

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Michaela Hurytová

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Vyšetření uropoetického systému pomocí zobrazovacích modalit

Michaela Hurytová

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Hurytová**
Osobní číslo: **Z14116**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Název tématu: **Vyšetření urooetického systému pomocí zobrazovacích modalit**
Zadávající katedra: **Katedra informatiky, managementu a radiologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. Anatomie. 3., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4788-0.
2. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
3. HEŘMAN, Miroslav. Základy radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
4. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. Přehled anatomie. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-612-0.
5. SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.

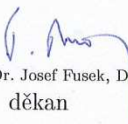
Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Petr Pech

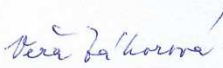
Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2017**


prof. MUDr. Josef Fusek, Dr.Sc.
děkan

L.S.


Věra Záhlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 27. února 2017

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Chocni dne 21. 3. 2017

Michaela Hurytová

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat panu Mgr. Petru Pechovi za vedení mé bakalářské práce. Děkuji mu za cenné rady, čas, ochotu spolupracovat, za jeho výborné odborné znalosti a poskytnutí praxe v Orlickoústecké nemocnici, kde mi byly zpřístupněny informace do bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou část a na praktickou část. Teoretická část se zabývá základní anatomií uropoetického traktu. V práci jsou popsány principy jednotlivých zobrazovacích modalit a následně popis toho, jak se jednotlivá vyšetření uropoetického systému na daných modalitách provádějí. Následně je v teoretické části zmíněna radiační ochrana pacientů i pracovníků na těchto odděleních. Praktická část práce se pak zabývá vyšetřením uropoetického systému na CT. Konkrétně zpracovává místní radiologický standard pro CT vyšetření uropoetického systému, se zaměřením na radiační ochranu. Stanovuje Místní diagnostickou referenční úroveň pro dané vyšetření a porovnává ji s platnými národními standardy pro CT a Národní diagnostickou referenční úrovní.

KLÍČOVÁ SLOVA

CT vyšetření, uropoetický systém, RTG záření, radiační ochrana

TITLE

Examination of the urinary system using imaging modalities

ANNOTATION

The thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part deals with the basic anatomy of the uropoetic tract. The paper describes the principles of the different imaging modalities and also describes examination methods of the uropoetic tract. Subsequently, the theoretical part is focused on radiation protection of patients and staff in these departments. The practical part deals with the examination of the uropoetic system to CT. Specifically, processes of local radiological standards for CT examination of the uropoetic system, with a focus on radiation protection. The Local diagnostic reference level for the examination is established and compared with national standards for CT and National diagnostic reference level.

KEYWORDS

CT scans, urinary system, X- rays, radiation protection

OBSAH

0	Úvod.....	14
1	Cíl práce.....	15
2	TEORETICKÁ ČÁST	16
2.1	Anatomie.....	16
2.1.1	Uropoetický systém	16
2.1.2	Ledviny	16
2.1.3	Močovod	17
2.1.4	Močový měchýř	17
2.1.5	Močová trubice	17
2.1.6	Nadledviny.....	17
2.1.7	Tvorba moči.....	18
2.2	Základní zobrazovací modality uropoetického traktu a jejich principy.....	18
2.2.1	Ultrasonografie	18
2.2.2	Magnetická rezonance	20
2.2.3	RTG vyšetření.....	21
2.2.4	Výpočetní tomografie	24
2.2.5	Angiografie	27
2.3	Kontrastní látky.....	28
2.3.1	Zásady před podáním jodových kontrastních látek	29
2.4	Postup provedení jednotlivých zobrazovacích modalit.....	29
2.4.1	Ultrasonografie Ledvin	29
2.4.2	Ultrasonografie močového měchýře.....	30
2.4.3	Nativní snímek ledvin a močového měchýře.....	30
2.4.4	Intravenózní vylučovací urografie	30
2.4.5	Nativní CT uropoetického systému	30
2.4.6	CT ledvin a uropoetického systému s KL.....	31

2.4.7	Angiografie břišní aorty a renálních tepen	31
2.4.8	CT angiografie renálních tepen.....	31
2.5	Radiační ochrana.....	32
2.5.1	Stochastické účinky	32
2.5.2	Deterministické účinky	32
2.5.3	Odpovědnosti a pravomoci pracovníků	32
2.5.4	Radiační ochrana pracovníků.....	33
2.5.5	Ochrana pacientů	34
3	praktická část	35
3.1	Místní radiologické standardy- základní informace.....	35
3.1.1	Identifikace pracoviště.....	35
3.1.2	Předmět a místo činnosti.....	35
3.1.3	Identifikace vybavení.....	35
3.1.4	Specifikace vyšetření	36
3.2	Příprava vyšetření.....	36
3.2.1	Seznam kontraindikací.....	36
3.2.2	Zajištění důležitých skutečností.....	37
3.2.3	Příprava pacienta.....	38
3.3	Hodnocení kvality zobrazení při výkonu diagnostického ozáření	39
3.3.1	Splnění ukazatelů kvality z pohledu technického provedení.....	39
3.3.2	splnění ukazatelů kvality z pohledu diagnostické výtěžnosti	39
3.3.3	Splnění ukazatelů kvality z hlediska radiační ochrany pacientů	40
3.4	Diagnostický popis CT vyšetření	40
3.5	Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů při lékařském ozáření v radiodiagnostice	40
3.6	Národní radiologické standardy	44
4	diskuze	45

5	ZÁVĚR	48
6	Použitá literatura	49
7	Přílohy.....	50

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Řez ledvinou - 1. Medulla renalis, 2. Cortex renalis, 3. Nefron, 4. Pyramis renalis, 5. Columnae renales, 6. Calix renalis, 7. Ureter, 8. Pelvis renalis, 9. Papilla renalis (9, str. 197).....	16
Obrázek 2 Obrázek vlevo- ultrasonograf. Obrázek vpravo- schematický obraz ultrasonografu. (18, str. 22, 25).....	20
Obrázek 3 Schematický náčrt rentgenky se stacionární anodou. (7, str. 31).....	24
Obrázek 4 Princip konvenčního CT (14, str. 46).....	25
Obrázek 5 CT pracoviště v Orlickoústecké nemocnici. (autor).....	36
Obrázek 6 Zaměření laserů a nastavení pacienta při CT vyšetření ledvin. (autor).....	38
Obrázek 7 Nastavení pacienta při CT vyšetření ledvin. (autor)	39
Obrázek 8 Nastavení parametrů pro MRS uropoetického systému na výpočetním tomografu Orlickoústecké nemocnice. (autor)	42
Obrázek 9 Nastavení expozičních parametrů při vyšetření uropoetického systému na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoústecké nemocnici. (autor).....	42
Obrázek 10 Tabulka s maximálním nastavením mA na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoústecké nemocnici. (autor).....	43
Obrázek 11 Hodnoty pitch faktoru na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoústecké nemocnici. (autor).....	43
Tabulka 1 Rozdělení respondentů dle prodělaného vyšetření v Orlickoústecké nemocnici za rok 2014-2016.....	35
Tabulka 2 MRS výpočetní tomografie k vyloučení urolitiázy	41
Tabulka 3 NDRÚ pro vyšetření dospělých výpočetní tomografií pro skupinu standardních pacientů bez ohledu na pohlaví s průměrnou hmotností 70 kg +- 5 kg s hmotností jednotlivých pacientů v rozmezí 50-90kg.....	45
Tabulka 4 Vyšetření uropoetického systému na CT pracovišti v Orlickoústecké nemocnici výběr deseti vyšetření z roku 2015.	46
Tabulka 5 Výběr pěti pacientů při vyšetření uropoetického systému po úpravě MRS v Orlickoústecké nemocnici na pracovišti výpočetní tomografie.....	46

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AG	Angiografie
aj.	a jiné
AP	Předozaďní
APTT	Aktivovaný parciální tromboplastinový čas
cm	centimetr
CT	Výpočetní tomografie
DSA	Digitální subtrakční angiografie
g	gram
i.v.	intravenózně
IVU	Intravenózní vylučovací urografie
JKL	Jodové kontrastní látky
kHz	kilohertz
KL	Kontrastní látky
L	Bederní
LO	Lékařské ozáření
MDCT	Multidetektorová Výpočetní tomografie
MHz	megahertz
ml	mililitr
ml/sec	mililitr za sekundu
mm	milimetr
MR	Magnetická rezonance
MRS	Místní radiologické standardy
NDRÚ	Národní diagnostické referenční úrovně
NRS	Národní radiologické standardy
PACS	Picture archiving and communicating system
RDG	Radiodiagnostické
RO	Radiační ochrana
RTG	Rentgenový
Th	Hrudní

Tzv.	Takzvaný
3D	Trojdimenzionální neboli trojrozměrný

0 ÚVOD

Téma mé bakalářské práce je vyšetření uropoetického systému pomocí zobrazovacích modalit. Uropoetický systém jde vyšetřit spoustou zobrazovacích modalit, kam můžeme zařadit i nukleární medicínu, ale já jsem si vybrala radiodiagnostiku. Metodou první volby u tohoto systému, je jednoznačně Ultrazvuk. Je to metoda, kde se nepoužívá ionizující záření a nijak výrazně nezatěžuje pacienta. Další modalitou, která nevyužívá ionizující záření je Magnetická rezonance. Při vyšetření ledvin se magnetická rezonance nevyužívá tak často jako ostatní zobrazovací metody. K těm častějším můžeme zařadit RTG, CT, AG, IVU.

V teoretické části se nejprve zabývám anatomií uropoetického systému, popisu jeho jednotlivých částí, fyziologií vylučování moče. Dále jsem rozvinula principy jednotlivých zobrazovacích modalit od modalit bez použití ionizujícího záření, až po důležité i velmi přínosné modalitty jako je RTG a CT. Někdy se u těchto vyšetření používají kontrastní látky, které jsou důležitou součástí výše zmiňovaných zobrazovacích postupů. Jsou také popsány v teoretické části bakalářské práce. Je důležité vědět, jak se jednotlivá vyšetření provádí, tomu se více věnuje teoretická část mé bakalářské práce. Pokud mluvíme o použití ionizujícího záření, nesmíme zapomenout na radiační ochranu pracovníků a osob, které přijdou do styku s lékařským ozářením.

Na začátku praktické části je uvedena přehledná tabulka za roky 2014-2016, kde jsou uvedena vyšetření uropoetického systému u pacientů, kteří byli na jednotlivých modalitách vyšetřeni. Praktická část je založena na přípravě a popisu Místního radiologického standardu vyšetření nativního CT uropoetického traktu se zaměřením na urolitiázu a jeho porovnání s Národním radiologickým standardem. Rovněž se věnuji srovnání dávky z daného typu vyšetření s Národní diagnostickou referenční úrovní a s doporučením v Národním radiologickém standardu pro daný typ vyšetření.

1 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je seznámit se s anomií uropoetického systému, popsání základních zobrazovacích modalit, kterými se dá zobrazit uropoetický systém. Dalším cílem praktické části, který vyplynul při psaní bakalářské práce, je úprava místního radiologického standardu pro nativní CT vyšetření uropoetického systému, přičemž velká váha je kladena na snížení celkové dávky resp. Místní diagnostické referenční úrovně, aby byla v souladu s Národními standardy pro CT.

2 TEORETICKÁ ČÁST

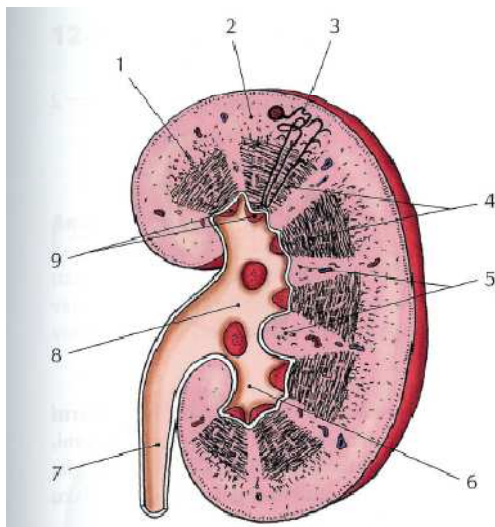
2.1 Anatomie

2.1.1 Uropoetický systém

Uropoetický systém zajišťuje odvádění odpadových látek, které jsou škodlivé pro organismus. Vylučovací soustava se obecně skládá z ledvin, což je párový orgán a dále z vývodných cest močových. Ledviny patří do nejdůležitějších orgánů vylučovacího ústrojí. Ledviny, jako orgán, mají spoustu důležitých funkcí. Podílí se na procesu udržování stálosti vnitřního prostředí, které se odborně nazývá homeostáza. Ledviny také vylučují látky, které jsou tělu cizí, například léky. Další z důležitých funkcí je funkce endokrinní. Produkuje erythropoetin, renin a také se podílí na metabolismu vitamínu D. Mimo tuto produkci se také podílí na hospodaření organismu s vodou a ionty. (9)

2.1.2 Ledviny

Ledvina (ren, nefros), je párový orgán, má nejčastěji fazolovitý tvar a červenohnědou barvu. Ledvina je na povrchu hladká a má tuhou konzistenci. Hmotnost ledviny odpovídá váze, která se pohybuje v rozmezí 120-170 g. Zajímavostí je, že obsahuje asi 50 g krve a její hmotnost i velikost je u žen menší než u mužů. Její délka, šířka a tloušťka odpovídá rozměrům 10-12 cm, 5-6 cm, 3,5-4 cm. Obě ledviny jsou uloženy v retroperitoneálním prostoru, a to ve výši Th12-L2, avšak pravá ledvina leží níže než levá. (1) „Základní anatomickou i funkční jednotkou ledvin je nefron. Nefron se skládá z ledvinového tělíska (glomerulum + Bowmanovo pouzdro), proximálního kanálku, Henleovy kličky, distálního a sběracího kanálku.“ (Dylevský 2009, str. 363)



Obrázek 1 Řez ledvinou - 1. Medulla renalis, 2. Cortex renalis, 3. Nefron, 4. Pyramis renalis, 5. Columnae renales, 6. Calix renalis, 7. Ureter, 8. Pelvis renalis, 9. Papilla renalis (9, str. 197)

2.1.3 Močovod

Močovod neboli ureter, je trubice, která má délku 20-30 cm a je 4-5 mm široká. Tato trubice přepravuje moč do močového měchýře. Močovod začíná na mediální straně pánvičky a na konci ústí do močového měchýře. Na močovodu rozlišujeme tři části (úseky). Jdou za sebou následovně: první z nich je úsek břišní (retroperitoneální), další úsek je pánevní (nacházející-se v prostoru malé pánve) a úsek intramurální (je ve stěně močového měchýře). V močovodu se nachází tři zúžená místa. První z nich je v místě výstupu ureteru z ledvinové pánvičky, druhé je v místě, kde dochází k přechodu přes vasa illiaca a poslední zúžené místo se nachází v místě vstupu do močového měchýře. (9)

2.1.4 Močový měchýř

Močový měchýř (vesica urinaria) je dutý svalový orgán a je uložen v malé pánvi za sponou stydkou. Tvar močového měchýře závisí na jeho postupné náplni močí, která se v něm hromadí předtím, než se vyprázdní. Pokud je močový měchýř naplněný, můžeme na něm rozeznat tyto části: dno (fundus), tělo (corpus), hrot (apex) a krček (cervix). Fyziologická kapacita měchýře je přibližně 250-300 ml. U dospělého člověka přichází nucení na močení již při náplni 150 ml. Jeho kapacitu lze však naplnit až do objemu 700-750 ml, která ještě jde potlačit vůlí. Pokud chceme provést pohmatové vyšetření, musí být močový měchýř v náplni asi 200 ml, tím dojde k vyklenutí měchýře nad sponu stydké kosti. (3), (9)

2.1.5 Močová trubice

Mužská močová trubice (urethra masculina) je nejen vývodnou cestou močovou, ale patří i do cest pohlavních. Močová trubice má délku 20-22 cm. Její začátek se nachází v močovém měchýři, kde začíná vnitřním ústím (ostium urethrae internum) a je zakončena zevním ústím (ostium urethrae externum), na vrcholu glans penis. (1)

Ženská močová trubice (urethra feminina) má délku 3-4 cm a je asi 6 mm široká. Je víc jak o polovinu kratší, než mužská močová trubice. Vychází z močového měchýře ventrokaudálně před vaginou a pokračuje k zevnímu vyústění mezi malými stydkými pysky. (1)

2.1.6 Nadledviny

Nadledviny (glandulae suprarenales) jsou ploché a uložené v tukovém pouzdře. Nadledvina váží 6-12 g a je v průměru 3 cm široká, 4 cm vysoká a 6-8 mm tlustá. Poloha nadledvin je taková, kdy svou spodní plochou naléhají na horní pól ledviny a svou zadní plochou leží na

bránici. Lze popsat různé plochy. Jedna je přední a zadní (facies anterior, posterior) a druhá plocha, která je převrácená k ledvině (facies renalis). Pokud dojde k řezu nadledviny, lze na ni rozlišit kůru a dřev. Kůra má nažloutlou barvu oproti dřevu, která je nažloutlá a velmi křehká. (9)

2.1.7 Tvorba moči

Denní produkce moči je různorodá. U dospělého zdravého člověka je to 1-2 litry moči za den. Většina moči se vytváří během dne asi 60-80 % a naopak v noci dochází k retenci solutů a vody. Na samotné tvorbě moči se v nefronu podílí tři základní pochody s názvem glomerulární filtrace, tubulární resorpce a tubulární sekrece. Glomerulární filtrace zastává funkci filtrování krve, která přitéká do glomerulu. Tímto procesem vzniká tekutina s názvem primární moč, nebo také ultrafiltrát. Ultrafiltrátu se vytvoří okolo 180 litrů. Takové množství se z těla nevyučuje, ale nastává druhý proces tubulární resorbce, kdy se víc jak 99% ultrafiltrátu vstřebává zpět do krve. Při tubulární sekreci se vylučují látky z krve a vzniká definitivní moč, které se vytvoří 1-2 litry. V moči je obsažena například voda, kyselina močová, kreatinin, anorganické látky aj. (8), (13)

2.2 Základní zobrazovací modality uropoetického traktu a jejich principy

2.2.1 Ultrasonografie

Ultrasonografie je základní zobrazovací metodou a první volbou při vyšetřování uropoetického systému, díky neinvazivnosti, dostupnosti, rychlosti, vysoké výpovědní schopnosti o charakteru vyšetřovaných tkání a zejména to, že nezatěžuje pacienta ionizujícím zářením. (6)

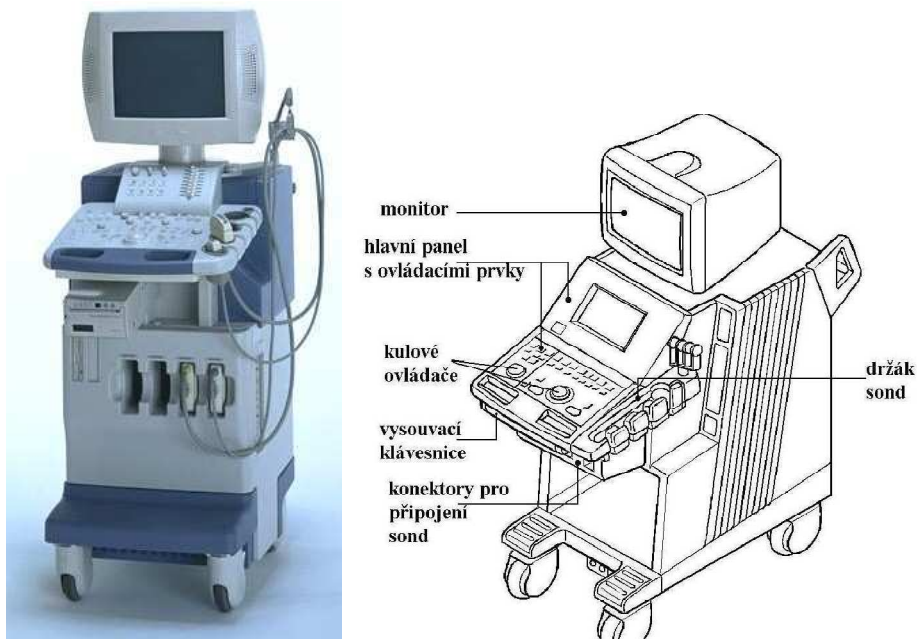
Princip Ultrasonografie

Základní metoda nazývána ultrazvuk je mechanické vlnění, jehož fyzikální vlastnosti jsou stejné jako zvuk. Jeho frekvence je ale vyšší než 20 kHz. V ultrasonografii se používají frekvence obvykle mezi 2-15 MHz. Pokud vyšleme ultrazvuk do tkáně, dojde v ní k absorpci, rozptylu a odrazu od rozhraní tkání o různé akustické impedanci tzn. propustnost pro ultrazvuk. (5) Při vyšetření používáme kontaktní gely na kůži, z důvodů odstranění vrstvičky vzduchu mezi kůží a sondou, která by bránila přechodu vlnění do vyšetřované oblasti. Zdrojem ultrazvuku je piezoelektrický krystal. Tento krystal deformuje svůj tvar působením střídavého proudu. Jde využít i opačného principu k zachycení odrazů-ech. Intenzita odrazu nám podá informaci o velikosti rozdílu rozhraní tkání a čas od vyslání k návratu o vzdálenosti rozhraní od zdroje. U většiny aplikací ultrazvukem vysílá stejný krystal vlnění asi 0,5 %

provozní doby a přijímá odrazy 99,5 % provozní doby. Krystal, nebo více krystalů jsou uloženy v sondě. (6)

V ultrasonografii používáme jednotlivé mody ultrazvukového zobrazení. Mezi nejčastěji používaný typ patří B-mode. Při tomto zobrazení vzniká dvojrozměrný řez vyšetřovanou oblastí složený z bodů, jejichž odstín šedi odpovídá intenzitě odrazů z daného místa. Pokud hodnotíme echogenitu tzv. odrazivost tkáně, používáme základní termíny. Pro objekty světlejší než okolí používáme název hyperechogenní, naopak pro objekty tmavší než okolí hypoechogenní. Jedná-li se o objekty, které nevytváří žádné odrazy např. čiré tekutiny v orgánových dutinách nebo cystách, mluvíme o termínu anechogenní. Termín izoechogenní znamená, pokud má objekt stejnou echogenitu jako okolní struktury. Zde může vzniknout akustický stín, který znemožňuje hodnocení hlubších struktur. Vytváří se, pokud vzniká velmi výrazná akustická rozhraní (kosti, plyn), která odrážejí veškeré ultrazvukové vlnění a proto neproniká žádný signál. Dalšími méně používanými mody je A-mode a M-mode. Jde o jednorozměrná zobrazení v podobě křivek, které ukazují vzdálenost a intenzitu odrazů tenkého paprsku ultrasonografického vlnění. A-mode nachází své uplatnění v očním lékařství pro přesné měření rozměrů a M-mode používáme v kardiologii pro hodnocení pohybu chlopní a srdeční stěny. (5)

Pro zobrazení toku krve v cévách používáme dopplerovskou ultrasonografií, která je založená na Dopplerovském jevu- při odrazu od pohybujícího se objektu (nejčastěji krvinky v cévách), dochází ke změně frekvence vlnění. Z této změny lze určit směr a rychlost pohybu objektu. Výsledkem dopplerovského zobrazení je buď křivka, která udává hodnoty rychlosti v čase, nebo barevný záznam pohybujících se objektů na pozadí obrazu v B-módu. Pohybující se objekty (krvinky) jsou na barevném záznamu znázorněny pomocí odstínů modré (modrozelené) a červené (červenožluté) barvy. Tyto barvy zobrazují směr pohybu k vyšetřovací sondě nebo od vyšetřovací sondy a rychlost toku udávají jejich odstíny. (6), (18)



Obrázek 2 Obrázek vlevo- ultrasonograf. Obrázek vpravo- schematický obraz ultrasonografu. (18, str. 22, 25)

Ultrazvukové sondy

Jednotlivé sondy se liší vysílanou frekvencí. Sondy dělíme podle tvaru kontaktní plochy a to na lineární, konvexní a sektorové. Nejčastější použití lineárních sond je u vyšetřování povrchově uložených struktur, kdy obraz má tvar obdélníku. Konvexní sondy se používají pro zobrazení břišních orgánů a pánve. Sektorové sondy své uplatnění využijí v oblastech, kde je malý prostor pro průchod ultrazvuku od těla- skrz fontanely nebo mezi žebry. Konvexní i sektorové sondy mají obraz do tvaru vějíře. Jde-li o vyšetřování hlouběji uložených struktur např. břišní orgány, používají se sondy s nízkou frekvencí, pohybující se v rozmezí 2-5 MHz. Mají větší dosah, ale nižší rozlišovací schopnost. Naopak vysokofrekvenční sondy se využívají pro vyšetřování povrchově uložených oblastí s frekvencí 5-15 MHz. Tyto sondy mají vyšší rozlišovací schopnost, za to nižší propustnost signálu do hloubky. (5)

2.2.2 Magnetická rezonance

Při magnetické rezonanci nepoužíváme ionizující záření. Její princip je však velmi složitý. Je zde využíváno fyzikálního principu, kdy atomová jádra s lichým atomovým číslem vykazují magnetický moment. Nejdůležitějším zástupcem je vodík, který je obsažen ve 2/3 lidské tkáni. Pokud umístíme protony vodíku do silného statického magnetického pole B_0 , protony se uspořádají „do řady“. Část protonů je v paralelním postavení a druhá část v antiparalelním postavení, tedy otočena o 180° . Statické magnetické pole způsobuje precesi neboli rotační

pohyb podobný dětské káče. Protony rotují kolem své dlouhé osy jako spin a také po obvodu pomyslného kužele. „*Jestliže je aplikován radiofrekvenční pulz (elektromagnetické vlnění v pásmu rozsáhlých krátkých vln) o takové frekvenci, která je shodná s frekvencí precese protonu, dojde na principu rezonance k vychýlení magnetického momentu z původního směru o určitý úhel a také k synchronizaci precese všech protonů.*“ (Heřman 2014, str. 26) Následně po skončení pulzu postupně dochází k návratu do původního stavu a čas, za který k tomu dojde, nazýváme jako čas relaxační. Rozlišujeme dva základní relaxační časy. První z nich označujeme jako T1 a je to čas, za který podélná magnetizace dosáhne 63 % původní velikosti. Druhý čas označený jako T2 vyjadřuje čas, kdy příčná magnetizace klesne na 37 % původní velikosti. Tyto dva časy se při MR zobrazování neměří přímo, nýbrž se na jednotlivých sekvencích porovnávají jejich rozdíly. Sekvence je označována jako série radiofrekvenčních pulzů, nutná k získání měřitelného signálu. K vysílání i přijímání signálu se používají různé druhy cívek, které musí být co nejbližší k vyšetřované oblasti pro co nejkvalitnější obrazy. Do nejzákladnějších sekvencí patří spin-echo sekvence. V praxi se dnes často využívají další dvě sekvence. Sekvence STIR na potlačení signálu tuku a FLAIR na potlačení signálu vody. Další rychlé sekvence se uvádí jako Single shot a Multi shot sekvence. U hodnocení vyšetření se používají termíny, které vyjadřují intenzitu signálu pro daný typ sekvence. Hypersignální je s vysokou intenzitou signálu, a proto je na obrazech světlý a naopak hyposignální s nízkou intenzitou signálu je na obrazech tmavý. Při vyšetřování na magnetické rezonanci se používají KL na bázi gadolinia. (6), (10)

Pro přehlednost jednotlivých vyšetření na magnetické rezonanci nám pomáhají protokoly MR zobrazování. (16)

2.2.3 RTG vyšetření

Historie RTG záření

Za objevitele rentgenového záření se považuje profesor Wilhelm Conrad Röntgen, který v roce 1895 při svých pokusech s katodovými paprsky objevil „nový typ záření“. Toto záření pojmenoval, jako záření X (RTG záření). Röntgen zkoumal elektrické výboje, které byly pod vysokým napětím v plynech zředěných ve vakuových plynových výbojkách, nazývané jako katodové trubice. Katodové paprsky jsou složeny z rychle se pohybujících elektronů. Působením vysokého elektrického napětí mezi elektrodami, záporně nabitou katodou a kladně nabitou anodou, které jsou umístěny na koncích uzavřené skleněné trubice, ze které byl odčerpán skoro všechn vzduch, který by mohl bránit pohybu elektronů, se vytvářejí

elektrony. V temné komoře objevitel pozoroval světélkování vyvolané katodovými paprsky na luminiscenčním stínítku, které bylo potaženo fluorescenční látkou (platinokyanid barya). Při úplném zakrytí katodové trubice černým papírem Röntgen zjistil, že pokud se luminiscenční stínítko přiblíží i k takto zakryté trubici, tak světélkuje, a to i v případě, když mezi trubicí a stínítko umístí tlustou knihu. Poté, co mezi stínítko a trubicí vložil kovový předmět, se na stínítku objevil stín. Došlo k objevu, že je-li mezi katodou a anodou zapojen elektrický proud musí z trubice vycházet nějaké neviditelné záření. (14)

Vznik a vlastnosti RTG záření

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění, které má velmi krátkou vlnovou délku v rozmezí $10^{-8} - 10^{-12}$ m. Jedná se o neviditelné záření, které se šíří přímočaře rychlostí světla, jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje. Rentgenové záření má schopnost procházet hmotou i vakuem. Ve hmotě se částečně absorbuje a rozptyluje, zatímco množství absorbovaného a rozptýleného záření závisí na kvalitě záření (vlnová délka) a na složení hmoty (tloušťka, hustota, průměrné protonové číslo). (6) Jako další vlastnost sem patří Luminiscenční efekt, kdy má RTG záření schopnost vyvolávat fluorescenci a fosforescenci tj. vznik viditelného světla, při dopadu na některé látky. Další vlastností je Fotochemický efekt, kdy na fotografický materiál působí RTG záření a dochází ke změnám v jeho chemickém složení. Dále je to ionizace a biologický efekt, u kterého je RTG záření ve větších dávkách nebezpečné pro živý organismus a tím může způsobit trvalé poškození buněk a tkání. Na toto záření jsou nejcitlivější dělicí se buňky. V opačném případě může být RTG záření využíváno při léčbě např. v radioterapii. V radiologii je umělým zdrojem rentgenového záření rentgenka. Zde záření vzniká prudkým zabrzděním rychle letících elektronů v hmotě o vysokém atomovém čísle. Při dopadu těchto elektronů na anodu vzniká brzdové a charakteristické záření. (15)

Brzdové záření je převažujícím typem záření, které vzniká v rentgence. Jeho vznik je způsoben zpomalením letícího elektronu blízko jádra atomu. Kladně nabitě jádro přitahuje elektron, který změni směr letu a zpomalí. (14) „*Čím blíže se dostane elektron k jádru a čím větší je jeho energie, tím větší bude energie vznikajícího kvanta RTG záření. Účinnost přeměny energie na RTG záření v rentgence je pouze 1 %. Zbytek energie se přemění na záření tepelné.*“ (Seidl 2012, str. 29) U brzdového záření je spektrum spojitě. (11)

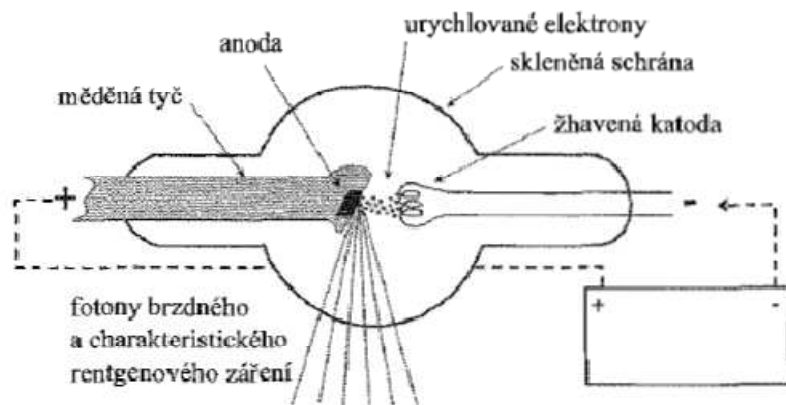
Jako další záření popisujeme záření **charakteristické**, které vzniká při srážce letícího elektronu a elektronu z elektronového obalu atomu na katodě. Původní elektron je vyražen

ven z atomu, přičemž po elektronu vznikne prázdné místo, to je však následně zaplněno elektronem ze vzdálenější vrstvy od jádra. Při tomto přeskoku se uvolní značné množství energie ve formě fotonu RTG záření. Energie záření se rovná energetickému rozdílu mezi elektronovými vrstvami, u nichž došlo k přeskoku elektronu. (14) Spektrum pro charakteristické záření označujeme jako spektrum čárové. (11)

Tento typ záření není pro RTG zobrazení žádoucí, a proto se ho snažíme opravit vkládáním tzv. primárního filtru. Většinou se jedná o plech z hliníku, nebo mědi.

Rentgenka

Za zdroj RTG záření se považuje rentgenka. Jednoduše můžeme říci, že je to trubice s vakuem uvnitř. Její součástí je záporná katoda a kladná anoda. Mezi nimi je udržován elektrický potenciál. Katodu tvoří spirálovitě navinuté wolframové vlákno s tloušťkou 0,2 mm a slouží k produkci elektronů. Katodové vlákno je elektricky připojeno ke žhavicímu obvodu. Pokud prochází elektrický proud žhavicím obvodem, tudíž i katodovým vláknem, dojde k termoemisi elektronů vlivem velké teploty. Elektrony, které se uvolnily termoemisi, dopadají na kladně nabitou anodu za vzniku rentgenového záření. Dále jsou elektrony speciálně fokusovány pomocí fokusačních mistichek do úzkého svazku elektronů, z důvodu toho, aby nedopadaly na kterékoliv místo anody. Další nezbytnou částí je anoda neboli terčík. Nejčastěji je vyrobena z wolframu, který má vysoký bod tání. Pokud dopadají urychlené elektrony na terčík, dochází k uvolnění velkého množství kinetické energie elektronů, kdy pouze 1 % z této uvolněné energie se přemění v RTG záření a zbylých 99 % se přemění na teplo. Jako další součástí rentgenky je evakuovaná baňka. Je obvykle vyrobena ze skla a je v ní umístěna anoda i katoda. Bývá uchována v krytu, kdy součástí krytu je i olovo, které slouží k odstínění nepotřebného mimoohniskového záření. Za její hlavní funkci se považuje udržování vakua v trubici. Mimo jiné je obtékána olejem, který se podílí na ochlazování rentgenky. (15), (20)



Obrázek 3 Schematický náčrt rentgenky se stacionární anodou. (7, str. 31)

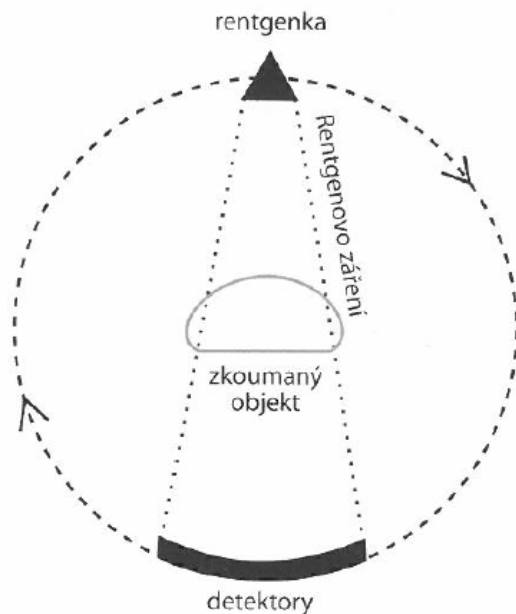
Vznik a vlastnosti rentgenového obrazu

Rentgenové záření začíná v rentgence, ve které vzniká pronikavé elektromagnetické X-záření. Toto záření prochází přes vyšetřovaný objekt neboli tkáň organismu, kdy se část záření absorbuje v závislosti na tloušťce a hustotě tkáně a ta zbylá část záření prochází tkání a je zobrazována buď na luminiscenčním stínítku, nebo fotograficky a nověji pak pomocí elektronických detektorů. (21) Následně při expozici rentgenového záření vzniká rentgenový obraz vyšetřované tkáně. Pro kvalitu RTG zobrazení popisujeme tyto čtyři parametry: rozlišovací schopnost a ostrost zobrazení, kontrast zobrazení, expozici, počet fotonů v obraze a eventuálně artefakty na RTG obrazu. (14)

2.2.4 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie je základní zobrazovací metoda, která využívá digitální zpracování dat průchodu RTG záření v mnoha průmětech vyšetřovanou vrstvou. Z hlediska radiační zátěže je však jednou z nejméně zatěžujících modalit, která využívá ionizující záření. (6)

Zakladatel výpočetní tomografie je brit Godfrey Newbold Hounsfield a jako náhodou učinil stejný objev Američan Allan McLeod Cormack. Oba muži získali v roce 1979 Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství. Toto vyšetření je dnes poměrně snadno dostupné. CT je dnes významné pro uplatnění jako metoda první volby u akutních polytraumat. (14)



Obrázek 4 Princip konvenčního CT (14, str. 46)

Generace CT

1. Generace- generace, kdy RTG záření vycházející z rentgenky je kolimováno do tenkého svazku („tužkového“ tvaru) a po prozáření pacientem detekováno jedním protilehlým detektorem, který rotuje spolu s rentgenkou.
2. Generace- v této generaci je X-záření z rentgenky kolimováno do tvaru vějíře. Po průchodu pacientem je detekováno větším počtem detektorů, které jsou umístěny v jedné řadě na kružnicové výseči naproti rentgence, rotující spolu s rentgenkou.
3. Generace- X-záření je z rentgenky kolimováno do tvaru širšího vějíře, ale na rozdíl od druhé generace je prošlé záření detekováno velkým množstvím detektorů, umístěných na kruhovém oblouku ve více řadách. Současně snímáme více řezů- multi-slice CT. Pokračováním 3. Generace jsou spirální vysokorychlostní multidetektorové systémy MDCT.
4. Generace- tady jsou detektory uspořádány stacionárně do úplného kruhu (prstence, přesněji řečeno několik prstenců ležících vedle sebe) kolem pacienta, kdy rotuje jen rentgenka.
5. Generace- do této generace patří tomografie s elektronovým svazkem- Electron Beam CT.

Nejvyšší využití přinášejí přístroje 3. generace. Přístroje 4. a 5. generace nepřinášejí zásadní rozdíly pro klinickou praxi ve srovnání s 3. generací a nejsou tolik rozšířeny i díky vyšší pořizovací ceně. (14)

Princip CT

Základ spočívá v zeslabování svazku rtg záření při průchodu vyšetřovaným objektem (pacientem). (6) Pro získání informací o absorpci rtg záření slouží soustava rentgenka a protiní ležícího oblouku, který je složen z několika stovek detektorů. Tato soustava je součástí vyšetřovacího tunelu tzv. gantry. Systém rentgenka/protilehlé detektory se otáčí kolem pacientova těla. RTG záření se absorbuje různě ve tkáních s různým složením. Záření dopadá na detektory, kde je registrováno a převedeno na elektrický signál, který je následně odeslán do počítače. Na základě matematického zpracování (máme dvě možnosti výpočtu tzv. zpětná projekce a dnes více využívaná u moderních CT přístrojů, Iterativní rekonstrukce, která v konečném výsledku snižuje radiační zátěž z CT vyšetření) je zrekonstruován výsledný obraz vyšetřované vrstvy v hodnotách denzity (v Hounsfieldových jednotkách – HU), kdy Hounsfieldova stupnice vyjadřuje míru absorpce rtg záření. Stupnice denzit je rozdělena na stupně od -1000 +3000. Hodnota 0 odpovídá absorpci vody, -1000 vzduch a +1000 kost. Denzity jsou na CT obraze kódovány do stupňů šedi. Čím vyšší je absorpce rtg záření, tím světlejší je bod. Lidské oko je schopné rozeznat pouze 16 stupňů šedi, proto zobrazujeme jen část denzitní škály tzv. okno s přesně definovaným středem a šíří. Používáme např. tzv. kostní, mozkové, plicní nebo břišní okno. (5), (12)

Vlastní CT pracoviště se skládá z gantry- vyšetřovací tunel, vyšetřovací portál s posuvným stolem, ovládací konzole operátora a dále přídatná zařízení, jako je např. tlakový injektor. Součástí RDG pracoviště bývá také stanice pro zpracování specializovaných programů, nebo 3D obrazů a PACSová stanice, kam se zasílají všechna obrazová data z RDG oddělení. S těmito daty je možné dále pracovat na diagnostických stanicích, nebo je sdílet s dalšími pracovišti pomocí chráněné sítě. (15)

Tak, jak se pohybuje soustava zdroj rentgenka-detektor, popisujeme 2 kategorie CT. V první řadě se jedná o konvenční CT vyšetření. Při tomto vyšetření jsou zhotovovány postupně jednotlivé vrstvy, mezi kterými se vyšetřovací stůl s pacientem posune o zvolenou vzdálenost. Zpravidla jsou šířka vrstvy a posun stolu stejně velké a díky nim dosáhneme pokrytí celé vyšetřované oblasti. (6)

Druhé vyšetření se nazývá spirální (helikální), při kterém se rotačně pohybuje systém rentgenka-detektory a současně pacient pomalu projíždí otvorem gantry (dráha rentgenky se efektivně jeví jako spirála, přesněji řečeno šroubovice). (14) Následně jsou získána na sebe navazující data celé vyšetřované oblasti, ze kterých počítač rekonstruuje obrazy jednotlivých

vrstev. Značnou výhodou oproti konvenčnímu CT je kratší doba vyšetření, s tím souvisí i výhoda vyšetření celého orgánu během jediného nádechu i možnost aplikace menšího množství KL intravenózně. Také máme jistotu, že zachytíme celý objem vyšetřované oblasti. (6)

Průběh CT vyšetření

Základem je uložení pacienta do gantry, nativní vyšetření a případná následná aplikace KL postkontrastních sekvencí v daném čase od zahájení aplikace kontrastní látky. Po uložení pacienta a zvoleném vyšetřovacím protokolu na ovládací konzoli, provedeme nejprve tzv. topogram, neboli „rentgenový“ snímek vytvořený bez otáčení rentgenky a detektorů, na kterém se plánuje rozsah vyšetření. Většinou v předozadní a bočné projekci. Po naplánování rozsahu vyšetření a nastavení expozičních parametrů, je zahájeno vlastní skenování. Získáme obrazy, které jsou příčně orientované- v axiální rovině, z nich je možné dodatečně vytvářet dvoj- nebo trojrozměrné rekonstrukce v libovolných rovinách a úhlech pohledu. (6)

2.2.5 Angiografie

Angiografie je zobrazení cév, které lze zobrazit buď neinvazivně pomocí CT angiografie, MR angiografie a dopplerovské ultrasonografie, nebo invazivní angiografií. U angiografie podáváme intravaskulárně kontrastní látku a dále ji znázorňujeme rentgenovými metodami. K podávání kontrastní látky používáme tlakový injektor, který nám zajistí rychlou a přesně dávkovanou aplikaci koordinovanou se snímkováním. Podání kontrastní látky bývá častou součástí kontraindikace k vyšetření, jinak jsou obecně kontraindikace stejné jako u jiných modalit s využitím lékařského ozáření. Angiografická vyšetření jsou prováděna na speciálních pracovištích. Součástí těchto pracovišť je angiografický komplet, který umožňuje skiaskopii a DSA techniku s frekvencí několika snímků za sekundu. Skiaskopickou kontrolu využíváme při zavádění instrumentarií (katétr, vodič). Technické provedení angiografického kompletu je dnes nejčastěji v podobě C ramene, kde na jedné straně je detektor a na straně druhé rentgenka. Tomuto provedení se také říká jednorůmětové (lze vyšetřovat v jedné pozici, např. AP, bočné nebo šikmé). Některé sofistikovanější přístroje pak mají ještě jeden detektor a rentgenku umístěnou proti sobě tzv. dvourůmětové AG komplety. V takovém případě pak lze vyšetřovat současně např. AP a bočnou projekci, což může být výhodné u některých typů angiografických vyšetření. (6)

DSA je technika, která se používá při většině angiografií. Princip spočívá v digitalizaci skiaskopického obrazu a počítačové subtrakce obrazů před a po nástřiku KL. Subtrakce nám zajistí odstranění struktur (pozadí) na nativním obraze, díky tomu se nám zobrazí pouze cévy, které jsou naplněné KL. (6)

2.3 Kontrastní látky

Kontrastní látky pomáhají k přesnějšímu zobrazení tkání a odlišení anatomických struktur. Kontrast rentgenového obrazu je ovlivněn rozdíly v absorpci rentgenového záření v jednotlivých tkáních. Díky kontrastním látkám, lze zobrazit struktury, které nejsou patrné na běžných nativních snímcích. Kontrastní látky buď zvyšují, nebo snižují absorpci. Pokud absorpci zvyšují, tím zachycují více záření. Mluvíme o pozitivních kontrastních látkách a naopak, pokud absorpci snižují, tím usnadňují průchod záření a ty nazýváme negativní kontrastní látky. Kontrastní látky aplikujeme nejčastěji přímo trávící trubicí, nebo cévní cestou. Mezi pozitivní kontrastní látky patří baryové a jodové KL. U baryové KL je hlavní složkou síran barnatý, kromě něj jsou tu zastoupeny i stabilizátory, které brání vločkování a zpomalují sedimentaci a dále jsou zastoupeny chuťová korigencia. (6) Používají se pro RTG zobrazování gastrointestinálního traktu a vpravovány jsou nejčastěji perorálně či perrektálně. (5) Podávají se ve formě suspenze, nikoli roztoku. Přípravek, který se u baryových KL používá je Micropaque. Jodové KL jsou založeny na obsahu organické sloučeniny jodu. Podávají se ve formě roztoku a lze je podávat parenterálně i enterálně. Můžeme je rozdělit na dvě základní skupiny: olejové a vodné. (6) Olejové JKL se používají už jen výjimečně pro zobrazení lymfatických cév, vývodů slinných žláz, nebo slzných kanálků. Z důvodu způsobení tukové embolie se nesmí aplikovat do cévního oběhu. (5) Jejich zástupcem je Lipiodol. (6) Vodné JKL jsou nefrotropní tzn., že se vylučují ledvinami. (5) Lze je aplikovat parenterálně i enterálně. Můžeme je použít pro angiografii, vylučovací urografii i pro kontrastní CT vyšetření. (6)

Jodové kontrastní látky mohou vyvolat nežádoucí účinky. Mezi ně patří alergoidní a chemotoxická reakce. Alergoidní (je podobná alergické reakci) a není závislá na podaném množství kontrastní látky. Může vzniknout již při první aplikaci KL a projeví se během několika minut po ní. Do mírných obtíží můžeme zařadit pokles krevního tlaku, u těžké reakce může dojít např. k tachykardii, edému plic, nebo křečím. Celková incidence nežádoucích reakcí je poměrně nízká a to 0,2-0,7 %. U chemotoxické reakce dochází k přímému ovlivnění určitého orgánu. Patří sem kardiotoxicita a kontrastní nefropatie. Tato reakce je přímo úměrná množství KL, která je podaná. Pro snížení chemotoxicity je hlavní

zásadou podat co nejmenší množství KL a dostatečná hydratace před i po vyšetření u každého nemocného. (6)

Negativní KL. Mezi nejčastěji používané negativní KL patří plyny (oxid uhličitý, vzduch), voda, nebo roztoky cukerných alkoholů (sorbitol, manitol). Dnes mají své uplatnění především u dvojkontrastního vyšetření, kdy se současně podávají s baryovou KL. Jsou nejčastěji používané u vyšetření trávicí trubice, kdy pozitivní (baryová) KL vytvoří na stěně trávicí trubice tenký film, zatímco lumen je vyplněné a rozšířené negativní KL. (5)

2.3.1 Zásady před podáním jodových kontrastních látek

Kontrastní látku lze podat na pracovišti, kde jsou zabezpečeny léčebné prostředky pro léčbu nežádoucích reakcí a zabezpečení pro kardiopulmonální resuscitaci. V těchto ohledech musí být vyškolen lékař, který JKL aplikuje. Před aplikací musíme odebrat od pacienta alergologickou anamnézu. Jedná-li se o rizikového pacienta (alergie na JKL, astma bronchiale, polyvalentní alergie), je důležité podat premedikaci ve formě Prednisonu a to 40 mg tbl. 12-18 hodin před aplikací JKL a 20 mg 6-9 hodin před aplikací JKL. Velmi důležité pro prevenci kontrastní nefropatie, je znát aktuální hodnotu hladiny kreatininu v séru, při případném podezření na onemocnění ledvin. Dále je nutné zajistit periferní cévní přístup pro aplikaci a případnou léčbu komplikací. U pacienta zajistíme dostatečnou hydrataci, ale 4 hodiny před výkonem přijímá pouze čiré tekutiny v malém množství a již nepřijímá tuhou stravu. Po aplikaci JKL pacienta alespoň 30 minut sledujeme a informujeme ho, aby po výkonu zvýšil příjem tekutin, pro lepší vyloučení KL. (14)

2.4 Postup provedení jednotlivých zobrazovacích modalit

2.4.1 Ultrasonografie Ledvin

Mezi nejčastější indikace k tomuto vyšetření řadíme konkrementy, nádory, cysty, poruchy drenáže moči aj. (19) Také nám napomáhá k posouzení velikosti, tvaru a vzájemného poměru parenchymu ledvin. Dnes patří do nejčastěji indikovaného vyšetření močového traktu díky neinvazivnosti a relativně vysoké výpovědní schopnosti o charakteru vyšetřovaných tkání. (6)

Pacient by měl na vyšetření přijít nalačno nejméně 4-6 hodin před výkonem, ale pokud jde o vyšetření ledvin, zde platí to, aby pacient 1 hodinu před vyšetřením vypil 0,5-1 l tekutin, proto aby měl naplněný močový měchýř, což je nutností. (14) Poloha pacienta je různá, podle toho, kterou ledvinu u něho vyšetřujeme. Pravou ledvinu vyšetřujeme nejčastěji v poloze na zádech přes jaterní „okno“. Levou ledvinu vyšetřujeme v poloze na pravém boku. Normální velikost ledviny v podélném řezu se pohybuje v rozmezí 8-12 cm a v příčném řezu od 4-6 cm. (19)

2.4.2 Ultrasonografie močového měchýře

Při tomto vyšetření je důležité, aby měl pacient před vyšetřením dostatečně naplněný močový měchýř. Častými indikacemi k tomuto vyšetření jsou konkrementy, nádory. (19)

2.4.3 Nativní snímek ledvin a močového měchýře

Snímek slouží k identifikaci kalcifikací nebo konkrementů. Lze také posoudit i další struktury jako např. kosti, kontury psoatů a ledvin. (6) Dále posuzujeme uložení, tvar obou ledvin, velikost ledvin, rozložení střevního plynu.

Vyšetření nevyžaduje jakoukoli speciální přípravu pacienta. Provádí se vleže na zádech na vyšetřovacím stole v AP projekci. Oblast, kterou zobrazujeme je od obratle Th11 po symfýzu. U tohoto vyšetření je velmi důležité ptát se žen na graviditu. Pokud je žena gravidní, vyšetření se provádí jen v urgentních případech a pokud nelze využít jinou zobrazovací metodu, která není spojena s radiační zátěží. (22)

2.4.4 Intravenózní vylučovací urografie

Jedná se o vyšetření, které nám podává informaci o anatomii ureterů (velikost, poloha zevní kontury), kalichopánvičkovém systému a její součástí je i zobrazení močového měchýře. (6) Indikací k tomuto vyšetření jsou rekurentní infekce uropoetického traktu, renální kolika (urolitiáza), problémy s mikcí, hematurie, tupý úraz postihující urogenitální trakt a provádí se pokaždé před litotripsí rázovou vlnou a před perkutánní extrakcí konkrementů. Pacient by měl být před vyšetřením důkladně vyprázdněn a v posledních dnech před vyšetřením by měl dodržovat lehkou a nenadýmavou stravu. Je nutné, aby pacient 4 hodiny před vyšetřením lačnil, kvůli podané KL. V první části vyšetření se provede nativní snímek ledvin a malé pánve, poté aplikujeme kontrastní látku i.v. o obvyklém množství 60-80 ml dle hmotnosti pacienta. (14) U standardního vyšetření se první snímek zhotoví za 7 minut po aplikaci kontrastní látky. Druhý snímek zhotovíme za 14 minut a třetí snímek za 21 minut od aplikace. (6) Pokud dojde k opožděnému vylučování ledvinami, lékař rozhodne o doplnění tzv. odložených snímků za 45, 60 popřípadě 120 minut. Vyšetření provádíme v základní AP projekci, můžeme však doplnit projekce šikmé, snímek ve stoje (podezření na ren migrant) a také snímek na břicho, kde lépe zobrazíme oblast močovodů. Součástí vyšetření je cystogram, který provádíme před a po vymočení v AP a obou šikmých projekcích. (14)

2.4.5 Nativní CT uropoetického systému

Nativní vyšetření znamená provést vyšetření bez podání kontrastní látky. Nejčastěji používané k průkazu urolitiázy. CT většinou navazuje na ultrasonografii, ale často je také

metodou první volby. (6) Pokud provádíme nativní CT, není u pacienta vyžadována žádná speciální příprava. (14)

2.4.6 CT ledvin a uropoetického systému s KL

CT s kontrastní látkou se indikuje u traumat včetně polytraumat, u tumorů, abscesů, fokálních zánětů, konkrementů u vyšetření nadledvin aj. (6) Pokud podáváme jodovou KL, vyžaduje se u pacienta speciální příprava. Vždy před CT vyšetřením musíme odebrat alergickou anamnézu. Důležitá je dostatečná hydratace per os nebo i.v. Čtyři hodiny před vyšetřením pacient omezí perorální příjem, a to pouze na čiré tekutiny v malém množství a již nepřijímá žádnou pevnou stravu. Pokud vyšetřujeme ledviny, je velmi důležité znát aktuální hodnotu hladiny kreatininu v séru, hlavně, pokud má pacient podezření na onemocnění ledvin, jinak je žádoucí ji znát pro prevenci kontrastní nefropatie. Následně se pacientovi zajistí periferní cévní přístup pro podání jodové kontrastní látky a pro případnou léčbu komplikací. Kontrastní látku aplikujeme pomocí tlakové stříkačky, nejčastěji 100 ml rychlostí 2 ml/sec. Velmi často je zapotřebí, provést vícefázové vyšetření včetně odložených snímků ve vylučovací fázi. (14)

2.4.7 Angiografie břišní aorty a renálních tepen

Obecně název angiografie znamená zobrazení cév. Do přístrojového vybavení pro angiografii patří angiografický stůl, rentgenka s detektorem, dnes nejčastěji umístěna na pohyblivém C rameni jako jednorůmětová AG, tlaková stříkačka, pracovní stanice s přístupem do PACS. Před vyšetřením musíme znát koagulační parametry pacienta, do kterých zahrnujeme laboratorní vyšetření: Quickův čas, počet krevních destiček, APTT, synonyma INR a protrombinový čas. Při angiografii používáme jodovou kontrastní látku. Pokud vyšetřujeme pacienta s normální funkcí ledvin, podáváme 4 ml kontrastní látky na 1 kg tělesné hmotnosti, ale pokud má pacient poškozené ledviny, mohou být z důvodu aplikace KL ohroženi nefropatií, až vznikem renálního selhání. (14) *„Proto u nich pečlivě dodržujeme povolené množství kontrastní látky, které stanovíme výpočtem. Množství k.l. je přímo úměrné váze pacienta a nepřímo úměrné hodnotě sérového kreatininu.“* (Seidl 2012, str. 221)

Při vyšetření vzniká nejprve tzv. maska neboli rentgenový snímek bez kontrastní náplně cév. Maska je pak následně odečítána (subtrahována) od každého následujícího snímku, který je pořízen od začátku vstříku kontrastní látky do cév. (14)

2.4.8 CT angiografie renálních tepen

CT angiografií rozumíme neinvazivní způsob zobrazení kardiovaskulární soustavy vycházející z helikální- spirální akvizice dat a intravenózní aplikace KL, díky které jsou lépe

vidět cévní struktury. Objem kontrastní látky se vypočítá vynásobením průtoku a doby skenování. Součástí také bývá proplach fyziologickým roztokem, který je okolo 50 ml. (4) Toto vyšetření se provádí při podezření na stenózu, nebo po traumatickém poškození ledvin. Příprava a uložení pacienta je stejná jako u CT ledvin. Následuje rozsah vyšetření, který je od bránice po dolní pól ledvin. (17)

2.5 Radiační ochrana

Obecně můžeme říci, že radiační ochrana je soubor opatření, které vedou k zamezení vzniku deterministických účinků a minimalizaci stochastických účinků. Na pracovištích, kde se vyskytuje ionizující záření, se vymezují tzv. kontrolovaná a sledovaná pásma. (15) Více informací nám poskytuje vyhláška 422/2016 Sb. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>

Více informací nám umožňuje nový atomový zákon: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>

2.5.1 Stochastické účinky

Jde o pozdní „náhodný“ účinek záření. Stochastické účinky lze pouze předpokládat, nelze je prezentovat jako 100 % jistotu. Projevují se s určitým časovým odstupem. Jednak jde o účinek bezprahový, graficky ho lze vyjádřit jako lineární, kdy i malé množství dávky zvyšuje riziko rozvoje stochastických účinků a dále o účinek pravděpodobnostní, který můžeme definovat tak, že se stoupající dávkou neroste závažnost poškození organismu, nýbrž se zvyšuje pravděpodobnost výskytu poškození. Do stochastických účinků můžeme zařadit genetické změny, nebo nádory indukované zářením. (11)

2.5.2 Deterministické účinky

Tyto předvídatelné účinky ionizujícího záření nastanou pouze při překročení tzv. dávkového prahu, pro danou tkáň nebo orgán. Jsou důsledkem zániku velkého počtu buněk v buněčné populaci. Závažnost poškození se zvyšuje s rostoucí dávkou nad tento práh. Do těchto účinků ionizujícího záření patří akutní lokalizované poškození, akutní nemoc z ozáření, nenádorové pozdní poškození aj. (11)

2.5.3 Odpovědnosti a pravomoci pracovníků

Indikující lékař, je-li to možné, by si měl vyhledat předchozí výsledky vyšetření a obrazové informace od pacienta k posouzení dat pro plánované diagnostické ozáření a pro případ vyloučení vyšetření, které by bylo pro pacienta zbytečné. Následně lékař vyplní žádanku na diagnostické ozáření a předá ji aplikujícímu odborníkovi. Povinnosti indikujícího lékaře při

indikaci lékařského ozáření jsou přesně definovány v §3 vyhlášky č. 410/2012 Sb. o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření.

Radiologický asistent plní svou funkci v praktické části lékařského ozáření, kdy postupuje na základě indikace lékaře. Řídí se místními radiologickými standardy, které jsou v souladu s národními radiologickými standardy (NRS). NRS pro skiografii byly aktualizovány na konci roku 2016 věstníkem Ministerstva zdravotnictví č. 10/2016. Provedení vyšetření stvrzuje v souladu s místními radiologickými standardy. Někde to může být podpisem jinde otiskem jmenovky a podpisu popřípadě elektronicky.

Na každém radiodiagnostickém pracovišti v přiměřeném rozsahu s výjimkou pracovišť s kostními denzitometry a zubními a kabinovými rentgeny, musí působit radiologický fyzik. Z hlediska požadavků RO a fyzikálně technického zabezpečení metodicky řídí, organizuje a dohlíží na činnost zdravotnických a jiných pracovníků ve své specializaci. (7)

Klinický radiologický fyzik odpovídá za stanovení Místních diagnostických referenčních úrovní. Což jsou dávky pro jednotlivá vyšetření na daných zobrazovacích modalitách. Je nutné je porovnat s Národními diagnostickými úrovněmi, popřípadě optimalizovat celý proces zobrazení tak, aby tyto úrovně nebyly překračovány. (7)

2.5.4 Radiační ochrana pracovníků

Nezbytnou součástí radiační ochrany je i průběžné proškolení radiačních pracovníků. To se děje jednou ročně a zodpovídá držitel povolení. Radiační pracovníci jsou proškoleni ze zásad radiační ochrany a Vnitřního havarijního plánu. Musí znát vymezení kontrolovaných a sledovaných pásem na jejich pracovišti a zásad bezpečné práce uvnitř těchto pásem. Dalším prvkem radiační ochrany jsou stavební úpravy vyšetřoven a technické podmínky používání rentgenových přístrojů. (7)

V radiační ochraně personálu se uplatňují tři základní principy: ochrana časem, vzdáleností a stíněním. Ochrana stíněním - při snímkování bývají radiologičtí pracovníci v ovládací místnosti, kde se snižuje na minimum zevní ozáření osob pobývajících mimo vyšetřovnu, díky dostatečné tloušťce zdiva, barytové omítce, okénku z olovnatého skla a dveřím vyloženým olověnou folií. Pokud musí být lékař, nebo další pracovníci v době vyšetření ve vyšetřovně, musí používat ochranné pomůcky podle rizika a závažnosti práce se zdrojem záření. Máme k dispozici například tyto ochranné pomůcky- olověné zástěry a pomůcky na ochranu krku, olovnaté brýle pro ochranu očí, popřípadě olovnaté rukavice na stínění rukou. Ke krytí pacientů je možné využít celou řadu ochranných pomůcek, jako jsou pomůcky ke

krytí gonád, štítné žlázy či dalších částí těla. Tam jsou zdrojem ozáření rozptýlené fotony, které vznikají při Comptonově rozptylu primárního záření v ozařované části těla pacienta, například při skiaskopických vyšetřeních svazek záření musí být vymezen jen na diagnosticky významnou oblast a tím také výrazně snížíme radiační zátěž personálu i pacienta. Ochrana časem spočívá v tom, zdržovat se co nejkratší dobu ve vyšetřovných nebo operačních sálech při provádění lékařského ozáření u jednotlivých vyšetření. U skiaskopických přístrojů pak významnou roli hraje používání pulzního režimu, který by měl být metodou první volby. Ochrana vzdáleností zahrnuje zachovávat co největší odstup od vyšetřovaného, protože z fyzikálního hlediska záření ubývá se čtvercem vzdálenosti. Odstoupíme-li od zdroje záření např. z 25 cm na jeden metr (což je jeden krok vzad) snížíme si dopadající dávku 16x. A to už je velmi významné snížení. (7)

Radiologičtí pracovníci jsou monitorováni pomocí osobních dozimetrů. Ty dnes nejčastěji bývají filmové nebo OSL. Dozimetr je nošen na přední levé straně oděvu v úrovni hrudníku, při použití ochranné zástěry pak vně této zástěry. Termín vyhodnocení osobní dozimetrie se řídí platným Programem monitorování a vždy by měl mít na zřeteli případná rizika ozáření radiačních pracovníků, proto se zavádí měsíční nebo tříměsíční monitorovací období v závislosti na míře rizika práce se zdrojem ionizujícího záření. (15)

2.5.5 Ochrana pacientů

Jak je již psáno výše, jednou z nejdůležitějších zásad je zdůvodněná indikace k vyšetření, abychom pacienta zbytečně nevystavovali lékařskému ozáření. Dále je nutné, provádět vyšetření v souladu s Místními radiologickými standardy, tak abychom zamezili opakování vyšetření. Důležitá je správná poloha pacienta a vymezení svazku záření pouze na cílový orgán. A to z důvodu snížení zbytečného ozáření radiosenzitivních tkání. Je nezbytné chránit jak pacienty, tak i rodinné příslušníky, kteří asistují při vyšetření. Ti musí být prokazatelně seznámeni s možnými riziky, podepisují tzv. souhlas s asistencí při lékařském ozáření a jsou jim poskytnuty ochranné pomůcky v dostatečné míře. (15)

3 PRAKTICKÁ ČÁST

Tabulka 1 Rozdělení respondentů dle prodělaného vyšetření v Orlickoústecké nemocnici za rok 2014-2016

	2014	2015	2016
UZ pánve	5613	5183	5306
IVU	22	11	9
CT spirální vyš. ledvin a ureterů nativ	190	186	219
CT spirální vyš. ledvin a ureterů s KL	9	3	12
Skioskopie s kontrastem	445	356	548

V tabulce 1 můžeme vidět výrazný pokles počtu vyšetření u intravenózní vylučovací urografie a naopak si všímáme vzrůstu spirálního CT vyšetření. Proto jsem se také zaměřila na výpočetní tomografii, s tím související radiační ochranu a v další části práce jsem vytvořila Místní radiologický standard CT vyšetření uropoetického systému nativně se zaměřením na urolitiázu pro Orlickoústeckou nemocnici.

3.1 Místní radiologické standardy- základní informace

3.1.1 Identifikace pracoviště

Nemocnice Pardubického kraje, a.s.
Kyjevská 44
532 03 Pardubice
IČ: 275 20 536

3.1.2 Předmět a místo činnosti

- a. Orlickoústecká nemocnice, Čs. Armády 1076, 562 18 Ústí nad Orlicí

3.1.3 Identifikace vybavení

Toshiba Aquilion 64 Rok výroby 2008

generátor: CXXG-012A/1A, v.č: 1AA0873465

rentgenka: MCS-7078D, v.č. 37831-U5



Obrázek 5 CT pracoviště v Orlickoústecké nemocnici. (autor)

3.1.4 Specifikace vyšetření

- CT vyšetřovna přízemí budova A
- CT- Spirální CT
 - CT spirální uropoetického systému k vyloučení uroloithiázy

3.2 Příprava vyšetření

3.2.1 Seznam kontraindikací

- Gravidita

U CT vyšetření: Jedna série řezů či spirála na pánev znamená dávku většinou pod 50 mSv. Dá se vypočítat na základě C_w . Děloha je na počátku těhotenství umístěna zhruba uprostřed ozářeného objemu, a tak se dávka na dělohu pohybuje mezi třetinou a polovinou C_w . Postup je stejný jako u kontrastních konvenčních vyšetření v oblasti břicha a pánve. Bylo-li provedeno více sérií řezů či byla-li opakována spirála, může dávka na dělohu přesáhnout 100 mSv. Je třeba ji zkalkulovat s co největší přesností (radiologický fyzik). Rovná se zhruba 50 % součtu vážených C_w ze všech sérií. Dosažení dávky odpovídající prahové hodnotě ovlivnění IQ (200 mSv - viz výše) nebo dokonce klinickému obrazu mentální retardace (práh kolem 500 mSv) je krajně nepravděpodobné.

Pokud by k takovému případu došlo, či v obdobných situacích, kdy zvýšení pravděpodobnosti možného ovlivnění zárodku či plodu je už hodné pozornosti, nespočívá

indikace k přerušení těhotenství na lékaři, ale rozhodnutí se ponechává na rodičích, kteří byli zevrubně poučeni.

Na druhé straně u moderních CT přístrojů je svazek rtg záření úzce kolimován, takže děloha obdrží významnější dávku jen, když je ve vyšetřovaném poli. Proto jsou dávky na uterus při vyšetřeních hlavy a hrudníku relativně nízké např. u CT vyšetření plic při podezření na plicní embolii těhotné ženy činí dávka na uterus méně než 0,2 mGy.

3.2.2 Zajištění důležitých skutečností

Ověřit identifikaci pacienta (jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta a kód zdravotní pojišťovny).

Identifikace pacienta je ověřena několikastupňově při registraci žádanky do systému a před vlastním snímkováním, a to vždy ověřením jména, příjmení a rodného čísla, jsou-li v souladu s žádostí na vyšetření. Identifikaci je doporučeno provádět dotaz na tyto skutečnosti s vyžadovanou aktivní spoluprací pacienta. Za poslední stupeň kontroly identifikace pacienta odpovídá aplikující odborník.

Ověřit indikaci a oblasti požadovaného vyšetření.

Získat informovaný souhlas pacienta s vyšetřením s využitím ionizujícího záření. Forma vyjádření souhlasu musí odpovídat platným právním předpisům. V případě neschopnosti pacienta souhlas poskytnout je aplikace ozáření provedena se souhlasem zákonného zástupce pacienta. V případě urgentního výkonu (nemocný v bezvědomí, trauma, polytrauma) může být aplikace provedena bez souhlasu pacienta či jeho zákonného zástupce.

Za souhlas s CT vyšetřením se bere ta skutečnost, že pacient se k vyšetření dostavil a předal poukaz k rtg vyšetření. Pacient je o průběhu vyšetření poučen aplikujícím odborníkem tak jak je zvyklostí daného pracoviště.

- Ochranné prostředky pro vyšetřované osoby jsou voleny v rozsahu, jakým stanoví aplikující odborník. Je třeba přihlédnout k tomu, aby ochranné prostředky neovlivnily kvalitu zobrazení a vyšetřovanou oblast.
- V případě, že doprovázející osoby vědomě a z vlastní vůle pomáhají osobám podstupujícím lékařské ozáření, musí být radiační ochrana těchto osob optimalizována podle § 64 zákona č. 263/2016 Sb., přičemž ozáření těchto osob se omezuje v souladu s požadavky stanovenými tímto zákonem. Tyto osoby musí být starší 18 let a prokazatelně poučeny o rizicích plynoucích z ozáření, přičemž svůj souhlas s takovým

ozáření musí písemně potvrdit. Písemný souhlas s asistencí při RTG/CT vyšetření je součástí *Provozních předpisů*, jako jejich příloha.

- Zjistit anamnestické údaje a skutečnosti, které by mohly ovlivnit provedení vyšetření a interpretaci obrazu. Případně ověřit předchozí rtg/CT vyšetření.
- V případě, že pacient odmítne CT vyšetření je tato skutečnost zaznamenána na žádanku spolu s podpisem pacienta a aplikujícího odborníka, který vedl edukační pohovor.

3.2.3 Příprava pacienta

- Vyzvat pacienta, aby sejmul snímatelné předměty v oblasti zobrazení, odložil oděv, který by bránil kvalitnímu snímku. Pokud je pacient schopný vnímat, poučit ho o průběhu vyšetření a jak se má chovat při CT vyšetření (dýchat/nedýchat).
- Pacient leží na zádech s rukama za hlavou ve středu gantry, nohy směřují do gantry.
- Toposcan se centruje od horního pólu ledvin po symfýzu.



Obrázek 6 Zaměření laserů a nastavení pacienta při CT vyšetření ledvin. (autor)



Obrázek 7 Nastavení pacienta při CT vyšetření ledvin. (autor)

3.3 Hodnocení kvality zobrazení při výkonu diagnostického ozáření

3.3.1 Splnění ukazatelů kvality z pohledu technického provedení

Hodnotí radiologický asistent, který praktickou část lékařského ozáření provedl a který odpovídá za technicky správné provedení praktické části lékařského ozáření při dodržení všech pravidel (standardizace projekce a dávky, ochrana pacienta).

Sleduje se dosažení shody minimálně u následujících ukazatelů kvality zobrazení z pohledu technického provedení:

- shoda indikované oblasti s oblastí zobrazenou na radiogramu.
- v případě, že aplikující odborník zjistí technicky nesprávné provedení CT vyšetření, vždy konzultuje s radiologem jeho případné doplnění nebo opakování
 - o opakování vyšetření provede záznam do deníku opakovaných rtg vyšetření tak, aby bylo možné provést následnou analýzu opakovaných vyšetření

3.3.2 splnění ukazatelů kvality z pohledu diagnostické výtěžnosti

Pro danou indikaci hodnotí místním standardem určený lékař s příslušnou specializovanou způsobilostí. Sleduje se dosažení shody minimálně u následujících ukazatelů kvality zobrazení z pohledu diagnostické výtěžnosti:

- ostrost zobrazení

- kontrast zobrazení
- absence artefaktů
- viditelnost anatomických struktur

V případě, že je kvalita zobrazení nízká, lékař se specializovanou způsobilostí rozhodne, zda je nutno provést opakované ozáření. Opakování ozáření je zaznamenáno spolu s příčinou jeho opakování.

Z těchto záznamů je prováděna analýza příčin opakování ozáření a nápravná opatření ke snížení počtu opakování ozáření. Na pracovišti jsou vedeny záznamy opakování ozáření, prováděny analýzy opakování ozáření a účinnosti nápravných opatření přijatých a provedených ke snížení počtu opakovaných ozáření.

3.3.3 Splnění ukazatelů kvality z hlediska radiační ochrany pacientů

- hodnotí klinický radiologický fyzik
 - průběžně sleduje dodržování MDRÚ
 - ročně provede revizi MDRÚ
- Veškeré další projekce, jako např. v leže na lůžku jsou nestandardní. Jejich provedení závisí na erudici aplikujícího odborníka nebo na rozhodnutí lékaře radiologa.
- Expoziční parametry zařízení – přednastavené protokoly umožňují dosažení požadované kvality zobrazení při minimalizaci radiační zátěže pacienta.

3.4 Diagnostický popis CT vyšetření

Vyšetření je vždy ukončeno diagnostickým popisem CT vyšetření, který musí zhotovit radiolog - lékař s příslušnou specializovanou způsobilostí.

CT obrazová dokumentace z provedeného vyšetření je popsána nejpozději do 24 hodin od zhotovení vyšetření a archivována v místním PACS systému.

CT vyšetření je hodnoceno výhradně na diagnostické konzoly nebo diagnostickém monitoru, který prošel zkouškou provozní stálosti.

3.5 Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů při lékařském ozáření v radiodiagnostice

Klinický radiologický fyzik stanovuje a hodnotí dávky pacienta při lékařských rtg diagnostických a intervenčních výkonech pomocí MDRÚ a posuzuje rizika nežádoucích

účinků ionizujícího záření podle postupů uvedených v Národních radiologických standardech pro radiologickou fyziku.

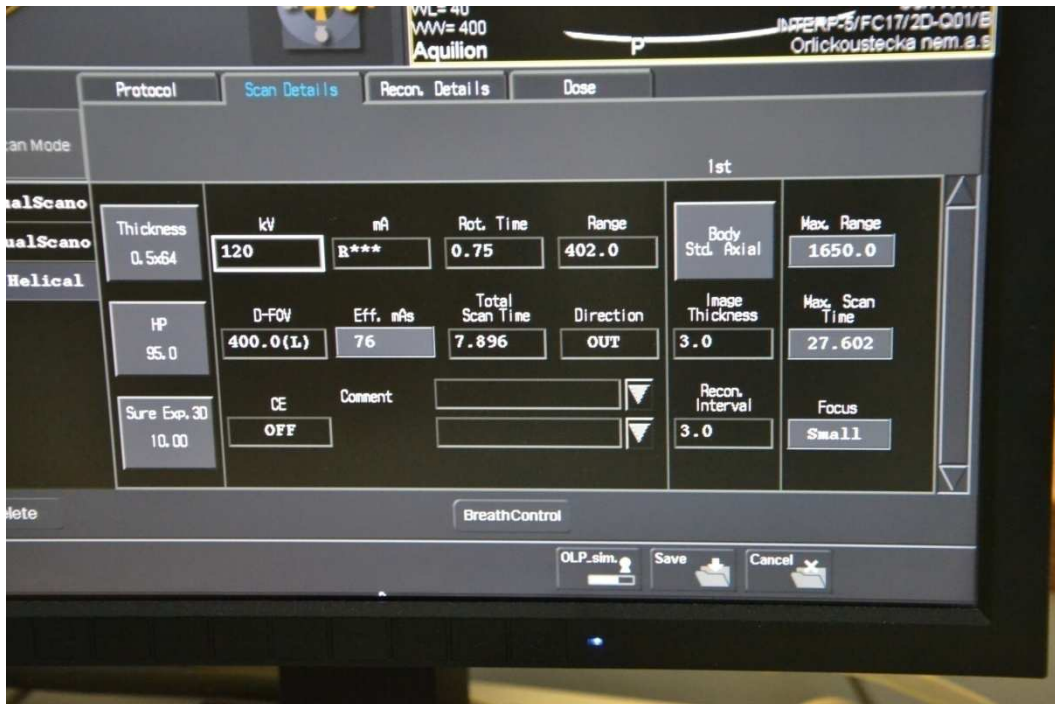
Klinický radiologický fyzik zodpovídá za správné stanovení a hodnocení dávek pacienta podle Místních radiologických standardů pro radiologickou fyziku.

Tabulka 2 MRS výpočetní tomografie k vyloučení urolitiázy

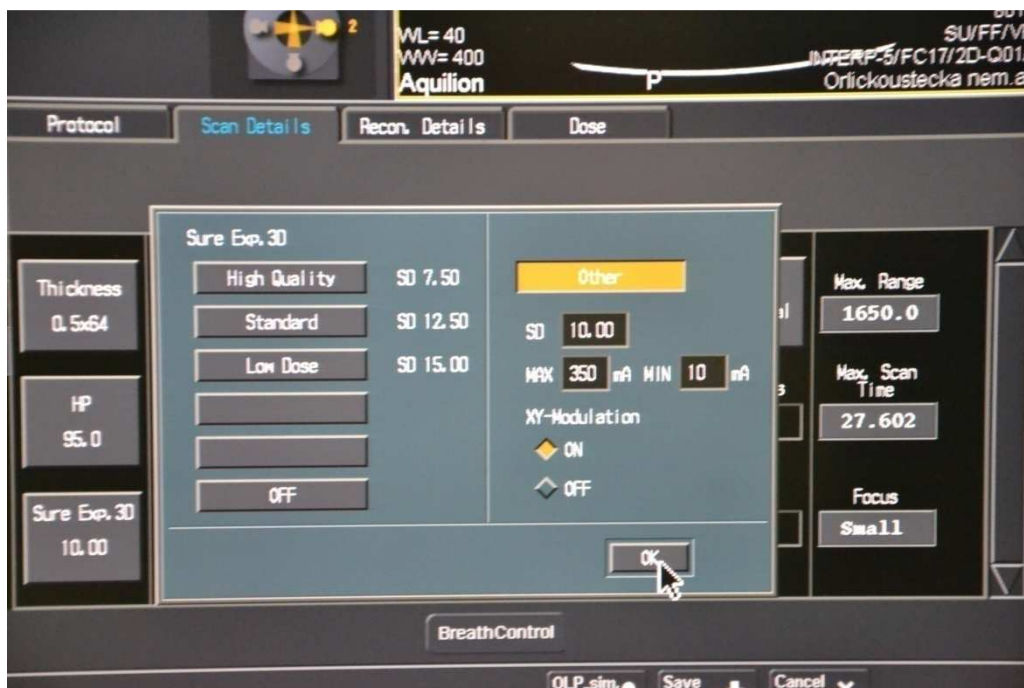
Kód VZP- 89615	
Kód ČRK- 06. 06. 005	
Strategie vyšetření	Nativně
Příprava nemocného	Nativ- naplněný močový měchýř
Uložení	Vleže na zádech, horní končetiny vzpažené za hlavou
Instrukce nemocnému	Nehýbat se, nadechnout a nedýchat
Rozsah vyšetření	Od horních pólů ledvin po sedací hrboly
Topogram	Předozadní, bočný
kV	120
mAs doporučené (FBP)	XY- MODULATION S MAX 200 mA
CTDIvol typický	10 mGy
Kolimace	0,5 mm
Pitch	Fast 1,484
Tloušťka rekonstruované vrstvy	3 mm
Poznámka	<ul style="list-style-type: none"> • MPR v koronální a sagitální rovině • 3D rekonstrukce pokud je potvrzen konkrement



Obrázek 8 Nastavení parametrů pro MRS uropoetického systému na výpočetním tomografu Orlickoustecké nemocnice. (autor)



Obrázek 9 Nastavení expozičních parametrů při vyšetření uropoetického systému na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoustecké nemocnici. (autor)



Obrázek 10 Tabulka s maximálním nastavením mA na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoustecké nemocnici. (autor)



Obrázek 11 Hodnoty pitch faktoru na pracovišti výpočetní tomografie v Orlickoustecké nemocnici. (autor)

3.6 Národní radiologické standardy

Účelem těchto Národních radiologických standardů je standardizovat postupy lékařského ozáření při všech vyšetřeních výpočetní tomografie. Tento dokument je závazný pro všechny výkony výpočetní tomografie. V první části se NRS zabývá personálním zajištěním a požadavky na kvalifikaci, kam patří personální zajištění, kvalifikace pracovníků oprávněných provádět LO. Dále je to identifikace pracoviště a klinická odpovědnost, do které řadíme klinickou odpovědnost za odůvodnění, klinickou odpovědnost za praktickou část LO, klinickou odpovědnost za hodnocení kvality LO, klinickou odpovědnost za klinické hodnocení a klinickou odpovědnost za fyzikálně-technickou část LO. Další důležitou součástí NRS je postup při lékařském ozáření, kam patří odůvodnění (vystavení žádanky, potvrzení indikace). Zvýšená pozornost je věnována ženám v reprodukčním věku a dětským pacientům. V NRS jsou dále popsány kontraindikace a v jeho praktické části přesný postup daného vyšetření. V závěru NRS je uvedeno hodnocení kvality lékařského ozáření, také diagnostický popis CT obrazů a v úplném závěru je uvedena dokumentace, záznamy a archivace a skartace zdravotnické dokumentace.

Národní radiologické standardy mají vypracované protokoly pro dospělé u 24 vyšetření a u 7 vyšetření pro dětské pacienty.

V konkrétním případě, který zpracovávám ve své bakalářské práci je v NRS pro CT vyšetření uropoetického systému pro konkrément doporučena výsledná dávka z vyšetření $CTDI_{VOL}$ (C_{VOL}) na hodnotu 8 mGy.

Vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb. nám stanovuje NDRÚ pro jednotlivé zobrazovací modalitty a typy vyšetření. Pro CT vyšetření je přehled NDRÚ uveden v tabulce č. 3 viz níže. (diskuze)

4 DISKUZE

V bakalářské práci se mi podařilo podrobně popsat jednotlivé zobrazovací modalitty, kterými můžeme zobrazit uropoetický systém. Jednotlivé metody jsem se snažila seřadit tak, aby byl obsah teoretické části přehledný.

Důležitou součástí v praktické části práce je radiologický asistent, bez kterého by se celé vyšetření nemohlo uskutečnit. Tento pracovník by měl mít natolik odborné znalosti, aby byl schopen dobře provést dané vyšetření, tzn. dobrá komunikace s pacientem i personálem, ovládání CT přístroje a používání odpovídajících parametrů při vyšetření. Z poznatků mé praxe v Orlickoústecké nemocnici si myslím, že velmi důležitá je informovanost pacienta. Při dobré komunikaci a dobrém vysvětlení výkonu se pacienti cítí klidněji.

V praktické části práce jsme ve spolupráci s klinickým radiologickým fyzikem upravili Místní radiologický standart včetně úpravy expozičních parametrů pro CT vyšetření močových cest při podezření na konkrement, tím se nám podařilo to, že celková dávka klesla na polovinu-NDRÚ (vyhláška č. 422/2016 Sb.) a výrazně se přiblížila doporučení NRS pro CT.

Tabulka 3 NDRÚ pro vyšetření dospělých výpočetní tomografií pro skupinu standardních pacientů bez ohledu na pohlaví s průměrnou hmotností 70 kg +/- 5 kg s hmotností jednotlivých pacientů v rozmezí 50-90kg

Typ vyšetření	C_{VOL} (mGy)	P_{KL} na celé vyšetření (mGy x cm)
Hlava	65	1 100
Krk	21	500
Hrudník	15	500
Páteř	32	550
Břicho	19	750
Pánev	25	860

Vysvětlivky: P_{KL} - součin kerry a délky, C_{VOL} - objemový kermový index výpočetní tomografie

Při absolvování praxe v Orlickoústecké nemocnici jsem vybrala náhodných 10 pacientů, u kterých bylo provedeno CT vyšetření uropoetického systému na konkrement a sledovala jsem u nich výslednou (celkovou) dávku z vyšetření C_{VOL} . Výsledky jsou v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Vyšetření uro-poetického systému na CT pracovišti v Orlickoústecké nemocnici výběr deseti vyšetření z roku 2015.

CT-uro-poetický systém	C _{VOL} (mGy)
Pacient 1	18,8
Pacient 2	12,6
Pacient 3	14,8
Pacient 4	9,8
Pacient 5	9,2
Pacient 6	19,9
Pacient 7	17,9
Pacient 8	15,9
Pacient 9	19,4
Pacient 10	21,7
Průměr	16

Z výsledků vyplývá, že průměrná dávka na CT vyšetření uro-poetického systému je 16 mGy. Je tedy nižší než stanovuje SÚJB ve své vyhlášce č. 422/2016 Sb., kde je stanovena NDRÚ pro vyšetření břicha na 19 mGy, ale zároveň je vyšší a to 2x než je doporučenou v NRS pro CT vyšetření a to byl také důvod, proč jsem se rozhodla vytvořit nový MRS a ve spolupráci s klinickým radiologickým fyzikem i novou MDRÚ pro tento typ vyšetření.

Praktickým výsledkem práce je pak tabulka výsledných dávek u pěti pacientů, kteří byli vyšetřeni podle nově upraveného MRS.

Tabulka 5 Výběr pěti pacientů při vyšetření uro-poetického systému po úpravě MRS v Orlickoústecké nemocnici na pracovišti výpočetní tomografie.

CT uro-poetického systému	C _{VOL} (mGy)
Pacient 1	8,15
Pacient 2	8,70
Pacient 3	9,86
Pacient 4	11,85
Pacient 5	12,01
Průměr	10,11

Vidíme, že dávka MDRÚ klesla na polovinu NDRÚ a výrazně se přiblížila doporučení NRS pro CT.

Další snižování dávky MDRÚ není žádoucí vzhledem ke stáří přístroje a ztrátě diagnostické informace.

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářská práce bylo popsání základních pojmů z anatomie uropoetického systému. Následně jsem se zaměřila na popsání jednotlivých a základních principů zobrazovacích modalit, kterými se dá vyšetřit uropoetický systém a s nimi i související kontrastní látky. Dále byla popsána radiační ochrana, která je také důležitou součástí bakalářské práce. Podrobněji je popsána v atomovém zákoně a vyhlášce, na které odkazuji výše.

V praktické části práce jsem se rozhodla upravit místní radiologický standard pro CT vyšetření močových cest při podezření na konkrement, tudíž jsem ve spolupráci s klinickým radiologickým fyzikem upravila expoziční parametry a podařilo se snížit celkovou dávku, která je nyní na 53,2 % NDRÚ, které jsou stanoveny vyhláškou č. 422/2016 Sb. A výrazně se přiblížila doporučení NRS pro CT. Bylo změněno nastavení mA, změněn pitch faktor, čas rotace a tím pádem dávka klesla na polovinu. Další snižování dávky/optimalizace zobrazovacího procesu není již možná vzhledem k vyšší ztrátě obrazové - diagnostické informace a rovněž s ohledem na technické možnosti přístroje (rok výroby 2008, přístroj není schopen využít iterativní rekonstrukci obrazu).

Domnívám se, že bakalářská práce má praktický význam, neboť snížení výsledné dávky z vyšetření o 37% není zanedbatelné a výrazně přispívá ke zvýšení radiační ochrany pacienta.

6 POUŽITÁ LITERATURA

1. ČIHÁK, Radomír, GRIM, Miloš, Anatomie. 3., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4788-0.
2. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
3. DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie člověka*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05249-5.
4. FERDA, Jiří. *CT angiografie*. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-281-1.
5. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
6. HEŘMAN, Miroslav. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
7. HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. Vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
8. LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.
9. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-612-0.
10. NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007. ISBN 978-80-7368-335-1.
11. PEJCHAL, Jaroslav. *Biofyzika pro záchranáře*. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2013. ISBN 978-80-7231-354-9.
12. PROKOP, Mathias a Michael GALANSKI. *Spiral and multislice computed tomography of the body*. Stuttgart: Thieme, c2003. ISBN 3-13-116481-6.
13. ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. *Somatologie*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2009. ISBN 978-80-7357-454-3.
14. SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
15. VOMÁČKA, Jaroslav. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.
16. ŽÍŽKA, Jan, Jaroslav TINTĚRA a Marek MECHL. *Protokoly MR zobrazování: pokročilé techniky*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-179-7.
17. ČERNÁ, Tereza. *Možnosti zobrazení uropoetického traktu*. Brno, 2015. Bakalářská práce. [cit. 2017-03-19]. Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, katedra radiologických metod. Vedoucí práce Bc. Vladimír Vitovič.

18. HRAZDIRA, Ivo. *Úvod do ultrasonografie: v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty* [online]. Brno, 2008 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf
19. HRAZDIRA, Ivo. *Úvod do ultrasonografie pro studenty lékařské fakulty* [online]. Brno, 2010 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie2.pdf
20. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Rentgenka- její stavba a funkce* [online]. 2017 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/rentgenka-a-produkce-rentgenoveho-zareni/>
21. ULLMANN, Vojtěch. *Aplikace ionizujícího záření. X- záření- rentgenová diagnostika.* [online]. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>
22. SEDMÍK, Jaroslav. *Konvenční rentgenová vyšetření vývodných cest močových* [online]. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: http://www.prolekare.cz/pdf?ida=ul_06_02_01.pdf
23. Věstník [online]. Praha: ministerstvo zdravotnictví České Republiky, 2016. Dostupné z: www.mzcr.cz/Legislativa/Soubor.ashx?SouborID=25231&typ=application/pdf&nazev=ZDRAVOTNICTVI%2002-16.pdf
24. Vyhláška č. 422/2016 Sb. [online]. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2017. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>
25. Zákon č. 263/2016 Sb. [online]. Atomový zákon, 2017. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>

7 PŘÍLOHY

Příloha A: Souhlas pacienta s provedením vyšetření na CT

Příloha B: Souhlas s uveřejněním fotografií v bakalářské práci

SOUHLAS PACIENTA S PROVEDENÍM VYŠETŘENÍ CT

Poskytovatel zdravotních služeb: Orlickoústecká nemocnice, a.s., Čs. armády 1076, 562 18 Ústí nad Orlicí

Pracoviště (oddělení): Radiodiagnostické oddělení – pracoviště CT

Zdravotnický pracovník, který provedl poučení:

Pacient/ka:

jméno, příjmení, rodné číslo, bydliště, kód zdravotní pojišťovny

.....
váha, výška

Cíl, povaha a postup při výkonu

CT je zkratka pro označení RTG zařízení – z anglického „Computed Tomography“ – počítačová tomografie. CT pracoviště je vybaveno CT přístrojem Toshiba Aquilion 64, v současnosti spadajícím do generace nejmodernějších systémů.

Na našem pracovišti se provádí vyšetření podle doporučení – indikace ošetřujícího lékaře. Někdy je nutná nitrožilní aplikace kontrastní látky, která vyžaduje základní přípravu pacienta před vyšetřením. Pokud vyšetření nevyžaduje podání kontrastní látky, neprovádí se žádná příprava pacienta.

Součástí vyšetření orgánů dutiny břišní a malé pánve je perorální podání (pití) roztoku kontrastní látky a vody nebo vody samotné (dle určení vyšetřujícího lékaře). Vyšetření se tak může prodloužit až o 2 hodiny. O průběhu vyšetření budete informováni ošetřujícím personálem a také z reproduktoru během vlastního vyšetření.

Základní příprava pacienta:

- alespoň 3 hodiny nalačno,

Příprava pacienta s alergickou anamnézou:

- užití 2 tablety Prednisonu 20mg 12-18 hodin před vyšetřením a užití 1. tablety Prednisonu 20mg 6-9 hodin před vyšetřením (např. pro vyšetření v 9.00 – 2 tablety Prednisonu 20mg v 17.00 a 1 tableta Prednisonu 20mg ve 24.00 dne před vyšetřením)
- pacienti se závažnou alergickou anamnézou se vyšetřují po předchozí domluvě za přítomnosti lékaře anesteziologa

Očekávaný přínos výkonu

Přístroj za pomoci RTG záření provádí zobrazení lékařem požadované části těla pacienta. Výsledkem jsou obrazy příčných řezů vyšetřované části těla, které se po vyšetření dále zpracovávají a vyhodnocují. Při výkonu obdržíte dávku RTG záření, která je díky moderní technologii našeho CT přístroje snižena na nejnižší možnou úroveň s ohledem na výslednou kvalitu vyšetření Vás nijak neohrozí. Naše pracoviště se řídí ustanovením atomového zákona, které stanovuje režim minimální radiační zátěže a ochrany pacientů i personálu.

Rizika a komplikace při a po výkonu

Účinky nitrožilního podání kontrastní látky se mohou projevit, jako pocity vlny tepla do celého těla, které rychle odezní. Dále to může být nevolnost, vzácně zvracení, kýchání a kašel. V ojedinělých případech může dojít k alergické reakci. V případě časně alergické reakce (ještě v prostorách našeho oddělení) dokážeme okamžitě reakci potlačit. Pokud by se po vyšetření s kontrastní látkou dostavily možné projevy alergie (kožní vyrážka, nevolnost, dušnost) až mimo prostory CT, okamžitě uvědomte Vašeho ošetřujícího

lékaře nebo (po ambulantním CT vyšetření) lékařskou pohotovostní službu! Možnost prasknutí cévy během podání kontrastní látky. Nutné sledovat postižené místo po výkonu a případné další komplikace (bolestivý otok, zánět...) řešit s příslušným lékařem.

Věnujte dále pozornost následujícím otázkám (označte zakroužkováním)

- Prodělal jste někdy vyšetření s podáním kontrastní látky? ano ne
- Víte o nějaké alergii? ano ne

Pokud jste odpověděli ano - vypište.....

Alergie a případnou proběhlou alergickou reakci vždy hlase personálu pracoviště CT!

Omezení po provedeném výkonu

Při normálním průběhu vyšetření nedochází k žádnému omezení, při komplikacích budete podrobně informováni vyšetřujícím lékařem, případně ošetřujícím personálem.

Alternativní možnosti výkonu

Vždy záleží na povaze Vašeho onemocnění a rozhoduje lékař, který CT vyšetření indikuje ve spolupráci s radiologem. Obecně je možné použít ultrazvukové a rentgenové vyšetření nebo vyšetření pomocí magnetické rezonance.

Prohlášení lékaře, který podal informace o vyšetření pacientovi (zákonnému zástupci)

Prohlašuji, že jsem osobně výše uvedeného pacienta (zákonného zástupce) srozumitelným způsobem informoval o vyšetření CT, a to včetně upozornění na možné komplikace.

Pacient JE*) NENÍ*) diabetik.

Pacient JE*) NENÍ*) alergický.

Premedikace Prednisonem BYLA*) NEBYLA*) podána.

.....
datum jméno a příjmení podpis

Souhlas pacienta

Já, níže podepsaný(á), prohlašuji, že jsem byl(a) lékařem srozumitelně seznámen(a) s veškerými shora uvedenými skutečnostmi včetně upozornění na možné komplikace. Údaje a poučení mi byly lékařem sděleny a vysvětleny, porozuměl(a) jsem jim a měl(a) jsem možnost klást doplňující otázky, které mi byly zodpovězeny. Na základě poskytnutých informací a po vlastním zvážení souhlasím s provedením vyšetření CT.

.....
datum podpis pacienta

Podpis zákonného zástupce pacienta, případně podpis svědka (zdravotnického pracovníka) poučení a souhlasu pacienta, pokud pacient není schopen se vlastnoručně podepsat:

.....
jméno, příjmení, rodné číslo, bydliště podpis

Důvod, pro který se pacient nemohl podepsat:

Jakým způsobem projevil pacient svou vůli:

*) nehodící se škrtněte

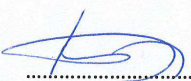
Souhlas s uveřejněním fotografií v bakalářské práci

Já Hana Tomášová souhlasím se zveřejněním fotografií, užitých v bakalářské práci slečny Michaely Hurytové s tématem Vyšetření uropoetického systému pomocí zobrazovacích modalit, kde figuruji jako figurant při nastavení CT vyšetření ledvin.

Fotografie byly pořízeny 9. března 2017 v Orlickoústecké nemocnici na pracovišti Výpočetní tomografie.


.....

Podpis Studentky


.....

Podpis Figuranta