

**MASARYKOVA UNIVERZITA  
LÉKAŘSKÁ FAKULTA  
KATEDRA RADIOLOGICKÝCH METOD**



**MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ UROPOETICKÉHO TRAKTU**

Bakalářská práce  
v oboru Radiologický asistent

Vedoucí práce:  
Bc. Vladimír Vitovič

Autor:  
Tereza Černá

Brno, březen 2015

Jméno a příjmení autora: Tereza Černá  
Název bakalářské práce: Možnosti zobrazení uropoetického traktu

Pracoviště: Radiologická klinika Fakultní nemocnice Brno  
Vedoucí bakalářské práce: Bc. Vladimír Vitovič  
Rok obhajoby bakalářské práce: 2015

### **Anotace**

Tato bakalářská práce pojednává o možnostech zobrazení uropoetického traktu. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se věnuje anatomii, fyziologii a patologii uropoetického traktu. Dále jsou zde popsány principy radiodiagnostických zobrazovacích modalit a vyšetřovací metody uropoetického traktu. Praktická část je zaměřena na analýzu pacientů s renální kolikou, kteří podstoupili spirální nativní CT.

### **Klíčová slova**

uropoetický trakt, ultrasonografie, rentgenové vyšetření, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, urolitiáza

Name of the author: Tereza Černá  
The title of the bachelor thesis: View Options of the uropoetic tract

Workplace: Department of Radiology of University Hospital Brno  
Bachelor thesis facilitator: Bc. Vladimír Vitovič  
Year of defence of bachelor thesis: 2015

### **Annotation**

This bachelor thesis deals with view options of the uropoetic tract. This thesis is dividend into theoretical and practical part. The theoretical part is focused on anatomy, physiology and pathology of the uropoetic tract. Next there are described principles of the imaging modalities and examination methods of the uropoetic tract. The practical part is focused on the analysis of patients with renal colic, who were examined by non-contrast helical CT.

### **Keywords**

uropoetic tract, ultrasonography, X-ray examination, computed tomography, magnetic resonance imaging, urolithiasis

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Možnosti zobrazení uropoetického traktu“ vypracovala samostatně pod vedením Bc. Vladimíra Vitoviče. Všechny použité literární a odborné zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

Souhlasím s tím, aby byla moje práce půjčována ke studijním účelům Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně.

V Brně dne 31. března 2015

.....

Tereza Černá

## **Poděkování**

Děkuji Bc. Vladimíru Vitovičovi za odborné vedení bakalářské práce, jeho cenné rady a vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat Fakultní nemocnici Brno za poskytnutí potřebných dat pro zpracování bakalářské práce.

# OBSAH

|   |          |
|---|----------|
| <b>ÚVOD</b> .....   | <b>8</b> |
| <b>1 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                                | <b>9</b> |
| 1.1 Anatomie uropoetického traktu .....                       | 9        |
| 1.1.1 Ledviny .....   | 9        |
| 1.1.2 Ledvinové kalichy .....                                 | 11       |
| 1.1.3 Ledvinová pánvička .....                                | 11       |
| 1.1.4 Močovod .....   | 11       |
| 1.1.5 Močový měchýř .....                                     | 12       |
| 1.1.6 Močová trubice .....                                    | 12       |
| 1.2 Fyziologie vylučování .....                               | 14       |
| 1.3 Patologie uropoetického traktu .....                      | 15       |
| 1.3.1 Vrozené vady .....                                      | 15       |
| 1.3.1.1 Vrozené vady ledvin .....                             | 15       |
| 1.3.1.2 Vrozené vady močových cest .....                      | 16       |
| 1.3.2 Záněty .....  | 17       |
| 1.3.3 Selhání ledvin .....                                    | 18       |
| 1.3.4 Infarkt ledviny .....                                   | 18       |
| 1.3.5 Prostá cysta .....                                      | 18       |
| 1.3.6 Močová inkontinence .....                               | 18       |
| 1.3.7 Traumata .....  | 18       |
| 1.3.8 Urolitiáza .....  | 19       |
| 1.3.9 Nádory .....  | 20       |
| 1.3.9.1 Nádory ledvin .....                                   | 20       |
| 1.3.9.2 Nádory močového měchýře .....                         | 20       |
| 1.4 Modality používané k zobrazení uropoetického traktu ..... | 21       |
| 1.4.1 Ultrasonografie .....                                   | 21       |
| 1.4.1.1 Princip ultrasonografie .....                         | 21       |
| 1.4.1.1 Rozdělení sond .....                                  | 22       |
| 1.4.2 RTG vyšetření .....                                     | 23       |
| 1.4.2.1 Vznik rentgenového záření .....                       | 23       |
| 1.4.2.2 Princip rentgenového vyšetření .....                  | 24       |
| 1.4.3 Výpočetní tomografie .....                              | 25       |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 1.4.3.1  | Princip CT .....                                  | 25        |
| 1.4.4    | Magnetická rezonance .....                        | 27        |
| 1.4.4.1  | Princip MR .....                                  | 27        |
| 1.4.4.2  | Kontraindikace .....                              | 28        |
| 1.5      | Kontrastní látky .....                            | 29        |
| 1.5.1    | Kontrastní látky v RTG diagnostice .....          | 29        |
| 1.5.1.1  | Zásady před podáním jodové kontrastní látky ..... | 29        |
| 1.5.2    | Kontrastní látky v MR diagnostice .....           | 30        |
| 1.6      | Vyšetřovací metody uropoetického traktu .....     | 31        |
| 1.6.1    | Ultrasonografie ledvin .....                      | 31        |
| 1.6.2    | Ultrasonografie močového měchýře .....            | 32        |
| 1.6.3    | Nativní snímek ledvin a močového měchýře .....    | 32        |
| 1.6.4    | Intravenózní vylučovací urografie .....           | 33        |
| 1.6.5    | Cystouretrografie .....                           | 35        |
| 1.6.6    | Mikční cystouretrografie .....                    | 36        |
| 1.6.7    | Řetízková cystouretrografie .....                 | 37        |
| 1.6.8    | Nefrostomogram .....                              | 37        |
| 1.6.9    | CT ledvin .....                                   | 39        |
| 1.6.10   | CT urografie .....                                | 40        |
| 1.6.11   | CT angiografie renálních tepen .....              | 40        |
| 1.6.12   | MR ledvin .....                                   | 41        |
| 1.6.13   | MR urografie .....                                | 42        |
| 1.6.14   | MR angiografie renálních tepen .....              | 43        |
| <b>2</b> | <b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>                       | <b>44</b> |
| 2.1      | Cíl práce a hypotézy .....                        | 44        |
| 2.2      | Metodika .....                                    | 44        |
| 2.3      | Výsledky .....                                    | 45        |
| 2.4      | Diskuse .....                                     | 51        |
|          | <b>ZÁVĚR .....</b>                                | <b>52</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>              | <b>53</b> |
|          | <b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>                       | <b>56</b> |
|          | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK .....</b>      | <b>57</b> |
|          | <b>PŘÍLOHY .....</b>                              | <b>58</b> |

# ÚVOD

Onemocnění uropoetického traktu řadíme mezi častá onemocnění, která se mohou vyskytovat v kterémkoli věku. V dětském věku se nejčastěji diagnostikují vrozené vady nebo záněty ledvin a močových cest. V produktivním věku se nejčastěji jedná o močové konkrementy či záněty. Ledviny jsou také nejednou postiženy při dopravních nehodách nebo úrazech.

V diagnostice onemocnění uropoetického traktu a následné indikaci správné léčebné metody hrají důležitou roli zobrazovací metody.

Cílem bakalářské práce je popis základních radiodiagnostických zobrazovacích modalit a vyšetřovacích metod užívaných v diagnostice patologií uropoetické soustavy. Praktická část je věnována analýze pacientů s renální kolikou, kteří podstoupili nativní CT vyšetření.



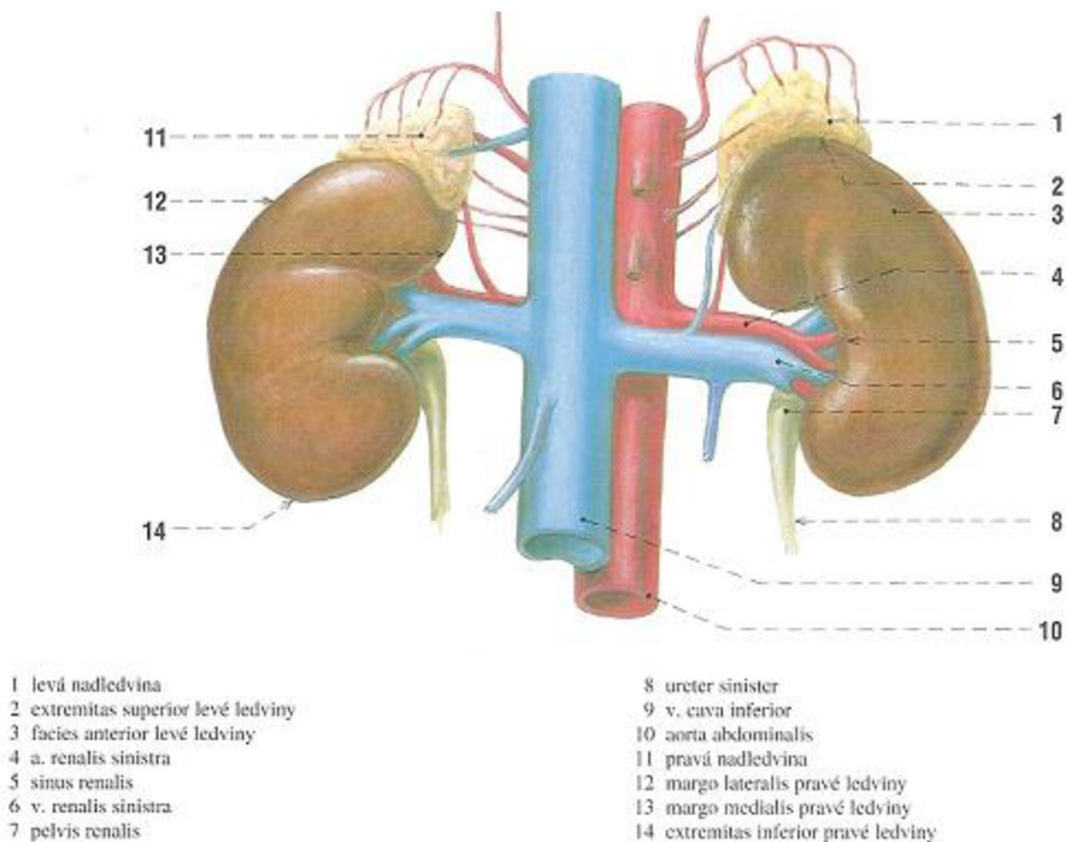
# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Anatomie uropoetického traktu

Uropoetický trakt se skládá z ledvin a vývodných cest močových, ke kterým patří ledvinové kalichy, ledvinová pánvička, močovod, močový měchýř a močová trubice.

### 1.1.1 Ledviny

Ledvina (ren, nephros) je párovým orgánem fazolovitého tvaru. Rozeznáváme přední plochu ledviny (facies anterior), která je vyklenutější než zadní plocha (facies posterior). Dále pak horní pól ledvin (extremitas superior), na který nasedají nadledviny, a dolní pól ledvin (extremitas inferior). Zevní okraj (margo lateralis) má konvexní tvar, na vnitřním okraji ledviny (margo medialis) se uprostřed nachází ledvinová branka (hilum renale), kudy vycházejí vývodné močové cesty a procházejí cévy. Prohloubená oblast v hilu se nazývá sinus renalis.



**Obrázek č. 1:** Ledviny

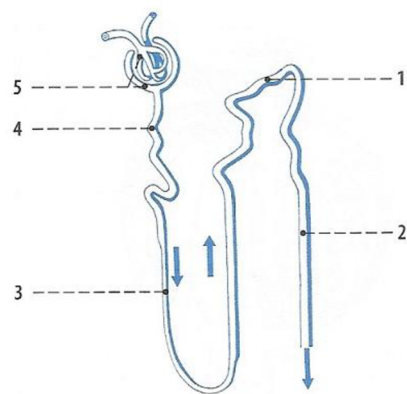
(Zdroj: ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 470 s. ISBN 80-247-0143-X.)

Ledviny jsou umístěny v retroperitoneálním prostoru ve výši obratlů Th<sub>12</sub> až L<sub>2</sub>, někdy L<sub>3</sub>. Pravá ledvina leží o něco níže než levá ledvina vzhledem k velkému objemu jater. Rozměry ledviny jsou asi 12 x 6 x 3 cm, u dospělého člověka ledviny váží od 120 g do 170 g, u žen je obvykle hmotnost ledvin menší než u mužů. [1; 6]

Na povrchu ledviny se nachází tenké vazivové pouzdro (capsula fibrosa), následně jsou ledviny obaleny tukovým pouzdem (capsula adiposa), které tvoří hlavní ochranu před mechanickými otřesy. Poté jsou ledviny spolu s tukovým polštářem kryty vazivovou blánou (fascia renalis), která je tvořena předním listem renální fascie (fascia prerenalis) a zadním listem (fascia retrorenalis). Tyto listy se kraniálně a laterálně spojují, zatímco kaudálně zůstávají otevřené.

Na frontálním řezu ledvinou rozlišujeme ledvinovou kůru a dřeň. Kůra (cortex) je světlejší a vytváří asi 5 – 8 mm silnou vrstvu po obvodu ledviny. Dřeň (medulla) je tmavší a je uložena pod kůrou. Vytváří ledvinové pyramidy (pyramides renales), které jsou svými bázemi orientovány ke kůře a vrcholem, který se označuje jako ledvinová papila (papilla renalis) směrem do sinus renalis. Mezi pyramidami se také nachází kůra, která má podobu sloupce, a proto se tato oblast nazývá columna renalis. Vrcholky pyramid obsahují papilární otvůrky (foramina papillaria), což představuje ústí vývodných kanálků. Na ledvinové papily dále navazují ledvinové kalichy (calices renales), které se sbíhají v ledvinovou pánvičku (pelvis renalis). [1; 6; 26]

Základní stavební a funkční jednotkou ledvin je nefron. V ledvině se nachází asi 1 milion nefronů. Každý nefron je skládá z ledvinového tělíska (corpusculum renale), proximálního kanálku, Henleovy kličky, distálního kanálku a sběrného kanálku. Ledvinové (Malpighiho) tělísko je uloženo v kůře a tvořeno klubíčkem vlásečnic (glomerulus) a Bowmanovým váčkem. Glomerulus má přívodnou a odvodnou cévu (vas afferens, vas efferens) a je obklopen Bowmanovým váčkem. Ten se skládá z vnitřního listu, který přiléhá ke glomerulu a vnějšího listu, který se otevírá do proximálního kanálku. Do prostoru mezi listy je filtrována primární moč. Proximální kanálek je stočený, jeho distální část je přímá a navazuje na ni Henleova klička. Henleova klička má tvar písmene U, skládá se ze sestupného a vzestupného raménka a je uložena v dřeni. Na Henleovu kličku navazuje distální kanálek, který se vrací zpět do kůry. Distální kanálek ústí do sběrného kanálku, který se vrací do dřene. Spojením několika sběrných kanálků vznikají vývodné kanálky, které vyúsťují v ledvinových papilách. [4]



1 – distální kanálek, 2 – sběrací kanálek,  
3 – Henleova klička, 4 – proximální kanálek,  
5 – ledvinové tělísko

## Obrázek č. 2: Stavba nefronu

(Zdroj: DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.)

### 1.1.2 Ledvinové kalichy

Ledvinové kalichy (calices renales) jsou nálevkovitého tvaru a nasedají na ledvinové papily. Můžeme rozlišit 2 typy kalichů – malé kalichy (calices renales minores), které nasedají přímo na papilu, a velké kalichy (calices renales majores), které vznikají spojením dvou až tří menších kalichů. Počet malých kalichů je obvykle 7 až 14.

### 1.1.3 Ledvinová pánvička

Ledvinová pánvička (pelvis renalis) vzniká spojením kalichů. Objem pánvičky činí asi 6 – 8 ml. Ledvinu opouští v jejím hilu, kde následně přechází v močovod. Rozeznáváme 2 typy – ampulární typ, který je charakterizován mohutnější pánvičkou s krátkými kalichy, a dendritický typ s drobnější pánvičkou, ale dlouhými a větvenými kalichy. [1; 4]

### 1.1.4 Močovod

Močovod (ureter) je párový trubicovitý orgán dlouhý 25 – 30 cm o průměru 4 – 7 mm. Slouží k transportu moči z ledvinové pánvičky do močového měchýře. Do močového měchýře vstupuje šikmo ze shora přes ostium ureteris. U močovodu lze rozlišit 3 části – část procházející břišní dutinou (pars abdominalis), část procházející pánevní dutinou (pars pelvica) a část procházející stěnou močového měchýře (pars intramuralis). Na močovodu se

nachází 3 přirozená zúžení. První zúžení je patrné při odstupu močovodu z pánvičky, druhé v místě přechodu přes vasa iliaca a třetí ve stěně močového měchýře.

Stěna močovodu (i stěna kalichů a pánvičky) se skládá ze tří základních vrstev. Na vnitřní straně se nachází zřasená sliznice (tunica mucosa), která na průřezu močovodem vytváří hvězdicovité lumen. Postupně přechází v podslizniční vazivo. Další vrstvu tvoří hladká svalovina (tunica muscularis) a zevní vrstvu vazivo (tunica adventitia).

Moč je močovodem transportována aktivně po určitém objemu, který označujeme jako močové vřetenko, pomocí peristaltických pohybů.

### **1.1.5 Močový měchýř**

Močový měchýř (vesica urinaria) je dutý orgán, který je umístěn v malé pánvi a slouží ke shromažďování moči. Velikost a tvar měchýře závisí na jeho náplni, ale i dalších faktorech jako je pohlaví, věk či náplň okolních orgánů. Prázdný močový měchýř má tvar misky, při náplni získává kulovitý tvar. Objem měchýře, při kterém se objevuje pocit na močení, je asi 250 – 300 ml, max. kapacita činí až 750 ml.

Na močovém měchýři rozeznáváme hrot (apex), který směřuje ventrálně, tělo (corpus) tvořící střední část, spodinu (fundus) směřující dorsokaudálně a krček (cervix), kudy vychází močová trubice. [1]

Stěna močového měchýře má velmi podobnou stavbu jako vývodné močové cesty. Dutina měchýře je vystlána sliznicí, která je zřasená a při plnění měchýře se postupně vyhlazuje. Sliznice je od počátku vyhlazená v trojúhelníkovém místě – trigonum vesicae, které se nachází na spodině měchýře. Horní vrcholy trojúhelníku představují ústí močovodů, z dolního vrcholu vychází močová trubice. Následně sliznice přechází v podslizniční vazivo, které chybí v trigonum vesicae. Svalovina měchýře se skládá ze tří vrstev. Na povrchu měchýře se nachází vazivo, horní část měchýře je ještě kryta peritoneem. [4; 7]

### **1.1.6 Močová trubice**

Močová trubice u mužů a žen je anatomicky odlišná.

Ženská močová trubice (urethra feminina) měří 4 cm a je 6 – 8 mm široká. Probíhá z močového měchýře šikmo dopředu a dolů a ústí v poševní předsíni (vestibulum vaginae) mezi malými stydkými pysky. Je uložena před vaginou a tyto orgány jsou od sebe odděleny přepážkou (septum uretrovaginae). Stěna močové trubice je také tvořena sliznicí, hladkou

svalovinou a vazivem. V proximální části uretry se kolem ní nachází svěrač (m. sphincter urethrae externus) z příčně pruhované svaloviny.

Mužská močová trubice (urethra masculina) je dlouhá asi 20 cm a představuje společnou vývodnou cestu močového a pohlavního ústrojí. Na močové trubici rozlišujeme 4 části – část procházející stěnou močového měchýře (pars intramuralis), část procházející prostatou (pars prostatica), část prostupující přes svalové pánevní dno, resp. přes diaphragma urogenitale, což je vazivovo-svalová ploténka, která je součástí pánevního dna (pars membranacea) a část procházející penisem (pars spongiosa), kde se močová trubice asi 2 cm před vyústěním na žaludu penisu rozšiřuje (fossa navicularis). [6; 7] Stěna močové trubice je tvořena sliznicí a hladkou svalovinou, která v intramurálním a prostatickém úseku vytváří vnitřní svěrač (m. sphincter urethrae internus). Membranózní část močové trubice je obklopena příčně pruhovanou svalovinou vytvářející vnější svěrač (m. sphincter urethrae externus). [6]

## 1.2 Fyziologie vylučování

Hlavní funkcí ledvin je vylučování (exkrece). Jedná se o odstraňování odpadních látek z těla, ale také odstraňování přebytečného množství potřebných látek (např. vody), čímž je zajišťováno udržování homeostázy, tj. stálosti vnitřního prostředí.

Na tvorbě moči se podílejí 3 základní procesy – glomerulární filtrace, tubulární resorpce a tubulární sekrece.

Ke glomerulární filtraci dochází v glomerulu. Krev, přitékající z vas afferens, je filtrována na základě filtračního tlaku do Bowmanova váčku. Takto vzniklý filtrát se označuje jako primární moč a obsahuje všechny složky krevní plazmy kromě bílkovin. Za jeden den se tímto procesem vytvoří asi 180 litrů primární moči, z toho se zhruba 99 % vstřebá. Primární moč odtéká do ledvinových tubulů, kde se většina potřebných látek vstřebává do okolních kapilár. Zcela se vstřebává glukóza nebo aminokyseliny. Dále se v určitém množství resorbují voda, ionty sodíku, vápníku. Největší část primární moči se vstřebává v proximálním kanálku. Některé látky např. amoniak se vylučují tubulární sekrecí. Ve sběrném kanálku dochází k finální úpravě moči a vzniká tzv. definitivní moč, které se za den vytvoří asi 1,5 – 2 litry. [10]

## **1.3 Patologie uropoetického traktu**

### **1.3.1 Vrozené vady**

Vrozené vady močové soustavy patří k jednom z nejčastějších kongenitálních anomálií. Obecně jsou příčinami vzniku vrozených vad genetické faktory a faktory zevního prostředí jako je působení ionizujícího záření, chemických látek, virů, apod.

#### **1.3.1.1 Vrozené vady ledvin**

##### **Abnormality v počtu ledvin**

Ageneze ledviny – úplné chybění ledviny, včetně močovodu. Ageneze může být jednostranná, ale i oboustranná, která je neslučitelná se životem.

Aplázie ledviny – ledvina chybí, ale je zachována část uretrálního pahýlu ústící do močového měchýře. Případně je vyvinut pouze ureterální pupen (základ ledvinné pánvičky a ureteru). [2]

Nadpočetná ledvina – výskyt více než dvou ledvin. Jedná se o vzácnou vadu. [9]

##### **Abnormality v rotaci ledvin**

Malrotace ledviny – během vývoje došlo k zástavě rotace a ledvinový hilus je orientován ventrálně.

##### **Abnormality v objemu ledvin**

Hypoplazie ledviny – malá, nedostatečně vyvinutá ledvina.

##### **Abnormality tvaru ledvin**

Podkovovitá ledvina – vzniká srůstem dolních pólů ledvin, jedná se o relativně častou tvarovou anomálii. [2]

Koláčovitá ledvina – vzniká srůstem dolních i horních pólů ledvin.

Esovitá ledvina – vzniká srůstem dolního pólu jedné ledviny a horního pólu druhé. [9]

##### **Abnormality v poloze ledvin**

Dystopie ledviny – vrozené abnormální uložení ledviny, kdy ledvina nevzestoupí do své typické polohy, ale zůstane uložena v malé pánvi. Případně může nastat zkřížená dystopie, kdy je ledvina umístěna na protilehlé straně.

### **Polycystóza ledvin (adultní typ)**

Jedná se o vrozené a dědičné onemocnění, které je charakteristické výskytem velkého množství cyst v ledvině, které progredují pomaleji. Až na výjimky jsou postiženy obě ledviny. Výsledkem onemocnění je renální nedostatečnost až selhání ledvin, které se projevují v dospělosti.

### **Polycystóza ledvin (infantilní typ)**

Také se jedná o vrozené a dědičné onemocnění. Cystami postižené ledviny jsou velké již při narození, proto mohou být porodní překážkou. Brzy po narození, často do 1 roku života, dochází k rychlému rozvoji renální insuficience a v dětském věku může dojít k selhání ledvin. [2]

## **1.3.1.2 Vrozené vady močových cest**

### **Hydronefróza**

Jedná se o abnormální rozšíření kalichopánvičkového systému s městnáním moče. Postupně dochází k atrofii parenchymu ledviny a ledvina se stává nefunkční. Hydronefróza je vrozená (primární), případně může být získaná (sekundární) např. útlakem močovodu tumorem, urolitiázou.

Podle příčiny vzniku rozlišujeme kongenitální hydronefrózu na obstrukční a neobstrukční. Příčinami obstrukční hydronefrózy je vrozené zúžení pyeloureterálního přechodu, vysoký odstup ureteru z pánvičky. Příčinou neobstrukční neboli funkční hydronefrózy je zhoršená funkce pánvičky spojená s neefektivní peristaltikou.

### **Megaureter**

Označujeme tak patologickou dilataci ureteru, obvykle pokud je močovod širší než 7 mm. Rozlišujeme segmentární megaureter, kde je rozšířená pouze určitá část močovodu, totální megaureter, který je dilatovaný po celé své délce a dolichomegaureter, kde je dilatovaný celý močovod včetně kalichopánvičkového systému a na močovodu se objevují časté kličky. Podle příčiny rozeznáváme 3 typy megaureterů – refluxní megaureter, příčinou je vezikoureterální reflux, dále obstrukční megaureter, příčinou je stenóza v ureterovezikální junkci a idiopatický megaureter, kde je příčina neznámá. [2; 22]



### **Nadpočetné močovody**

Nazýváme tak situaci, kdy se na jedné straně vyskytuje více jak 1 močovod. Nejčastěji se jedná o celkové zdvojení močovodu, vystupující ze dvou pánviček jedné ledviny (ureter duplex), jejichž ústí vstupují do močového měchýře. Eventuálně se může vyskytovat neúplné zdvojení močovodu (ureter fissus). Zdvojený močovod, vycházející ze dvou pánviček, se spojuje a do měchýře ústí 1 močovod, v druhém případě dochází v průběhu močovodu k jeho bifurkaci. [2]

### **Vezikoureterální reflux**

Jedná se o chorobný návrat moče z močového měchýře do horních močových cest (močovod, ledvinová pánvička, ledvinové kalichy). Je často zdrojem uroinfekcí díky přetrvávání moče v močových cestách.

Vezikoureterální reflux (VUR) může být primární, vzniklý na podkladě vrozeného patologického spojení močovodu s měchýřem. Zejména jde o krátký a laterální průběh intramurálního úseku močovodu. Dále sekundární reflux, který může vzniknout po úrazech nebo opakovaných infekcích močových cest. VUR může být jednostranný, ale také oboustranný. Dále můžeme rozlišit aktivní reflux, kdy se moč vrací pouze při mikci a pasivní reflux, kdy se moč vrací zpět již při plnění močového měchýře. [22]

## **1.3.2 Záněty**

### **Pyelonefritida**

Pyelonefritida je zánět pánvičky a parenchymu ledviny. Může mít akutní a chronický průběh.

Akutní forma je náhle vzniklá a příčinou je ascendentní šíření bakteriální infekce, např. při litiáze.

Chronická forma se vyvíjí postupně při dlouhodobém působení infekce, většinou na podkladě VUR. Postupně dochází k destrukci parenchymu ledviny se vznikem jizevnatých ložisek. Může dojít k rozvoji renálního selhání.

### **Glomerulonefritida**

Jedná se o zánět glomerulů, který je vyvolán na podkladě imunitní reakce. Nejčastěji jde o akutní postinfekční glomerulonefritidu, která se může vyvíjet po streptokokové infekci.

V těle se vytvoří imunokomplexy (spojení antigenu s protilátkou), které se ukládají v glomerulech a zhoršují jeho funkci. [17]

### **Cystitida**

Zánět močového měchýře. Častěji postihuje ženy vzhledem k anatomii uretry, která je krátká a nachází se v blízkosti anu, tudíž se infekce šíří snadněji. [2]

### **1.3.3 Selhání ledvin**

Dochází k němu, pokud ledviny nejsou schopny plnit svoji funkci, tj. odstraňovat z krve odpadní produkty. Selhání ledvin může být akutní, tedy náhle vzniklé, např. působením toxických látek. Dále chronické, kdy dochází postupně ke zhoršování glomerulární filtrace, např. v důsledku působení glomerulonefritidy. [17]

### **1.3.4 Infarkt ledviny**

Jedná se o ischemickou nekrózu, která je způsobena uzávěrem renální tepny následkem embolizace nebo trombózy. Hojí se jizvou. [5]

### **1.3.5 Prostá cysta**

Cysta je útvar, který je ohraničený epitelální výstelkou a vyplněný tekutinou. Nejčastěji se vyskytují v ledvinách, ale mohou být i na jiných orgánech. Jedná se o získanou patologii a pravděpodobnost jejich výskytu s věkem stoupá. Cysty jsou většinou bezpříznakové, a proto nevyžadují žádnou léčbu. [25]

### **1.3.6 Močová inkontinence**

Močová inkontinence je mimovolní únik moči. Častěji toto onemocnění trápí ženy. Příčinou je obvykle porucha funkce močového měchýře, porucha funkce svěrače močového měchýře či ochablé pánevní svalstvo. [16]

### **1.3.7 Traumata**

K traumatům ledviny nejčastěji dochází přímým silným tupým úderem do oblasti břicha a beder. Ledviny jsou také často poraněny při pádech z výšky nebo dopravních

nehodách vlivem decelerace, tedy náhlou ztrátou rychlosti. K nejčastějším zraněním patří zhmoždění ledviny (kontuze), ruptura ledviny se vznikem hematomu, případně odtržení od hilových cév. Mezinárodní klasifikace American Association for the Surgery of Trauma (AAST) rozeznává 5 stupňů postižení ledviny, viz Příloha 1, str. 58.

Traumata močovéhoodu se většinou kombinují s poraněním ledvin, např. může dojít k přerušení pyeloureterálního spojení.

K poranění močového měchýře většinou dochází při traumatech pánve, vyšší pravděpodobnost perforace je při náplni močového měchýře. Můžeme rozlišit extraperitoneální rupturu, ke které dochází na úseku, kde na močový měchýř nenaléhá peritoneum, tedy ruptura v přední části měchýře. K intraperitoneální ruptuře dochází v horní části měchýře, kde je protrhnuto i peritoneum a moč se následně vylévá do prostoru břišní dutiny. Současně může být, zejména u mužů, poraněna i močová trubice. Často jde o rupturu membranózního úseku uretry. [9; 15]

### **1.3.8 Urolitiáza**

Urolitiáza je patologický stav charakterizovaný přítomností močového konkrémentu v uropoetickém traktu. Jedná se o onemocnění, které se nejčastěji vyskytuje mezi 40. až 60. rokem života a častěji u mužů. Urolitiáza může být jednostranná a také oboustranná. Podle místa lokalizace konkrémentu v močovém traktu rozlišujeme nefrolitiázu (v dutém systému ledviny), ureterolitiázu (v močovodu), cystolitiázu (v močovém měchýři) a uretrolitiázu (v močové trubici).

Příčina vzniku konkrémentů není úplně jasná, ale uplatňuje se mnoho faktorů. V moči se vyskytují látky, které brání krystalizaci a agregaci (shlukování) krystalů kamenotvorných látek. Rizikovým faktorem je přesycení moči kamenotvornými látkami, jako je kalcium, kyselina močová, oxalát v důsledku metabolických poruch nebo sníženého příjmu tekutin. Dalšími predisponujícími faktory jsou měštnání moče a močové infekce, kyselé pH moči, nadbytek bílkovin ve stravě či familiární výskyt.

Močové konkrémenty se mohou lišit svým chemickým složením. Nejčastěji se vyskytují oxalátové konkrémenty, v menší míře konkrémenty z kyseliny močové (urátové) nebo fosfátové konkrémenty. Konkrémenty může rozdělit na rtg-kontrastní, které obsahují kalcium (oxalátové, fosfátové konkrémenty) a rtg-nekontrastní, které neobsahují vápník (urátové konkrémenty).

Močové konkrementy mohou být asymptomatické nebo se při obstrukci horních močových cest projevit renální kolikou. [2; 13] „*Renální kolika je typická bolest kolísavé intenzity, prudce vznikající, s propagací do okolí a s tzv. „vegetativním doprovodem“ (podráždění sympatiku: pocení, nauzea, zvracení, neklid)*“<sup>[2]</sup>. Objevuje se hematurie.

Urolitiáza často recidivuje, proto je důležité dodržovat speciální režim, který se týká hlavně stravy a zvýšeného příjmu tekutin, někdy je nutné užívání léků.

### **1.3.9 Nádory**

Mezi nejčastější nádory uropoetického traktu patří nádory ledvin a močového měchýře. Nádory močové pánvičky, močovodu a močové trubice jsou spíše vzácné. Nádory můžeme rozlišit na benigní a maligní, případně metastatické.

#### **1.3.9.1 Nádory ledvin**

Benigními nádory ledvin jsou např. adenom, onkocytom a angiomyolipom. Adenom vychází z buněk proximálních tubulů a označujeme tak nádor do velikosti 1 cm. Onkocytom vychází z buněk distálních tubulů. Angiomyolipom je nádor sestávající se z tukových buněk, svaloviny a cév.

Nejčastějším maligním nádorem ledvin je adenokarcinom (Grawitzův tumor), který vyrůstá z buněk proximálních tubulů a tvoří 90 % všech nádorů ledvin. Častěji postihuje muže, většinou je lokalizován na pólech ledviny. Je dlouho asymptomatický. Má horší prognózu, protože je relativně málo citlivý na chemoterapii a radiorezistentní.

Nefroblastom neboli Wilmsův tumor je maligní nádor dětského věku. Nejčastěji se vyskytuje mezi 2. až 6. rokem života. Vzniká zvrhnutím buněk během embryonálního vývoje ledviny. [2; 9]

#### **1.3.9.2 Nádory močového měchýře**

Nádory močového měchýře tvoří především uroteliální nádory vycházející z urotelu (přechodný epitel, který je součástí sliznice močového měchýře, ale i močovodu a močové trubice).

Nejčastěji se vyskytuje uroteliální karcinom. Můžeme ho rozlišit na povrchový, tzv. karcinom in situ, který postihuje pouze sliznici, a infiltrující tedy pokročilý nádor, který už zasahuje do svaloviny močového měchýře a šíří se dál. [2; 24]

## 1.4 Modality používané k zobrazení uropoetického traktu

### 1.4.1 Ultrasonografie

Ultrasonografie je základní zobrazovací metodou, která se používá při vyšetření uropoetického traktu. Hlavní výhodou této metody je neinvazivnost, dostupnost, rychlost a to, že nezatěžuje pacienta ionizujícím zářením. Ultrasonografie se stala metodou první volby v diagnostickém algoritmu.

#### 1.4.1.1 Princip ultrasonografie

Jde o vyšetřovací metodu, která k zobrazování tkání využívá ultrazvuk. Ultrazvuk je mechanické vlnění o frekvenci vyšší než 20 000 Hz. V ultrasonografii využíváme vysokofrekvenčního ultrazvuku, obvykle v rozsahu 2 – 20 MHz. V kapalinách a plynech se ultrazvuk šíří jako podélné vlnění, v pevných látkách se může šířit i jako příčné vlnění.

Ultrazvuk je generován pomocí piezoelektrického měniče, který je umístěn ve vyšetřovací sondě. Měnič pracuje na principu piezoelektrického jevu, který můžeme pozorovat v některých krystalech. Jedná se o to, že v krystalové mřížce jsou umístěny vázané nosiče náboje, které se při deformaci krystalu vzájemně posouvají a vytváří nenulové elektrické pole a na povrchu krystalu naměříme elektrické napětí. Tento jev funguje i obráceně, tzn. pokud na krystal přivedeme elektrické napětí, dojde k deformaci krystalu. Měnič v sondě je krystal, resp. krystalová destička, na kterou přivádíme střídavé vysokofrekvenční elektrické napětí, tím dochází k rozkmitání destičky, která se stává zdrojem ultrazvukových vln. Ultrazvukové vlny jsou vysílány do vyšetřované oblasti, kde se na akustickém rozhraní (mezi prostředími s různými akustickými impedancemi) částečně odráží zpět a částečně prochází hlouběji. Detekce odraženého vlnění způsobí deformaci krystalové destičky za vzniku elektrického impulzu, který se dále zpracovává a vytváří obraz na monitoru. Měnič je tedy současně zdrojem i detektorem ultrazvukových vln. Intenzita odrazu závisí na rozdílu akustické impedance dvou tkáňových prostředí. Akustická impedance je v podstatě odpor, který klade prostředí šíření ultrazvuku. Je dán součinem hustoty daného prostředí a rychlostí šíření ultrazvuku v tomto prostředí. Čím větší je rozdíl v akustické impedanci na rozhraní dvou prostředí, tím větší je odraz (echo). Rychlost šíření ultrazvuku ve vzduchu je 330 m/s, v měkkých tkáních a kapalinách 1540 m/s, v kostech 4000 m/s. Dalšími interakcemi ultrazvuku s prostředím, kromě odrazu, jsou rozptyl, lom a absorpce. [23]

V současné době je nejpoužívanějším typem zobrazení dynamický B-mód. Jedná se o dvourozměrné zobrazení vyšetřované oblasti, kde můžeme v reálném čase pozorovat vyšetřované orgány, včetně pohybu, a získat tak informace o jejich anatomii. Výsledný obraz je kódován do stupňů šedi podle intenzity odrazů.

Pro posouzení krevního toku se využívá moderní dopplerovské zobrazení, které je založeno na Dopplerově jevu – při odrazu od pohybujících se struktur (erytrocyty) dochází ke změně frekvence odraženého vlnění. Přijímaná frekvence je vyšší, jestliže se erytrocyty pohybují směrem k sondě, nebo nižší pokud se pohybují směrem od sondy. Rozdíl mezi frekvencí vysílaného a odraženého vlnění je úměrný rychlosti toku krve. Můžeme tak změřit rychlost a směr toku krve, zhodnotit charakter proudění a posoudit funkční stav cév.

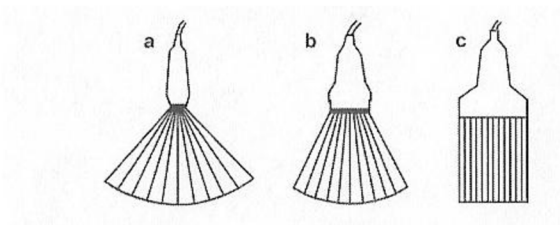
Na základě odrazivosti (echogenity) můžeme rozlišovat struktury hyperechogenní, hypoechogenní, anechogenní a izoechogenní. Hyperechogenní struktury (tuk, konkrement, kost) mají vyšší echogenitu než okolí a na obraze jsou zobrazeny světle. Za konkrementem vzniká akustický stín, protože se zde už nešíří ultrazvuk, veškerý se odrazil od konkrementu. U anechogenních struktur (tekutiny) nedochází k žádným odrazům a na obraze se zobrazí černě. Hypoechogenní struktury mají nižší echogenitu a na obraze vytváří tmavší zóny. Izoechoenní struktury mají obdobnou echogenitu jako okolí. [2; 9; 8]

#### **1.4.1.2 Rozdělení sond**

V ultrazvukové diagnostice se nejčastěji používají sondy sektorové, lineární a konvexní. Liší se tvarem vytvořeného obrazu a použitím. Pro vyšetření hlouběji uložených orgánů (v abdominální diagnostice) se používají konvexní sondy s frekvencí 2,5 – 5 MHz. Konvexní sondy mají měniče uspořádané do jedné řady a konvexní vyklenutí plochy sondy poskytuje sektorový záběr. Sektorové sondy s používanou frekvencí 2 – 3 MHz také slouží pro vyšetření hluboko uložených orgánů. Výhodou je jejich malá vstupní plocha, využívají se např. pro zobrazení srdce z mezižeberního prostoru. Většinou se ale používají konvexní sondy, protože jsou konstrukčně jednodušší a levnější. Lineární sondy s frekvencí 5 – 15 MHz slouží k vyšetření povrchově uložených orgánů. Měníče jsou uspořádané v jedné řadě a sonda poskytuje obdélníkové zobrazení. Platí, že čím vyšší je frekvence, tím je vyšší rozlišení, ale také větší útlum ultrazvuku, což omezuje vyšetření orgánů uložených hlouběji.

Při ultrazvukovém vyšetření používáme ultrazvukový gel, který tvoří kontaktní prostředí a zabezpečuje přenesení ultrazvukových vln do vyšetřované oblasti. Jinak by mezi

sondou a povrchem těla byla vrstva vzduchu, která by znemožňovala přenos vln, protože by se vlnění odráželo zpět do sondy. [23; 8; 11]



Sektorové (a), konvexní (b) a lineární (c) snímání obrazu

### Obrázek č. 3: Rozdělení sond

(Zdroj: HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEIN. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. 1. vyd. Brno: Neptun, 2001, 381 s. ISBN 80-902-8961-4.)

## 1.4.2 RTG vyšetření

I přes významný vývoj moderních zobrazovacích metod patří klasické rentgenové vyšetření stále k základním zobrazovacím metodám uropoetického traktu. Jedná se o vyšetření, které je snadno dostupné, rychlé, ale zatěžuje pacienta ionizujícím zářením.

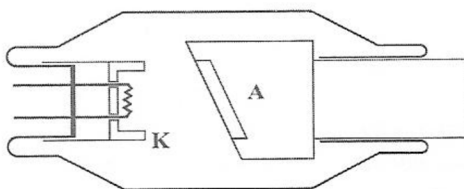
### 1.4.2.1 Vznik rentgenového záření

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o vlnové délce  $10^{-8}$  až  $10^{-12}$  m, v radiodiagnostice se využívají vlnové délky  $10^{-9}$  až  $10^{-11}$  m.

Zdrojem rentgenového záření je rentgenka. Jde o vakuovou trubici, která obsahuje dvě elektrody – kladně nabitou anodu a zápornou katodu. Na elektrody je přiváděno vysoké stejnosměrné napětí. Katoda je tvořena spirálovitě stočeným vláknem, které je žhaveno průchodem elektrického proudu. Ze žhavené katody jsou termoemisí uvolněny elektrony, které jsou urychlovány elektrickým polem a přitahovány k anodě. Anoda je z kovového materiálu, nejčastěji wolframu. Aby elektrony nedopadaly na kterékoliv místo anody a výsledný obraz byl ostrý, jsou elektrony fokusovány do svazku, který dopadá do jednoho místa anody, tzv. ohniska. Po dopadu elektronů na anodu dochází k prudkému zabrzdění elektronů za vzniku rentgenového záření a tepla. 99 % kinetické energie elektronů se přemění na tepelnou energii a asi 1 % na rentgenové záření. Z tohoto důvodu musí být rentgenka

neustále chlazená vzduchem nebo chladicí kapalinou. Přehřívání ohniska anody je částečně zabráněno rotací anody.

Rentgenové záření se skládá ze dvou složek – záření brzdného a charakteristického, které se navzájem liší mechanismem vzniku. Brzdné záření je převažujícím typem vznikajícího rentgenového záření. Vzniká prudkým zabrzděním elektronů na anodě v důsledku odpudivé síly, protože anoda je vyrobena z wolframu, jehož elektronový obal obsahuje mnoho elektronů. Charakteristické záření vzniká tak, že urychlený elektron vyrazí elektron z vnitřních vrstev elektronového obalu atomu na anodě. Vznikne tak volné místo, které je okamžitě obsazeno elektronem z vnějších vrstev. Při tom se uvolní velké množství energie ve formě fotonu rentgenového záření. Velikost uvolněné energie je rovna energetickému rozdílu mezi vrstvami, mezi kterými došlo k přeskoku elektronu. [8; 12]



**Obrázek č. 4:** Rentgenka (K – katoda, A – anoda)

(Zdroj: HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEIN. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. 1. vyd. Brno: Neptun, 2001, 381 s. ISBN 80-902-8961-4.)

#### 1.4.2.2 Princip rentgenového vyšetření

Jde o vyšetření, které k zobrazování tkání využívá rentgenové záření. Vzniklé záření prochází primární clonou vyrobenou z materiálu, který absorbuje nízkoenergetické fotony. Převážně jde o hliníkovou nebo měděnou destičku o určité tloušťce. Nízkoenergetické fotony RTG záření, by nepříspěly k tvorbě obrazu, pouze by zvyšovaly radiační zátěž pacienta. Následně záření prochází vyšetřovanou oblastí, kde dochází k různé absorpci nebo rozptylu. Absorpce záření závisí na složení vyšetřované tkáně. Kostí jsou hutnější, proto pohlcují více záření než měkké tkáně a podávají menší zčernání filmu (na filmu nebo monitoru se zobrazí jako světlé oblasti). Záření, které prošlo tělem pacienta, prochází tzv. sekundární (Buckyho) clonou. Tato clona se skládá z olověných lamel a její funkcí je pohltit rozptýlené záření, které nemá směr původního svazku. Během expozice se pohybuje, aby lamely na výsledném obraze nevrhaly stín. [8; 11] Poté už RTG záření dopadá na kazetu s filmem (analogové zpracování)



nebo elektronické detektory (digitální zpracování), kde vytváří obraz. Kazeta je světlotěsné pouzdro, kde se uprostřed nachází rentgenový film, ke kterému z obou stran naléhají zesilovací fólie. Průchodem RTG záření dochází na zesilovací fólii k luminiscenci – vzniku viditelného světla, které působí na film a vzniká tak latentní obraz. Následně se film vyvolá (analogové zpracování rentgenového obrazu). V současné době jsou však zobrazovací systémy digitalizovány a hlavními výhodami digitálního zpracování obrazu jsou vyšší detekční citlivost, vyšší kvalita a následná možnost úpravy obrazu. Můžeme rozlišit přímou a nepřímou digitalizaci. Nepřímá digitalizace využívá kazety, kde se nachází paměťová fólie, která obsahuje rentgen-stimulační materiál. Po dopadu RTG záření na fólii dojde k excitaci elektronů a vzniká latentní obraz. Elektrony ve vybuzeném stavu setrvávají až do vyvolání obrazu (po určité době může dojít k samovolné deexcitaci elektronu a ztrátě informace). Při vyvolání obrazu se kazeta umístí do čtecího zařízení, kde je skenována pomocí laserového svazku, který způsobuje návrat elektronů do původních energetických stavů za uvolnění energie ve formě světelných signálů, které jsou snímány fotonásobičem a digitalizovány. Následně je kazeta ozářena intenzivním laserovým světlem, čímž dojde k úplnému vymazání informace a kazeta je připravena k dalšímu použití. U přímé digitalizace je prošlé RTG záření zachyceno maticí detektorů (flat panel), které ho převedou na elektrický signál. [12; 11]

Metoda sledování rentgenového obrazu v reálném čase se nazývá skiaskopie. Využívá se při vyšetřování dynamických dějů a intervenčních výkonech. Používá se pulzní režim, kdy rentgenové záření nevzniká kontinuálně, ale jen několikrát za vteřinu. Dochází tak ke snížení radiační zátěže pacienta i personálu. [8]

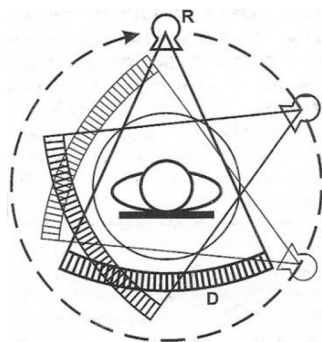
### **1.4.3 Výpočetní tomografie**

Výpočetní tomografie (CT) je moderní a velmi používaná zobrazovací metoda, která využívá rentgenové záření. Má velký přínos v diagnostice mnoha patologických stavů uropoetického traktu. Vyšetření se provádí v transverzální rovině, poskytuje nám široké možnosti postprocessingu, např. multiplanární rekonstrukce (MPR), 3D zobrazení, virtuální endoskopie, možnost fúze dat s PET, MR. Nevýhodou je radiační zátěž pacienta. Vyšetření je v dnešní době snadno dostupné.

#### **1.4.3.1 Princip CT**

CT přístroj se skládá z gantry, kde je uložen zdroj záření (rentgenka) a systém detektorů, z vyšetřovacího stolu, z výpočetního systému a zdroje vysokého napětí. [21]

Rozlišujeme několik generací CT přístrojů, nejpoužívanější jsou dnes přístroje 3. generace, které se dále zdokonalují. Tato generace je tvořena větším počtem detektorů umístěných na kruhové výseči ve více řadách za sebou – jde o MDCT (multidetektorové CT, multi-slice CT), detektory rotují společně s protilehlou rentgenkou, jejíž svazek záření je kolimován do tvaru vějíře. Tento systém umožňuje snímat několik tenkých vrstev současně.



**Obrázek č. 5:** Princip CT

(Zdroj: NEKULA, Josef. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 205 s. ISBN 80-244-0259-9.)

Svazek RTG záření prochází vyšetřovanou oblastí, kde dochází k různé absorpci RTG záření a po dopadu na detektory je zaznamenána intenzita dopadajícího záření. Rentgenka a systém detektorů se plynule otáčí o  $360^\circ$  kolem pacienta, čímž dojde k zhotovení jednoho příčného řezu.

Intenzita prošlého záření je následně převedena na elektrický signál, který je odeslán do počítače a na základě matematického zpracování je zrekonstruován výsledný obraz vyšetřované vrstvy. Míru absorpce RTG záření, tj. denzitu vyjadřujeme v Hounsfieldových jednotkách (HU). Na CT obraze jsou denzity kódovány do stupňů šedi. Tkáně s vyšší absorpcí záření (kost) jsou hyperdenzní a jsou zobrazeny světle. Tkáně s nižší absorpcí (vzduch, tuk) tj. hypodenzní jsou zobrazeny tmavě. Parenchymatózní orgány mají střední denzitu a jsou šedé.

Můžeme rozlišit konvenční a spirální (helikální) způsob skenování. U konvenčního skenování se jednotlivé vrstvy získávají postupně. Po otočení systému rentgenka-detektory o  $360^\circ$  se posune vyšetřovací stůl s pacientem. Spirální skenování je modernější a během rotace systému rentgenka-detektory dochází k lineárnímu posunu vyšetřovacího stolu. Výhodou tohoto způsobu skenování je kratší doba vyšetření. [12; 11]

## 1.4.4 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MR) je moderní vyšetřovací metoda, která ale nepatří mezi základní zobrazovací metody v diagnostice patologií uropoetického traktu. Hlavními výhodami jsou vysoká rozlišovací schopnost měkkých tkání, nepoužívá se ionizující záření, také se uplatňuje možnost multiplanárního zobrazení, možnost fúze s jinými modalitami. Nevýhodou je dlouhá doba vyšetření a nižší dostupnost vzhledem k ekonomické náročnosti vyšetření.

### 1.4.4.1 Princip MR

MR je založena na vlastnostech a chování atomových jader prvků s lichým počtem protonů ve vnějším magnetickém poli. Proton je kladně nabitá částice, která vykonává rotaci kolem své osy – spin a navenek se projevuje magnetickým momentem. V MR diagnostice se využívá atom vodíku, který má v jádře pouze jeden proton a je nejhojnějším prvkem v lidském těle. Pokud není přítomno magnetické pole, magnetické momenty vodíkových jader jsou neuspořádané a jejich výslednice, tzv. vektor magnetizace je roven nule. Jestliže jádra vodíku umístíme do vnějšího homogenního magnetického pole, dojde k uspořádání magnetických momentů jader ve směru (paralelně) nebo protisměru (antiparalelně) vnějšího magnetického pole. Oba stavy jsou přibližně stejně pravděpodobné, ale nepatrně převažuje paralelní uspořádání. Výsledný vektor magnetizace už tak není nulový. Ve vnějším magnetickém poli vykonávají vodíková jádra, včetně rotace kolem vlastní osy, ještě precesní pohyb, tedy rotaci po plášti pomyslného kužele kolem osy vnějšího magnetického pole. Frekvence precesního pohybu se označuje jako Larmorova frekvence. Vodíková jádra jsou vystavena radiofrekvenčním impulzům o frekvenci, která je shodná s Larmorovou frekvencí, k čemuž slouží vysílací cívky. Jádra absorbují jejich energii a dostávají se do vyššího energetického stavu. Tento stav se nazývá rezonance jader, kdy dochází k vychýlení magnetického momentu a ke sladění precesního pohybu vodíkových jader. Po odeznění radiofrekvenčního impulzu dochází k návratu jader do původního stavu, což je spojeno s emisí energie, kterou registrují přijímací cívky. Čas, který je potřebný k návratu do původního stavu, tedy k návratu vychýleného vektoru magnetického momentu se nazývá  $T_1$  relaxační čas. Čas potřebný k rozfázování precese se označuje jako  $T_2$  relaxační čas. Abychom rozlišili signály z různých částí těla, používáme gradientní cívky, pomocí kterých vytváříme gradient magnetického pole ve směru dlouhé osy pacienta a můžeme tak získat signál pouze z určitého řezu. [8; 12; 11]

Zobrazené tkáně mohou být hyperintenzní, hypointenzní, izointenzní, asignální. Hyperintenzní jsou tkáně s vysokou intenzitou signálu, na obrazech jsou světlé. Hypointenzní jsou tkáně s nízkou intenzitou signálu a na obrazech jsou tmavé. Izointenzní jsou tkáně se stejnou intenzitou signálu a asignální jsou tkáně bez signálu, na obraze černé. Na různých typech sekvencí mají stejné tkáně různou intenzitu signálu. Tekutina je na  $T_1$  váženém obraze hypointenzní a na  $T_2$  váženém obraze hyperintenzní. [11]

#### **1.4.4.2 Kontraindikace**

Kontraindikace k vyšetření magnetickou rezonancí můžeme rozdělit na absolutní a relativní. Absolutní kontraindikací je přítomnost kardiostimulátoru, defibrilátoru, kochleárního implantátu v těle. Existují už i MR kompatibilní kardiostimulátory, které se před vyšetřením přepínají do MR kompatibilního modu. Pacient musí mít potvrzení o kompatibilitě kardiostimulátoru a o přepnutí do MR modu od kardiologa, v takovém případě ho můžeme vyšetřit. Cizí kovová tělesa v oblasti oka, očí, u kterých není písemně doložena jejich MR kompatibilita jsou absolutní kontraindikací. Absolutně kontraindikovány jsou také MR nekompatibilní aneurymatické cévní svorky. Relativní kontraindikací může být klaustrofobie, první trimestr těhotenství, kloubní náhrady, stenty. [21]

## **1.5 Kontrastní látky**

### **1.5.1 Kontrastní látky v RTG diagnostice**

Kontrastní látky slouží pro lepší zobrazení orgánů a anatomických poměrů, včetně jejich funkce. Pomocí kontrastních látek můžeme změnit absorpci RTG záření ve vyšetřované tkáni. Podle toho můžeme rozlišit pozitivní a negativní kontrastní látky (KL). Pozitivní KL zvyšují absorpci RTG záření, negativní KL naopak snižují absorpci RTG záření. Mezi pozitivní KL patří baryové (např. Micropaque) a jodové (např. Iomeron) kontrastní látky. Mezi negativní KL řadíme vzduch nebo oxid uhličitý CO<sub>2</sub>. Baryové kontrastní látky slouží na vyšetření gastrointestinálního traktu.

Jodové kontrastní látky můžeme rozdělit na vodné a olejové. Olejové kontrastní látky, které jsou rozpustné v tucích (lipofilní) a ve vodě nerozpustné, jsou tvořeny rostlinnými oleji. Hlavním zástupcem je Lipiodol, používá se např. při lymfografii. Vodné jodové KL jsou rozpustné ve vodě a nefrotropní, tzn., že se vylučují ledvinami. Podávají se především intravenózně, mohou se aplikovat i do tělních dutin (např. močového měchýře) nebo podávat i enterálně. Podle osmolality je můžeme rozdělit na ionické (vysokoosmolální) a neionické (nízkoosmolální), které mají menší riziko vzniku nežádoucích účinků. [12; 11]

#### **1.5.1.1 Zásady před podáním jodové kontrastní látky**

Před podáním jodové kontrastní látky musí být pacientovi odebrána alergická anamnéza, zajímá nás zejména alergie na jod. V případě polyvalentní alergie, astma bronchiale nebo alergie na jod je pacientovi podána premedikace. Premedikace spočívá v podání kortikoidů a antihistaminik 6 – 12 hodin před aplikací jodové KL. Jako prevenci před kontrastní nefropatií musíme znát aktuální hladinu kreatininu v séru, který odráží funkci ledvin, vysoká hladina kreatininu je kontraindikací k podání jodové KL. Relativní kontraindikací je hypertyreóza, kdy podání jodové KL může vyvolat tyreotoxickou krizi. Pacienti užívající perorální antidiabetika musí tyto léky vysadit 48 hodin před a po vyšetření. Před vyšetřením musí být pacient minimálně 4 hodiny lačný. Musí být dostatečně hydratovaný, aby nedošlo k poškození ledvin, také musí zvýšit příjem tekutin po vyšetření z důvodu rychlejšího vyloučení KL. [18]

### **1.5.2 Kontrastní látky v MR diagnostice**

Používají se cheláty obsahující gadolinium, méně často mangan nebo železo. Gadolinium je paramagnetický kov. KL se aplikuje intravenózně. Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci mění vlastnosti vyšetřovaných tkání, usnadňují relaxaci protonů a tím zkracují  $T_1$  relaxační čas. Tkáně, kam tato látka proniká, dávají v  $T_1$  vážených obrazech silnější signál, jsou hyperintenzní. Na  $T_2$  vážené obrazy nemá aplikace KL žádný vliv, proto se při kontrastním vyšetření zhotovují  $T_1$  vážené obrazy. Gadoliniové cheláty se vylučují ledvinami a většinou nezpůsobují žádnou alergickou reakci. Příkladem KL pro magnetickou rezonanci je např. preparát Gadovist. [9; 11]

## 1.6 Vyšetřovací metody uropoetického traktu

### 1.6.1 Ultrasonografie ledvin

Na ultrazvukové vyšetření ledvin by měl pacient přijít nalačno a hydratovaný. Pacient si odloží do půl těla a položí se zády na vyšetřovací lůžko. Pravá ledvina se vyšetřuje vleže na zádech, levá ledvina také, případně na pravém boku. Vyšetření se provádí konvexní sondou s použitím vodivého gelu. Hodnotí se tvar, velikost, uložení ledvin a ledvinový parenchym.

Mezi nejčastější indikace patří cysty, konkrementy, nádory a hydronefróza. Cysty jsou kulovité anechogenní struktury, nádory se projevují nepravidelnou echogenitou, která je odlišná od parenchymu ledviny. Dále na ultrazvuku můžeme zobrazit všechny druhy konkrementů. Kalichopánvičkový systém se na zdravé ledvině nezobrazí, zobrazí se až při městnání moči jako hypoechogenní oblast. Při traumatech můžeme odhalit rupturu ledviny s následným hematodem. Pomocí dopplerovského zobrazení můžeme detekovat např. stenózu renální tepny.



**Obrázek č. 6:** Zobrazení ledviny pomocí ultrazvuku

(Zdroj: FN Brno)

## 1.6.2 Ultrasonografie močového měchýře

Před vyšetřením močového měchýře musí pacient zvýšit příjem tekutin a již nemočit. Močový měchýř se vyšetřuje naplněný. Pacient obnaží oblast močového měchýře a položí se na vyšetřovací lůžko. Vyšetřuje se vleže na zádech. Močový měchýř se zobrazí se jako anechogenní struktura. Zhodnotí se tvar močového měchýře, stanoví objem.

Častými indikacemi jsou konkrementy, divertikly, nádory. Divertikly se při náplni močového měchýře zobrazí jako výchlípka stěny. Nádory infiltrující do lumen jsou hyperechogenní. Můžeme také stanovit objem reziduální moče (zbytek moče, který zůstal po vymočení v močovém měchýři). [2; 3]



**Obrázek č. 7:** Zobrazení močového měchýře pomocí ultrazvuku

(Zdroj: FN Brno)

## 1.6.3 Nativní snímek ledvin a močového měchýře

Prostý snímek ledvin a močového měchýře patří mezi základní vyšetření v urologii a nevyžaduje žádnou přípravu pacienta. Pacient si v kabině odloží do spodního prádla a položí se zády na vyšetřovací stůl. Provádí se snímek v AP projekci. Musí být zachycen stín ledvin v celém rozsahu i malá pánev (obvykle od obratle Th<sub>11</sub> po symfýzu). U vysokých pacientů se požadovaná oblast zobrazení nemusí vejít na jeden snímek, proto malou pánev snímujeme samostatně. Centrální paprsek míří na střed spojnice lopat kostí kyčelních. Povel při expozici je nadechnout, vydechnout a nedýchat.



Na snímku lékaři hodnotí konturu, velikost, tvar a uložení ledvin. Větší stín ledviny může být způsoben cystou, karcinomem, hydronefrózou. Dále na snímku můžeme zachytit kalcifikace a rtg-kontrastní konkrementy. Lékaři také na snímku mohou hodnotit uložení instrumentária v ledvinách, močovodech po chirurgických výkonech. [12; 20]



**Obrázek č. 8:** Nativní snímek ledvin a močového měchýře v AP projekci

(Zdroj: FN Brno)

#### **1.6.4 Intravenózní vylučovací urografie**

Intravenózní vylučovací urografie (IVU) je kontrastní vyšetření, které poskytuje informace o anatomii kalichopánvičkového systému, močovodů, močového měchýře a také informace o vylučovací funkci ledvin.

Hlavními indikacemi jsou vrozené anomálie ledvin a močových cest, renální kolika - podezření na urolitiázu, hematurie, opakující se uroinfekce nebo tupé úrazy postihující uropoetický trakt. Defekty v náplni jsou způsobeny především konkrementy a nádory.

Před vyšetřením musí pacient přijímat lehkou a nenadýmavou stravu, aby se snížil střevní obsah. Vzhledem k podání jodové KL přichází pacient nalačno, musí být známá

aktuální hodnota kreatininu v séru, v případě pacientů alergických na jód musí být zajištěna premedikace kortikoidy. Důležitá je dostatečná hydratace před i po vyšetření. Těsně před vyšetřením se pacient dojde vymočit.

Pacient si v kabině odloží do spodního prádla. Vlastní vyšetření se prování vleže na zádech na vyšetřovacím stole a začneme nejprve nativním snímkem ledvin a močového měchýře v AP projekci. Centrální paprsek míří na střed spojnice lopat kostí kyčelních. Povel pro pacienta během expozice zní nadechnout, vydechnout a nedýchat. Následně je lékařem intravenózně aplikována nefrotropní jodová KL (v množství 1 ml/1kg). Standardně provádíme AP snímek ledvin a močového měchýře za 7 minut po aplikaci KL, dále AP snímek ledvin a močového měchýře za 14 minut po aplikaci a PA snímek ledvin a močového měchýře vleže na břiše 21 minut po aplikaci KL. Kolem 14. minuty můžeme pozorovat kalichopánvičkový systém a močovody a kolem 21. minuty se plní KL močový měchýř. Podle potřeby na žádost lékaře můžeme zhotovit další snímky - šikmé snímky, bočné snímky, případně snímek ve stoje (při podezření na „bloudivou ledvinu“ – získaná dystopie). Při sníženém vylučování KL ledvinami provedeme pozdní snímek za 1 hodinu od aplikace KL, případně za více hodin.



**Obrázek č. 9:** IVU – snímek za 14 minut po aplikaci KL v AP projekci  
(Zdroj: FN Brno)

Celý průběh IVU viz Příloha 2, str. 59.

## 1.6.5 Cystouretrografie

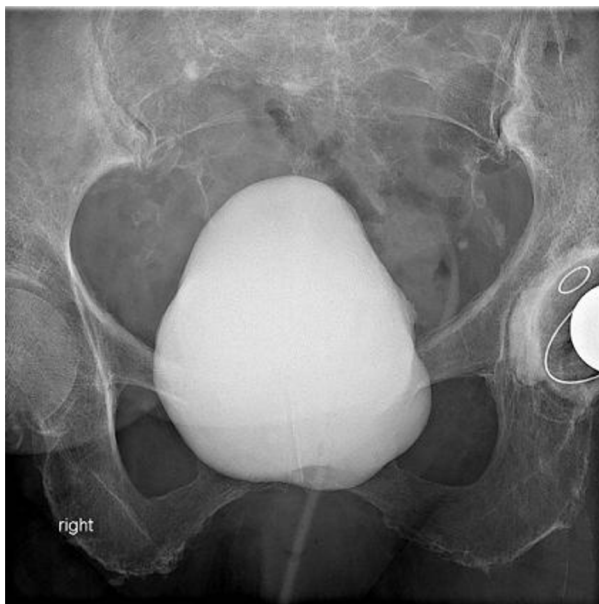
Jedná se o kontrastní vyšetření močového měchýře a močové trubice. Indikací jsou traumata močového měchýře a uretry, posouzení tvaru močového měchýře, divertikly, píštěle, striktura uretry nebo průkaz pasivního či aktivního vezikoureterálního refluxu.

Před vyšetřením by se pacient měl vymočit, je potřeba, aby měl prázdný močový měchýř. Pacient si v kabině odloží od pasu dolů a položí se zády na vyšetřovací stůl. Nejprve provedeme prostý snímek pánve v AP projekci. Pak následuje lokální dezinfekce ústí uretry a okolí.

U mužů se zavádí balonkový katetr cca 2 – 3 cm za zevní ústí uretry do fossa navicularis, kde se fixuje nafouknutím balonku, poté napojíme infuzi 250 ml FR s 40 – 60 ml jodové KL. Pacient leží na zádech, je vytočen v pravé šikmé projekci a za skiaskopické kontroly se plní močová trubice a následně močový měchýř.

U žen zavádí lékař cévku přes uretru přímo do močového měchýře a za skiaskopické kontroly aplikuje zředěnou jodovou KL.

Po náplni se provádí snímky močového měchýře v AP projekci, v AP projekci při Valsalvově manévru, kdy pacienta požádáme, aby zatlačil „jako na stoličce“ (slouží k průkazu aktivního vezikoureterálního refluxu), snímky v obou šikmých projekcích a bočný snímek. [9; 12; 20]



**Obrázek č. 10:** Snímek po náplni močového měchýře KL v AP projekci (VUR vlevo)  
(Zdroj: FN Brno)

Celý průběh cystouretrografie u ženy viz Příloha 3, str. 61.

### 1.6.6 Mikční cystouretrografie

Mikční cystouretrografie obvykle navazuje na cystouretrografii. Posuzuje se vyprazdňovací funkce močového měchýře a průběh mikce. Indikací je průkaz VUR, stenóza uretry.

Po náplni močového měchýře zředěnou jodovou KL se vytáhne cévka a pacienta i s vyšetřovacím stolem postavíme do pravé šikmé projekce, nebo pacient stojí rovně a naklápíme C rameno. Muž dostane do pravé ruky kelímek, do kterého provede mikci. Nejprve skiaskopicky zkontrolujeme, zda je správně nastavená poloha pacienta (např. není příliš výrazná sumace se skeletem), rentgenku můžeme sklopit cca 15° – 20° kraniálně, aby byla uretra mimo sedací kost. Žena také stojí v mírné pravé šikmé projekci a mikci provádí do buničité vaty, kterou má mezi stehny. Mikce se provádí za skiaskopické kontroly se zachycením močového měchýře a močové trubice. Po mikci můžeme ještě provést snímek močového měchýře v AP projekci na postmikční reziduum. [3]



**Obrázek č. 11:** Snímek mikční fáze u muže v šikmé projekci (stenóza uretry)

(Zdroj: FN Brno)

Celý průběh cystouretrografie včetně mikce u muže viz Příloha 4, str. 64.

### 1.6.7 Řetízková cystouretrografie

Řetízková cystouretrografie je vyšetření, které se provádí pouze u žen. Indikací je stresová inkontinence. V současné době se toto vyšetření provádí spíše ojediněle.

K vyšetření pacientka přichází s již zavedeným rtg-kontrastním řetízkem v močovém měchýři a močové trubici. Pacientka si odloží od pasu dolů a položí se zády na vyšetřovací stůl. Nejprve provedeme prostý snímek pánve v AP projekci. Následně se za podmínek dezinfekce zevního ústí uretry zavede močový katetr a močový měchýř se plní ředěnou jodovou KL (40 ml KL v 250 ml FR). Poté se katetr vytáhne a snímkuje se ve stoje. Provádí se bočný snímek v klidu a při Valsalvově manévru. Pro případ inkontinence má pacientka mezi stehny buničitou vatu. Na snímcích se hodnotí zadní vezikouretrální úhel. Pak následuje snímek v AP projekci v klidu a při Valsalvově manévru.



**Obrázek č. 12:** Bočný snímek řetízkové cystouretrografie v klidové fázi a při Valsalvově manévru

(Zdroj: MIHULOVÁ, Iva. *Rentgenové kontrastní zobrazovací metody v urologii*. [online]. [cit. 2015-03-15] Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2726105/>)

### 1.6.8 Nefrostomogram

Jedná se o nástřik nefrostomického drénu kontrastní látkou. Nefrostomický drén zajišťuje drenáž dutého systému ledviny navenek do zevního sáčku. Může se jednat o trvalou nefrostomii (u onkologických pacientů) nebo o dočasnou nefrostomii (v případě urolitiázy).

Hlavní indikací je kontrola uložení a správné funkce nefrostomického drénu v dutém systému ledviny. Někdy nástřik nefrostomie předchází následné úpravě nefrostomie radiologem, tento výkon ale spadá pod nevaskulární intervenční výkony.

Pacient se položí zády na vyšetřovací stůl. Zdravotní sestra nebo radiologický asistent zajistí přístup k zevní části nefrostomického drénu a provede jeho dezinfekci. Poté připojí stříkačku se zředěnou kontrastní látkou. V případě, že má pacient zaveden močový katetr je nutno ho zaklempovat, např. peanem, abychom zamezili odtékání KL z močového měchýře a nedošlo tak ke znehodnocení vyšetření. Nejprve provedeme nativní snímek v AP projekci, na kterém musí být zachycena celá ledvina na vyšetřované straně, průběh ureteru a příslušná část pánve, která se většinou snímkuje zvlášť. Poté lékař za skiaskopické kontroly provede nástřik drénu zředěnou jodovou KL s FR (poměr 1:1). Ledvinu s proximální částí ureteru a distální část ureteru, včetně vezikoureterálního ústí snímujeme ve 2 různých projekcích, obvykle je to AP a šikmá projekce. Postupně se snažíme zobrazit celý průběh ureteru. [19]



**Obrázek č. 13:** Nástřik nefrostomického drénu v AP projekci

(Zdroj: FN Brno)

Celý průběh nástřiku nefrostomického drénu viz Příloha 5, str. 69.

## 1.6.9 CT ledvin

Vyšetření ledvin a vývodných močových cest je součástí vyšetření břicha a pánve, lze je vyšetřovat i cíleně. Hlavními indikacemi jsou traumata, záněty, nádory. Samostatné nativní CT se provádí při podezření na urolitiázu, můžeme zobrazit všechny druhy konkrementů.

Před vyšetřením musí být pacient minimálně 4 hodiny lačný, v případě pozitivní alergie na jod zajištěna premedikace pacienta. Pacient musí být dostatečně hydratovaný, před vlastním vyšetřením vypije 0,5 – 1 litr čisté vody, následně už nemočí.

V kabině si pacient odloží do spodního prádla, samozřejmostí je odstranění kovových předmětů z vyšetřované oblasti. Pacient se položí zády na vyšetřovací stůl, nohama do gantry. Sestra pacientovi zavede kanylu, na kterou připojí tlakovou stříkačku. Poté si pacient dá ruce za hlavu. Vlastní skenování se provádí v inspiriu.

Nejprve zhotovíme přehledný snímek – topogram, na kterém naplánujeme rozsah vyšetření, obvykle od bránice po symfýzu. Poté získáváme sérii nativních skenů kraniokaudálním skenováním. Pak provedeme postkontrastní vyšetření. Do oblasti abdominální aorty v blízkosti aa. renales umístíme vzorkovací objem (ROI – region of interest), pomocí tlakové stříkačky aplikujeme 80 ml KL a sledujeme vývoj denzity, po dosažení difference 130 se za 45 sekund spouští skenování. [9; 3]



**Obrázek č. 14:** Nativní CT ledvin v transverzální rovině

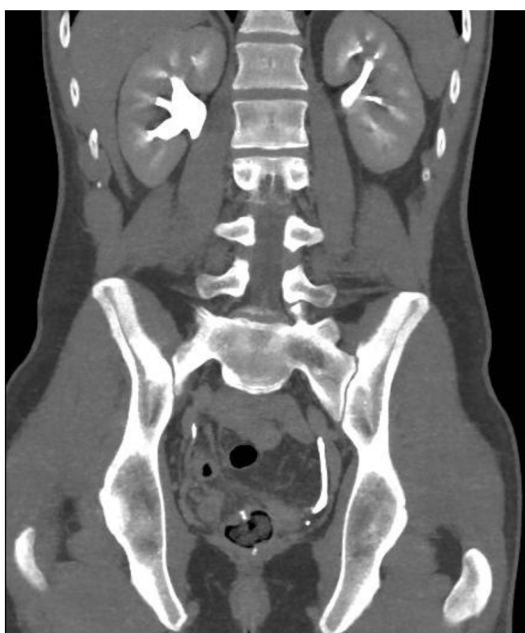
(Zdroj: FN Brno)

Další příklady CT ledvin viz Příloha 6, str. 71.

### 1.6.10 CT urografie

CT urografie je kontrastní vyšetření ledvin a vývodných močových cest. Tato metoda nahradila klasickou IVU. Příprava i uložení pacienta je stejná jako při výše popsaném CT vyšetření.

Zhotovíme topogram, na kterém naplánujeme rozsah vyšetření od bránice po symfýzu a provedeme nativní vyšetření. Následně aplikujeme 60 ml KL tlakovou stříkačkou a čekáme 6 minut. Do oblasti abdominální aorty, těsně nad odstupy aa. renales i níže, umístíme vzorkovací objem a nastavíme diferenci 130. Aplikujeme 80 ml KL. Po dosažení příslušné difference se za 45 sekund spouští skenování. Pokud nejsou naplněny distální uretery, provádí se skenování na břiše. V případě rozhodnutí lékaře se může aplikovat Furosemid (2 ml intravenózně 3 minuty po předstříku).



**Obrázek č. 15:** CT urografie v koronární rovině

(Zdroj: FN Brno)

Příklad CT urografie 3D rekonstrukce viz Příloha 7, str. 72.

### 1.6.11 CT angiografie renálních tepen

CT angiografie (CTA) renálních tepen slouží k neinvazivnímu vyšetření renálních tepen při podezření na stenózu nebo po traumatickém poškození ledvin. Příprava a uložení



pacienta je stejné jako při předchozích dvou vyšetřeních. Rozsah vyšetření je od bránice po dolní pól ledvin.

Po aplikaci 100 ml KL se pomocí vzorkovacího objemu sleduje denzita v oblasti abdominální aorty, těsně nad aa. renales. Po dosažení prahové hodnoty denzity v abdominální aortě se automaticky spouští akvizice dat. [14]



**Obrázek č. 16:** CTA renální tepny 3D rekonstrukce (stenóza renální tepny vpravo)

(Zdroj: ČERNÁ, Nikola. *CT angiografie*. [online]. 2013, Brno [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/381383/lf\\_b/CT\\_angiografie.pdf](https://is.muni.cz/th/381383/lf_b/CT_angiografie.pdf). Bakalářská práce. Masarykova univerzita.)

### 1.6.12 MR ledvin

Vyšetření magnetickou rezonancí je prováděno zejména u pacientů s alergií na jodovou KL, s renální insuficiencí, případně u dětí z důvodu omezení radiční zátěže. Hlavními indikacemi je upřesnění stadiu nádorů při nejasném CT vyšetření.

Před vyšetřením se musí vyloučit kontraindikace k MR vyšetření.

V kabině si pacient odloží do spodního prádla, odloží si i všechny kovové předměty. Následně se položí zády na vyšetřovací stůl, hlavou směrem do gantry. Pokud pacient nemá zajištěný žilní vstup, lékař mu zavede kanylu z důvodu aplikace paramagnetické KL, na kterou připojíme tlakovou stříkačku. Na oblast břicha použijeme povrchovou vícekanálovou cívku, pod kterou umístíme snímač dýchání. Vzhledem k vysokému hluku, který doprovází vyšetření a potřebou spolupráce pacienta, dostává pacient na uši sluchátka. K zamezení

pohybových artefaktů musí pacient u některých sekvencí na krátkou dobu cca 15 – 20 sekund zadržet dech. Tyto pokyny dáváme pacientovi během vyšetření.

Nejprve získáme lokalizační skeny ve třech základních rovinách - COR, SAG, TRA, na kterých naplánujeme rozsah vyšetření. Pak provádíme vlastní vyšetření, základními sekvencemi jsou  $T_1$  a  $T_2$  vážené obrazy ve zvolených rovinách (COR, SAG, TRA), dále můžeme použít sekvence s potlačení tukové tkáně atd. Následuje intravenózní aplikace KL a zhotovení  $T_1$  vážených obrazů. Poskládání vyšetřovacích protokolů je specifické pro jednotlivá pracoviště. [9; 27]



**Obrázek č. 17:** MR postkontrastní  $T_1$  vážený obraz ledvin v koronární rovině

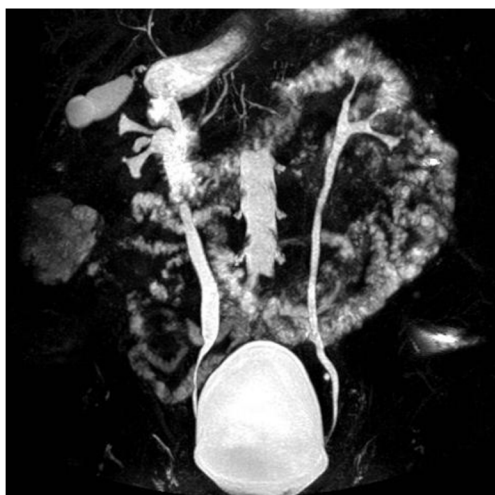
(Zdroj: FN Brno)

### 1.6.13 MR urografie

Indikací k vyšetření jsou malformace ledvin a močových cest, obstrukční uropatie, potraumatické stavy, nádory, cysty, transplantované ledviny k posouzení anatomických a funkčních poměrů.

Před vyšetřením je potřeba vyloučit kontraindikace k MR vyšetření, pacient musí být dostatečně hydratován, těsně před vyšetřením se dojde vymočit. Případně se 15 minut před vyšetřením aplikuje Furosemid.

Uložení pacienta je shodné jako u předchozího vyšetření. Kromě běžných sekvencí používáme sekvence se zvýrazněným signálem tekutin.



**Obrázek č. 18:** MR urografie v koronární rovině

(Zdroj: FN Brno)

#### 1.6.14 MR angiografie renálních tepen

Indikací k MR angiografii (MRA) renálních tepen je podezření převážně na stenózu renálních tepen či aneurysma.

Příprava a uložení pacienta je stejné jako u předchozích MR vyšetření. Při MRA renálních tepen aplikujeme paramagnetickou KL tlakovým injektorem a získáváme tak silnější signál z lumina cév vyšetřované oblasti. Důležité je správné načasování akvizice dat po aplikaci KL. Využívá se metoda bolus track, kdy se sleduje průchod KL cévním řečištěm a při dostatečném zvýšení intenzity signálu z cév se spouští akvizice dat. [27]



**Obrázek č. 19:** MRA renálních tepen v koronární rovině

(Zdroj: FN Brno)

## **2 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **2.1 Cíl práce a hypotézy**

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na analýzu pacientů s renální kolikou, kteří podstoupili spirální nativní CT na průkaz konkrementu. Cílem je zjistit počet pacientů s diagnózou urolitiázy, poměrné zastoupení mužů a žen v tomto vzorku, věkové rozpětí a nejčastější nálezy urolitiázy podle lokalizace konkrementů. Dále porovnat nálezy na prostém RTG snímku ledvin a močového měchýře a nativním CT.

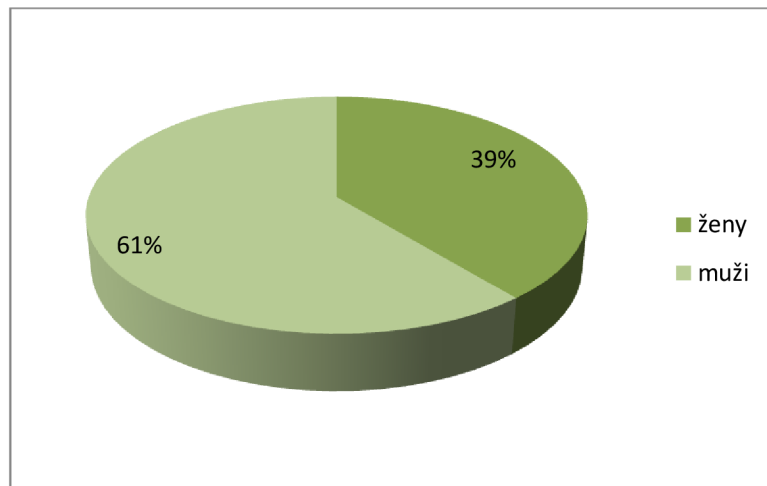
Podle studia odborné literatury předpokládám, že ve vzorku pacientů s urolitiázou bude větší zastoupení mužů a že nativní snímek odhalí litiázu alespoň v 60 % případů.

### **2.2 Metodika**

Sběr dat pro praktickou část bakalářské práce proběhl na Radiologické klinice Fakultní nemocnice Brno pomocí nemocničních informačních systémů eMED a IMPAX. Byly získány údaje od 100 pacientů, kteří v období od 2. 7. 2014 do 8. 11. 2014 podstoupili nativní CT z důvodu renální koliky. Pro další statistické zpracování pracuji se souborem 80 pacientů, u nichž byla diagnostikována urolitiáza. Výsledky šetření jsou zobrazeny pomocí grafů a tabulek. Dále jsem ze vzorku 80 pacientů vybrala ty, kteří před nativním CT podstoupili zároveň nativní RTG snímek ledvin a močového měchýře, jednalo se o 23 pacientů, a pomocí výsledné tabulky jsem srovnávala nálezy.

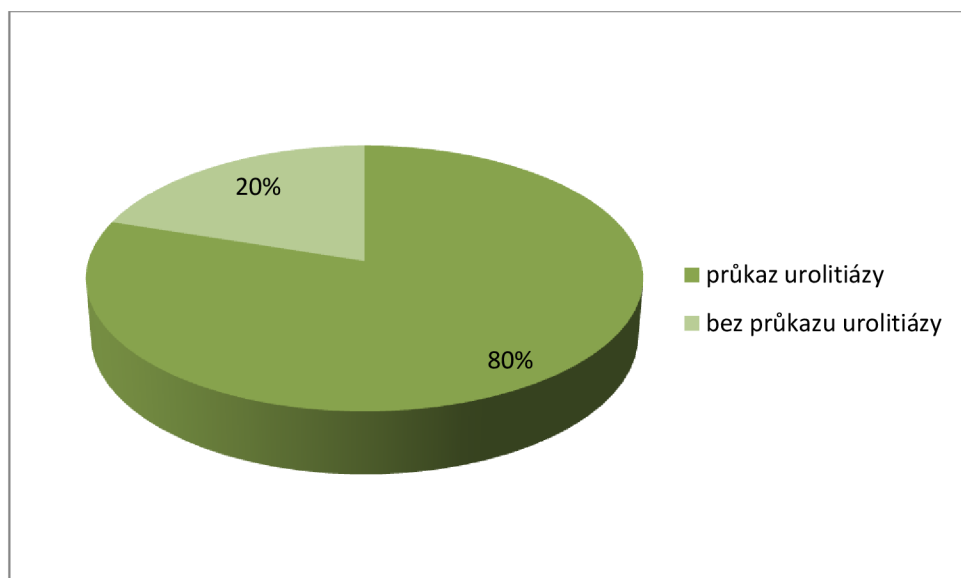
## 2.3 Výsledky

Soubor 100 pacientů s renální kolikou, kteří podstoupili nativní CT, tvoří 61 mužů a 39 žen. Mužské pohlaví je zastoupeno v 61 % případů a ženské v 39 %, což shrnuje následující graf.



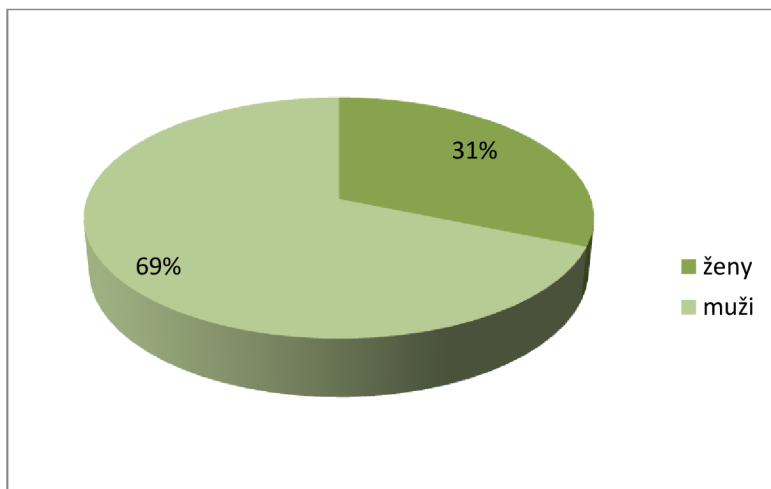
**Graf č. 1:** Poměr počtu vyšetřených mužů a žen s renální kolikou

Ze 100 vyšetřených pacientů se u 80 z nich, tedy v 80 % případů urolitiáza opravdu potvrdila a u 20 pacientů, tedy v 20 % případů se nepotvrdila přítomnost konkrémentu.



**Graf č. 2:** Průkaz urolitiázy u pacientů s renální kolikou

Urolitiáza se tedy potvrdila u 80 pacientů. V tomto vzorku bylo 55 mužů a 25 žen. Výsledný poměr je 2,2 : 1 v neprospěch mužů. Procentuální zastoupení mužů a žen ukazuje následující graf.

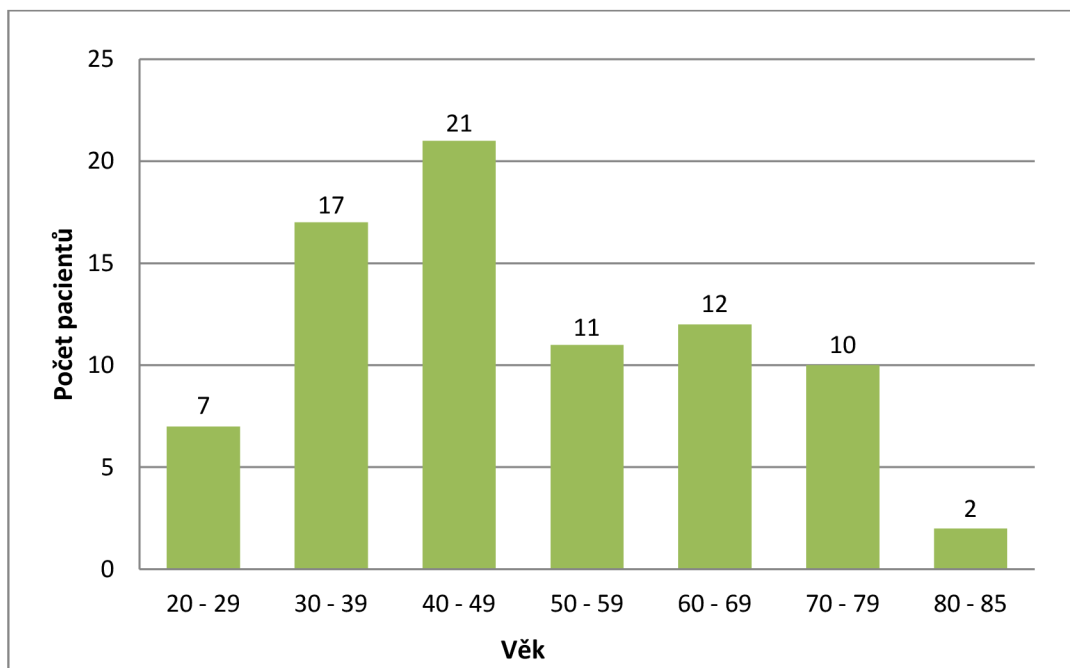


**Graf č. 3:** Poměr počtu mužů a žen s urolitiázou

V následující tabulce a grafu je zaneseno věkové rozpětí pacientů s urolitiázou. Nejmladšímu pacientovi bylo 20 let a nejstaršímu 85 let. Lze vypořadovat, že největší skupinu tvoří pacienti ve věku 40 – 49 let.

| Věk   | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 | 60 - 69 | 70 - 79 | 80 - 85 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Počet | 7       | 17      | 21      | 11      | 12      | 10      | 2       |

**Tabulka č. 1:** Věkové rozpětí pacientů s urolitiázou

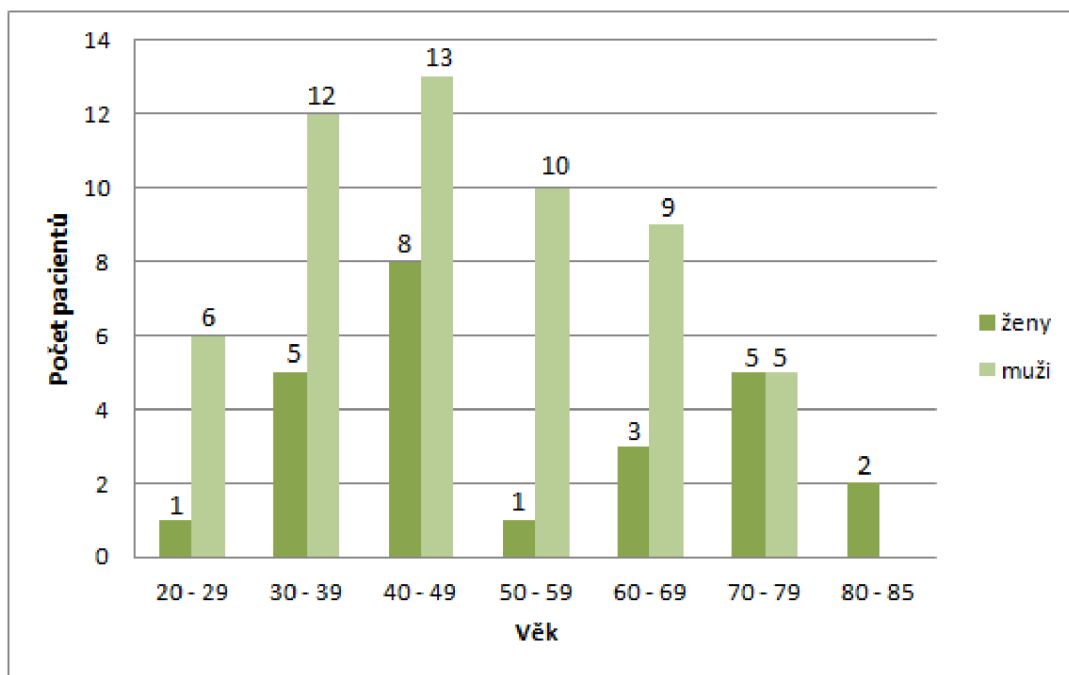


**Graf č. 4:** Věkové rozpětí pacientů s urolitiázou

Věkové rozložení pacientů jsem dále analyzovala podle pohlaví. Výsledky jsou opět shrnuty v následující tabulce a grafu. Je vidět, že u žen incidence roste s nejvyšším výskytem urolitiázy ve věku 40 – 49 let, v pozdějším věku se vyskytuje méně a nepravidelně. U mužů je patrný nárůst s nejvyšším výskytem mezi 30 – 39 lety, ale hlavně ve věku 40 – 49 let. Pak následuje mírný pokles s poměrně srovnatelným výskytem ve věku 50 – 69 let.

| Věk  | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 | 60 - 69 | 70 - 79 | 80 - 85 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Muži | 6       | 12      | 13      | 10      | 9       | 5       | 0       |
| Ženy | 1       | 5       | 8       | 1       | 3       | 5       | 2       |

**Tabulka č. 2:** Věkové rozložení podle pohlaví



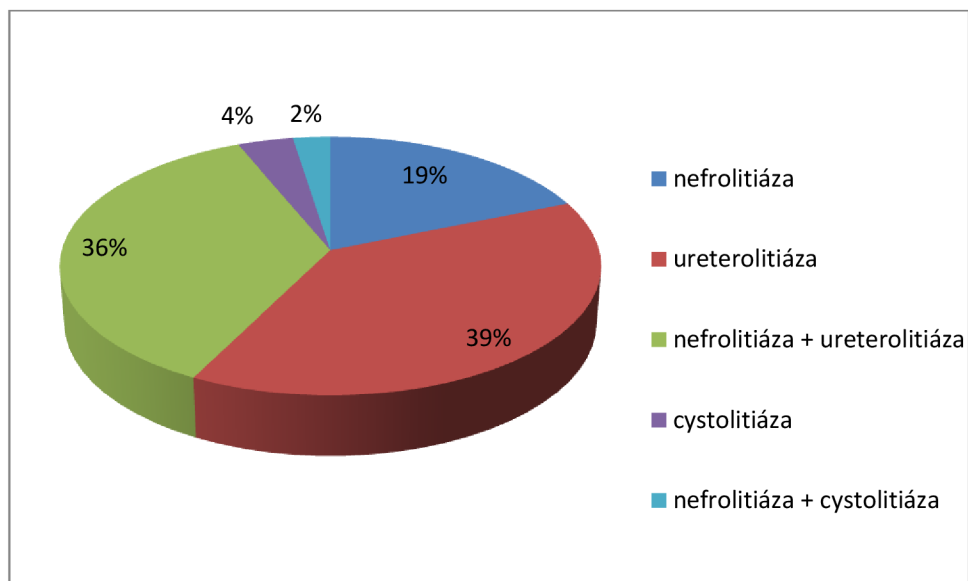
**Graf č. 5:** Věkové rozložení podle pohlaví

Dále jsem se zabývala nálezů na CT v závislosti na lokalizaci konkrementů. Nejčastějším nálezem byla ureterolitiáza, a to u 39 % případů (31 pacientů). Ve 36 % případů (u 29 pacientů) byla nalezena současně nefrolitiáza a ureterolitiáza. V 19 % případů (15 pacientů) se jednalo o nefrolitiázu. U 4 % případů (3 pacienti) byla diagnostikována cystolitiáza. U zbylých 2 % případů (2 pacienti) byla nalezena nefrolitiáza a cystolitiáza. Výsledky šetření shrnuje následující tabulka a graf.

| Nález na CT                   | Počet případů |
|-------------------------------|---------------|
| nefrolitiáza                  | 15            |
| ureterolitiáza                | 31            |
| nefrolitiáza + ureterolitiáza | 29            |
| cystolitiáza                  | 3             |
| nefrolitiáza + cystolitiáza   | 2             |

**Tabulka č. 3:** Nálezy na CT





**Graf č. 6:** Nálezy na CT

Z 80 pacientů s urolitiázou jich 23 ještě před nativním CT podstoupilo nativní RTG snímek ledvin a močového měchýře. Nálezy na obou vyšetřeních jsem shrnula do následující tabulky.

| Pacient | Nález na RTG                      | Nález na CT                   |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1       | ureterolitiáza                    | ureterolitiáza                |
| 2       | ureterolitiáza                    | ureterolitiáza                |
| 3       | ureterolitiáza                    | ureterolitiáza                |
| 4       | susp. ureterolitiáza              | ureterolitiáza                |
| 5       | ureterolitiáza v ústí či již v mm | cystolitiáza                  |
| 6       | nefrolitiáza                      | nefrolitiáza                  |
| 7       | nefrolitiáza                      | nefrolitiáza                  |
| 8       | nefrolitiáza                      | nefrolitiáza                  |
| 9       | nefrolitiáza + ureterolitiáza     | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 10      | nefrolitiáza + ureterolitiáza     | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 11      | nefrolitiáza + ureterolitiáza     | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 12      | bez detekce litiázy               | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 13      | bez detekce litiázy               | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 14      | bez detekce litiázy               | nefrolitiáza + cystolitiáza   |
| 15      | bez detekce litiázy               | ureterolitiáza                |

|    |                     |                               |
|----|---------------------|-------------------------------|
| 16 | bez detekce litiázy | ureterolitiáza                |
| 17 | bez detekce litiázy | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 18 | bez detekce litiázy | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 19 | ureterolitiáza      | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 20 | ureterolitiáza      | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 21 | ureterolitiáza      | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 22 | ureterolitiáza      | nefrolitiáza + ureterolitiáza |
| 23 | ureterolitiáza      | nefrolitiáza + ureterolitiáza |

**Tabulka č. 4:** Porovnání nálezů na RTG a CT

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že v šestnácti případech byla litiáza na prostém snímku detekovaná. Můžeme konstatovat, že se jednalo o rtg-kontrastní konkrementy. Z těchto šestnácti vyšetření se v pěti případech nepodařilo zachytit všechny konkrementy, což může být způsobeno malou velikostí konkrementu, ale spíše rtg-nekontrastností. V některých případech se nativní snímek obtížně hodnotí pro rušivou střevní náplň. Ve zbylých sedmi případech nebyla litiáza na prostém snímku detekovaná, z čehož můžeme vyvodit, že se jednalo zřejmě o rtg-nekontrastní konkrementy.

Pokud pět případů, kde nativní snímek odhalil pouze některé konkrementy, zařadíme do vzorku s případy, kde se nálezy na RTG a CT shodovaly, můžeme vypočítat, že prostý snímek detekoval litiázu v 70 % případů.

## 2.4 Diskuse

V praktické části bakalářské práce jsem zpracovávala údaje, které se týkaly 100 pacientů, kteří podstoupili spirální nativní CT z důvodu renální koliky. V současné době má nativní CT zásadní roli v diagnostice urolitiázy, protože umožňuje detekovat všechny druhy konkrementů, případně odhalit jinou příčinu obtíží pacienta. Cílem práce bylo zjistit četnost výskytu urolitiázy, zda toto onemocnění postihuje častěji muže nebo ženy, v kterém věku se urolitiáza nejčastěji objevuje a nejčastější nálezy podle lokalizace konkrementů. Dále jsem se věnovala pacientům, kteří před CT podstoupili ještě prostý snímek ledvin a močového měchýře a zjišťovala, zda nativní snímek litiázu detekoval.

Z analýzy získaných dat vyplývá, že ze 100 pacientů s renální kolikou, kteří podstoupili nativní CT na průkaz konkrementu, se urolitiáza potvrdila u 80 z nich. V tomto souboru měli převahu muži, kteří tvořili 69 %, ženy pak 31 %. Tímto se potvrdil můj předpoklad, že muži trpí urolitiázou častěji. Výsledný poměr je 2,2 : 1 v neprospěch mužů, což odpovídá odborné literatuře, která uvádí, že muži jsou postiženi zhruba dvakrát až třikrát častěji než ženy.

Z grafu č. 4 zobrazující věkové rozložení pacientů můžeme vyčíst, že urolitiáza se může vyskytovat prakticky v kterémkoli věku. V našem vzorku pacientů se nejčastěji vyskytuje ve věku 40 – 49 let. Při podrobnějším zkoumání zjistíme, že v tomto věku se vyskytuje nejčastěji u mužů i u žen.

Nejčastějším nálezem na CT byla ureterolitiáza, konkrétně ve 39 % případů. Pak následoval nález nefrolitiázy současně s ureterolitiázou, ve 36 % případů. Nejčastější nález ureterolitiázy vyplývá z toho, že močovod má malý průměr, takže se zde konkrement může snadno zaklínit, způsobit obstrukci a renální koliku.

Z 23 pacientů, kteří nejprve podstoupili nativní snímek ledvin a močového měchýře a následně nativní CT, prostý snímek zachytil litiázu v 16 případech, tedy v 70 %. Z toho v 5 případech nebyly detekovány všechny konkrementy. Detekční schopnost nativního snímku závisí na velikosti a rtg-kontrastnosti konkrementů, hodnocení také ztěžuje rušivá střevní náplň, sumace se skeletem. Můj předpoklad, že prostý snímek odhalí litiázu alespoň u 60 % pacientů, se splnil. Toto vyšetření ale považujeme spíše za orientační, hlavní roli zaujímá nativní CT.

## ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabývala možnostmi zobrazení uropoetického traktu. Ke správné diagnostice patologií urotraktu obvykle nestačí pouze jedna zobrazovací metoda, ale metody se vhodně kombinují, s cílem co nejmenší radiační zátěže pacienta.

Nejčastěji se jako iniciální zobrazovací metoda používá ultrazvuk, především proto, že nevyužívá ionizující záření. I přes významný pokrok zobrazovacích metod se stále využívají klasická rentgenová vyšetření, např. nativní snímek ledvin a močového měchýře. Ovšem velký význam v diagnostice nemocí, a to nejen uropoetického traktu, zaujímá výpočetní tomografie. Nejvíce se uplatňuje v nádorové diagnostice a detekci urolitiázy. V poslední době také roste význam magnetické rezonance, zejména s postupným rozšířením této metody. Výhodou je nepřítomnost ionizujícího záření, ale stále se nejedná o standardně využívanou zobrazovací metodu v diagnostice nemocí uropoetického traktu.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Seznam literatury:

- [1] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 470 s. ISBN 80-247-0143-X.
- [2] DVOŘÁČEK, Jan. *Urologie praktického lékaře*. 1. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2000, 316 s., obr. ISBN 80-858-6652-8.
- [3] DVOŘÁČEK, Jan. *Urologie*. 1. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 1998, 515 s. ISBN 80-858-6630-7.
- [4] DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
- [5] FERDA, Jiří, Milan NOVÁK a Boris KREUZBERG. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, c2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.
- [6] GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA. *Základy anatomie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 163 s., il. ISBN 80-726-2302-8.
- [7] HOLIBKOVÁ, Alžběta a Stanislav LAICHMAN. *Přehled anatomie člověka*. 5. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 140 s. ISBN 978-80-244-2615-0.
- [8] HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEIN. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. 1. vyd. Brno: Neptun, 2001, 381 s. ISBN 80-902-8961-4.
- [9] KAWACIUK, Ivan. *Urologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 531 s. ISBN 978-807-2626-267.
- [10] MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 208 s. ISBN 80-247-1190-7.
- [11] NEKULA, Josef. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 205 s. ISBN 80-244-0259-9.
- [12] SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-802-4741-086.

Internetové zdroje:

- [13] BAITLER, Tomáš. *Urolitiáza*. [online]. [cit. 2015-01-21]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/urolitiaza.pdf>
- [14] ČERNÁ, Nikola. *CT angiografie*. [online]. 2013, Brno [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/381383/lf\\_b/CT\\_angiografie.pdf](https://is.muni.cz/th/381383/lf_b/CT_angiografie.pdf). Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [15] GRILL, Robert. *Traumata urogenitální soustavy*. [online]. [cit. 2015-01-21]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/traumata-urogenitalni-soustavy.pdf>
- [16] HOLÝ, Petr. *Únik moči (močová inkontinence)*. [online]. [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.cus.cz/pro-pacienty/diagnozy/unik-moci-mocova-inkontinence/>
- [17] KUBEŠOVÁ, Hana. *Vnitřní lékařství III: portál Lékařské fakulty Masarykovy univerzity*. [online]. 2006 [cit. 2015-01-19]. ISSN 18016103. Dostupné z: <http://portal.med.muni.cz/>
- [18] MECHL, Marek. *Metodický list intravaskulárního podání jódových kontrastních látek (JKL)*. [online]. 1993. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.crs.cz/media/File/pdf/metodicky\\_list\\_podani\\_JKL.pdf](http://www.crs.cz/media/File/pdf/metodicky_list_podani_JKL.pdf)
- [19] MIHULOVÁ, Iva. *Rentgenové kontrastní zobrazovací metody v uroradiologii*. [online]. [cit. 2015-03-15] Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2726105/>
- [20] SEDMÍK, Jaroslav, Iva MIHULOVÁ a Petr NÁDENÍČEK. *Konvenční rentgenová vyšetření vývodných cest močových*. [online]. [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: [http://www.urologickelisty.cz/urologicke-listy-clanek?ida=2191&confirm\\_rules=1](http://www.urologickelisty.cz/urologicke-listy-clanek?ida=2191&confirm_rules=1)
- [21] SRP, Antonín. *Výpočetní tomografie a magnetická rezonance v urologii*. [online]. [cit. 2015-01-31]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/vypocetni-tomografie-a-magneticka-rezonance-v-urologii.pdf>
- [22] TICHÝ, Stanislav. *Vrozené vady ledvin a močových cest*. [online]. [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/vrozene-vady-ledvin-a-mocovych-cest.pdf>
- [23] ZADRAŽILOVÁ, Tereza. *Ultrazvuk - diagnostické a terapeutické využití*. [online]. Praha, 2004 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z: [http://ftplf2.agarek.com/fyziio/prvak/biofyzika/semin/tercaza\\_uz.php](http://ftplf2.agarek.com/fyziio/prvak/biofyzika/semin/tercaza_uz.php). Seminární práce. Karlova univerzita.

- [24] ZACHOVAL, Roman. *Nádory močového měchýře*. [online]. [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/nadory-mocoveho-mechyre.pdf>
- [25] ZÁLESKÝ, Miroslav. *Cystické nemoci ledvin*. [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/cysticke-nemoci-ledvin.pdf>
- [26] <http://www.atlasloveka.upol.cz/cs/cs02/cs0206/cs020600.html>
- [27] <http://www.mri-portal.com>

## SEZNAM ZKRATEK

|                 |  |
|-----------------|--|
| 3D              | trojrozměrný                                   |
| aa.             | arterie, tepny                                 |
| AAST            | American Association for the Surgery of Trauma |
| AP              | anterior-posterior, předozadní                 |
| CO <sub>2</sub> | oxid uhličitý                                  |
| COR             | koronární                                      |
| CT              | výpočetní tomografie                           |
| CTA             | CT angiografie                                 |
| FR              | fyzilogický roztok                             |
| HU              | Hounsfieldova jednotka                         |
| Hz              | Hertz  |
| IVU             | intravenózní vylučovací urografie              |
| KL              | kontrastní látka                               |
| MDCT            | multidetektorové CT                            |
| mm              | močový měchýř                                  |
| MPR             | multiplanární rekonstrukce                     |
| MR              | magnetická rezonance                           |
| MRA             | MR angiografie                                 |
| PA              | posterior-anterior, zadopřední                 |
| RTG             | rentgen, rentgenový                            |
| SAG             | sagitální                                      |
| susp.           | suspektní                                      |
| TRA             | transverzální                                  |
| US              | ultrasonografie                                |
| VUR             | vezikoureterální reflux                        |

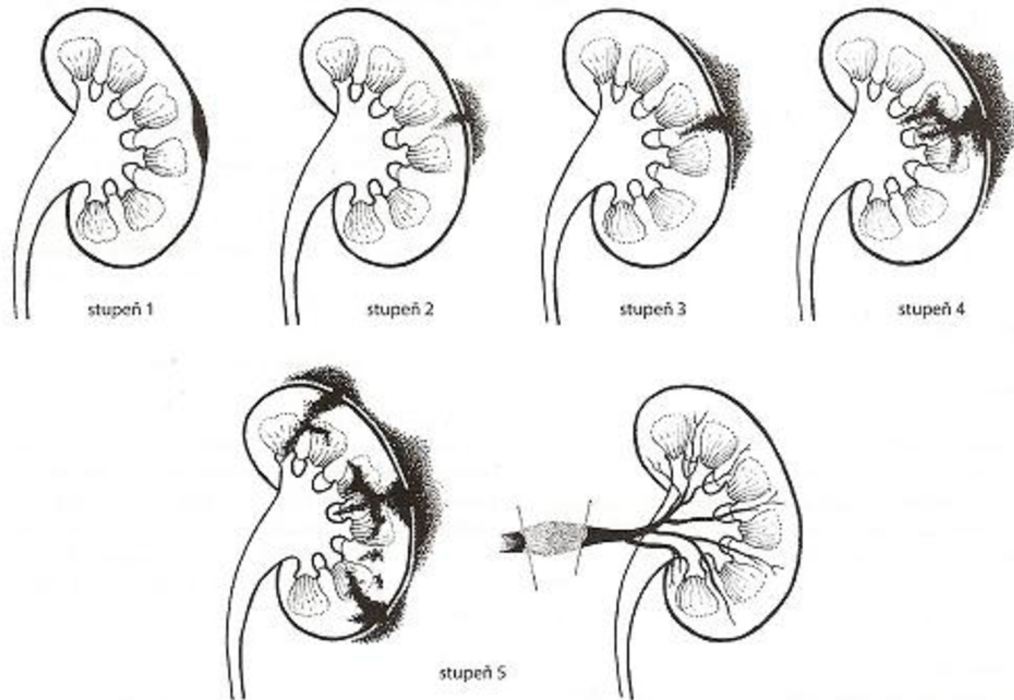


## SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

|  |    |
|--|----|
| Obrázek č. 1: Ledviny .....  | 9  |
| Obrázek č. 2: Stavba nefronu .....   | 11 |
| Obrázek č. 3: Rozdělení sond .....   | 23 |
| Obrázek č. 4: Rentgenka (K – katoda, A – anoda) .....  | 24 |
| Obrázek č. 5: Princip CT .....   | 26 |
| Obrázek č. 6: Zobrazení ledviny pomocí ultrazvuku .....  | 31 |
| Obrázek č. 7: Zobrazení močového měchýře pomocí ultrazvuku .....   | 32 |
| Obrázek č. 8: Nativní snímek ledvin a močového měchýře v AP projekci .....                               | 33 |
| Obrázek č. 9: IVU – snímek za 14 minut po aplikaci KL v AP projekci .....                                | 34 |
| Obrázek č. 10: Snímek po náplni močového měchýře KL v AP projekci (VUR vlevo) .....                      | 35 |
| Obrázek č. 11: Snímek mikční fáze u muže v šikmé projekci (stenóza uretry) .....                         | 36 |
| Obrázek č. 12: Bočný snímek řetízkové cystouretrografie v klidové fázi a při<br>Valsalvově manévru ..... | 37 |
| Obrázek č. 13: Nástřík nefrostomického drénu v AP projekci .....   | 38 |
| Obrázek č. 14: Nativní CT ledvin v transverzální rovině .....  | 39 |
| Obrázek č. 15: CT urografie v koronární rovině .....   | 40 |
| Obrázek č. 16: CTA renální tepen 3D rekonstrukce (stenóza renální tepny vpravo) .....                    | 41 |
| Obrázek č. 17: MR postkontrastní T <sub>1</sub> vážený obraz ledvin v koronární rovině .....             | 42 |
| Obrázek č. 18: MR urografie v koronární rovině .....   | 43 |
| Obrázek č. 19: MRA renálních tepen v koronární rovině .....  | 43 |
| Graf č. 1: Poměr počtu vyšetřených mužů a žen s renální kolikou .....                                    | 45 |
| Graf č. 2: Průkaz urolitiázy u pacientů s renální kolikou .....  | 45 |
| Graf č. 3: Poměr počtu mužů a žen s urolitiázou .....  | 46 |
| Graf č. 4: Věkové rozpětí pacientů s urolitiázou .....   | 47 |
| Graf č. 5: Věkové rozložení podle pohlaví .....  | 48 |
| Graf č. 6: Nálezy na CT .....  | 49 |
| Tabulka č. 1: Věkové rozpětí pacientů s urolitiázou .....  | 46 |
| Tabulka č. 2: Věkové rozložení podle pohlaví .....   | 47 |
| Tabulka č. 3: Nálezy na CT .....   | 48 |
| Tabulka č. 4: Porovnání nálezů na RTG a CT .....   | 49 |

# PŘÍLOHY

## Příloha 1: Mezinárodní klasifikace traumatického poranění ledviny



**Obr. 128. Poranění ledviny: klasifikace AAST. Stupeň 1** – kontuze ledviny s makroskopickou nebo mikroskopickou hematurii a mikroskopickým prokrvácením parenchymu; subkapsulární neexpandující hematom bez lacerace parenchymu; **stupeň 2** – perirenální neexpandující hematom lokalizovaný v retroperitoneu; trhlina parenchymu ledviny do hloubky < 1 cm bez úniku moče do retroperitonea; **stupeň 3** – trhlina kortexu ledviny do hloubky > 1 cm bez ruptury dutého systému ledviny a úniku moče extraperitoneálně; **stupeň 4** – úplné roztržení parenchymu ledviny a dutého systému; roztržení kmene renální tepny nebo žilní poranění s masivním krvácením; **stupeň 5** – kompletní rozdrčení ledviny nebo avulze renálního hilu s devaskularizací ledviny

(Zdroj: KAWACIUK, Ivan. *Urologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 531 s. ISBN 978-807-2626-267.)

**Příloha 2:** Průběh intravenózní vylučovací urografie



A: Nativní snímek ledvin a močového měchýře před aplikací KL v AP projekci



B: Snímek za 7 minut po aplikaci KL v AP projekci



C: Snímek za 14 minut po aplikaci KL v AP projekci



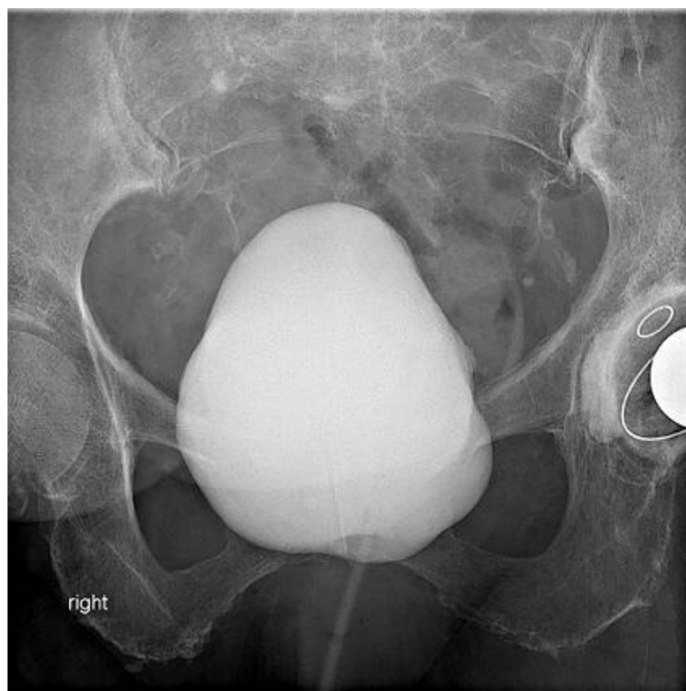
D: Snímek za 21 minut po aplikaci KL v PA projekci

(Zdroj: FN Brno)

**Příloha 3:** Průběh cystourethrografie u ženy



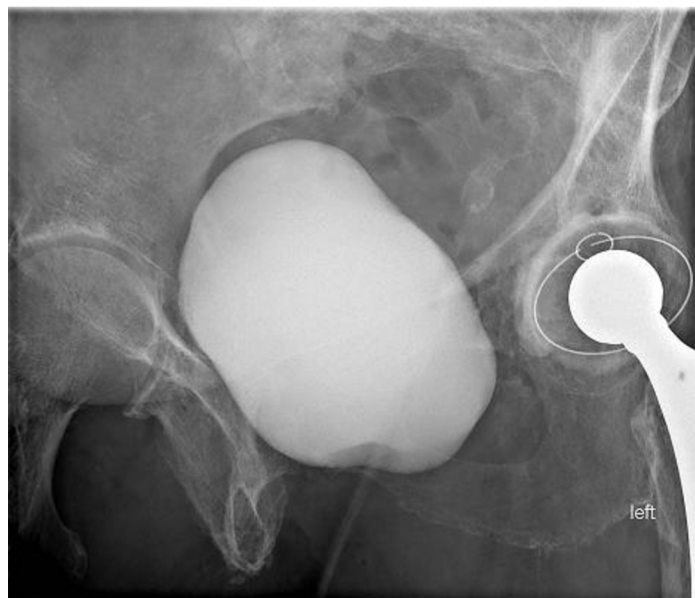
A: Nativní snímek pánve v AP projekci



B: Snímek po náplni močového měchýře v AP projekci  
(pasivní VUR vlevo do distální části ureteru)



C: Snímek v AP projekci při Valsalvově manévru  
(také drobný VUR vpravo)



D: Levá šikmá projekce



E: Pravá šikmá projekce



F: Bočná projekce

(Zdroj: FN Brno)

**Příloha 4:** Průběh cystourethrografie včetně mikce u muže



A: Nativní snímek pánve v AP projekci



B, C: Plnění močového měchýře v pravé šikmé projekci





D: Snímek po náplni močového měchýře v AP projekci



E: Snímek v AP projekci při Valsalvově manévru



F: Levá šikmá projekce



G: Bočná projekce



H, CH, I, J: Mikce v pravé šikmé projekci  
(stenóza uretry)



K: Snímek močového měchýře na postmikční reziduum v AP projekci

(Zdroj: FN Brno)

**Příloha 5:** Průběh nástřihu nefrostomického drénu



A



B

A, B: Nativní snímky v AP projekci



C



D

C, D: Nástřík nefrostomického drénu v AP projekci



E: Nástřík nefrostomického drénu v šikmé projekci

(Zdroj: FN Brno)

## Příloha 6: Příklady CT ledvin



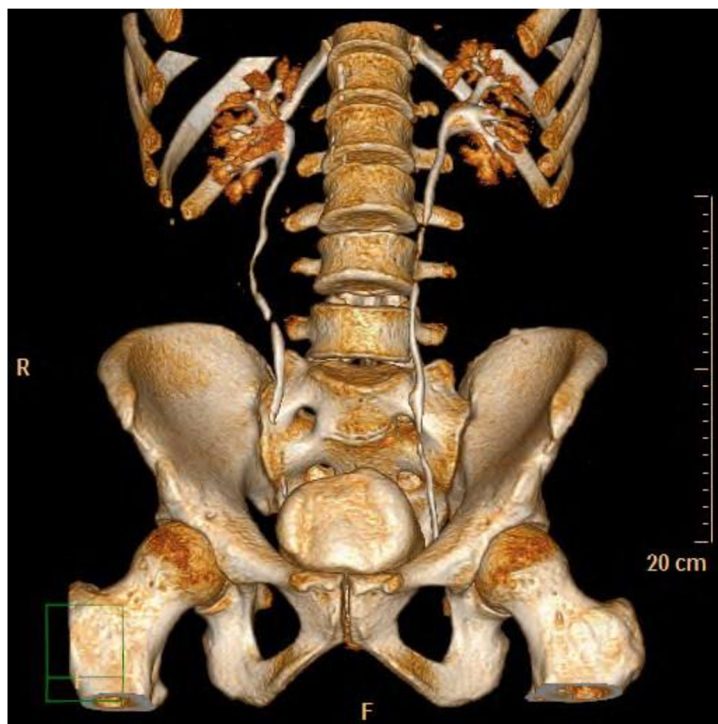
Nativní CT ledvin v koronární rovině – cysta pravé ledviny



Nativní CT ledvin v koronární rovině – ureterolitiáza vlevo

(Zdroj: FN Brno)

**Příloha 7: CT urografie 3D rekonstrukce**



(Zdroj: FN Brno)