

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Renální kolika – intravenózní vylučovací urografie versus nativní
vyšetření uropoetického systému spirálním CT**

Bakalářská práce

2. května 2011

Dana Chalupová
vedoucí práce: MUDr. Renata Pipková

Abstract

Renal colic - intravenous excretion urography versus native examination of the uropoietic system using a spiral CT scan

This thesis presents a comparison of two imaging techniques that are most frequently indicated for diagnosis of renal colic. These are intravenous excretion urography and native examination of the abdomen and pelvis using a spiral CT scan.

By comparing the following aspects, I would like to contribute to the complete elimination of the indication of intravenous excretion urography and replace it with spiral CT scanning. The objective of this thesis is to demonstrate that native examination of the abdomen and pelvis using a spiral CT scan is more beneficial and more suitable both for the diagnosis and for the patient. Within the thesis, I also compare the aspects of radiation burden, time and financial requirements and last but not least the overall burden on the patient over the course of the examination.

The comparison was performed by calculating a typical effective dose in a sample of fifty patients examined by intravenous excretion urography and fifty patients examined by spiral CT scan. The results are shown in graph format. These results did not confirm the hypothesis that the radiation burden is lower in spiral CT scanning. The doses determined in my thesis are up to three times higher in the CT scan. In financial terms, both imaging techniques have been evaluated as almost comparable and the price of the examination should not influence selection of the method. Spiral CT scanning is much more beneficial when comparing the time needed for performance of the two techniques. The results pertaining to the radiation burden for patients during spiral CT scanning suggest how important the radiology assistant's ability is in influencing the size of the effective dose by the proper selection and inspection of the exposure parameters when selecting the examination protocol. This statement is further strengthened when comparing the results of this work with those of foreign studies, where the radiation burden on patients examined by spiral CT scanning was one to four times lower than my results of effective doses. The effective doses obtained were close to the effective doses determined during intravenous excretion urography. The objective

of this Bachelor's thesis is to outline the possibilities for reducing the radiation burden on patients examined by spiral CT scan.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to - v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou-
elektronickou podobou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 2. května 2011

.....
Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji MUDr. Renatě Pipkové, že byla dobrým a trpělivým rádcem při zpracování této bakalářské práce a dále děkuji Ing. Kateřině Daníčkové za odborné připomínky při stanovení efektivních dávek.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 8 |
| 1 UROPOETICKÝ SYSTÉM | 9 |
| 1.1 ANATOMIE UROPOETICKÉHO SYSTÉMU | 9 |
| 1.2 FYZIOLOGIE UROPOETICKÉHO SYSTÉMU | 11 |
| 1.3 RENÁLNÍ KOLIKA | 12 |
| 1.3.1 Urolitiáza..... | 13 |
| 1.4 VYŠETŘOVACÍ ZOBRAZOVACÍ METODY - PŘEHLED | 14 |
| 1.5 ULTRASONOGRAFIE | 15 |
| 1.6 INTRAVENÓZNÍ VYLUČOVACÍ UROGRAFIE..... | 16 |
| 1.6.1 Metodika stanovení místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ)..... | 27 |
| 1.6.2 Metodika stanovení a hodnocení efektivních dávek..... | 29 |
| 1.7 NATIVNÍ CT BŘICHA A PÁNVE | 31 |
| 1.7.1 Metodika stanovení místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ)..... | 36 |
| 1.7.2 Metodika stanovení a hodnocení efektivních dávek..... | 38 |
| 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY | 40 |
| 2.1 CÍL PRÁCE..... | 40 |
| 2.2 HYPOTÉZY | 40 |
| 3 METODIKA | 41 |
| 3.1 VYHLEDÁVÁNÍ DAT PRO STANOVENÍ TYPICKÉ EFEKTIVNÍ DÁVKY ZÍSKANÉ PŘI IVU..... | 41 |
| 3.2 VYHLEDÁVÁNÍ DAT PRO STANOVENÍ TYPICKÉ EFEKTIVNÍ DÁVKY ZÍSKANÉ PŘI CT..... | 41 |
| 3.3 STANOVENÍ TYPICKÝCH EFEKTIVNÍCH DÁVEK PACIENTŮ PRO IVU A CT | 41 |
| 3.4 SROVNÁNÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI..... | 42 |
| 3.5 POROVNÁNÍ FINANČNÍ NÁROČNOSTI | 42 |
| 3.6 SROVNÁNÍ CELKOVÉ ZÁTĚŽE PACIENTŮ..... | 42 |
| 4 VÝSLEDKY | 43 |
| 4.1 VÝPOČTY PRŮMĚRNÉ MDRÚ A TYPICKÉ EFEKTIVNÍ DÁVKY PRO IVU..... | 43 |
| 4.2 VÝPOČTY PRŮMĚRNÉ MDRÚ A TYPICKÉ EFEKTIVNÍ DÁVKY PRO CT | 46 |
| 4.3 SROVNÁNÍ TYPICKÝCH EFEKTIVNÍCH DÁVEK OBOU ZOBRAZOVACÍCH METOD | 49 |
| 4.4 VÝSLEDKY SROVNÁNÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI..... | 51 |
| 4.5 VÝSLEDKY SROVNÁNÍ FINANČNÍHO OHODNOCENÍ..... | 52 |
| 4.6 SROVNÁNÍ CELKOVÉ ZÁTĚŽE PACIENTŮ BĚHEM PROVEDENÍ IVU A CT | 53 |
| 5 DISKUZE | 55 |
| 5.1 POROVNÁNÍ OBOU VYŠETŘOVACÍCH METOD Z HLEDISKA DIAGNOSTIKY..... | 55 |
| 5.2 SROVNÁNÍ RADIČNÍ ZÁTĚŽE PACIENTŮ | 55 |
| 5.3 ČASOVÁ A FINANČNÍ NÁROČNOST OBOU METOD..... | 56 |
| 5.4 SROVNÁNÍ CELKOVÉ ZÁTĚŽE PACIENTŮ V PRŮBĚHU OBOU VYŠETŘENÍ..... | 57 |
| 5.5 VOLBA ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI DIAGNOSTICE RENÁLNÍ KOLIKY V ZAHRANIČÍ..... | 57 |
| 6 ZÁVĚR | 59 |
| 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 60 |
| 8 KLÍČOVÁ SLOVA | 63 |

Seznam použitých zkratk

BMI - Body mass index – index tělesné hmotnosti

CT - výpočetní tomografie

CR - digitální radiografie nepřímá (s použitím paměťové folie)

DLP - Dose leght product – součin délky a kermy

DRÚ - diagnostická referenční úroveň

ED - efektivní dávka

FN v Motole - Fakultní nemocnice v Motole

FOV- fielt of view - oblast zájmu

KZM - Klinika zobrazovacích metod

LO - lékařské ozáření

MDRÚ - místní diagnostická referenční úroveň (střední hodnota dávky – vstupní
dávková veličina)

NDRÚ - národní diagnostická referenční úroveň

MRS - místní radiologický standard

PACS - komunikační systém pro zpracování a archivování obrazové a textové
informace

rtg – rentgen, rentgenový

UNIS - universální nemocniční informační systém

ZDS - zkouška dlouhodobé stability

Úvod

Renální kolika s podezřením na urolitiázu patří mezi vážná akutní onemocnění. Postihuje v České republice ročně 1,2 milionu lidí a tvoří cca 1% všech hospitalizací. Z 99 % vyvolává renální koliku urolitiáza. Nejvíce postižených touto diagnózou je ve věku 35 – 45 let. Poměr výskytu u mužů a žen je 3:1. Výskyt urolitiázy u žen v průběhu gravidity je 1 : 1500. [7]

Tato práce je věnována možnostem diagnostiky při léčení pacienta s renální kolikou s podezřením na urolitiázu.

Provedu srovnání dvou zobrazovacích metod, nejčastěji indikovaných při této diagnóze. Jedná se o intravenózní vylučovací urografii a nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT.

Během své dlouholeté praxe na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole jsem měla možnost sledovat volbu indikací obou zobrazovacích metod. V současné době ubývá indikací k intravenózní vylučovací urografii. Srovnáním několika hledisek bych chtěla přispět k úplnému zrušení této indikace a nahradit tuto metodu nativním vyšetřením spirálním CT. Dále bych touto prací chtěla dokázat, že nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT je přínosnější a vhodnější pro diagnostiku, z hlediska radiační zátěže, časové a finanční náročnosti a v neposlední řadě z hlediska celkové zátěže pacienta během průběhu vyšetření.

Studiem zahraniční literatury se pokusím porovnat volbu zobrazovacích metod při renální kolice s podezřením na urolitiázu v zahraničí, kde bych se chtěla zaměřit na stejné srovnání hledisek, které jsem porovnávala na Klinice zobrazovacích metod.

1 Uropoetický systém

Základní funkcí uropoetického systému je vylučování rozpuštěných produktů látkové přeměny z krve. Tato funkce se nazývá exkretorickou. Děje se tak pomocí mechanismů, které vzniklý filtrát zahušťují a pomocí dalších mechanismů z filtrátu navracejí látky do organismu, jejichž ztráta není pro organismus žádoucí a v neposlední řadě jde o mechanismy, které aktivně do vylučované tekutiny dodávají některé složky. Dále plní funkci endokrinní a metabolickou. Ledviny se tím podílejí na regulaci složení a objemu tělesných tekutin, na regulaci systémového krevního tlaku, na krvetvorbě a na některých dalších metabolických procesech včetně acidobazické rovnováhy. [3], [19],[29]

1.1 Anatomie uropoetického systému

Do uropoetického systému patří ledviny, močovody, močový měchýř a močová trubice. [3]

Ledvina (*ren*) – párový orgán, uložený retroperitoneálně a laterálně od obratlů Th 12 – L 2 a pravá ledvina bývá uložena kaudálněji. [3]

Ledvina má tvar fazole o rozměrech 12 x 6 x 3 cm o hmotnosti kolem 150 gramů. Levá ledvina bývá o něco větší a těžší. Na mediální straně ledviny je zářez – *hilus renis*, který zasahuje do ledviny. Prostor uvnitř ledvinového hilu je *sinus renalis*, a je v něm umístěna větší část ledvinné pánvičky s kalichy, krevními a lymfatickými cévami, uzlinami a nervy. Kolem ledviny jsou obaly. Okolo ledviny v pararenálním prostoru je tukový polštář – *capsula adiposa*, který je ventrálně chráněn přední renální fascií – *lamina praerenalis* a dorzálně zadní renální fascií – *lamina retrorenalis*. Dorzálně od zadní renální fascie je tukové pouzdro - *corpus adiposum pararenale*, které slouží k mechanické ochraně ledvin. Vlastní povrch ledviny kryje vazivové pouzdro – *capsula fibrosa*. Parenchym ledviny se skládá z kůry a dřeně. Kůra – *cortex renales* – je na povrchu ledviny a je tvořena cévními klubičky – *glomeruly*. Většinu objemu

parenchymu ledviny tvoří dřeň ledviny – *medulla renalis* – je rozdělena na 15 – 18 pyramid – *pyramides renales*. Funkční a stavební jednotkou ledvin je nefron. V každé ledvině jich je asi jeden milion. Objemově reprezentují nefrony většinu kůry ledviny. Skládá se z ledvinného (Malpighického) tělíska – *corpusculum renale*, z proximálního kanálku – *tubulus contorus proximalis*, z Henleovy kličky – *ansa nefrica* a z distálního kanálku – *tubulus contorus distalis*. Ledvinné (Malpighického) tělísko je tvořeno cévním klubičkem – *glomerulus* a z dvoulistého Bowmanova váčku – *capsula glomerularis*. Kapilární kličky glomerulu začínají z přívodné tepénky – *arteriola glomerularis afferens* – a krev po průtoku klubičkem odtéká do odvodné tepénky – *arteriola glomerularis efferens*. V Malpighického tělísku probíhá filtrace protékající krevní plazmy a tvoří se zde tzv. primární moč. Mezi zevním a vnitřním listem pouzdra je tenká štěrbin, ze které začíná systém ledvinných kanálků. Na vrcholku pyramid začínají ledvinné kalichy a ty končí v ledvinné pánvičce. Další součástí funkčního parenchymu ledvin je vmezeřené vazivo – *intersticium* – tvořeno řídkým vazivem, které představuje ve všech částech ledvin prostředníka mezi krví a lymfou na jedné straně a tubulární tekutinou v nefronech na straně druhé. [3]

Močovod – *ureter* – je trubice dlouhá 25 – 30 cm a široká 4 – 5 mm. Močovody jsou v retroperitoneálním prostoru, kde začínají pravouhlým ohybem na mediálním obvodu ledvinné pánvičky. Ureter se skládá ze tří úseků – *pars abdominális*, *pars pelvina*, *pars intramuralis*. Uretery ústí do močového měchýře štěrbinovitým *ostium ureteris*. [3]

Močový měchýř – *vesica urinaria* – je svalnatý dutý orgán, jehož funkcí je shromažďovat moč před jejím vyprázdněním (mikcí). Fyziologická kapacita měchýře je asi 200 – 300 ml. Močový měchýř je uložen ve ventrální části malé pánve za symfýzou. Na měchýři se rozlišuje spodní část – dno močového měchýře – *fundus vesicae*, do které ústí 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*. [3]

Mužská močová trubice – *urethra maskulina* – je 18 až 22 cm dlouhá, slouží jako část močových cest a jako konečný úsek pohlavních cest. 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, ve kterém močová trubice vstupuje do jednoho z topořivých těles pyje. [3]

Ženská močová trubice – *urethra femina* – dlouhá 3-4 cm. Je podstatně kratší než mužská močová trubice a roztažitelná až na 7-8 mm. [3]

1.2 Fyziologie uropoetického systému

Ledviny filtrací krve očisťují tělo od nepotřebných a škodlivých látek. Tvoří moč, která je vývodnými cestami močovými (pánvička ledvinová, močový měchýř, močová trubice) odváděna z těla. Vylučováním močoviny, solí a přebytku vody pomáhají ledviny udržovat homeostázu (stálost vnitřního prostředí) a složení tělních tekutin. [29]

Krevní oběh v ledvinách má dvě hlavní funkce:

1/ zajišťuje kontakt renálního parenchymu s extracelulární tekutinou a poskytuje dodání kyslíku pro energeticky náročné procesy tubulární exkrece a zpětné resorbce.

2/ Extracelulární tekutina se s renálním parenchymem kontaktuje v glomerulu a dochází zde ke glomerulární filtraci během, které vzniká glomerulární filtrát – tzv. primární moč (za 24 hodin se vytvoří 180 litrů). [29]

Fyzikální podstatou primární moče je ultrafiltrace krevní plazmy. Z glomerulu odtéká glomerulární filtrát a stává se tubulární tekutinou a látky v ní jsou nabízeny dvěma procesům: tubulární sekreci a tubulární resorbci. V proximálním tubulu probíhá podstatná redukce objemu glomerulárního filtrátu: zpětně se ho resorbuje 75 – 80 %, bez ohledu na stupeň hydratace organismu. Proximální tubulus má hlavní podíl na udržování objemu extracelulární tekutiny v organismu. Do distální tubulu ze vzestupného raménka Henleovy kličky přitéká hypotonická tubulární tekutina a její objem redukuje zpětnou resorbci vody na 5 % původního objemu glomerulárního filtrátu. Zbylý objem tubulární tekutiny odtéká do sběracího kanálku, aby mohlo dojít k závěrečné kvantitativní úpravě na definitivní moč. [29]

Po resorbci v distálním tubulu vtéká do sběracího kanálku kolem 10 litrů tekutiny a je v nich upravena kvalitativně a kvantitativně na definitivní moč. Celkové

množství vytvořené za 24 hodin se označuje jako *diuréza* – činí 1,0 – 1,5 litru/ 24 hodin. Definitivní moč je konečným produktem činností funkčního renálního parenchymu. [29]

Činnost ledvin je regulována dvěma soubory regulačních vlivů:

1/ jde o mechanismy řízení renální hemodynamiky

2/ mechanismy řízení tubulárních procesů

Glomerulární filtrace i tubulární procesy závisí na renální hemodynamice, na průtoku krve glomerulárním a peritubulárním řečištěm.[29]

Při řízení tubulárních procesů mají ledviny dvojí úlohu:

1/ jednak působí jako předmět extrarenální regulace

2/ a také jako samotný zdroj regulačních faktorů

Na řízení tubulárních procesů se podílejí např. tyto hormony: vazopresin, aldosteron, renin - angiotenzin, parathormon a mnoho jiných látek. [29]

Pomocí činnosti svalstva vývodných cest močových dochází k pohybu moči mimo ledvinný parenchym. Ve vývodném systému, který tvoří ledvinné kalichy, pánvičky, močovody, močový měchýř a močová trubice jsou dva rezervoáry moči: menší – pánvička, větší – močový měchýř. [29]

První fáze extrarenálního pohybu je přesun moči do ledvinné pánvičky. Pánvička slouží jako nálevka, která shromažďuje moč vypuzenou z kalichů a usměřňuje moč do iniciálního segmentu močovodu. [29]

Základním mechanismem transportu moči močovodem zajišťuje hladká svalovina. Moč je přivedena močovody do močového měchýře a po překročení fyziologické kapacity (200 – 300 ml) a po vzestupu tlaku moči dochází ke vzniku pocitu nucení na močení až k mikci. Evakuací močového měchýře je zakončena cesta vody a vylučovaných látek z vnitřního prostředí ven z organismu. [29]

1.3 Renální kolika

Renální kolika je charakterizována křečovitými, záchvatovitě se opakujícími bolestmi v bederní krajině vyzařujícími k měchýři, často doprovázenými zvracením a meteorismem. Při renální kolice se obvykle zvyšuje teplota a může se objevit třesavka.

Pohyblivé menší konkrementy v dutém systému mohou zapříčinit typickou renální koliku, vniknou – li do močovodu nebo při blokadě pyeloureterálního přechodu. Velkou bolest v bederní krajině vyvolávají větší volné konkrementy. Tato bolest se nejčastěji projevuje při pohybu nebo při pracovní zátěži a dále se bolest někdy objevuje podél močovodu. Odlitkové konkrementy působí ve sterilním prostředí asymptomaticky. Při komplikaci infekcí se objeví pyelonefritida. Konkrementy, které způsobují městnání moče v dutém systému ledviny se projevují tupou spontánní nefralgií. Konkrementy fixované v kališích nemají žádné příznaky. Dalším průvodním jevem renální koliky je makroskopická nebo mikroskopická hematurie, která provází všechny volné konkrementy. [13]

1.3.1 Urolitiáza

Urolitiáza je onemocnění charakterizováno tvorbou močových konkrémentů v ledvinách a močových cestách. Nález mikroskopických krystalů v močovém sedimentu nelze považovat za urolitiázu. Urolitiáza byla známa již ve starověku. Je to multifaktoriální choroba, kterou lze ve většině případů definovat jako metabolické onemocnění s urologickými projevy s vysokou tendencí k recidivám. Mnohdy proto nekončí terapie odstraněním (či destrukcí) konkrémentu z močového traktu. Ve většině případů je nutná prevence vzniku recidiv (odstranění eventuálních metabolických poruch, které podmínily vznik konkrémentu), zejména proto, že pacienti bývají sužováni recidivami konkrémentů a renálními kolikami. Dochází až k poškození funkce ledvin a opakované urologické chirurgické zákroky nebývají efektní. [26]

Konkrementy dělíme podle výskytu: *nefrolitiáza* - v dutém systému ledvin (*kalycholitiáza*, *pyelolitiáza*), *ureterolitiáza* - v močovodu, v močové trubici, *cystolitiáza* - v močovém měchýři. Dále konkrementy dělíme podle pravděpodobné příčiny vzniku urolitiázy: metabolicky podmíněná a podmíněná obstrukcí a další možné dělení je podle složení konkrémentu. Z výsledků rozboru konkrémentu lze někdy usuzovat na příčinu vzniku urolitiázy. [26]

Urolitiáza je řazena mezi choroby civilizační, časté, závažné a recidivující. Celosvětově přibývá urolitiázy u žen (z dřívějších 7 % činí nyní zastoupení žen 40-50

%). Častěji dochází k výskytu tohoto onemocnění u mužů. S rostoucím věkem od 60 let se její incidence zvyšuje u obou pohlaví. U dětí je výskyt urolitiázy nízký. K recidivám onemocnění dochází až u 50-70 % osob při dvacetileté anamnéze litiázy, v 50 % s anamnézou do deseti let a s anamnézou urolitiázy do pěti let kolem 30 %. Největší vliv na vznik urolitiázy mají především: příjem tekutin, složení stravy, dědičnost, etnické vlivy, klima, roční období, věk, pohlaví, typ zaměstnání, močové infekce a metabolické onemocnění. [26]

1.4 Vyšetřovací zobrazovací metody - přehled

Klinická diagnóza při renální kolice by měla být podpořena zvolením vhodné zobrazovací metody. Jednotlivá vyšetření mohou napomoci rozhodnout, o vhodném léčebném postupu. K základním vyšetřovacím metodám patří nativní nefrogram, intravenózní vylučovací urografie (IVU), ultrasonografie, ascendentní pyelografie a výpočetní tomografie (CT).

Nativní snímek ledvin a močového měchýře byl první rentgenovou metodou sloužící k zobrazení konkrementů. Nevýhodou je detekce pouze rentgenkontrastních konkrementů.[13], [31]

Od poloviny 30. let minulého století byla intravenózní vylučovací urografie navzdory invazivitě a rizikům plynoucím z možné alergické reakce na kontrastní látku považována u nemocných s podezřením na urolitiázu za metodu volby. Toto vyšetření podává základní informace o uložení ledvin v dutém systému ledvin, močovodech a močovém měchýři. Před rozšířením ultrasonografie a výpočetní tomografie byla nejrozšířenější vyšetřovací metodou v urologii. Nevýhodou intravenózní vylučovací urografie je nutnost intravenózní aplikace jodové kontrastní látky, možnost alergické reakce na tuto látku a negativní ovlivnění renálních funkcí. [13], [31]

Koncem 80. let minulého století se při urolitiáze začalo používat ultrasonografické vyšetření. Tato metoda je vysoce efektivní v zobrazení známek akutní obstrukce, ale jen zřídka zobrazuje konkrement. Bezpečnost, neinvazivita, dostupnost a nízká cena vyšetření z něj učinila metodu první volby.[13], [31]

V polovině 90. let minulého století se novou alternativní metodou vyšetření u renální koliky stalo spirální CT. Na rozdíl od ostatních zobrazovacích metod prokazuje přítomnost a přesnou lokalizaci všech druhů močových konkrémentů, dále umožní rychlé, neinvazivní stanovení diagnózy a zásadním způsobem přispívá ke vhodné volbě léčby. Výpočetní tomografie svými možnostmi vytlačuje spolu s ultrasonografií ostatní metody z mnoha pozic. S neustálým technickým vývojem se její možnosti stále rozšiřují. Snižuje se také radiační zátěž pacienta, která je jednou z nevýhod výpočetní tomografie. [31]

„Diagnosticky se ze zobrazovacích technik upřednostňuje spirální počítačová tomografie (spirální CT) ,která je efektivnější než pouhá konvenční počítačová tomografie nebo kontrastní urografie. Běžný diagnostický algoritmus spočívá v sonografickém vyšetření, po kterém následuje nativní RTG nebo nativní CT (podle vybavení pracoviště),eventuálně poté CT s kontrastem.“ (Stejskal, 2007, s. 18).

Další možnou vyšetřovací metodou při diagnóze urolitiázy je ascendentní pyelografie, která ustupuje do pozadí, neboť je spojena s rizikem infekce do močového systému a je nahraditelná jinými vyšetřovacími metodami.

1.5 Ultrasonografie

Nejpoužívanější iniciální metodou u renální koliky je ultrasonografie. Zvyšující se kvalita ultrasonografických přístrojů umožňuje vznik velmi dobrých obrazů a tím se stále zvyšuje přínos ultrasonografických vyšetření.[13]

Zdrojem ultrazvuku o frekvencích 2,5 – 10 MHz je piezoelektrický krystal ve vyšetřovací sondě, který konvertuje elektrickou energii na zvukovou energii a zpět. Ultrazvukové vlny, které prochází tělem na rozhraní tkání s rozličnou hustotou se částečně odráží. Odražené impulsy (echa) sonda opět zachycuje a zpracovává. [13]

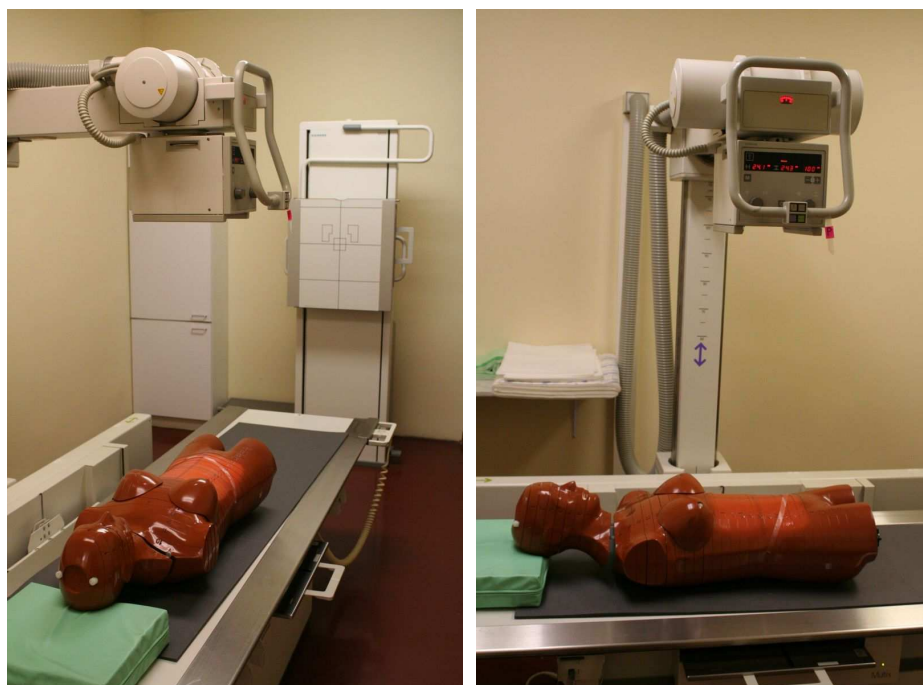
Na obrazovce ultrasonografického přístroje se elektronicky vytváří průřezový obraz vyšetřovaného orgánu. Nejsilnější odraz dává tuk a kolagen, anechogenní je tekutina v dutém prostoru systému. Orgány jsou většinou vyšetřovány v různých rovinách. Konkrementy dávají na obrazovce typická echa. Jsou identifikovatelná

v ledvinách (až od průměru 3 mm), v horním nebo juxtavezikálním močovodu, v močovém měchýři nebo uretře. [13]

Konkrementy v močovodu jsou vzhledem k jejich uložení obtížně zobrazitelné. Uvádí se výtěžnost 20-90 %. Při naplnění močového měchýře se zlepšuje možnost odhalit konkrementy v juxtavezikálním úseku. Pokud není situace jasná, je další metodou volby intravenózní vylučovací urografie, která může určit místo uložení konkrementu. Když je však přítomno velké městnání bývá náplň kontrastní látkou chabá až nulová, pak ani „odložené snímky“ (provedené po 2-3 hodinách) nemusí zobrazit překážku v dutém systému. [13],[31]

1.6 Intravenózní vylučovací urografie (IVU)

Postup při provedení vyšetření na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole dle Místního radiologického standardu (MRS) na rentgenovém zařízení: Siemens, Multix CH – digitální skiografie. [11]



Obr. č. 1 a 2: rentgenové zařízení, Siemens Multix Ch – digitální skiografie

Součásti rentgenového zařízení - identifikace: jedná se o stacionární skiagrafické zařízení s digitalizací obrazu, vyrobený v roce 1997. Jeho součásti jsou generátor vysokého napětí, rentgenový zářič – rentgenka s primární clonou a celkovou filtrací 2,5 +1,5 mm Al +0,1Cu, snímkovací stůl s plovoucí deskou, vertikální stativ, CR kazety s individuálním čárovým kódem, čtečka CR kazet, pracovní stanice a diagnostické monitory. [11]

Tento digitální zobrazovací systém poskytuje velmi dobrou diagnostickou kvalitu těžící z digitální technologie a umožňuje dosáhnout u zobrazení velké prostorové rozlišení a vysoký kontrast, při možnosti dosažení relativně nízké radiační zátěže. Tento skiagrafický zobrazovací systém je určen pro statické dvojrozměrné zobrazení trojrozměrné anatomické struktury. Vychází z principu rozdílné absorpce a rozptylu rentgenového záření v jednotlivých tkáních lidského těla ve směru ohnisko - přijímač obrazu. Výsledné zobrazení přináší zřetelnou informaci o sledovaných strukturách, kterými jsou skelet, měkké tkáně a struktury s náplní kontrastní látky.

Pracoviště je napojeno na nemocniční zařízení pro přenos a archivaci dat - PACS. [11]

Radiologický asistent je povinen zajistit, aby v průběhu lékařského ozáření nebyly ve vyšetřovně přítomny žádné další osoby, které se nepodílí na lékařském ozáření a dodržovat zásady radiační ochrany a další zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [11]

Je povinen použít stínící ochranné prostředky pro ochranu radiosenzitivních orgánů a tkání pacienta, pokud se nacházejí v užitečném svazku a mimo oblast, která má být zobrazena, nebo v její blízkosti (do 5 cm) a pokud tato ochrana nebrání zobrazení. Stínící schopnosti ochranných prostředků:

- 1/ ochranná zástěra gonád – pro šourek (min 0,5 mm Pb),
- 2/ ochranná zástěra gonád – pro vaječníky (min. 1 mm Pb),
- 3/ ochranný límec (min. 0,5 mm Pb),
- 4/ ochranná zástěra (min. 0,25 mm Pb). [11]

Pokud je nezbytná u vyšetření další osoba poskytující pomoc osobě ozařované (vyšetřované), vybaví radiologický asistent tuto osobu ochrannými prostředky a

přenosným elektronickým osobním dozimetrem a naměřenou dávku této osoby zaeviduje do univerzálního nemocničního systému (UNIS) - žádanky na vyšetření do speciální záznamové položky. [11]

Indikace: žádanku na vyšetření vyhotovuje a podepisuje indikující lékař. Indikaci by měl provést v souladu s dokumentem „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“ Pokud se nejedná o obecně odůvodněné případy lékařského ozáření stanovené v MRS, posuzuje odůvodněnost indikace v souladu s citovaným dokumentem lékař radiolog a provedení vyšetření schválí nebo zamítne se svým podpisem na žádanku. [11]

Povinné náležitosti žádanky jsou:

- 1/ jednoznačná identifikace pacienta (jméno, bydliště, číslo pojištěnce, číslo zdravotní pojišťovny)
- 2/ výška a hmotnost pacienta
- 3/ klinická a číselná diagnóza
- 4/ anamnéza (alergie v anamnéze, alergie na kontrastní látku)
- 5/ jasná indikace vyšetření
- 6/ cíl / očekávaný přínos vyšetření
- 7/ historie, (datum a druh) předchozích rentgenových vyšetření,
- 8/ kontraindikace vyšetření
- 9/ gravidita u žen
- 10/ jméno a pracoviště indikujícího lékaře, razítko a podpis
- 11/ jméno, razítko a podpis lékaře - radiologa, který schvaluje provedení vyšetření a přebírá klinickou odpovědnost za toto lékařské ozáření
- 12/ jméno, razítko a podpis radiologického asistenta, který se podílí na praktické části lékařského ozáření
- 13/ datum vystavení žádanky[11]

Kontraindikace:

1/ gravidita - je nutné pátrat po možném těhotenství u žen v reprodukčním věku indikovaných k tomuto výkonu. Odpovědnost za zjištění těhotenství nesou indikující lékař s lékařem radiologem. Podezření na graviditu zapíše radiologický asistent na žádanku s podpisem pacientky. Patientka je lékařem poučena o možných rizicích, které

plynou z provedení lékařského ozáření v době gravidity (riziko malformací plodu, pozdní indukce zhoubného bujení). Je třeba vždy zvážit, zda k diagnostickým poznatkům potřebným pro správnou léčbu nelze dospět jiným vyšetřením bez expozice ionizujícím zářením. Z praxe na našem pracovišti vyplývá, že při podezření na možnou graviditu je vždy indikace vyšetření intravenózní vylučovací urografií s podezřením na urolitiázu zrušena lékařem radiologem po dohodě s indikujícím lékařem. [11]

2/ další kontraindikací je odmítnutí vyšetření pacientem - radiologický asistent do UNISu i na žádanku odmítnutí zaznamená a zajistí podpis pacienta. [11]

3/ vyšetření nelze provést při nespolupráci pacienta, pokud nepomůže fixace pacienta a popř. podání sedativ lékařem. [11]

4/ a v neposlední řadě je závažnou kontraindikací alergie na jodovou kontrastní látku. Pokud není alergie na kontrastní látku uvedena na žádance, ověří neexistenci alergie radiologický asistent před provedením aplikace kontrastní látky. Pokud dojde k alergické reakci během vyšetření, zajistí radiologický asistent základní životní funkce pacienta a bezodkladně zavolá spolupracujícího lékaře radiologa a na jeho pokyn fungující první pomoc v areálu FN v Motole. [11]

Při příchodu pacienta na vyšetření je radiologický asistent povinen provést jednoznačnou identifikaci: [11]

1/ u hospitalizovaných pacientů ve FN v Motole přímým dotazem na jméno a datum narození, bydliště, atd. a porovná odpovědi pacienta s údaji na identifikačním náramku a na žádance k vyšetření. Pokud má pacient pozměněný stav vědomí nebo komunikace s ním není možná, využije radiologický asistent pouze údaje na náramku, který porovná s identifikací pacienta ve zdravotnické dokumentaci.[11]

2/ u ambulantních pacientů zajišťuje radiologický asistent jednoznačnou identifikaci pacienta dotazem na jméno, datum narození, bydliště, atd. a porovná odpovědi pacienta s údaji na žádance k vyšetření. [11]

Pacientovi, u kterého nelze zjistit totožnost před provedením lékařského ozáření, je v příjímací kanceláři FN v Motole přiděleno unikátní číslo, které umožňuje další jednoznačnou identifikaci tohoto neznámého pacienta. [11]

Příprava na vyšetření - pacientovi je doporučena 3 dny před vyšetřením nenadýmavá strava. Zvláštní příprava před podáním kontrastní látky se provádí jen u pacientů se známými alergiemi a u pacientů se zhoršenými funkcemi ledvin dle indikace radiologa, který aplikuje kontrastní látku nebo je příprava indikována přivolaným anesteziologem, který je přivolán jako dohled k vyšetření rizikového pacienta z hlediska možných komplikací po podání kontrastní látky. [11]

Těsně před vyšetřením je pacient seznámen lékařem s průběhem diagnostického vyšetření a je upozorněn na možná rizika: [11]

Komplikace v místě vpichu (zánět podkoží, zánět žíly), během aplikace může pociťovat tlak, nikoliv výraznou bolest, celkově může mít pocit tepla v hlavě, krku či v celém těle a pocity na močení. [11]

Dalším rizikem je zhoršení ledvinných funkcí až selhání ledvin, alergická či toxická reakce od lehké po těžkou formu. [11]

Dále u pacientů se zvýšenou funkcí štítné žlázy nelze jodovou kontrastní látku podat. [11]

Pokud má být vyšetření provedeno u kojící ženy, nesmí 12 hodin po aplikaci kontrastní látky kojit. [11]

Na základě poskytnutí těchto informací podepisuje pacient informovaný souhlas s výkonem a případného použití anestézie (sedace) včetně provedení dalších výkonů, pokud by jejich neprovedení bezprostředně ohrozilo jeho zdravotní stav. [11]

Aplikace jodové kontrastní látky musí být provedena aplikujícím lékařem a s ním spolupracujícím radiologickým asistentem v souladu s Metodickým listem intravaskulárního podání jodových kontrastních látek uvedeným v MRS našeho pracoviště. [11]

V současnosti se u vylučovací urografie používají k intravaskulárnímu podání pozitivní kontrastní látky obsahující jód, dělí se na vysokoosmolální (7x vyšší osmolalita oproti krvi), nízkoosmolální (2x vyšší osmolalita) a izoosmolální.

Intravaskulární podání jodové kontrastní látky může u nemocných vyvolat výskyt nežádoucích reakce: alergoidní a chemotoxické. [11]

Nízkoosmolální jodové kontrastní látky jsou sice dražší, ale vyvolávají méně nežádoucích účinků. [11]

Typy nežádoucích reakcí:

1/ **Akutní reakce** – náhle vzniklé reakce, které se liší různou intenzitou příznaků, pokud jsou méně klinicky významné, vyžadují pouze zvýšený dohled lékaře, pokud nabývají na intenzitě, je nutná okamžitá léčebná intervence, u závažných stavů až kardiopulmonální resuscitace. Alergoidní reakce vzniká nezávisle na množství podané kontrastní látky. Dochází při ní k uvolnění histaminu a serotoninu. Reakce mírného stupně se projevuje urtikou, mírným bronchospazmem a mírným poklesem tlaku. Při těžké alergoidní reakci může dojít k hypotenzii, tachykardii, bronchospazmu, laryngeálnímu edému, edému plic nebo křečím. [11]

Chemotoxická reakce znamená přímé ovlivnění určitého orgánu. Patří sem nefropatie a kardiotoxicita. Tato reakce je přímo úměrná množství podané kontrastní látky. Projevuje se pocitem horka, nauzeou, a zvracením. Snížení chemotoxicity můžeme docílit podáním co nejmenšího možného množství kontrastní látky a dostatečnou hydratací nemocného před vyšetřením a po něm. [11]

2/ **Pozdní reakce** – mohou vzniknout více jak jednu hodinu po podání jodové kontrastní látky. Nejčastěji se jedná o lehkou až střední urtiku v rozmezí 3 – 48 hodin po aplikaci. Tyto reakce jsou pravděpodobně zprostředkovány T – lymfocyty a predispozici jejich vzniku mají nemocní s předchozí reakcí na jodovou kontrastní látku. Léčba zpožděných reakcí je symptomatická. Výskyt pozdních reakcí je velmi vzácný. [11]

Intravaskulární podání kontrastní látky je prováděno na pracovišti, které je zabezpečeno léčebnými prostředky pro léčbu nežádoucích reakcí a pro kardiopulmonální resuscitaci. Lékař, který jodovou kontrastní látku aplikuje, je vyškolěn v léčbě nežádoucích reakcí a kardiopulmonální resuscitaci. [11]

Účinná premedikace rizikového pacienta kortikoidy vyžaduje jejich podání minimálně 6 - 12 hodin před aplikací jodové kontrastní látky. Za premedikaci rizikového pacienta odpovídá indikující lékař. [11]

Existuje-li klinická suspekce na poruchu renálních funkcí, uvede indikující lékař na žádanku aktuální hodnotu sérového kreatininu. [11]

Před podáním jodové kontrastní látky zajistíme dostatečnou hydrataci vyšetřované osoby a čtyři hodiny před vyšetřením omezí vyšetřovaný perorální příjem pouze na čiré tekutiny v malém množství (např. 100 ml/hod.) a nepřijímá již žádnou pevnou stravu. Pro prevenci kontrastní nefropatie je žádoucí znát hladinu kreatininu v séru. Odebereme alergickou anamnézu (včetně podání jodové kontrastní látky v minulosti). Zajistíme periferní cévní přístup pro aplikaci jodové kontrastní látky a pro případnou léčbu komplikací, tento přístup ponecháme pro celý průběh vyšetření. Pokud má pacient snímatelnou zubní náhradu, tak si ji vyjme. [11]

Vysokoosmolální jodové kontrastní látky je možné podat jen u nerizikových skupin nemocných bez alergické anamnézy s normální funkcí ledvin a ani premedikace není nutná. [11]

Nízko a izoosmolální jodové kontrastní látky podáváme u rizikových pacientů, kam řadíme:

- 1/ děti do 15 let
- 2/ osoby nad 70 let
- 3/ alergie nebo astma bronchiale v anamnéze (dlouhodobě bez léčby)
- 4/ léčba polyvalentní alergie, nebo astma bronchiale + premedikace kortikoidy
- 5/ předchozí reakce na jodovou kontrastní látku a premedikace kortikoidy
- 6/ porucha funkce ledvin (hladina sérového kreatininu $> 130 \mu\text{mol/l}$)
- 7/ výkon bez zajištěné přípravy (perakutní výkon z vitální indikace při neznalosti renálních funkcí nebo alergické anamnézy)
- 8/ nespolehlivý údaj o době lačnění apod.
- 9/ akutní cévní mozkovou ischemickou příhodu
- 10/ kumulaci kontrastních vyšetření (IVU, CT, angiografie atd.)
- 11/ diabetes mellitus
- 12/ mnohočetný myelom
- 13/ osoby s transplantovanou ledvinou. [11]

Premedikace rizikového pacienta probíhá:

- podáním 40 mg Prednisonu tbl. (12 – 18 hodin před aplikací jodové kontrastní látky) a 20 mg (6 – 9 hodin před aplikací) [11]

- v akutním případě, kdy není možné nemocného předem řádně připravit, podáváme kortikoidy a antihistaminikum intravenózně

- u závažných případů alergie se doporučuje premedikovat po dobu 24 – 48 hodin ve spolupráci s anesteziologem, který je dostupný při vyšetření s aplikací jodové kontrastní látky. [11]

Relativní kontraindikací podání jodové kontrastní látky je:

- závažná alergická reakce na předchozí podání jodové kontrastní látky

- těžké funkční poruchy jater a ledvin (kreatinin nad 300 $\mu\text{mol/l}$)

- tyreotoxykóza (před podáním jodové kontrastní látky nutno podávat tyreostatika – thiamozol: 3 dny před a pokračovat 2 týdny po podání.)

- mnohočetný myelom (před podáním jodové kontrastní látky nutno zajistit řádnou hydrataci k prevenci precipitace bílkovin v ledvinách)

- léčba a vyšetření radioaktivními izotopy jódu (jodová kontrastní látka nesmí být podávána 2 měsíce před léčbou a izotopovým vyšetřením štítné žlázy). [11]

U těchto stavů nemocných se musí zvážit provedení jiného typu vyšetření. [11]

Po podání jodové kontrastní látky může dojít ke kontrastní nefropatii.

Jde o akutní zhoršení ledvinných funkcí po podání jodové kontrastní látky, kde byla vyloučená jiná příčina. Je definována jako zvýšení sérového kreatininu o více než 25 % či 44 $\mu\text{mol/l}$ během 48 hodin oproti hladině před podáním jodové kontrastní látky.

Její incidence u jedinců s normální hladinou kreatininu je 0 - 10 %. [11]

U nemocných s rizikovými faktory její incidence stoupá až na 25 %.[11]

Rizikové stavy kontrastní nefropatie jsou:

1/ diabetes mellitus, (diabetická nefropatie s hladinou sérového kreatininu > 100 $\mu\text{mol/l}$),

2/perorální podání antidiabetik (nebezpečí laktátové acidózy při zhoršení ledvinných funkcí)

3/dehydratace

4/kardiální dekompenzace

5/ podávání nefrotických léků (např. gentamicyn, cisplatina, nesteroidní antiflogistika, imunosupresiva)

6/ kumulace kontrastních vyšetření [11]

Prevence před vznikem kontrastní nefropatie:

1/ dostatečná hydratace

2/ perorální zvýšení příjmu tekutin 24 hodin před i po vyšetření, 4 hodiny před aplikací jodové kontrastní látky omezit per os příjem tekutin na 100ml/hod

3/ v případě intravenózní aplikace tekutin podáváme 0,9 % roztok NaCl, rychlostí 1-2 ml/kg/hod po dobu minimálně 4 hodiny před a 24 hodin po vyšetření

4/ použití nízkoosmolální nebo izoosmolální jodové kontrastní látky

5/ preferovat jodovou kontrastní látku s nízkou viskozitou

6/ perorální antidiabetika, nesteroidní antirevmatika, popřípadě jiné nefrotoxické látky vysadit 48 hodin před aplikací jodové kontrastní látky

7/ zvážit podání nefroprotektivních látek [11]

Hemodialýza provedená i krátce po podání jodové kontrastní látky nezabrání efektivně případnému rozvoji kontrastní nefropatie, proto je hlavní důraz kladen na dostatečnou hydrataci. [11]

Maximální možné množství podání jodové kontrastní látky: u nemocných s normální funkcí ledvin (kreatinin < 100 $\mu\text{mol/l}$) a při dostatečné hydrataci se pohybuje horní orientační hranice dávky do 300 ml jodové kontrastní látky s koncentrací 300 mg I/ml, u zhoršené funkce ledvin (kreatinin 130 – 300 $\mu\text{mol/l}$) klesá maximální doporučené množství podané jodové kontrastní látky pod 150 ml, u nemocných s poškozenými renálními funkcemi lze vypočítat maximální dávku jodové kontrastní látky při optimální hydrataci dle vzorce: *objem jodové kontrastní látky (300 mgI / ml) v ml = 5 ml x váha (max 60 kg) lomeno hladinou kreatininu $\mu\text{mol} / \text{l} / 88$.* [11]

Postup při praktickém provedení vyšetření.

Před samotným vyšetřením se pacient vymočí a svlékne se do spodního prádla bez přítomnosti kovových předmětů ve vyšetřované oblasti, které by způsobily artefakty na rentgenové dokumentaci. [11]

Po té se položí na vyšetřovací rentgenový stůl na záda a radiologický asistent provede nativní snímek - nativní nefrogram ledvin a močových cest. [11]

Lékař rentgenolog za spolupráce s radiologickým asistentem zavede kanylu do dobře přístupné žíly a aplikuje kontrastní látku. (na našem pracovišti používáme výhradně neionické kontrastní látky např. Ultravist 370). Množství určí předem lékař dle váhy pacienta: 1– 1,5 ml/ kg. V průměru asi 60 - 80 ml kontrastní látky. [11]

Po aplikaci kontrastní látky provádí radiologický asistent snímky většinou za 7. 15. a 30. minut po aplikaci pokud nerozhodne lékař radiolog jinak. Ten každý snímek prohlédne a určí další časový interval mezi snímky. V průměru se provádí 4 – 6 snímků během jednoho vyšetření. Lékař – radiolog rozhodne o případném doplnění snímků a podle průběhu vyšetření rozhodne o jeho ukončení. [11]

Expoziční parametry jsou součástí MRS pro daný rentgenový přístroj ve formě přednastavených protokolů (orgánová automatika dle váhy pacienta) a expozičních tabulek uvedených v příloze MRS. Tyto expoziční parametry jsou sestaveny tak, aby bylo dosaženo požadované kvality zobrazení při minimalizaci radiační zátěže pacienta. Za expoziční parametry a kvalitu snímků zodpovídá radiologický asistent. [11]

Radiologický asistent provádí během vyšetření a po jeho ukončení povinné záznamy parametrů o lékařském ozáření do elektronického deníku rentgenového přístroje. (viz tabulka č.1). [11]

Tabulka č. 1: Parametry nutné pro stanovení efektivní dávky

| | Parametr | Záznam 1 | Záznam 2 | Záznam 3 |
|----|--|-------------------|------------|----------|
| 1 | Příjmení, jméno a identifikační (rodné) číslo pacienta | UNIS | rtg snímek | Žádanka |
| 2 | Datum narození a pohlaví pacienta | UNIS | | Žádanka |
| 3 | Výška a hmotnost pacienta | UNIS | | Žádanka |
| 4 | Datum vyšetření | UNIS | rtg snímek | Žádanka |
| 5 | Čas vyšetření | UNIS | | |
| 6 | Typ vyšetření | UNIS | | Žádanka |
| 7 | Popis oblasti vyšetření - orgán či oblast | UNIS | | Žádanka |
| 8 | Projekce (AP, PA, laterální..) | UNIS | | |
| 9 | Identifikace CR kazety (čárový kód) | | PACS | |
| 10 | Velikost pole na receptoru [cm x cm] | určeno protokolem | | |
| 11 | Vzdálenost receptor - povrch stolu [cm] | určeno protokolem | | |
| 12 | Vzdálenost ohnisko - receptor [cm] | určeno protokolem | | |
| 13 | Identifikované napětí rentgenky [Kv] | UNIS | | Žádanka |
| 14 | Elektrické množství [mAs] | UNIS | | Žádanka |
| 15 | Vykrytí nevyšetřovaných částí těla | určeno protokolem | | |
| 16 | Počet shodných expozic v dané projekci | UNIS | | Žádanka |
| 17 | Jméno a podpis radiologického asistenta | UNIS | | Žádanka |
| 18 | Jméno a podpis lékaře radiologa | UNIS | | Žádanka |

Zdroj:[11]

Pro konkrétního pacienta a pro daný výkon lékařského ozáření je možné na základě údajů uvedených v elektronickém provozním deníku daného rentgenového přístroje a na základě dalších údajů předepsaných MRS vypočítat efektivní dávku. [11]

Veškeré uvedené záznamy jsou elektronicky archivovány spolu se záznamem o nález - diagnostický popis rentgenového vyšetření a skartovány ve FN v Motole v souladu s platnými předpisy uvedenými v MRS. [11]

Dále jsou papírové žádanky s příslušnými nálezy archivovány na Klinice zobrazovacích metod po dobu tří let. [11]

1.6.1 Metodika stanovení místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ)

Tato metodika je uvedena v MRS pro rentgenové zařízení Siemens, Multix CH.

Základní principy radiační ochrany při lékařském ozáření jsou optimalizace a zdůvodnění. Principu optimalizace dosáhneme zavedením diagnostických referenčních úrovní (DRÚ). Diagnostické referenční úrovně jsou úrovněmi dávek při diagnostických postupech v rámci lékařského ozáření, jejichž překročení se při vyšetření dospělého pacienta o hmotnosti 70 kg při použití standardních postupů a správné praxe neočekává.

Pro pracoviště, jejichž dávky jsou systematicky nižší než národní diagnostické referenční úrovně (NDRÚ), je možno v rámci optimalizace zavést tzv. místní diagnostické referenční úrovně (MDRÚ) – (střední hodnota dávky – vstupní dávková veličina). [11]

Veličiny pro vyjadřování diagnostických referenčních úrovní (DRÚ)

Proto, aby mohly MDRÚ být použity k rychlému hodnocení dávek pacientů na pracovišti, musí být stanoveny ve veličinách, které můžeme přímo změřit nebo vypočítat. V tabulce č. 2 uvádím přehled veličin, ve kterých se stanovují DRÚ. [11]

Tabulka č. 2: Přehled veličin, ve kterých se ve skiografii stanovují DRÚ

| Název veličiny | Symbol (jednotka) | Význam |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| Vstupní povrchová kerma | K_e (Gy) | Kerma ve vzduchu v místě vstupu svazku do pacienta se započtením zpětného rozptylu |
| Součin kermy a plochy | P_{KA} (Gy.m ²) | Integrál kermy ve vzduchu přes plochu svazku v rovině kolmé k ose svazku |

Zdroj: [11]

Způsob výpočtu veličin pro vyjadřování DRÚ ve skiografii

Součin kermy a plochy P_{KA}

Tuto veličinu lze vypočítat pomocí programů uvedených v MRS, kde se nejdříve vypočítá dopadající kerma: součin kermy a plochy potom dostaneme jako součin dopadající kermy a exponované plochy na těle pacienta. [11]

Vstupní povrchová kerma K_e

Lze ji získat z protokolů zkoušek dlouhodobé stability (ZDS) a z údajů v UNISu. Na základě expozičních parametrů pro dané vyšetření je možné provést přepočet vstupní povrchové kermy uvedené v protokolu zkoušky dlouhodobé stability (ZDS). [11]

MDRÚ musí být revidována radiologickým fyzikem 1x ročně po provedení nové ZDS. Při zjištění odchylky aktuální střední dávky od dosud platných hodnot MDRÚ vyšší než 20 % je povinen provést analýzu příčin této odchylky. Dále je povinen určit novou hodnotu MDRÚ a následně podá návrh na změnu MRS. [11]

Tabulka č.3 popisuje MDRÚ a typické efektivní dávky (ED) pro rentgenové zařízení Siemens, Multix CH. [11]

Tabulka č. 3: MDRÚ a typické efektivní dávky pro Siemens, Multix CH

| Typ vyšetření | projekce | NDRÚ | MDRÚ | střední hodnoty pro Multix CH | |
|----------------------|----------|---|---|--|--|
| | | součin kermy a plochy [Gy.cm ²] | součin kermy a plochy [Gy.cm ²] | součin kermy a plochy [Gy.cm ²] | typická efektivní dávka v [mSv] |
| Vylučovací urografie | AP | 40 | 6,3 | 6,3 | M - 1,2/Ž 1,7 |

Zdroj: [11]

1.6.2 Metodika stanovení a hodnocení efektivních dávek

V této kapitole bych chtěla nastínit dle metodiky uvedené v MRS, jakým postupem lze stanovit a hodnotit efektivní dávky pacientů podstupujících lékařské ozáření na rentgenovém zařízení Siemens Multix CH ve FN v Motole. [11]

Hodnota efektivní dávky není měřitelná, pro její stanovení - výpočet je nutné použít výpočetní program uvedený v MRS na našem pracovišti. Můžeme provést stanovení a hodnocení dávky, kterým rozumíme porovnání stanovené hodnoty efektivní dávky s tzv. typickou efektivní dávkou. [11]

Klinický radiologický fyzik má za povinnost hodnotit rizika nežádoucích účinků ionizujícího záření a analyzovat příčiny případných neshod a zajistí nápravná a preventivní opatření dle MRS. [11]

Údaje, které jsou potřebné pro stanovení efektivní dávky pacienta:

1/ z protokolu ZDS je známa celková filtrace [mm Al]

2/ pro konkrétní vyšetření – výpis parametrů dle tabulky č. 1[11]

Postup při stanovení efektivní dávky pro konkrétního pacienta.

Efektivní dávku lze stanovit na základě zaznamenaných parametrů a pomocí programu, který je uveden v MRS.

Parametry:

- popis oblasti vyšetření – vyšetřovaný orgán či oblast
- projekce
- vzdálenost ohnisko – receptor
- velikost pole na receptoru
- vzdálenost receptor – povrch stolu
- výška a hmotnost pacienta se zadávají v úvodním okně programu, kde se definují geometrie konkrétního vyšetření, pro které má radiologický fyzik efektivní dávku vypočítat. [11]

Jako poslední se musí do programu zadat dávkové veličiny. [11]

Pohlaví pacienta program nezohledňuje, používá hermafroditní fantom. Při vypočítání efektivní dávky bere gonádovou dávku jako průměr dávky v ovariích a testes. Proto může dojít k výraznému nadhodnocení efektivních dávek např. u mužů při vyšetření malé pánve z testes mimo svazek záření, kdy program do efektivní dávky započte dávku v ovariích. [11]

Při těchto vyšetřeních, kdy jsou dávky na gonády významné, je nutné vzít v úvahu pohlaví pacienta. Musí se odečíst od efektivní dávky příspěvek gonádové dávky spočítané programem a přičíst příspěvek pouze testes nebo ovarií. [11]

Při provedení více expozic se stanoví efektivní dávka pro každou expozici zvlášť a tyto hodnoty se sečtou. [11]

Postup při stanovení typické hodnoty efektivní dávky pro dané vyšetření.

Typická hodnota efektivní dávky pro daný typ vyšetření se stanovuje na základě místního standardu a místních diagnostických referenčních úrovní. [11]

V tomto případě se uvažuje standardní pacient s hmotností 70 kg, který je nastaven v programu. Zadávají se parametry z tabulky č. 1. [11]

Jako vstupní dávková veličina se používá hodnota místní diagnostické referenční úrovně. [11]

Pohlaví pacienta se v programu také nezohledňuje díky použití hermafroditního fantomu. Je nutné při těchto vyšetření s významnými dávkami na gonády vzít v úvahu pohlaví pacienta a vypočítat typickou hodnotu efektivní dávky zvlášť pro muže a zvlášť pro ženu. To obnáší odečíst od efektivní dávky příspěvek gonádové dávky spočítané programem a přičíst příspěvek pouze testes nebo ovarií. [11]

1.7 Nativní CT břicha a pánve

Postup při provedení vyšetření na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole dle Místního radiologického standardu zobrazovacím systémem Siemens, Somatom Definition 64 – výpočetní tomografie. [10]



Obr. č. 3 a 4: zobrazovací systém Siemens, Somatom Definition 64 - výpočetní tomografie

Součásti zobrazovacího systému CT – identifikace: toto zařízení bylo vyrobeno v roce 2007 a jeho součásti jsou generátory vysokého napětí A, B, gantry s dvěma zářiči A, B – rentgenkami A, B, s vlastní / celkovou filtrací 6,8 mm Al / 12,3 mm Al, detektor A, B, dále vyšetřovací stůl, monitor s ovládací konzolí. [10]

Tento zobrazovací systém umožňuje zobrazení sledované tkáně pomocí měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla s použitím následného počítačového zpracování. Jde o metodu tomografickou, prezentující obraz konkrétní vrstvy vyšetřované tkáně o předem definované tloušťce, která je dána kolimací primárního svazku. [10]

Součástí tohoto zařízení je systém CARE Dose 4D, který dle provedeného topogramu provádí automatické snižování či zvyšování expozice během skenování dle

potřeby pro každého pacienta se zachováním diagnostické kvality získaných obrazů.

Součástí pracoviště jsou speciální diagnostické monitory určené pro hodnocení CT vyšetření. [10]

Zobrazovací systém je napojen na nemocniční datový systém pro přenos a archivaci dat - PACS. [10]

Radiologičtí asistenti jsou povinni při provádění lékařského ozáření na CT pracovišti zajistit, aby nebyly ve vyšetřovně přítomny žádné osoby, které se přímo nepodílí na lékařském ozáření a musí dodržovat zásady radiační ochrany a další zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [10]

Indikace k lékařskému ozáření musí být schválena lékařem radiologem, který posuzuje dle žádanky od indikujícího lékaře zdůvodnění indikace k vyšetření. Výkon provádí radiologický asistent na základě schválené indikace k výkonu lékařem radiologem. Schválení žádanky a povinné náležitosti žádanky jsem již popsala v kapitole o intravenózní vylučovací urografii. Postupy jsou identické i při vyšetření na CT. [10]

Kontraindikace - gravidita - postupuje se podle doporučených postupů pro případ lékařského ozáření gravidní pacientky dle MRS. Je třeba znát průměrnou velikost dávek a stupeň rizika spojené s lékařskými expozicemi u žen a u plodu ve vztahu ke stupni těhotenství a na těchto poznátcích založit doporučení správných postupů při zvažování indikace a při vlastní realizaci CT vyšetření. [10]

Dávky realizované při CT vyšetření jsou obecně vyšší a homogennější než u konvenční skiografie. [10]

Průměrná dávka na uterus je 25 mGy. [10]

V praxi je třeba rozlišit mezi třemi situacemi:

1/ Pacientka s pravidelným menstruačním cyklem, u které však nelze vyloučit počátek těhotenství - vyšetření lze provést po schválení správnosti indikace radiologem a po informování pacientky, že ve stadiu preimplantace (druhá polovina cyklu) není těhotenství reálně ohroženo. [10]

2/ Těhotenství prokázané či pravděpodobné (opozdění menstruace) – v případě renální koliky s podezřením na urolitiázu je třeba zvážit, zda je CT vyšetření nutné pro

stanovení diagnózy a zda k diagnostickým poznatkům nemůžeme dospět vyšetřením bez použití expozice ionizujícím zářením – např. ultrasonografie nebo magnetická resonance. Při poučení pacientky o rizicích je nutné připomenout spontánní rizika pro matku a plod (malformace plodu a pozdní indukce zhoubného bujení). V tomto případě se v praxi vždy hledá jiná alternativa pro zjištění diagnózy, aby se vyloučila rizika poškození plodu. [10]

3/ V dalším případě může dojít k provedení vyšetření při nerozpoznaném těhotenství. Děloha je na počátku těhotenství uprostřed ozářeného objemu a tak se dávka na dělohu pohybuje mezi třetinou a polovinou váženého kermového indexu výpočetní tomografie. Účinek ionizujícího záření je deterministický, objeví se až po překročení prahu, který většina autorů udává kolem tkáňové dávky 200 mGy. [10]

Postup při vyšetření - po příchodu pacienta na vyšetření je radiologický asistent povinen provést jednoznačnou identifikaci pacienta dle popsaného postupu, který zmiňují při popisu intravenózní vylučovací urografie. [10]

Dále je pacient poučen o průběhu vyšetření radiologickým asistentem a lékař radiolog doplní na vyžádání pacienta informace o plánovaném lékařském ozáření. [10]

Po té je pacient vyzván k podpisu informovaného souhlasu s plánovaným diagnostickým postupem. Při vyšetření bez podání kontrastní látky může pacient vyslovit souhlas s vyšetřením ústně. Pokud pacient nevyjádří nesouhlas s provedením výkonu lékařského ozáření, předpokládá se, že pacient s provedením vyšetření souhlasí.

Bez souhlasu pacienta je možné provádět vyšetření pouze jde-li o osobu, které je uloženo povinné léčení, nebo jestliže osoba, jeví známky duševní choroby či intoxikace, když ohrožuje sebe nebo své okolí a není-li možné, vzhledem ke zdravotnímu stavu nemocného, vyžádat si souhlas v případě jde-li o neodkladný výkon k záchraně života a zdraví. [10]

Příprava pacienta k tomuto vyšetření není nutná. Pacient si dle potřeby odloží oděv, tak aby v oblasti břicha a pánve nebyly přítomny kovové předměty, které by způsobily artefakty v CT zobrazení. [10]

Položí se na vyšetřovací stůl na záda s rukama nad hlavou a je mu sděleno, že je třeba, aby se během vyšetření nehýbal a že mu budou vydávány dechové pokyny během

skenování. Radiologický asistent zvolí přednastavený vyšetřovací protokol pro nativní vyšetření břicha a pánve s parametry dle tabulky č. 4. [10]

Tabulka č. 4: Vyšetřovací protokol pro CT nativní vyšetření břicha a pánve

| | |
|---|---|
| Vyšetření | CT břicha a MP při podezření na urolitiázu |
| Topogram: 120 Kv, 36 mAs, slice 0,6 mm | AP, délka 512 mm |
| Vyšetřovací protokol | spirální CT |
| Kolimace | slice 2.0 mm, kolimace 64x0.6 mm |
| Pitch | 1,4 |
| Rotační čas | 0,5 s |
| Kv | 120 |
| mAs | 210 |
| FOV | individuální dle pacienta |
| Rozsah vyšetřované oblasti | od ledvin po symfýzu |
| Směr skenování | kraniokaudálně |
| Instrukce nemocnému | nehýbat se, nadechnout a nedýchat |
| Kernel: 1. rekonstrukce | B 31 f medium smooth +, 2,00 mm |
| Window | abdomen |
| Kernel: 2. rekonstrukce | B 31 f medium smooth +, 2,00 mm, COR recon |

Zdroj: [10]

Expoziční parametry musí být optimalizovány tak, aby bylo dosaženo požadované kvality zobrazení při minimalizaci radiační zátěže pacienta. Optimalizaci radiační zátěže pacienta můžeme ovlivnit změnou parametrů napětí rentgenky (U) - dle váhy pacienta, volit co nejnižší možný proud rentgenky (I) s ohledem na potřebu rozlišení, volit kratší časy skenu s ohledem na riziko pohybové neostrosti, volit nejnižší možný počet skenů s ohledem na zobrazení oblasti zájmu, zvýšit celkovou filtraci.

Při vyšetřování neklidného pacienta nesmíme zapomenout na použití fixačních pomůcek, aby bylo zamezeno pohybové neostrosti. [10]

Po ukončení skenování provede radiologický asistent rekonstrukce. V tomto případě k provedené axiální rovině provede ještě rekonstrukci v rovině koronární, pokud neurčí lékař hodnotící vyšetření jinak. Po schválení provedení vyšetření lékařem je vyšetření ukončeno a pacient může odejít. [10]

Během vyšetření a po jeho ukončení provádí radiologický asistent do součásti elektronické žádanky v systému UNIS záznamy o provedeném vyšetření, která slouží jako elektronický deník pro určité vyšetření, přístroj a konkrétního pacienta. [10]

Provedené vyšetření s vytvořenými rekonstrukcemi je automaticky odesláno do diagnostických prohlížecích stanic na popisovnu lékařů, kde lékař vytvoří nález. [10]

Tyto nálezy se ukládají spolu s žádankou a informacemi o protokolu vyšetření pro možné dodatečné stanovení efektivní dávky, kterou pacient během vyšetření obdržel, do systému UNIS. Získané podklady pro vytvoření efektivní dávky je možné kdykoli dle potřeby využít. [10]

Papírové žádanky a přiřazené nálezy se dále archivují na oddělení Kliniky zobrazovacích metod po dobu tří let. [10]

Dále je celé vyšetření současně s uzavřením konkrétního vyšetřovacího protokolu automaticky přenášeno do nemocničního archivačního systému PACS, kde je archivováno a skartováno ve FN v Motole v souladu s platnými předpisy uvedenými v MRS. [10]

Podklady pro stanovení efektivní dávky – pro stanovení efektivní dávky zaznamenává radiologický asistent tyto parametry u každé expozice: (tabulka č.5) [10]

Tabulka č. 5: Parametry nutné pro stanovení efektivní dávky pro Siemens, Somatom Definition 64 – výpočetní tomografii

| | Parametr | Záznam 1 | Záznam 2 | Záznam 3 |
|----|--|-------------------|----------|----------|
| 1 | Příjmení, jméno a identifikační (rodné číslo) pacienta | UNIS | PACS | ŽÁDANKA |
| 2 | Datum narození a pohlaví pacienta | UNIS | PACS | ŽÁDANKA |
| 3 | Výška a hmotnost pacienta | UNIS | PACS | ŽÁDANKA |
| 4 | Datum vyšetření | UNIS | PACS | ŽÁDANKA |
| 5 | Čas vyšetření | UNIS | PACS | |
| 6 | Typ vyšetření | UNIS | | ŽÁDANKA |
| 7 | Popis oblasti vyšetření - vyšetřovaný orgán, či oblast | | PACS | ŽÁDANKA |
| 8 | Počet realizovaných CT řezů | PACS | | |
| 9 | Součin tloušťky řezu a počtu současně snímaných řezů | PACS | | |
| 10 | Použité napětí rentgenky | PACS | | |
| 11 | Elektrické množství [mAs] | PACS | | |
| 12 | Počet uskutečněných serií | PACS | | |
| 13 | Použité CTDI _{vol} [mGy . cm] | PACS | | |
| 14 | Celková hodnota DPL [mGy . cm] | UNIS | PACS | |
| 15 | Vykrytí vyšetřovaných částí těla | určeno protokolem | | |
| 17 | Jméno a podpis radiologického asistenta | UNIS | | |
| 18 | jméno a podpis lékaře radiologa | UNIS | | ŽÁDANKA |

Zdroj: [10]

1.7.1 Metodika stanovení místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ)

Tato metodika je uvedena pro rentgenové zařízení Siemens, Somatom Definition 64 -výpočetní tomografie v MRS. [10]

Podkladem pro tuto metodiku jsou srovnatelné dva základní principy radiační ochrany při lékařském ozáření. Stejně jako u všech ostatních rentgenových zařízení jde o optimalizaci a zdůvodnění lékařského ozáření. Také pro toto rentgenové zařízení jehož dávky jsou systematicky nižší než národní diagnostické referenční úrovně (NDRÚ) bylo možné v rámci optimalizace zavést na našem pracovišti místní

diagnostické referenční úrovně (MDRÚ) – (střední hodnota dávky – vstupní dávková veličina): tabulka č. 6. [10]

Tabulka č. 6: MDRÚ pro Somatom Definition 64 a typické efektivní dávky pro CT břicha a pánve nativně

| Typ vyšetření | MDRÚ | | Typická efektivní dávka |
|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Střední hodnoty pro tento přístroj | | |
| | DPL [mGy.cm] | CTDI _w [mGy] | Efektivní dávka [m Sv] |
| CT břicha a pánve nativně | 520 | 11 | Muž - 9,9, Žena - 9,4 |

Zdroj: [10]

Veličiny pro vyjadřování diagnostických referenčních úrovní

Proto, aby mohly místní diagnostické referenční úrovně sloužit k rychlému hodnocení dávek pacientů na pracovišti CT, musí být stanoveny ve veličinách, které lze na pracovišti přímo změřit nebo je jednoduše vypočítat. V následující tabulce č. 7 je uvedena veličina, která u CT vyšetření stanovuje diagnostickou referenční úroveň. [10]

Tabulka č. 7: Veličina, ve které se stanovují DRÚ

| Název veličiny | Symbol (jednotka) |
|------------------------------------|----------------------|
| Kermový index výpočetní tomografie | C _w (mGy) |

Zdroj: [10]

Kermový index pro výpočetní tomografii C_w pro dané vyšetření se získá ze záznamů uvedených na skenu. [10]

1.7.2 Metodika stanovení a hodnocení efektivních dávek

Popis metodiky stanovení efektivních dávek pacientů, kteří podstupují lékařské ozáření vyšetřovaných ve FN Motol na CT Siemens, Somatom Definition 64 pro účely posuzování rizika nežádoucích účinků ionizujícího záření dle MRS. [10]

Hodnota efektivní dávky není přímo měřitelná veličina a pro její stanovení se používá výpočetní program uvedený v MRS na našem pracovišti. [10]

Radiologický fyzik provádí hodnocení dávky, při kterém porovnává hodnoty efektivní dávky s typickou efektivní dávkou, dále je povinen hodnotit rizika nežádoucích účinků ionizujícího záření a analyzovat příčiny případných neshod a zajistit realizaci nápravných a preventivních opatření dle MRS. [10]

Údaje pro stanovení efektivní dávky pacienta získáváme:

1/ z protokolu zkoušek dlouhodobé stability (ZDS) - se používají jako vstupní parametry pro dostupné programy k odhadu efektivní dávky kermové indexy výpočetní tomografie C_w (indexy dávky CTDI) a musí se stanovit pro všechna klinicky používaná napětí na rentgence:

a/ C_{a100} měřený ve vzduch na rotační ose skeneru

b/ v tělovém CT fantomu ve středu a periferních polohách

Tyto naměřené hodnoty musí být normalizovány, to znamená vztaženy k určitému elektrickému množství (např.100 mAs). [10]

Měření prováděná v CT fantomech slouží k přiřazení skeneru k jednomu ze 23 souborů dat – tato data popisují dozimetrické charakteristiky prakticky všech aktuálních skenerů pro odhad orgánových dávek na základě vypočteného váženého kermového indexu výpočetní tomografie C_w . [10]

Hodnota indexu C_w (CTDI_{vol}) musí být uváděna na ovladači CT zařízení.

2/ z parametrů zadaných dle tabulky č.5:

- počet realizovaných CT vrstev
- tloušťka vrstvy [cm], případně součin tloušťky vrstvy a počtu současně snímaných vrstev[cm]
- použité napětí rentgenky

- elektrické množství [mAs] (respektive doba skenu a proud rentgenky)
- popis vyšetření – vyšetřovaný orgán a odpovídající souřadnice pro začátek a konec vyšetřované oblasti
- počet uskutečněných sérií, výsledná efektivní dávka je dána součtem efektivních dávek všech jednotlivých sérií
- vykrytí nevyšetřovaných částí těla
výška, hmotnost a pohlaví pacienta [10]

Postup při stanovení efektivní dávky pro konkrétního pacienta.

Radiologický fyzik se při stanovení efektivní dávky na našem pracovišti CT řídí doporučenými programy uvedenými v MRS. [10]

Jako soubory dat pro daný program a přiřazení těchto datových souborů jednotlivým skenerům se provede následujícím způsobem. [10]

Pro aktuální skener a každé použité napětí rentgenky se provede měření CTDI (event. se převezmou hodnoty naměřené při zkouškách dlouhodobé stability):

a/ CTDI_{AIR} měřený volně ve vzduch na rotačním skeneru

b/ CTDI_{B,C} a CTDI_{B,P} měřený v tělovém fantomu ve středu a v periferních polohách.

Dále se při stanovení efektivní dávky postupuje dle doporučeného programu uvedeného v MRS. [10]

Postup při stanovení typické hodnoty efektivní dávky pro dané vyšetření.

Stanovení typické hodnoty efektivní dávky pro dané vyšetření se provádí na našem pracovišti CT pomocí místních diagnostických referenčních úrovní a programu uvedeném v MRS. Způsob je stejný jako při postupu stanovení efektivní dávky pro konkrétního pacienta. Skenovací data se zadávají v souladu s MRS. [10]

2 Cíle práce a hypotézy

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je srovnání intravenózní vylučovací urografie a nativního vyšetření břicha a pánve spirálním CT u pacientů s renální kolikou při podezření na urolitiázu prováděné na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole.

1/ Porovnat obě metody a dokázat, že pro diagnostiku urolitiázy je přínosnější a vhodnější nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT.

2/ Provést srovnání obou metod z hlediska radiační zátěže vzhledem k místním radiologickým standardům používaným na Klinice zobrazovacích metod ve FN Motol.

3/ Porovnat finanční náklady pro obě vyšetření.

4/ Porovnat časovou náročnost obou vyšetřovacích metod.

5/ Porovnat celkovou zátěž, která je kladena na pacienta při uvedených zobrazovacích metodách.

2.2 Hypotézy

1/ Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT je přínosnější a přesnější pro diagnostiku urolitiázy než intravenózní vylučovací urografie.

2/ Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT způsobuje nižší radiační zátěž pacienta než intravenózní vylučovací urografie.

3/ Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT při diagnostice renální koliky s podezřením na urolitiázu je finančně a časově výhodnější než vyšetření intravenózní vylučovací urografií.

4/ Nativní vyšetření spirálním CT způsobuje menší celkovou zátěž pacienta než intravenózní vylučovací urografie.

3 Metodika

3.1 Vyhledávání dat pro stanovení typické efektivní dávky získané při IVU

Pro porovnání radiační zátěže – to je zjištění efektivní dávky jsem použila vzorek padesáti pacientů vyšetřovaných intravenózní vylučovací urografií na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole během tříletého období, kteří přicházeli na naše oddělení s příznaky renální koliky při podezření na urolitiázu s indikací k provedení intravenózní vylučovací urografie. Vyhledala jsem v elektronickém deníku zadané parametry pro stanovení efektivní dávky pro tuto vyšetřovací metodu se zmíněnou diagnózou.

Podklady pro porovnání této vyšetřovací metody jsem získala z elektronického provozního deníku z období let 2007 – 2010.

3.2 Vyhledávání dat pro stanovení typické efektivní dávky získané při CT

Pro stanovení typické efektivní dávky z vybraného vzorku padesáti pacientů získané při nativním vyšetření břicha a pánve spirálním CT jsem použila zadané parametry těchto padesáti vyšetření v elektronického deníku, které byly zaznamenány během vyšetření touto metodou u renální koliky v období roku 2010. Toto vyšetření jsem prováděla a v současné době provádím během pohotovostních služeb na naší Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole.

3.3 Stanovení typických efektivních dávek pacientů pro IVU a CT

Na základě získaných podkladů pro vytvoření efektivních dávek pacientů jsem provedla výpočty typických efektivních dávek z vybraných vzorků pro obě vyšetřovací metody dle metodiky stanovení a hodnocení efektivních dávek pacientů podstupující lékařské ozáření využívající zdroje ionizujícího záření uvedené v MRS Kliniky zobrazovacích metod ve FN v Motole. Tyto získané výpočty jsem zanesla do tabulek a grafů.

3.4 Srovnání časové náročnosti

Toto srovnání jsem provedla na základě mé dlouholeté praxe při provádění těchto dvou vyšetření.

3.5 Porovnání finanční náročnosti

Srovnání jsem provedla pomocí bodového a finančního ohodnocení uvedeného v Seznamu zdravotnických výkonů pro obě vyšetření a zahrnutí ceny kontrastní látky aplikované při intravenózní vylučovací urografii. [24]

3.6 Srovnání celkové zátěže pacientů

Z praktických zkušeností při provádění těchto zobrazovacích metod jsem se pokusila porovnat celkovou zátěž pacientů.

4 Výsledky

4.1 Výpočty průměrné MDRÚ a typické efektivní dávky pro IVU

Parametry pacientů pro stanovení typické efektivní dávky vyšetřených intravenózní vylučovací urografií a průměrné povrchové kermy K_e v závislosti na hodnotě BMI (index tělesné hmotnosti) jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Parametry pacientů pro stanovení typické efektivní dávky vyšetřených IVU

| pacient č. | výška | hmotnost | BMI | kV | mAs | expozič | K_e na celé vyšetření |
|------------|-------|----------|------|----|-----|---------|-------------------------|
| 1 | 165 | 83 | 30,5 | 75 | 65 | 5 | 31,4 |
| 2 | 179 | 79 | 24,7 | 75 | 44 | 5 | 21,3 |
| 3 | 161 | 57 | 22,0 | 78 | 65 | 5 | 33,7 |
| 4 | 158 | 50 | 20,0 | 65 | 28 | 5 | 10,2 |
| 5 | 168 | 91 | 32,2 | 87 | 64 | 5 | 40,0 |
| 6 | 164 | 98 | 36,4 | 85 | 70 | 5 | 42,1 |
| 7 | 168 | 54 | 19,1 | 71 | 30 | 4 | 10,5 |
| 8 | 162 | 72 | 27,4 | 71 | 70 | 7 | 42,8 |
| 9 | 190 | 80 | 22,2 | 74 | 50 | 5 | 23,6 |
| 10 | 160 | 55 | 21,5 | 71 | 24 | 6 | 12,6 |
| 11 | 166 | 83 | 30,1 | 75 | 65 | 5 | 31,4 |
| 12 | 183 | 79 | 23,6 | 75 | 48 | 5 | 23,2 |
| 13 | 161 | 57 | 22,0 | 78 | 65 | 5 | 33,7 |
| 14 | 160 | 50 | 19,5 | 65 | 42 | 5 | 15,4 |
| 15 | 168 | 91 | 32,2 | 87 | 57 | 6 | 42,8 |
| 16 | 164 | 98 | 36,4 | 85 | 70 | 5 | 42,1 |
| 17 | 170 | 52 | 18,0 | 71 | 30 | 4 | 10,5 |
| 18 | 162 | 72 | 27,4 | 71 | 89 | 5 | 38,8 |
| 19 | 195 | 110 | 28,9 | 74 | 55 | 6 | 31,1 |
| 20 | 160 | 56 | 21,9 | 71 | 26 | 6 | 13,6 |
| 21 | 165 | 83 | 30,5 | 75 | 65 | 5 | 31,4 |
| 22 | 179 | 79 | 24,7 | 75 | 44 | 5 | 21,3 |
| 23 | 161 | 57 | 22,0 | 78 | 50 | 6 | 31,1 |
| 24 | 158 | 50 | 20,0 | 65 | 52 | 5 | 19,0 |
| 25 | 168 | 91 | 32,2 | 87 | 57 | 4 | 28,5 |

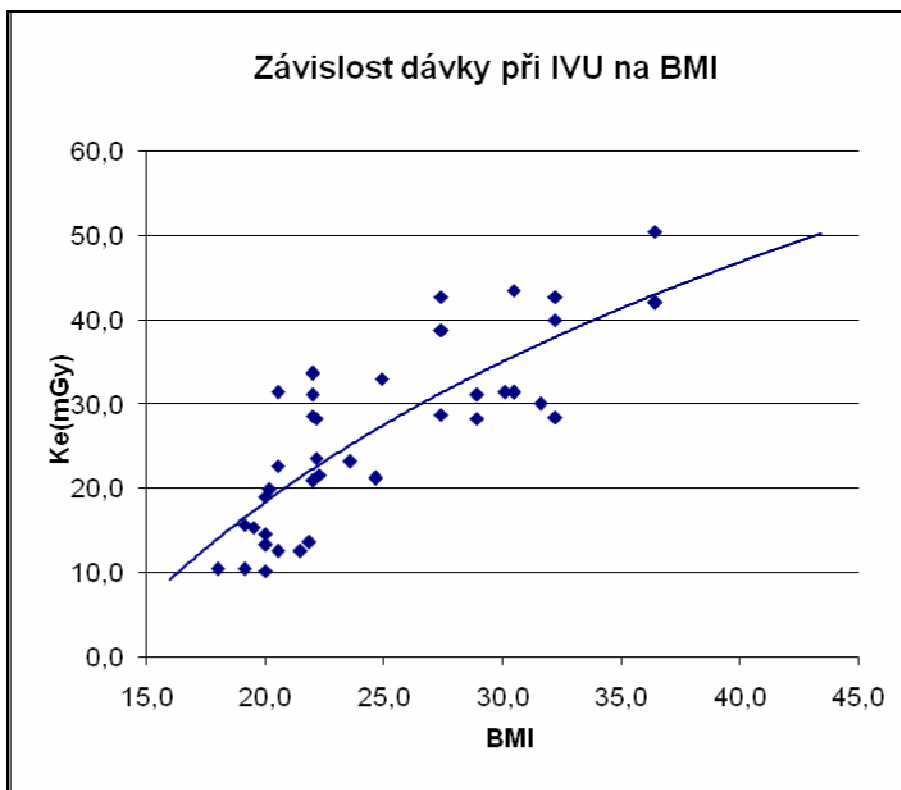
| | | | | | | | |
|--------|-----|------|------|------|------|-----|------|
| 26 | 164 | 60 | 22,3 | 85 | 36 | 5 | 21,7 |
| 27 | 168 | 58 | 20,5 | 71 | 36 | 4 | 12,6 |
| 28 | 162 | 72 | 27,4 | 71 | 55 | 6 | 28,8 |
| 29 | 184 | 98 | 28,9 | 74 | 50 | 6 | 28,3 |
| 30 | 160 | 49 | 19,1 | 71 | 30 | 6 | 15,7 |
| 31 | 165 | 83 | 30,5 | 75 | 65 | 5 | 31,4 |
| 32 | 179 | 79 | 24,7 | 75 | 44 | 5 | 21,3 |
| 33 | 161 | 57 | 22,0 | 78 | 54 | 6 | 33,6 |
| 34 | 158 | 50 | 20,0 | 81 | 24 | 5 | 13,3 |
| 35 | 168 | 91 | 32,2 | 87 | 57 | 4 | 28,5 |
| 36 | 164 | 98 | 36,4 | 85 | 84 | 5 | 50,5 |
| 37 | 168 | 58 | 20,5 | 71 | 52 | 5 | 22,7 |
| 38 | 162 | 72 | 27,4 | 71 | 89 | 5 | 38,8 |
| 39 | 190 | 90 | 24,9 | 74 | 50 | 7 | 33,0 |
| 40 | 158 | 55 | 22,0 | 71 | 40 | 6 | 20,9 |
| 41 | 165 | 83 | 30,5 | 75 | 75 | 6 | 43,5 |
| 42 | 179 | 79 | 24,7 | 75 | 44 | 5 | 21,3 |
| 43 | 161 | 57 | 22,0 | 78 | 46 | 6 | 28,6 |
| 44 | 158 | 50 | 20,0 | 65 | 40 | 5 | 14,6 |
| 45 | 168 | 91 | 32,2 | 87 | 57 | 6 | 42,8 |
| 46 | 164 | 85 | 31,6 | 85 | 50 | 5 | 30,1 |
| 47 | 168 | 58 | 20,5 | 71 | 60 | 6 | 31,4 |
| 48 | 162 | 72 | 27,4 | 71 | 89 | 5 | 38,8 |
| 49 | 190 | 80 | 22,2 | 74 | 50 | 6 | 28,3 |
| 50 | 165 | 55 | 20,2 | 71 | 38 | 6 | 19,9 |
| průměr | | 72,1 | 25,5 | 75,5 | 52,8 | 5,3 | 27,7 |

Tabulka č. 9 ukazuje průměrnou místní diagnostickou referenční úroveň a typickou efektivní dávku stanovenou pro vzorek padesáti pacientů vyšetřených intravenózní vylučovací urografií.

Tabulka č. 9: Průměrná MDRÚ a typická efektivní dávka pacientů vyšetřených IVU

| | | |
|---------|------|-----|
| MDRÚ | 27,7 | mGy |
| ED muž | 2,19 | mSv |
| ED žena | 3,12 | mSv |

Graf č. 1: Závislost typické efektivní dávky u vybraných pacientů vyšetřených intravenózní vylučovací urografií na hodnotě BMI



Z grafu č. 1 je patrné, že na výši stanovené typické efektivní dávky ze vzorku vybraných padesáti pacientů vyšetřených intravenózní vylučovací urografií má vliv stanovená hodnota BMI. Čím je hodnota BMI u pacienta vyšší, tím se je jeho typická efektivní dávka větší.

4.2 Výpočty průměrné MDRÚ a typické efektivní dávky pro CT

V tabulce č. 10 jsou uvedeny parametry pro stanovení typické efektivní dávky, DLP (součin délky a kermy) a hodnota BMI u vzorku padesáti pacientů vyšetřených nativně spirálním CT.

Tabulka č. 10: Parametry pro stanovení typické efektivní dávky, DLP a hodnota BMI u pacientů vyšetřených spirálním CT

| pacient č. | výška v cm | hmotnost v kg | BMI | kV | DLP |
|------------|------------|---------------|------|-----|-----|
| 1 | 165 | 65 | 23,9 | 120 | 520 |
| 2 | 173 | 75 | 25,1 | 120 | 624 |
| 3 | 185 | 95 | 27,8 | 120 | 690 |
| 4 | 158 | 87 | 34,9 | 120 | 523 |
| 5 | 175 | 82 | 26,8 | 120 | 579 |
| 6 | 168 | 52 | 18,4 | 120 | 660 |
| 7 | 170 | 80 | 27,7 | 120 | 650 |
| 8 | 170 | 55 | 19,0 | 120 | 495 |
| 9 | 165 | 66 | 24,2 | 120 | 550 |
| 10 | 150 | 50 | 22,2 | 120 | 412 |
| 11 | 167 | 65 | 23,3 | 120 | 610 |
| 12 | 173 | 75 | 25,1 | 120 | 652 |
| 13 | 185 | 95 | 27,8 | 120 | 770 |
| 14 | 161 | 100 | 38,6 | 120 | 560 |
| 15 | 175 | 82 | 26,8 | 120 | 579 |
| 16 | 172 | 57 | 19,3 | 120 | 635 |
| 17 | 170 | 77 | 26,6 | 120 | 701 |
| 18 | 170 | 55 | 19,0 | 120 | 495 |
| 19 | 165 | 78 | 28,7 | 120 | 550 |
| 20 | 154 | 50 | 21,1 | 120 | 502 |
| 21 | 170 | 65 | 22,5 | 120 | 430 |
| 22 | 173 | 75 | 25,1 | 120 | 624 |
| 23 | 186 | 95 | 27,5 | 120 | 780 |
| 24 | 159 | 87 | 34,4 | 120 | 540 |
| 25 | 175 | 90 | 29,4 | 120 | 579 |

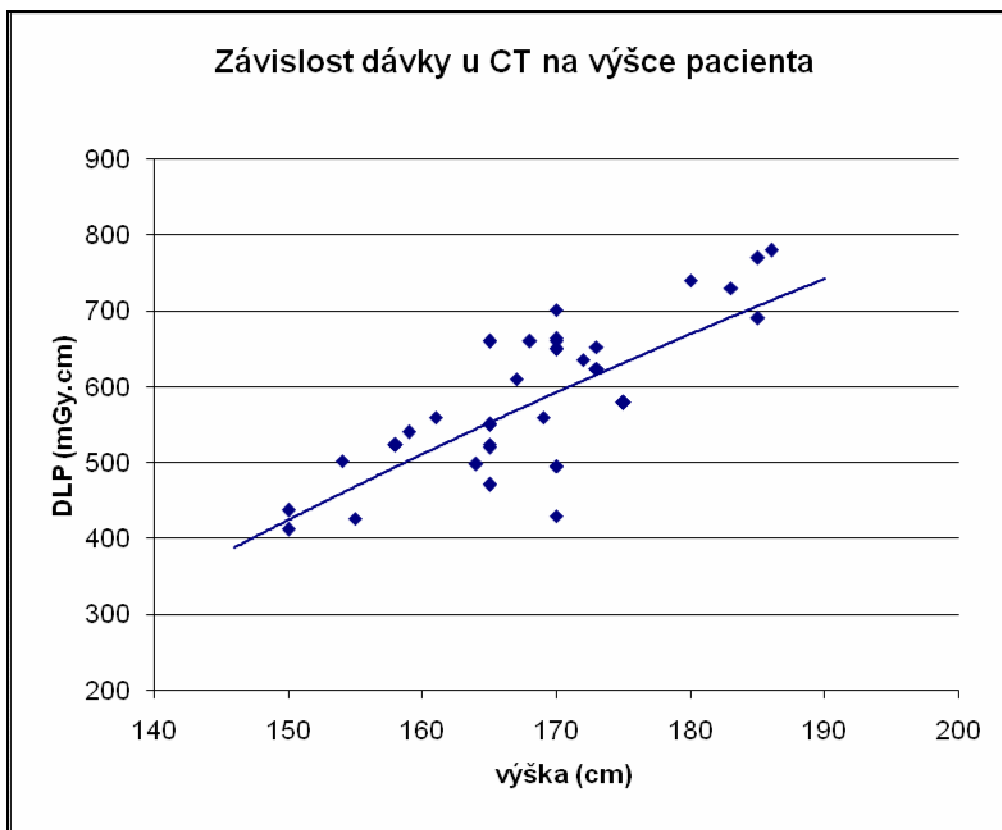
| | | | | | |
|--------|-----|------|------|-----|-------|
| 26 | 170 | 57 | 19,7 | 120 | 663 |
| 27 | 170 | 88 | 30,4 | 120 | 650 |
| 28 | 170 | 55 | 19,0 | 120 | 495 |
| 29 | 164 | 70 | 26,0 | 120 | 498 |
| 30 | 155 | 75 | 31,2 | 120 | 426 |
| 31 | 165 | 65 | 23,9 | 120 | 471 |
| 32 | 173 | 75 | 25,1 | 120 | 624 |
| 33 | 183 | 95 | 28,4 | 120 | 730 |
| 34 | 158 | 76 | 30,4 | 120 | 523 |
| 35 | 175 | 82 | 26,8 | 120 | 579 |
| 36 | 165 | 57 | 20,9 | 120 | 660 |
| 37 | 170 | 80 | 27,7 | 120 | 650 |
| 38 | 170 | 55 | 19,0 | 120 | 495 |
| 39 | 165 | 70 | 25,7 | 120 | 550 |
| 40 | 150 | 50 | 22,2 | 120 | 437 |
| 41 | 165 | 65 | 23,9 | 120 | 471 |
| 42 | 173 | 75 | 25,1 | 120 | 624 |
| 43 | 180 | 95 | 29,3 | 120 | 740 |
| 44 | 158 | 74 | 29,6 | 120 | 524 |
| 45 | 175 | 82 | 26,8 | 120 | 579 |
| 46 | 165 | 57 | 20,9 | 120 | 660 |
| 47 | 170 | 86 | 29,8 | 120 | 660 |
| 48 | 170 | 55 | 19,0 | 120 | 495 |
| 49 | 165 | 80 | 29,4 | 120 | 524 |
| 50 | 169 | 55 | 19,3 | 120 | 560 |
| průměr | | 72,5 | 25,5 | | 580,0 |

Tabulka č. 11 udává průměrnou místní diagnostickou referenční úroveň a typickou efektivní dávku stanovenou pro vzorek pacientů vyšetřených nativně na spirálním CT.

Tabulka č. 11: MDRÚ a typická efektivní dávka při vyšetření spirálním CT

| | | |
|-------------|--------------|---------------|
| MDRÚ | 580,0 | mGy.cm |
| ED muž | 8,9 | mSv |
| ED žena | 10 | mSv |

Graf č. 2: Závislost efektivní dávky na výšce u pacientů vyšetřených nativně spirálním CT



Graf č. 2 představuje závislost typické efektivní dávky z provedených výsledků u vybraného vzorku padesáti pacientů vyšetřených nativně spirálním CT na výšce pacienta. Ukazuje, že čím je pacientova výška větší, tím je typická efektivní dávka větší.

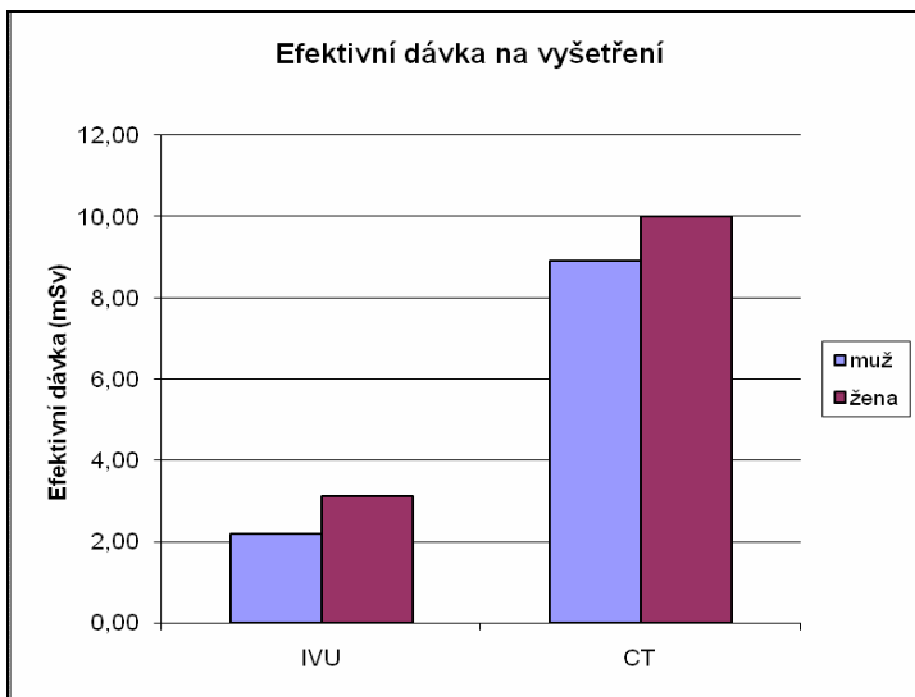
4.3 Srovnání typických efektivních dávek obou zobrazovacích metod

Tabulka č. 12 ukazuje typickou efektivní dávku pacientů ze sledovaných vzorků vyšetřených metodou intravenózní vylučovací urografie a metodou nativního vyšetření břicha a pánve spirálním CT.

Tabulka č. 12: Typická efektivní dávka u pacientů vyšetřených IVU a spirálním CT

| Vyšetřovací metoda | IVU | CT | jednotka |
|---------------------------|-------------|------------|-----------------|
| ED muž | 2,19 | 8,9 | mSv |
| ED žena | 3,12 | 10 | mSv |

Graf č 3: Grafické srovnání typických efektivních dávek u vzorků pacientů z obou sledovaných zobrazovacích metod



Z uvedeného grafu č. 3 vyplývá, že typické efektivní dávky při nativním vyšetření spirálním CT jsou v průměru trojnásobně vyšší než typické efektivní dávky, které pacienti obdrží během vyšetření intravenózní vylučovací urografií.

4.4 Výsledky srovnání časové náročnosti

Pacient s příznaky renální koliky je většinou po vstupním vyšetření na oddělení urologie vyšetřen ultrasonograficky. Po té dochází k volbě další vyšetřovací metody, indikované na urologickém oddělení. Doba, kterou strávili pacienti na urologii, před vyšetřením na Klinice zobrazovacích metod nemohu přesně vyhodnotit. Mohu pouze usuzovat z průměrné doby na sonografickém vyšetření, která je 15 – 30 min (není v ní zahrnuta doba při čekání na vyšetření) dle informací poskytnutých na Urologické klinice ve FN v Motole.

Doba trvání průběhu intravenózní vylučovací urografie po příchodu na naše oddělení od předání žádanky do ukončení vyšetření a odeslání pacienta zpět na oddělení, které vyšetření indikovalo byla z dlouhodobého praktického sledování průměrně 1.5 hodiny. Pokud docházelo k městnání nad překážkou vytvořenou konkrementem a snímkování se provádělo i za 2 až 3 hodiny po aplikaci kontrastní látky – (tzv. odložené snímky) prodloužila se doba vyšetření až na 4 hodiny.

Pokud byl pacient indikován k tomuto vyšetření na Urologické klinice ve FN v Motole byl po ukončení vyšetření odeslán radiologickým asistentem zpět na toto oddělení, kde si v průměru do třiceti minut dle zaneprázdnění lékaře radiologa, mohl přečíst urolog vyhotovený popis vyšetření.

Pokud byl pacient indikován k tomuto vyšetření z jiného oddělení mimo FN v Motole, prodloužila se čekací doba na našem oddělení o čekání na vyhotovení nálezu.

U nativního vyšetření břicha a pánve spirálním CT s příznaky renální koliky byla doba vyšetření od předání žádanky po vyhodnocení vyšetření radiologem v průměru kratší. Provedení vyšetření trvalo průměrně 5 až 10 minut od předání žádanky až po odeslání pacienta zpět na oddělení urologické kliniky pokud se jednalo o pacienta z FN v Motole. K tomuto času musíme přičíst dobu, po kterou lékař radiolog provádí vyhodnocení vyšetření a popis. Tato doba se odvíjí od zaneprázdněnosti radiologa zdali se může ihned po provedení vyšetření věnovat tomuto popisu. Z praktického sledování si urolog může nález v systému UNIS přečíst do 15 až 30 minut od odeslání pacienta zpět na Urologickou kliniku.

Pacient od lékaře mimo FN v Motole si čeká na vyhotovení nálezu v čekárně.

Z tohoto srovnání vyplývá, že pro pacienty s renální kolikou je nativní vyšetření břicha a pánve provedené spirálním CT z časových důvodů mnohem výhodnější než intravenózní vylučovací urografie.

4.5 Výsledky srovnání finančního ohodnocení

Další faktor, který jsem použila pro srovnání je finanční ohodnocení těchto dvou vyšetření. Tento faktor je hlavně důležitý pro oddělení, které vyšetření indikuje nebo pro tzv. „pacienty samoplátce“, kteří si vyšetření hradí sami. Srovnání jsem provedla dle Seznamu zdravotnických výkonů s bodovými hodnotami pro rok 2010 zmíněných vyšetření v tabulce č. 13. [24]

Tabulka č. 13: Srovnání bodové hodnoty a finančního ohodnocení pro rok 2010

| Vyšetřovací metoda | VZP kód | Bodová hodnota | Částka v Kč |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------------|
| Intravenózní vylučovací urografie | 89163 | 905 | 905 |
| CT břicha a pánve nativně | 89615 | 1792 | 1792 |

Zdroj: [24]

Bodové ohodnocení neionické jodové kontrastní látky Ultravist 370 aplikované u všech padesáti pacientů ze sledovaného vzorku při vyšetření intravenózní vylučovací urografie jsem zohlednila v tabulce č.14. [24]

Tabulka č. 14: Cenová hodnota jodové kontrastní látky Ultravist 370

| Název kontrastní látky | VZP kód | Částka v Kč |
|------------------------|---------|-------------|
| Ultravist 370 - 60 ml | 77018 | 770,04 |
| Ultravist 370 - 80 ml | 77018 | 1026,72 |
| Ultravist 370 - 100 ml | 77018 | 1283,4 |

Zdroj: [24]

Z těchto tabulek je patrné, že:

1/ při aplikaci 60 ml Ultravistu 370 je celková cena za vyšetření intravenózní vylučovací urografii 1672 Kč (CT je o 120 Kč dražší než intravenózní vylučovací urografie)

2/ při aplikaci 80 ml Ultravistu 370 je celková cena za vyšetření intravenózní vylučovací urografií 1931 Kč (v tomto případě je intravenózní vylučovací urografie dražší o 139 Kč)

3/ při aplikaci 100 ml Ultravistu 370 je celková cena za vyšetření intravenózní vylučovací urografií 2188 Kč (při tomto množství kontrastní látky je intravenózní vylučovací urografie dražší o 396 Kč než nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT).

Po posouzení těchto finančních nákladů vyplývá, že cena vyšetření by neměla mít zásadní vliv na volbu vyšetřovací metody při renální kolice s podezřením na urolitiázu.

4.6 Srovnání celkové zátěže pacientů během provedení IVU a CT

Za své dlouholeté praxe na Klinice zobrazovacích metod jsem mnohokrát prováděla obě vyšetření. Proto si trůufám posoudit to, jak se pacienti při zmíněných vyšetřeních cítí a jak je celkově zatěžují.

Pacienti se v případě renální koliky necítí nejlépe a proto je pro ně nesrovnatelně přijatelnější vyšetření spirálním CT.

Je komfortnější z hlediska doby potřebné na provedení vyšetření, která je v porovnání s intravenózní vylučovací urografií kratší. Je rozdíl, zda je pacient zatěžován několika minutami potřebnými na provedení vyšetření, nebo zda stráví na vyšetřovacím stole průměrně jednu hodinu a v mnoha případech čeká v čekárně na provedení tzv. „odložených snímků“ několik dalších hodin, které mohou následovat, pokud dochází k městnání z důvodu překážky v ureteru způsobené přítomností konkrementu.

Přítěžující okolnosti pro vyšetření této diagnózy intravenózní vylučovací urografií je podání kontrastní látky. Zátěž v jejich stavu představuje nejen sama aplikace, ale hlavně možnost případné alergické reakce.

Proto soudím, že pacienti s příznaky renální koliky a podezřením na urolitiázu jsou celkově méně zatěžováni nativním vyšetření CT, i když musíme přihlédnout k téměř trojnásobné typické efektivní dávce, kterou jsou při této metodě zatíženi.

5 Diskuze

5.1 Porovnání obou vyšetřovacích metod z hlediska diagnostiky

Hypotéza č. 1

Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT je přínosnější a vhodnější pro diagnostiku urolitiázy u renální koliky než intravenózní vylučovací urografie.

Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT a IVU jsou přibližně stejně přínosné při zobrazení obstrukce urolitiázou. Rozdíl je v rychlosti, nativní spirální CT zobrazí obstrukci bezprostředně, IVU někdy až po několika hodinách. [23]

Nativní spirální CT je ve srovnání s IVU přínosnější při detekci urolitiázy. Kromě detekce velmi malých konkrementů, se může pomocí změřených denzit konkrementů odhadnout jejich složení, což ovlivňuje léčbu. Dá se stanovit i objem konkrementů a podle toho zvolit vhodný léčebný postup. [23]

Podle změn v perirenálním tuku a podle velikosti ledvin se dá spirálním CT odlišit akutní a chronická obstrukce ledvin, což ovlivňuje naléhavost léčby. [23]

V neposlední řadě může nativní spirální CT odhalit jinou příčinu akutních potíží pacienta, která by pomocí IVU nebyla zachycena (appendicitida, pankreatitidy, ileus, krvácení). [23]

5.2 Srovnání radiační zátěže pacientů

Hypotéza č. 2

Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT způsobuje nižší radiační zátěž pacienta než intravenózní vylučovací urografie.

Z výpočtů typických efektivních dávek získaných pro obě sledované zobrazovací metody vyplývá, že tato hypotéza potvrzena nebyla.

Typické efektivní dávky u vybraného vzorku padesáti pacientů vyšetřených spirálním CT byly až trojnásobně vyšší než dávky u pacientů vyšetřených intravenózní vylučovací urografií. Z mých výpočtů je patrné, že hodnota typické efektivní dávky velmi závisí na váze a výšce pacienta tzn. na hodnotě BMI.

Proto musíme dále hledat možnosti pro snížení efektivních dávek při nativním spirálním CT vyšetření. Toho můžeme dosáhnout použitím většího pitch faktoru (1,5 a výše). Sníží se skenovací čas a tím i radiační zátěž pacienta. Tímto postupem se však zhoršuje prostorové rozlišení. Redukce radiační zátěže může být také dosažena snížením mAs při volbě vyšetřovacího protokolu a použitím software zajišťující dokonalejší rozlišení zobrazovaných struktur.

5.3 Časová a finanční náročnost obou metod

Hypotéza č. 3

Nativní vyšetření břicha a pánve spirálním CT při diagnostice renální koliky s podezřením na urolitiázu je finančně i časově výhodnější než vyšetření intravenózní vylučovací urografií.

Čas, který stráví pacient s příznaky renální koliky při vyšetření intravenózní vylučovací urografií je mnohem delší než při volbě metody spirálním CT. Pohybuje se od 1,5 hodiny do 4 hodin.

Provedení vyšetření spirálním CT a následné zhodnocení nálezu radiologem trvá v průměru 15- 30 min.

CT vyšetření z hlediska času potřebného pro provedení vyšetření je pro pacienty s příznaky renální koliky mnohem výhodnější než intravenózní vylučovací urografie.

Při srovnávání finančního ohodnocení obou zobrazovacích metod jsem dospěla k závěru, že náklady na tyto metody jsou téměř srovnatelné. Liší se podle množství použité kontrastní látky. Rozdíl se pohybuje od -120 Kč po plus 396 Kč ve prospěch metody CT.

Proto usuzuji, že finanční faktor by při volbě metody neměl hrát důležitou úlohu.

5.4 Srovnání celkové zátěže pacientů v průběhu obou vyšetření

Hypotéza č. 4

Nativní vyšetření spirálním CT způsobuje menší celkovou zátěž pacienta než intravenózní vylučovací urografie.

Z hlediska celkové zátěže je pacient mnohem méně zatěžován v průběhu vyšetření nativním spirálním CT, kdy není vyšetřovanému aplikovaná kontrastní látka. Tato aplikace přináší pacientovi již zmíněná nemalá rizika plynoucí ze samotné aplikace kontrastní látky a možné následné alergické reakce na tuto látku.

5.5 Volba zobrazovací metody při diagnostice renální koliky v zahraničí

Při studiu vybraných zahraničních prací z let 2001 až 2008 jsem mohla porovnat zkušenosti z praxe na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole a praxe při vyšetřování renální koliky s podezřením na urolitiázu v zahraničí.

Všechna pracoviště, která jsou ve sledované zahraniční literatuře zmiňována, preferují volbu nativního vyšetření břicha a pánve spirálním CT. Porovnávaná hlediska byla srovnatelná s hledisky mé práce. Všechny vybrané klinické studie uvádějí větší diagnostickou výtežnost při použití nativního spirálního CT, ale problém též vidí ve vyšším radiačním zatížení pacientů. Proto se ve svých studiích zmiňují o používání tzv. „Low Dose CT“. [22]

Sledovaná studie byla provedena s volbou 30 mAs a porovnaná s vyšetřením provedeným Standart Dose CT s volbou 180 mAs. Studie se jednoznačně přiklání k volbě Low Dose CT. Efektivní dávka s použitím tohoto parametru byla stanovena u mužů 1,2 mSv a u žen 1,8 mSv. Tato získaná hodnota typické efektivní dávky je již srovnatelná, v některých případech dokonce nižší než efektivní dávka stanovená při vyšetření intravenózní vylučovací urografií. Její diagnostická výtežnost byla srovnatelná se standardním CT s podmínkou vyšetřování pacientů s hodnotou BMI menší než 30.[22]

Radiační zátěž pacientů ve vybraných studiích v zahraničí byla při vyšetření spirálním CT jedenkrát až čtyřikrát nižší než na našem pracovišti CT. Hodnoty efektivní dávky ve všech studiích se pohybovaly od 1,2 mSv do 6,5 mSv. [8], [18], [21], [22]

Hodnoty efektivních dávek při intravenózní vylučovací urografii byly v zahraničních studiích spočítané v rozmezí od 1,5 mSv do 4.8 mSv. Efektivní dávka při těchto studiích ve srovnání s naším pracovištěm pro tuto metodu je srovnatelná. [18], [21], [22], [27]

Čas, který pacienti stráví v zahraničních zařízeních při provádění obou zobrazovacích metod je srovnatelný s dobou, která je třeba pro vyšetření na našem pracovišti.

Při finančním srovnání jsem zjistila, že cena obou vyšetření se v zahraničí pohybuje v evropských zemích ve zmíněné literatuře 310 Euro za CT a 309 Euro za intravenózní vylučovací urografii. V tomto případě se jednalo o cenu vyšetření ve Švýcarských zdravotnických zařízeních v roce 2003. [21]

6 Závěr

S rozvojem technických možností přístrojového vybavení jednotlivých radiologických pracovišť zabývajících se diagnostikou renální koliky s podezřením na urolitiázu dochází k mnohem lepší diagnostické výtěžnosti při volbě zobrazovací metody nativního vyšetření spirálním CT. Potvrzením hypotéz této práce mohou jednoznačně dokázat, že tato metoda je vhodnější z hlediska diagnostické výtěžnosti, časové náročnosti a z hlediska celkového zatížení pacienta, než intravenózní vylučovací urografie.

Srovnáním radiační zátěže pacientů vyšetřovaných spirálním CT a intravenózní vylučovací urografií jsem nepotvrdila hypotézu, že radiační zátěž pacientů je nižší u vyšetření spirálním CT. Stanovené dávky v mé práci jsou až trojnásobně vyšší při CT vyšetření.

Efektivních dávky pacientů získaných během provádění sledovaných studií v zahraničí při vyšetření spirálním CT jsou uváděny jednou až čtyřikrát nižší než efektivní dávky stanovené na Klinice zobrazovacích metod ve FN v Motole.

Při snaze snížit radiační zátěž při vyšetření spirálním CT má nezanedbatelnou úlohu radiologický asistent. Právě radiologický asistent volí a kontroluje parametry, které mají vliv na velikost efektivní dávky. Jednou z možností, jak snížit efektivní dávky při vyšetření CT je volba nižší hodnoty mAs, která však nesmí ohrozit kvalitu zobrazení a tím i diagnostickou výtěžnost. Velký vliv na snižování radiační zátěže pacientů vyšetřených spirálním CT je vybavování radiologických oddělení stále dokonalejšími zobrazovacími systémy.

Touto bakalářskou prací jsem se snažila nastínit možnosti snížení radiační zátěže pacientů vyšetřených metodou spirálního CT. Tento záměr je pro práci radiologického asistenta při výkonu svého povolání jedním z nejdůležitějších úkolů při praktickém provádění všech zobrazovacích metod využívajících ionizující záření.

Doufám, že výsledky této práce přispějí ke zrušení intravenózní vylučovací urografie při diagnostice akutní renální koliky s podezřením na urolitiázu.

7 Seznam použitých zdrojů

1. BEN N. A. et al. Comparative analysis and interobserver variation of unenhanced computer tomography and intravenous urography in the diagnosis of acute flank pain. *Med Princ Pract.* 2010, 19, 2, s. 118-121.
2. BUSHBERG, J. T. et al. *The essential physics of medical imaging.* 2002. 933 s. ISBN 0-683-30118-7.
3. ČIHÁK, R. GRIM, M. *Anatomie 2.* Praha: Grada Publishing, a.s., 2002. 433 s. ISBN 80-247-0143-X.
4. DOUGLAS, H. et al. Nonenhanced Helical CT and US in the Emergency Evaluacion of Pacients with Renal Colic: Prospective comparison. *Emergency Radiology.* 2000, 3, s. 792-797.
5. DVOŘÁČEK, J. *Obecná a speciální urologie.* Praha: Karolinum, 1999. 235 s. ISBN 80-7184-745-3.
6. ELIŠKOVÁ, M. NAŇKA, O. *Přehled Anatomie.* Praha: Karolinum, 2007. 307 s. ISBN 978-80-246-1216-4.
7. HANUŠ, T. et al. *Urologie : lékařské repetorium.* Praha: Triton, 2011. 208 s. ISBN 978-80-7387-387-5.
8. HOMER, J. A. et al. Randomized prospective comparison of non-contrast enhanced helical computed tomography and intravenous urography in the diagnosis of acute ureteric colic. *Australasian Radiology.* 2001, 45, s. 285-290.
9. Interní opatření č. VMRS_8KZM_0/2009-KZM. *Místní radiologický standard: MRS-ÚVOD.* Praha: FN v Motole, 2009. 22 s.
10. Interní opatření č. IIIMRS_KZM-9/2010-1. *Místní radiologický standard: pro rtg zařízení SIEMENS, Somatom Definicion 64.* Praha: FN v Motole, 2010. 11 s.
11. Interní opatření č. VMRS_8KZM_1/2009-KZM05. *Místní radiologický standard: pro rtg zařízení SIEMENS Multix CH.* Praha: FN v Motole, 2009. 12 s.

12. JANÍK, V, et al. Spirální CT v diagnostice ureterolitiázy. *Česká radiologie*. 2003, 57, 2, s. 55-63. ISSN 1210-7883
13. KAWACIUK, I. *Urologie*. Praha: H+H, 2000. 308 s. ISBN 80-86022-60-9.
14. KLENER, V. et al. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní ústav pro jadernou bezpečnost, 2000. 619 s. ISBN 80-238-3703-6
15. KLENER, V. THOMAS, J.; TOMÁŠEK, L. *Publikace ICRP: Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany 2007*. Praha: Státní ústav pro jadernou bezpečnost, 2009. 276 s.
16. KŘIKAVOVÁ, L. et al. Nativní CT-vyšetření u urolitiázy. *Urologické listy*. 2006, 4, 2, s. 25-26. ISSN 1801-7584.
17. KUNA, P. NAVRÁTIL, L. *Klinická radiobiologie*. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2003. 214 s.
18. MEAGHER, T. et al. Low Dose Computed Tomography in Suspected Acute Renal Colic. *Clinical Radiology*. 2001, 56, 10, s. 873-876.
19. NAVRÁTIL, L. et al. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské obory*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 421 s. ISBN 978-80-247-2319-8.
20. NEKULA, J. et al. *Radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001. 205 s. ISBN 80-244-0259-9.
21. PFISTER, S. et al. Unenhanced helical computed tomography vs intravenous urography in patients with acute flank pain: accuracy and economic impact in a randomized prospective trial. *Euro Radiol.* 2003, 13, 11, s. 2513-2520.
22. POLETTI, P. A. et al. Low-Dose Versus Standard-Dose CT protocol in Patients with Clinically Suspected Renal Colic. *Genitourinary Imaging-Original Research*. 2007, 188, s. 927-933.
23. PROKOP, M. et al. *Computed Tomography of the Body*. Germany: Thieme, 2003. 651 - 654 s.
24. Seznam zdravotnických výkonů s bodovými hodnotami: Vyhláška MZČR 472/2009 Sb. 2010, EZ CENTRUM s.r.o., s. 599.

25. SINGER, J.; HEŘMANSKÁ, J. *Principy radiační ochrany*. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2004. 111 s. ISBN 80-7040-708-5.
26. STEJSKAL, D. *Urolitiáza*. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 184 s. ISBN 978-80-247-2015-9.
27. STEPHEN, Y. et al. Determination of stone composition by noncontrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Rapid communication – cme article*. 2000, 35, 6, s. 819-819.
28. TARTARI, S. et al. Low-dose unenhanced CT protocols according to individual body size for evaluating suspected renal colic: cumulative radiation exposures. *Radiol Med (Torino)*. 2010, 115, 1, s. 105-114.
29. TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2003. 739 s. ISBN 80-247-0512-5.
30. VÁLEK, V. et al. *Moderní diagnostické metody, II.díl- Výpočetní tomografie*. Brno: IDVPZ Brno, 1998. 84 s.
31. VYHNÁNEK, L. et al. *Radiodiagnostika: Kapitoly z klinické praxe*. Praha: Grada Publishing, a.s., 1998. 486 s.

8 Klíčová slova

Efektivní dávka

Intravenózní vylučovací urografie

Kontrastní látka

Místní radiologický standard

Nativní spirální CT

Radiační zátěž

Radiologický asistent

