

**VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ,
o.p.s. PRAHA 5**

Zobrazovací metody při podezření na renální koliku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JAKUB HRUŠKA

Praha 2012

**VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ,
o.p.s. PRAHA 5**

Zobrazovací metody při podezření na renální koliku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JAKUB HRUŠKA

Stupeň kvalifikace: bakalář

Komise pro studijní obor: Radiologický asistent

Vedoucí práce: MUDr. Aleš Machovec

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité zdroje literatury jsem uvedl v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne 15. 4. 2013

podpis

Poděkování

Děkuji MUDr. Alešovi Machovcovi za odborné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

ABSTRAKT

HRUŠKA, Jakub. *Zobrazovací metody při podezření na renální koliku*. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (BC). Vedoucí práce: MUDr. Aleš Machovec, Praha 2013. 55 s.

Tato práce se zabývá zobrazovacími metodami využívanými při diagnostice pacientů s podezřením na renální koliku. Jsou to nativní nefrogram, intravenózní vylučovací urografie, nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT, ascendentní pyelografie. Dané metody jsou popsány a na závěr je provedeno srovnání diagnostického přínosu, finanční a časové náročnosti, celkové radiační zátěže a komfortu pacienta. Nosnou částí práce je podrobný popis zobrazovacích metod, postup vyšetření, popsání současných trendů v této oblasti a porovnání metod. Cílem je poskytnout ucelený popis dané tematiky.

Klíčová slova

CT, Konkrement, RTG, Urolitiáza, USG.

HRUŠKA, Jakub. *Imaging Methods by Suspecting of Renal Colic*. Medical college. Qualification degree: Bachelor. Supervisor: MUDr. Aleš Machovec, Prague 2013, 55 pages

This work depicts the imaging methods used in diagnostic of patients with a suspicion of renal colic. These are the native nefrogram, intravenose excretive urography, native examination of abdomen and pelvis by a spiral CT and ascendent pyelography. Given methods are described and in the end a diagnostic asset, financial and time demands, overall radiation drag and comfort of the patients are compared within the methods. The principal part of this work is a detailed description of the imaging methods, process of the examination, description of contemporary trends in this sphere and comparison of the methods. The main goal is to provide a global description of this topic.

Key words

CT, Concrement, RTG, USG, Urolitiasis

OBSAH

ÚVOD	9
1 UROPOETICKÝ SYSTÉM	10
1.1 Anatomie uropoetického systému	10
1.1.1 Ledvina (ren)	10
1.1.2 Vývodné cesty močové	16
1.2 Fyziologie uropoetického systému	17
1.2.1 Glomerulární filtrace	17
1.2.2 Činnost tubulů	19
1.2.3 Vývodné cesty močové	20
1.2.4 Úloha ledvin při homeostáze vnitřního prostředí	21
2 RENÁLNÍ KOLIKA	23
1.1 Urolitiáza	23
3 DIAGNOSTICKÉ METODY	27
3.1 Skiografické metody	27
3.1.1 RTG záření	27
3.1.2 Nativní nefrogram (snímek ledvin) a močového měchýře	31
3.1.3 Intravenózní vylučovací urografie (IVU)	32
3.2 Ultrasonografie	35
3.2.1 Princip ultrasonografie	35
3.2.2 Hlavní typy ultrazvukového zobrazení	36

3.2.3	Ultrasonograf a vyšetřovací sondy	37
3.2.4	Ultrasonografické vyšetření ledvin	38
3.3	Výpočetní tomografie	40
3.3.1	Princip výpočetní tomografie	40
3.3.2	Nativní spirální CT	42
3.4	Ascendentní pyelografie	44
3.5	Dynamická scintigrafie ledvin	44
3.6	Vyšetření urolitiázy v těhotenství	45
4	DISKUZE	47
4.1	Porovnání popsaných metod	47
5	CÍL PRÁCE	50
	ZÁVĚR	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52

ÚVOD

Urolitiáza a s ní související renální kolika je onemocnění, které postihuje cca 4% obyvatelstva a tvoří cca 1% hospitalizací. Riziko opakovaných záchvatů dosahuje až 50% a významně tak snižuje kvalitu života pacientů.

Rozvoj moderních zobrazovacích metod umožňuje včasnou diagnostiku, která je nezbytná pro rychlé zahájení léčby a tím i zkrácení doby utrpení pacienta. Správně zvolený algoritmus vyšetření tak zároveň snižuje náklady na zdravotní péči.

Zobrazovací metody využívané při diagnostice renální koliky zaznamenávají spolu s celým oborem neustálý vývoj - od nativního nefrogramu přes intravenózní vylučovací urografii, ultrasonografii a nativní spirální výpočetní tomografii. Tato vyšetření umožnila omezit invazivní vyšetřovací metody, jako např. ascendentní pyelografii. Každá z těchto metod má své výhody, ale i nevýhody - ať už je to cena, radiační zátěž, zdlouhavost či nízká výtěžnost vyšetření.

Touto prací bych rád přispěl k lepší orientaci v problematice diagnostiky urolitiázy a zefektivnění vyšetřovacího postupu.

1 UROPOETICKÝ SYSTÉM

Základní funkcí uropoetického systému je funkce exkretorická. To znamená, že zajišťuje vylučování produktů látkové přeměny, které jsou rozpuštěny v krvi. Činí tak za pomoci mechanismů zahušťujících vytvořený filtrát a zajišťujících navrácení látek, které jsou pro organismus nepostradatelné. Další mechanismy přidávají některé složky do vylučované tekutiny. Mimo to má funkci metabolickou a endokrinní. Tím se podílí na regulaci objemu i složení tělesných tekutin, dále na regulaci systémového krevního tlaku, krvetvorbě a mnoha metabolických procesech včetně acidobazické rovnováhy.

1.1 Anatomie uropoetického systému

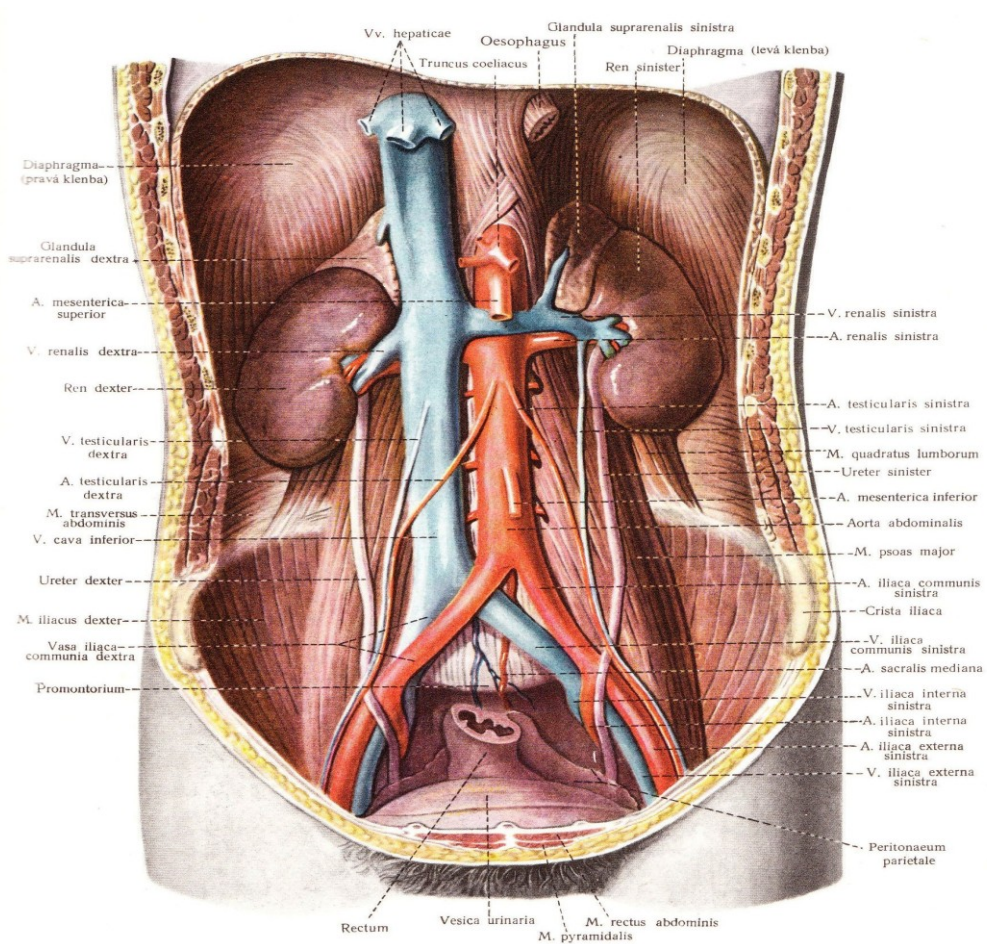
Uropoetický systém (organa urinaria) se skládá z ledvin, močovodů, močového měchýře a močové trubice. (SINĚLNÍKOV, 1980)

1.1.1 Ledvina (ren)

„Ledvina je párový orgán tvaru bobu, nejčastěji červenohnědé barvy. Ledviny jsou uloženy retroperitoneálně a laterálně od obratlů Th 12 – L 2, pravá ledvina bývá uložena kaudálněji. Rozměry ledvin: délka 10 – 12 cm, šířka 5 – 6 cm a tloušťka 4cm. Hmotnost bývá v rozmezí 120 – 200 g. Levá ledvina je o něco delší než pravá a někdy je i těžší“ (SINĚLNÍKOV, 1980, str. 171). V nitroděložním období a ranném dětství je ledvina laločnatá, během vývoje hranice mezi laloky mizí a ledvina se vyhlazuje (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Na každé ledvině rozeznáváme přední a zadní plochu, laterální a mediální okraj a horní a dolní pól. Přední plocha ledviny (facies anterior) je vypouklá. Horní část pravé ledviny naléhá na játra, horní část levé ledviny na žaludek. Zadní plocha ledvin (facies posterior) je oploštělá. Obě ledviny naléhají laterální částí na čtyřhranný sval bederní (m. quadratus lumborum). Laterální okraj je vyklenutý a natočen k zadní stěně břišní. Mediální okraj je konkávní, orientován

ventromediokaudálně.



Obr. č.1 Zdroj (Sinělnikov, 1980, str. 175)

Organa urinaria, pohled zředu

Na mediální straně ledviny se nachází hilum renale, zářez zasahující do ledviny a přecházející v jamku (sinus renalis). Hilum renale je vpředu ohraničeno úzkým předním pyskem, zezadu širokým zadním pyskem (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

V sinus renalis jsou umístěny další útvary - větší část ledvinné pánvičky s ledvinnými kalichy (uloženy spíše dorzálně), ventrálně do sinus renalis vstupují tepny, žíly a nervy. Dále jsou zde umístěny lymfatické uzliny a tuková tkáň. V dorzální části sinus renalis vystupuje močovod (ureter).

Na horní póly obou ledvin nasedají nadledviny (glandulae suprarenales). Každá ledvina je rozčleněna na několik ledvinných segmentů (SINĚLNÍKOV, 1980).

Ledviny jsou chráněny tukovým pouzdrem a ledvinnou fascií. Tukové poudro (capsula adiposa) ledvinným hilem proniká až do sinus renalis. Dorzálně je tukové poudro zesíleno, což je důležité mimo jiné k mechanické ochraně ledvin. Tukový polštář je chráněn fascií ledvinou (fascia renalis), která je součástí fascie subperitonealis. Fascia renalis se u ledvinného hilu dělí na dva listy - přední renální fascii (lamina praerenalis) a zadní renální fascii (lamina retrorenalis). Listy fascie renalis spolu s tukovým poudrem kryjí ledviny, nadledviny a ledvinné cévy a nervy. Tukovým poudrem prostupují vazivové pruhy vedoucí od renální fascie k vlastnímu fibroznímu pouzdru ledvin (SINĚLNÍKOV, 1980).

Samotný povrch ledviny je kryt vazivovým pouzdrum – capsula fibrosa. Skládá se ze dvou vrstev - vnější a vnitřní, která obsahuje také hladké svaly. Hladká svalovina proniká i do ledvinné tkáně. Vazivové pouzdro není s parenchymem zdravé ledviny pevně spojeno.

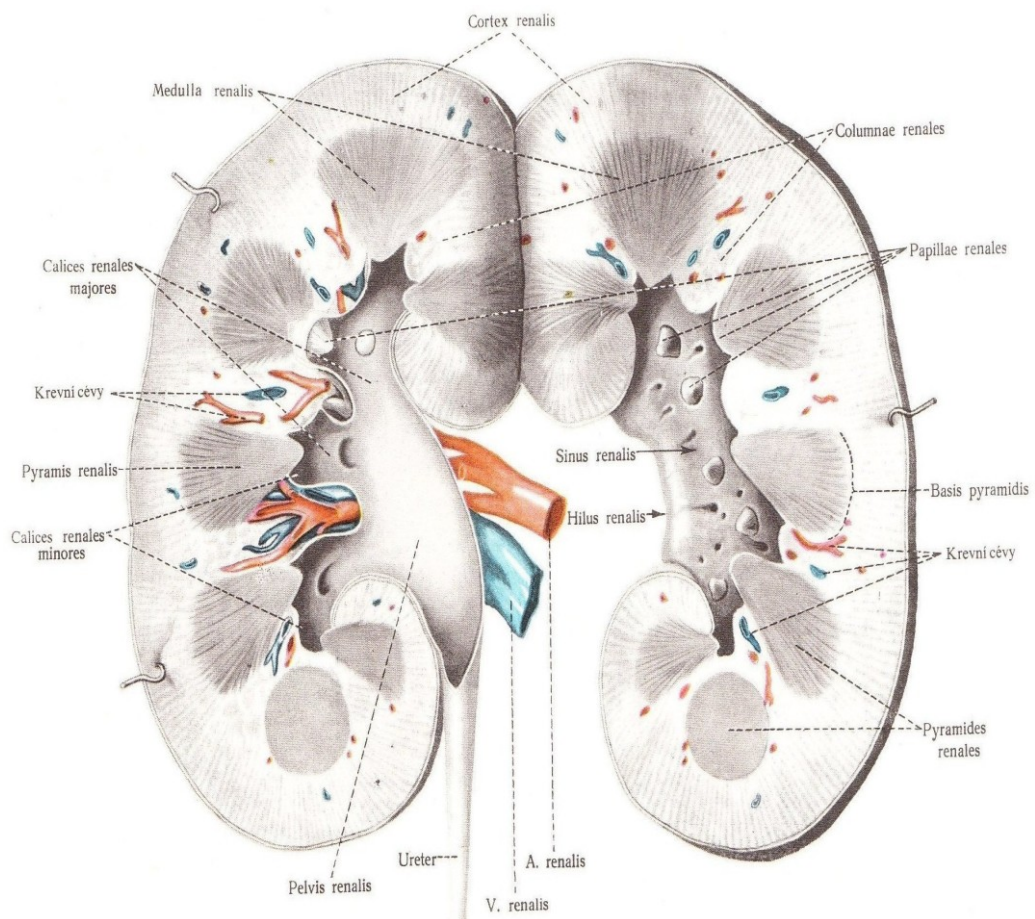
„Parenchym ledviny je složen z dřene ve střední části ledviny a kůry na obvodu ledviny. Navzájem se liší silou i barvou. Dřeň je silnější než kůra, je zbarvena červeně s nádechem do světlemodra, kůra je nažloutle červená. Odlišná barva je dána nestejným naplněním krví“ (SINĚLNÍKOV, 1980, str. 174).

Kůra (cortex renalis) se nachází na povrchu ledviny má sílu 5 – 7 mm a lemuje základny renálních pyramid. V cortexu se nacházejí cévní klubíčka - glomeruly. Z kůry mezi jednotlivé pyramidy směrem do hilu vystupují výběžky, tzv. sloupce ledvinné (columnae renales).

Většina objemu parenchymu ledviny je tvořena dřeni (medulla renalis). Netvoří jí jednodlitá hmota, ale 10 – 15 ledvinných pyramid (pyramides renales). Báze každé pyramidy je obrácena k zevnímu povrchu ledviny (směrem ke kortexu), vrchol pak k sinu ledvinnému. Výběžky dřene zasahují i do kůry (pars radiata corticis).

Vrcholky pyramid se spojují po 2-3 (někdy i více) a vytvářejí bradavky

(papillae renales), které vystupují do sinus renalis. Počet papil v každé ledvině je přibližně 7-8. Na vrcholu každé papily je různý počet otvůrků (foramina papillaria). Papily jsou obklopeny malými nálevkovitými kalichy, někdy jeden kalich nasedá na více papil najednou. Několik malých renálních kalichů se spojuje ve velký kalich (calix renalis major), velké kalichy se dále spojují a vytvářejí ledvinnou pánvičku (pelvis renalis). *“Ledvinná pánvička má předozadně oploštělý tvar nálevky, její rozšířená část leží v sinu renálním, zužující se část vystupuje v hilu a přechází v ureter. Dutina malých i velkých ledvinných kalichů je kryta sliznicí, která plynule přechází ve sliznici ledvinné pánvičky a sliznici močovodu“* (Sinělnikov, 1980, str. 174).



Obr. č 2: Zdroj (Sinělnikov,1980, str.183)
Průřez pravou ledvinou, frontální řez, poloschematicky

„Funkční a stavební jednotkou ledvin je nefron. V každé ledvině se nalézá asi 1 – 1,2 milionů nefronů. Objemově reprezentují většinu kůry ledviny. Nefron se skládá z ledvinného (Malpighiho) tělíska (corpusculum renale), z proximálního kanálku (tubulus contorus proximalis), z Henleovy kličky (ansa nefrica) a z distálního nefronu, který tvoří distální kanálek (tubulus contorus distalis), spojovací segment a sběrný kanálek“ (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, str. 11).

Ledvinné (Malpighiho) tělísko tvoří cévní klubíčko – glomerulus, což je komplex kapilárních kliček uzavřených ve váčkovitě vchlípeném počátku nefronu – tzv. Bowmanově váčku (pouzdrě) – capsula glomerularis. V Malpighiho tělísku probíhá filtrace protékající krevní plazmy a zde vzniká tzv. primární moč. Z přívodné tepénky – arteriola glomerularis afferens pokračují kapilární kličky glomerulu – a krev po průtoku klubíčkem pokračuje do odvodné tepénky – arteriola glomerularis efferens. Glomerulární kapiláry jsou obklopeny nepoddajnou bazální membránou.

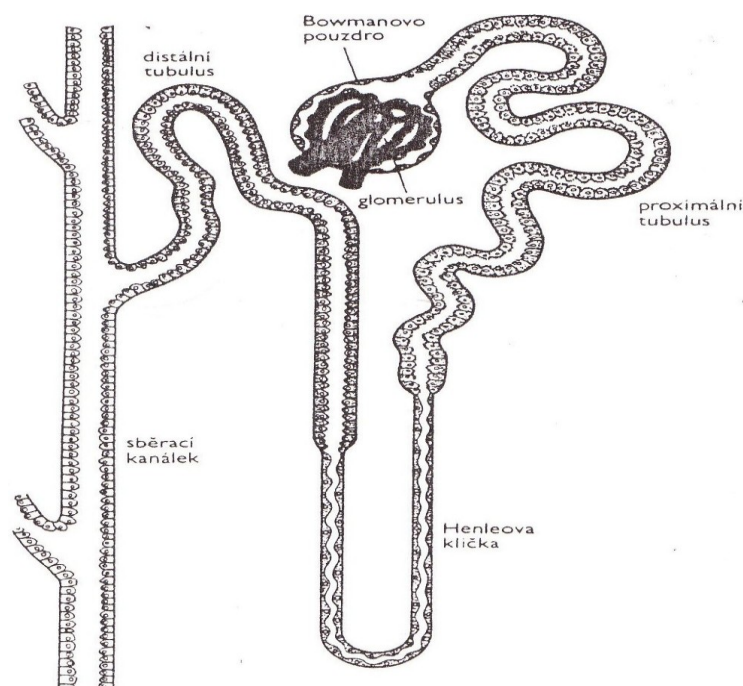
Na tu naléhá epitel Bowmanova pouzdra. Pouzdro má dva listy – zevní – který přechází ve stěnu proximálního tubulu a vnitřní – který těsně přiléhá na kapiláry glomerulu. Mezi zevním a vnitřním listem pouzdra je štěrbina, ve které začíná systém ledvinných kanálků. Kanálkový systém se skládá z histologicky odlišných oddílů, z nichž každý má svou jedinečnou funkční charakteristiku. Proximální tubulus představuje 80% celé tubulární soustavy. Jeho první úsek je bohatě vinutý a směrem ke dřeni se napřimuje a přechází v sestupné (descendentní) raménko Henleovy kličky“ (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996). Descendentní raménko míří směrem k papile. Vrcholy Henlevých kliček konkrétních nefronů se nacházejí v různých hloubkách dřene v závislosti na umístění glomerulu příslušného nefronu. Vzestupné (ascendentní) raménko prochází paralelně směrem ke kůře a přibližuje se zpět k vlastnímu glomerulu. V tomto místě přechází v distální nefron.

První částí distálního nefronu je distální tubulus, který tvoří bohatou síť kliček v blízkosti glomerulu. Konec stočené části přechází ve spojovací segment. Vždy několik spojovacích segmentů pak ústí do sběrného kanálku.

Ve dřeni se již přímé sběrné kanálky spojují do papilárních vývodů (ductus papillares), které ústí ve foramina papillaria na vrcholcích renálních papil do

ledvinové pánvičky (SINĚLNIKOV 1980).

„ Prostředníkem mezi krví a lymfou na jedné straně a tubulární tekutinou v nefronech na straně druhé je intersticiium – vmezežené řídké vazivo“ (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, str. 11).



Obr. 3: Zdroj (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, str. 11).
jednoduché schéma nefronu

Ledviny jsou krevně zásobeny prostřednictvím a. renalis, která je krátkou a poměrně širokou odnoží břišní aorty. Před vstupem do sinus renalis se a. renalis dělí na 5 větví, které uvnitř ledviny probíhají paprscovitě mezi pyramidami směrem ke kůře jako aa. interlobares. Na rozhraní kůry a dřeně se interlobární arterie dělí na dvě aa. arcuatae, které se dále větví na arteriolae rectae (směrem do dřeně) a aa. interlobulares (směrem do kůry). Aa. interlobulares se v kůře dělí na arterioily – vasa afferentia, vlastní kapiláry glomerulů. Kapiláry glomerulů jsou arteriální povahy. Dále přecházejí ve vasa efferentia, které se dále větví v kapiláry, opřádají

močové kanálky a dále přecházejí ve venózní odvodnou síť. Žilní systém analogicky odpovídá arteriálnímu průběhu. Krev z dřene sbírají *venulae rectae*, které přechází do *vv. arcuatae*. Krev z povrchových vrstev kortexu je odváděna do *venulae stellatae* a dále do *vv. interlobulares*. Sem se vlévá i krev ze sekundární kapilární sítě kolem kanálků ve dřeni. *Vv. interlobulares* pokračují do *vv. arcuatae*, které se po dvou spojují ve *vv. interlobares*. V místech *columnae renales* probíhají společně s interlobárnými arteriemi. V blízkosti papil v *sinus renalis* se *vv. interlobares* spojují ve *v. renalis*, která ústí do *v. cava inferior* (SINĚLNIKOV 1980).

Inervaci ledvin zajišťuje *plexus coeliacus* a *plexus renalis* (SINĚLNIKOV 1980).

1.1.2 Vývodné cesty močové

Močovod (*ureter*) je párový orgán dlouhý 25 – 30 cm a široký 4 – 5 mm, spojující pánvičku ledvinnou s močovým měchýřem. Stěna ureteru se skládá ze tří vrstev – *adventicie* (vazivová vrstva s elastickými vlákny, kudy probíhají nervy a cévy močovodu), svaloviny a sliznice. Močovody jsou v retroperitoneálním prostoru, začínají pravouhlým ohybem na mediálním obvodu ledvinné pánvičky. Ureter má tři části – *pars abdominalis*, *pars pelvina*, *pars intramuralis*. Uretery ústí do močového měchýře šterbinovitým *ostium ureteris* (SINĚLNIKOV 1980).

Močový měchýř (*vesica urinaria*) je dutý orgán s bohatou svalovinou ve stěně, uložený v dutině malé pánve za symfysou. Shromažďuje moč před jejím vyprázdněním (mikcí). Fyziologická kapacita měchýře je přibližně 200 – 300 ml. Tvar se mění v závislosti na naplnění. Na měchýři rozlišujeme spodní část – dno močového měchýře – *fundus vesicae*, do které jsou napojeny ze stran močovody a ze kterého ventrodorzálně vychází močová trubice. Kraniálně od fundu přechází měchýř v *corpus vesicae*, zužující se k vrcholu měchýře v *apex vesicae*. Cévní zásobení močového měchýře zajišťují *aa. vesicales*, *a. rectalis media* a u žen i *a. uterina*. Inervace probíhá prostřednictvím *plexus hypogastrici superior et inferior*.

Mužská a ženská močová trubice jsou odlišné. Mužská močová trubice

(urethra maskulina) je 18 až 22 cm dlouhá, kromě toho že je částí močových cest slouží též jako konečný úsek cest pohlavních. Má tři úseky: 1. pars prostatica dlouhá 3-4 cm, 2. membranózní část – pars membranacae, dlouhá 1-2 cm. 3. poslední spongiózní část – pars spongiosa, je 15 cm dlouhý úsek a močová trubice jím vstupuje do jednoho z topořivých těles pyje. Ženská močová trubice (urethra femina) je dlouhá 3-4 cm a roztažitelná až na 7-8 mm. (SINĚLNIKOV 1980).

1.2 Fyziologie uropoetického systému

Ledviny jsou pro život nezbytným orgánem a zastávají řadu velmi důležitých funkcí. V klasickém pojetí jsou nejdůležitějším vylučovacím orgánem a odstraňují z těla většinu odpadových látek, jejichž nahromadění by v organismu působilo toxicky (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996). Za hlavní funkci ledvin lze považovat udržování homeostázy vnitřního prostředí. Ledviny vylučují i látky tělu potřebné (H₂O, elektrolyty..), pokud je jich v daném okamžiku přebytek nebo je naopak v těle zadržují, pokud je jich nedostatek. Ledviny se zásadním způsobem podílejí na udržování stálého pH vnitřního prostředí, osmolality, objemu a obsahu elektrolytů a extracelulární tekutiny. Ledviny jsou také důležitý endokrinní orgán. Produkují řadu biologicky aktivních látek a signálních molekul, které působí většinou přímo v ledvinách nebo se krví dostávají do oběhového systému a k dalším tkáním a orgánům (např. dopamin, prostaglandiny, endoteliny, oxid dusnatý, cytokiny, růstové faktory...). Produkcí hormonu erythropoetinu se podílejí na udržování stálého tlaku O₂ ve tkáních (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

1.2.1 Glomerulární filtrace

Exkretem ledvin je moč, která tělo zbavuje přebytků vody, solí a také odpadních látek. Množství moči za den kolísá v závislosti na příjmu tekutin v rozmezí 1000 – 1500 ml. Minimální denní objem moči pro vyloučení odpadních látek je 500 ml (za extrémních podmínek, při nedostatku tekutin...). Za obvyklých podmínek je moč kyselá, pH většinou kolísá mezi 5,8 – 6,0, za specifických podmínek může pH klesnout až na 4,5 či vzrůst až k hodnotě 8,0.

Složení moči je podobné jako přirozené složení plazmy (kromě bílkovin, glukózy a aminokyselin), látky v moči jsou zastoupeny pouze v jiné koncentraci. Na rozdíl od krevní plazmy moč obsahuje i další látky př. urochrom (způsobuje nažloutké zbarvení) či amonný kationt (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Moč vzniká tzv. glomerulární filtrací. Je to první krok při tvorbě moči. V kapilárách glomerulů se odfiltruje tekutina - ultrafiltrát krevní plazmy - do dutiny Bowmanova poudra. Glomerulární filtrát pak protéká tubuly a vlivem tubulárního transportu (resorpce a sekrece) se zásadně mění jeho složení a objem. Zatímco glomerulární kapiláry jsou vysokotlaké, což umožňuje aby tekutina byla filtrována ven z kapilár, peritubulární kapiláry jsou nízkotlaké, což umožňuje opačný proces - aby tekutina vstupovala do kapilár (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Samotný glomerulární filtr se skládá ze tří vrstev. Kapilární endotel je hrubým filtrem, který nepropouští elementy krve, ale propouští většinu bílkovin plazmy. Bazální membrána, obklopující glomerulární kapiláry, je filtrem pro makromolekuly. Vrstva podocytů, epitelových buněk Bowmanova váčku, která je tvořena prstovitými výběžky, které naléhají na bazální membránu. Skuliny mezi těmito výběžky jsou důležité pro propustnost celého filtru. I když jsou poměrně velké, okolo 25 nm, membránou běžně procházejí molekuly do velikosti 4 nm a za fyziologických okolností vůbec neprocházejí molekuly nad 8 nm. Procházení molekul o rozměrech od 4 nm do 8 nm závisí na jejich tvaru, rozměru a náboji. Hůře filtrem procházejí vláknité molekuly než globulární proteiny. Roli při propustnosti také hraje elektrický náboj filtrovaných částic (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Hlavním faktorem působícím na glomerulární filtraci je filtrační tlak. Tlak krve, kterým je vypuzována tekutina ven z kapiláry je vyšší než v jiných kapilárách. To jednak proto, že vzdálenost mezi břišní aortou a glomerulem je krátká a vas afferens je přímá větev interlobulární arterie, jednak proto, že vas afferens je užší, takže má velký odpor. „*Jestliže v normálních kapilárách je tlak krve okolo 30mm Hg, v glomerulárních kapilárách je 45 – 50 mm Hg (někteří autoři uvádějí 55- 65 mm Hg)*“ (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, str. 27). Proti tomuto tlaku působí společně onkotický tlak plazmatických bílkovin o velikosti 25 mm Hg a hydrostatický tlak v Bowmanově pouzdře o velikosti 10 mm

Hg. Filtrační tlak je dán rozdílem těchto tlaků a činí tedy 15 mm Hg (tj 2 kPa). Ten ovšem nepůsobí v celé kapiláře. Jak je při průchodu kapilárou plazma ochuzována o ultrafiltrát, stoupá její onkotický tlak, takže před koncem kapiláry je už filtrace téměř nulová.

Třetím faktorem ovlivňujícím velikost filtrace je plocha na které k filtraci dochází. Velikost této plochy je asi 1,5 m². V případě potřeby zmenšována kontrakcí mesangiálních buněk (buňky vyplňující prostor glomerulu mezi kapilárami).

Proti výkyvům tlaku krve v glomerulárních kapilárách je ledvina chráněna spoluprací vas afferens a vas efferens, které ve vzájemné závislosti mění odpor a díky tomu udržují v kapilárách stálý tlak. Průsvit arteriol je ovlivněn mimo jiné i dopaminem, autakoidy a dalšími hormony či farmaky. Jednotliví činitelé nepůsobí izolovaně, ale téměř vždy jde o souhru více vazoaktivních činitelů.

Množství glomerulárního filtrátu činí u mužů 120 – 150 ml/min, u žen 110 – 115 ml/min, tj. 170 – 180 l glomerulárního filtrátu za den. Uvážíme-li, že množství finální moči je 1 – 1,5 l za den, znamená to, že v interrenálních cestách se resorbuje zpět více než 99% vody. (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Samotná filtrace není stále stejná. Mění se během dne (v noci klesá o 30%), při námaze, lehu nebo vlivem nepříjemných emocí klesá, naopak v těhotenství nebo při vysokém obsahu bílkovin v potravě stoupá. (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

1.2.2 Činnost tubulů

V tubulech dochází k resorbci většiny látek z glomerulárního filtrátu, která určuje konečné složení moči. V rámci této resorbce jsou voda a esenciální solutany odděleny od látek, které budou vyloučeny a jsou navráceny do organismu. V různých úsecích nefronu dochází k různým tubulárním transportům (sodíku, vody, iontů, draslíku, vápníku, organických látek aj) (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996). 65 – 75 % vody z glomerulárního filtrátu je resorbováno v proximálním tubulu. Tento děj probíhá vždy, tedy nezávisle na hospodaření organismu s vodou. Protože v průběhu proximálního tubulu dochází ke vstřebávání

sodíku a ostatních osmoticky aktivních látek, je tekutina na konci izoosmotická s krevní plasmou. Dále se zde vstřebává všechna glukóza a ostatní organické látky. Zdravý dospělý člověk zresorbuje přibližně 140 l tekutiny za den.

Do Henleovy kličky vstupuje 20 – 25 % tekutiny původního glomerulárního filtrátu. Následně je zresorbováno 15 – 20 % filtrátu a tekutina se stává hypotonickou a tak vstupuje ascendentním raménkem do distálního tubulu. Zde se hypotonická postupně vyrovnává a výsledná tekutina, která odtéká do sběrného kanálku je opět izoosmotická s krevní plasmou. Původní glomerulární filtrát je zde zredukován na 5 %. Ve sběrném kanálku dojde k definitivní úpravě složení moči (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

Konečná úprava moči v distálním tubulu a sběrném kanálku závisí na tom, má-li organismus vody nedostatek nebo přebytek. V případě nedostatku dochází k uvolňování vazopresinu, který způsobí vyšší propustnost stěny tubulu a kanálku pro vodu. Ta následně cestou vasa recta vstupuje do venózní krve a odchází z ledvin. S rostoucím objemem resorbované vody stoupá koncentrace moči. Ta dosahuje osmolality až 1200 mosmol/kg H₂O a je jí málo. V případě přebytku krve je resorbce nežádoucí a toho je dosaženo nízkou nebo nulovou produkcí vazopresinu. Stěna je pro vodu téměř nepropustná, dochází jen k resorbci sodíku a solutanů. Díky tomu klesá osmolalita pod 100 mosmol/kg H₂O a její objem je značný.

1.2.3 Vývodné cesty močové

Svalovina ledvinových pánviček a horní části močovodů transportuje moč v tzv. močových vřeténkách. Vřeténko je dávka moči, před ní a za ní je svalovina stažena a postupně posouvá vřeténko směrem k močovodu. Spouštěčem tohoto procesu je tlak moči na naplněnou ledvinnou pánvičku. V jeho důsledku dochází k peristaltické kontrakci. Těch je okolo pěti za minutu, při zvýšené náplni jich může být až dvacet. Na močovodu může být jen jedno vřeténko. To je na konci močovodu vtlačeno i do naplněného močového měchýře, takže nedochází k hromadění moči v močovodu. Močovody vnikají do měchýře šikmo a jejich ústí

se otevírá jen s přicházející peristaltickou vlnou. Díky tomu může být tlak v naplněném měchýři vyšší než v močovodu.

Močový měchýř slouží ke shromažďování moči a jejímu následnému vyprázdnění. Fyziologická kapacita měchýře je mezi 250 – 300 ml moči. Je značně roztažitelný, může pojmout až 700 ml moči. Samotná mikce je míšní reflex podléhající volní kontrole. Volní ovládnání je řízeno z premotorické oblasti mozkové kůry a po narození dozrává mezi 3 – 4 rokem věku (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

1.2.4 Úloha ledvin při homeostáze vnitřního prostředí

„Ledviny jsou jediným orgánem, který je schopen vylučovat proměnlivé množství vody i elektrolytů podle potřeb organismu, zbavovat jej přebytků nebo naopak šetřit jednu nebo druhou složku, na níž závisí osmotické a objemové poměry vnitřního prostředí a vyrovnávat disproporce v příjmu i ztrátách, které se dějí jinými cestami než ledvinami“ (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, str. 59). Objem a distribuce tělesných tekutin je určována množstvím vody a sodíku v těle.

Zásadní úlohu v řízení exkrece vody má vazopresin (antidiuretický hormon, ADH). Ten nejsilněji působí na stěnu sběrného kanálku. Je vylučován v předním hypotalamu na základě signálu z osmoreceptorů při změnách osmolality a objemu extracelulární tekutiny (ECT).

Dalším mechanismem, který ovlivňuje produkci vazopresinu je změna objemu ECT. Při poklesu objemu krve o více než 10% stimulují volumoreceptory, umístěné v srdečních síních, produkci vazopresinu. Mimo to sekreci vazopresinu zvyšuje bolest, nauzea, silné emoce, nikotin, stres. Etylalkohol a chlad naopak produkci vazopresinu potlačují.

Mimo resorpce vody ovlivňuje tento hormon i resorpci močoviny ve sběrném kanálku, stimuluje transport NaCl v Henleově kličce a omezuje průtok krve dřením vyvoláním vasokonstrikce. *„Systém osmolalita – osmoreceptory – vazopresin – úprava resorpce vody – osmolalita představuje významný zpětnovazebný okruh, jímž je stále upravován obsah vody v extracelulární tekutině.“*

(TRÁVNÍČKOVÁ, 1996, s. 62). Resorpci Na^+ a sekreci K^+ ledvinách řídí mineralokortikoid aldosteron, produkovaný nadledvinami. Působí v korové části sběrného kanálku a distálním tubulu.

Peptid ANP je produkovaný nejvíce v srdci při napínání stěny srdečních síní. ANP působí na glomerulus a sběrný kanálek, endotel a hladkou svalovinu cév. V důsledku jeho působení dochází k zvýšení vylučování sodíku a vody močí. Při nedostatku ANP hrozí esenciální hypertenze. (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

V předním hypotalamu je také centrum žízně. Pocit žízně se aktivuje v případě, že působení vazopresinu není dostačující pro vyrovnání deficitu vody v organismu. Pocit žízně je vyvolán stejnými stimuly jako sekrece vazopresinu.

Angiotenzin II, který vzniká jako výsledek systému renin –angiotenzin, se, spolupodílí se na pocitu žízně, zvyšuje aktivitu sympatiku. „Celý systém upravuje při hypotenzi a hypovolémii nepoměr mezi kapacitou a objemem cévního řečiště třemi způsoby: vazokonstrikcí, retencí sodíku a omezeným vylučováním vody.“

Systém kallikrein-kininy má vliv na krevní tlak, renální hemodynamiku a exkreci sodíku a vody. Působí opačně než systém renin-angiotenzin. Prostagladiny působí jako modulátory ostatních hormonů . Výsledkem je zachování normální funkce ledvin hlavně při chorobných stavech nebo při oběhovém šoku.

Parathormon (PTH) tvořící se v příštítých těliscích zvyšuje resorpci kalcia. Tu ovlivňují i kalcitonin a kalcitriol.

Dalšími hormony ovlivňujícími činnost ledvin jsou endotelin (vazokonstrikce), adenosin (reguluje zásobení buněk kyslíkem), inzulin (resorpce sodíku) a dále např. i oxid dusnatý (tlumí tvorbu endotelinu) (TRÁVNÍČKOVÁ, 1996).

2 RENÁLNÍ KOLIKA

Renální kolika je onemocnění projevující se křečovitými kolikovitými bolestmi v bederní krajině vyzařujícími k močovému měchýři. Často je doprovázeno nevolností, zvracením, zvýšenou teplotou nebo meteorismem. Ve 4 – 14 % případů může dojít k záměně koliky s bolestí jiných břišních a pánevních orgánů (Cronova choroba, pankreatitida, apendicitida aj) (JANÍK, 2003).

Renální kolika je způsobena malými pohyblivými konkrémenty, které vnikly do močovodu nebo blokují pyeloureterální přechod. Často lze podle lokalizace a vyzařování bolesti usuzovat na polohu konkrémentu (EICHENAUER, 1992). Při maximu bolesti v oblasti ledviny je konkrément většinou v ledvinovém kalichu nebo pánvičce. Při maximu bolesti v oblasti beder konkrément bývá v horním nebo středním úseku ureteru. Při maximu bolesti okolo pupku vyzařující do měchýře, labií nebo varlete bývá konkrément v dolním úseku močovodu. Bolest se většinou výrazněji projevuje při pohybu nebo zátěži. Ve sterilním prostředí se projevují odliťkové konkrémenty asymptomaticky. Komplikací při infekci bývá pyelonefritida. V kališích fixované konkrémenty nemívají žádné příznaky. Všechny volné konkrémenty se projevují makroskopickou nebo mikroskopickou hematurii (KAWACIUK,2000).

2.1 Urolitiáza

Urolitiáza byla známa již ve starověku. Je to choroba civilizační, častá, závažná a recidivující. Onemocnění je charakterizované tvorbou močových konkrémentů v ledvinách a močových cestách. Jde o fyzikálně – chemický proces. Tvorba kamene závisí na koncentraci a aktivitě krystalotvorných látek , inhibitorů krystalizace a pH moči. Urolitiázu lze definovat jako metabolické onemocnění s urologickými projevy a vysokou tendencí k recidivám. Nález mikroskopických krystalů v močovém sedimentu nelze již považovat za urolitiázu, může však být varujícím signálem (STEJSKAL, 2007). „Morbidity je 1 – 10 % populace“ (EICHENAUER, 1996).

Etiopatogeneze je multifaktoriální. Mezi vnitřní faktory se řadí souhrn převážně dědičných, biochemických nebo anatomických vlastností organismu. Spadají sem i vlivy etnické (př.: nízký výskyt u severoamerických indiánů, černošské populace v Africe, naopak dědičná závislost se promítá do vysoké incidence u Euroasiatů v chladném pásmu) a různé familiární predispozice k tvorbě močových konkrementů, k prodělaným močovým infekcím a metabolickým onemocněním. Vliv má i pohlaví jedince (ANONYM)

Faktory vnější zahrnují vlivy okolního prostředí. Jde o faktory klimatické (vyšší riziko v létě), geografické (nízký výskyt litiázy ve Střední a Jižní Americe a v části Austrálie, naopak vyšší incidence ve Skandinávii, Británii, střední Evropě, středozemí, severní Indii a Pakistánu, části Malajsie, Číně, na západě a jihovýchodě USA), výživové (dietní návyky, pitný režim), sociokulturní (životní styl, typ zaměstnání...), aj. Incidence onemocnění je nejvyšší v produktivním věku mezi 40 – 60 lety, vyskytuje se však i u dětí a starších pacientů. Ačkoliv se častěji vyskytuje toto onemocnění u mužů, podíl žen mezi pacienty rychle narůstá (z dřívějších 7 % na současných 40-50 %). Od 60 roku věku se incidence této choroby u obou pohlaví zvyšuje. Výskyt urolitiázy u dětí je nízký (STEJSKAL, 2007). U 6 % případů lze prokázat genetickou dispozici (EICHENAUER, 1992).

Urolitiázu můžeme dělit podle různých kritérií:

Podle výskytu konkrementů – nefrolitiáza (v dutém systému ledvin), ureterolitiáza (v ureteru), cystolitiáza (v močovém měchýři), prostatolitiáza (konkrementy z prostatického sekretu v prostatě)

Podle pravděpodobné příčiny vzniku – metabolicky podmíněné (nefrokalcinóza, nefrolitiáza), podmíněné obstrukcí (ureterolitiáza, cystolitiáza), podmíněné insipisovaným sekretem (prostatolitiáza) (STEJSKAL, 2007).

Dělení podle typu a složení konkrementu – anorganické (př. kalciumoxalát, kalciumfosfát...), organické (př. kyselina močová, uráty..), smíšené a jiné konkrementy (př. lékové kameny..). Konkrementy lze také dělit podle RTG kontrastu či možnosti detekce pomocí CT (STEJSKAL, 2007). Z výsledků rozboru konkrementu lze někdy usuzovat na příčinu vzniku urolitiázy. Ve střední

Evropě je okolo 75 % konkrementů kalciumoxalátových (EICHENAUER, 1992).

Terapie v mnoha případech nekončí odstraněním konkrementu z močového traktu, ale je nutná prevence vzniku recidiv (odstranění metabolických poruch, které vedly ke vzniku konkrementu), jinak pacienti trpí recidivami konkrementů a renálními kolikami. Může docházet až k poškození funkce ledvin. Efektivita opakovaných chirurgických zákroků je nízká. Následky mohou být akutní – tlakové nekrózy, edém sliznice, infekce, městnání moči, perforace, pyonefróza. Pozdními následky mohou být stenózy, městnavá ledvina, hydronefróza, renální insuficience, v krajním případě i uroteliální karcinom. (EICHENAUER, 1992).



Obr. 4. Zdroj: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=726>

Ledvinové kameny

Primární a sekundární prevence urolitiázy

Hlavní zásadou primární prevence vzniku onemocnění je časté pití a dostatečná diuréza (kolem 2,5 litru denně), nezanedbatelnou roli má vhodná výživa (důraz na omezení příjmu jednoduchých cukrů, živočišných bílkovin a nasycených tuků, omezení kořenění a alkoholu)

Metafylaxe (sekundární prevence) spočívá ve zvýšení podílu protektorů (tj. látek snižujících krystalizaci), snížení podílu kamenotvorných látek, zvýšení diurézy a šetření ledvinové činnosti.

Základní dělení terapie urolitiázy: neselektivní (dietní režim, paušální podávání léků při urolitiáze), selektivní (terapie nasazena po zjištění etiopatogeneze urolitiázy či zjištění typu konkrementu). Dnes je upřednostňován selektivní terapeutický přístup (STEJSKAL, 2003).

3 DIAGNOSTICKÉ METODY

Při podezření na renální koliku jsou využívány tyto zobrazovací metody: nativní nefrogram, intravenózní vylučovací urografie (IVU), ultrasonografie (USG), ascendentní pyelografie a výpočetní tomografie (CT). Vyšetření následují obvykle v tomto pořadí: nativní snímek, USG, IVU nebo nativní CT eventuálně CT s kontrastem, případně ascendentní pyelografii (SEIDL, 2012). V současné době je trendem nahrazovat IVU a ascendentní pyelografii nativním CT. „V případě, že jsou pozitivní dvě z následujících tří známek postačuje nativní nefrogram a USG. Jsou to nález konkrementu na nativním snímku, nález konkrementu při vyšetření ultrazvukem a nález rozšířených močových cest při vyšetření ultrazvukem. Pokud tomu tak není, je nezbytné doplnit další vyšetření “ (JANÍK, 2003, str. 66). V následujících kapitolách představíme jednotlivá vyšetření podrobně a na závěr porovnáme jednotlivé metody z hlediska radiační zátěže, výtěžnosti, ceny a komfortu pacienta. Okrajově zmíníme také magnetickou rezonanci a pozitivní emisní tomografii, které mohou být pro doplnění vyšetření také použity.

3.1 Skiagrafické metody

3.1.1 RTG záření

Vznik RTG záření

„Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o velmi krátké vlnové délce řádově 10 m⁻⁹. Je schopné procházet hmotou i vakuem, jeho intenzita se zeslabuje se čtvercem vzdálenosti od zdroje rentgenového záření a šíří se přímočaře. Má stejný charakter jako kosmické záření, které má ještě kratší vlnovou délku. Přirozené záření X vzniká při teplotách několika miliónů °C a šíří se kosmem“ (CHUDÁČEK, 1995, s. 9).

V radiodiagnostice je používáno umělé X záření, jehož zdrojem je

rentgenka. To je skleněná trubice obsahující katodu a anodu. Po nažhavení katody je vloženo mezi katodu a anodu napětí desítek až stovek kV a elektrony, které jsou kolem katody, se rozpo pohybují prudce směrem k anodě. Po nárazu na anodu 1% elektronů pronikne k jádru nebo slupkám K nebo L atomů wolframu. Tyto dávají vzniknout záření X. Kinetická energie zbylých 99% se promění v teplo.

„Rychlost elektronů dopadajících na anodu je velká. Při potenciálu 100 kV je to 160 000 km/hod. Čím je potenciál mezi katodou a anodou vyšší, tím je je urychlení elektronů větší a tím má záření X které vznikne na anodě kratší vlnovou délku. Při dopadu elektronů na anodu vzniká jednak charakteristické, jednak brzdné záření “ (CHUDÁČEK, 1995, s.9).

Elektron může zabrzdit v jednom atomu (jednostupňové brždění) a při tomto zabrždění vzniká záření s nejnižší vlnovou délkou. Pokud brzdí elektron v několika atomech za sebou, má záření různé vlnové délky.

Při charakteristickém záření dochází k vyražením elektronu ze slupky K nebo L letícím elektronem a následně uvolněné místo obsadí elektron ze vzdálené slupky. X záření vzniká uvolněním přebytečné kinetické energie, protože elektron na vzdálenější slupce má vyšší kinetickou energii a tu při tomto přesunu uvolňuje. Rozdíl energie mezi sjednotlivými slupkami je vždy stejný. „ Charakteristickým se záření nazývá proto, poněvadž závisí na materiálu, ze kterého je vyrobena ohnisko anody rentgenky, tedy té části anody, na kterou dopadá převážná většina elektronů, které vylétly z katody“ (CHUDÁČEK, 1995, s. 9).

Záření vzniklé dopadem na ohnisko anody je nazýváno primárním nebo užitečným svazkem záření. Je tvořeno různými vlnovými délkami. Krátké vlnové délky jsou využity k tvorbě rtg obrazu, dlouhé neprojdou tělem a nejsou proto využity. Užitečný svazek záření vytváří kužel, v jehož ose je tzv. centrální paprsek.

Záření vznikající dopadem elektronů mimo ohnisko anody je nazýváno mimoohniskovým nebo extrafokálním. Mimoohniskové záření je zářením rušivým. To je zachycováno už filtrem na rentgence, který je tvořen sklem, olejem a výstupním okénkem.

Při ozáření hmoty primárním zářením vzniká sekundární záření. To může jít směrem primárního záření, ale část jde do stran nebo zpět. To se nazývá rozptylové. Kromě toho, že představuje riziko pro osoby které se vyskytují v blízkosti pacienta, tak negativně působí na kvalitu snímku (ostrost i kontrast).

Vlastnosti RTG záření

K nejdůležitějším vlastnostem RTG záření, které využíváme v diagnostice i terapii je schopnost procházet hmotou, luminiscence, fotochemický efekt, ionizační efekt a biologický efekt (SVOBODA, 1973).

Záření je při průniku hmotou zeslabováno vlivem absorpce, rozptylu a tvorbou párů elektronů. Míra zeslabení je závislá na tloušťce a složení procházené hmoty. Rozdílu mezi kostmi, měkou tkání, tukem a plícemi využíváme k tvorbě obrazu.

Při dopadu na luminofory, tj světélkující látky, dochází buď k fluorescenci (světélkování jen při dopadu), nebo fosforescenci (světélkování trvá nějakou dobu po dopadu). Luminofory jsou například siričik zinku, jodid vápenatý, gadolinium aj. .

Záření X stejně jako světlo po dopadu na halogenidy stříbra (AgBr, AgJ) uvolňuje jejich vzájemnou vazbu. Takže jonty bromu a jodu se mění na atomy , které jsou schopné vyvolání.

Dopadem rentgenového kvanta na atomy nebo molekuly dochází k ionizačnímu efektu. Rovnováha atomu nebo molekuly je narušena vyražením elektronu, takže z elektricky neutrálního atomu se stáva nabitý iont.

Biologický efekt. Při dopadu záření na živý organismus může dojít k poškození tkání nebo buněk. Při absorpci záření se mění atomy na iontz, které jsou vysoce reaktivní a spouští chemické reakce, které mohou vést k poškození genetické informace, nebopoškození či smrti buňky. Toho je využíváno při radioterapii (CHUDÁČEK, 1995).

Vznik a tvorba rentgenového obrazu

„Rentgenový obraz je dvojrozměrný obraz trojrozměrného objektu“ (CHUDÁČEK, 1995, s 17). K jeho vzniku je potřeba mít zdroj záření, objekt který bude ozařován a plochu na kterou bude obraz promítnut. Po dopadnutí záření na plochu (film, paměťová kazeta), vznikne obraz na kterém jsou místa s nízkou densitou tmavá (absorbují málo záření), místa s vysokou densitou jsou naopak světlá (kosti). V diagnostice je používána takzvaná centrální projekce, při které paprsky vycházejí z jednoho bodu a rozebíhají se. A to buď kolmá nebo šikmá. Objekt musí být co nejbližší k ploše, na kterou je objekt promítnut, protože díky rozbíhavosti paprsků je obraz na desce zvětšen oproti „předloze“. Čím je vzdálenost plocha objekt větší, tím je větší je poměr zvětšení. Při šikmé projekci kromě zvětšení dochází i ke zkreslení.

Při zobrazování měkkých tkání se někdy používá kontrastní látka. Je to proto, že měkké tkáně se díky slabému pohlcování záření zobrazují málo kontrastně. Po podání kontrastní látky se daná tkáň zobrazí kontrastněji než okolní tkáň. Pro zobrazení močových cest, cév nebo žlučníku se používají pozitivní kontrastní látky, to znamená látky zvyšující absorpci záření (to znamená, že na snímku se struktura obsahující kontrastní látku zobrazuje tmavší). Pro zobrazení močových cest se pak používá kontrastní látka na bázi jódu (ULLMAN).

Záření projde všemi vrstvami objektu a všechny objekty, které se překrývají (sumují) promítnou do jednoho bodu.

Mimo věrnosti obrazu, je důležitým faktorem pro výsledný snímek ostrost a kontrast.

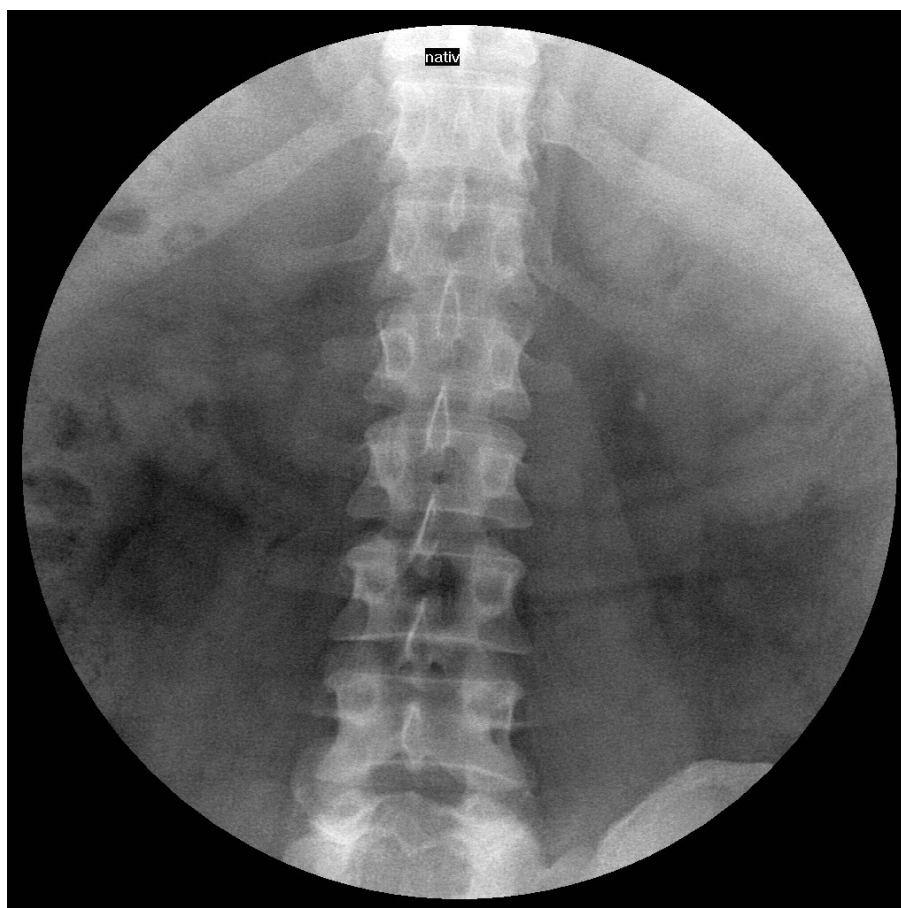
Neostrost může být geometrická a roste s velikostí ohniska, se zmenšováním ohniskové vzdálenosti a zvětšováním vzdálenosti objekt – plocha. Neostrost pohybová je dána pohybem během expozice. A to jak objektu, tak i rentgenky nebo plochy. Materiálová neostrost je dána především zesilovacími fóliemi. Čím silněji fólie zesiluje, tím více zkresluje.

„Kontrast je rozdíl ve stupni zčernání mezi dvěma sousedními místy, nebo mezi

nejsvětlejším a nejtmavším místem celého snímku“ (CHUDÁČEK, 1995. s 23). Objektivní kontrast je ovlivněn složením a tloušťkou objektu, kvalitou primárního záření, množstvím sekundárního záření, zpracováním snímku. Subjektivní ostrost je dána stavem zraku, adaptací zraku, velikostí sledovaného detailu atd.

3.1.2 Nativní nefrogram (snímek ledvin) a močového měchýře

Jedná se o nejjednodušší a nejstarší zobrazovací metodu oblasti břicha a pánve. Snímek se provádí vleže na zádech a snímaná oblast je od obratle Th 11 k symfýze. Pacient má podložky pod kolena a hlavou. Paprsek je centrován vertikálně ve střední úrovni spojnice hran lopat kyčlí. Spodní hrana kazety je 3 cm pod horním okrajem stydké spony (SEIDL, 2012). Ohnisková vzdálenost je 100 cm, kV 75, mAs 32 (může se měnit podle hmotnosti pacienta), kazeta 30x40 cm.



Obr. 5. Zdroj: Medicon services
Nativní nefrogram

Na snímku je posuzován tvar, velikost a uložení ledvin. Zobrazují se rentgenově kontrastní konkrementy (SEDMÍK, 2006). Dobře zobrazitelné jsou kalciové konkrementy (apatit, brushit, wedelit), slabě kontrastní jsou cystin a struvit, nekontrastní jsou konkrementy z kyseliny močové a dihydrodrátu kyseliny močové (EICHENAUER, 1992). Nevýhodou je nízká senzitivita 44 -77 %, která je zapříčiněna kromě nekontrastnosti konkrementu i superpozicí kostních struktur a obsahu střev, záměnou konkrementu s flebolitem. Naopak výhodou je nízká cena a rychlost provedení radiologie. Toto vyšetření předchází nebo je součástí vyšetření s kontrastní látkou, tj. intravenózní vylučovací urografie, ascendentní pyelografie (SEDMÍK, 2006).

Kontraindikací může být těhotenství. I případné podezření radiologický asistent zaznamená na žádanku a o provedení vyšetření rozhodne lékař radiolog obvykle po konzultaci s indikujícím lékařem. Vyšetření je provedeno pokud nelze výsledku dosáhnout jinou, šetrnější metodou a výsledek převažuje možná rizika (malformace plodu).

3.1.3 Intravenózní vylučovací urografie (IVU)

„Intravenózní vylučovací urografie poskytuje údaje o morfologii a částečně i o funkci ledvin, slouží k zobrazení parenchymu a kalichopánvičkového systému ledvin, močovodů, močového měchýře a eventuálně i močové trubice a sleduje základní cíl – průkaz či vyloučení patologických změn“ (SEDMÍK, 2006, s.76).

Dlouho to byla hlavní metoda při zobrazení močového systému. S rozvojem ultrasonografie, výpočetní tomografie, magnetické rezonance a pozitronové emisní tomografie její význam poklesl, ale stále zůstává důležitou diagnostickou metodou.

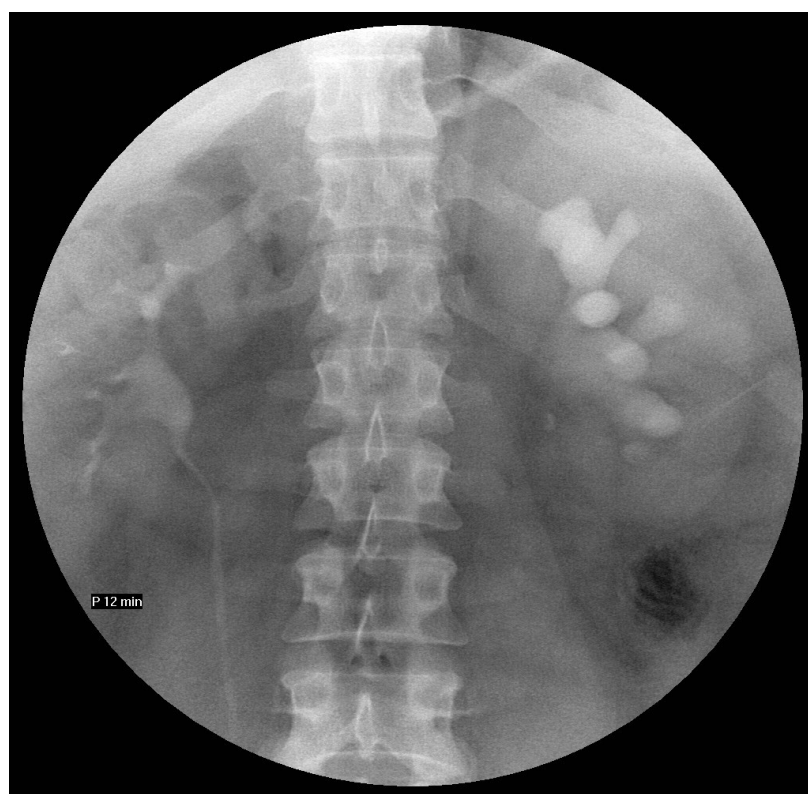
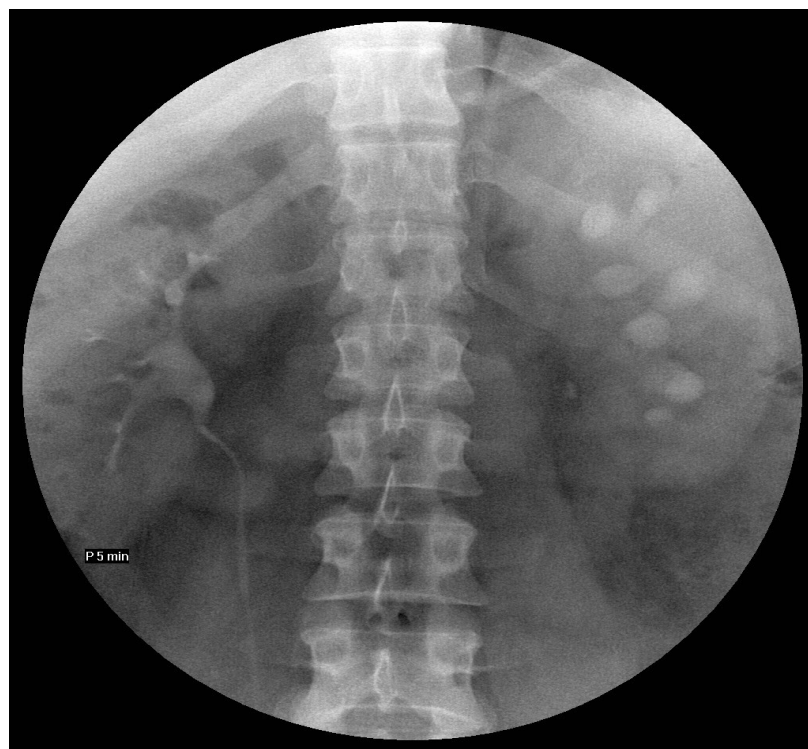
Vyšetření se provádí na lačno. Pacient by se měl nejméně 2 hodiny před vyšetřením vyprázdnit, aby kontrastní látka nebyl ředěna vstřebávající se vodou ze střev. Před vyšetřením by pacient neměl pít a před snímkováním by se měl vymočit. Samotné vyšetření začíná nativním nefrogramem. Po vyhodnocení snímku je provedena aplikace kontrastní látky a to intravenózně. Obvykle je

aplikováno mezi 60 – 100 ml. kontrastní látky na pokyn lékaře, který je vždy přítomen. Po aplikaci 2 – 5 ml je aplikace přerušena a až po ujištění lékařem, že není žádná alergická reakce, je aplikace dokončena. I poté je třeba pacienta kontrolovat z důvodu možné alergické reakce (CHUDÁČEK, 1995). S časovým odstupem jsou zhotovovány další snímky. Podle zvyklostí pracoviště 10 a 20 minut po aplikaci (CHUDÁČEK, 1995), nebo 7 , 14 a 21 minut po aplikaci (SEDMÍK, 2006). V případě, že se kontrastní látka nezobrazuje, pokračuje se ve snímkování po 30, 60, 120 minutách. V extrémním případě je možné snímkovat i s odstupem 24 hodin. Kontrastní látku aplikovanou při intravenózní vylučovací urografii je možné využít i při navazující cystografii (vyšetření močového měchýře).

Kromě snímku na zádech lze pro lepší zobrazení močovodů provést snímek na břiše. Pro lepší zobrazení kalichopánvičkového prostoru lze snímkovat s kompresí močovodů (tato technika je dnes využívána minimálně). Někdy jsou po prvním snímku po aplikaci kontrastní látky zhotovovány snímky šikmé. Při podezření na zvýšeně mobilní ledvinu se vyhotovuje snímek ve stoje.

Kromě kontraindikací společných s nativním nefrogramem přibývají i relativní kontraindikace spojené s kontrastní látkou. Jsou to renální insuficience, diabetes mellitus, těžká kardiální nebo plicní onemocnění, asthma bronchiale, alergie na jódovou kontrastní látku, nízký nebo vysoký věk, laktace, těhotenství, hypertyreóza, probíhající floridní infekce, mnohočetný myelom, těžké funkční poruchy ledvin a jater, tyreotoxikóza aj.

U rizikových stavů, jako je věk, akutní CMP, diabetes mellitus, transplantovaná ledvina aj. je aplikována nízkoosmolální kontrastní látka, která vyvolává méně nežádoucích účinků. Ve vážnějších případech jako je dřívější reakce na jódovou kontrastní látku, asthma bronchiale, polyvalentní alergie je nutná premedikace kortikoidy a asistence lékaře ARO (SEDMÍK, 2006, s.77).



Obr. 6. Zdroj: Medicon services

Vylučovací urografie, snímky po 5 a 12 minutách.

3.2 Ultrasonografie

Na rozdíl od rtg snímku, který nabízí sumační zobrazení, nabízí ultrasonogram jednu rovinu. „USG lze vyšetřovat téměř všechny orgány. Bez bolesti, bez radiační zátěže, bez rizika alergické reakce či poranění, s velkou diagnostickou výtěžností, snadno, rychle, spolehlivě a opakovaně“ (KOČÍ, 1987, s. 9) . “ Jde o nejčastěji indikované a často definitivní vyšetření urotraktu“ (SEIDL, 2012, s.193). U akutních stavů je ultrazvuk metodou volby. V ostatních případech by k tomuto vyšetření měl jít pacient po nativním nebo častěji po kontrastním rtg snímku ledvin. Nejčastěji využívané je dvojrozměrné zobrazení, posledním trendem je trojrozměrné zobrazení .

3.2.1 Princip ultrasonografie

Ultrazvuk je akustické vlnění, jehož frekvence je vyšší než 20 kHz, to je frekvenční mez slyšitelnosti lidského ucha. Pro diagnostické účely je obvykle využíváno frekvencí v rozmezí 1 – 10 MHz.

Základním stavebním kamenem pro využití ultrazvuku bylo objevení piezoelektrického efektu bratry Curieovými koncem 19. století. Zjistili, že při stlačení Quartz krystalu vzniká elektrický proud, ale také to, že tento proces funguje i opačně (SOVA, 2007).

Zdrojem vlnění je krystal, který je vyroben z piezomateriálu, například ze sloučeniny olova a zirkonia, nebo titanu a baria. Krystal je působením střídavého proudu deformován a vysílá ultrazvukové vlny (CHUDÁČEK, 1995). Takovýto materiál je schopen nejen vysílat ultrazvukové vlny, ale také se při jejich dopadu deformovat a vytvářet elektrické napětí. To znamená, že slouží jako vysílač i přijmač najednou. Jako vysílač funguje 0,5% času, v 99,5 % času funguje jako přijmač. Vlnění procházející tělem se částečně pohlcuje, částečně rozptyluje a částečně odráží. Měkými tkáněmi a tekutinami se šíří ultrazvuk jako podélné vlnění, kostmi i jako vlnění příčné. Rychlost ultrazvuku v měkčích tkáních je 1550 m/s, v kostech mnohem vyšší. K odrazu dochází v místě styku dvou tkání

s rozdílnou hustotou. Součin této hustoty a rychlosti ultrazvuku se nazývá vlnový odpor (akustická impedance). Ta je u kostí veliká a proto nelze vyšetřovat tkáň za kostí. Čím je větší rozdíl mezi vlnovými odpory, tím je větší i intenzita odrazů. Snopce vlnění musí dopadat na rozhraní pokud možno kolmo. Toho se dosahuje polohováním sondy obsahující krystal. Odražené impulsy jsou zachyceny a zpracovány sondou. (CHUDÁČEK, 1995).

Protože směrem do hloubky intenzita ultrazvuku slábne a intenzita odrazu na stejném rozhraní ale v různých hloubkách by nebyla stejně intenzivní, používá se hloubkové vyrovnání. To spočívá v tom, že echa z větší hloubky se zachycují déle.

Rozlišovací schopnost je závislá na frekvenci a délce pulzu. S rostoucí frekvencí stoupá rozlišovací schopnost, ale zároveň je ultrazvuk více pohlcován v tkáni. Z toho důvodu se na různě hluboko uložené orgány používají sondy využívající různých frekvencí. Pro vyšetření ledvin se používá sonda o 2,5 MHz nebo 3,5 MHz . Například pro vyšetření oka 7,5 MHz a pro štítnou žlázu 10-15 MHz.

Pro potřeby této práce je zmiňována jen impulsní odrazová metoda, doplerovské zobrazení je využíváno jen výjimečně (viz Vyšetření v těhotenství).

3.2.2 Hlavní typy ultrazvukového zobrazení

A mode je nejjednodušší jednorozměrné zobrazení, při kterém je zjišťována vzdálenost odrazová plocha – sonda. V minulosti se hojně využívalo, dnes se užívá třeba pro biometrická měření v oftalmologii.

B mode je někdy nazýván ultrasonotomografií, protože jsou během vyšetření pořizovány tomografické řezy. Je to dvojrozměrné zobrazení. Původně se využívalo statické zobrazení, dnes se vyučívá zobrazení dynamické, pracující v reálném čase. Obraz není sice tak ostrý, ale umožňuje sledovat pohyb a v kratší době vyšetřit více orgánů. Kromě dvojrozměrného zobrazení se rozvíjí i možnost trojrozměrného zobrazení, která je zatím méně rozšířena.

M mode umožňuje sledovat pohyb odrážející plochy. Pohyb se zobrazuje vertikálně, čas horizontálně. Používá se v echokardiografii.

D mode – dopplerovské sono.

3.2.3 Ultrasonograf a vyšetřovací sondy

„Ultrazvukové diagnostické zařízení je velmi sofistikované zařízení, sloužící k vytváření tomografických obrazů vyšetřované tkáně na základě různé odrazivosti jednotlivých tkáňových struktur. Podle zpoždění ultrazvukového signálu vzniká informace o hloubce odrazu a analýza amplitudy odraženého signálu poskytuje informaci o odrazivosti dané struktury“ (Hrazdíra, 2008).

Hlavní součástí ultrasonografu jsou vyšetřovací sondy, elektronické obvody, obrazovka a jednotky pro záznam (Hrazdíra 2008).

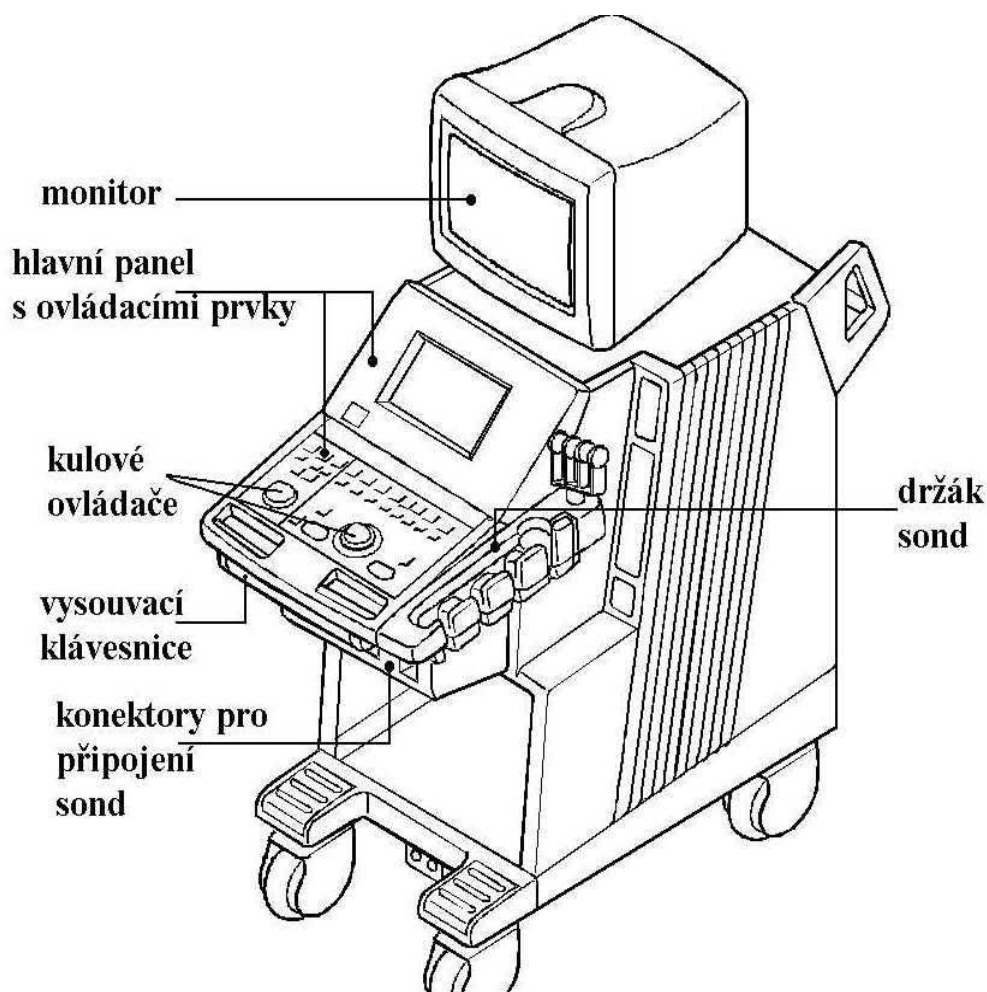
Lineární sonda poskytuje pravoúhlé zobrazení . Tvoří ji velké množství měničů uspořádaných v řadě. Vytváří vlnění mezi 7,0 – 15 MHz. Používá se k vyšetření povrchových orgánů.

Sektorová sonda poskytuje vějířovitý obraz. Poskytuje 15 – 60 snímků během minuty při rozevření do pravého úhlu. Její výhodou je, že používá malé akustické okno (vstupní). Toho je využíváno při vyšetřování jater z mezižeberního prostoru.

Konvexní sonda poskytuje obraz jako sektorová sonda, ale měniče má uspořádané jako lineární sonda. Oproti sektorové sondě jednodušší.

Možnými riziky spojenými s vyšetřením ultrazvukem jsou ohřev tkáně a ultrazvuková kavitace (vznik bublin). Kavitace zatím nebyla u diagnostického užití ultrazvuku prokázána. K ohřevu tkáně během vyšetření dochází z důvodu absorpce energie tkání. Pro embryonální tkáně, které jsou citlivější je hranice ohřevu 39,5C. U tkání dospělého jedince je tato hranice 41 C.

Na ovládacím panelu je umístěna obrazovka, okolo které jsou rozmístěné ovládací prvky: klávesnice, kulový ovladač, tlačítka podle typu přístroje.



Obr. Č. 7. Zdroj: http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf

Ultrasonograf

3.2.4 Ultrasonografické vyšetření ledvin

Poloha a přístup

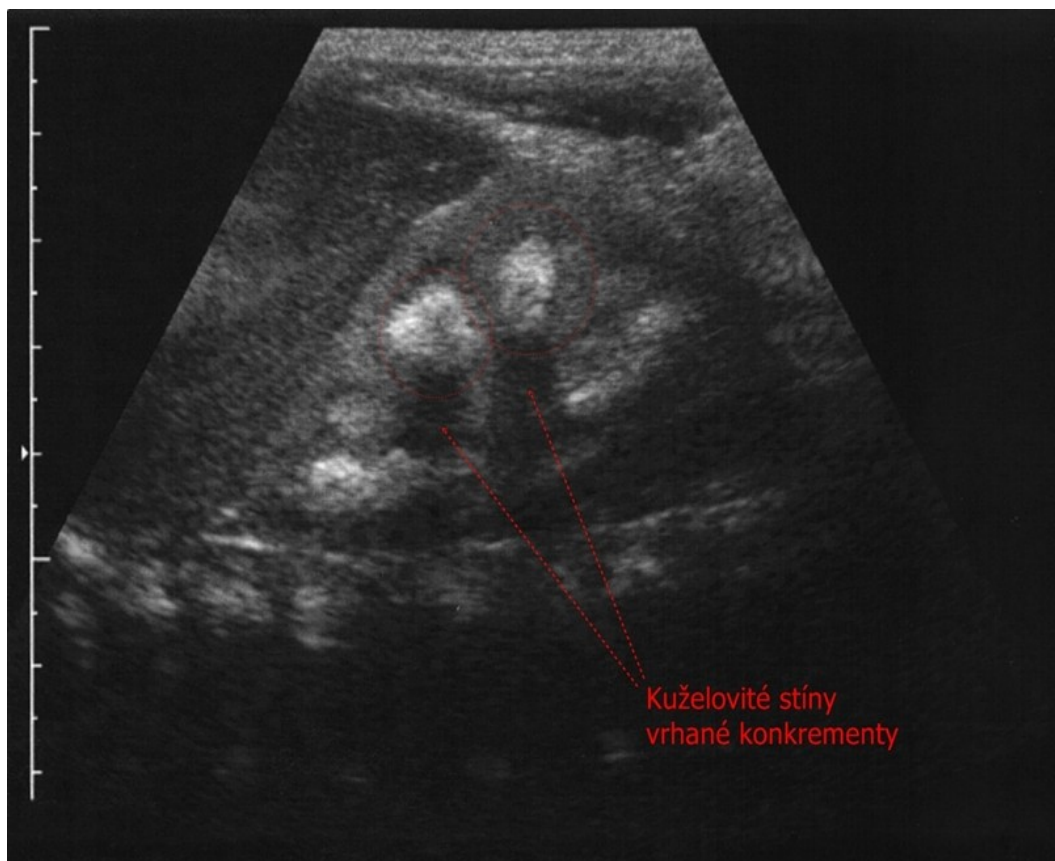
„Ledviny lze vyšetřovat prakticky ve všech polohách, avšak jako nejvhodnější doporučuji polohu na boku“ (KOČÍ, 1989, s. 44). Právě poloha na boku umožňuje provést vyšetření z více stran bez toho, aby musel pacient měnit polohu. Další výhodou je, že se vlivem gravitace odstraní střevní kličky a v neposlední řadě je možné snadno provést koronární řez. Pacient je podložen v pase a ruku na vyšetřované straně má za hlavou. Pro zobrazení horních pólů je třeba provádět

vyšetření v nádechu.

Na rozdíl od pravé ledviny, která je snadno zobrazitelná přes játra, je levá ledvina zobrazitelná obtížněji. Někdy lze využít naplnění žaludku tekutinou. Při ventrolaterálním řezu je u obou ledvin komplikací střevní trakt. Horní část ledvin se mnohdy vyšetřují mezižebřím. Velký význam má koronární řez, který je pro mnoho diagnóz nejprehlednější (patologické změny parenchymu, anomálie aj).

Zobrazení urolitiázy

Nefrolitiáza se zobrazuje jako hyperechogenní útvar v dutém systému ledvin nebo v horním močovodu. U ureterolitiázy je vidět rozšířený kalichopánvičkový systém.



Obr.č.8. Zdroj: <http://www.stefajir.cz/?q=ultrazvuk-ledviny>

Nefrokalcinóza – 2 konkrémenty

„Obecně lze říci, že za standardních podmínek lze spolehlivě detekovat konkrementy přibližně kolem 5 mm, za ideálních podmínek i o něco menší“ ((KOČÍ, 1989, s. 44). Povrch konkrementu je reflexní struktura která se výrazně zobrazuje. Za konkrementem, který se zobrazuje ve tvaru srpku, se většinou nachází akustický stín. Ten se nemusí objevit při pohledu z každého přístupu, proto je třeba použít během vyšetření přístupů více. Někdy je možná záměna konkrementu s reflexy na stěnách tepen nebo kalichu, pánvičky. Protože složení konkrementu nemá vliv na jeho zobrazení, lze zobrazovat i rtg nekontrastní konkrementy. Na rozdíl od nativního nefrogramu lze zobrazit i nefrokalcinózu. Projevuje se normální echogenitou kůry a ložiskovým zvýšením echogenity pyramid. „Nejčastějším patologickým stavem dutého systému v sonografickém obrazu je jeho obstrukce“ (Kyselová, 2006, s 14).

3.3 Výpočetní tomografie

3.3.1 Princip výpočetní tomografie

„Výpočetní tomografie je po rentgence nejpodstatnějším objevem na úseku rentgenové diagnostiky“ (Chudáček, s.264). Počítačová tomografie umožňuje neinvazivním způsobem zobrazit měkké tkáně (mozek , ledviny, játra atd.) a patologické procesy v nich probíhající. Název tomografie je odvozen od řeckého slova tomeo – řezat a vystihuje princip tohoto vyšetření.

Pacient leží mezi rentgenkou a detektorem a během vyšetření jsou pořizovány transverální řezy jeho těla. Každý řez je rozdělen na čtverce – pixely, jejichž velikost závisí na velikosti matice která je používána (např 512x512) Pro účely vyšetření je tělo pacienta pomyslně rozčleněno na voxely – hranoly o rozměru pixel x šířka řezu. Transverzální řez je tvořen přibližně 250 000 voxelů. Během vyšetření detektor zaznamenává hodnotu absorpce X záření v sloupci voxelů, kterými paprsek prošel. Paprsek prochází každým voxellem vícekrát z různých úhlů. Zjištěné absorpce jsou vyhodnoceny a každému voxelu je přiřazen jeden

odstín šedé podle hodnoty absorpce - HU . Výsledný obraz je pak tvořen různými odstíny šedé. Při pomalém posunu lehátka s pacientem skrz gantry je vytvořena řada tomografických řezů, které umístěny za sebe vytváří trojrozměrné zobrazení.

Výpočetní tomografie je schopna vytvořit obraz s podstatně vyšším kontrastem, než konvenční rtg. Kromě toho nabízí počítačové zpracování možnosti další práce s nasbíranými daty, jako jsou trojrozměrné zobrazení izolovaných orgánů, rekonstrukce řezů v jiných rovinách atd.



Obr. Č. 9. Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Vypocetni_tomograf.jpg#file

Výpočetní tomograf

Hounsfieldova stupnice má 4 000 odstínů šedé. Každý odstín odpovídá jednomu HU (hounsfieldova jednotka). HU je jednotkou absorpce . Škála je od + 3000, což je absorpce kosti, po – 1000 což je absorpce vzduchu. 0 odpovídá absorpci vody. Protože lidské oko pojme 16, maximálně 30 odstínů šedé, využívá

se takzvané okénko. V něm se nastavuje rozsah snímání absorpčních koeficientů a jejich převod na stupně šedi. Kromě středu nebo též úrovně okénka se ještě nastavuje šíře záběru. Struktury s denzitou nad touto hranicí jsou zobrazeny bíle, struktury pod touto hranicí černě. Střed je zvolen podle denzity sledované struktury. Při zúžení okénka dojde k zobrazení jemnějších rozdílů denzit, ale zároveň se snižuje množství zobrazených struktur, to znamená že se sníží informační hodnota (CHUDÁČEK, ELIÁŠ).

V historii vývoje výpočetní tomografie můžeme hovořit o čtyřech generacích přístrojů. Pro tuto práci jsou podstatné přístroje třetí generace, které provádějí 170 000 až 180 000 měření v řádu vteřin. Jen pro srovnání přístroje první generace prováděly 25 000 měření během 6 minut, druhé generace 25 000 až 54 000 v 10 až 50 sekundách. Doba expozice s postupujícími technologiemi klesá. Multi slides CT mají více řad detektorů za sebou (16,64) a jedna otáčka rentgenky je 0,3 s.

Snímání může probíhat dvojím způsobem: sekvenčním skenováním nebo spirálním.

Při sekvenčním snímání je lehátko nepohyblivé, pohybuje se jen gantry a vrstvy jsou snímány postupně.

U spirálního (někdy též helikálního) CT se během otočky rentgenky pohybuje i lehátko, takže rentgenka koná jakoby pohyb po spirále. Při tomto snímání je dosaženo vyššího rozlišení. Poměr mezi vzdáleností o jakou se posune lehátko během jednoho otočení rentgenky a šířkou vrstvy se nazývá pitch-faktor (ELIÁŠ, 1998).

3.3.2 Nativní spirální CT

Samotné vyšetření začíná zhotovením topogramu. Tento obraz je pořízený nerotující rentgenkou a je to AP nebo PA projekce. Topogram je využitý pro určení zobrazované oblasti. Dále je využit pro stanovení automatické regulace anodového proudu, díky které je snížena radiační zátěž pacienta. Tu ovlivňuje i velikost zobrazovaného pole. Pro výsledné zobrazení je také

důležitá volba správného výpočetního algoritmu. Pacienta je třeba upozornit na délku spirály 20-30 vteřin, protože studie probíhá v nádechu. Délka celého vyšetření je 5-10 minut.

Samo nativní CT většinou postačuje k volbě terapeutického postupu. Zobrazuje počet a velikost konkrementů. Umožňuje odlišení kalciových a urátových konkrementů. Zobrazuje všechny konkrementy kromě těch, které vznikají precipitací indinavirových krystalů obsazených v léčích podávaných při léčbě HIV. Zobrazuje uložení konkrementů a stupeň obstrukce.



Obr. Č. 10. Zdroj: Medicon services
Nativní Ct. Šipka označuje konkrement.

Dále je možné sledovat nepřímé známky urolitiázy. Jsou to zvětšení ledvin, snížení denzity, neostrost renálního sinu, rozšíření ureteru a kalichopánvičkového systému, ureterální „rim sign“. Tyto nepřímé známky potvrzují přítomnost konkrementu, popřípadě stav po odchodu konkrementu (Janík, 2003).

Doplnění nativního CT vyšetření nitrožilní aplikací kontrastní látky umožňuje jednak posouzení ev. ložiskových změn ledvin a jednak zobrazení vylučovací fáze – např. k odlišení parapelvické cystozy od dilatovaného kalichopánvičkového systému, k lepšímu zobrazení ureterů a m.měchýře.

Díky provednému spirálnímu CT je možné posoudit i další patologické změny uropoetického systému mimo sledované diagnózy a případné změny zachycených okolních struktur.

Kontraindikací je gravidita

3.4 Ascendentní pyelografie

Je to instrumentální zobrazení močovodu, pánvičky a kalichů retrogradně zavedenou cévkou do močovodu. Cévka vede uretrou, močovým měchýřem do ureteru, kde se hrot umísťuje pod ureteropelvickou junkci. Poté je aplikována kontrastní vlašná kontrastní látka 10 – 20 ml. Před zavedením cévky je pořízen snímek v AP projekci a šikmé snímky. Totéž po aplikaci kontrastní látky, někdy se ještě přidává snímek bočný (CHUDÁČEK, 1995).

Toto vyšetření je dnes využíváno minimálně. Kromě velké bolestivosti představuje riziko zavlečení infekce a perforace močovodu.

3.5 Dynamická scintigrafie ledvin

Jedná se o neinvazivní vyšetření ledvin a močového systému. Kromě jiného lze zobrazit obstrukci močového systému, odlišit akutní a chronickou blokádu odtoku moče z ledviny. Výhodou jsou řídké vedlejší účinky a nízká radiační zátěž.

Kontraindikací je těhotenství a laktace (v případě nezbytnosti je možno při laktaci provést). V porovnání s IVU 2/10-3/10, v porovnání s CT 1/10 efektivní látky.

Pacient by měl být na vyšetření dobře hydratován. Doporučuje se 100 ml vody na 10 kg hmotnosti asi 30 minut před vyšetřením. Před samotným vyšetřením se pacient vymočí. Radiofarmakum ^{99m}Tc DTPA nebo ^{99m}Tc MAG3 je aplikováno intravenózně. Vyšetření je provedeno vsedě nebo vleže na zádech, detektor gamakamery je v zadní projekci. Doba vyšetření je 20–30 minut, snímky jsou nahrávány po 10–20 sekundách. Při nedostatečné drenáži je možno provést furosemidový test. Podle zvyklostí pracoviště je aplikován 15 minut před radiofarmakem, současně s radiofarmakem nebo 15 minut po radifarmaku. Nejčastěji používané radiofarmakum při diuretické studii je ^{99m}Tc MAG3. Furosemid by měl být aplikován po vyprázdnění močového měchýře a maximálním naplnění dutého systému. Studie trvá nejméně 10, optimálně 20 minut a je snímána stejně jako dynamická studie. Kontraindikací je nefrolitiáza (VYŽĎA, 2002).

3.6 Vyšetření urolitiázy v těhotenství

Obvykle je uváděná incidence 1 : 1 500 gravidit. I když dochází k fyziologickým změnám, které mohou podporovat vznik urolitiázy, ke zvýšení incidence během těhotenství nedochází. Častěji je postižená pravá strana. Těhotenství nemá vliv na recidivu nebo na složení konkrementů. (MARENČÁK, 2009). „Častým jevem v těhotenství je těhotenská litiáza. To je fyziologická dilatace, častěji na pravé straně a je třeba ji odlišit od dilatace patologické“ (KOČÍ, 1989).

Metodou první volby je USG, při nepřesvědčivém nálezů opakované s odstupem 24 hodin. V prvním trimestru není možné použít CT ani IVU . Jód z kontrastní látky by mohl potlačit funkci fetální štítné žlázy a ionizující záření by mohlo mít teratogenní účinek na plod. Jako doplňující vyšetření se nabízí magnetická rezonance. Vykazuje 93 % přesnost při zobrazení úrovně obstrukce. Výhodou je schopnost zobrazit i torzi vaječníku a zánět slepého střeva. Oproti tomu nevýhodou je časová náročnost, cena a neschopnost určit

přesně příčinu obstrukce. V pozdějších stádiích těhotenství je možno uvažovat o využití IVU s minimální expozicí nebo CT při použití „ low dose“, popřípadě „ultra low dose“ (MARENČÁK, 2009). Možností je i doplerovské měření průtoku moči ureterálním ústím. Toto vyšetření má však nízkou senzitivitu a zvyšuje náklady na vyšetření.

4 DISKUZE

4.1 Porovnání popsaných metod

Porovnááme hlavní popsané metody, to znamená nativní nefrogram, intravenózní vylučovací urografii, nativní spirální CT a ultrazvuk.

V porovnání radiační zátěže (tabulka č. 1) vede samozřejmě USG. Nativní nefrogram představuje minimální zátěž. Vylučovací urografie při provedení 5 snímků představuje 1,5 až 3 krát nižší efektivní dávku než spirální nativní CT. Při zhotovování pozdních snímků samozřejmě zátěž stoupá a může být srovnatelná se zátěží CT. Tu lze snížit použitím low dose modu na 100 mGy.cm, oproti 145 mGy.cm při použití standartní spirály.

Tabulka č. 1. Zdroj: ŠNAJDAR, 2005
Srovnání radiační zátěže IVU a spirální CT

IVU (5 snímků)	SCT (standartní spirála)	SCT (low dose mode)
50 mGy	<u>145 mGy.cm</u> (DLP)	<u>100 mGy.cm</u> (DLP)

Komfort pacienta je nejnižší při vylučovací urografii. Kromě přípravy a aplikace kontrastní látky (a rizika alergické reakce) je nevýhodná i časová náročnost vyšetření. Ta v případě pozdních snímků je i několik hodin, extrémem je 24. Časová prodleva je pro pacienta v akutním stadiu jistě velkým diskomfortem. USG v kombinaci s nativním nefrogramem podle možností pracoviště přibližně 60 minut (odhad na základě zkušenosti), USG trvá zhruba 20-40 minut (dle rozsahu vyšetření), spirální CT přibližně 10 minut. Tyto hodnoty

jsou pouze orientační, mohou se měnit v závislosti na provozu oddělení, vývoji diagnózy atd. .

Při hodnocení přesnosti vyšetření vede spirální CT (viz. tabulka č.2). Následuje nativní nefrogram, intravenózní vylučovací urografie a na závěr USG.

Tab. č. 2. Zdroj: JANÍK, 2003

Hodnocení senzitivity, specificity, předpovědní hodnoty a přesnosti u vyšetřovacích metod při zobrazení uretrolitiázy.

VYŠETŘOVACÍ METODA	SENZITIVITA	SPECIFICITA	PŘEDPOVĚDNÍ HODNOTA	PŘESNOST
USG	10%	75%	42%	33%
Nativní nefrogram	64%	89%	78%	83%
Vylučovací urografie	80%	75%	84%	78%
Spirální CT	98%	95%	98%	97,5%

Náklady na vyšetření jsou vyjádřeny bodovým ohodnocením a cenou kontrastních látek v roce 2012 (viz tabulka č.3).

Tab. č. 3. Zdroj VZP
Porovnání bodového ohodnocení a ceny kontrastní látky

Vyšetřovací metoda	Kód VZP	Bodová hodnota	Čas výkonu v min.
CT s aplikací KL i.v.	89617	1191	30
	+ KL Iomeron 400	100ml	+1688,18Kč
	+ KL Omnipaque 350	100ml	+1719,60Kč
SCT	89615	1881	40
Retrográdní pyelografie	89165	418	20
	+ KL Optiray 320	100ml	+1579,20Kč
IVU	89163	756	90
	+ KL Iomeron 400	100ml	+1688,18Kč
	+ KL Optiray 320	100ml	+1579,20Kč
UZ horní poloviny břicha	89513	277	20
UZ dolní poloviny břicha	89514	277	20
Prostý snímek břicha	89143	176	15

Nejvyšší výtěžnost vyšetření poskytuje spirální CT. Kromě uropeoetického systému umožňuje zobrazit i okolní struktury. Možnost zjistit i jiné diagnózy během vyšetření je nezanedbatelnou výhodou.

5 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je přinést ucelený pohled na :

- zobrazovací metody používané při podezření na renální koliku
- výhody a nevýhody jednotlivých metod
- vyšetření z pohledu pacienta
- změny využívání metod v závislosti na technologickém pokroku

ZÁVĚR

Hlavním záměrem práce bylo poskytnout ucelený přehled zobrazovacích metod používaných při diagnostice urolitiázy a obstrukce uropoetického systému. Vzhledem k výrazným obtížím pacienta s renální kolikou je přesné a pokud možno rychlé stanovení diagnózy velice důležitým faktorem.

Ultrasonografie, jejíž nespornou výhodou je dosažitelnost, cena a absence radiační zátěže, má stále své prvořadé místo v diagnostice urolitiázy. K lokalizaci překážky při obstrukci uropoetického systému však mnohdy není dostačující.

Vylučovací urografie, v minulosti nejčastěji využívaná diagnostická metoda, je v dnešní době stále častěji nahrazována nativní spirální výpočetní tomografií. Výhodou CT vyšetření je rychlost, přesnost, výtěžnost a možnost provedení vyšetření bez aplikace kontrastní látky. Dávka záření a cena nativního CT vyšetření jsou dnes již téměř srovnatelné s vylučovací urografií. Do budoucna tak lze předpokládat zvyšování podílu CT vyšetření při diagnostice urolitiázy.

Během zpracování své bakalářské práce jsem se dozvěděl mnoho nových informací. Věřím, že je budu moci dále využít ve své profesi. Cílem bylo poskytnout ucelený pohled a nastínit pravděpodobný vývoj moderní diagnostiky urolitiázy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Astro Nukl Fyzika [online]. Ullman Vojtěch. [10.3.2013]. Dostupné z :
zhttp://astronuklfyzika.cz/index.htm

ČECH, Evžen. Ladislav, PAPEŽ. Oldřich, TARABA. 1974. *Ultrazvuková diagnostika v porodnictví a gynekologii*. Praha : Avicenum, 284 s. ISBN 08-086-74.

ČIHÁK, R. GRIM, M. *Anatomie 2*. 2002. Praha: Grada Publishing, a.s..433 s. ISBN 80-247-0143-X.

EICHENAUER, Rolf VANHERPE, Harald. 1992. *UROLOGIE – klinika a praxe*. Praha:Scientia medica s.r.o. .616 s. ISBN 80-85526-36-0.

FERDA, Jiří NOVÁK, Milan KREUZBERG, Boris. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén Karolinum, 2002. 663 s. ISBN: 80-7262-172-6.

HOFER , Mathias. *Kurz sonografie*. 2005. Praha: Grada, 240 s. ISBN 80-247-0956-2

HRAZDÍRA, Ivo. 2008. *Úvod do ultrasonografie: v otázkách a odpovědích*. Med.muni: dokumenty [online]. [cit. 2013-01-02]. Dostupné z:
http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf

CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. 293 s. ISBN 80-701-3114-4.

JANÍK, Václav. 2003. Spirální CT v diagnostice ureterolitíazy. *Česká radiologie*. Roč. 57, č. 2, s. 55-63. ISSN: 1210-7883.

KAWACIUK, I.. *Urologie*. 2000. Praha: H+H, 308 s. ISBN 80-86022-60-9.

KOČÍ, Karel. 1989. *Ultrasonografie urogenitálního ústrojí: z pohledu urologa*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství n.p..164 s. ISBN 08-045-89.

KŘIKAVOVÁ, Lucie et al. Nativní CT u urolitiázy. *Urologické listy*, 2006, Roč. 4, č. 2, s. 25-26. ISSN: 1214-2085.

KYSELOVÁ, Hana. et al. 2006. Možnosti ultrazvuku v diagnostice urologických

onemocnění. *Urologické listy*. Roč. 4, č. 2, s. 14-17. ISSN: 1214-2085.

SEDMÍK Jaroslav, et al. 2006. Konvenční rentgenová vyšetření vývodných cest močových. *Urologické listy*. Roč. 4, č. 2, s. 6-9. ISSN: 1214-2085.

SINĚLNÍKOV, R.D. . 1980. *Atlas anatomie člověka 2*. 3. vydání. Praha :Avicenum, zdravotnické nakladatelství n.p.. 472 s. ISBN 80-040-80.

SEIDL, Zdeněk, et al. 2012. *Radiologie pro studium i praxi* .1.vydání. Praha: Grada publishing a.s.. 368s. ISBN 978-80-247-4108-6.

STEJSKAL, David. 2003. Etiopatogeneze a metafylaxe metabolických poruch a rizik urolitiázy. *Interní medicína- mezioborové přehledy*. Roč. 5,č.1, s. 8 – 14.

SVOBODA, Milan. 1973. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n. p.. 581 s. ISBN 08-048-73.

ŠNAJDAR, Marek Petr, Pech Martina Musilová, Petra Kroulíková. 2005. Nativní spirální CT u pacientů s podezřením na obstrukci močových cest. *Praktická radiologie*. Roč . 10, č. 2, s 12-15. ISSN 1211-5053.

TRÁVNÍČKOVÁ, Eliana Stanislav, TROJAN. 1996. *Nárys fyziologie člověka. Sešit III. B, Fyziologie ledvin a vývodných cest močových*. Praha: Univerzita Karlova. 89 s. ISBN 80-7184-318-0.

VÁLEK, Vlastimil. *MODERNÍ DIAGNOSTICKÉ METODY, Výpočetní tomografie, 2. díl*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998. 84 s. ISBN: 80-7013-294-9.

VIŽDA, Jaroslav. Ján, Lepej, Hana, Křížová, Elen, Urbanová. 2002. *Atlas scintigrafie ledvin*. Praha : Agentura Pankrác, 72 s. ISBN 80-902873-6-0.

