

# DVOUFÁZOVÁ MULTIDETEKTOROVÁ CT-ANGIOGRAFIE RENÁLNÍHO KARCINOMU

## TWO-PHASE MULTIDETECTOR-ROW CT-ANGIOGRAPHY OF THE RENAL-CELL CARCINOMA

aktuální téma

Jiří Ferda<sup>1,2</sup>  
Boris Kreuzberg<sup>1</sup>  
Ondřej Hes<sup>3</sup>  
Milan Hora<sup>4</sup>  
Eva Ferdová<sup>1,2</sup>  
Jan Baxa<sup>1</sup>  
Hynek Mírka<sup>1</sup>  
Kristýna Ohlidalová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiodiagnostická klinika LF UK a FN, Plzeň

<sup>2</sup>Oddělení nukleární medicíny FN, Plzeň

<sup>3</sup>Šiklův ústav patologické anatomie LF UK a FN, Plzeň

<sup>4</sup>Urologická klinika LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 10. 2006

### Korespondenční adresa:

doc. MUDr. Jiří Ferda, Ph.D.  
Radiodiagnostická klinika LF UK a FN  
Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň  
e-mail: ferda@fnplzen.cz

Práce byla podpořena výzkumným projektem MSM 0021620819 a byla přednesena jako „state-of-the-art lecture“ na 87. Deutscher Roentgenkongress v Berlíně 26. 5. 2006.

### SOUHRN

Ferda J, Kreuzberg B, Hes O, Hora M, Ferdová E, Baxa J, Mírka H, Ohlidalová K. Dvoufázová multidetektorová CT-angiografie renálního karcinomu

Renální karcinom je nejčastějším nádorem ledviny. V porovnání s jinými státy jeho incidence dosahuje v České republice nejvyšší hodnoty a trvale mírně stoupá. S rozvojem laparoskopických operačních technik ledvin se objevila nutnost přesného předoperačního stagingu renálního karcinomu společně s detailním zobrazením cévního zásobení ledviny postižené nádorem. Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT) umožňuje spojit v jediném vyšetření zobrazení cílené na staging a současně na cévní zásobení ledviny. Pro dosažení optimálního prostorového rozlišení je vhodné využít akvizice dat umožňující submilimetrové izotropní rozlišení. Pro zobrazení nádorů ledvin je výhodné využívat minimálně dvoufázové zobrazení v arteriální a žilní fázi. V práci jsou porovnány typické CT obrazy jednotlivých histologických typů renálního karcinomu, zmíněna jsou kritéria pro zařazení nádoru do stagingu TNM a zdůrazněny klinicky významné varianty cévního zásobení i cévní změny vyvolané přítomností nádoru v ledvině.

### Klíčová slova:

CT-angiografie (CTA), multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT), renální karcinom, renální tepny, renální žíly.

### SUMMARY

Ferda J, Kreuzberg B, Hes O, Hora M, Ferdová E, Baxa J, Mírka H, Ohlidalová K. Two-phase multidetector-row CT-angiography of the renal cell carcinoma

Renal cell carcinoma is the most frequent kidney neoplasm; its incidence in the Czech Republic is the highest in the world and increases continuously. Development of laparoscopic kidney surgery makes perfect preoperative staging of the renal cell carcinoma necessary, together with imaging of the vascular supply of the kidney affected by tumor. Multidetector-row computed tomography (MDCT) offers staging and imaging of the vascular supply in one examination. The optimal spatial resolution depends on sub-millimeter data acquisition. Bi-phasic kidney imaging in arterial and venous phases offers excellent results in detection and differential diagnosis of the renal cell carcinoma. The article reviews typical imaging features of histological subtypes of the renal cell carcinoma, criteria of TNM staging, clinically important vascular supply variants, and tumor related changes in renal vasculature.

**Key words:** CT-angiography (CTA), multidetector-row computed tomography (MDCT), renal cell carcinoma, renal arteries, renal veins.

## ÚVOD

Renální karcinom je nejčastějším nádorem ledviny. V porovnání s jinými státy jeho incidence dosahuje v České republice nejvyšší hodnoty a trvale mírně stoupá. Nejčastější výskyt je mezi 4. a 6. dekadou. Poměr mezi muži a ženami je přibližně 2:1. U mužů se ročně objevuje přibližně 30 nových případů na 100 tisíc obyvatel, u žen je tento počet kolem 16 nových případů na 100 tisíc. V literatuře se udává, že mírně stoupající tendence výskytu je následkem častějších incidentálních nálezů při vyšetřeních ultrasonografií a výpočetní tomografií (1, 2).

K tradičním operačním přístupům, jako je translumbální nebo transperitoneální nefrektomie, se připojují i resekce šetřící objem funkčního parenchymu (nephron sparing surgery). V poslední dekádě se s rozvojem laparoskopických operačních technik stále častěji využívá v urologii laparoskopické, eventuálně retroperitoneoskopické nefrektomie případně i resekce (3, 4). V současnosti se s rozšířením nových operačních přístupů k operativě nádorů ledvin objevila nutnost přesného předoperačního stagingu renálního karcinomu (5–7) společně s detailním zobrazením cévní zásobení ledviny postižené nádorem (8, 9). Multi-detektorová výpočetní tomografie (MDCT) umožňuje spojit v jediném vyšetření zobrazení cílené na staging a současně na cévní zásobení ledviny.

## TECHNIKA VYŠETŘENÍ

### Akvizice a rekonstrukce hrubých dat

Pro dosažení optimálního prostorového zobrazení je vhodné využít akvizice dat umožňující submilimetrové izotropní rozlišení (10–14). U přístrojů dovolujících pořízení během jediné otáčky od 16 po 64 datových stop ve spojení s nominální kolimací mezi 0,5 a 0,75 mm je vytvořeno pole dat s prostorovým rozlišením mezi 0,4 a 0,7 mm. Submilimetrové prostorové rozlišení je nutné především pro diferenciaci jemných cévních struktur. Správné zvolení způsobu rekonstrukce hrubých dat ovlivňuje kromě geometrického rozlišení současně prostřednictvím úrovně šumu také rozlišení kontrastní. Poměr mezi geometrickým rozlišením a úrovní šumu je nutné udržovat v takových mezích, aby byl zachován dostatečný kontrast při zachování prostorového rozlišení do 1 mm ve všech rovinách. Kvůli dalšímu zpracování dat v trojrozměrném prostoru se rekonstruují základní axiální obrazy s překrýváním až o 1/3.

### Fázová akvizice dat

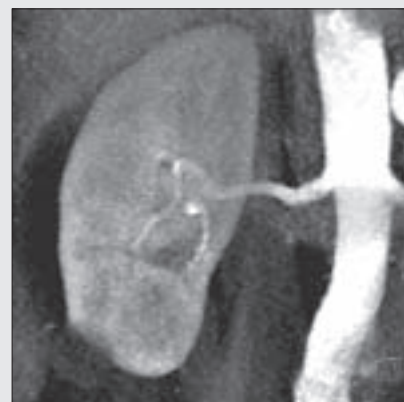
Pro zobrazení nádorů ledvin je výhodné využívat minimálně dvofázové zobrazení v arteriální a žilní fázi (9), v rozsahu



▲ Obr. 1 A



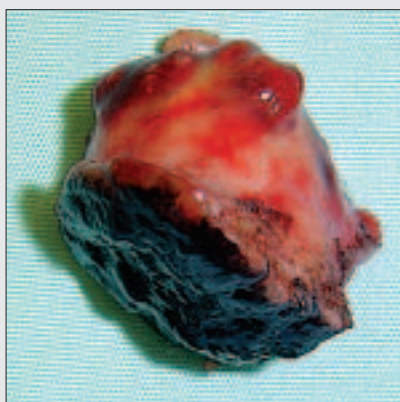
▲ Obr. 1 B



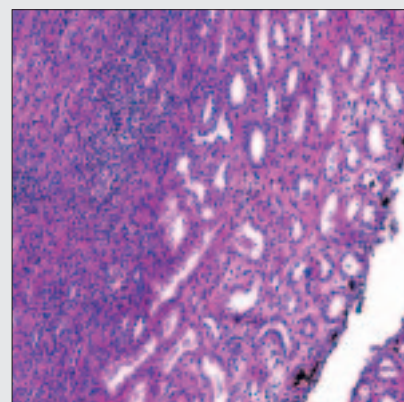
▲ Obr. 1 C



▲ Obr. 1 D



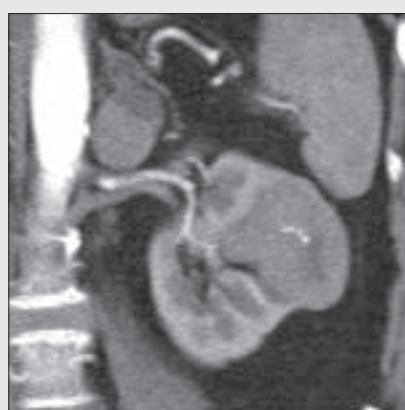
▲ Obr. 1 E



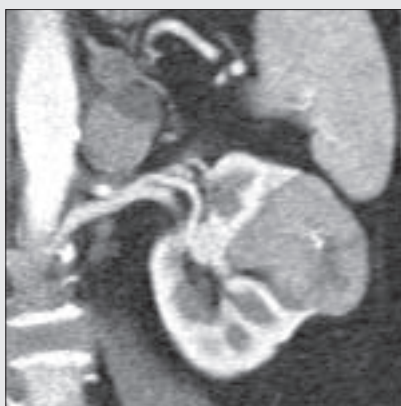
▲ Obr. 1 F

Obr. 1. **Papilární renální karcinom I. typu T1a, N0, M0.** Ledvina zásobena jedinou tepnou a jedinou žilou, provedena laparoskopická resekce. A – MPR v arteriální fázi, B – MPR ve venózní fázi, C – VRT v arteriální fázi, D – operační pole po ukončení laparoskopické resekce, E – makroskopický obraz resekátu, F – histologický obraz ukazující okraj resekátu s normální renální tkání obarvený grafitem, v pravém okraji obrazu tkáň nádoru, barvení hematoxylin-eosin, zvětšení 100 x

Fig. 1. **Papillary renal cell carcinoma type I; T1a, N0, M0.** The kidney is supplied by single artery and single vein, laparoscopic resection was performed. A – MPR in arterial phase, B – MPR in venous phase, C – VRT in arterial phase, D – site of laparoscopic resection, E – macroscopic image of resected tissue, F – histologic specimen showing edge of the resected tissue stained with graphite, tumorous tissue in the right part of image, hematoxylin-eosin staining, microphotograph, magnification 100 x



▲ Obr. 2 A



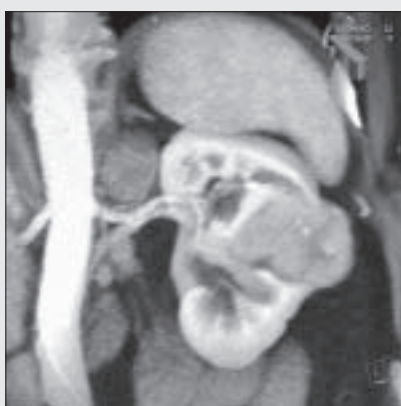
▲ Obr. 2 B



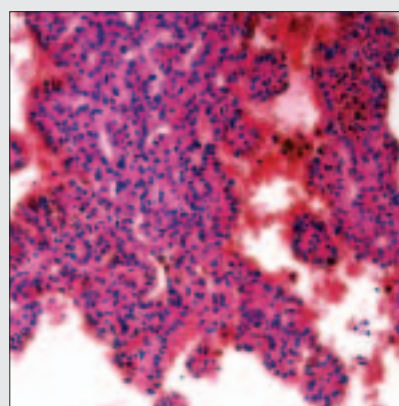
▲ Obr. 2 C



▲ Obr. 2 D



▲ Obr. 2 E



▲ Obr. 2 F

Obr. 2. **Papilární renální karcinom II. typu T1b, N2, M0.** Ledvina zásobena časně se větící jedinou tepnou a dvěma žilami, z nichž tenčí, dorzální, prochází retroaortálně a tvoří s přední žilou cirkumaortální cévní prsteneček, mezi renálním cévním svazkem a nadledvinou (s adenomem) metastaticky postižené uzliny, provedena translumbální nefrektomie.

A – MPR v arteriální fázi ukazující tumor a metastázy v uzlinách, B – týž obraz ve venózní fázi, C – MIP rekonstrukce tepenného zásobení, D – VRT ukazující topografii cévní stopky se současným zobrazením tepen i žil, E – VRT zobrazení retrokaválně uložené žíly, F – histologický obraz nádoru s vyšší polymorfii jader a pseudostratifikací, barvení hematoxylin-eosin, zvětšení 400 x

Fig. 2. **Papillary renal cell carcinoma type II; T1b, N2, M0.** The kidney is supplied by single, early branching artery and by two veins (one of them being localized in the retroaortal space and forming circumaoortal venous ring with the other one), metastatic lymph nodes situated between renal vessels and adrenal gland (with typical adenoma), translumbal nephrectomy was performed.

A – MPR in arterial phase showing intrarenal tumor and affected lymph nodes, B – the same MPR in venous phase, C – MIP in arterial phase, D – VRT showing the anatomy of the vascular renal hilum, E – VRT of the retrocaaval aberrant renal vein, F – histologic specimen of the tumor with increased nuclear polymorphism and pseudostratification, hematoxyllin-eosin staining, microphotograph, magnification 400 x

od brániční kopule po úroveň biacetabulární linie. Časování jednotlivých akvizicí dat je zásadní pro zachycení dostatečné kontrastní náplně renálních tepen i žil a také pro správné posouzení rozsahu a struktury nádoru. Vzhledem k odlišné rychlosti pořízení dat je nutné přizpůsobit pauzu mezi jednotlivými akvizicemi typu používaného přístroje. Zatímco akvizice přístrojem se současnou registrací 16 stop a použitou rotací gantry 500 ms dosahuje kolem 10 s (Sensation 16, Siemens, Forcheim, Německo), přístroj se současnou registrací 64 datových stop a rotací gantry 330 ms dokončí akvizici ve stejném rozsahu za 5 s (Sensation 64, Siemens, Forcheim, Německo). Pro šestnáctiřadý systém je nutné rozdělit vyšetření na dvě apnoické pauzy, mezi nimiž je pauza trvající 10 s na prodechnutí nemocného. U 64-DCT je možné provést celé vyšetření ve dvou fázích v jediném nádechu bez apnoické pauzy v případě, že je správně adaptován protokol podání kontrastní látky.

### Aplikace kontrastní látky

Pro plánování podání kontrastní látky je nutné vzít v úvahu několik skutečností – celkovou akviziční dobu, časový

odstup fází akvizice dat a zobrazení cévního systému. Kontrastní látka je optimálně podávána přetlakovým injektorem s průtokem 4–5 ml/s. Pokud je k dispozici proplachový systém, uzavírá aplikaci bolusu kontrastní látky proplach fyziologickým roztokem v množství 50 ml stejným průtokem, jako byl použit pro podání jódové kontrastní látky (12–14). Celkový objem podané kontrastní látky se pohybuje mezi 60 a 80 ml, koncentrace vhodná pro kvalitní zobrazení cévního systému je minimálně 350 mg I/ml (14).

Nejzásadnějším faktorem pro správné podání kontrastní látky u zobrazení nádorů ledvin je časování aplikace kontrastní látky a akvizice dat. Pro spuštění vlastní expozice je ideální použití monitorace bolusu kontrastní látky v oblasti distální hrudní aorty (bolus tracking). Cílový práh denzity je možné posunout až na 140 Hounsfieldových jednotek (HU), zpoždění začátku akvizice dat od dosažení prahové denzity je různý pro přístroje s rozdílnou rychlostí akvizice dat (14). Pro přístroj s relativně pomalejší akvizicí dat je vhodné použít okamžitě spuštění akvizice dat. Pro velmi rychlou akvizici dat je nutné začít až s odstupem 10 s – lze tak předejít tomu, aby nebylo předběhnuto čelo arteriální fáze. Pozdní vylučovací fáze je možné doplnit v odstavu dalších 5 minut; dle

našich zkušeností je ovšem její význam spíše v diferenciální diagnostice uroteliálního karcinomu než ve stagingu vlastního renálního karcinomu (9).

### Postprocessing

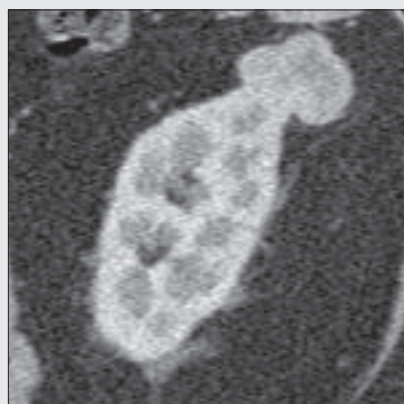
Rekonstruované tenké axiální obrazy poskytují ideální pole dat pro zpracování v prostoru. Pro zobrazení ledvinného nádoru je vhodné používat multiplanární rekonstrukce (MPR) o šířce vrstvy 3–5 mm (12–14) tak, aby bylo dosaženo optimálního geometrického i kontrastního rozlišení. Orientace rovin je jednak základní axiální (transverzální), dále odvozená od frontální a sagitální roviny skloněné podle dlouhé osy ledviny. Kromě rovinných zobrazení je možné využít i rekonstrukci zakřivené plochy pro zobrazení dutého systému včetně ureteru nebo sady radiálních rovin s osou symetrie v dlouhé ose ledviny.

Cévní zásobení ledviny, ve fázi vylučovací i dutý systém, je možné hodnotit z vrstevných rekonstrukcí pomocí algoritmu maximum intensity projection (MIP) nebo pomocí objemových trojrozměrných rekonstrukcí metodou volume rendering technique (VRT) (12–14). VRT rekonstrukce stínované jsou pro správné komplexní zobrazení všech cév méně vhodné než šedoškálové nestínované projekce, které umožňují demonstrovat i tkáň a struktury s nižší dosaženou denzitou.

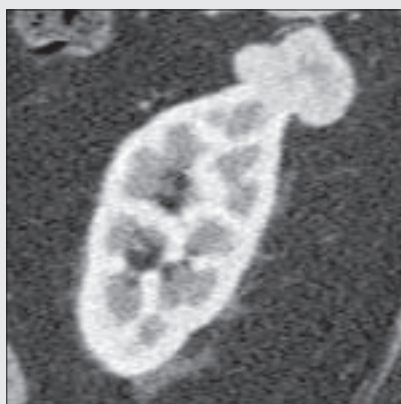
## HODNOCENÍ VYŠETŘENÍ

### Typické obrazy a diferenciální diagnostika renálního karcinomu

Konvenční renální karcinom (*conventional renal-cell carcinoma – CRCC*) tvoří více než 4/5 všech maligních nádorů ledviny (1, 2). Asi v 80% je CRCC hypervaskularizovaný v arteriální i venózní fázi akvizice dat. Struktura konvenčního renálního karcinomu je často nehomogenní, okrsky propadající nekróze jsou hypodenzní (13, 16–20). Ve 20% případů je CRCC tvořen cystickými formacemi, kdy je větší část objemu nádoru hypodenzní. Cystické formace v nádoru mohou být tvořeny regresivními změnami nádoru, ale vzácný není ani cystoidní či dokonce multicystický růst CRCC. Obraz nádoru pak spadá do stupně IV Bosniakovy klasifikace. I u těchto konvenčních renálních karcinomů se objevuje velmi často některá z patologických cévních změn souvisejících s růstem nádoru. Především zmnožení kapsulárních žil, dále parazitární arteriální zásobení, urychlený venózní návrat nebo dokonce invazivní šíření nádoru. U konvenčního renálního karcinomu mohou být nalezeny v nádoru i kalcifikace a dokonce vzácně i denzita tukové tkáně. V diferenciální diagnostice je obtížné odlišit onkocytomu, jehož struktura se může v CT obraze velmi podobat konvenčnímu



▲ Obr. 3 A



▲ Obr. 3 B



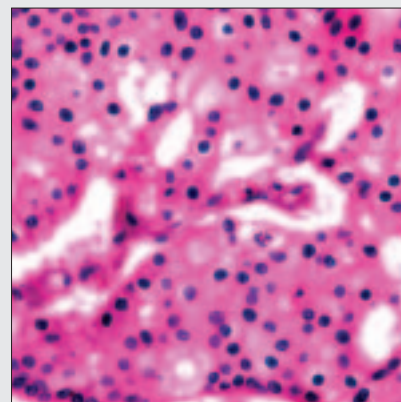
▲ Obr. 3 C



▲ Obr. 3 D



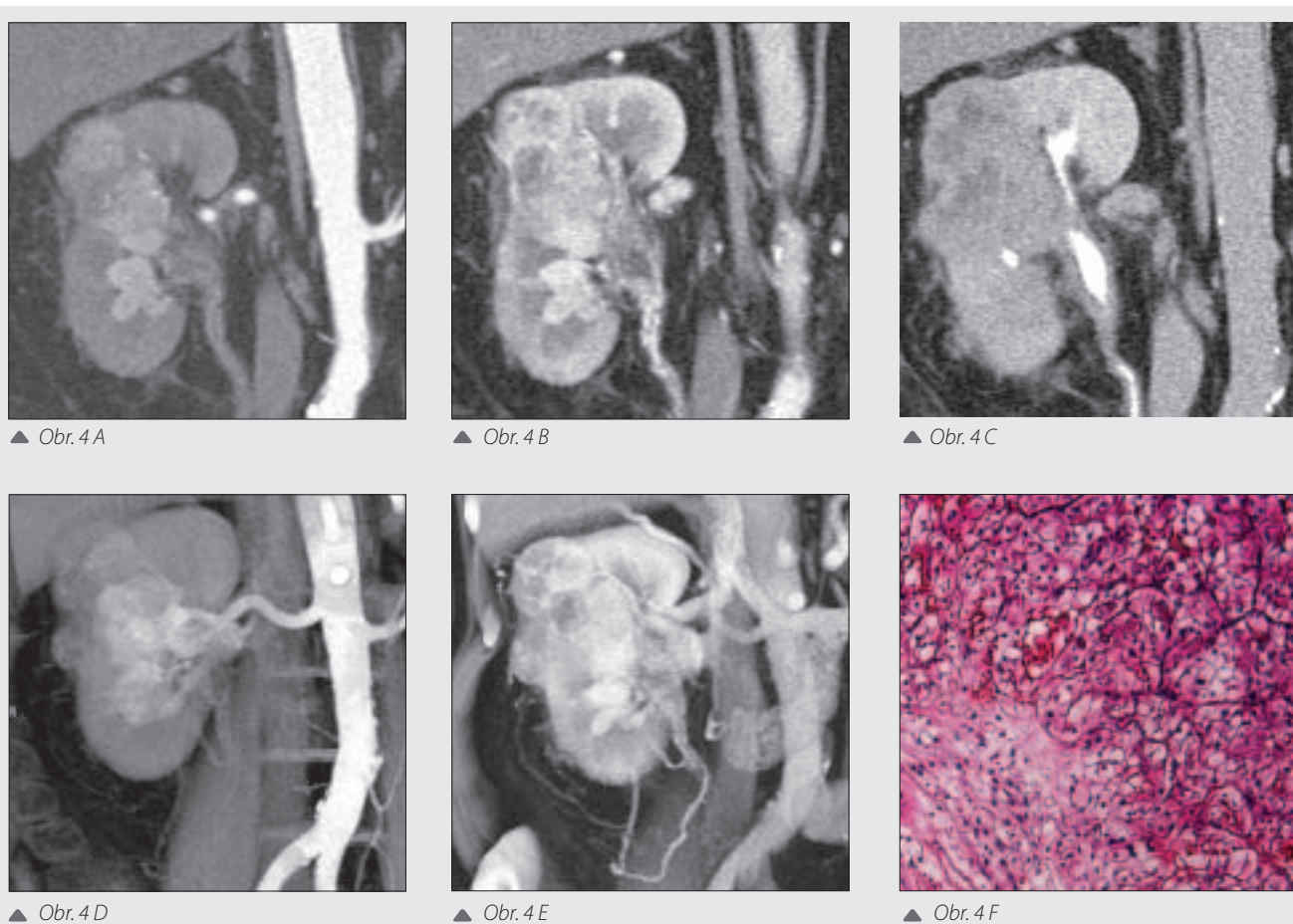
▲ Obr. 3 E



▲ Obr. 3 F

Obr. 3. **Chromofobní renální karcinom T1b, N0, M0.** Ledvina zásobena jedinou tepnou a jedinou žilou, nádor má parazitární zásobení z adrenální arterie, provedena translumbální resekce. A – MPR v arteriální fázi, B – MPR ve venózní fázi, C – VRT v arteriální fázi, D – VRT ve venózní fázi, E – VRT dutého systému v pozdní fázi, F – histologický obraz ukazující typická raisinoidní jádra, barvení hematoxylin-eosin, zvětšení 800 x

Fig. 3. **Chromophobic renal cell carcinoma; T1b, N0, M0.** The kidney is supplied by single artery and vein, parasitic arterial supply of the tumor via adrenal artery, translumbal resection was performed. A – MPR in arterial phase, B – MPR in venous phase, C – VRT in arterial phase, D – VRT in venous phase, E – VRT of the collecting system in the late phase, F – histologic specimen of the tumor demonstrating typical findings of the raisinoid nuclei, hematoxylin-eosin staining, microphotograph, magnification 800 x



Obr. 4. **Konvenční renální karcinom T3a, N0, M0.** Ledvina zásobena jednou tepnou a dvojitou žilou, dále mohutné kapsulární drenážní žíly odvádějící kontrastní látku testikulární žilou a periureterálními pleteněmi. Nádor infiltroval renální sinus, neprorůstal však dle histologie ani do pánvičky ani do žil, jak se zdálo z CT obrazu, provedena translumbální nefrektomie. A – MPR v arteriální fázi, B – MPR ve venózní fázi, C – MPR v pozdní fázi, D – VRT v arteriální fázi, E – VRT ve venózní fázi, F – histologický obraz ukazující typický světlouněčný renální karcinom, barvení hematoxylin-eosin, zvětšení 400 x

Fig. 4. **Conventional renal cell carcinoma; T3a, N0, M0.** The kidney is supplied by single artery and two veins, enlarged capsular veins drain contrast agent into testicular vein and periureteral venous plexus. Tumor invades renal sinus, however, according to both histology and CT findings, infiltration of the renal pelvis or renal vein branches is not present. Translumbal nephrectomy was performed. A – MPR in arterial phase, B – MPR in venous phase, C – MPR in late phase, D – VRT in arterial phase, E – VRT in venous phase, F – histologic specimen shows typical findings of clear-cell tumor, hematoxylin-eosin staining, microphotograph, magnification 400 x

renálnímu karcinomu a navíc jeho histologické subvariety mohou volně přecházet v karcinom. Angiomyolipom, pokud má výrazně potlačenu lipomatózní složku, také někdy připomíná konvenční renální karcinom. Při infiltrativním šíření konvenčního renálního karcinomu do pánvičky se v diferenciální diagnostice musí zvážit přítomnost uroteliálního karcinomu, neboť tento se vzácně vyskytuje i jako čistě intraparenchymový tumorózní proces (20).

**Papilární renální karcinom (papillary renal-cell carcinoma – PRCC)** tvoří přibližně 1/10 renálních karcinomů (1, 2). Vyskytuje se ve dvou subtypech. Jeho struktura je převážně hypodenzní, často bez typického výrazného sycení kontrastní látkou, obraz spadá obvykle do nižších stupňů Bosniakovy klasifikace (dokonce od stupně II). PRCC subtyp I. připomíná v CT obrazu cystu (cyst-like papillary renal cell carcinoma) a je jej obtížné odlišit od prosté cysty, především při menších velikostech (1, 2, 13, 16, 18, 19). PRCC subtyp II. je agresivnější, připomíná v CT obrazu lymfomu (lymphoma-like papillary renal cell carcinoma), roste rychleji a je agresivnější.

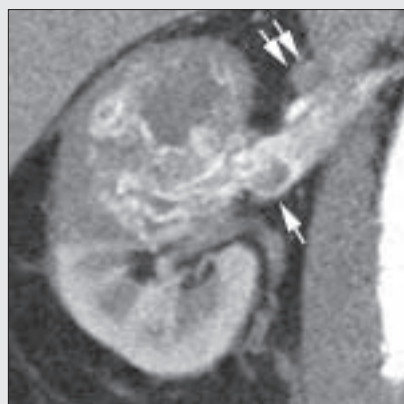
Dosahuje-li větších velikostí, může se u něj objevit spontánní ruptura a krvácení. Jak již z výše uvedených názvů a vzhledu papilárního renálního karcinomu vyplývá, je v diferenciální diagnostice nutné odlišit renální cysty a cys-

tiformní nádory benigní povahy jejichž zástupcem je především stromální epiteliální neoplazma. První typ papilárního renálního karcinomu se kontrastní látkou sytí jen málo a je ze všech typů renálního karcinomu nejzávažnějším diferenciálně diagnostickým problémem. Papilární karcinom druhého typu se kontrastní látkou sytí více, má heterogennější strukturu a často jsou u něj přítomny metastázy v lymfatických uzlinách.

**Chromofobní renální karcinom (chromophobic renal-cell carcinoma – ChRCC)** se sytí kontrastní látkou poměrně homogenně, ale velmi často se podobá konvenčnímu renálnímu karcinomu a není možné ani důležité jej od něho odlišit (18, 19). Vyskytuje se do 1/20 případů (1, 2).

Nezařaditelné a přechodné typy renálního karcinomu jsou vzácnější. Jejich CT obraz se pohybuje od cystoidně vyhlížejících lézí až po výrazně se sytící tumory.

Není vzácností, že se v jedné nebo i v obou ledvinách vyskytují vícečetné karcinomy. Mnohočetný renální karcinom se vyskytuje často v ledvinách u nemocných v terminálním stadiu renálního selhání (end stage kidney disease – ESKD) a je těsně asociován se vznikem získaného cystického onemocnění ledvin (acquired cystic kidney disease – ACKD). U nemocných s terminálním selháním ledvin jde často



▲ Obr. 5 A



▲ Obr. 5 B



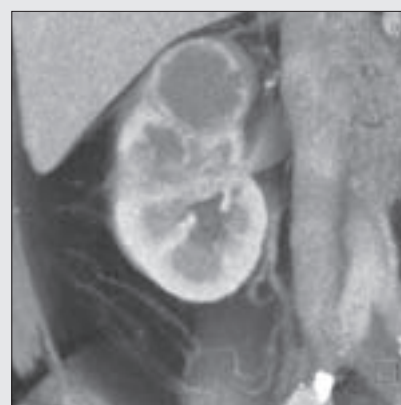
▲ Obr. 5 C



▲ Obr. 5 D



▲ Obr. 5 E



▲ Obr. 5 F



▲ Obr. 5 G



▲ Obr. 5 H



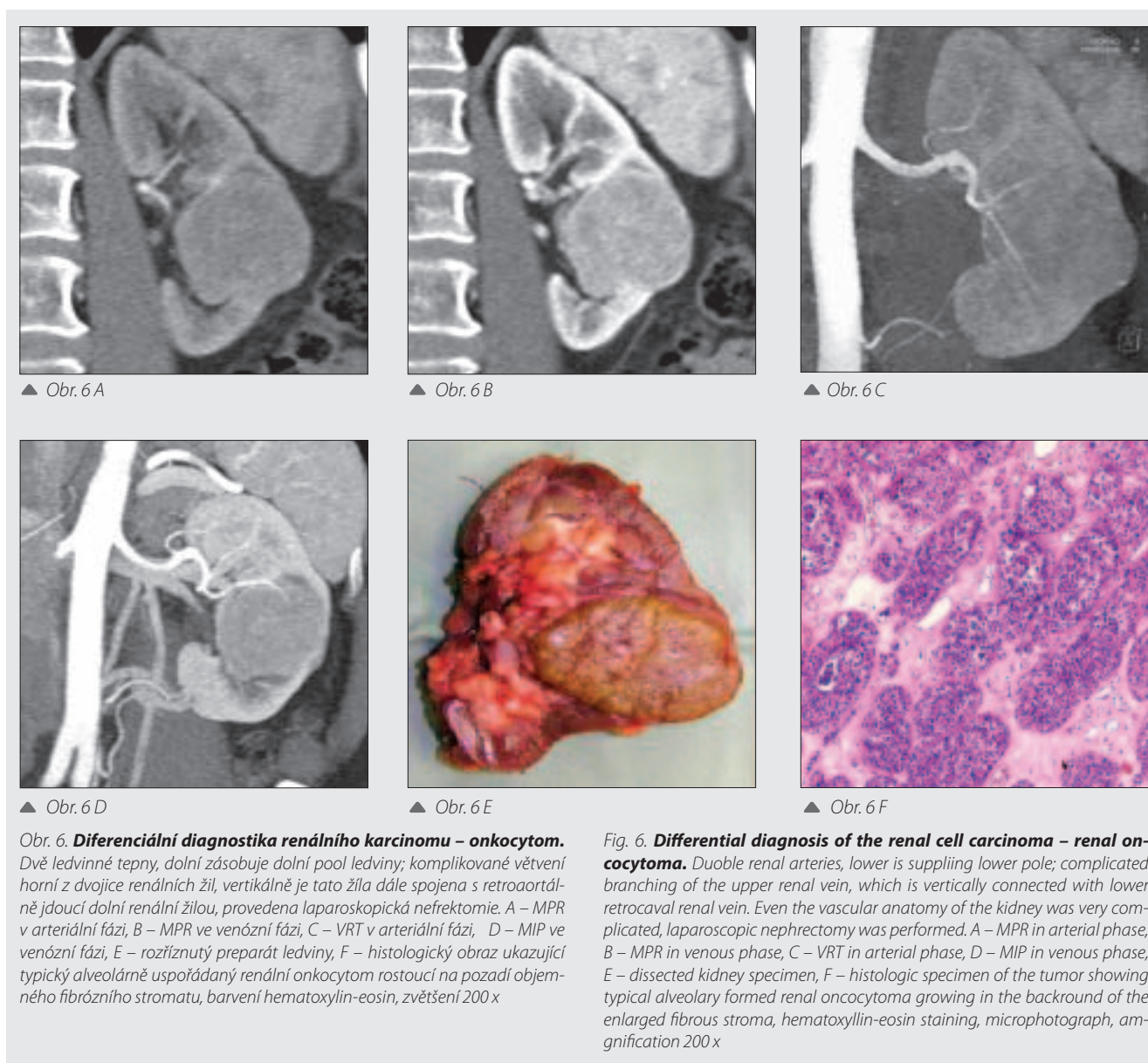
▲ Obr. 5 I

Obr. 5. **Konvenční renální karcinom T3b, N1, M0.** Nádor vrůstá do jediné ledvinné žíly, ledvinná tepna se časně větví. V úhlu mezi dolní dutou žilou a horním okrajem renální tepny je patrná zřetelně infiltrovaná, sytící se mízní uzlina. Byla provedena laparoskopická nefrektomie.

A – MPR v arteriální fázi ukazuje patologickou vaskularizaci v tumoru, steal-syndrom v horní části ledviny zásobené dolní větví tepny, nádorový trombus v renální žíle (šipka), předčasný žilný návrat a infiltrovanou uzlinu (dvojitá šipka), B, C – MPRs ve venózní fázi ukazují invazi nádoru do renálního sinu, D – MIP v arteriální fázi zobrazuje časné větvení renální tepny, jejíž dolní širší větev zásobuje horní polovinu ledviny, E – MIP ve venózní fázi demonstruje kapsulární žilní drenáž do periuretrálních pletení kolem dolního poolu ledviny a do adrenálních žil kolem poolu horního, F – VRT ve venózní fázi, G – obraz při preparaci během laparoskopie ukazuje totožnou topografii hilu jako předchozí obrázky, H – rozříznutý preparát ledviny s nádorovým trombem v ledvinné žíle, I – operační pole po laparoskopické nefrektomii

Fig. 5. **Conventional renal cell carcinoma; T3b, N1, M0.** The tumor grows into the single renal vein; single renal artery is early branching. Metastatic enhanced lymph node localized in the angle between renal vessels and inferior vena cava. Translumbal nephrectomy was performed.

A – MPR in arterial phase demonstrating pathological vascularization of the tumor, steal syndrome in the upper portion of the kidney supplied by the lower renal artery branch. Tumorous thrombus spreading into the renal vein (arrow), early venous return and infiltrated lymph node (double arrow), B, C – MPRs in venous phase demonstrating tumorous invasion into the sinus and renal vein, D – MIP in arterial phase showing early branching renal artery, its larger lower branch supplies upper portion of kidney, E – MIP in venous phase showing capsular venous drainage of the tumor into the periureteral venous plexus and adrenal veins, F – VRT in venous phase, G – the same situation seen during laparoscopy, H – dissected kidney specimen with tumorous thrombus inside the renal vein, I – operation field after finished laparoscopic nephrectomy



o mnohočetné tumory, jejichž velikost kolísá od několika milimetrů až po útvary velikosti obvyklé u ostatní populace. Mezi nimi se pak vyrovnává poměr mezi konvenčním renálním karcinomem a papilárními renálními nádory. Papilární renální nádory se do velikosti 5 mm hodnotí jen jako adenomy, i když je jejich mikroskopická struktura totožná s tumory většími, hodnocenými již jako karcinomy (13).

Mnohočetné nádory ledviny se vyskytují i v normální populaci, ale na rozdíl od ní jde o jediný genetický klon nádorů. V běžné populaci se jednotlivé nádory v jediné ledvině vzájemně geneticky liší.

Kromě výše uvedených postižení ledvin v terminálním selhání funkcí se objevují mnohočetné renální karcinomy u nemocných postižených von Hippelovou–Lindauovou nemocí. Jejich výskyt může být synchronní či asynchronní a v některých případech může být přítomno prostoupení cysticky změněných ledvin monstrózními nádory (13).

### Hodnocení vlastního nádoru

Hodnocení útvaru v ledvině se týká jeho struktury, charakteru sycení kontrastní látkou, velikosti ve třech navzájem kolmých

orientacích a invaze do okolních struktur (1–7). Pro posouzení stadiu renálního karcinomu má stěžejní význam stanovení největšího rozměru ledviny (tab. 1), podstatnými hranicemi je rozměr 4 cm (velikost T1a) a 7 cm (velikost T1b).

Prorůstání nádoru do okolních struktur je možné zobrazit pomocí interaktivního hodnocení v celém objemu dat tak, aby bylo možné vyloučit negativní vliv artefaktu částec-

Tab. 1. **Staging renálního karcinomu**

Tab. 1. **Renal cell carcinoma staging**

T1a	omezen na ledvinu < 4 cm
T1b	omezen na ledvinu 4–7 cm
T2	omezen na ledvinu > 7 cm
T3a	prorůstá do perirenálního tuku či do nadledviny
T3b	prorůstá do infradiafragmatické části v. cava inferior
T3c	prorůstá do supradiafragmatické části v. cava inferior
T4	prorůstá přes Gerotovu fascii
N1	jedna infiltrovaná uzlina
N2	více než jedna infiltrovaná uzlina
M1	vzdálené metastázy

ného objemu. Významnými nálezy je prorůstání nádoru do nadledviny či perirenální tkáně (T3a), invaze přes Gerotovu fascii je již hodnoceno jako velikost T4. Pokud nádor vrůstá do oblasti renálního sinu, je možné diferencovat invazi do pánvičky a dále poměrně spolehlivě prorůstání do renální žíly, podle nepřímých známek již i do menších větví (invaze do jakékoliv žíly odpovídá velikosti T3b). Časným příznakem invaze do renální žíly v sinu je tak urychlený venózní návrat, že je možné již náplň renální žíly zachytit v časně arteriální fázi. Tento příznak je také jedním z hlavních důvodů, proč je prováděna akvizice dat již v časně arteriální fázi. Pokud je již přítomen defekt v náplni renální žíly, je velikost nádoru T3b již jednoznačná, v případě, že nádorový čep prorůstá až nad bránicí, jde dokonce o stadium T3c.

### Hodnocení dutého systému ledvin

Vzhledem k tomu, že ve venózní fázi je nasycena stěna pánvičky a ureteru, je možné ji hodnotit i bez naplnění kontrastní látkou (17, 20). Nádorová infiltrace pánvičky se projevuje hyperdenzním syćením nepravidelného charakteru již v arteriální fázi. Při invazi do pánvičky je možné doplnit i třetí fázi akvizice dat s odstupem minimálně 5 minut od intravenózní aplikace kontrastní látky. Tato fáze může přispět k diferencování uroteliálního karcinomu pánvičky a odhalit případné implantační metastázy. Z našich zkušeností vyplývá, že u renálního karcinomu nemá pozdní fáze ke stagingu větší přínos.

### Hodnocení cévního zásobení

Cévní zásobení ledvin je mezi parenchymatózními orgány jedno z nejvariabilnějších. Renální karcinom může dále vyvolávat výrazné reaktivní cévní změny v ledvině – počínaje patologickou vaskularizací, přes změny v žilní drenáži až po intravaskulární invazi nádorové tkáně (3, 4, 8, 9). Pro posouzení operability nádoru je sice nejdůležitější stanovení T-stagingu, ale pro zhodnocení možného operačního postupu nabývá důležitosti i konkrétní způsob cévního zásobení postižené ledviny i vlastního nádoru. Přesným popisem je možné předejít peroperačním krvácivým komplikacím z nepoznané aberantní cévní struktury nebo problémům s preparací a přerušením cévní stopky.

Zásadní je stanovit počet, místo odstupu a způsob větvení renálních arterií. Počet ledvinných tepen u jediné tepny může kolísat od jediné až po čtyři. Místa odstupu jsou obvykle v lumbální oblasti aorty, ale u dolní polární tepny nebo tepny u dystopických ledvin se často objevuje odstup ze společné ilické tepny. Variabilita větvení renálních tepen je podstatná v oblasti retrokavální. Tepna, která se rozdvouje za kmenem dolní duté žíly, se jeví během preparace, především u laparoskopických nefrektomií, jako zdvojená a musí být samostatně podvázána. Segmentární větvení renálních tepen nabývá na významu u resekcí výkonů, kdy je zapotřebí zobrazit tepnu zásobující přímo nádor.

Vícečetné renální žíly jsou více než vpravo důležité vlevo, kde kromě ústí žil vedle sebe je zapotřebí zmínit retrokavální průběh ledvinné žíly. Retrokavální renální žíla na rozdíl od obvyklého průchodu aortomezenteriálním arteriálním úhlem probíhá za aortou v úrovni distální bederní páteře a vlévá se do dolní části vena cava inferior. Pokud je renální žíla

zdvojená a jedna z žil je retrokavální, tvoří dvojice žil cévní cirkumaortální prstenec. Protože se žilní systém v retroperitoneu zakládá v embryonálním stadiu vývoje velmi složitým způsobem, lze se setkat s vícečetnými anomáliemi typu poruch segmentace a fúze předchůdců dolní duté žíly a retroperitoneálních žil. Významné jsou především vertikální spojky mezi jednotlivými etážemi žil. Časné větvení renálních žil je důležité zejména na straně levé, kde navíc do renální žíly ústí ovariální (respektive testikulární) žíla. Vzdálenost první odstupující žilní větve od levého okraje aorty je důležitá pro případnou změnu polohy přerušování cévní stopky.

Z cévních změn způsobených přítomností nádoru je nejčastější patologická vaskularizace (9), která díky arteriovenózním zkratkám může být příčinou intrarenálního steal syndromu. Parazitární arteriální zásobení nádoru prostřednictvím adrenálních nebo lumbálních tepen je u velikostí do T3 méně časté, od velikostí T3 je naopak téměř pravidlem. U nádorů větší velikosti prorůstajících do blízkosti ledvinného pouzdra jsou významné změny odtoku krve z ledviny. Žilní venózní drenáž nádoru se pak děje často prostřednictvím kapsulárních žil, které bývají dilatované tortuózní a sbírají se do větších žil. Krev odvádějí buď přímo do renální žíly, nebo do adrenálních žil, žil ovariálních (resp. testikulárních), nebo do periureterálních žilních pletení. Takto vytvořená parazitická venózní drenáž nabývá na významu u laparoskopických operací, kdy je zapotřebí na její přítomnost a místo vtoku do dolní duté žíly výslovně upozornit.

Nádorová invaze do renální žíly (9), byť jen v oblasti renálního sinu, zásadně mění T-staging nádoru a je relativně častá. Časnými známkami intravaskulární invaze je časná opacifikace některé z žil v sinu, nebo příznak steal syndromu v ledvině. Pokročilejšími známkami je nalezení přímo nádorové tkáně v lumen žíly. Nádorový trombus se od nasedající krevní trombózy odlišuje hyperdenzním defektem v hypodenzní náplni žíly v arteriální fázi a střední denzitou ve fázi žilní. Krevní trombus zůstává hypodenzní v obou fázích akvizice dat a je v žilní fázi obtékán kontrastní látkou. U nádorů propagujících se do dolní duté žíly je nutné mít na zřeteli, že se často objevuje různé míšení kontrastní a nekontrastní krve v žíle v různých časových odstupech od intravenózní aplikace. Tkáň nádorového trombu obsahuje uvnitř tkáně také patologickou vaskularizaci, proto se během fázového zobrazení výrazně mění její denzita. Zcela zřejmí je odlišení artefaktů laminárního proudění kontrastní a nekontrastní krve v jediné žíle typu Amazonas-Rio Negro (12) od trombózy.

### Hodnocení generalizace

N stadium nádorů je poměrně obtížné odlišit při přítomnosti více uzlin v retroperitoneu kolem aorty a renálního cévního svazku. Prokázání jen jediné postižené uzliny je pak téměř nemožné. Pomocí při stagingu pak může být hybridní zobrazení pomocí <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT.

U T3b stadia nádorů je důležité odlišit generalizaci nádoru hematogenní cestou. Nejčastějším místem metastatického rozsevu jsou v pořadí plicní parenchym, skelet, játra a mozek. Typické metastázy v jaterním parenchymu jsou u renálního karcinomu hypervaskularizované, u metastáz ve skeletu je to osteolytický typ. Pokud jsou současně v rozsahu



vyšetření ledvin zachyceny v bazálních částech parenchymu plic, jater nebo ve skeletu metastázy, je jasný staging M. U nádorů hraničně operabilních je možné využít ke stagingu M  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT. I když je glykolytická aktivita renálního karcinomu variabilní (většina urogenitálních nádorů využívá k energetickému metabolismu využití mastných kyselin, ať již beta-oxidací, nebo v Krebsově cyklu) a její posouzení je na pozadí ledviny obtížnější, bývá akumulace  $^{18}\text{F}$ -FDG ve vzdálených metastázách renálního karcinomu výrazná (vzhledem k přestupu metastatické nádorové tkáně na oxidativní glykolýzu) a snadno detekovatelná. Pokud je subsystémem

PET/CT multidetektorový výpočetní tomograf, lze provést CT vyšetření rovněž jako dvoufázovou CT-angiografií.

## ZÁVĚR

Význam multidetektorové výpočetní tomografie renálního karcinomu provedené v arteriální a venózní fázi spočívá v možnostech přesného zobrazení vlastního nádoru s vysokým rozlišením, angiografického zobrazení cévního zásobení pro přesné plánování operace.

## LITERATURA

1. Kovacs G, Akhtar M, Beckwith BJ, et al. The Heidelberg classification of renal cell tumours. *J Pathol* 1998; 183: 131–133.
2. Fuhrman SA, Lasky LC, Limas C. Prognostic significance of morphologic parameters in renal cell carcinoma. *Am J Surg Pathol* 1982; 6: 655–663.
3. Hallscheidt P, Schoenberg S, Schenk JP, et al. Multislice CT in the planning of nephron sparing interventions for renal cell carcinoma: prospective study correlated with histopathology. *RöFo Fortschr Röntgenstr* 2002; 174: 898–903.
4. Hallscheidt P, Hannsmann J, Schenk JP, et al. Organ-sparing surgery of renal cell carcinoma – operative technique and findings in radiological follow up. *RöFo Fortschr Röntgenstr* 2002; 174: 409–415.
5. Guinan P, Sobin LH, Algaba F, et al. TNM staging of renal cell carcinoma: Workgroup no. 3. Union International Centre le Cancer (UICC) and the American Joint Committee on Cancer (AJCC). *Cancer* 1997; 80: 992–993.
6. Choyke PL, Amis ES Jr, Bigongiari LR, Bluth EI, Bush WH Jr, Fritzsche P, Holder L, Newhouse JH, Sandler CM, Segal AJ, Resnick MI, Rutsky EA. Renal cell carcinoma staging. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. *Radiology* 2000; 215 Suppl: 721–725.
7. Israel G, Bosniak MA. Renal imaging for diagnosis and staging of renal cell carcinoma. *Urol Clin N Am* 2003; 30: 499–514.
8. Rydberg J, Kopecky KK, Tann M, et al. Evaluation of prospective living renal donors for laparoscopic nephrectomy with multisection CT: the marriage of minimally invasive imaging with minimally invasive surgery. *Radiographics* 2001; 21: S223–S236.
9. Zeman RK, Cronan JJ, Rosenfield AT, Lynch JH, Jaffe MH, Clark LR. Renal cell carcinoma: dynamic thin-section CT assessment of vascular invasion and tumor vascularity. *Radiology* 1988; 167: 393–396.
10. Urban BA, Ratner LE, Fishman EK. Three-dimensional volume-rendered CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy, variants, and clinical applications. *Radiographics* 2001; 21: 373–386.
11. Wittenberg G, Kenn W, Tschammler A, Sandstede JJW, Hahn D. Spiral angiography of the renal arteries: comparison with angiography. *Eur Radiol* 1999; 9: 546–551.
12. Ferda J. CT angiografie. Praha: Galén 2004.
13. Prokop M. CT angiography of the abdominal arteries. *Abdom Imaging* 1998; 23: 462–468.
14. Sandstede JJW, Kaupert C, Roth A, Jenett M, Harz C, Hahn D. Comparison of different iodine concentrations for multidetector row computed tomography angiography of segmental renal arteries. *Eur Radiol* 2005; 15: 1211–1214.
15. Raptopoulos VD, Blake SP, Weisinger K, Atkins MB, Keogan MT, Kruskal JB. Multiphase contrast-enhanced helical CT of liver metastases from renal cell carcinoma. *Eur Radiol* 2001; 11: 2504–2509.
16. Jinzaki M, Tanimoto A, Mukai M, et al. Double-phase CT of the small renal parenchymal neoplasms: correlation with pathological findings and tumor angiogenesis. *J Comput Assist Tomogr* 2000; 24: 835–842.
17. Kopka L, Fischer U, Zoller G, et al. Dual-phase helical CT of the kidney: value of corticomedullary and nephrographic phase for evaluation of renal lesions and preoperative staging of renal cell carcinoma. *AJR* 1997; 169: 1573–1578.
18. Szolar DH, Kammerhuber F, Altziebler S, et al. Multiphasic helical CT of the kidney: increased conspicuity for detection and characterization of small (vetsinez3 cm) renal masses. *Radiology* 1997; 202: 211–217.
19. Sheth S, Scatarige JC, Horton KM, et al. Current concepts in diagnosis and management of renal cell carcinoma: role of multidetector CT and three dimensional CT. *Radiographics* 2001; 21: S237–S254.
20. Cheon JJWY, Wafgenr BJ, Davis CJ. AFIP archives: transitional cell carcinoma of the urinary tract: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 1998; 18: 123–128.