

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Kateřina Vostálová

Možnosti zobrazení v radiodiagnostice urotraktu

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Mgr. Alexandra Dočkalová

Olomouc 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 2016

.....

Podpis

Děkuji vedoucí práce MUDr. Mgr. Alexandře Dočkalové za odborné vedení bakalářské práce a za cenné rady.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Možnosti zobrazení v radiodiagnostice urotraktu

Název práce: Možnosti zobrazení v radiodiagnostice urotraktu

Název práce v AJ: Display options in radiodiagnosics of the urinary tract

Datum zadání: 2015-06-16

Datum odevzdání: 2016-04-27

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Kateřina Vostálová

Vedoucí práce: MUDr. Mgr. Alexandra Dočkalová

Oponent práce: Mgr. Lada Skácelová

Abstrakt v ČJ:

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi zobrazení v radiodiagnostice urotraktu, a to konkrétně ultrasonografií, konvenčními zobrazovacími metodami, počítačovou tomografií a magnetickou rezonancí.

Práce je rozdělena do několika kapitol. První kapitoly poskytují přehledné rozdělení jednotlivých radiodiagnostických zobrazovacích metod. Tyto metody jsou součástí při jednotlivých indikacích v diagnostice ledvin a močového měchýře. Následuje kapitola, která je věnována radiační zátěži pacienta při jednotlivých vyšetřeních. Poslední kapitola se pak zabývá vztahem mezi pacientem a zdravotnickým pracovníkem.

Cílem bakalářské práce je na základě práce s odbornou literaturou a odbornými články představit možnosti zobrazení v radiodiagnostice urotraktu.

Abstrakt v AJ:

This thesis deals with the possibilities of imaging in radiodiagnosis of urinary tract, in particular with ultrasonography, conventional imaging methods, computed tomography and magnetic resonance.

The thesis is divided into several chapters. The first chapters provide a clear division of individual radiodiagnostic imaging methods. These methods are included in individual indications of diagnosis of kidney and bladder. The next chapter is

devoted to patient radiation dose during individual examinations. The last chapter is dedicated to the relationship between patient and medical worker.

The aim of the thesis is to present possibilities of imaging in radiodiagnosis of urinary tract, based on work with technical literature and technical articles.

Klíčová slova v ČJ: ultrasonografie, ledvina, CEUS, radiodiagnostika, výpočetní tomografie, radiační dávka, low dose CT, renální tepny, magnetická rezonance

Klíčová slova v AJ: ultrasound, kidney, CEUS, radiodiagnostic, computed tomography, radiation burden, low dose CT, renal artery, magnetic resonanc,

Rozsah: (52 str., 0 příloh)

Obsah

1. ÚVOD.....	8
2. Anatomie v urologii	11
3. Ultrasonografie urotraktu	13
3.1 Dopplerovská ultrasonografie.....	14
3.2 CEUS (kontrastní ultrasonografie).....	16
3.3 USG transplantované ledviny.....	18
4. Konvenční radiologie v urologii	19
4.1 Skiografie v urologii	19
4.1.1 Nativní nefrogram	19
4.1.2 Intravenózní vylučovací urografie (IVU).....	20
4.2 Skioskopické metody v urologii	22
4.2.1 Ascendentní uretro- a ureteropyelografie	23
4.2.2 Descendentní ureteropyelografie	25
4.2.3 Cystografie.....	26
4.2.4 Mikční cystourethrografie (MCUG)	26
5. Výpočetní tomografie (CT) v urologii	27
5.1 Nativní CT vyšetření	27
5.2 Kontrastní CT v urologii	28
5.3 Výpočetní tomografií s duální energií záření (DECT).....	29
5.4 CT vylučovací urografie	32
5.5 CT angiografie renálních tepen (CTA).....	34
6. Angiografie v urologii	36
7. Magnetická rezonance v urologii	37
7.1 MR parenchymu ledvin	37
7.2 MR urografie	38

7.3	MR angiografie renálních tepen.....	38
8.	Radiační zátěž pacienta	41
9.	Vztah mezi zdravotníkem a nemocným	43
10.	ZÁVĚR	44
11.	BIBLIOGRAFICKÉ A INTERNETOVÉ ZDROJE.....	46
12.	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
13.	SEZNAM TABULEK	50
14.	SEZNAM ZKRATEK.....	51

1. ÚVOD

Během posledních deseti let došlo k velkému vývoji u zobrazovacích metod, které směřují především k digitalizaci a k následnému postprocessingovému zpracování obrazů. Byly objeveny zcela nové modifikace již známých diagnostických vyšetřovacích postupů. Některá vyšetření se již pomalu stávají historií, ale stále ještě mají v praxi určitý význam, i když omezený.

Význam epidemiologie zhoubných nádorů urogenitálního traktu v současnosti roste, neboť rostoucí počty nově diagnostikovaných pacientů představují značnou zátěž pro zdravotnictví vyspělých zemí. Česká republika není výjimkou. Nádory močového měchýře, ledvin a prostaty jako nejvýznamnější urologické malignity představují v ČR přibližně 13 % nově diagnostikovaných zhoubných nádorů a podílejí se z 3 % na celkové populační úmrtnosti. Dobrou zprávou ovšem je, že i přes rostoucí počet nemocných se u všech těchto onemocnění podařilo v ČR stabilizovat mortalitu, byť za cenu nemalých nákladů.

Vzhledem k opravdu široké škále onemocnění postihujících ledviny jsou jejich projevy záludné svým plíživým a nenápadným průběhem.

Mezi první volbu u vyšetření močového systému dnes patří ultrasonografie, zejména pro svoji neinvazivnost, rychlou dostupnost a relativně nízkou cenu. USG má několik možností vyšetření, každá má své zastoupení a indikace. Transabdominální USG zobrazuje jemné anatomické detaily jednotlivých orgánů urogenitálního systému, někdy i lépe než výpočetní tomografie. Za pomoci dopplerovského vyšetření se hodnotí renální cévy. U zobrazování ledvin kontrastní ultrazvukovou metodou (CEUS) hraje významnou roli jejich velké prokrvení a poměrně typické chování jednotlivých typů postižení (rozlišení nádorové tkáně od cyst). Novou indikací, která hledá své zastoupení, je traumatologie ledvin.

Výpočetní tomografie a magnetická rezonance jsou považovány za metodu volby při diagnostice patologických stavů a u onemocnění urotraktu. Indikace u MR i CT jsou podobné, ale MR je považováno jako doplňující vyšetření k CT. MR se používá u pacientů s alergickou reakcí na jodovou kontrastní látku nebo na pacienty s renální insuficiencí.

Důležitým pravidlem v radiční ochraně při indikaci vyšetření je převažující přínos vyšetření oproti rizikům ozáření. V dnešní době se výrazně zvýšil počet veškerých vyšetření, která napomáhají k upřesnění diagnostiky onemocnění či k jejímu

vyloučení a to díky neustálému technickému a medicínskému vývoji. Měli bychom si uvědomit, že kvalitnější a včasná diagnostika vede k záchraně života.

Dalším důležitým faktorem k úspěšnosti vyšetření a spokojenosti jak ze strany zdravotníka, tak i pacienta, je dostatečná informovanost o celkovém průběhu vyšetření a psychosociální komunikace, což přináší spokojenost na obou stranách. V některých případech nedojde vždy k optimální komunikaci, která může být narušena mnoha faktory – např. osobními problémy, narušením mezilidských vztahů na pracovišti apod. Především bychom neměli brát pacienta jako další diagnózu, ale jako nemocného člověka.

Pro svou bakalářskou práci jsem čerpala informace převážně z odborných publikací a stanovila jsem si následující otázky a cíle:

Otázky bakalářské práce:

1. Jaké metody jsou stále užívané při zobrazovacích metodách urotraktu?
2. Které zobrazovací metody se využívají nejčastěji v diagnostice urotraktu?

Cíle bakalářské práce:

Cíl 1. Vytvořit přehledný souhrn zobrazovacích metod používaných při vyšetření urotraktu.

Cíl 2. Porovnat jednotlivé zobrazovací metody.

Před vyhledáváním odborné literatury a relevantních článků byla prostudována následující vstupní literatura:

- KAWACIUK, I. *Urologie*. 1.vyd. Galén, 2009, s. 31-47. ISBN 978-80-7262-627-7.
- TEPLAN, V. a et al. *Praktická nefrologie*. Druhé. Praha: GRADA, 2006, s. 46 - 57. ISBN 80-247-1122-2.
- VOMÁČKA, J., NEKULA, J. a KOZÁK, J. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 157 stran. ISBN 978-80-244-3126-0.
- ŽAHOUREK, V. *Rentgenologie močového ústrojí*. První. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1960. ISBN 3010822-49846/D/1-1196-5.

Rešeršní činnost

Přehled poznatků a informací o dané problematice byl zpracován na základě rešerše. Využila jsem knižní databáze Ústřední knihovny UP, databáze MEDLINE Complete, DynaMed a Medvic. Mimo jiné byl použit internetový vyhledávač Google Scholar a v epidemiologické analýze SVOD. Základním vyhledávacím jazykem byl český a anglický jazyk.

Z rešerše byly vybrány knihy a odborné články z časopisů vhodných pro potřeby této práce, které byly tříděny podle kvality a relevance zdroje.

Pro vyhledávací strategii byla použita tato klíčová slova: ledvina, CEUS, radiodiagnostika, výpočetní tomografie, radiační dávka, low dose CT, renální tepny, magnetická rezonance. V rešeršní činnosti bylo nalezeno 135 článků, z nich bylo použito 17. Zbylé články nebyly využity kvůli nevyhovujícím nebo chybějícím informacím.

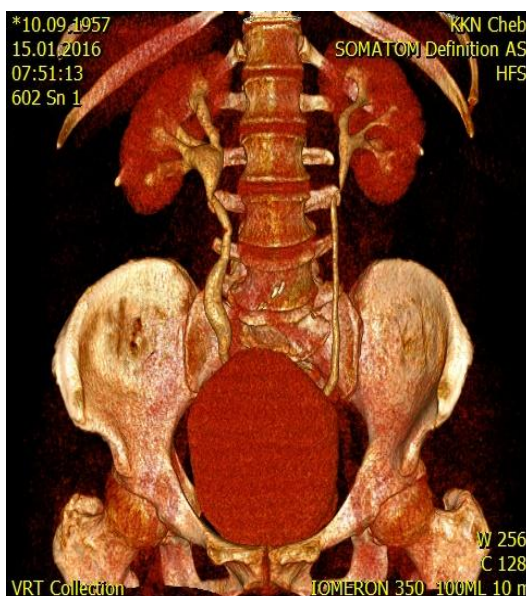
Vyhledané odborné články byly omezeny na práce publikované v období od r. 1997 do současnosti a doplněny odbornými knihami. Knihu na skiaskopická vyšetření v urologii jsem použila z roku 1960, jelikož se postupy vyšetření nemění a stále se provádějí na některých radiodiagnostických pracovištích.

2. Anatomie v urologii

Ledviny se nacházejí retroperitoneálně laterálně od musculus psoas ve výši 1.

- 3. bederního obratle, chráněné vazivovým pouzdrem a obalené tukem. Levá ledvina je uložena výše. Parenchym ledvin je složen z kůry a dřeně, kůra se asi 30 sekund po podání kontrastní látky silně sytí a je odlišná od dřeně. Dřeň se sytí po 80 sekundách od aplikace kontrastní látky, po dvou minutách dochází k vylučování látky a po pěti minutách je naplněn dutý systém. (Teplan, et al., 2006, s. 49)

Renální tepny vycházejí z laterálního až ventrolaterálního obvodu aorty nejčastěji v úrovni prvního až druhého bederního obratle těsně pod odstupem mezenterické tepny (obr. 1). Probíhá napříč k ledvinám, přičemž je zřadu kryta stejnojmennou žilou, vpravo se nachází před renální tepnou rovněž kmen dolní duté žíly. Zhruba u 25 % jedinců se vyskytují zdvojené tepny, zřídka se setkáváme s trojením tepen či dokonce se můžeme setkat i se čtveřicí tepen pro jednu ledvinu. V hilu se tepny dělí na silnější větve pro přední, střední a dolní část ledviny, která se nachází před ledvinnou pánvičkou.



obr. 1 – anatomie urotraktu (CT IVU - VRT)

zdroj: archiv KKN a.s. V Chebu – anonymizováno

Krev je z ledvin odváděna žilním systémem, který od úrovně kortikomedulárního rozhraní následuje stejnojmenné tepny. Renální žíly po výstupu z hilu vedou před tepnami a ústí do dolní duté žíly. Levá renální žíla za normálních okolností předbíhá aortu těsně pod odstupem horní mezenterické tepny. Vzhledem

ke složitému embryonálnímu vývoji, dochází ke spoustě variant žilního retroperitoneálního kmene především u renální levé žíly. Nejčastější variantou je cirkumaortální uspořádání levé renální tepny společně s druhou žilou, která jde za aortou. Proto příčinou se vznikem levostranné varikokély je útlak levé renální žíly mezi mezenterickou tepnou a aortou. (Eliáš, Žižka, 1998, s. 152 - 153)

3. Ultrasonografie urotraktu

Ultrasonografie(USG) je neinvazivní vyšetřovací metoda používající vysokofrekvenční zvukové vlny k zobrazení anatomických struktur, jejich morfologii a perfúzi.

Zdrojem i přijímačem ultrazvukového vlnění je piezoelektrický měnič (krystaly) v sondách, který se mění z elektrického signálu na mechanický a naopak. Piezoelektrický jev je schopnost krystalu, generovat elektrické napětí při mechanické deformaci krystalu, které poté přechází do stejného stavu jako na začátku.

USG vlny projdou tělem, na rozhraní tkání s rozdílnou hustotou se částečně odraží a odražené impulzy (echa) sonda zpět zachycuje. Na obrazovce přístroje se elektronicky znázorňuje průřezový obraz vyšetřovaného orgánu (sken). USG vlny stoprocentně odraží vzduch a stoprocentně pohlcují kosti. (Kawaciuk, 2009, s. 39)

V urologii je USG první diagnostickou metodou, samozřejmě až po fyzikálním vyšetření. Dokáže zobrazit jemné anatomické detaily jednotlivých orgánů urogenitálního systému (obr. 2), někdy i lépe než výpočetní tomografie (CT). Není navíc limitována renální insuficiencí, nepoužívá potencionálně toxické nitrožilní kontrastní látky a v neposlední řadě ani ionizační záření. (Kawaciuk, 2009, s. 40)

Na druhou stranu diagnostické omezení v USG může být způsobeno morfologií pacienta (meteorismus, obezita), spoluprací nemocného při vyšetření, zkušeností vyšetřujícího nebo kvalitou techniky při zobrazování. (Kawaciuk, 2009, s. 39)

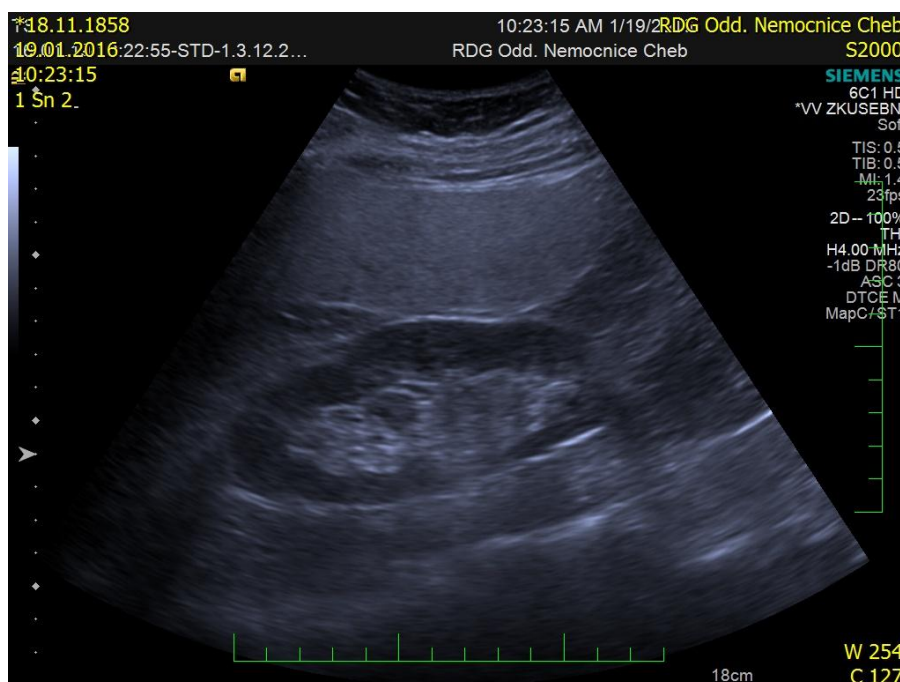
Přípravou pacienta u vyšetření urotraktu je lačnění nejméně 4 hodiny před vyšetřením, a pokud je to možné, nejlépe s naplněným močovým měchýřem. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 96)

U transabdominální ultrasonografie se u dospělých používá k vyšetření ledvin a močového měchýře širokopásmá abdominální ozvučovací hlavice o frekvenci 1.-6 MHz.

Ultrasonografie se využívá k zobrazení konkrementů při nefrolitotripsích, k perkutánní nefrotomii či k cíleným biopsiím ledvin. Radiologická asistentce se pak přizpůsobí k danému výkonu. Endosonografická vyšetření, kam spadají endouretrální, endovezikální či endorektální USG, se provádějí až na specializovaných pracovištích urologem. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 96)

Další významným vyšetřením v USG je dopplerovská metoda, která má uplatnění v diagnostice renovaskulární hypertenze a transplantovaných ledvin. (Vomáčka,

Nekula, Kozák, 20012, s. 96) A v neposlední řadě se provádí elastografie ledvin, která nám dává detailnější informace o struktuře ledvinného parenchymu. (Sirli a kol., 2009, s. 49)



obr. 2 – USG zdravé ledviny

zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu - anonymizováno

3.1 Dopplerovská ultrasonografie

Nejčastější příčinou pro vyšetření barevné dopplerovské ultrasonografie v urologii je sekundární hypertenze způsobená stenózou renální tepny. Renovaskulární druh sekundární hypertenze se vyskytuje velmi zřídka 1-2 % mezi všemi dospělými hypertoniky. Dopplerovská USG je metodou značně subjektivně závislou, u níž je zkušenost vyšetřujícího významnou podmínkou úspěchu.

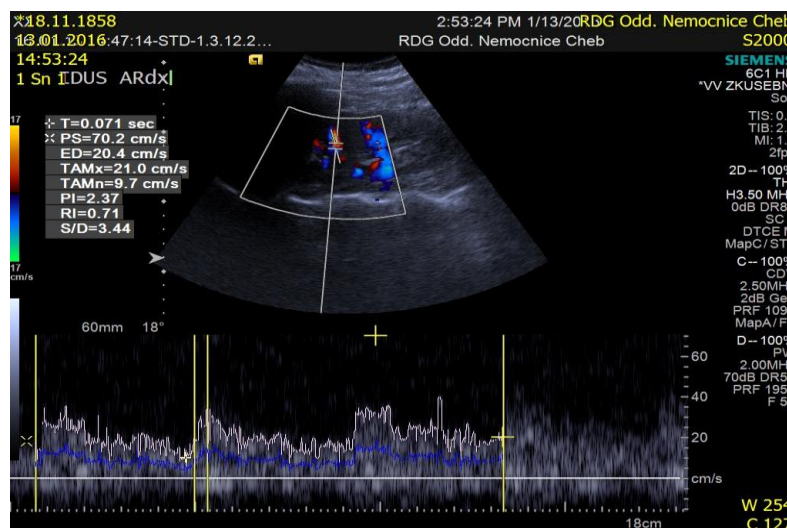
Vyšetření renálních tepen se koná v rámci jednoho sezení, které zahrnuje dva způsoby. Prvním je přímá insonace kmene renální tepny (PDUS), druhým je posuzování distálního intrarenálního řečiště (IDUS).

U dospělých se využívají sondy s nízkou nosnou zobrazovací i dopplerovskou frekvencí (2-3,5 MHz), sektorového či konvexního uspořádání. Pro provedení vyšetření není za potřebí žádná příprava pacienta, jen jeho spolupráce.

U prvního způsobu PDUS se začíná zobrazením tvaru, velikosti, uložením, echostrukturou, dutým systémem, a vždy se hodnotí celá ledvina ve dvou na sebe kolmých rovinách. Poté přijdeme k insonaci vlastní renální tepny (obr. 4).

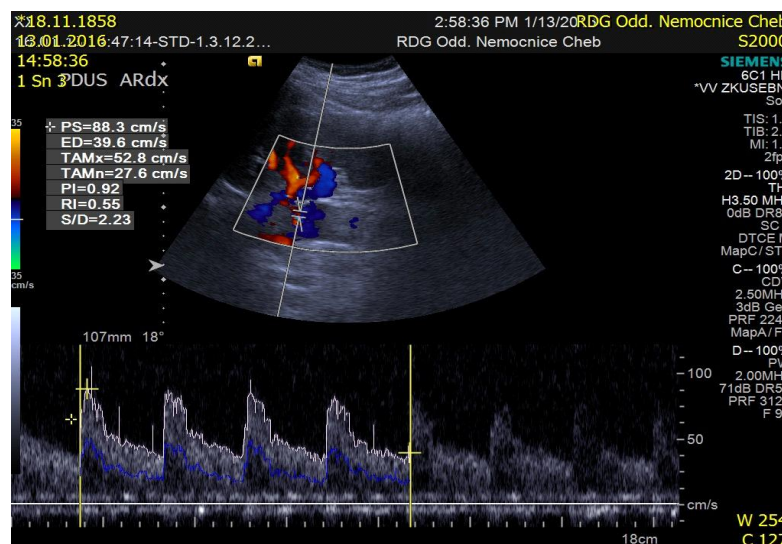
U druhého způsobu se vyšetřuje zpomalení vzestupní části dopplerovské spektrální křivky, hodnocené na distálním konci renálního řečišti (obr. 3).

Dosavadní zkušenosti poukazují, že PDUS a IDUS při vyšetření renálních tepen se zvyšují celkovou diagnostickou přesností pro záchyt hemodynamicky významné stenózy renálních tepen na 85-90 %. (Michl, Eliáš, Žižka, 1997, s. 11-12)



obr. 3 - USG dopplerovské vyšetření IDUS a.renalis dx.

zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu, anonymizováno



obr. 4 - USG dopplerovské vyšetření PDUS a.renalis dx.

zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu, anonymizováno

3.2 CEUS (kontrastní ultrasonografie)

Využití kontrastní látky při ultrazvukovém vyšetření (CEUS) je již běžnou praxí při vyšetření řady orgánů i oblastí. Při zobrazování ledvin touto metodou představuje významnou roli jejich velké prokrvení, a dále i poměrně typické chování jednotlivých typů postižení, včetně nádorového.

Zobrazení jedné ledviny lze realizovat pomocí malé dávky kontrastní látky (2 ml), která je v současné době v České republice dostupná – sulfur hexafluorid SonoVue.

Velmi důležité je z technického hlediska využití postprocessingového zpracování pomocí různých typů dedikovaných programů, kdy se hodnotí křivky sycení jednotlivých oblastí kontrastní látkou, a objektivně tak posuzuje i dynamické změny.

Rychlý nástup sycení je u maligních nádorů ledvin typický, a to se projevuje rychlým nástupem sycení a časným vymýváním kontrastní látky. Toto chování lze objektivizovat právě pouze pomocí křivek sycení s tou výhodou, že lze posuzovat i jednotlivé části expanze s možností jejího přesnějšího ohraničení. Benigní nádory jsou naproti tomu prokrvené jen málo a křivky jejich sycení jsou zcela odlišné - pomalejší nástup sycení a přetrvávání kontrastní látky.

Velkým přínosem CEUS je v oblasti ledvin určování povahy ledvinných cyst, kdy právě s pomocí kontrastní látky můžeme velmi dobře posoudit eventuální solidní složku cysty a její charakter. Nejsou vždy výsledky CEUS jednoznačné, v současné době však již lze říci, že toto vyšetření je běžnou součástí diagnostického algoritmu posuzování ložiskových změn ledvin. (Mechl, Foukal, Bohatá, 2010, s. 44 - 45)

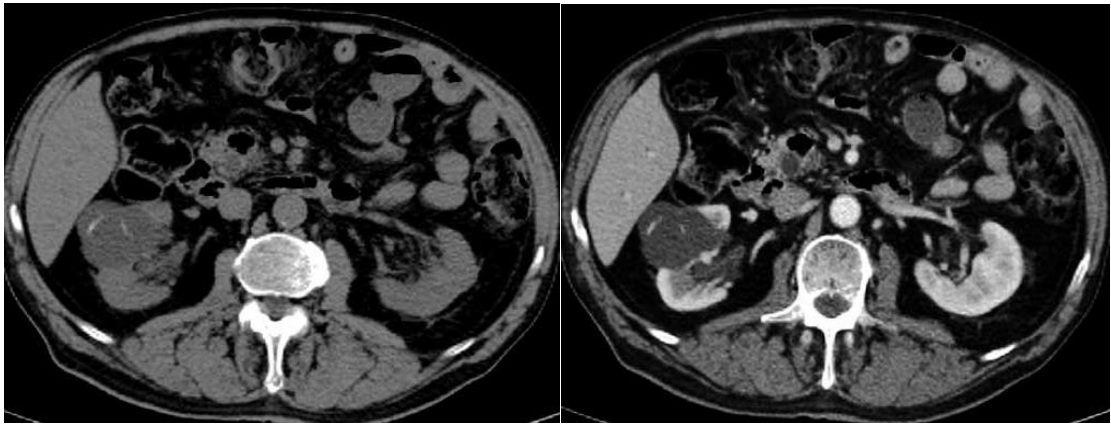
Podle dosavadních zkušeností je CEUS slibnou metodou při hodnocení cystických lézí ledvin (obr. 5), díky jednoduššímu hodnocení sycení byla metoda úspěšnější v detekci maligních ložisek než CT. V samotné Bosniakově klasifikaci je shoda mezi oběma metodami pouze průměrná, což je dáno povahou metod. (Foukal, 2012, s. 330)

Při traumatickém poranění břicha je ze zobrazovacích metod první volbou k určení diagnózy. Ultrasonografie je vysoce senzitivní při odhalování volné tekutiny v dutině břišní, ale není tak vysoce citlivá na traumatické parenchymatózní léze. Využitím kontrastního ultrazvuku (CEUS) se zlepšuje přesnost diagnostiky a posouzení rozsahu parenchymatózních lézí (obr. 6). I když není CEUS jako první volba při polytraumatech pacienta, může být využita v následných krocích po vyšetření CT

metodou u poranění břicha, především u mladých či dětských pacientů. (Cagini, 2013, s. 5)

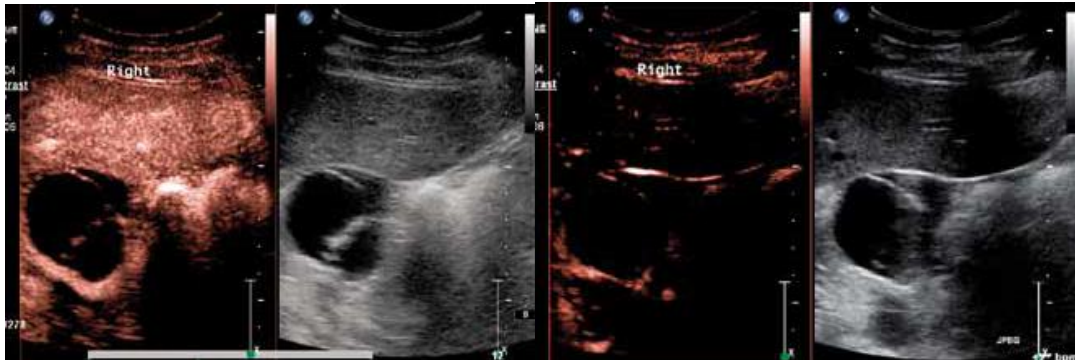
a/

b/



c/

d/



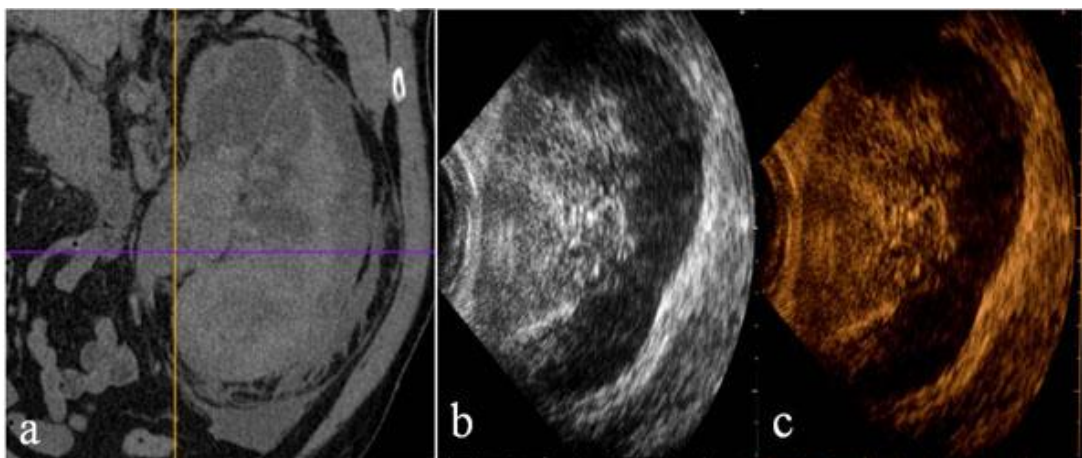
obr. 5 – Cysta Bosniak II na CT a CEUS

a/ nativní CT, cysta nízkých denzit s kalcifikovanými septy;

b/ CT postkontrastně, septa se nesytí; c/ CEUS 5 s po aplikaci KL;

d/ CEUS 50 s po aplikaci KL, septa se výrazněji nesytí

Zdroj: (Foukal, J., Mechl, M., Janoušová, E., 2014, s. 32)



obr. 6 – pacientka s tupým poraněním břicha se supkapsulárním hematodem

a/ CT vyšetření, b/ USG B-mode, c/ CEUS

Zdroj: (Cagini, 2013, s. 5)

3.3 USG transplantované ledviny

Transplantované ledviny se vpraví do levé či pravé fossa iliaca a napojí se na ilické cévy. Vyšetřuje se jako normální ledvina ve dvou rovinách, jen sonda se přiloží do laterální části podbřišku s tím rozdílem, že transplantovaná ledvina není překryta rušivými střevními kličkami, což samotné vyšetření ulehčuje. (Hofer, 2005, s. 122 - 124)

Nejčastější vzniklé komplikace po transplantaci ledvin je hematoma, lymfokéla, urinoma či absces. (Teplan, et al., 2006, s. 54)

Transplantovaná ledvina je trvale zvětšena o 20 %. Parenchym je širší než u vlastní ledviny a jeho echogenita se může zdát trochu zvýšená, takže dřevňové pyramidy jsou oproti vlastní ledvině kontrastnější. Často se sleduje zvýšená náplň dutého systému (měštnání), která se nejlépe zobrazí v příčném řezu a pečlivě proměří a zdokumentuje, aby se příště mohly hodnoty porovnat. Porovnání je důležité, aby nedošlo k progresi měštnání, které by žádalo terapeutický zásah. A v poslední řadě se hodnotí podélná velikost transplantované ledviny, které se taktéž dokumentuje a porovnává s následujícím USG vyšetřením.

Z počátku se musí provádět časté kontroly k vyloučení zánětlivých stavů, až s přibývajícím časem od transplantace se množství kontrol snižuje.

Provádí se i dopplerovská ultrasonografie, která hodnotí Resistance – index (RI) v cévách transplantované ledviny, kde dochází k hodnocení počínající rejekce. (Hofer, 2005, s. 122 - 124)

4. Konvenční radiologie v urologii

Konvenční zobrazovací metody jsou postupně nahrazovány modernějšími metodami, ale v praxi jsou stále používány. Patří sem intravenózní vylučovací urografie, mikční cystourethrografie, prostý snímek břicha vleže a ascendentní ureteropyelografie. (Vomáčka, 2012, s. 96)

Jakékoliv rentgenové vyšetření urotraktu vždy zahajujeme prostým snímkem ledvin a močového měchýře, což je oblast od symfysy po 10. hrudní obratel. (Žahourek, 1960, s. 21)

4.1 Skiografie v urologii

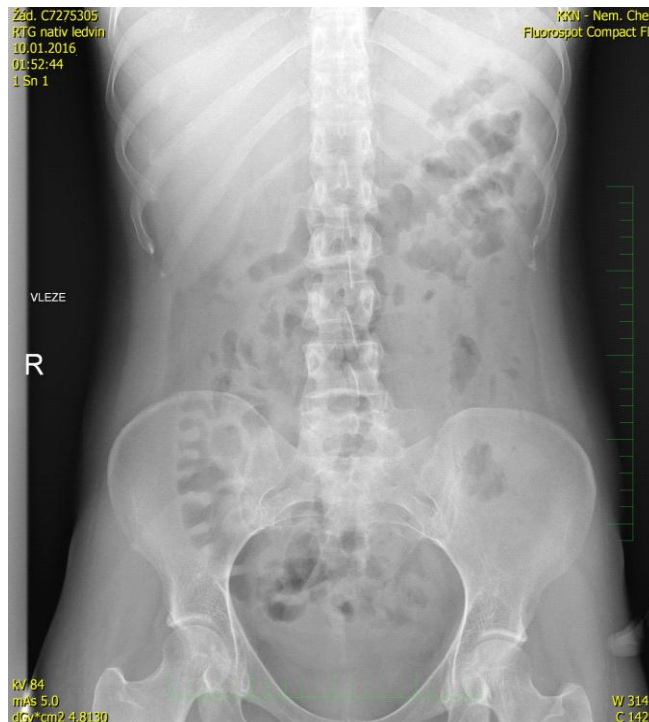
4.1.1 Nativní nefrogram

Prostý snímek ledvin a vývodných cest močových se dělá vleže, kde se hodnotí změny skeletu, uložení a velikost ledvin, kontury obou psoatických svalů, stín jater a pro monitoraci polohy stentů v močovodu nebo uretře. Pravá ledvina se nachází kaudálněji než levá (obr. 7).

Větší stín ledvin může znázorňovat polycystické ledviny, oboustrannou hydronefrózu či vzácně lymfomy, kdežto malý stín zobrazuje oboustranně svaštělé ledviny při chronické pyelonefritidě. Jednostranné zvětšení může znamenat podezření z objemnějšího karcinomu, cysty či hydronefrózy a zmenšení ledvin může poukazovat na vrozenou hypoplazii nebo pozánětlivě svaštělou ledvinu. Objemný stín ledvin v retroperitoneu zakryje kontury psoatických svalů. Při náplni močového měchýře vidíme měkký stín v malé pánvi.

Ve vývodných cestách močových je možno pozorovat přítomnost kontrastního konkrementu. Cystolity bývají ve většině případů kontrastní, ale vyskytují se i nekontrastní. Komparativní studie prokazuje, že nativní nefrogram zjistí přítomnost konkrementů jen v 50 - 75 % případech v horních cestách močových oproti spirálnímu CT. Ve stěně močového měchýře se také může vyskytovat kalcifikace, která znázorňuje schistosmózu nebo tuberkulózu.

Diferenciálně je někdy těžké odlišit v malé pánvi kontrastní konkrement od flebolitu (flebolit je přesně okrouhlý oproti konkrementu, jelikož ho tvoří kalcifikace v cévě). Kontrastní mohou být i intrauterinní antikoncepční tělíska v děložní dutině nebo cévní svorky po operacích. (Kawaciuk, 2009, s. 31)



obr. 7 - RTG nativní nefropelvigram v AP projekci vleže
zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu - anonymizováno

4.1.2 Intravenózní vylučovací urografie (IVU)

S rozvojem USG, CT a MR významně ubylo indikací k vylučovací urografii, ale stále je u zobrazení vývodných cest močových považována za nenahraditelnou. (Teplan, et al., 2006, s. 46 - 47)

IVU nám podává základní informace o sekreční činnosti ledvin, tonu a morfologii jejich dutého systému a vývodných cest močových.

Indikací je renální kolika, hematurie, tupý úraz zasahující urogenitální trakt, rekurentní infekce uropoetického traktu, problémy s mikcí a před perkutánní extrakcí konkrementů. (Seidl, et al., 2012, s. 190)

Pacient přichází na vyšetření lačný minimálně 4 hodiny před vyšetřením, měl by den předem držet bezesbytkovou dietu (ke zmírnění plynatosti ve střevech) a s prázdným močovým měchýřem.

Provádí se aplikací kontrastní látky intravenózně. Kontrastní látka se musí aplikovat pomalu, aby nedošlo k rychlému výskytu nežádoucích účinků. Po aplikaci kontrastní látky se první snímek provádí do jedné minuty od aplikace (zobrazení nefrografické fáze). Další expozice se obvykle dělá za 7, 14, 21 minut, kdy bývá optimálně naplněný močový měchýř, a standardem je snímek po vyprázdnění močového měchýře (obr. 8). (Kawaciuk, 2009, s. 32 - 33)

a/



b/



c/



d/



obr. 8 - RTG IVU před a po aplikaci KL Omnipaque 350/50ml
a/ po vymočení; b/ 7min. po apl. KL; c/ 12 min. po apl. KL; d/ po vymočení
zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu - anonymizováno

Dle indikace se stanovují postupy vyšetření intravenózní vylučovací urografie:

- Limitovaná vylučovací urografie – indikací se stala uroterolitiáza a diagnostiky prostatizmu. Provádějí se včetně nativního snímku i snímky po aplikaci kontrastní látky s odstupem 15 min. a po vymočení;
- Urgentní vylučovací urografie – vyšetření je indikováno při renální kolice u podezření na obstrukci ureterů. Snímkuje se nativní snímek, dále se snímkuje v intervalu 15 minut, a následně po jedné až dvou hodinách po aplikaci kontrastní látky. Tento postup prokáže místo obstrukce i

při významně opožděném vylučování a malé koncentraci v dilatovaných vývodných cestách.

- Wash-out vylučovací urografie – metoda dnes již nevyužívaná, která prokazovala obstrukci pelviureterálního přechodu. K běžnému snímkovacímu harmonogramu zde byla i aplikace furosemidu do žíly. (Teplan, et al., 2006, s. 47)

Poškozená ledvina vylučuje kontrastní látku opožděně nebo vůbec, mluví se tak o RTG afunkci, která ale nemusí znamenat skutečnou afunkci ledvin. Při opožděném vylučování kontrastní látky je nezbytné snímky provést v pozdních fázích. Pozdní snímky mohou objasnit diagnózu a ušetřit pacienta k následnému instrumentálnímu vyšetření (ascendentní ureteropyelografie). Po průchodu kontrastní látky do močového měchýře se může diagnostikovat morfologie změn močového měchýře a prostaty. Výhodou je provedení snímku po mikci, který lépe zviditelní nádor a dává nám informaci o vyprázdnění měchýře (objem reziduální moči).

Při vyšetření může dojít ke špatné viditelnosti při zobrazování urotraktu a jeho vylučování kontrastní látky, jako je například meteorismus či střevní náplň. V takovém případě se následně volí výpočetní tomografie. (Kawaciuk, 2009, s. 32 - 33)

Vylučovací urografie se u pacientů s renální insuficiencí pokud možno neprovádí vůbec. Pokud je nutné vyšetření udělat z nějakého důvodu, aplikuje se větší množství kontrastní látky a provádějí se snímky s větším odstupem.

Vylučovací urografie se u transplantovaných ledvin provádí podle renální funkce buď 300 mg na 1 kg hmotnosti, u dobře fungujících štěpů, nebo u snížené funkce 600 mg na 1 kg hmotnosti. Snímky se provádějí za 1, 5, 15 minut po aplikaci kontrastní látky. Vzhledem k uložení transplantované ledviny v pánvi je nezbytné vždy doplnit topogram - pro kvalitnější zobrazení kontur ledviny a dutého systému. (Teplan, et al., 2006, s. 47)

4.2 Skiaskopické metody v urologii

Skiaskopické metody jsou nadále na svém místě ve vyšetřovacím schématu řady onemocnění a nelze je odsuzovat pro jejich vyšší radiační zátěž oproti sonografii a fibroskopii. Spadají do tohoto oddílu například retrográdní ureteropyelografie. (Pešout, 2013, s. 6)

Urografie nám umožňuje vyšetřit vývodné cesty močové, informuje nás o světlosti, o jejich vnitřním povrchu a případně i o jejich obsahu. Dle toho, jak aplikujeme kontrastní látku do močových cest, vyšetření rozdělujeme:

- intravenózní, descendentní;
- instrumentární, vzestupnou, retrogradní ureteropyelografii, pokud se aplikuje kontrastní látka do vývodných cest močových pomocí uretrální cévky, zavedené do močovodu pomocí cystoskopu. (Žahourek, 1960, s. 32)

4.2.1 Ascendentní uretro- a ureteropyelografie

Jedná se o základní a stále nejčastější vyšetřovací metodu pro diagnostiku uzávěrů a zúžení močové trubice, i přes její radiační zátěž. I když novější zobrazovací techniky, CT a magnetická rezonance (MR), také vedou k určitým specifickým situacím, jako je přesnější diagnostika onemocnění urotraktu. Dalšími indikacemi pro toto vyšetření je zobrazení píštělí a anomálií v oblasti mužské močové trubice. (Pešout, 2013, s. 4)

Jedná se o nástavbovou výběrovou metodu zatíženou nutností provádět instrumentální zavedení cévky pod skiaskopickou metodou do ureteru pomocí cystoskopu. Při výkonu se může vyskytnout infekce způsobená ascendentní cestou do vývodných močových cest. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 98)

Využívá se k detailnímu zhodnocení morfologie tam, kde se podrobnosti při IVU nezobrazily (RTG afunkce), a také tam kde, nelze upřesnit diagnózu méně invazivní metodou. (Pešout, 2013, s. 4)

Podává nám však jen informace o změnách světlosti ledvinné pánvičky a močovodu, neboť jde o odliktový obraz. (Žahourek, 1960, s. 40 - 52)

Při cystoskopii a cévkování močovodů dochází k zatížení pacienta v jistém směru, a proto nesmí docházet ke schématickému provedení (těžká funkce ledvin, nebezpečí urémie), jen v přísné indikaci. Sondování je bolestivou záležitostí a zároveň může nabádat ke špatné diagnóze.

Ascendentní ureteropyelografii by měl provádět zkušený urolog po bakteriálním vyšetření moči a po prevenci proti infekci.

Radiologický asistent zavede pacienta, po jeho příchodu a evidenci, do převlékací kabinky, kde je poučen o průběhu daného vyšetření (lačnění a nutnost prázdného močového měchýře). Vyšetřovaný si svléká oblečení od pasu dolů a je uložen zdravotníkem do vodorovné polohy na sklopnou stěnu. Technická příprava obsahuje

nastavení expozičních hodnot, seriografii (24x30 rozdělení na polovinu) a přípravu instrumentálního stolku. Na stolku je uložena stříkačka 10 ml, spojovací hadička, jednorázové tampónky, Mesocain gel, cévky, sterilní rukavice, lahvička s kontrastní látkou a fixační kleště. Radiologický asistent napomáhá lékaři při instalaci cévky a fixaci celého kompletu ke stehnu. (Pešout, 2013, s. 4)

Vyšetření se provádí zavedením tenké kontrastní cévky za pomoci cystoskopu maximálně do výšky 10 – 15 cm (ne do pánvičky). Před aplikací kontrastní látky do vývodných cest močových se provádí prostý snímek k zachycení uložení cévky. (Žahourek, 1960, s. 40 - 52) Za pomoci cystoskopu se zavede do ledviny ureterální cévka pod skiaskopickou kontrolou a vpraví se 3 - 5 ml kontrastní látka do močovodu a ledvinné pánvičky (obr. 9). (Pešout, 2013, s. 4) Kontrastní látka je aplikována pomalu a jemně pomocí 10 ml stříkačky, aby se docílilo vhodného rozpětí pánvičky. Pokud nemocný cítí bolest či tlak při aplikaci kontrastní látky, okamžitě přestáváme s aplikací a provádíme snímek při hlubokém výdechu.

Doplňovací ureteropyelogramy se provádějí dle potřeby s další aplikací kontrastní látky. U kombinace s naplněným močovým měchýřem jde provést i cystografii, případně zaznamenat akt mikce i s jeho případnou funkční poruchou. (Pešout, 2013, s. 4)



obr. 9 – ascendentní (uretero)pyelografie

zdroj: archiv nemocnice Na Bulovce v Praze - anonymizováno

Po ukončení ascendentní ureteropyelografie se musí aspirovat kontrastní látka, jinak by mohlo dojít k poškození ledviny (kolika), a teprve pak se může odstranit cévka s cystoskopem. (Žahourek, 1960, s. 40 - 52) Lékař vytáhne fixační kleště s cévkou a asistent zachytí zbylý vytékající kontrast a zvládne prvotní očistu

pacienta. Poté je informován o dalším možném úniku kontrastní látky. Na žádanku zapíšeme expoziční parametry, množství a druh použité kontrastní látky. (Pešout, 2013, s. 5)

4.2.2 Descendentní ureteropyelografie

Vyšetření se provádí pomocí nástřiku nefrostomického drénu pod skiaskopickou kontrolou, kdy lékař za asistence radiologického asistenta aplikuje kontrastní látku. (obr. 10) Radiologický asistent připravuje kontrastní látku s fyziologickým roztokem v poměru 1:1. Před podáním kontrastní látky se provádí prostý snímek, na kterém musí být zachycena celá ledvina vyšetřované strany, předpokládaný průběh ureteru a oblast pánve.

Veškeré úseky při zobrazování musí být zobrazeny alespoň ve dvou projekcích (ve většině případů AP či PA a šikmá). Při nejasnostech se provádějí doplňující snímky.

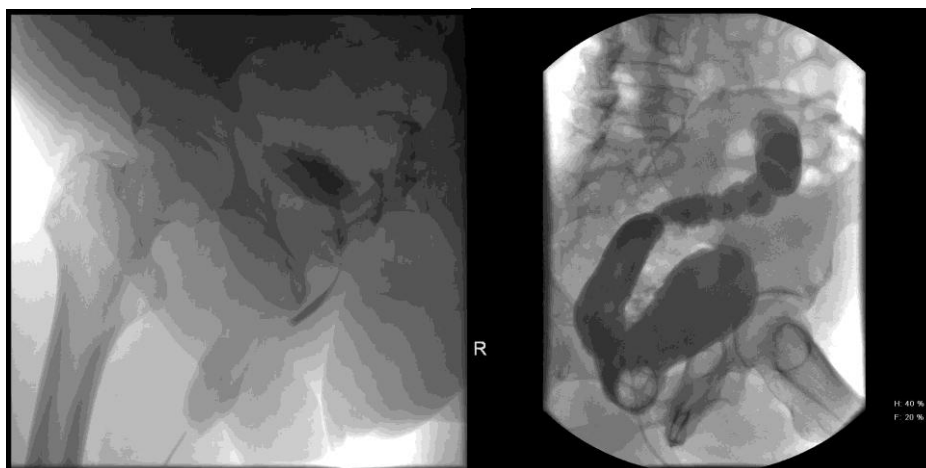
Nejčastější indikace je při kontrole uložení drénu (nefunkčnost, subjektivní pocit pacienta), obstrukční uropatie (stenóza, lithiáza) a dilatace ureteru. Pokud se objeví pyelorenální reflux či alergická reakce u pacienta, vyšetření je přerušeno lékařem. (Mihulová, 2016, s. 25 – 27)



obr. 10 - Nástřik dutého systému za pomoci nefrostomie
zdroj: archiv z nemocnice Na Bulovce v Praze - anonymizováno

4.2.3 Cystografie

Jde o rentgenologickou metodu používanou k zobrazení močového měchýře RTG kontrastní látkou podanou do močového měchýře uretrálním katétrem (obr. 11). Je doplněna mikční fází (MCUG). (Dvořáček, 2000, s. 39)



obr. 11 – Cystografie – pacient s komunikací močového měchýře a rekta po operaci
zdroj: archiv z nemocnice Na Bulovce v Praze - anonymizováno

4.2.4 Mikční cystourethrografie (MCUG)

Mikční cystourethrografie se dnes používá u dospělých pacientů především po traumatu močové trubice. Ke správnému vyšetření je za potřebí kvalitní příprava radiologickým asistentem. Je nutné nachystat infúzi s kontrastní látkou ředěnou s fyziologickým roztokem, pean, sterilní cévku (kterou zavádí lékař ascendentně do močového měchýře), sterilní gel (nejlépe s obsahem anestetika – Mesocain gel), sterilní rukavice a zkumavku pro odběr moči nezbytná k dalšímu vyšetření. Množství kontrastní látky se řídí dle váhy a věku nemocného.

Dělají se pouze 2 – 3 snímky, a to snímky v AP projekci vleže po naplnění močového měchýře kontrastní látkou a šikmý AP snímek vestoje při mikci, případně snímek po vymočení.

Snahou je zobrazit uretru, močový měchýř i ledviny (kvůli refluxu) nejlépe na snímky 30x40 na výšku. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 98)

5. Výpočetní tomografie (CT) v urologii

V urologii je CT jednou ze základních zobrazovacích metod, která je také zvolena u všech nemocných s nejasným USG nálezem. (Beneš, Kymplová, Vitek, 2015, s. 189 - 190)

Díky své vysoké senzitivitě a rychlosti je vyšetření výpočetní tomografií (CT) dostupnou alternativou, která rychle, přesně a neinvazivně diagnostikuje a lokalizuje urolitiázu, hodnotí stav dutého systému ledvin a odhalí i jiné možnosti obstrukce vývodného močového systému. (Bednářová, et al., 2011, s. 252)

U plánovaného operačního výkonu na horních cestách močových je dobré provedení CT vyšetření s kontrastní látkou, které umožňuje 3D rekonstrukci dutého systému ledvin. Přípravou je lačnění, pití vody, nikoliv kontrastní látky, k náplni močového měchýře. (Petřík, 2011, s. 174)

Často také nahrazuje intravenózní (IVU) urografii prováděnou na běžném rentgenovém přístroji. (Luposcu, Marica, 2012, s. 17)

5.1 Nativní CT vyšetření

Nativní spirální počítačová tomografie (Non-contrast computed tomography NCCT) převzala prvenství základní metody ve vyšetření pacientů s podezřením na litiasu. (obr. 12)

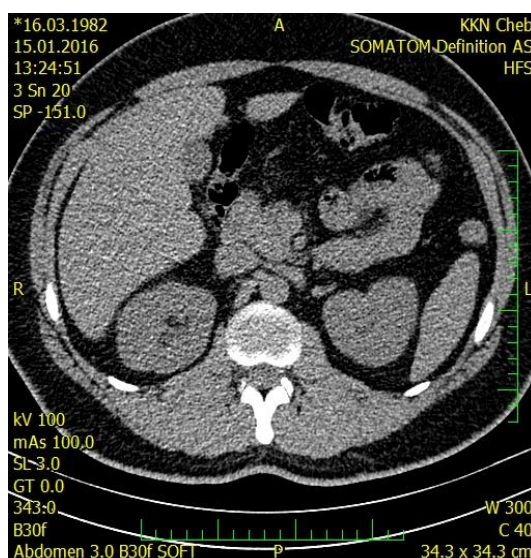
NCCT identifikuje litiázu, určí její velikost a denzitu. V případě, že se nezobrazí litiáza, je vyšetření ostatních orgánů jen orientační. Ve srovnání s IVU má NCCT vyšší senzitivitu (96 % vs. 87 %) i specificitu (100 % vs. 94 %). NCCT zobrazuje i RTG nekontrastní litiázu (urátová a xantinová litiáza) až na konkrementy složené z indinaviru, které nejsou na CT patrné. (Petřík, 2011, s. 174)

Kromě výpočetní tomografie s využitím monoenergetického záření se v posledních letech vyskytuje i možnost použít zobrazení výpočetní tomografií s duální energií záření (DECT).

Použití CT o nízké dávce (tzv. „low-dose CT“) je možností (100kV, 70mAs), kdy dojde ke snížení radiační zátěže vyšetřovaného pacienta s BMI < 30, při zachování senzitivity 95 % a specificity 97 % pro zobrazení ureterolitiázy. (obr. 13) (Petřík, 2011, s. 174)



obr. 12 - CT nefropelvigram s přítomností konkrémentu v pravé ledvině
zdroj: archiv KKN v Chebu – anonymizováno



obr. 13 – CT low-dose nefropelvigram
zdroje: archiv KKN a.s. v Chebu - anonymizováno

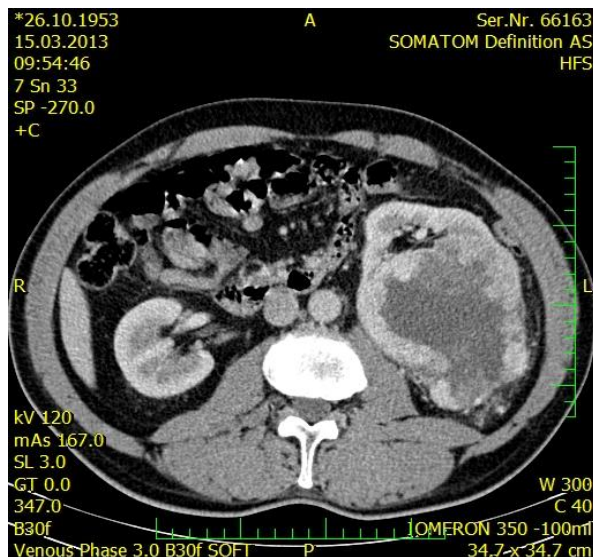
5.2 Kontrastní CT v urologii

Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT) s i.v. aplikací kontrastní látky nám dává schopnost spojit v jediném vyšetření zobrazení cílené na staging a současně na cévní zásobení ledviny. Pro dosažení optimálního prostorového rozlišení je vhodné použít akvizice dat umožňující submilimetrové izotropní rozlišení.

MDCT je používáno jako standardní metodika předoperačního zobrazování při vyšetření nádorů ledvin, u kterého se nejčastěji vyskytuje renální karcinom (RCC – renal cell carcinoma). (obr. 14)

Pro zobrazení nádorů ledvin je výhodné používat minimálně dvoufázové zobrazení v arteriální a venózní fázi, v rozsahu od brániční kopule po úroveň biacetabulární linie. Celkový objem podané kontrastní látky, aplikované přetlakovým injektorem s průtokem 4 – 5 ml/s, se pohybuje mezi 60 a 80 ml, kdy koncentrace je vhodná pro kvalitní zobrazení cévního systému minimálně 350 mg l/ml. 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).

Rekonstruované tenké axiální obrazy podávají ideální pole dat pro zpracování v prostoru. Pro zobrazení ledvinného nádoru je vhodné využívat multiplanární rekonstrukce (MPR) o šíři vrstvy 3–5 mm tak, aby bylo dosaženo optimálního geometrického i kontrastního rozlišení. Cévní zásobení ledviny ve fázi vylučovací i dutý systém je možné zhodnotit z vrstvových rekonstrukcí pomocí algoritmu maximum intensity projection (MIP) nebo pomocí objemových trojrozměrných rekonstrukcí metodou volume rendering technique (VRT). (Ferda, et.al, 2007, s. 11 - 19)



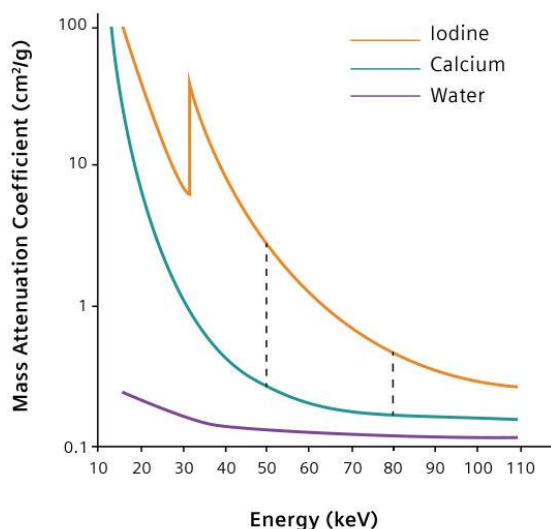
obr. 14 – MDCT s aplikací KL ve venózní fázi – ledvinný nádor na levé ledvině
zdroj: archiv KKN a.s. v Chebu – anonymizováno

5.3 Výpočetní tomografií s duální energií záření (DECT)

DECT poskytuje do zobrazovací diagnostiky další rozměr, a to možnost bližší materiálové charakteristiky. Konkrétně v případě urolitiázy se jedná o možnost uskutečnit chemické analýzy konkrementu na základě absorpčních odlišností

při využití dvou energií záření. Význam chemické analýzy močového konkrementu je v použití odlišné strategie v léčbě. (Bednářová, et al., 2011, s. 252)

Princip chemické analýzy urolitiázy při použití dvou zdrojů záření o různém napětí vychází z algoritmu chemické dekompozice tří materiálů. Dle tohoto algoritmu jsou brány ledvinné kameny směsí hypoteticky „čistého“ neporézního kamene a moči. Reálný močový konkrement se pak v závislosti na jeho porositě vyskytuje někde mezi těmito mezními denzitními hodnotami „čistého“ kamene a moči. Jelikož urátové konkrementy jsou tvořeny z tzv. „lehkých“ chemických prvků (H, C, N, O), jejich absorpce X-záření o vysokém a nízkém napětí je podstatně rozdílná od absorpce u non-urátových konkrementů, které jsou obsaženy z tzv. „těžkých“ prvků (P, Ca, S). Důsledkem je vyšší denzitní hodnota u vyšších voltáží než u nižších voltáží u urátové litiázy a naopak u non-urátové litiázy vyšší denzitní hodnota u nižších voltáží než u vyšších voltáží. Detekce a kvantifikace chemických prvků ve tkáních (Ca u nonurátů) se projevuje tedy na základě jejich různé absorpce při využití dvou různých energií záření (obr. 15). (Bednářová, et al., 2011, s. 254 - 255)



obr. 15 – Závislost absorpce materiálu na energii záření X

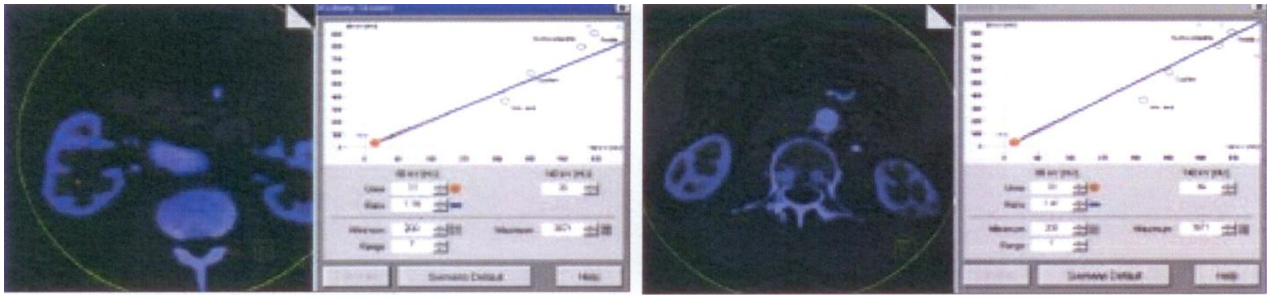
a/ voda; b/ vápník; c/ železo; d/ jód

zdroj: (Ferda, Flohr, Kreuzberg, 2008, s. 21)

Vyšetření se provádí v rozsahu břicha a pánve, a to buď nativně v případě požadavku pouze chemické analýzy již známé urolitiázy, nebo postkontrastně v případě zhotovení vyšetření z důvodu současného posouzení parenchymu ledviny nebo modelace dutého systému ledvin (obr. 16).

a/

b/



obr. 16 – Chemická analýza ledvinných konkrementů

a/ urátový konkrement v pravé pánvičce, červenou barvou je zobrazen dle algoritmu reprezentovaného grafem;

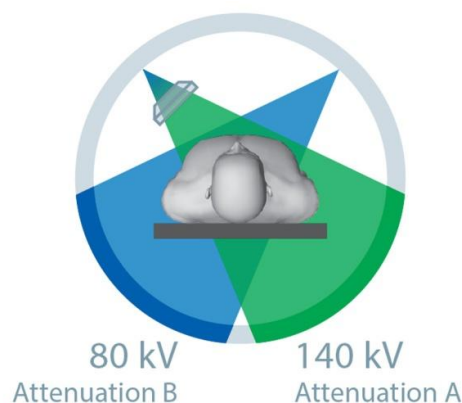
b/ oxalátový konkrement v proximálním levém močovodu zobrazený modrou barvou dle algoritmu reprezentovaného grafu

zdroj: (Ferda, Flohr, Kreuzberg, 2008, s. 21)

Protokol obsahuje následující akviziční parametry: zdroj A 140 kV/75 eff.mAs; zdroj B 80 kV/350 eff.mAs, kde pitch je 0,7; kolimace $2 \times (32 \times 0,6)$ mm; s použitím systému automatické kontroly expozice CareDose 4D.

V případě postkontrastního vyšetření bylo do kubitální žíly vpraveno pomocí přetlakového injektoru 100 ml neionické kontrastní látky (Iomeron 350) rychlostí průtoku 4 ml/s, s následným proplachem 50 ml fyziologického roztoku. (Bednářová, et. al., 2011, s. 253)

Duální CT přístroj používá simultánně dvojí energie záření (obr. 17), vytváří vysoké prostorové rozlišení a umožňuje bezprostřední postprocessing dat v algoritmu materiálové dekompozice („Kidney Stones“, SyngoDE, Siemens).



obr. 17 – Schéma gantry CT se dvěma zdroji záření

zdroj: www.healthcare.siemens.cz

Výsledné hodnoty je možno zobrazit dvojím způsobem: obecnějším barevným kódováním na dvě základní skupiny (urátová/červená a nonurátová/modrá litiáza) a přesnějším zobrazením v grafu, který je popisován na horizontální ose denzitními

hodnotami ze zdroje 140 kV a na vertikální ose denzitními hodnotami ze zdroje 80 kV. V grafu jsou pevně značeny denzitní hodnoty základních typů urolitiázy (urát, cystin, hydroxyapatit a calcium oxalate monohydrát). Srovnáním získaných denzitních hodnot vyšetřované litiázy s definovanými hodnotami základních typů urolitiázy jde výsledky chemického složení upřesnit. Poměrně s úspěchem jde takto posuzovat i smíšené močové konkrementy. Pouze v případě postkontrastního vyšetření lze použít virtuální nativní zobrazení, což snižuje nutnost nativního skenování a redukuje radiační dávku. Kromě zhodnocení chemického složení a lokalizace urolitiázy je samozřejmostí i vyhodnocení všech orgánů, cévních struktur, stavu lymfatického systému a patologických odchylek v provedeném rozsahu vyšetření.

Metodu DECT lze doporučit jako metodu volby v diagnostice urolitiázy s komplexním výstupem a bohatým přínosem pro klinickou praxi. (Bernářová, et al., 2011, s. 255)

5.4 CT vylučovací urografie

CT vylučovací urografie (CT IVU) představuje v dnešní době možnost volby při hodnocení močového traktu a jeho lézí. (Luposcu, Marica, 2012, s. 17)

Vyšetření se provádí v tenkých řezech s aplikací neionické jodové kontrastní látky.

CT IVU se zobrazuje od jedné do čtyř fází. Většina radiologických pracovišť je zvyklá provádět vyšetření ve třech fázích, která umožňují úplné posouzení nejčastějších urologických příčin, kam spadají hematurie, přítomnost konkrementů, renální masy a uroteliální nádory (obr. 18, 19). Jinou indikací k vyšetření je zastoupení zánětlivých stavů, vrozené vývojové vady ledvin a močovodů.

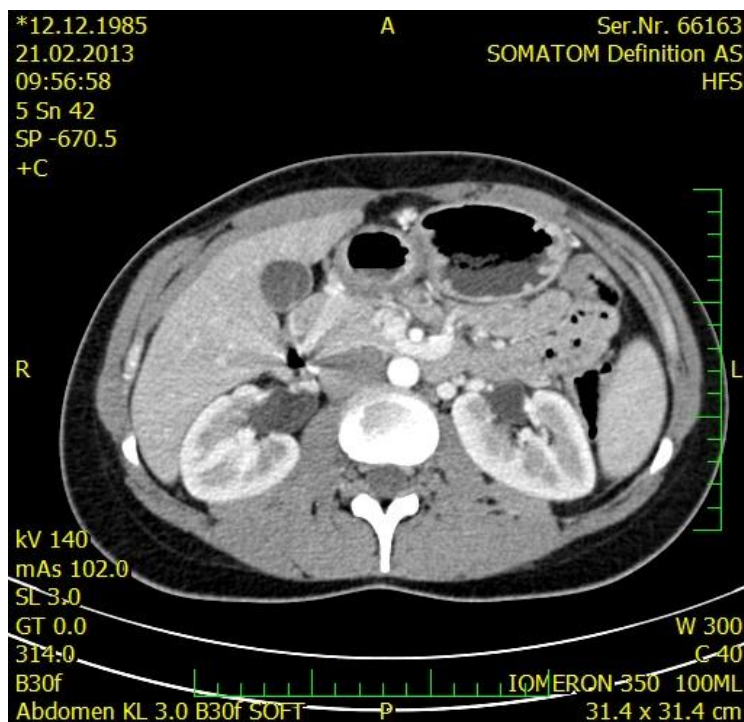
Kontraindikace je obecně omezena na ty pacienty, kteří nemohou přijímat jodovou kontrastní látku, protože trpí renální insuficiencí, těžkou alergickou reakcí, či u gravidních žen, které by obecně neměly podstupovat vyšetření za použití ionizujícího záření. (Luposcu, Marica, 2012, s. 18)

Nicméně, mnoho CT IVU metod používají relativně vysoké dávky záření, které mají 1,5 krát větší dávku než standardní intravenózní urografie.

Vyšetření split-bolus technikou je jednou z možností jak snížit radiační zátěž pacienta. Proveďte se nativní CT vyšetření protokolem KUB - kidney, ureter, bladder - tzn. se zaměřením na ledviny, uretery a močový měchýř. Vyšetření provedeno s rekonstrukcí na 3mm řezy. Poté pacient sesedne ze stolu a je mu aplikována

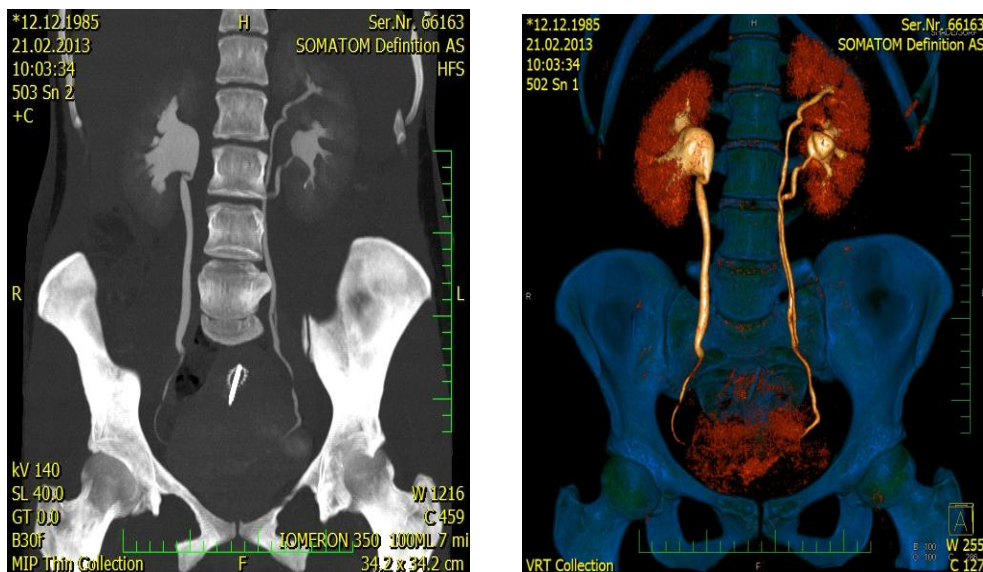
½ dávka z celkového objemu kontrastní látky (běžně se k vyšetření použije 80ml, je tedy pacientovi podáno 40ml). Po 8 minutách je pacient uložen zpět na lehátko a je mu aplikována druhá polovina objemu kontrastní látky a ihned se vyšetří za použití bolus-tracking techniky. S tímto časovým odstupem získáme vylučovací fázi. Ledviny již vylučují dříve podanou kontrastní látku, dobře se nám zobrazí dutý systém a zároveň je zachycena časná arteriální fáze. Je tedy možné zobrazení a posouzení vaskularizovaných lézí (například tumorů), a navíc se případné intraluminálně rostoucí afekce zobrazí jako defekt v náplni dutého systému, oproti standardnímu vyšetření ledvin prováděné nativně, v arteriální, venózní a při odloženém skenování ve vylučovací fázi.

U užití této techniky je výrazně zredukována radiační zátěž, protože dochází pouze ke zhotovení nativního low-dose CT a druhá fáze je již split-bolus kombinovaná. „Šetříme“ tím pacienta, jelikož nejsou snímány dvě fáze (arteriální a venózní). (Luposcu, Marica, 2012, s. 18 - 19)



obr. 18 - CT IVU ve venózní fázi

zdroj: archiv KKN a.s. V Chebu – anonymizováno



obr. 19 - CT IVU ve vylučovací fázi v rekonstrukci MIP (černobílá rekonstrukce) a VRT (barevná rekonstrukce) - duplexní pelvis u sin. ledviny

zdroj: archiv KKN a.s. V Chebu - anonymizováno

5.5 CT angiografie renálních tepen (CTA)

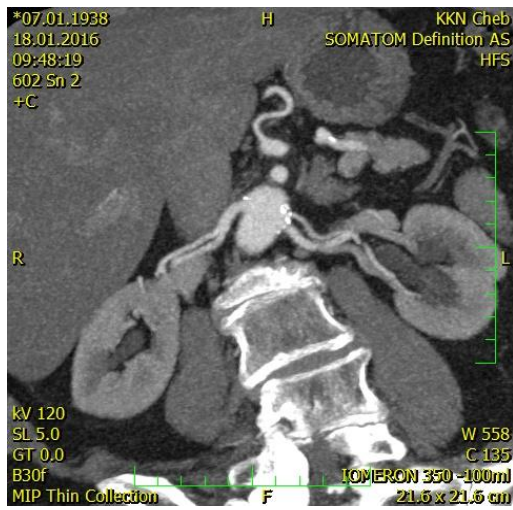
CT angiografie je široce dostupná a standardizovaná metodika používaná samozřejmě nejen k zobrazení ledvinných cév. (Hora, 2013, s. 190) Ze zobrazovacích metod se stala CT angiografie základní diagnostickou metodou u renálních tepen. CT angiografie velice dobře zobrazí druh poranění a vyhodnotí morfologii tepenného řečiště (obr. 20). Na základě těchto získaných informací je možno naplánovat léčbu. (Černá, 2014, s. 122)

Vyšetření se provádí při podezření na arteriální hypertenzi, renální stenózu, stenózu pánevní tepny nad anastomózou či poruchou funkce ledvinného štěpu. (Teplan, et al., 2006, s. 54)

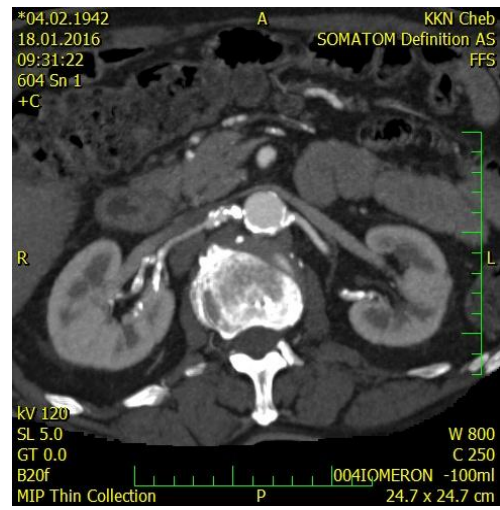
U transplantované ledviny je možnost nahradit CT angiografii dopplerovskou ultrasonografií, která tak snižuje riziko kontrastní nefropatie. Prokáže-li vyšetření pseudoaneuryzma, arteriovenózní píštěl či aktivní krvácení, jde s velkou pravděpodobností předpokládat, že konzervativní léčba nebude úspěšná. Tito nemocní by měli být léčeni invazivně. (Černá, 2014, s. 122)

CT vyšetření se provádí u transplantované ledviny při nejasných nálezech na ultrasonografii. Transplantovaná ledvina je často uložena atypicky, což vyřešil problém digitální substrakční angiografie CTA v 3D modulu. CTA nám umožňuje prokázat i trombózu ledvinné žíly. (Teplan, et al., 2006, s. 54)

a/



b/



obr. 20 - CTA renálních tepen

a/ CTA a. renalis dx, sin. et acess., b/ CTA a. + v. renalis

zdroj: archiv KKN a.s. V Chebu - anonymizováno

6. Angiografie v urologii

Je dnes zcela zastoupena ultrasonografií, výpočetní tomografií a magnetickou rezonancí ve všech diagnózách se znatelně nižší dávkou. V současnosti se konvenční diagnostická DSA opouští a její použití je opodstatněné pouze v případě, že navazuje terapeutická intervence – například stentování stenotických renálních tepen. Elegantní metodou je také možnost embolizovat přívodné aberantní tepny zásobující maligní tumory. (Kawaciuk, 2009, s. 47)

7. Magnetická rezonance v urologii

Magnetická rezonance je moderní diagnostická vyšetřovací metoda, která nám při správné volbě u správné indikace udává komplexní diagnózu patologických stavů v nefrologii, a může tak nahradit jiné diagnostické metody jako je digitální subtrakční angiografie či vylučovací urografie. Nelze s ní vyšetřit nefrolitiázu. (Ohlídalová, et al., 2007, s. 79)

U zobrazení vlastních nádorů ledvin lze někdy s výhodou využít místo CT magnetickou rezonancí (MR). Riziko radiační zátěže, alergické reakce a nefrotoxicity jodové kontrastní látky vymizí. Jde o metodu, která se uplatňuje v diagnostice komplexních cystických expanzí a tumorů včetně expanzí v terénu terminálního selhání ledvin.

Nevýhodou se stala zejména horší dostupnost vyšetření, delší čas vyšetření, vyšší cena, nemožnost provést vyšetření při přítomnosti železa v těle, riziko rozvoje nefrogenní systémové fibrózy po podání gadolinia a horší reprodukovatelnost samotnými urology. (Hora, 2013, s. 190)

7.1 MR parenchymu ledvin

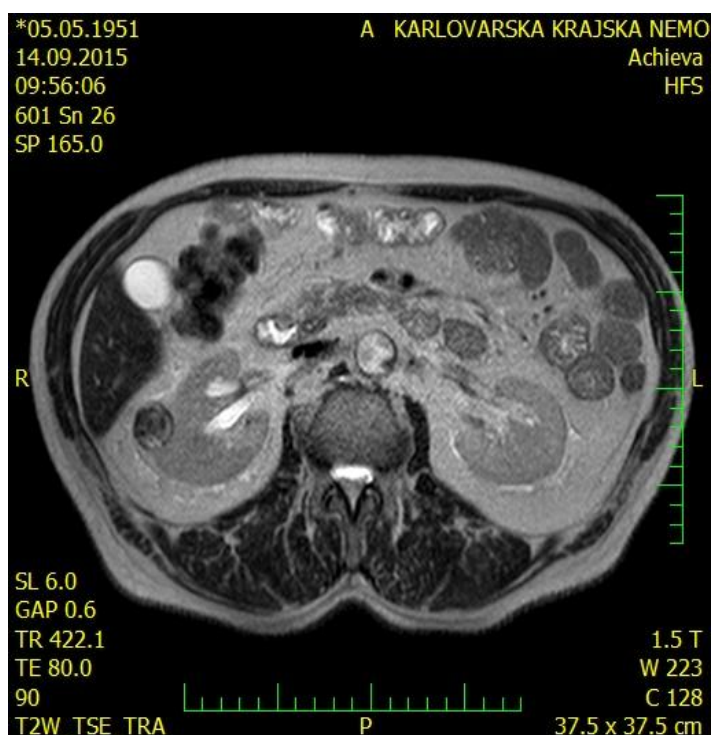
V klasickém protokolu vyšetření parenchymu ledvin je snímán T1 vážený a T2 vážený obraz, sekvence spin – echo. Na moderních MR přístrojích a za použití cívek s vysokým rozlišením (body array) se používají rychlé sekvence, které znázorní oblast zájmu během několika sekund. Akvizice dat z těchto sekvencí a v případě dobře spolupracujícího pacienta (zadržení dechu) snižují artefakty vyšetření.

Při nativním vyšetření ledvin se nejčastěji používají rychlé T2 vážené sekvence spinového echa (TSE – turbo spin echo) a T1 vážené sekvence gradientního echa (TGE – turbo gradient echo), zčásti i se selektivním potlačením signálu tukové tkáně (fat-sat).

Poté následuje dynamické vyšetření po intravenózním podání bolusu kontrastní gadoliniové látky a postkontrastní fázi zobrazení parenchymu T1 váženými obrazy (znovu i s potlačením tuku). S kombinací měření v axiální a koronární rovině s možností doplnění sagitální roviny. (Teplan, et al., 2006, s. 55)

7.2 MR urografie

Duté systémy ledvin se vyšetřují extrémně T2 váženými hydrografickými sekvencemi TSE (s možností potlačení tuku). Druhou metodou, která se využívá je postkontrastní MRU 3D-GE-sekvencí, jejíž parametry jsou podobné jako při kontrastní MRA (jedná se většinou o odložené MRA), může být použito i kontrastní látky podané při dynamickém vyšetření ložiskových lézí (obr. 21). (Teplan, et al., 2006, s. 55 - 56)



obr. 21 - MR urografie ledvin – RCC (dříve Grawitzův) tumor na pravé ledvině
zdroj: archiv KKN a.s. V Chebu – anonymizováno

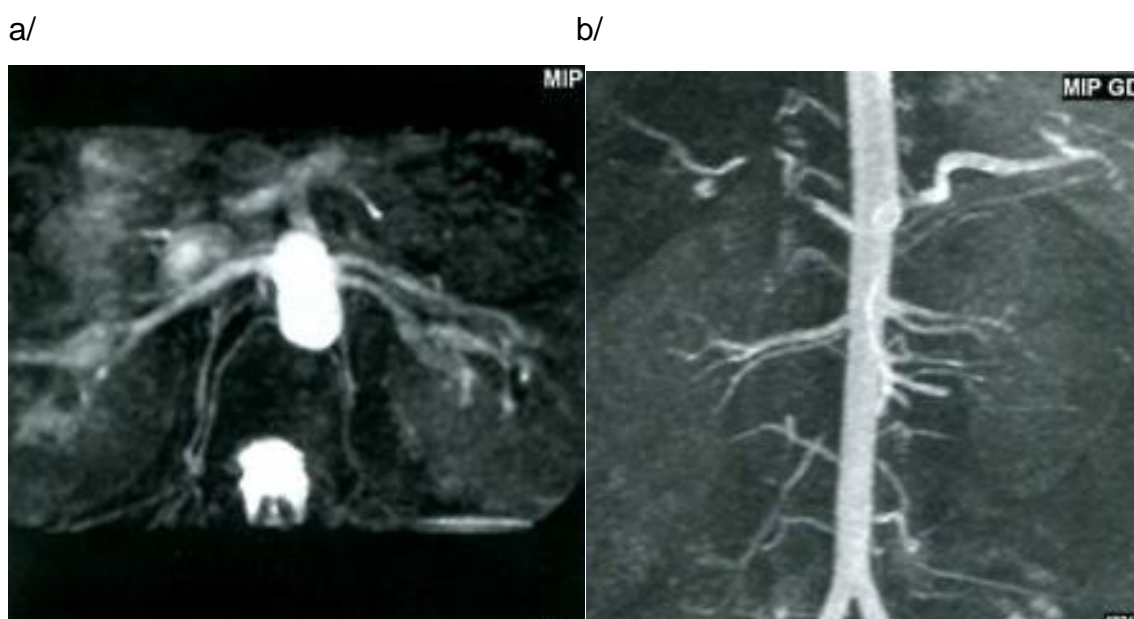
7.3 MR angiografie renálních tepen

K zobrazení cévního systému ledviny je zapotřebí moderní 3T MR přístroje s odpovídajícím softwarovým vybavením a zkušeného radiologa, který je schopen provést složité rekonstrukce. 3T MRA je nám schopna podat detailní informace o cévním zásobení ledviny arteriálním i venózním včetně topografické anatomie cév. (Hora, 2013, s. 191)

MRA lze dělat i nativně metodou time-of-flight (obr. 22a). 2D-TOF-MRA bohatě stačí k zobrazení renálních žil a dolní duté žíly nebo při zaměření na renální tepny

metodou phase-contrast. Technika 3D-PC-MRA se dnes už moc nepoužívá k diagnostice tepenné stenózy k jejich hemodynamice.

Tyto nativní metody mají značnou nevýhodu, kterou jsou několikaminutové akviziční časy, a proto nejdou provádět v nádechu. Tento nedostatek nahradila až metoda kontrastní MRA (Gd - MRA) se současným zpřesněním zobrazení morfologických změn ve stěně tepny (obr. 22b). Měření diagnostické sekvence lze nachystat buď dle vypočtené doby průtoku kontrastní látky do oblasti zájmu (po předběžném podání malého bolusu kontrastní látky) nebo mají schopnost moderní systémy sledovat fluoroskopií přítok v renálním čase - spuštěna v okamžiku vstupu diagnostické dávky do vyšetřované oblasti. (Teplan, et al., 2006, s. 56)



obr. 22 – Zobrazení dvou renálních tepen oboustranně, horní dominantní. Zobrazené renální tepny byly bez hemodynamicky významné stenózy.

a/ nativní vyšetření; b/ postkontrastní MRA

zdroj: (Burgetová, 2009, s. 15)

MRA má ve srovnání s CTA horší schopnost zobrazovat menší aberantní cévy. Špatné zobrazení je způsobeno zejména superpozicí (překrývání se cév s okolními strukturami) a nižší prostorovou rozlišovací schopností.

Což ujasňují technické rozdíly:

- CTA má lepší fyzické prostorové rozlišení (dosahuje velikosti voxelu o hraně 0,3–0,6 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). (Hora, 2013, s. 191)

Subtrakce postkontrastního zobrazení se zobrazením před aplikací kontrastní látky se částečně vyřeší nutností zvýšit kontrastní rozlišení. Subtrakce zaznamená do zobrazení subtrakční artefakty v situaci, kdy se zobrazení před aplikací kontrastní látky a po jejím podání liší ve shodné dechové exkurzi. Jelikož se u větší části nemocných při vyšetření ledvin pro renální nádor jedná o pacienty vyšší věkové kategorie, jejich schopnost stejného nádechu mezi oběma vyšetřeními je nižší a počet výraznějších artefaktů se stává vyšší. Složitější a náročnější postprocessing u zobrazení, společně s touto horší kvalitou subtrakce zobrazení se může často stát důvodem chybného hodnocení MRA. (Hora, 2013, s. 190)

Z výše uvedených nevýhod MRA je nutné poznamenat, že se jedná o jednu výjimku:

- Při subjektivním posouzení trojrozměrných zobrazení, ale i objektivně při zhodnocení kontrastu v žilním systému však MRI zvítězilo nad CT vyšetření, kdy byly některé žilní variety i anomálie lépe zobrazitelné než u CT (jde o drobné retroperitoneální variety lumbálního ascendentního systému).

U MRA se zde ukazuje výhoda vysokého signálu rozdílného mezi žilou a pozadím, protože po subtrakci v této části se dosáhne vysokého kontrastního rozlišení díky faktu, že lumbální ascendentní žilní systém se při dechových exkurzích nepohne.

Kvalita zpracování MRA je vysoce závislá na erudici radiologa. MRA je tedy možné použít k plánování operací ledvin. (Hora, 2013, s. 190 - 191)

8. Radiační zátěž pacienta

Jedná se o specifický charakter lékařského ozáření, kdy nositelem přínosu i rizika spojeného s ozářením při radiologickém vyšetření je konkrétní pacient. Pokud je indikace k radiologickému vyšetření zdůvodněná a dané ozáření je optimalizováno, je přínos tohoto ozáření pro pacienta nezpochybnitelný. Jinak se vyšetření nebere za řádně zdůvodněné. Což je také první princip radiační ochrany. I když jde u rentgenových vyšetření vesměs o malé dávky lékařského ozáření, vždy musíme mít na zřeteli také možná rizika. Je nutné si uvědomit, zda právě takové vyšetření konkrétní pacient skutečně potřebuje.

Významně se u nás zvýšil počet rentgenových vyšetření, jak kvůli zvýšení počtu rentgenových přístrojů, tak kvůli novým vyšetřovacím technikám a velkému rozvoji výpočetní tomografie. Na druhou stranu bychom si měli uvědomit, že kvalitnější a včasná diagnostika vede k záchraně života.

Míra ozáření člověka obecně určuje velikost absorbované dávky, které obdrží jednotlivé orgány. Ty se při vyšetření vyskytují buď přímo ve vyšetřované oblasti, kde je dávka největší, nebo mimo tuto oblast. Se vzdáleností od ní se však dávky velmi rychle snižují.

Pro CT vyšetření jsou hodnoty dávek v orgánech, které se vyskytují ve vyšetřované oblasti, výrazně vyšší než jsou dávky z konvenčního (běžného) radiodiagnostického vyšetření stejné oblasti.

Při CT vyšetření břicha dávku 10-20 mGy a pánve 25 mGy zasáhne žaludek a játra. Vaječníky, tlusté střevo a kostní dřeň, jež se ve vyšetřované oblasti rovněž vyskytují, mají orgánovou dávku přibližně čtvrtinovou (2,5 - 5 mGy) (tab. 1). Skutečné hodnoty orgánových dávek při CT vyšetření závisí, stejně tak jako při jakémkoliv RDG vyšetření, na typu použitého přístroje a na zvoleném nastavení parametrů pro dané vyšetření. Patří sem napětí (kV) a součin proudu a času (mAs). Při CT vyšetření jde navíc i o počet řezů, jejich tloušťku a míru překrytí. Hodnoty těchto parametrů jsou dány velikostí a hmotností pacienta. (Žáčková, 2009, s. 1-6)

Tab. 1 Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční rentgenová a CT vyšetření

Diagnostický výkon		Typické efektivní dávky (mSv)	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
<i>Konvenční rentgenová vyšetření</i>	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Plíce (jeden PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dní
	Mamografie (skreening)	0,1	15 dnů
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1,0	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykací akt	1,5	8 měsíců
	IVU	2,5	14 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasáž	3	16 měsíců
	Irigoskopie	7	3,2 roku
<i>CT vyšetření</i>	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 roku
	CT břicha nebo pánve	10	4,5 roku

tab. 1 – Hodnoty efektivních dávek pro vybraná RTG a CT vyšetření
zdroj: (Žáčková, 2009, s. 6)

Při lékařském ozáření, k němuž patří i vyšetření s pomocí CT, se riziko týká všech osob, které takové vyšetření podstoupí. V současné době se ve vyspělých zemích CT vyšetření podrobuje stále větší počet pacientů. V České republice registrujeme 400 000 CT vyšetření za rok. Na deset milionů obyvatel to představuje 4 % vyšetřených, ovšem za předpokladu, že každý pacient absolvuje pouze jediné vyšetření. Ve Velké Británii však tato hodnota činí 5 % a v USA dokonce 20 %. Jeden pacient ovšem může podstoupit i více vyšetření za rok. Proto údaje slouží jen k orientačnímu porovnání počtu vyšetření CT k lékařskému ozáření v jednotlivých zemích. (Žáčková, 2009, s. 6)

9. Vztah mezi zdravotníkem a nemocným

Velmi důležitá je v tomto případě komunikace. Slovo má velkou moc. Stejně tak jak umí léčit, tak dovede porazit i pacientovu psychiku. Pacient chce být samozřejmě o všem důkladně informován, proto by měly být informace především srozumitelné, bez odborných termínů, a pravdivé. Pacient lehce rozezná milosrdnou lež od pravdy. Mimo jiné se pacienti často svěřují i s osobními problémy, s nadějí, že názor či rada odborníka jim v dané pomůže. Proto je třeba volit slova s rozmyslem.

Právě na sestře závisí, jak pacient hodnotí úroveň zdravotnické péče na odděleních či klinikách. Vzdělaná, empatická a vstřícná sestra dobře chápe tuto skutečnost. (Kelnarová, Matějková, 2014, s. 120 - 121) Zdravotnický personál by měl zacházet s nemocným jako s člověkem, nikoli jako s „případem“. Důležitým úkolem sestry je poučit a vysvětlit pacienta o všem potřebném, především co se týká přípravy a průběhu vyšetření, jinak by mohlo dojít k chybě.

Dále by měl zdravotník ukázat zájem o pacienta a být mu nápomocen. Měl by průběžně udržovat oboustranně kontakt, snažit se vytvořit ovzduší optimismu (mysl pro humor) a také by neměl zapomenout na ocenění pacientovy snahy a úsilí.

Tato nejdůležitější pravidla jsou základem pro kvalitní spolupráci s nemocným a pro spokojené mezilidské vztahy mezi zdravotníkem a pacientem. Proto by měl být pracovník zdravotnického zařízení zralý, měl by mít dlouhodobé zkušenosti a stále se učit novým věcem. (Zacharová, Hermanová, Šrámková, 2007, s. 62 - 71)

10. ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se snažila poskytnout nejnovější poznatky o stálých a novějších metodách při radiodiagnostickém zobrazení urotraktu.

Mezi využívané a stabilně nezastupitelné vyšetřovací metody určující funkci a morfologii urotraktu s nižší radiační zátěží v radiodiagnostice jsou skiaskopické a skiagrafické metody. Jsou zastoupeny: ascendentní ureteropyelografie, mikční cystouretrografie, descendentní uretropyelografie a nativní nefrogram. Nové vyšetřovací metody jsou reprezentovány kontrastní ultrasonografií (CEUS), která rozpoznává nádorové či cystické léze a je s výhodou využívána i u traumat ledvin. Následně CT s duální energií pro chemickou analýzu konkrementů a v neposlední řadě MR v urologii, která se zatím provádí jako doplňkové předoperační vyšetření k CT, převážně u nádorových onemocnění.

Indikující lékař by měl být obeznámen s možnostmi jednotlivých vyšetřovacích metod a také s jejich limitací. Měl by zvážit, která z modalit bude pro daného pacienta nejpřínosnější. Není cílem u každého pacienta provést celé spektrum vyšetřovacích metod, ale vybrat tu nejvhodnější.

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit přehledný souhrn zobrazovacích metod používaných při vyšetření urotraktu a porovnat jednotlivé zobrazovací metody.

Ultrasonografie dokáže zobrazit jemné anatomické detaily jednotlivých orgánů urogenitálního systému, mnohdy lépe než CT. Není navíc limitována renální insuficiencí, nepoužívá potencionálně toxické nitrožilní kontrastní látky a v neposlední řadě ani ionizační záření. Na druhou stranu diagnostické omezení v USG může být způsobeno morfologií pacienta (meteorismus, obezita), nespolupracujícím nemocným při vyšetření, zkušeností vyšetřujícího nebo kvalitou techniky při zobrazování.

Konvenční zobrazovací metody jsou postupně nahrazovány modernějšími postupy, ale v praxi jsou stále používány. Patří sem intravenózní vylučovací urografie, mikční cystouretrografie, prostý snímek břicha vleže a ascendentní uretropyelografie.

CT je jednou ze základních zobrazovacích metod, která je metodou volby u všech nemocných s nejasným USG nálezem. Díky své vysoké senzitivitě a rychlosti je

vyšetření CT dostupnou alternativou, která rychle, přesně a neinvazivně diagnostikuje a lokalizuje urolitiázu (nativním vyšetřením a při opakované kontrole s low - dose technikou, které snižuje radiační zátěž pacienta), hodnotí stav dutého systému ledvin, odhalí i jiné možnosti obstrukce vývodného močového systému a stenózy v renálních cévách (s aplikací kontrastní látky). Zčásti již nahrazuje IVU prováděná na běžném rentgenovém přístroji. DECT poskytuje do zobrazovací diagnostiky další rozměr, a to možnost bližší materiálové charakteristiky, konkrétně v případě urolitiázy možnost uskutečnit chemické analýzy konkrementu na základě absorpčních odlišností při využití dvou energií záření. Význam chemické analýzy močového konkrementu je v použití odlišné strategie léčby.

MR je moderní diagnostická vyšetřovací metoda, která při správné volbě u správné indikace udává komplexní diagnózu patologických stavů v nefrologii. Může nahradit jiné diagnostické metody jako je digitální subtrakční angiografie či vylučovací urografie. Ale nelze s ní vyšetřit nefrolitiázu. U zobrazení vlastních nádorů ledvin jde někdy s výhodou využít místo CT magnetickou rezonanci. Riziko radiační zátěže, alergické reakce a nefrotoxicity jodové kontrastní látky vymizí. Jde o metodu, která se uplatňuje v diagnostice komplexních cystických expanzí a tumorů včetně expanzí v terénu terminálního selhání ledvin. Nevýhodou je horší dostupnost vyšetření, delší časová náročnost vyšetření, vyšší cena, nemožnost provést vyšetření při přítomnosti kovu v těle, riziko rozvoje nefrogenní systémové fibrózy po podání gadolinia a horší reprodukovatelnost samotnými urology.

11. BIBLIOGRAFICKÉ A INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1.] BEDNÁŘOVÁ, A. a et. al. Chemická analýza ledvinných konkrementů pomocí CT s duální energií záření – naše zkušenosti. *Česká radiologie*. 2011, **65**(4): s. 252 - 255. ISSN 1210-7883.
- [2.] BENEŠ, J., KYMPLOVÁ, J. a VÍTEK, F. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015, 224 stran. ISBN 978-80-247-4712-5.
- [3.] BURGETOVÁ, A., Z. SEIDL a M. SOJÁKOVÁ. Role MR angiografie v diagnostice stenózy renálních tepen. *Praktická radiologie*. 2009, **14**(1), s. 15. ISSN 1211-5053.
- [4.] CAGINI, L. a et al. Contrast enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Critical ultrasound journal*. 2013, **5**(Suppl 1), s. 1 - 7. DOI: 10.1186/2036-7902-5-S1-S9.
- [5.] ČERNÁ, M. a et. al. Iatrogenní poranění renálních tepen – endovaskulární léčba. *Česká radiologie*. 2014, **68**(2): s. 122. ISSN 1210-7883.
- [6.] Dual Source Dual Energy for your clinical routine: The technology. In: Siemens [online]. © 2016 Siemens Healthcare GmbH. [cit. 10.2.2016]. Dostupné z: <http://www.healthcare.siemens.com/computed-tomography/technologies-innovations/ct-dual-energy/technical-specifications>
- [7.] DVOŘÁČEK, J. *Urologie praktického lékaře*. První. Praha: ISV nakladatelství, 2000, s. 39. ISBN 80-85866-52-8.
- [8.] ELIÁŠ, P. a ŽIŽKA, J. *Dopplerovská ultrasonografie*. 1. Hradec Králové: NUCLEUS, 1998. ISBN 80-901753-5-X.
- [9.] FERDA, J. a et. al. Dvofázová multidetektorová CT - angiografie renálního karcinomu. *Česká radiologie*. 2007, **61**(1), s. 11-19. ISSN 1210-7883.
- [10.] FOUKAL, J. Srovnání kontrastní ultrasonografie a výpočetní tomografie při hodnocení cyst ledvin. *Česká radiologie*. Brno, 2012, **66**(3): 330. ISSN 1210-7883.

- [11.] FOUKAL, J., MECHL, M. a JANOUŠOVÁ, E. Srovnání kontrastní ultrasonografie a CT v kvalifikaci cystických lézí ledvin. *Česká radiologie*. Brno, 2014, **68**(1): s. 30 - 39. ISSN 1210-7883.
- [12.] HORA, M. a et. al. Využití dvoufázové 3 T MRI angiografie v plánování operační léčby u nádorů ledvin. *Česká urologie*. 2013, **17**(3): s. 183 - 191. ISSN 1211-8729.
- [13.] LUPESCU, Ioana G. a Oana L. MARICA. CT urology: how, when, why? *Romanian Journal of Urology*. 2012, **11**(4): 17 – 20. ISSN 1223-0650.
- [14.] KAWACIUK, I. *Urologie*. 1.vyd. Galén, 2009, s. 31-47. ISBN 978-80-7262-627-7.
- [15.] KELNAROVÁ, J. a E. MATĚJKOVÁ. Psychologie a komunikace pro zdravotnické asistenty. Druhé. Praha: GRADA, 2014, 120 - 121. ISBN 978-80-247-5203-7.
- [16.] MECHL, M., J. FOUKAL a Š. BOHATÁ. CEUS u nádorů ledvin a retroperitonea. *Česká radiologie*. Brno, 2010, **64**(Suppl. 1): 44-45. ISSN 1210-7883.
- [17.] MICHL, A., P. ELIÁŠ a J. ŽIŽKA. Technika vyšetření renální cirkulace dopplerovskou ultrasonografií. *Praktická radiologie*. 1997, **2**(2): 11-12. ISSN 1211-5053.
- [18.] MICHÁLEK, P a et al. Ultrazvukové vyšetření ledvin v perioperační medicíně a intenzivní péči. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2014, **25**(2,4): 315-320. ISSN 0032-6739.
- [19.] MIHULOVÁ, Iva. *Rentgenové kontrastní zobrazovací metody v uroradiologii*. [online]. [cit. 2016-01-24] Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2726105/>
- [20.] OHLÍDALOVÁ, K. a et al. Využití multidetektorové výpočetní tomografie a magnetické rezonance v nefrologii. *Aktuality v nefrologii*. 2007, (2): s. 79. ISSN 1210-955X.
- [21.] PEŠOUT, J. Retrográdní uretrografie. *Praktická radiologie*. 2013, **18**(1): 4 - 6. ISSN 1211-5053.
- [22.] SEIDL, Zdeněk a et al. *Radiologie pro studium i praxi: Zobrazovací diagnostika urotraktu a prostaty*. První. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.

- [23.] SIRLI, R. a et al. *Contrast enhanced ultrasound evaluation of the kidney*. Medical ultrasonography. 2009, 11, 4, 47-54. ISSN 2066-8643. Dostupné z: <http://www.medultrason.ro/assets/magazines/medultrason-2009-vol11-eno4/r-08sirli.pdf>
- [24.] TEPLAN, V. a et al. *Praktická nefrologie*. Druhé. Praha: GRADA, 2006, s. 46 - 57. ISBN 80-247-1122-2.
- [25.] VOMÁČKA, J., NEKULA, J. a KOZÁK, J. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 157 stran. ISBN 978-80-244-3126-0.
- [26.] ZACHAROVÁ, E., M. HERMANOVÁ a J. ŠRÁMKOVÁ. *Zdravotnická psychologie - Teorie a praktická cvičení*. První. Praha: GRADA, 2007, s. 62 - 71. ISBN 978-80-247-2068-5.
- [27.] ŽÁČKOVÁ, H. *Rentgen bulletin*. Praha: Státní ústav radiační ochrany, 2009.
- [28.] ŽAHOUREK, V. *Rentgenologie močového ústrojí*. První. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1960. ISBN 3010822-49846/D/1-1196-5.

12. SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1 - anatomie urotraktu (CTIVU – VRT).....	11
obr. 2 – USG zdravé ledviny.....	14
obr. 3 - USG dopplerovské vyšetření IDUS a.renális dx.....	15
obr. 4 - USG dopplerovské vyšetření PDUS a.renális dx.	15
obr. 5 - Cysta Bosniak II na CT a CEUS.....	17
obr. 6 - pacientka s tupým poraněním břicha se supkapsulárním hematodem.....	17
obr. 7 - RTG nativní nefropelvigram v AP projekci vleže.....	20
obr. 8 - RTG IVU před a po aplikaci KL Omnipaque 350/50ml	21
obr. 9 - retrográdní ureteropyelografie.....	24
obr. 10 - Nástřík dutého systému za pomoci nefrotomie.....	25
obr. 11 – Cystografie – pacient s komunikací moč. měchýře a rekta po operaci.....	26
obr. 12 - CT nativní nefropelvigram s přítomností konkrémentu v pravé ledvině.....	28
obr. 13 – CT low – dose nefropelvigram.....	28
obr. 14 – MDCT s aplikací KL ve venózní fázi – ledvinový nádor na levé ledvině.....	29
obr. 15 - Závislost absorpce materiálu na energii záření X.....	30
obr. 16 - Chemická analýza ledvinových konkrémentů.....	31
obr. 17 - Schéma gantry CT se dvěma zdroji záření.....	31
obr. 18 - CT IVU ve venózní fázi.....	33
obr. 19 - CT IVU ve vylučovací fázi v rekonstrukci MIP a VRT.....	34
obr. 20 - CTA renálních tepen.....	35
obr. 21 - MR urografe ledvin – Grawitzův tumor na pravé ledvině.....	38
obr. 22 - Zobrazení dvou renálních tepen oboustranně, horní dominantní.....	39

13. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Hodnoty efektivních dávek pro vybraná RTG a CT vyšetření.....	42
--	----

14. SEZNAM ZKRATEK

a.s.	akciová společnost
AP	anteroposteriorní projekce – předozadní projekce
apl	aplikace
apod.	a podobně
BMI	Body Mass Index
BOLD	blood oxygenation level – dependent
C	uhlík
Ca	vápník
CEUS	kontrastní ultrasonografie
cm	centimetr
CT	computed tomography – počítačová tomografie
CTA	výpočetní tomografie angiografie
č.	číslo
DECT	výpočetní tomografie s duální energií záření
DWI	difúzně vážený obraz
GRE	gradientní echo
H	vodík
HASTE	Half-Fourier Acquisition Single Shot Turbo Spin Echo
HU	Hounsfieldovy jednotky
IDUS	posuzování distálního intrarenálního řečiště
IR	Resistance index
IVU	intravenózní vylučovací urografie
KKN	Karlovarská krajská nemocnice
KL	kontrastní látka
kV	kilovolt
l	litr
mAs	miliampér sekunda
MCUG	mikční cystouretrografie
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
mg	miligram
mGy	mikrogray
MHz	megahertz

min.	minuta
MIP	maximum intensity projection
ml	mililitry
mm	milimetry
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
MRA	magnetická rezonance angiografie
N	dusík
např.	na příklad
NCCT	nativní spirální počítačová tomografie
O	kyslík
P	fosfor
PDUS	přímá insonace kmene renální tepny
RCC	renal cell carcinoma
RTG	rentgen, rentgenový
S	síra
s	sekunda
TSE	turbo spin-echo
tzv.	tak zvaný
T2	T2 relaxační čas
USA	Amerika
USG	ultrasonografie
VRT	volume rendering technique
X-záření	rentgenové záření
3T	3 tesla
KUB	kidney, ureter, bladder