantní žíla pro dolní pól
F	75	sin	LR	CRCC a ONCO	1	1		ano
M	57	sin	OR	CRCC	2	1		ano
F	49	sin	ONE	CRCC	1	1	rudimentární levostranná dolní dutá žíla a trombus v renální žíle	ano
M	65	dx	OR	CRCC	1	1		ano
F	74	dx	OR	CRCC	1	1	ren arcuatus	ano
F	64	sin	LNE	CRCC	1	1	venózní drenáž do ovariální žíly	ano
M	71	dx	OR	CRCC	1	1		ano
F	83	dx	OR	CRCC	1	1		ano
M	67	dx	ONE	CRCC	1	1	trombus v renální žíle	ano
F	73	dx	OR	CRCC	1	2		ano
M	63	dx	LNE	CRCC	2	1		ne-nepopsána aberantní dvojice tepna + žíla
F	76	sin	OR	ONCO	1	1		ano
M	60	sin	OR	CRCC	1	1	portosystémové spojení prostřednictvím renální žíly	ano
F	78	sin	LR	CRCC	1	1		ano
F	69	sin	LNE	PRCC	1	1	komunikace renální žíly s ascendentním lumbálním systémem	ano
F	70	dx	OR	CRCC	1	1		ano
F	79	dx	LNE	CRCC	2	1		ano
F	75	dx	LR	CRCC a PRCC	2	1		ne-nezobrazena žíla sledující dvojici tepen
F	77	sin	OR	CRCC	1	1	komunikace renální žíly s ascendentním lumbálním systémem	ano

F – žena, M – muž, dx – vpravo, sin – vlevo, OR – otevřená resekce, LR – laparoskopická resekce, LNE – laparoskopická nefrektomie, ONE – otevřená nefrektomie, CRCC – konvenční renální karcinom, PRCC – papilární renální karcinom, UCC – uroteliální karcinom, ONCO – onkocytom

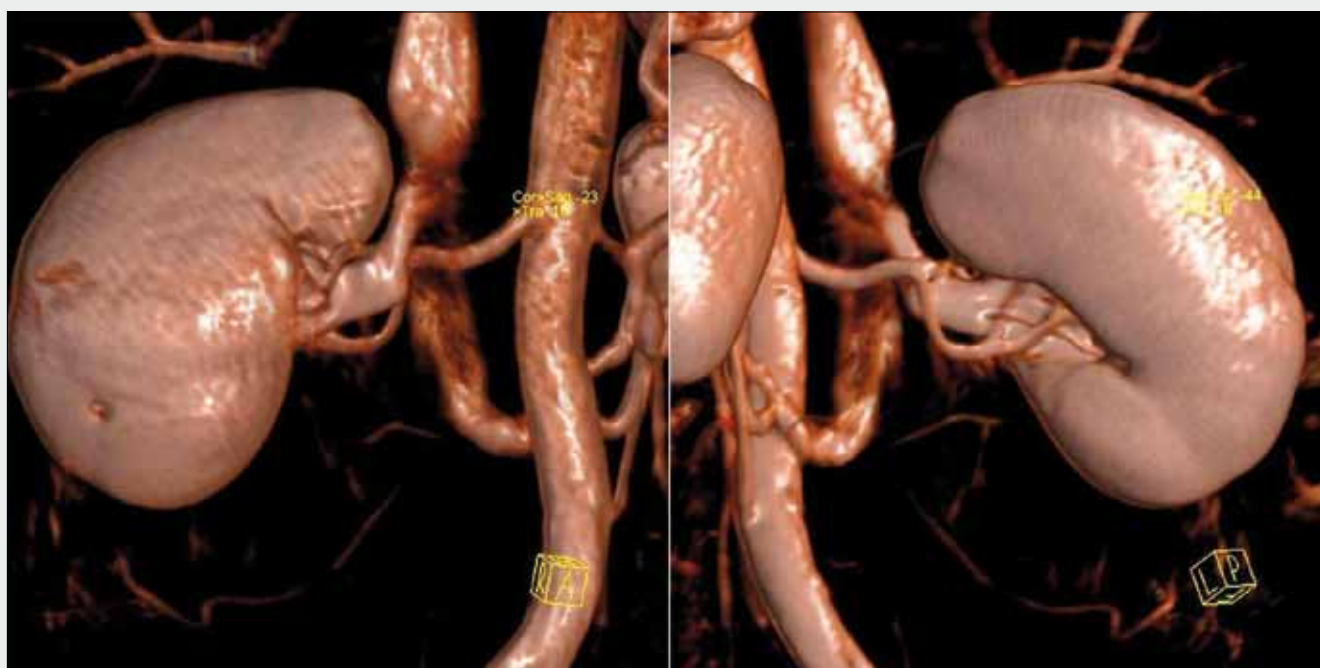
žíly v jednom případě, komplexní anomálie cév u ren arcuatus a konečně ve dvou případech venózní drenáž přes gonadální žíly – všechny žilní variety a anomálie byly potvrzeny peroperačně.

Tab. 3. **Analýza přesnosti**
Table 3. **The analysis of the accuracy**

Přesnost	Tepny	Žíly	Tepny i žíly
přesnost (per patient)	90,6%	90,6%	84,4%
přesnost (per vessel)	93,2%	92,1%	93,9%

DISKUSE

Jelikož se cévní zásobení ledvin vyvíjí během vývoje značně komplikovaně a komplexní vývoj je ukončen v nestejné fázi, patří jak arteriální, tak venózní systém ledvin k nejvariabilnějším v lidském těle. U angiografických studií a ze studií, které se věnují hodnocení renovaskulární hypertenze, je uváděna vysoká shoda mezi angiografií a MR angiografií využívající T1 vážených obrazů po intravenózní aplikaci gadoliniové kontrastní látky. Nejde však o studie, které by se věnovaly porovnání žilních struktur, a navíc ani o studie porovnávající MRA



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B

Obr. 1. **Cévní zásobení ledvin pomocí volume rendering technique u nemocné s levostranným renálním karcinomem.** A – pohled na pravou ledvinu zepředu a zezadu ukazuje vztah časně se větvcí tepny a renální žíly; B – u ledviny postižené tumorem cirkumaortální venózní prstenec, kdy horní žíla nenaplněna, dolní retroaortální žíla sbírá krev z žil tvořících síť, zdvojená renální tepna

Fig. 1. **Vascular supply of the kidney using volume rendering technique in patient with left-sided renal carcinoma.** A – a view on the right kidney from front and back side is showing the early branching renal artery; B – a view on the kidney with tumor with the web of veins drained into lower retroaortic vein, upper renal vein is not filled by contrast agent. The kidney is supplied also with two renal arteries

se skutečným morfologickým vyšetřením. Jelikož operaci ledviny s explorací cévního zásobení ledviny lze za relevantní morfologické vyšetření považovat, je naše studie první, která porovnává nález MRA se skutečností ověřením objektivní metodou jak u tepenného, tak žilního zásobení ledviny.

Nálezů důležitých žilních anomálií a variet jsou přínosem zejména u plánování laparoskopických výkonů, neboť ne-

opatrnou preparací v místech, kde operatér cévní struktury nepředpokládá, může dojít k poranění nebo přetržení žilní struktury. Žíla svoji elasticitou a retrakční schopností zkrátí okamžitě svoji délku a zasune se mezi ostatní měkké tkáně v retroperitoneu. Taková céva, neošetřená ligaturou, se pak může stát v pooperačním období zdrojem krvácivé komplikace.



▲ Obr. 2

Obr. 2. Nemocný, u něž se nezobrazila horní polární tepna ani pomocí VRT ani pomocí MIP rekonstrukce, tepna se nenaplnila k.l.

Fig. 2. A patient in whom the upper polar artery was not present on volume rendered image as well as on the MIP reconstruction, because of lack in contrast filling

Naše studie ukázala relativně vysokou spolehlivost metody při zobrazení tepenného i žilního zásobení ledviny, avšak spolehlivost byla nižší, než jsme předpokládali, a nižší, než byla dosažena u studií porovnávacích CT angiografií za použití multidetektorového přístroje. Při nižší spolehlivosti v porovnání s CT je třeba odlišit několik subjektivních i objektivních faktorů. Dva z nich jsou nejvýznamnější – závislost na zkušenosti hodnocení a závislost na prostorovém a kontrastním rozlišení. Subjektivita hodnocení u MRA je umocněna faktem, že trojrozměrné zobrazení cévního systému ledviny je zatíženo více problémy než u CTA. Rekonstrukce zobrazení ledvinových cév s preparací cévní stopky je více obtížná ve srovnání s CT a navíc lze cévní struktury v neobvyklé lokalizaci neopatrným postprocessingem z výsledného angiogramu odstranit, protože je ve většině případů nutné odstranit hypersignální struktury bránící v pohledu na renální cévy.

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) (5–9). 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 (5, 6). 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 zobraze-

ní 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. A právě složitější a náročnější post-processing u zobrazení s horší kvalitou subtrakce zobrazení byl v našem případě důvodem chybné evaluace dat ve dvou případech chybného hodnocení MRA.

Na kvalitu zobrazení neměla vliv tzv. B_0 nehomogenita, pomocí paralelní transmisní techniky tento jev na FLASH sekvenci neměl projevy (7).

Ve třech případech nebyla céva ani retrospektivně nalezena, nebyla tedy při MRA zobrazena. O příčině nezobrazení cévy je možné spekulovat jako o vlivu nedostatečného prostorového rozlišení MRA a o následku hemodynamického vlivu arteriovenózního zkratu v nádorovém procesu. Nedostatečné rozlišení bylo příčinou nezobrazení jedné renální tepny, jejíž lumen bylo srovnatelné s velikostí nejmenšího voxelu. Voxelové zobrazení sice izotropní, avšak koncipované na kubické struktuře dosahuje skutečného rozlišení pro dva sousední objekty, až když dosahují velikosti 2–3 voxely, tedy rozlišení 2–3 mm. Jde tedy o velikost kritickou pro zobrazení renálních cév polárních a aberantních. CT v tomto ohledu dosahuje pro zobrazení artérií lepších předpokladů pro správné zobrazení v několika ohledech – 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), navíc fyzické prostorové rozlišení CT dosahuje velikosti voxelu o hraně 0,4–0,6 mm. Lepší rozlišení jemných struktur je dáno nejenom fyzickým prostorovým rozlišením, ale i skutečností, že voxelový model u CT využívá mřížkový konstrukce prostoru. Mřížkový model prostoru využívá kon-

trast uzlových bodů mezi voxely a dovoluje odlišit objekty o velikosti jednoho voxelu fyzického prostorového rozlišení – tedy již struktury o velikosti 0,5 mm (2).

V jednom případě nezobrazení žíly šlo zřejmě o vliv zkratu v nádorové lézi, kdy příslušná žíla nebyla kontrastní látkou plněna, neboť zkrat v nádoru strhával proud kontrastní látky do své drenážní žíly.

Při subjektivním posuzování trojrozměrných zobrazení, ale i objektivně při hodnocení kontrastu v žilním systému však magnetická rezonance 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 – neúplný strom ascendentní lumbální žíly, kde je jeho část napojena do renálního systému a není spojena s ostatními lumbálními žilami, nebo s ním komunikuje. 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.

Použitím 3 T MR systému přináší do zobrazení ledvinového cévního systému především výhody rychlé akvizice dat, která dovoluje provést dobře fázové zobrazení ve třech rychlých sekvencích za sebou, neboť je možné dosáhnout akvizičního času pro jednotlivá vyšetření kolem 15 s. Dalším zkvalitněním vyšetření by mohlo být použití ještě větší akcelerace pomocí paralelní akviziční techniky (7, 10), avšak i tato technika s sebou přináší snížení poměru signálu a šumu. Sekvence pro dynamické zobrazení (např. Siemens TWIST) se nám osvědčilo méně, neboť jde o zobrazení rovněž s vyšší úrovní šumu.

Výhodou 3T systému je i nárůst signálu při stejné koncentraci kontrastní látky, které je umocněno v našem případě i použitím látky s vyšší relativitou (7). Gadobenat dimeglumin má pro cévní zobrazení i výhodu, že se váže na bílkovinu plazmy, resp. albumin, a tím je umocněna její relaxivita a také

zvýrazněna cirkulující vázaná porce. Na druhou stranu je třeba podotknout, že tento vyšší signál v T1 vážených sekvencích může mít i některé negativní důsledky z nasycení okolních tkání, jak bylo již uvedeno výše. Využití intravaskulární kontrastní látky by v zobrazení renálního karcinomu mělo jistě pozitivní výsledek, avšak v Evropské unii tato látka není v distribuci (11).

Posledním sporným bodem je, zda-li je nutné skutečně zobrazovat ledviny dynamicky po podání kontrastní látky, je-li hlavním cílem zobrazení cév přesně dle jejich topografie – jak bylo zachyceno u některých vyšetření současně zobrazení tepen i žil ledvin – společně dává operatérovi dostatečný obraz o zásobení tumoru. Proto je otázkou, zda do budoucna nezaměřit zobrazení směrem k vysokému prostorovému rozlišení a nikoliv na dynamické zobrazení ledviny.

ZÁVĚR

Ve srovnání peroperačních nálezů s nálezy dynamické kontrastní MR angiografie ledvin bylo dosaženo sice neočekávaně nižší přesnosti v zobrazení ledvinových cév v analýze na pacienta s výraznou inherencí jak subjektivní, tak objektivní chyby. Přesto je v menším souboru patrné, že jde o techniku, které je předoperačním plánování nádorů ledvin vhodná zejména u mladších jedinců. Důvodem je dosažení nejlepších výsledků u této skupiny nemocných při současné absenci radiační dávky. Jako překvapivý výsledek je nutné uvést zvýšený počet detekce žilních anomálií a variant, než bývá uváděno ve studiích zabývajících se předoperačním plánováním pomocí výpočetní tomografie (2). V uvedené studii však nebyly brány v potaz výhody MRI při hodnocení pokročilosti nádorů ledvin, při hodnocení jejich histologického typu ani gradingu, kdy hodnocení zaměřené na vlastní nádorové onemocnění bude předmětem jiného sdělení.

LITERATURA

1. **Leveridge MJ, Bostrom PJ, Koulouris G, Finelli A, Lawrentschuk N.** Imaging renal cell carcinoma with ultrasonography, CT and MRI. *Nat Rev Urol* 2010; 7(6): 311–325.
2. **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.
3. **Israel GM, Bosniak MA.** How I do it: evaluating renal masses. *Radiology* 2005; 236(2): 441–450.
4. **Wang H, Cheng L, Zhang X, Wang D, Guo A, Gao Y, Ye H.** Renal cell carcinoma: diffusion-weighted MR imaging for subtype differentiation at 3.0 T. *Radiology* 2010; 257(1): 135–143.
5. **Notohamiprodjo M, Dietrich O, Horger W, Horng A, Helck AD, Herrmann KA, Reiser MF, Glaser C.** Diffusion tensor imaging (DTI) of the kidney at 3 tesla-feasibility, protocol evaluation and comparison to 1.5 Tesla. *Incest Radiol* 2010; 45(5): 245–254.
6. **Hallscheidt PJ, Fink C, Haferkamp A, Bock M, Luburic A, Zuna I, Noeldge G, Kauffmann G.** Preoperative staging of renal cell carcinoma with inferior vena cava thrombus using multidetector CT and MRI: prospective study with histopathological correlation. *J Comput Assist Tomogr* 2005; 29(1): 64–68.
7. **Tintěra J.** MR zobrazování s magnetickým polem 3 T: teoretické aspekty a praktická srovnání s 1,5 T. *Ces Radiol* 2008; 62(3): 233–243.
8. **Michaely HJ, Herrmann KA, Kramer H, Dietrich O, Laub G, Reiser MF, Schoenberg SO.** High-resolution renal MRA: comparison of image quality and vessel depiction with different parallel imaging acceleration factors. *J Magn Reson Imaging* 2006; 24(1): 95–100.
9. **Sun MR, Ngo L, Genega EM, Atkins MB, Finn ME, Rofsky NM, Pedrosa I.** Renal cell carcinoma: dynamic contrast-enhanced MR imaging for differentiation of tumor subtypes-correlation with pathologic findings. *Radiology* 2009; 250(3): 793–802.
10. **Muthupillai R, Douglas E, Huber S, Lambert B, Pereyra M, Wilson GJ, Flamm SD.** Direct comparison of sensitivity encoding (SENSE) accelerated and conventional 3D contrast enhanced magnetic resonance angiography (CE-MRA) of renal arteries: effect of increasing spatial resolution. *J Magn Reson Imaging* 2010; 31(1): 149–159.
11. **Iezzi R, Soulez G, Thurnher S, Schneider G, Kirchin MA, Shen N, Pirovano G, Spinazzi A.** Contrast-enhanced MRA of the renal and aorto-iliac-femoral arteries: comparison of gadobenat dimeglumine and gadofosveset trisodium. *Eur J Radiol* 2011; 77(2): 358–368.