

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Tereza Taliánová

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Vytvoření manuálu pro snímkování hrudníku a dutiny břišní

Tereza Taliánová

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tereza Taliánová**
Osobní číslo: **Z18198**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Téma práce: **Vytvoření manuálu snímkování hrudníku a dutiny břišní**
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

Zásady pro vypracování

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

Rozsah pracovní zprávy: 35 stran
Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

1. FERDA, Jiří et al. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015, s. 148. ISBN 978-80-7492-164-3.
2. MALÍKOVÁ, Hana et al. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Karolinum, 2019, s. 156. ISBN 978-80-246-4036-5.
3. VOMÁČKA, Jaroslav et al. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2015, s. 157. ISBN 978-80-244-4508-3.
4. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radioční ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi*. 1. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4
5. MALÍKOVÁ, Hana et al. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Karolinum, 2019, ISBN 978-80-246-4036-5.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Zdeňka Vilasová, Ph.D.**
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **29. dubna 2021**

L.S.

doc. Ing. Jana Holá, Ph.D. v.r.
děkanka

Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. března 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem „Vytvoření manuálu pro snímkování hrudníku a dutiny břišní“ jsem 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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 24. 04. 2021

Tereza Taliánová v. r.

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala zejména vedoucí své bakalářské práce Mgr. Zdeňce Vilasové, Ph.D., za její odborné vedení, podporu a cenné připomínky. Dále bych chtěla poděkovat zúčastněným zdravotnickým zařízením, za jejich spolupráci a ochotu podílet se na tvorbě praktické části zejména v oblasti pořízení fotodokumentace.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá tvorbou manuálu zaměřeného na rentgenových projekce hrudníku a dutiny břišní. V teoretické části je popsána problematika z oblasti vzniku a vlastností rentgenového záření, konstrukce rentgenových přístrojů, radiační hygieny včetně dozimetrie a také anatomii hrudníku a dutiny břišní. Kromě toho je zde popsána indikace k rentgenovému vyšetření, nejčastější rentgenové projekce k vyšetření hrudníku a dutiny břišní a také úloha a význam vzdělávání radiologického asistenta.

Cílem praktické části bakalářské práce bylo vytvořit přehledný manuál rentgenových projekcí hrudníku a dutiny břišní. Součástí tohoto manuálu je popis přípravy pacienta, popis a zobrazení správného polohování pacienta, použití ochranných pomůcek z pohledu pacienta podstupujícího rentgenový výkon, expoziční parametry daného vyšetření, obrazová dokumentace konkrétně tedy rentgenové snímky daného vyšetření, kritéria pro hodnocení provedení rentgenového snímku a také upozornění na nejčastější chyby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dutina břišní, edukace, hrudník, radiologický asistent, rentgenová projekce

TITLE

Creation of a manual for imagining of the chest and abdominal cavity

ANNOTATION

The bachelor's thesis deals with the creation of a manual focused on X-ray projections of the chest and abdominal cavity. The theoretical part describes the problems of the origin and properties of X-rays, the construction of X-ray devices, radiation hygiene, including dosimetry, as well as the anatomy of the chest and abdominal cavity. In addition, the indication for X-ray examination, the most common X-ray projections for examination of the chest and abdominal cavity, as well as the role and importance of training a radiological assistant are described here.

The aim of the practical part of the bachelor's thesis was to create a clear manual of X-ray projections of the chest and abdominal cavity. Part of this manual is a description of the patient's preparation, description and display of the correct positioning of the patient, use of protective equipment from the point of view of the patient undergoing X-ray, exposure parameters of the examination, visual documentation specifically X-ray images mistakes.

KEYWORDS

Abdominal cavity, education, chest, radiological assistant, X-ray projection

OBSAH

Úvod.....	16
1 Cíl práce.....	18
1.1 Cíle teoretické části práce	18
1.2 Cíle praktické části práce	18
2 Teoretická část	19
2.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření	19
2.1.1 Vznik rentgenového záření	19
2.1.2 Vlastnosti rentgenového záření.....	21
2.2 Konstrukce RTG přístrojů.....	23
2.2.1 Rentgenka	23
2.2.2 Zesilovač obrazu, televizní řetězec, flat panel	25
2.2.3 Filtrace	26
2.2.4 Primární a sekundární clony	26
2.2.5 Generátor a ovladač	27
2.2.6 Přímá a nepřímá digitalizace.....	28
2.2.7 Typy rentgenových přístrojů.....	28
2.3 Radiační ochrana.....	29
2.3.1 Radiační ochrana u pacientů podstupujících RTG vyšetření.....	29
2.3.2 Radiační ochrana u zdravotnického personálu	30
2.3.3 Radiační ochrana osob pomáhajících pacientům podstupující RTG vyšetření ..	31
2.4 Anatomie hrudníku a dutiny břišní	32
2.4.1 Anatomie hrudníku a orgánů v dutině hrudní	32
2.4.2 Anatomie dutiny břišní a orgánů v dutině břišní	36
2.5 Úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní.....	41
2.5.1 Kompetence radiologického asistenta	41
2.5.2 Úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní	42

2.5.3	Specifika práce RA při snímkování hrudníku a břicha na operačním sále	46
2.5.4	Hodnocení radiogramu	47
2.6	Edukace radiologickým asistentem při snímkování	48
3	PRAKTICKÁ ČÁST	51
3.1	Charakteristika prostředí	51
3.2	Metodika praktické části	52
3.3	Indikace ke snímkování hrudníku	54
3.3.1	Neindikovaná vyšetření a podmínky vyšetření u snímkování hrudníku.....	54
3.3.2	Indikace, projekce a podmínky vyšetření u snímkování hrudníku	54
3.4	Možná pochybení při snímkování hrudníku	58
3.5	Projekce pro snímkování hrudníku	59
3.5.1	Hrudník PA projekce vstoje.....	60
3.5.2	Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovácí technika).....	62
3.5.3	Hrudník – AP na lůžku/lehátku (měkká snímkovácí technika)	64
3.5.4	Hrudník – AP na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovácí technika).....	66
3.5.5	Hrudník – boční projekce vstoje.....	68
3.5.6	Žebra – AP projekce	70
3.5.7	Žebra – PA projekce	72
3.5.8	Žebra – šikmá předozadní/zadopřední projekce	74
3.5.9	Sternum šikmá zadopřední projekce.....	77
3.5.10	Sternum – boční projekce	79
3.6	Indikace pro snímkování dutiny břišní.....	81
3.6.1	Neindikovaná vyšetření, podmínky vyšetření, poznámky	81
3.6.2	Vyšetření, která nejsou indikována rutinně	82
3.6.3	Indikovaná vyšetření.....	82
3.7	Možná pochybení při snímkování dutiny břišní.....	84
3.8	Projekce pro snímkování dutiny břišní	85

3.8.1	Břicho – PA projekce.....	86
3.8.2	Břicho – AP vleže projekce	88
3.8.3	Břicho – PA projekce vleže s horizontálním CP	90
3.8.4	Břicho – levá boční projekce vleže s horizontálním CP	92
3.8.5	Intravenózní vylučovací urografie	94
3.9	Specifika snímkování C-ramenem	97
4	DISKUZE	98
5	ZÁVĚR	101
6	POUŽITÁ LITERATURA	102
7	PŘÍLOHY	106

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Hrudník PA vstoje.....	61
Obrázek 2 Snímek hrudníku PA vstoje.....	61
Obrázek 3 AP projekce hrudníku vleže-tvrdá ST.....	63
Obrázek 4 Snímek hrudníku AP vleže-tvrdá ST.....	63
Obrázek 5 AP projekce hrudníku na lůžku – měkká ST.....	65
Obrázek 6 Snímek hrudníku AP na lůžku – měkká ST.....	65
Obrázek 7 AP projekce hrudníku na lůžku-tvrdá ST.....	67
Obrázek 8 Snímek hrudníku na lůžku-tvrdá ST.....	67
Obrázek 9 Projekce hrudník boční vstoje.....	69
Obrázek 10 Snímek hrudník-boční projekce vstoje.....	69
Obrázek 11 Žebra AP projekce.....	71
Obrázek 12 Snímek žebra AP projekce.....	71
Obrázek 13 Projekce žebra PA.....	73
Obrázek 14 Snímek projekce žebra PA.....	73
Obrázek 15 Projekce žebra šikmá zadopřední.....	75
Obrázek 16 Snímek projekce šikmá zadopřední.....	75
Obrázek 17 Projekce šikmá předozadní.....	76
Obrázek 18 Snímek pro projekci šikmá předozadní.....	76
Obrázek 19 Projekce sternum šikmá zadopřední.....	78
Obrázek 20 Snímek projekce sternum šikmá zadopřední.....	78
Obrázek 21 Projekce sternum-boční.....	80
Obrázek 22 Snímek projekce sternum – boční.....	80
Obrázek 23 Projekce břicho PA vstoje.....	87
Obrázek 24 Snímek projekce břicho PA vstoje.....	87
Obrázek 25 Projekce břicho AP vleže.....	89
Obrázek 26 Snímek projekce břicho AP vleže.....	89
Obrázek 27 Projekce břicho PA vleže s horizontálním CP.....	91
Obrázek 28 Snímek projekce břicho PA vleže s horizontálním CP.....	91
Obrázek 29 Projekce břicho levá boční vleže s horizontálním CP.....	93
Obrázek 30 Snímek projekce břicho levá boční vleže s horizontálním CP.....	93
Obrázek 31 Projekce IVU.....	95
Obrázek 32 Zavedení flexily před IVU.....	96

Obrázek 33 Snímek z IVU	96
Obrázek 34 Snímková prostřednictvím C-ramene.....	97
Tabulka 1 Neindikovaná vyšetření, podmínky vyšetření	54
Tabulka 2 Indikovaná vyšetření, projekce	55
Tabulka 3 Hodnoty pro projekci hrudník PA vstoje.....	60
Tabulka 4 Hodnoty pro projekci hrudník AP vleže (tvrdá ST)	62
Tabulka 5 Hodnoty pro projekci AP hrudník na lůžku (měkká ST).....	64
Tabulka 6 Hodnoty pro projekci AP hrudník na lůžku (tvrdá ST)	66
Tabulka 7 Hodnoty pro projekci hrudník boční vstoje	68
Tabulka 8 Hodnoty pro projekci žebra PA	70
Tabulka 9 Hodnoty pro projekci žebra PA	72
Tabulka 10 Hodnoty pro projekci žebra předozadní/zadopřední.....	74
Tabulka 11 Hodnoty pro projekci sternum šikmá zadopřední.....	77
Tabulka 12 Hodnoty pro projekci sternum-boční.....	79
Tabulka 13 Neindikovaná vyšetření, podmínky, poznámky	81
Tabulka 14 Vyšetření, která nejsou indikována rutinně	82
Tabulka 15 Indikovaná vyšetření.....	82
Tabulka 16 Hodnoty pro projekci břicho PA.....	86
Tabulka 17 Hodnoty pro projekci břicho AP vleže	88
Tabulka 18 Hodnoty pro projekci břicho PA vleže s horizontálním CP	90
Tabulka 19 Hodnoty pro projekci břicho – levá boční vleže s horizontální CP	92
Tabulka 20 Hodnoty pro projekce při IVU.....	95

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AEC	Automatic Exposure Control
AP	Anterior posterior (předožadní pozice)
CCD	Charge-Coupled Device
Cu	Cuprum (měď)
CP	Centrální paprsek
CR	Computed radiography
CT	Computed Tomography (počítačová tomografie)
ČR	Česká republika
DR	Direct radiography (přímá radiografie)
FF	Film – folie
IVU	Intravenózní vylučovací urografie
KL	Kontrastní látka
kV	Kilovolt
LO	Lékařské ozáření
LCD	Liquid crystal display
lp/mm	Line pairs per milimeter (počet párů čar na milimetr)
mAs	Miliamperekunda
MR	Magnetická rezonance
MRS	Místní radiologické standardy
NRS	Národní radiologické standardy
OPG	Ortopantomografie
PA	Posterior anterior (zadopřední pozice)
PACs	Picture Archiving and Communication System

PNO	Pneumothorax
PŽK	Permanentní žilní katétr
RA	Radiologický asistent
RO	Radiační ochrana
RTG	Rentgenový
ST	Snímkovací technika
TBC	Tuberkulóza
USG	Ultrasonografie
VVV	Vrozené vývojové vady
ÚZIS ČR	Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky
ZZ	Zdravotnické zařízení

ÚVOD

Přístroje využívající rentgenové záření prochází intenzivním rozvojem, ať už se jedná o přístroje diagnostické, tak i invazivní či intervenční. Zatímco některé dříve hojně používané metody se pomalu přestávají používat, tak jiné nové se začínají implementovat do radiologické praxe (Seidl et al., 2012. s. 15). Pokrok v moderních technologiích umožňuje snížení dávek pacientům při planárních rentgenových výkonech a zároveň pomáhá získat diagnostické informace v mnohem větší šíři, případně pomáhá provádět výkony v oblasti intervenční radiologie (Súkupová, 2018, s. 23).

V České republice bylo ke konci roku 2018 vykázáno 10 255 RTG přístrojů, tedy o 118 více než v roce 2017. Na milion obyvatel pak připadalo 963 RTG přístrojů, a to bylo o 8 více než předchozím roce. Na RTG přístrojích bylo provedeno celkem téměř 17,2 miliónu výkonů, tj. 1 621 výkonů v přepočtu na tisíc obyvatel, o 33 více než v roce 2017. Tyto přístroje byly využívány převážně pro diagnostické účely, pouze 54 (0,5 %) přístrojů bylo pro terapeutické účely. Ačkoliv bylo v roce 2018 bylo pořízeno 956 (9,3 %) nových RTG přístrojů, tak i přesto podíl RTG přístrojů starších 8 let dosáhl 51,7 % (ÚZIS, 2019, s. 2).

Z výše uvedených dat vyplývá, že provedených rentgenových vyšetření přibývá a zároveň jsou pořizovány nové přístroje, které mohou být rozšířeny o další modalities. Je tedy patrný rozvoj v této oblasti a samozřejmě z toho plynoucí nároky na radiologické asistenty a také na studenty oboru Radiologický asistent, kteří se musí naučit s těmito přístroji pracovat.

S rozvojem technologií v radiodiagnostice také souvisí fakt, že zatímco jsou některé polohy při snímkování hrudníku a dutiny břišní používány běžně (např. RTG srdce a plic v PA projekci, nativní snímek břicha horní poloviny, nativní snímek břicha dolní poloviny), tak jiné spíše výjimečně, a to ve specifických případech (např. RTG hrudníku bočně, RTG sterna bočně) nebo je nelze použít z důvodů zdravotního stavu pacienta (například těhotenství, vybrané pooperační stavy, bolestivost při ukládání pacienta do vhodné polohy pro rentgenování, poruchy intelektu). Právě u metod, které jsou používány spíše ojediněle může mít manuál pro studenty své opodstatnění.

V klinické praxi sice existují publikace obsahující tzv. „komplexní postupy“, jak správně provádět rentgenová vyšetření hrudníku a dutiny břišní, avšak jejich nevýhodou je, že jsou obsahově rozsáhlé, finančně nákladné a vzhledem k velkému objemu informací pro začínající s oborem rentgenologie poněkud nepřehledné.

Tento fakt byl pro mě impulzem, proč jsem se rozhodla zpracovat bakalářskou práci zaměřenou na tvorbu přehledného manuálu rentgenových projekcí hrudníku a dutiny břišní určeného pro studenty oboru Radiologický asistent.

Součástí tohoto manuálu bude popis přípravy pacienta, popis a zobrazení správného polohování pacienta, použití ochranných pomůcek, expoziční parametry daného vyšetření, rentgenové snímky daného vyšetření, kritéria pro hodnocení provedení rentgenového snímku a také upozornění na nejčastější nepřesnosti a pochybení.

1 CÍL PRÁCE

1.1 Cíle teoretické části práce

Cílem teoretické části bakalářské práce je popsat problematiku vzniku a vlastností rentgenového záření, konstrukce rentgenových přístrojů, radiační hygienu a dozimetrii. Popsána je také anatomie hrudníku a dutiny břišní, význam vzdělávání a úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní.

1.2 Cíle praktické části práce

Cílem praktické části bakalářské práce je vytvořit přehledný manuál rentgenových projekcí hrudníku a dutiny břišní. Součástí manuálu bude popis přípravy pacienta, popis a zobrazení správného polohování pacienta, použití ochranných pomůcek pro pacienty, ale i personál, dále pak expoziční parametry daného vyšetření, obrazová zdravotnická, kritéria pro hodnocení provedení rentgenového snímku, edukace zajišťovaná radiologickým asistentem a upozornění na nejčastější nepřesnosti a pochybení.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření

2.1.1 Vznik rentgenového záření

Ionizující záření vytváří v přírodním prostředí přirozené pozadí, kde zdrojem jsou jednak radioaktivní prvky obsažené v horninách, ale i mimozemské zdroje kosmického záření. Umělými zdroji ionizujícího záření jsou buď rentgenky a betatrony v diagnostických a terapeutických přístrojích jako jsou například rentgeny, CT (Computed Tomography), mamografy, ale také procesy v atomových elektrárnách či atomových zbraních (Vomáčka et al., 2015, s. 13).

Rentgenové záření lze charakterizovat jako pronikavé elektromagnetické záření o velmi krátkých vlnových délkách a vysokých frekvencích. Rentgenové záření se šíří přímočaře rychlostí světla, je neviditelné, prochází jak hmotou, tak i vakuem a jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje (Seidl et al., 2012, s. 22).

Při průchodu hmotou je záření pohlcováno, přičemž míra absorpce je závislá na složení hmoty, dále pak na její hustotě a tloušťce (Ferda et al., 2015, s. 11).

Súkupová (2018, s. 40) uvádí, že produkce rentgenové záření vzniká při interakci vysokoenergetických elektronů s látkou, kdy je energie elektronů přeměněna na energii fotonů elektromagnetického v tomto případě rentgenového záření. Mezi anodou a katodou je výrazně rozdílný elektrický potenciál, prostřednictvím kterého jsou elektrony z elektronového zdroje urychlovány a dopadají tak na anodu, kde se jejich energie přemění na jinou. Velká část kinetické energie elektronů se přemění na neužitečné teplo, které je nutné odvádět a malá část pak na rentgenové záření.

Rentgenové záření vzniká dvěma způsoby, prvním je charakteristické záření a druhým brzdné záření. Vznik charakteristického záření nastává v důsledku vyražení elektronu z jedné ze slupek atomu K, nebo L za vzniku fotonu, jehož energie je rovna rozdílu v energii dvou vrstev, spektrum tohoto záření je diskrétní a závislé na materiálu, ve kterém vzniká. Jedná se o elektromagnetické vlnění o vlnové délce 10^{-8} – 10^{-12} m, přičemž v diagnostice je využíváno záření o vlnové délce 10^{-9} – 10^{-11} m. Rozdíl energií mezi jednotlivými energetickými hladinami je u daného materiálu stále stejný. Platí zde, že čím vyšší protonové číslo anody, tím energie charakteristického záření. Energetické spektrum charakteristického je čárové (Ferda et al., 2015, s. 11; Malíková, 2019, s. 9-10; Vomáčka et al., 2015, s. 13).

Brzdné záření vzniká interakci urychlených elektronů s kovem anody (většinou vyrobené z wolframu) a je směsicí různých vlnových délek. Kladně nabitě jádro, tak přitahuje elektron, který změní směr letu a zpomalí. Rozdíl kinetické energie je tak vyzářen ve formě fotonu RTG záření o určité vlnové délce. Vlnová délka čili energie vyzářeného fotonu RTG záření závisí na rychlosti dopadajících elektronů, která je přímo úměrná napětí mezi anodou a katodou a nastavením tohoto napětí se určuje penetrace RTG záření. Zároveň vlnová délka vyzářeného fotonu závisí i na vzdálenosti průletu elektronu od jádra, která je proměnná. Tedy čím blíže k jádru elektron proletí, tím více je zabrzděn a tím více energie předá vyzářenému fotonu. Maximální energii získá vyzářený foton při srážce letícího elektronu s jádrem. Energetické spektrum brzdného záření tak lze označit za spojité (Malíková et al., 2019, s. 9).

Interakce RTG záření nebo záření γ s hmotou se v podstatě děje dvěma způsoby, a to Comptonovým jevem a fotoelektrickým jevem. Jak uvádí Seidl et al. (2012, s. 12) „*oba zmíněné procesy se podílejí na rozdílné absorpci záření v jednotlivých tkáních (a též na rozdílné absorpci v normálních a patologických okřscích v rámci těžé tkáně) v závislosti na tloušťce, hustotě látky a protonovém čísle atomů.* RTG diagnostika je založena na rozdílné absorpci RTG záření v různých tkáních při fyziologických a patologických stavech.

Princip Comptonova jevu je založen na interakci RTG záření nebo záření γ s elektronovým obalem atomu, kdy po srážce fotonu s elektronem, je energie fotonu částečně předána jednomu z elektronů, který je pak vychýlen z své dráhy, přičemž samotný foton změní pod úhlem rozptylu θ svoji trajektorii a sníží svoji energii (avšak jeho vlnová délka se zvětší oproti původnímu fotonu). Při tomto jevu nedochází ke změně počtu kvant záření fotonů, ale jen ke změně energie a směru jejich šíření. Comptonův jev základem vzniku sekundárního záření a objasňuje vlnově částicový charakter elektromagnetického vlnění. Obecně lze konstatovat, že Comptonův rozptyl zhoršuje kvalitu obrazu, neboť rozptýlené záření produkuje uniformní optickou hustotu obrazu a tím snižuje kontrast obrazu (Ferda et al., 2015, s. 10; Sůkupová, 2018, s. 53).

Fotoelektrický jev (fotoefekt) je vyvolán dopadem světla či obecně elektromagnetického záření dostatečně frekvence, přičemž způsobí uvolnění elektronů. Jedná se o interakci elektromagnetického vlnění o krátké vlnové délce s hmotou, kdy ve hmotě vzniká elektrický náboj uvolněním elektronů z elektronového obalu atomu (dostatečně malá délka vede k předání energie nutné k uvolnění elektronu). Fotoefekt je doprovázen emisí charakteristického záření

nebo Augerových elektronů. V radiodiagnostice je považován za žádoucí jev, neboť vytváří kontrast v obrazu (Ferda et al., 2015, s. 10; Súkupová, s. 2018, s. 52)

2.1.2 Vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření se průchodem hmotou se částečně absorbuje a vyvolává ionizaci a excitaci atomů. Kromě biologických účinků má také fotochemický a luminiscenční efekt. RTG záření je zeslabováno rozptylem, absorpcí a tvorbou elektronových párů. (Vomáčka et al., 2015, s. 13; Malíková, 2019, s. 11)

K nevýznamnějším vlastnostem rentgenového záření patří penetrace neboli pronikání RTG záření hmotou, přičemž platí, že je záření energeticky bohatší, tím má větší penetraci.

S penetrací souvisí absorpce neboli schopnost různých látek pohlcovat rentgenové záření. Tato vlastnost závisí na protonovém čísle prvků absorbující tkáň a také na tloušťce objektu. Rozdílným absorpcím RTG záření ve tkáních jsou přiřazovány různé intenzity na stupnici šedi realizované buď analogovým anebo digitálním způsobem (Malíková, 2019, s. 11).

Fotochemický účinek RTG záření způsobuje zčernání fotografického materiálu. Měkké tkáňe (např. plíce) mají menší hustotu a nižší absorpci RTG záření, a proto je těmito místy propuštěno více záření. Výsledkem pak je jasnější obraz či větší zčernání fotografického filmu. Naopak tvrdými tkáněmi (např. kostmi), které jsou hutnější a více absorbují RTG záření, je získán v těchto místech obraz méně intenzivní a zčernání fotografického materiálu je menší (Malíková, 2019, s. 11; Seidl et al., 2012, s. 25).

Luminiscenční účinky spočívají ve schopnosti RTG záření při dopadu na vybrané materiály (luminofory) vyvolat fluorescenci či fosforescenci tedy vznik viditelného záření (Vomáčka et al., 2015, s. 13).

Rozptyl záření vzniká při interakci fotonu s hmotou, kdy dochází k vychýlení paprsku a snížení jeho energie. Jedná se o negativní jev při diagnostice, který snižuje kontrast snímku (Malíková, 2019, s. 11; Súkupová, s. 53).

Další vlastností je ionizace vznikající v důsledku dopadu rentgenového kvanta na elektron atomu, přičemž dochází k vyražení elektronu mimo atom. Primární ionizace může způsobit další ionizace vyražením elektronů z jiných neutrálních atomů předáním části energie uvolněnými elektrony. Platí zde vztah, že čím je RTG záření intenzivnější, tím je ionizace větší. Používá se v dozimetrii k měření intenzity RTG záření (Vomáčka et al., 2015, s.13)

V této souvislosti je také nutné zmínit biologické účinky na živou hmotu. RTG záření může totiž svými ionizačními účinky poškodit tkáň živých organismů. Negativní účinky RTG záření jsou podmíněny zejména procesy ionizace a excitace atomů hmoty. Na záření jsou nejcitlivější dělicí se buňky, které mohou být na buněčné úrovni poškozeny zejména prostřednictvím molekul DNA. Nejsenzitivnější tkáň jsou kostní dřev, kůže, střevo. Konečné poškození tkáň závisí na dávce RTG záření a na radiosenzitivitě tkáň.

Ozáření buněk probíhá buď přímým mechanismem, kdy záření integruje přímo s kritickou strukturou buňky tedy jádrem anebo nepřímým mechanismem spočívajícím v interakci s molekulami a atomy zejména vody a produkcí volných radikálů (např. H_2O^+ a OH^-). Volné radikály ničí chemické vazby a produkují chemické změny zapříčiňující biologické poškození (Malíková, 2019, s. 11; Súkupová, 2018, s. 179).

Časový interval mezi poškozením chemické vazby a biologickým projevem je různě dlouhý (hodiny až roky). Jestliže ke smrti buňky dojde řádově v hodinách či dnech, pak se jedná o časné účinky ozáření, v případě delšího intervalu řádově v měsících či letech, pak jsou účinky záření hodnoceny jako pozdní (Súkupová, 2018, s. 177; Podzimek, 2017, s. 282)

Biologické účinky RTG záření lze dělit na deterministické a stochastické. Deterministické účinky se projevují na úrovni tkání, mají určitý práh a závisí na absorbované dávce. Mezi deterministické účinky patří například katarakta, radiační dermatitida, akutní radiační syndrom, sterilita či poškození plodu u těhotných žen. Deterministické účinky se v radiodiagnostice běžně nevyskytují, výjimkou mohou být například dlouhotrvající komplikované intervenční výkony (Podzimek, 2017, s. 282-284; Súkupová, 2018, s. 179, Heřman, 2014, s. 11)

Naproti tomu účinky stochastické spočívají v indukci mutací v jádrech buněk, jsou bezprahové a pravděpodobnost jejich výskytu roste s efektivní dávkou. Mohou se vyskytnout i v malých dávkách. Účinek opakovaných dávek se sčítá. Vzhledem k tomu, že jsou charakterizovány náhodným charakterem, tak nelze říct, u kterého jedince ze skupiny ozářených se projeví, ale lze konstatovat s jakou pravděpodobností se ve skupině projeví. Stochastickým účinkům nelze zabránit zavedením limitů, nicméně lze je minimalizovat při udržování dávek na tak nízkých úrovních, jak je to jen možné. Mezi stochastické účinky patří onkogenní účinky (např. leukémie či solidní nádory) či genetické změny (Ferda et al., 2015, s. 14; Malíková, 2019, s. 11; Súkupová, 2018, s. 180).

2.2 Konstrukce RTG přístrojů

Rentgenové přístroje se skládají z několika komponent, kterými jsou rentgenka, systém filtrace, kolimační systém (primární clony), světelný lokalizační systém, sekundární clony (mřížky) a receptoru obrazu (film či detektor) (Malíková, 2019, s. 15).

2.2.1 Rentgenka

Rentgenka je zdrojem RTG záření využívaného v oblasti radiodiagnostiky a skládá se ze tří komponent konkrétně tedy vnitřní části neboli vložky, krytu a vysokonapěťových kabelů. Jedná se o vysoce vakuovanou diodu ve tvaru skleněného válce s uvnitř zabudovanými dvěma elektrodami (zápornou katodou a kladnou anodou). Vakuum je pro správnou funkci rentgenky důležité, neboť pokud by bylo porušeno, docházelo by k ionizaci vzduchu a do svazku by se neplánovaně dostávaly další elektrony. To by způsobilo problémy se stanovením hodnot záření a funkce rentgenky by pak byla znehodnocena. Část skleněné baňky naproti anodě je ztenčena, neboť v tomto místě nazývaném výstupní okénko vychází z anody RTG paprsky (Vomáčka et al., 2015, s. 15)

Rentgenka má tři zdroje napájení. Prvním je zdroj žhavicího proudu pro katodu, druhým zdroj vysokého napětí a napájení pro rotaci. Princip rentgenky spočívá v tom, že z rozžhavené záporné katody vylétují elektrony směrem ke kladné anodě. Mezi katodou a anodou je připojeno vysoké napětí přibližně 20–200 kV udělující elektronům vysokou rychlost. Po dopadu na anodu se elektrony prudce zabrzdí, převážná část jejich energie se změní v teplo (cca 99 %) a pouze malá část (cca 1 %) kinetické energie dopadajících elektronů se promění na RTG záření, které opustí anodu a vylétá z trubice ven (Seidl et al., 2012, s. 28; Podzimek, 2017, s. 160).

Katoda (obvykle wolframová) je žhavena přibližně na teplotu 2000 °C. Teplem se uvolňují elektrony tzv. termoemise a v okolí katody se vytváří elektronový mrak. Katodová spirála se nachází v kovovém válci vyrobeného většinou z molybdenu, který elektrony odpuzuje a zároveň soustřeďuje na malé místo anody tzv. ohnisko.

Anoda je zhotovená z těžkého materiálu většinou z wolframu (s bodem tání kolem 3300 °C) a není uložena kolmo na osu lampy, ale svírá s centrálním paprskem RTG záření vystupujícího z lampy úhel 19° tzv. ohniskový pás. Vzhledem k tomuto uspořádání má plocha, na níž dopadají elektrony tvar úzkého obdélníku tzv. termické ložisko. Toto ohnisko je přibližně 3 x větší než optické ohnisko, které je projekcí termického ohniska do směru centrálního paprsku. Pojmem velikost ohniska rentgenky je myšleno optické ohnisko. J. Vomáčka ve své publikaci

uvádí, že „čím je ohnisko větší, tím se může více zatížit, ale má větší geometrickou neostrost“ et al. (Vomáčka et al., 2015, s. 15).

Po urychlení potenciálním rozdílem mezi anodou a katodou dopadají elektrony na anodu umístěnou na konci měděného válce. Vzhledem k tomu, že je anoda dopadem urychlených elektronů zahřívána, je nezbytně ji buď chladit anebo použít rotující anodu.

Rentgenky se dle konstrukce dělí na pevné a rentgenky s rotační anodou. Pevná rentgenka je zkosená měděná tyč s uprostřed vloženým terčíkem z wolframu. Uvnitř tyče je pak vložený terčík z wolframu. Uvnitř měděné tyče je umístěn kanálek, kterým se přivádí olej ochlazující wolfram (Súkupová, 2018, s. 29).

Oproti tomu hlavní součástí rentgenky s rotační anodou je anodový disk zkosený o ohniskový pás. Tento disk je zavěšen na wolframové tyči. Katoda je umístěna tak, aby elektrony dopadaly na různá místa anodového disku a termické ložisko je pak v každém okamžiku na jiném místě. Tepelné zatížení rentgenky se tak rozloží na větší plochu disku, přičemž vystupující svazek je stabilní, optické ohnisko se nemění. Je nutné podotknout, že při delším provozu se anoda začne silně zahřívát jako celek a teplo se pak pomalu přenáší infračerveným vyzařováním přes vakuum ven rentgenky do chladicího média. K dalším nevýhodám tohoto typu anody patří opotřebování ložiska uvnitř baňky, které nelze zvenčí mazat ani jinak udržovat. Rentgenky pro velmi vysoké výkony mají anodu aktivně chlazenou, to tedy znamená že uvnitř rentgenky je dutina, kterou protéká chladicí tekutina (Podzimek, 2017, s. 162; Seidl et al., 2012, s. 30)

V současné době mají rentgenky ohniska dvě, přičemž na druhém ohnisku je wolfram legován např. grafitem anebo rheniem. Anoda se otáčí poměrně vysokou rychlostí až 11000 otáček za minutu. Rotací anody dojde k tomu, že teplo sálá do rentgenky a poté přechází do oleje a na povrch krytu a dále pak do prostor vyšetřovny. Rotaci zajišťuje tzv. rozběhový agregát. Ten se skládá z rotoru umístěného na konci anodové tyče ve vakuu, stator pak zevně skleněné rentgenky. Elektrické zařízení sepne před zahájením expozice tedy před dopadem elektronů na anodu (Vomáčka et al., 2015, s. 15).

Rentgenka má tři zdroje napájení. Prvním je zdroj žhavicího proudu pro katodu, druhým zdroj vysokého napětí a napájení pro rotaci. Rentgenka je uložena ve speciálním krytu válcovitého tvaru vyrobeného z lehkého kovu např. hliníku. Vnitřní část krytu je stíněna olovem před nežádoucím průnikem RTG záření do okolí. Ve střední části krytu se nachází nestíněné výstupní okénko vyrobené většinou z akrylátového skla, ke kterému je rentgenka natočena jejím dopadovým ohniskem a odkud RTG paprsek vychází ven. Naproti výstupnímu okénku

rentgenky je umístěn otvor kudy vychází primární záření, přičemž centrální paprsek musí procházet skrz jeho střed. Uvnitř tohoto otvoru je vložen hliníkový filtr a mohou se tam měnit přídatné filtry či umístit primární clony. Na povrchu krytu se vyskytují také elektronická čidla, jejichž úkolem je blokovat expozici při nerozběhlé anodě případně signalizovat přehřátí rentgenky. V krytu se nachází obvykle i počítadlo expozic. Mezi skleněnou rentgenkou a krytem je prostor, kterým cirkuluje olej určený pro chlazení rentgenky (Seidl et al., 2012, s. 31; Vomáčka et al., 2015, s. 16).

Dva samostatné elektrické obvody konkrétně tedy vysoké napětí a žhavicí proud, musí vstupovat do rentgenky ve vysokonapěťových kabelech, aby se předešlo případnému úrazu s letálními účinky. Na těchto elektrických kabelech je nanášeno několik vrstev izolantů, které musí být pružné, tak aby se rentgenka při provozu mohla pohybovat všemi směry. Do rentgenky tak vstupují silným izolačním prstenem tzv. průchodkou a kabel končí silným umělohmotným izolantem označovaným jako koncovka (Vomáčka et al., 2015, s. 16).

2.2.2 Zesilovač obrazu, televizní řetězec, flat panel

V dnešní době jsou v provozu dva typy zesilovačů štítového obrazu. Prvním typem je klasický zesilovač a druhým typem zesilovač na bázi přímé radiografie tzv. flat panel.

Klasický zesilovač se skládá z několika částí - konkrétně evakuovaného krytu, vstupního okénka, systému pro urychlení a usměrnění elektronů a výstupního okénka. Přenašeč je speciální vakuová elektronka (celoskleněná, nebo z kovově – keramického materiálu či celokovová). Dopadající rentgenové záření vyvolává ve scintilační vrstvě záblesky světla vyrážející prostřednictvím fotoelektrického jevu elektrony z fotokatody. Tímto způsobem vzniklé elektrony jsou posléze přitahovány prstencovými urychlujícími fokusačními elektrodami, na které je napojeno vysoké kladné napětí. Elektro-optický systém následně vrhá elektrony na výstupní scintilátor, na kterém urychlené elektrony vytváří intenzivní záblesky. Zesílený obraz je pak snímán videokamerou a přenášen na TV monitor nebo další zobrazovací receptory (Seidl et al., 2012, s. 35).

TV monitor se skládá ze snímací elektronky nebo CCD (Charge-Coupled Device) kamery. V dnešní době jsou používány hlavně LCD (Liquid Crystal Display), monitory nebo plazmové ploché obrazovky. Zesilovač neobsáhne celou plochu původní luminiscenční folie, ale jen její část. Obecně platí, že čím je menší vstupní pole, tím je větší rozlišovací schopnost. RTG zařízení využívající zesilovače štítového obrazu mají automatické primární clony. Ty to clony

tvoří irisová clona a lamelární clony, která se otevírají a uzavírají dle velikosti distance štítu od uložené desky (Vomáčka et al., 2015, s. 17).

Za předpokladu, že obraz na vstupu zesilovače o velikosti 35 cm má prostorové rozlišení 5 lp/mm, tak je pro zachování rozlišení nutné, aby výstupní okénko o velikosti 2,5 cm mělo prostorové rozlišení 70 lp/mm (Súkupová 2018, s. 59).

Flat panel patří mezi moderní zobrazovací detektory RTG záření. Je úzký, lehký a dobře pohyblivý. Detekční panel se skládá z velkého počtu elementů (pixelů) sestavených do obrazové matice přibližně 2000 x 2000 elementů případně i více. Úroveň elektrického signálu z každého obrazového elementu je přímo úměrná počtu fotonů rentgenového záření dopadajících do určitého místa flat panelu. Výsledkem tak přímý digitální RTG obraz. I když zabírá minimum prostoru okolí stolu, tak je jeho vstupní pole poměrně veliké (Seidl et al., 2012, s. 35; Vomáčka et al., 2015, s. 17).

2.2.3 Filtrace

Hlavním úkolem filtrů je odfiltrování měkkého RTG záření delších vlnových délek od tvrdšího záření s penetrací potřebnou pro vlastní snímkování. Měkké RTG záření nemá pro diagnostiku význam, neboť je absorbováno kůží a mělkými vrstvami tkání a způsobuje tak radiační zátěž pro vyšetřované pacienty. Z tohoto důvodu je používána filtrace (destička z např. hliníku, mědi) do značné míry pohlcující měkké RTG záření, avšak propouštějící tvrdší složku záření. V některých případech (např. u mamografie), kdy je potřeba selektivnější filtrace určitých oblastí energie, lze použít filtraci K – hranou, umožňující dosažení lepšího kontrastu (Malíková, 2019, s. 15; Seidl et al., 2012, s. 34).

2.2.4 Primární a sekundární clony

Clony jsou rozdělovány na primární a sekundární. Primární clony slouží k vymezení primárního záření a určují, na jak velký prostor má RTG svazek dopadat. Jejich cílem je snížit potřebné ozáření pacientů na minimum a omezit množství sekundárního záření v objektu, aby nedocházelo ke zhoršení kontrastu a ostrosti RTG obrazu. Tyto clony jsou umístěny mezi pacientem a rentgenkou. Při snímkování by měla být primární clona rozevřena tak, aby nepřesahovala 10 % dlouhé osy formátu filmu. Primární clony lze rozdělit na hloubkové clony a tubusy. Na okraji poslední etáže hloubkové clony je umístěno světelné zařízení skládající se z žárovky a projekčního zrcadla vrhajícího světlo na pacienta. Osvětlená plocha na těle pacienta vymezuje exponovanou plochu. Rozevírání clon se provádí obvykle ručně. Primární clony se pohybují automaticky dle velikosti ozařovaného objektu či při změně ohniskové vzdálenosti.

Sekundární clony eliminují sekundární čili rozptýlené záření vznikající v těle vyšetřovaného pacienta. Jsou umístěny mezi pacientem a detektorem. Bohužel mřížka kromě sekundárního záření částečně absorbuje i primární fotony, a to v praxi znamená, že se sice zlepšila kvalita obrazu, ale zároveň se zvýší u pacienta zvýší radiační zátěž. Při použití sekundární clony se musí zvýšit expoziční parametry cca 2 – 4x. V této souvislosti je nezbytné zmínit pojem Buckyho faktor představující poměr dávky s použitím mřížky a bez použití mřížky pro získání stejné intenzity RTG svazku. Užívá se spíše u systémů film-folie, kdy je nezbytné získat optickou hustotu v určitém rozsahu. Vzhledem k tomu, že u digitálních systémů je dynamický rozsah větší, tak není nutné zvyšovat dávku v souladu s Bucky faktorem mřížky (Súkupová, 2018, s. 64).

Sekundární clony lze rozdělit na stacionární, kam se řadí paralelní jemnou Lynsholmova clona či ultrajemná Smithova clona a na sbíhavou fokusovanou Buckyho-Potterovu clonu, která je pohyblivá. Případné vyjmutí protirozptylové mřížky je možné pouze u dětí či případně při vyšetření malých objemů např. u menších kloubů či kostí. K redukci sekundárního záření lze použít také air gap techniku, jejíž princip spočívá v tom, že mezi zobrazovaný objekt a receptor obrazu je umístěna vzduchová mezera umožňující rozptýleným fotonům odklonit se mimo receptor obrazu. Množství sekundárního záření lze zmenšit správnou kolimací případně stlačením zobrazované tkáně pro zmenšení jejího objemu (Vomáčka et al., 2015, s. 19; Súkupová, 2018, s. 64)

2.2.5 Generátor a ovladač

Generátor označovaný také jako napájecí zdroj je složen zejména z transformátorů (měniče napětí) a usměrňovačů. Rentgenka potřebuje pro žhavicí obvod nízké napětí cca 10 V a vysoké napětí v řádech kV pro svůj provoz rentgenka potřebuje stejnosměrný proud, proto jsou v obvodu zařazeny usměrňovače. Princip je, že jedna část usměrňovače přemění střídavý proud na přerušovaně pulsující a druhá (buď vakuové diody, nebo polovodičové usměrňovače) průběh proudu vyhladí na téměř galvanický.

Ovladač má v sobě zakomponovány volící, měřicí a kontrolní přístroje. Volba expozičních hodnot je u různých rentgenových přístrojů variabilní. U moderních RTG systémů jsou expoziční parametry nastaveny prostřednictvím orgánových předvoleb v kombinaci s expoziční automatikou nebo v závislosti na tloušťce komprimované tkáně např. prsu. Výhodou orgánové automatiky, že lze navolit pouze ikonu a expozice se pak řídí automaticky. Novější přístroje pro digitální radiografii umožňují jak volbu kV, tak úpravu mAs, neboť

součinu pak lze měnit jak velikost expoziční doby, tak i velikost mA. V moderních přístrojích řídí přesnou expozici procesory a tyristory (Vomáčka et al., 2015, s. 21; Súkupová, 2018, s. 90).

2.2.6 Přímá a nepřímá digitalizace

V současné době se k detekci RTG záření už nepoužívají kazety s filmy, snímkování je prováděno digitálně, a to buď přímou anebo nepřímou digitalizací. Výhodami digitální radiografie jsou archivace v digitální podobě, snížení radiační zátěže, možnost dodatečných úprav snímků, nezávislé prohlížení snímků na více počítačích (Ferda et al., 2015, s.17)

Nepřímá digitalizace (CR – computed radiography) spočívá v tom, že RTG záření dopadá na kazetu s paměťovou folií s citlivou vrstvou (obsahující luminifor) stimulovanou v závislosti na množství dopadajícího záření. Takto získaná obrazová informace je následně dekodována digitizérem neboli „CR čtečkou“, do které je nezbytně snímkovanou kazetu ručně vložit. Paměťová folie je pak v „CR čtečce“ naskenována prostřednictvím laseru, přičemž množství energie v každém místě folie je registrováno a převedeno do digitálního obrazu. Latentní obraz paměťové folie je poté intenzivním světlem vymazán a kazeta je připravena pro další použití (Malíková, 2019, s. 16)

Podstatou přímé digitalizace (DR – direct radiography) je přímý převod RTG záření na digitální signál plochém detektoru (flat panelu), čímž odpadá manipulace s kazetami a foliemi. Základem DR je čip složený maticí světlocitlivých, polovodičových elementů, na jejich počtu a velikosti závisí jejich rozlišovací schopnost. Výhodou DR přístrojů je získání během několika sekund, nevýhodou pak vyšší pořizovací cena přístroje (Malíková, 2019, s. 15; Vomáčka et al., 2015, s. 33-35).

2.2.7 Typy rentgenových přístrojů

Mezi rentgenové přístroje jsou počítány přístroje pro skiagrafii, do kterých jsou řazeny skiagrafické komplety, vertigraf (viz příloha A), klasická tomografie včetně ortopantomografie (OPG), mamografické přístroje, pojízdné skiagrafické přístroje, traumatologické RTG přístroje, dálkové ovládané stěny, pojízdné skioskopicko-skiagrafická C-ramena (viz Příloha B) a speciální přístroje pro stomatologii např. intraorální přístroje, panoramatické přístroje (Vomáčka et al., 2015, s. 22-25).

2.3 Radiační ochrana

Radiační ochranu lze charakterizovat jako soubor opatření vedoucích k vyloučení deterministických účinků a snížení stochastických účinků na úroveň přijatelnou pro společnost i pro jednotlivce. Podmínky užívání ionizujícího záření upravuje Zákon č. 263/2016 Sb. atomový zákon ve znění pozdějších předpisů. Deterministické účinky lze eliminovat stanovením nízkých limitů ekvivalentní dávky tak, aby nedošlo k dosažení prahové dávky ani po celotělovém ozáření. V případě stochastických účinků se jejich omezení zajišťuje prostřednictvím systému limitování dávek do takové míry, aby se minimalizovala pravděpodobnost poškození.

Mezi základní principy radiační ochrany patří požadavek zdůvodnění činnosti vedoucí k ozáření osob, dále pak princip optimalizace čili použití co nejmenší přijatelné dávky pro dosažení očekávaného účinku, princip nepřekročení povolených limitů dávek, zajištění bezpečnosti zdrojů, která musí být potvrzena zkouškami a také dodržování bezpečnosti při nakládání se zdroji ionizujícího záření (Ferda et al., 2015, s. 15; Súpuková, 2018, s. 88).

Ochrana před RTG zářením v oblasti radiodiagnostiky se vztahuje jak na pacienty, tak i na zdravotnický personál. Radiační ochrana musí být v souladu s platnou legislativou. Dozorujícími orgány jsou Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚBJ) a Státní ústav radiační ochrany (SÚRO).

2.3.1 Radiační ochrana u pacientů podstupujících RTG vyšetření

Cílem radiační ochrany je snížit ozáření u pacientů prostřednictvím řady organizačních a technických opatření. Ze speciálních stavebních úprav lze zmínit úpravu RTG vyšetřovny tak, aby nedocházelo k průniku záření do okolních prostor (např. barytové omítky, dostateční tloušťka zdiva (betonu), olovnaté sklo v oknech, dveře obsahující vrstvu oloveného plechu.

Seidl et al. (2012, s. 92) uvádí 7 technických faktorů ovlivňujících dávku záření. Patří mezi ně optimalizace nastavení expozičních parametrů (kV a mAs), filtrace primárního svazku (vlastní či přídavná), velikost ozářeného pole (vycloněním prostřednictvím automatických clon), vzdálenost ohniska rentgenky od povrchu těla pacienta, zesilovací folie, stínící pomůcky pro ochranu radiosenzitivních orgánů a fixační pomůcky eliminující pohyb pacienta, a tím případné pohybové artefakty.

V současné době se doporučuje, aby bylo ochranné stínění používáno v pediatrické radiologii, je-li umístěna štítná žláza, prsní tkáň či gonády v blízkosti primárního RTG svazku (viz Příloha

C). Jak uvádí Súkupová (2018, s. 197) pozornost z hlediska ochranného stínění by měla být věnována i spolupacientům snímkaných pacientů prostřednictvím pojízdného RTG za předpokladu, že vzdálenost mezi nimi je menší než 1,5 metru. V tomto případě se doporučuje odstínění prostřednictvím např. RTG zástěry.

2.3.2 Radiační ochrana u zdravotnického personálu

Radiační ochrana u zdravotnického personálu na RTG pracovištích také zahrnuje již výše zmiňovanou stavební úpravu na vyšetřovně, používání schválených a kontrolovaných RTG přístrojů, dodržování zásad a platných předpisů souvisejících se zdroji ionizujícího záření. Na RTG pracovištích jsou vymezena sledovaná a kontrolovaná pásma. Vyšetřující osoba nesmí být ve styku s přímým svazkem RTG záření (Seidl et al., 2012, s. 93–94).

Při skiagrafických vyšetřeních hrají důležitou roli hlavně stavební úpravy, přičemž radiologičtí asistenti jsou při snímkování většinou v ovladovně.

U skiaskopických vyšetření se uplatňuje zejména ochrana stíněním, RA či lékaři nosí ochranné stínící zástěry, nákrčníky, rukavice či brýle (viz Příloha E), ochrana časem (co nejkratší skiaskopický čas, nezbytně nutný počet pracovníků k výkonu, co nejkratší pobyt pracovníků na vyšetřovně či operačním sále (může být zajištěno střídáním pracovníků) a také ochrana vzdáleností, kdy pokles radiační dávky klesá s druhou mocninou vzdálenosti (např. na operačním sále odstoupit od pacienta, pokud to lze, schovat se za stěnu, nedotýkat se pacienta ani kazety). Materiál ochranných stínění musí být v ochranném prostředí rozložen rovnoměrně a musí obsahovat prvky o atomovém čísle větším než 47. Z hlediska radiační ochrany je nezbytné kontrolovat celistvost ochranných stínících prostředků (Súkupová, 2018, s. 199).

Mezi další opatření pro ochranu pracovníků lze zařadit celoživotní vzdělávání, plánovaná údržba a obnova techniky, zajištění řádného provádění zkoušek RTG systému, monitorováni pracovišť a osobní monitorování.

Radiologičtí pracovníci jsou povinni nosit osobní dozimetry k monitoraci obdržené dávky. V případě, že se jejich ruce nachází v blízkosti primárního RTG svazku, pak by mělo být provedeno i monitorování dávky na ruce prstovým dozimetrem. Dozimetrie je zajišťována pro všechny pracovníky kategorie A. Osobní dozimetr musí měřit všechny druhy záření podílející se na vnějším ozáření pracovníka. Monitorovací období je obvykle stanoveno na 1 měsíc, přičemž samotné vyhodnocování zajišťuje dozimetrická služba. O dávkách je pak informován pracovník, pracoviště i Státní úřad jaderné bezpečnosti (Seidl et al., 2012, s. 95).

Osobní dozimetr musí být dle předpisů umístěn na standardním (referenčním) místě konkrétně tedy zevně na pracovním oděvu vpředu vlevo na hrudníku. V případě, že mají pracovníci na sobě oblečenou ochrannou zástěru či kabát, musí být osobní dozimetr umístěn na vnější straně zástěry (viz Příloha D). V případě nehody či podezření, kdy došlo k ozáření, je nezbytné nechat dozimetr okamžitě vyhodnotit (Seidl et al., 2012, s. 94).

2.3.3 Radiační ochrana osob pomáhajících pacientům podstupující RTG vyšetření

V tomto případě se jedná o ochranu osob doprovázejících na RTG vyšetření např. děti, seniory či osoby s mentálním postižením. Doprovázejícími osobami jsou obvykle rodinní příslušníci, osoby blízké, ale i ošetrovatelský personál. Tyto osoby musí být edukovány o rizicích souvisejících s ionizujícím zářením a informovaný souhlas stvrzují svým podpisem. U žen se zjišťuje možnost případného těhotenství, pokud je těhotná tak se volí jiná doprovázející osoba. Doprovázející osoby musí být vybaveny ochrannou zástěrou a límcem (Seidl et al., 2012, s. 94; Súkupová, 2018, s. 200).

Ačkoliv někteří autoři (Seidl et al., 2012, s. 95; Vomáčka et al., 2015, s. 74) ve svých publikacích uvádí, že radiologický asistent nesmí pacienta držet, tak např. v publikaci Súkupové se již můžeme setkat názorem, že pro radiologické asistenty sice platí, že by se neměli zdržovat ve vyšetřovně, tak v nezbytné nutném akutním případě (např. v pediatričké radiologii) mohou pacienta přidržet, za předpokladu, že budou převlečení do ochranné zástěry a zaevidují záznam o provedené asistenci (Súkupová, 2018, s. 200).

Dle Národních radiologických standardů (NRS) je ale poskytovatel povinen omezit ozáření plynoucí z této činnosti tak, aby v součtu za kalendářní rok nebyla překročena dávková optimalizační mez 0,3 mSv efektivní dávky. Pokud by RA přidržoval pacienty „často“ zvyšoval by si již svoji standardní radiační zátěž. Jelikož je radiačním pracovníkem kategorie A, tak je vybaven osobním dozimetrem a jeho dávky jsou měsíčním vyhodnocovacím pravidelně sledovány.

Dle Věstníku MZ ČR č. 3/2019 pokud není možno zajistit doprovázející osobu a nejedná se neodkladné akutní vyšetření, není možné ho provést. Naopak jedná-li se o neodkladné akutní vyšetření, pak je za sedací vyšetřovaného zodpovědný indikující lékař, případně doprovázející anesteziologický tým (Česko, 2019, s.14)

2.4 Anatomie hrudníku a dutiny břišní

Vzhledem k tomu, že tato bakalářská práce je zaměřená na tvorbu manuálu pro snímkování hrudníku a dutiny břišní, tak bude v této kapitole stručně popsána anatomie hrudníku včetně orgánů v nich uložených a také anatomie dutiny břišní.

2.4.1 Anatomie hrudníku a orgánů v dutině hrudní

Z anatomického hlediska hrudník (thorax) ohraničuje hrudní dutinu a chrání orgány nejen v něm uložené srdce, plíce, velké cévy a jícen, ale i orgány v horní části dutiny břišní (např. játra a slezinu). Zároveň představuje prostor pro začátek řady svalových skupin zejména svalů dýchacích podílejících se na objemových změnách hrudní dutiny, dále pak krčních, mezižeberních a zádových svalů, bránice a některých svalů horních končetin. Mimo to vytváří oporu kostem pletenců lopatkových (Merkunová a Orel, 2009, s. 47; Dylevský, 2019, s. 53).

Kostěný základ hrudníku je tvořen hrudní kostí, žebry, která se dorzálně připojují k hrudní obratlům.

Hrudní kost (sternum) je plochá, hmatná, nepárová kost ve střední části přední strany hrudníku. Její horní část tvoří rukověť (manubrium), prostřední část pak tělo (corpus sterni) a v dolní části se nachází mečovitý výběžek (processus xyphoideus). Všechny části sternu jsou navzájem spojeny chrupavkou, která může být v seniorním věku osifikovaná. Po stranách hrudní kosti jsou umístěny zářezy, do kterých jsou vloženy nahoře při rukověti klíční kost (clavicula) a kaudálně jednotlivá žebra. V hrudní kosti mezi přední a vnitřní kompaktní kostní laminou se nachází kostní dřev.

Člověk má celkem 12 párů žeber (costae). Prvních 7 horních párů žeber (žebra pravá-costae verae) je připojeno ke kosti hrudní, další 3 páry (žebra nepravá – costae spuriae) se prostřednictvím chrupavčitých konců spojují navzájem a připojují se k poslednímu pravému žeburu a poslední 2 páry (žebra volná – costae liberae) končí volně mezi svaly břišní stěny. Žebra mají protáhlé obloukovité tělo (corpus) přecházející v zadní části v krček (collum) a posléze hlavičku (caput), kloubně spojenou s těly hrudních obratlů. Žebro je k páteři připojeno kloubně na 2 místech, a to jednak prostřednictvím hlavičky přiložené k tělu obratle předchozího, poté k meziobratlové ploténce a také k tělu obratle následujícího. Druhé připojení je hrbolek (tuberculum) žebra připojujícího se k příčnému výběžku obratle. Oba klouby jsou zesíleny řadou vazů. Tělo žebra je zakřiveno a ventrálně přechází v chrupavčitou část. Žebra jsou zakřivena ve 3 rovinách – předozadní, příčné a podél své osy. Mezi žebry jsou mezižeberní prostory (Merkunová a Orel, 2009, s. 47; Naňka a Elišková, 2015, s. 25).

Hrudních obratlů je 12 (vertebrae thoracicae, Th₁-Th₁₂) a skládají se z trnového výběžku, oblouku obratle, kloubního výběžku, příčného výběžku, obratlového otvoru a těla obratle.

Z rentgenologického jsou významné v dutině hrudní zejména tyto orgány jako plíce, srdce, jícen a velké cévy.

Plíce (pulmones) jsou párový orgán ve tvaru komolého kužele vyplňující převážnou část dutiny hrudní, přičemž každé plicní křídlo je v odděleném prostoru prostřednictvím mezihrudí (mediastina) dělicího dutinu hrudní na dvě poloviny. Mají houbovitou konzistenci, jsou měkké a na pohmat pružné. Vzhledem k tomu, že jsou plíce měkké a tvarem se přizpůsobují okolním orgánům, jsou na nich patrné otisky. Průměrná hmotnost obou plic je přibližně 750 gramů. Povrch plic kryje samostatná blána poplicnice (pleura visceralis), vnitřní stěnu hrudníku pak blána pohrudnice (pleura parietalis). Mezi oběma blanami je prostor označovaný jako pleurální dutina, ve kterém je negativní tlak a obsahuje malé množství vazké tekutiny zmenšující tření mezi blanami (Naňka a Elišková., 2015, s. 182–183).

Vlastní plicní tkáň tvoří průdušky (bronchy) různé velikosti, velké množství elastického vaziva, cévy a nervy. Zatímco v dětském věku jsou růžové, v dospělosti pak šedočerné v důsledku vdechovaného prachu. Plíce má hrot (apex pulmonis) přesahující horní okraj klíční kosti (clavicula) a konkávně vydutou bazi (basis pulmonis) naléhající na brániční klenbu (facies diaphragmatica). Zevní plocha je konvexní a naléhá na hrudní stěnu (facies costalis). Na vnitřní do mediastina přivracené ploše (facies mediastinalis) se nachází plicní hilus, ve kterém vstupuje do plíce hlavní bronchus, plicní tepna (arteria pulmonalis), plicní žíly (venae pulmonales) nutritivní aa. bronchiales a také se zde nachází mízní uzliny. Pravá plíce je složena ze tří laloků (lobus superior, medius a inferior), levá plíce ze dvou laloků (lobus superior a inferior). Laloky jsou od sebe odděleny rýhami a navzájem se dotýkají interlobárními rýhami. Laloky se člení na samostatné plicní segmenty (část plic ventilovaná jedním bronchem a vyživována jednou větví plicní tepny), které jsou od sebe odděleny vazivem a lalůčky (lobules). Do každé plíce, laloku a segmentu vstupuje samostatná průduška, do každého lalůčku pak koncová průdušinka (bronchioli terminales). Koncová průdušinka se rozděluje v respirační průdušinky (bronchioli respiratorii) a ty dále v alveolární chodbičky (ductuli alveolares) končící plicními váčky (saculli alveolares), které se vyklenují v plicní sklípky (alveoli pulmonis). (Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 217–21; Naňka a Elišková, 2015, s. 184–185; Merkunová a Orel., 2009, s.118–119; Kočárek, 2010, s. 126).

Srdce je dutý svalově vazivový orgán kuželovitého tvaru, přičemž širší base směřuje vpravo, dozadu a nahoru, užší a oblý hrot (apex) je situován vlevo, vpřed a dolů. Je uloženo na bránici (diaphragma) v mezihrudí mezi plícemi ohraničený vpředu hrudní kostí a vzadu páteří. Z větší části je umístěno vlevo od střední čáry. Lidské srdce je rozděleno na čtyři dutiny konkrétně na dvě síně (atria) a dvě komory (ventriculi). Pravá síň (atrium dextrum) a pravá komora (ventriculus dexter) tvoří pravé srdce oddělené síňovou (septum interatriale) a komorovou přepážkou (septum interventriculare) od levé síně a komory vytvářející levé srdce. Mezi pravou síní a pravou komorou se nachází trojcípá chlopeň (valva tricuspidalis) a mezi levou síní a levou komorou dvojcípá chlopeň (valva bicuspidalis). Při odstupu plicního kmene (truncus pulmonalis) z pravé komory a srdečnice (aorty) z levé komory se nachází chlopně poloměsíčité (valvae semilunares). Dospělé srdce váží přibližně 250–390 gramů, průměrně 300 gramů a má velikost přibližně sevřené pěsti. S věkem jeho hmotnost stoupá, avšak v seniorním věku se může mírně snižovat (Dylevský, 2019, s. 111; Naňka a Elišková, 2015, s. 93-94; Havlíček et al., 2019, s. 150-156).

Srdeční stěna je tvořena třemi základními vrstvami endokardem, myokardem a perikardem. Vnitřní vrstva (endokard) je výstelka pokrývající stěny srdečních dutin a mezi síněmi a komorami tvoří cípaté chlopně. Střední vrstvou srdeční stěny je srdeční svalovina (myokard), která je nejmohutnější a svým uspořádáním stojí na rozhraní mezi typickou buněčnou strukturou hladké svaloviny a vláknitou stavbou příčně pruhovaného svalu. Její síťovitá stavba umožňuje rychlý a dokonalý rozvod nervových vzruchů vedoucích k postupnému, vlnovitému smršťování srdečního svalu. Stěny komor mají oproti stěnám síní mohutnější vrstvu svaloviny, přičemž nejmohutnější svalovina je v levé komoře. Povrch srdce je pokryt vazivovým přísrdečníkem (epikardem), který podél cév vstupujících a vystupujících ze srdce přechází v pevný vazivový osrdečník (perikard) zajišťující ochranný obal kolem srdce. Štěrbínovitý prostor mezi epikardem a perikardem formuje dutinu perikardu, ve které je malé množství tekutiny, jejíž úkolem je omezit tření mezi oběma listy (Dylevský, 2019, s. 111–112; Merkunová a Orel, 2015, s. 87).

Převodní srdeční systém je složen ze srdečních svalových buněk, které se však od pracovního myokardu liší, jak po stránce stavební, tak i funkční. Je světlejší, neboť obsahuje více cytoplazmy s vysokým obsahem glykogenu a s malým množstvím myofibril. Anatomicky se převodní srdeční systém skládá ze sinoatriálního uzlu (nodus sinoatrialis) ležícího při ústí horní duté žíly do pravé síně, dále pak ze síňokomorového uzlu (nodus atroventricularis) umístěného v dolní části pravé síně v přepážce mezi síněmi, ze kterého vychází Hisův svazek, záhy se

rozdělující na Tawarova raménka běžící dále mezikomorovou přepážkou k srdečnímu hrotu a dále se rozdělující na Purkyňova vlákna.

Jícen (oesophagus) je svalová trubice navazující na hltan, ležící v mezihrudí za průdušnicí (tracheou), před páteří procházející bránicí a napojující se první úsek žaludku. Jeho délka je u dospělého člověka přibližně 25–28 cm. V prvních 2/3 jícnu je svalovina příčně pruhovaná, která v dolním úseku přechází do hladké svaloviny břišního oddílu trávicí trubice. Na rozhraní hltanu a jícnu se nachází horní jícnový svěrač, mezi jícnem a žaludkem dolní jícnový svěrač. Oba se uplatňují při posunu sousta. V klidu jsou stěny jícnu přiloženy k sobě (Dylevský, 2019, s. 167; Křivánková, 2019, s. 90).

Z významných cév pro rentgenologii lze zmínit v dutině hrudní aortu a horní a dolní dutou žílu. Srdečnice (aorta) vystupuje z levé komory srdeční a otáčí se obloukem dozadu k páteři. Má čtyři části, přičemž v dutině hrudní se nachází vzestupná aorta, oblouk aorty a hrudní aorta. Ze vzestupné aorty (aorta ascendens) odstupují jako první větve dvě věnčité tepny pravá a levá (a. coronaria dextra et sinistra). Z aortálního oblouku odstupují tepny pro hlavu, krk a horní končetiny – hlavopážní tepna (truncus brachiocephalicus) dělí se na pravou společnou krkavici (a. carotis communis dextra) a pravou podklíčkovou tepnu (a. subclavia dextra), dále pak levá společná krkavice (a. carotis communis sinistra) a levá podklíčková tepna (a. subclavia sinistra). Z hrudní části aorty (a. thoracica) pak odstupují tepny zásobující svými větvemi hrudní stěnu (mezižeberní větve), jícen, osrdečník, mezihrudí, část hrudní plochy bránice a větší průdušky (Naňka a Elišková, 2015, s. 105; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 277–278; Dylevský, 2019, s. 120-121).

Horní dutá žíla (vena cava superior) vzniká soutokem žil přivádějících krev z hlavy, krku a horních končetin. Horní dutá žíla vzniká soutokem pravé a levé žíly hlavopážní (v. brachiocephalica dextra et sinistra) a ta vzniká spojením pravé a levé vnitřní hrdelní žíly (v. jugularis interna) s pravou a levou podklíčkovou žílou (v. subclavia) (Dylevský, 2019, s. 124; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 294–296; Merkunová a Orel, 2015, s. 99).

Dolní dutá žíla (vena cava inferior) odvádějící krev z dolních končetin, pánve a párových orgánů uložených v dutině břišní. Zevní a vnitřní kyčelní žíla se spojují a vytvářejí dolní dutou žílu ležící vpravo od aorty. Dolní dutá žíla se ve svém průběhu od aorty postupně vzdaluje směrem doprava, pod játra a prochází bránicí do pravé síně (Dylevský, 2019, s. 124; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 294–296; Merkunová a Orel, 2015, s. 99).

2.4.2 Anatomie dutiny břišní a orgánů v dutině břišní

Dutina břišní (cavitas abdominalis) je prostor od bránice až po malou pánev, kde přechází v dutinu pánevní (cavitas pelvis), přičemž hranicí je kostěná hrana pánevní kosti (linea terminalis). Břišní dutinu vystýlá lesklá hladká blána nástěnná pobřišnice (peritoneum parietale) přecházející na jednotlivé orgány v dutině břišní či pánevní, na kterých vytváří lesklý blanitý povlak (peritoneum viscerale). Na některé orgány (např. žaludek, střeva) přechází podél jejich cév ve formě závěsných duplikatur (mesenteria). V prostoru mezi blanami lze nalézt řídké tukové vazivo, mízní uzliny, cévy, nervy. Odstup závěsů od zadní stěny břišní je nazýván jako radix mesenterii (Naňka a Elišková, 2015, s. 168; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 201).

Pokud jsou orgány v dutině břišní uloženy tak, že je peritoneum celé povléká a tvoří serózní vrstvu stěny orgánů, označují se tyto orgány jako intraperitoneální (např. žaludek, játra, slezina, větší část tenkého střeva a převážná část tlustého střeva). Pokud jsou některé orgány v dutině břišní pokryty orgánovým peritoneem pouze na přední straně či nemají peritoneální obal, pak se označují jako extraperitoneální, v případě uložení k zadní stěně trupu u páteře jsou orgány vedeny jako retroperitoneální (část dvanáctníku a slinivky břišní, nadledviny, ledviny, močovody, velké břišní tepny a žíly). Povrch peritonea pokrývá jednovrstevný plochy epitel (mesotel). V peritoneální dutině se nachází také malé množství tekutiny (liquor peritonei) zajišťující kluzavý pohyb intraperitoneálních orgánů. Peritoneum představuje velkou plochu, na které se vstřebávají látky. Při každém zánětu je zaplaveno velkým množstvím toxických látek, přičemž tato poškození mohou vést ke slepování pobřišnice a následnému vzniku srůstů, které na jednu stranu omezí šíření infekce, avšak na druhou stranu mohou omezit volný průchod či pohyb na vybraných částech trávicí trubice (Dylevský, 2019, s. 179–180; Naňka a Elišková, 2015, s. 168-69).

Níže je stručně popsána anatomie orgánů a cév uložených v dutině břišní, které jsou významné z hlediska radiodiagnostiky.

Játra (hepar) jsou největší žlázou trávicího systému i celého těla. Jejich hmotnost je u dospělého člověka přibližně 1300-1700 gramů. Jsou lokalizována v dutině břišní pod pravý žeberním obloukem, směrem vlevo přesahují střední čáru a horní klenbou se dotýkají bránice. K bránici jsou fixována prostřednictvím vazivového pouzdra pokrývajícího celý orgán. Na zevní, přední ploše jsou játra rozdělena na pravý a menší levý lalok, dále pak na vnitřní, zadní a dolní ploše jater na lalok čtvercový a lalok dolní duté žíly. Příčný zářez tzv. jaterní brána (porta) obsahuje útvary, kterými jsou především jaterní žlučovody odvádějící žluč z jater, jaterní tepna (a.

hepatica communis posléze dělí se na a. hepatica dextra a sinistra) zásobující játra kyslíkem a vrátnicová žíla (vena portae) přivádějící krev z nepárových břišních orgánů zejména ze střevní stěny. Metabolickou cirkulaci jater zajišťuje portální jaterní oběh. Společně s větvemi portální žíly probíhají játry větší žlučovody, větve jaterní tepny a mízní vlásečnice. Základní stavební a funkční jednotkou jaterní tkáně je jaterní lalůček (lobulus) mající tvar nepravidelného šestihranu. Je složen z trámců jaterních buněk (hepatocytů) hvězdicovitě uspořádaných kolem centrální žíly. Trámec je tvořen 2 řadami těsně k sobě přiložených jaterních buněk. Větve v. portae probíhají mezi lalůčky a trámci. Hepatocyty mají ve svém seřazení v trámci 2 pólýkrevní a žlučový (Merkunová a Orel, 2015, s. 138, Křivánková, 2019, s. 98–99).

Žlučník (vesica fellea) je váček hruškovitého tvaru o objemu přibližně 50–60 ml uložený na spodní straně jater a sloužící jako rezervoár žluči. Je složen ze 3 částí – fundus, corpus a collum přecházející v ductus cysticus. Sliznice je tvořena z četné řasy schopné vstřebávat velké množství vody, čímž se žluč zahušťuje (Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 199).

Slezina (lien) se nachází v břišní dutině pod levou klenbou žeberní mezi žaludkem a bránicí hluboko při páteři a je řazena k hemolymfatickým orgánům. V dlouhé ose sleduje průběh desátého žebra, její délka u dospělého člověka je přibližně 12 cm a průměrná hmotnost okolo 120–160 g. Tvarově připomíná kávové zrna. Na spodní ploše se nachází branka, kterou do sleziny vstupuje slezinná tepna (a. lienalis), a naopak z ní vystupuje slezinná žíla (v. lienalis) a mízní cévy. Povrch sleziny je pokryt vazivovým pouzdem (capsula fibrosa) s malým obsahem hladké svaloviny. Z pouzdra vystupují do nitra sleziny vazivové trámečky mezi, kterými je uložena vlastní funkční tkáň, bílá a červená dřev (pulpa). Zatímco bílá pulpa vzniká nahromaděním lymfatické tkáně ve formě lymfatických uzlíků a periarteriálních pochev, tak červená pulpa je tvořena žilními sinusy a pásy tkáně obsahujícími červené krvinky, bílé krvinky či plazmatické buňky.

Žlučové cesty začínají ve žlučových kapilárách lalůčku, spojují se a vytváří nitrojaterní žlučovody, které vystupují v místě porta hepatis jako extrahepatální pravý a levý žlučovod (ductus hepaticus dexter et sinister). Žlučovody vystupují z pravého a levého jaterního laloku a po jejich spojení vzniká společný jaterní vývod (ductus hepaticus communis). K němu se po krátkém průběhu připojuje žlučníkový vývod (ductus cysticus). Spojení žlučníkového a jaterního společného vývodu vzniká žlučovod (ductus choledochus), prostřednictvím kterého ústí žlučové cesty do dvanáctníku (duodena). Ductus choledochus prochází za dvanáctníkem a za hlavou slinivky břišní se spojuje s pankreatickým vývodem (ductus pancreaticus major) a

společně tvoří ampulu vyústující na dvanáctíkové papile (papilla Vateri). Ústí žlučového a pankreatického vývodu je ovládáno Oddiho svěračem (Dylevský, 2019, s. 174–175; Merkunová a Orel, 2015, s. 139).

Slinivka břišní (pancreas) je relativně úzká smíšená žláza v délce přibližně 28 cm, umístěná retroperitonálně v oblouku dvanáctníku, mezi žaludkem a zadní stěnou břišní. Skládá se z hlavy (caput) fixované vazivem ke dvanáctníku, těla (corpus) a ocasu (cauda) fixovaného ke slezině. Je převážně žlázou se zevní sekrecí, avšak v hmotě žlázy jsou umístěny i ostrůvky buněk s vnitřní sekrecí. Zevně sekretorická část je složena z nepravidelných lalůčků (acinů), jejichž buňky produkují pankreatickou šťávu pomáhající štěpit tuky a bílkoviny. Drobné vývody lalůčků se spojují a vytvářejí pankreatický vývod (ductus pancreaticus) probíhajícího horizontálně a ústícího společně se žlučovodem na dvanáctíkové papile. Horní část hlavy je drénována menším pankreatickým vývodem (ductus pancreaticus accessorius). Vnitřně sekretorická část se nachází v Langerhansenových ostrůvcích a stavebně se liší od zbylé části žlázy. Jsou složeny z buněčných trámců, mezi kterými probíhá céva. Nemají samostatné vývody a produkují hormony inzulin a glukagon (Naňka a Elišková, 2015, s.168-69; Dylevský, 2019, s. 175).

Žaludek (gaster, ventriculus) je umístěn v dutině břišní pod bránicí, rozprostřený pod levým žeberním obloukem směrem k pupku. Jedná se o rozšířený vakovitý oddíl trávicí trubice spojující jícen a dvanáctník. Přejít jícnu v žaludek je v česle (kardie), poté následuje tělo žaludku (corpus ventriculi), které se doleva nahoru vyklenuje v klenbu (fornix). Směrem doleva a vpravo se zužuje v trubicovitý vrátník (pylorus). Žaludek může mít různý tvar v závislosti na náplni, napětí jeho stěny, na poloze těla či somatotypu člověka. Žaludek má přední a zadní stěnu, které se stýkající se ve 2 ohbích – horním a konkávním, rozsahem menším zakřivením (curvatura minor) směřujícím doprava a dolním větším zakřivením (curvatura major) směřujícím konvexito dolů a doleva. Od hilu jater se na malou kurvaturu upíná omentum minus, od velké kurvatury pak odstupuje velký závěs omentum majus. Zadní stěna žaludku tvoří stěnu bursa omentalis (Merkunová a Orel, 2015, s.134-35; Křivánková, 2019, s. 90–91; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 186-187).

Tenké střevo (intestinum tenue) je do kliček prohýbaná část trávicí trubice, která je u dospělého člověka dlouhá přibližně 3-5 metrů. Skládá se ze 3 na sebe postupně navazujících oddílů. Prvním oddílem, který navazuje na pylor, je dvanáctník (duodenum) uložený za velkým zakřivením žaludku tvořící oblouk otevřený směrem vlevo, v jehož konkavitě spočívá hlava

pankreatu (někdy označován jako duodenální okno). Je přibližně 25–28 cm dlouhý, a dělí se na pars superior, pars descendens, pars horizontalis a pars ascendens. Sliznice má ploché klky a je složena z kruhové řasy (plicae circulares), avšak v horní části duodena řasy chybí a sliznice je hladká. Obsahuje žlázy dvojího druhu konkrétně glandulae intestinales produkující izotonickou tekutinu, do které jsou z enterocytů uvolňovány enzymy a glandulae duodinales (Brunnerovy buňky) tvořící alkalický sekret. Druhým oddílem je lačník jejunum a posledním pak kyčelník (ileum), který je rozměrově nejdelší. Lačník a kyčelník jsou uloženy pod mesocolon transversum. Převážně prázdné jejunum tvoří 2/5 délky střeva je rozloženo v levé horní části peritoneální dutiny. Kyčelník leží zejména v pravé dolní části. Střevo leží zavěšeno na peritoneální duplikatuře (mesenterium). Zatímco jejunum je narůžovělé a širší, ileum je bledší a užší. Ileum se napojuje v pravé jámě kyčelní ileocekálním ústím (ostium ileocaecale). Je zde vytvořen chlopeň, směřující střevní obsah do tlustého střeva. V tenkém střevě probíhá největší část trávení potravy a vstřebávání jednoduchých složek rozštěpené potravy glukagon (Merkunová a Orel, 2015, s. 140–141; Naňka a Elišková, 2015, s.157-158; Dylevský, 2019, s.170-171).

Tlusté střevo (intestinum crassum) je konečným asi 1,5 metru dlouhým oddílem trávicí trubice. Má tyto části - slepé střevo (caecum) v pravé dolní části dutiny břišní, přičemž v oblasti pod chlopni z něho vystupuje červovitý přívěsek (appendix), vzestupný tračník (colon ascendens) směřující vzhůru pod játra, příčný tračník (colon transversum) běžící napříč od jater ke slezině, sestupný tračník (colon descendens) směřující svisle k hřebenu kosti kyčelní, esovitá klička (colon sigmoideum) pokračuje jako úsek stáčeující se do středu pánve a konečník (rectum) směřující před křížovou kostí a kostrčí a vyúsťující řitním otvorem (anus) na povrch těla. Otvor je uzavřen dvojicí svěračů (vnitřního a zevního) (Novotný a Hruška, 2015, s. 90).

Stěna tlustého střeva je poměrně tenká, má vrstvy charakteristické pro orgány trávicí trubice, avšak podélná svalovina má specifické upořádání. Téměř po celé délce je zesílena do 3 svazků, ale v částech mezi pruhy je oslabena či chybí. Redukce podélné stěny se projevuje výdutěmi stěny tzv. haustrací (Naňka a Elišková, 2015, s. 160–161; Dylevský, 2019, s. 176–177; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 191–193).

Ledvina (ren) je párový orgán fazolovitého tvaru, uložený po obou stranách bederní páteře v retroperitoneálním prostoru ve výši Th₁₂ a L₂. Obvyklé rozměry pro dospělého člověka jsou 12 x 6 x 3 cm a hmotnost přibližně 120 g. Jejich konzistence je elastická, práva ledvina je uložena níže než levá. Ledviny jsou připojeny renálními tepnami (a. renalis) na břišní aortu a

renálními žilami (*v. renalis*) na dolní dutou žílu. Uprostřed hrany ledviny je branka (*hilus*), kterou z ledviny vystupuje močovod (*ureter*) a zanořují se cévy společně s nervy. Na povrchu ledviny se nachází jemné vazivové pouzdro postupně přecházející na močovod, poté ochranná tuková vrstva a vše překrývá zevní vazivová povázka zajišťující fixaci ledviny k okolním strukturám. Kůra (*cortex renalis*) se nachází těsně pod vazivovým pouzdem na povrchu ledviny, oproti dřeni je světlejší. Kůra je oproti dřeni (*medulla renalis*) ohraničená zvlněnou hranicí vznikající tím, že dřev je upravena do několika pyramidových útvarů, kdežto korová vrstva vytváří úzký pásěk vybíhající mezi pyramidy ve dřeni. Kůra obsahuje přibližně milion nefronů. Ledvinová pánvička je prostor nálevkovitého tvaru obkružující branku, na několika místech pak vybíhá do dřevě v podobě ledvinových kalichů, na opačné straně se zužuje v močovod (Novotný a Hruška, 2015, s. 100).

Nefron je základní stavební a funkční jednotka ledvin. První částí nefronu je Malpighiho tělísko, složené z klubička kapilár (*glomerulu*) vznikajícího větvením přívodné tepénky a dvojitého Bowmanova pouzdra obklopujícího klubičko. Pokračování Bowmanova pouzdra je stočený kanálek (*proximální tubulus*), na který pak navazuje Henleova klička s tvarem vlásenky (tenká sestupná a vzestupná část končící tlustým segmentem. Na kličku navazuje distální kanálek. Na konci je sběrací kanálek, do něhož ústí několik distálních tubulů. Tento kanálek vyústí do kalichu pánvičky (*calices renales*) na ledvinné papile (*papilla renalis*). Glomeruly, počáteční části proximálních a distálních tubulů a počáteční části sběrných kanálků leží v kůře, přímé části proximálních a distálních tubulů, Henleovy kličky a převážná část sběracích kanálků probíhají v pyramidách dřevě (Dylevský, 2019, s. 197–200; Merkunová a Orel, 2015, s. 165–167; Kočárek, 2010, s. 171).

Břišní aorta (*aorta abdominalis*) patří k významným cévám v dutině břišní. Jako první z ní odstupují pravá a levá ledvinná tepna (*a. renalis dextra et sinistra*) a párové tepny k pohlavním žlázám – pravá a levá tepna varlat (*a. testiculares dextra et sinistra*) u muže a pravá a levá tepna vaječnicková (*a. ovarica dextra et sinistra*) u ženy. Do nadledvin pak přivádí krev *a. suprarenales*. V oblasti beder se břišní aorta dělí na pravou a levou společnou kyčelní tepnu (*a. iliaca communis dextra et sinistra*), posléze se opět rozděluje na vnitřní a zevní kyčelní tepnu (*a. iliaca interna et externa*) (Merkunová a Orel, 2015, s. 96; Hudák, Kachlík a Volný, 2017, s. 227–228).

2.5 Úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní

2.5.1 Kompetence radiologického asistenta

Úloha radiologické asistenta vyplývá z §8 Zákona č. 96/2004 Sb., o zdravotnických nelékařských povoláních, ve znění pozdějších předpisů (poslední aktualizace z. č. 176/2019 Sb.) a vyhlášky č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, § 7 ve znění pozdějších předpisů (poslední aktualizace v. č. 252/2019 Sb.) a také z ustanovení § 7 vyhlášky č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů a kvalifikační standard přípravy na výkon zdravotnického povolání radiologického asistenta zveřejněný ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR č. 2/2020. (Česko, 2004; Česko, 2011; Česko, 2005; MZ ČR, 2020).

Z výše uvedeného kvalifikačního standardu pro výkon zdravotnického povolání plyne, že profese RA zahrnuje 4 základní oblasti kompetencí konkrétně tedy autonomní, kooperativní, kompetence radiologického asistenta v oblasti výzkumu a vývoje radiologie a dále v oblasti managementu a kvality poskytovaných zdravotních služeb (Česko, 2020).

Z kvalifikačního standardu na výkon zdravotnického povolání radiologický asistent plyne, že RA musí umět samostatně řešit úkoly související s výkony na radiodiagnostickém oddělení, radioterapii a oddělení nukleární medicíny. Ovládat také musí základní praktické postupy a specifické činnosti při poskytování specifické ošetrovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony za použití příslušných přístrojových technologií. S ohledem na psychologické, sociální, ekonomické, společensko-kulturní a duchovní odlišnosti způsobu života pacientů je schopen adekvátně komunikovat s pacienty v různých situacích.

Z Vyhlášky č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, § 7 ve znění pozdějších předpisů vyplývá že RA může bez odborného dohledu a bez indikace: provádět a vyhodnocovat zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť; zajišťovat, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany (RO), a v rozsahu své odborné způsobilosti vykonávat činnosti při zajišťování optimalizace RO včetně zabezpečování jakosti, vykonávat činnosti zvláště důležité z hlediska RO; provádět specifickou ošetrovatelskou péči související s radiologickými výkony; přejímat, kontrolovat a ukládat léčivé přípravky, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu; přejímat,

kontrolovat a ukládat zdravotnické prostředky a prádlo, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu (Česko, 2011; Česko, 2020).

Dle výše zmiňované Vyhlášky č. 55/2011 o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, § 7 ve znění pozdějších předpisů RA a kvalifikačního standardu zveřejněného MZ ČR ve Věstníku č. 2/2020 může provádět jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření, a to skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových, peroperační skiaskopii, kostní denzitometrii a nese za ně klinickou odpovědnost podle zákona o specifických zdravotních službách (Česko, 2011; Česko, 2020).

Dále pak RA může provádět bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétní provedení. Může provádět radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření, asistovat a instrumentovat při postupech intervenční radiologie, provádět léčebné ozařovací techniky či nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy. Za tuto část přebírá klinickou odpovědnost podle zákona o specifických zdravotních službách (Česko, 2011; Česko, 2020).

Bez odborného dohledu, avšak na základě indikace může RA provádět léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření, dále pak aplikovat léčivé přípravky nutné k provedení výkonů prostřednictvím trávicího traktu, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí a může také zavádět periferní žilní katétry (Česko, 2011; Česko, 2020).

RA může pod odborným dohledem lékaře aplikovat intravenózní léčiva nutná k realizaci postupů. Pod odborným dohledem radiačního fyzika se specializovanou způsobilostí může RA v radioterapii dílčí činnosti při plánování radioterapie (Česko, 2011; Česko, 2020).

2.5.2 Úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní

Radiologický asistent musí při výkonu svého povolání dodržovat celostní přístup k vyšetřované osobě. U déletrvajících výkonů se pak snaží zajistit, aby vyšetřovaný nestrádal v oblasti základních lidských potřeb. Důležitou roli sehraává při dopomoci vyšetřovaným s omezenou pohyblivostí, snaží se minimalizovat bolest při polohování vyšetřovaných, zajišťovat tepelný komfort a případnou intimitu vyšetřovaného, podílí se na emoční podpoře vyšetřovaného, snaží se minimalizovat případný strach a úzkost.

U malých dětí či osob nespolupracujících, pokud nepostačí fixace, je přítomna vyšetření doprovázející osoba za podmínek uvedených v kapitole 2.3.3.

Při vyšetřování pacientů, kteří nebyli objednáni na vyšetření předem, je nezbytné provést určité třídění na základě klinické závažnosti, neboť se obvykle jedná o akutní případy. Pacienti v těžkém stavu, musí být vždy pod dozorem buď lékaře anebo jiného zdravotnického pracovníka. V případě akutního příjmu, je vhodné informovat objednané pacienty k plánovanému vyšetření na možnou posun vyšetření.

Ve většině případů přichází vyšetřovaný do kartotéky radiologického oddělení, kde předá radiologickému asistentovi vyplněnou žádanku od indikujícího lékaře.

Na žadance musí být povinně uvedeny od indikujícího lékaře tyto údaje – jednoznačná identifikace vyšetřovaného, jasná specifikace vyšetření (oblast a modalita), klinická diagnóza s číselným kódem MKN, indikaci – očekávaný přínos není-li jasný z klinické dg, v případě podání kontrastní látky alergologická anamnéza + případné kontraindikace k podání KL, informace o předchozích vyšetřeních se stejnou nebo podobnou indikací není-li to zřejmé ze zdravotnické dokumentace, jméno a podpis indikujícího lékaře, razítko indikujícího pracoviště (pokud žádanka vystavena u stejného zřizovatele, pak razítko být nemusí), datum vystavení žádanky případně datum objednání vyšetření, v případě snímkování trupu výšku, hmotnost a pohlaví vyšetřovaného, informaci o graviditě žen mezi 15–50 let v případě, že se jedná o ozáření mezi bránicí a kostmi stydkými (Heřman et al., 2014, s. 13).

Před provedením výkonu posoudí indikaci k výkonu uvedenou na žadance aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění zvláště se zřetelem na možnosti využití jiných metod než těch využívajících IZ (např. USG, MR) na zbytečná či opakovaná vyšetření a na volbu vhodné modality a typu vyšetření umožňujícího získání požadované informace s minimální dávkou, kdy zváží cíl a očekávaný přínos vyžadovaného lékařského ozáření.

U výkonů s indikací posuzovanou radiologickým asistentem výkon buď schválí, určí pracoviště a konkrétní zdroj ionizujícího záření (IZ), termín a čas lékařského ozáření (LO) a aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část lékařského ozáření. V případě, že by radiologický asistent indikaci neschválil, postoupí žádanku lékaři specialistovi včetně všech informací a také odůvodnění, proč indikaci neschválil. Dle Věstníku MZ ČR částka 3/2019 se lékař specialista tímto stává aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění a posoudí indikaci s ohledem na informace získané od RA a dále postupuje jako v případech, které nejsou s indikací posuzovanou radiologickým asistentem. Podobně RA postupuje i

v případech pochybnosti o indikaci např. opakování lékařského ozáření v krátkém časovém odstupu, nečitelnost či nedostatečné informace na žádance (Česko, 2019).

Jestliže je vyšetřovaná osoba nespolupracující, kterou nelze řešit např. fixací či držením s výstupem vhodným pro diagnostické hodnocení nelze vyšetření provést.

Radiologický asistent vloží údaje ze žádanky do nemocničního informačního systému (NIS) a založí se protokol. Pokud není uvedeno v žádance, tak od vyšetřovaného zjistí jeho tělesnou váhu a tělesnou výšku a pro kontrolu si znovu ověří, která oblast se bude vyšetřovat. Do protokolu se nastaví projekce uvedené na žádance. Poté se připraví přístroj dle plánované projekce. Je-li přístroj připraven, zavolá si RA vyšetřovaného do kabinky, kde provede aktivní identifikaci (dotaz na jméno, datum narození a porovnání se žádankou a zdravotnickou dokumentací), u žen v reprodukčním věku (dle NRS mezi 15.– 50. rokem) zjišťuje možnost případného těhotenství. Uvede-li pacientka, že není těhotná, pak tuto informaci žena stvrzuje svým podpisem na žádance. Poté následuje edukace spojená s konkrétním výkonem a vyšetřovaný se vyzve, aby se svlékl v rozsahu odpovídajícímu plánované projekci. Písemný souhlas s vyšetřením se podepisuje pouze v případě intravenózní vylučovací urografie (IVU).

V případě, že vyšetřovaný odmítne podstoupit lékařské ozáření, aplikující odborník provede záznam do zdravotnické dokumentace a vyšetřovaný odmítnutí stvrdí svým podpisem. Nemůže-li se vyšetřovaný podepsat případně to odmítá, pak to podepíše aplikující odborník a svědek (Česko, 2019).

V případě RTG hrudníku se vyšetřovaný svléká do půl těla, sundávají se kovové předměty v oblasti zobrazení. V případě fixace, kovových implantátů či šperků, které nelze sundat, je nutné provést zápis na žádanku či radiogram. Vyšetřovaný je zaveden do ozařovny, a jsou na něj přiloženy stínící pomůcky (např. chrániče gonád). Následuje polohování vyšetřovaného dle požadovaného typu projekce, nastaví se vertigraf a vyšetřovaný je požádán radiologickým asistentem, aby se již nehýbal. Poté RA odejde do ovladovny a dá povel nadechnout a nedýchat (např. u RTG plic). Po posouzení technické kvality zobrazení a diagnostické výtěžnosti se RA vrátí k vyšetřovanému a vyzve ho, aby se oblékl a vrátil zpět na ambulanci odesílajícího lékaře případně domů/zpět na oddělení. Zhotovené snímky může radiologický asistent v počítači upravit a pak je odešle elektronicky k indikujícímu lékaři. Jestliže nebylo možné nastavit standardní projekci pro deformitu snímkované oblasti či vysokou bolestivost při vyšetření, pak musí být tato skutečnost zaznamenána na žádanku či radiogram (Česko, 2019)

V klinické praxi u RTG břicha obvykle platí, že se vyšetřovaný svléká do půl těla, kalhoty sundat případně stáhnout ke kolenům, odstranit pásky či kovové předměty v oblasti zobrazení. V případě fixace, kovových implantátů či šperků, které nelze sundat, je nutné provést zápis na žádanku či radiogram. Po svlečení odchází do vyšetřovny (místnosti s RTG přístrojem). U vyšetřovaných s omezenou pohyblivostí RA dopomůže zaujmout polohu a přiloží ochranné stínící pomůcky na gonády. Poté je vyšetřovaný polohován v souladu s požadovanou projekcí a upozorněn, aby se již nehýbal. RA pak odchází do ovladovny a zhotovuje požadovanou projekci. Jsou-li snímky v pořádku, vyšetřovaný se může obléknout a opustit prostory RTG. Radiologický asistent může zhotovené snímky poupravit pomocí softwaru (např. zvýraznění detailů, změny kontrastu) a pak odeslat indikujícímu lékaři. Trvá-li výkon déle např. u vylučovací urografie je nezbytné dbát i na tepelný komfort vyšetřovaného.

I v případě RTG břicha platí, že pokud nebylo možné nastavit standardní projekci pro deformitu snímkané oblasti či vysokou bolestivost při vyšetření, pak musí být tato skutečnost zaznamenána na žádanku či radiogram.

Po skončení vyšetření by měl pacient vyčkat než radiologický asistent či lékař rozhodnou, zda je snímek kvalitní a vyšetření se tudíž nemusí opakovat (Vomáčka et al., 2015, s. 74)

Expoziční parametry musí být nastaveny tak, aby umožňovaly dosažení požadované kvality zobrazení při minimální radiační zátěži. Mezi expoziční parametry patří elektrický potenciál mezi katodou a anodou rentgenky – napětí rentgenky (kV), proud rentgenky v kombinaci s expozičním časem respektive elektrické množství, což je součin proudu a expozičního času (mAs). V případě zobrazení dutiny břišní nelze volit napětí 120 kV, protože by došlo ke ztrátě kontrastu, avšak pro zobrazení hrudníku, to možné je, neboť hrudník má dostatečný vlastní kontrast (rozíl v součiniteli zeslabení plicní tkáně, měkkých tkání a kostí) a z toho důvodu pak ztráta kontrastu za použití vyššího napětí není limitující (Súkupová, 2018, s. 65)

Jak už bylo zmíněno výše splnění ukazatelů kvality a základní diagnostické výtěžnosti z pohledu technického provedení lékařského ozáření hodnotí vizuálně aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality (tedy radiologický asistent) podle specifikací h každého výkonu.

Na každém snímku se dle NRS – skiografie dospělých zveřejněných ve Věstníkú sleduje shoda zobrazované oblasti na radiogramu s indikovanou oblastí, projekční správnost zobrazení, viditelnost anatomických struktur, vyhovující ostrost a kontrast zobrazení, absence artefaktů

ovlivňujících diagnostické hodnocení, při CR a DDR musí hodnota expozičního indexu odpovídat správné úrovni expozice, v případě analogového zobrazení folie-film (FF) je zčernání snímku optimální. V případě, že je kvalita snímku nedostatečná, rozhodne RA anebo lékař, zda je nutné provést LO opětovně. Opakování snímkování spolu s uvedením příčiny zaznamená RA do záznamu o vyšetření a do záznamu o opakování snímků umístěných na pracovním místě elektronicky anebo v tištěné podobě. Jednou ročně pak vrchní RA s radiačním fyzikem provádějí analýzu počtu a příčin opakovaných expozic (Česko, 2019).

Záznam o ozáření může být veden i v elektronické podobě nebo je součástí záznamu o nálezu anebo záznamu o diagnostickém hodnocení. Záznam o ozáření musí obsahovat identifikaci vyšetřovaného (v případě snímkování trupu výška, váha a pohlaví, pokud se nedá dohledat v NIS), typ vyšetření a vyšetřovaná oblast, datum vyšetření, identifikace RTG zařízení, parametry pro stanovení dávky a hodnocení LO včetně opakovaných snímků, záznam o opakovaných vyšetřeních a jejich důvodech, jméno aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část LO a za hodnocení kvality zobrazení (v případě, že se jedná o jednu osobu, stačí uvést jednu).

V rámci provádění snímkování spolupracuje RA s lékařem specialistou radiologem. Na některých pracovištích může být přítomna i všeobecná/praktická sestra pomáhající s ošetrovatelskými výkony souvisejícími s radiologickým výkonem (např. zavádění PŽK před vyšetřením s kontrastní látkou, dohled nad pacienty po aplikaci KL).

2.5.3 Specifika práce RA při snímkování hrudníku a břicha na operačním sále

Je-li nezbytné při operačním výkonu použít rentgenologický přístroj, pak je nezbytné přizvat do operačního týmu radiologického asistenta oprávněného dle atomového zákona pracovat s ionizujícím zářením. Důležitým faktorem je, aby mezi operátorem, perioperační sestrou a radiologickým asistentem panovala souhra. Vzhledem ke specifitě práce radiologického asistenta na operačním sále, bývá většinou vyčleněn tým radiologických asistentů, kteří se na tuto oblast specializují. Radiologičtí pracovníci musí být seznámeni se standardními typy operací, aby věděli, co bude operátor potřebovat, do jaké polohy bude ukládán a jaké případné polohy C-ramene jsou pro možné.

Radiologický asistent přichází na operační sál přes zaměstnanecký filtr, kde se oblékne do prádla určeného pro čisté prostory. Poté se oblékne do ochranných stínících pracovních prostředků – ochranný nákrčník, olověnou zástěru, na kterou si připevní vlevo na hrudník osobní dozimetr. Je optimální, když se před výkonem domluví s operátorem na plánovaných

projekcí a odzkouší RTG přístroj. Po kontrole přístroje zarouškuje obíhající sestra C-rameno a vyzkouší se funkčnost přístroje. Monitory se natočí tak, aby na viděl jak operatér, tak i radiologický asistent. Do přístroje se zadají informace o pacientovi uvedené na žádance. RTG přístroj nastaví radiologický asistent tak, aby vyšetřovaný objekt uprostřed zesilovače. Pod pacientem je umístěn zdroj rentgenového záření procházející skrze vyšetřovaný objekt dopadající na RTG zesilovač. Záření je kontinuální, vzniká obraz, převedený televizním řetězcem na monitor. Vzniklý obraz lze zachytit na film, nebo vytisknout v tiskárně na printový papír (Miženková, 2007, s. 12-13)

Před vlastní skiaskopií se musí RA vždy přesvědčit, zda jsou na operačním sále přítomny pouze nezbytné osoby a zda jsou tyto osoby oblečeny do ochranných stínících pomůcek. Před vlastní expozicí musí být C-rameno v naprostém klidu, nezbytného k tomu, aby nedošlo ke znehodnocení výsledného obrazu. Po ukončení operace, udělá radiologický asistent z výsledných obrazů trvalý obrazový záznam, který uloží na přenosné médium či ho přepoše do PACSu. Do žádanky dopíše obdrženou dávku, expoziční čas a hodnoty použité při záření. RTG přístroj následně vypne, sundá z něho sterilní návleky a odpojí od napájecí sítě.

RTG přístroj včetně monitorů odveze mimo operační sál, kde se pak provede jeho mechanická očista a dezinfekce.

Do provozního deníku RTG přístroje musí zapsat jméno a příjmení pacienta, rodné číslo, číslo diagnózy, část ozařované části těla, expoziční čas, dávku obdrženého záření a hodnoty použité při záření (Miženková, 2007, s. 12-13).

2.5.4 Hodnocení radiogramu

Lékařské ozáření je ukončeno popisem radiogramu, který provádí lékař – specialista. Neodkladné musí být provedeno do jedné hodiny od provedení, ostatní radiogramy jsou vyhodnoceny nejpozději do následujícího pracovního dne. U složitějších vyšetření s nutností konzilia se může tento interval výjimečně prodloužit. Digitální radiogram je hodnocen výhradně na displeji, kdežto filmový radiogram na negatoskopu. V případě, že není možné provést radiologický popis, protože některé anatomické struktury nejsou zobrazeny, rozhodne lékař specialista o opakování vyšetření (Česko, 2019; Heřman, 2014, s. 15)

2.6 Edukace radiologickým asistentem při snímkování

Edukace pacientů je nedílnou součástí při poskytování zdravotní péče, tedy i při vykovávání profese radiologického asistenta. V dnešní době je edukace řazena mezi nejvyšší zájmy poskytovatelů zdravotní péče, neboť výrazně vzrostly nároky na kvalitu poskytované léčebné péče. Dostatečná a srozumitelná edukace umožňuje lepší aktivní spolupráci s pacientem a případně jeho doprovodem, snižuje pocit úzkosti z radiologického výkonu, někdy může zrychlit samotné provedení radiodiagnostického výkonu a zvyšuje vzdělanost pacientů. Pro potřeby této práce bude zmíněna charakteristika jednotlivých prvků edukace se zaměřením na radiologickou asistenci.

Pojem edukace je odvozen od latinského slova „*educio, educare*“ tedy vést vpřed, vychovávat (Magurová a Majerníková, 2009, s. 48). Edukace je souhrnný pojem pro tradiční výchovu a vzdělávání. Dle Průchy (2017, s. 66) se jedná o jednoslovný pojem, který je lépe operativní a působí vhodněji jako ekvivalent k anglickému termínu *education*. Juřeníková (2010, s. 9) charakterizuje edukaci jako „*proces soustavného ovlivňování chování a jednání jedince s cílem navodit pozitivní změny v jeho vědomostech, dovednostech, postojích a návycích*“.

Edukační proces ve zdravotnictví spočívá v předávání informací ve specifickém prostředí v rámci vztahu zdravotník a pacient, přičemž se skládá z následujících 5 fází, kterými jsou posouzení (sběr dat o vědomostech, dovednostech, postojích či návycích), dále pak stanovení edukační diagnózy (specifikování potřeb vyšetřovaného z pohledu rozsahu nedostatku jeho vědomostí), naplánování edukace (stanovení reálného cíle a výsledných kritérií) realizace edukace (vlastní provedení edukace) a na závěr zhodnocení edukace (kontrola úspěšnosti edukace) (Juřeníková, 2010, s. 21–66; Krátká, 2016, s. 45-46).

Dle Průchy (2017, s. 67) je za edukanta považován jakýkoliv subjekt učení v této oblasti bez ohledu na věk, pohlaví a prostředí ve, kterém edukace probíhá. Samozřejmě i samotný radiologický asistent může být subjektem edukace v rámci dalšího celoživotního vzdělávání, nicméně nejčastějším subjektem edukace na radiologickém oddělení v souvislosti se snímkováním hrudníku a dutiny břišní je vyšetřovaná osoba/pacient případně jeho doprovázející osoba (např. rodič, osoba blízká, jiný zdravotník), kterou právě edukuje radiologický asistent.

Edukátorem pro oblast radiologické asistence kterýkoliv aktér edukace, v tomto případě nejčastěji radiologický asistent, který musí informovat vyšetřovaného či jeho doprovod o naplánovaném výkonu souvisejícím s léčebným ozářením (Průcha, 2017, s. 87).

Obsahem edukace je kromě popisu výkonu, také informace, jak se má vyšetřovaná osoba a její doprovod v průběhu léčebného ozařování chovat, tak aby vyšetření proběhlo optimálním způsobem. V případě IVU se ještě podepisuje informovaný souhlas s výkonem. Obecně u výkonů souvisejících s podáním kontrastní látky je potřeba poučit vyšetřovaného o tom, jak postupovat při výskytu případných komplikací, jaká jsou opatření k zamezení alergické reakce či jaký je režim po provedení výkonu (Majerníková a Magurová, 2009, s. 51-52).

Ve vztahu k edukaci je důležité zvolit vhodnou edukační formu, edukační metodu, vhodné edukační prostředí a případně edukační prostředek.

Za edukační formu se považuje uspořádání vnějších organizačních stránek, tak aby radiologický asistent mohl edukaci efektivně provést. V radiologické asistenci se používá zejména individuální (edukován je pouze vyšetřovaný) anebo skupinová forma (edukován je vyšetřovaný i jeho doprovod) (Juřeníková, 2010, s. 34-36).

Edukačním prostředím je myšleno místo, kde edukace probíhá. V radiologické asistenci probíhá edukace v přípravné místnosti, v prostoru před kabinkou případně na vyšetřovně. Záleží na stavebním uspořádání radiologického oddělení (Magurová a Majerníková, 2009, s. 51; Průcha, 2017, s. 70).

Edukační metoda je charakterizována jako uspořádaný systém vyučovací činnosti edukátora a učebních aktivit edukantů směřujících k dosažení edukačního cíle. Z edukačních metod se v radiologické asistenci ve vztahu ke snímkování používá nejčastěji metoda vysvětlení, popisu, instruktáže či demonstrace (Zormanová, 2012, s. 36–55).

I při edukaci je nezbytné dodržovat některé edukační didaktické zásady jako např. zásadu individuálního přístupu, zásadu názornosti, zásadu přiměřenosti, zásadu spojení teorie s praxí, zásadu úcty ke každému člověku, zásadu operativnosti, zásadu uvědomělosti (Juřeníková, s. 31–33; Závodná, 2005, s. 85).

Edukačními prostředky jsou předměty materiální povahy slouží při edukaci jako podpůrný prostředek k dosažení a stanovení edukačních cílů tím, že přispívají ke zprostředkování obsahu učiva v názorné podobě. V radiologické asistenci to mohou být např. letáčky, informované souhlasy, brožurky, modely či hračky určené pro edukaci dětí, komunikační karty pro cizince (Nemcová a Hlinková, 2010, s. 178; Juřeníková, 2010, s. 48).

Edukační bariéry mohou být jak ze strany edukovaného pacienta (např. základní onemocnění, bolest, nevolnost, poruchy smyslového vnímání, kognitivní poruchy, jazyková či kulturní

bariéra), tak i edukujícího radiologického asistenta (např. nevhodně naplánovaná a vedená edukace, nevhodná komunikace, nevhodný přístup k pacientovi, únava, časová tíseň) (Juřeníková, 2010, s. 23-25).

Dle Závodné (2005, s. 84) se edukace při poskytování zdravotní péče dělí na základní (poskytovány nové informace), reedukační (navazující na předchozí vědomosti a komplexní (probíhá v kurzech). V radiologické asistenci při snímkování se využívá zejména edukace základní či reedukační, i když ve zdravotnictví se lze setkat ještě s tzv. komplexní edukací.

Základní edukace spočívá v předávání nových vědomostí, dovedností včetně motivace ke změně postojů edukantovi/skupině edukantů, kterými mohou být pacienti, osoby blízké, doprovázející osoby. V případě reedukační edukace se navazuje na předchozí vědomosti, zahrnuje také opakování a aktualizaci základních informací a poskytuje další informace vzhledem k měnícím se podmínkám (Juřeníková, 2010, s. 23).

Cílem u obou typů edukace je, aby pacient byl správně edukován před vyšetřením a co nejlépe spolupracoval. Vyšetření pak může být provedeno bez zbytečné prodlevy a nemusí se opakovat např. z důvodu, že pacient nedodržel pokyny, neboť nepochopil, co má dělat případně, jak se má chovat.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části bakalářské práce je vytvořit přehledný manuál rentgenových projekcí hrudníku a dutiny břišní. Součástí vznikajícího manuálu bude popis přípravy pacienta, popis a zobrazení správného polohování pacienta, použití ochranných pomůcek, jak pro pacienty, tak i personál, dále pak expoziční parametry daného vyšetření, fotodokumentace, kritéria pro hodnocení provedení rentgenového snímku, edukace zajišťovaná radiologickým asistentem a upozornění na nejčastější chyby. Praktickým výstupem je pak připravená verze určená pro studenty oboru RA.

3.1 Charakteristika prostředí

Obrazová dokumentace k manuálu pochází z autentického prostředí radiodiagnostického oddělení vybraných nemocnic a prostor operačního sálu, kde se při operačním výkonu použilo ke snímkování pojízdné RTG C-rameno. Zdravotnická zařízení z důvodu zachování anonymity nejsou v bakalářské práci identifikována. Jedná se o 3 zdravotnická zařízení nacházející se v oblasti Východočeského regionu.

Jako model pacienta pro zhotovení obrazové dokumentace je na Obrázcích (č. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 31) muž ve věku 18 let simulující svými tělesnými rozměry dospělou osobu, dále pak na Obrázku v Příloze C žena ve věku 21 let simulující dospělou pacientku. Obě osoby byly edukovány v rozsahu základní edukace na radiodiagnostickém oddělení a souhlasily s pořízením fotodokumentace.

Obrázky uvedené v Příloze B pochází z autentického prostředí operačních sálů a opět byly pořízeny se souhlasem všech zúčastněných osob.

Pro ukázkou edukace dítěte prostřednictvím edukačních prostředků bylo jako model dětského pacienta použito dítě ve věku 5 let se souhlasem jeho rodičů (viz Příloha F).

Pro potřeby práce byly také použity archivní rentgenové snímky z radiodiagnostického pracoviště, které mi poskytl vedoucí pracovník radiodiagnostického oddělení případně snímky z veřejně dostupných literárních zdrojů. Vzhledem k zajištění anonymity pracovišť je jako zdroj uvedeno pouze zdravotnické zařízení.

3.2 Metodika praktické části

Jak už bylo zmíněno v předcházející kapitole, tak cílem této práce je vytvoření manuálu rentgenových projekcí hrudníku a dutiny břišní, který bude sloužit studentů oboru RA jako edukační prostředek a usnadní jim tak orientaci v dané problematice.

Po konzultaci s radiologickými asistenty a po prostudování Národních radiologických standardů – skiografie dospělí vydaných MZ ČR ve spolupráci se Státním ústavem pro jadernou bezpečnost, radiologickou společností ČSL JEP a Společností radiologických asistentů ČR zveřejněné ve Věstníku č. 3/2019 byly vybrány nejčastěji používané skiografické metody pro snímkování hrudníku a dutiny břišní (Česko, 2019).

Manuál je rozdělen do 2 částí, kdy první z nich je zaměřena na snímkování hrudníku, druhá na snímkování dutiny břišní. Před každou částí jsou uvedeny indikace a podmínky k jednotlivým vyšetřením. Ke každému typu RTG vyšetření byla vytvořena karta obsahující kritéria správného zobrazení a oblast zájmu, polohu pacienta, nastavení zobrazované oblasti, geometrii projekce, vzdálenost ohnisko–receptor, napětí, přídatnou filtraci, expoziční čas, protirozptylovou mřížka, AEC (automatic exposure control) neboli expoziční automatiku.

Předložený manuál vznikl v průběhu měsíců leden až březen 2021. Součástí bakalářské práce je i elektronická verze přímo určená pro studenty oboru RA, která je vložena na CD na zadní straně bakalářské práce.

V manuálu je pracováno s metodou skiografie čili snímkováním/radiografií. Jsou zde použity stacionární RTG snímky pořízené nepřímou či přímou digitalizací. Jednotlivé polohy pro projekce byly provedeny v autentické vyšetřovně zdravotnického zařízení za použití stabilního RTG přístroje.

Dále jsou použity i fotografie z operačního sálu, kde probíhalo snímkování prostřednictvím mobilního RTG přístroje, kdy pacient byl rentgenován na operačním stole. Na fotografiích pozic pro snímkování v tomto manuálu pro přehlednost centrace není ochranné krytí znázorněno, ale jeho případné použití je zmíněno vždy u každé projekce.

Po pojmem projekce v tomto manuálu je myšlen průmět rentgenového obrazu objektu na určitou plochu tedy film, štít. Projekce jsou označovány dle směru průchodu centrálního paprsku vyšetřovaným objektem. Místem vstupu paprsku je první část, místo výstupu pak druhá část označení projekce (např. PA – posterior-anterior tedy zadopřední, kdy záda jsou obrácena k rentgence a hrudník k filmu a AP – anterior-posterior čili předozadní je to naopak).

Rentgenogramy čili snímky mají vyznačenou stranu objektu. Toto označení je provedeno za pomoci kovových písmenek P (pravá strana) a L (levá strana), u bočních a šikmých projekcí se řídí značka dle naléhající části těla. Rentgenogramy musí být při hodnocení uloženy tak, jako by pacient stál proti popisujícímu. Olovená písmena či značky jsou připevněna na kazetu (např. náplastí případně se použijí písmenka z přílnavého materiálu) v rohu kazety tak, aby nezakrývala části objektů. Písmenko je otočeno tak, aby bylo správně čitelné při prohlížení snímku na negatoskopu či v počítačovém programu. U předozadních snímků jsou písmena pokládána normálně, v případě zadopředních, bočních a šikmých projekcí zrcadlově.

Pokud na některém snímku v tomto manuálu toto označení chybí, pak je to z důvodu ořezu snímku, kdy bylo nutné provést anonymizaci pacienta či zdravotnického zařízení.

U snímkování hrudníku jsou popisovány následující projekce-PA projekce vstoje (tvrdá snímkovácí technika), AP projekce vleže, AP projekce na lůžku, nebo na lehátku (měkká snímkovácí technika), AP projekce na lůžku, nebo na lehátku (tvrdá snímkovácí technika), hrudník boční projekce, žebra AP projekce, žebra PA projekce, žebra šikmá předozadní/zadopřední projekce, sternum šikmá zadopřední projekce, sternum boční projekce.

Za měkkou snímkovácí techniku je označováno snímkování o nižší hodnotě napětí (60-80 kV), kdy je RTG snímek více kontrastní a jsou na něm lépe rozeznatelné struktury jako plíce a kosti, ale penetrace záření mediastinem je malá. Nižší napětí sebou přináší i méně rozptýleného záření.

Za tvrdou snímkovácí techniku je považováno snímkování za použití vyššího napětí než 100 kV, obvykle v rozmezí od 120–150 kV. RTG obraz je sice méně kontrastní, avšak mediastinum a skrytá struktura plic jsou lépe vizualizované. Za nevýhodu lze považovat větší množství rozptýleného záření, které je možné redukovat prostřednictvím použití protirozptylové mřížky. Je zde nutné počítat s nárůstem dávky.

U snímkování dutiny břišní jsou popsány tyto projekce: břicho PA projekce, břicho PA projekce vleže s horizontálním CP, břicho levá boční projekce s horizontálním CP, břicho AP projekce vleže, intravenózní vylučovací urografie.

3.3 Indikace ke snímkování hrudníku

Snímkování hrudníku se provádí dle Národních radiologických standardů na základě indikace či jako neindikovaná vyšetření.

Z neindikovaných vyšetření lze zmínit akutní respirační infekci horních cest dýchacích, nekomplikovanou exacerbaci astma bronchiale a chronické obstrukční plicní nemoci, screening karcinomu plic u asymptomatických pacientů, podezření na onemocnění hrudní aorty a embolizaci plic a také nevelké úrazy hrudníku. Podrobněji popsáno v kapitole 3.3.1. konkrétně v Tabulce 1.

3.3.1 Neindikovaná vyšetření a podmínky vyšetření u snímkování hrudníku

Tabulka 1 Neindikovaná vyšetření, podmínky vyšetření (upraveno dle NRS 2019)

KLINICKÝ PROBLÉM	PODMÍNKY VYŠETŘENÍ, POZNÁMKY
1. Akutní respirační infekce horních cest dýchacích	Pokud nejsou přítomny klinické příznaky dolních dýchacích cest, bez důvodného podezření na pneumonii.
2. Nekomplikovaná exacerbace astma bronchiale či chronické obstrukční plicní nemoci	Bez adekvátních klinických příznaků vzbuzujících podezření na pneumonii.
3. Akutní nebo chronické bolesti hrudníku	Bez příznaků svědčících pro např. pro plicní onemocnění, bez anamnézy traumatu.
4. Screening karcinomu plic u asymptomatických pacientů	Bez jakýchkoliv nových klinických příznaků
5. Podezření na onemocnění hrudní aorty či plicní embolizaci	Zde doporučena jako první volba CT-angiografie
6. Nevelký úraz hrudníku (známý mechanismus úrazu, dopravní nehoda v malé rychlosti, pád z malé výšky, malý náraz do hrudníku)	Bez klinických příznaků budících podezření na pneumothorax, hemothorax nebo plicní kontuzi. Průkaz ev. izolované fraktury žebra neovlivní léčbu. V případě pochybnosti o závažnosti úrazu je nezbytná konzultace lékaře.

3.3.2 Indikace, projekce a podmínky vyšetření u snímkování hrudníku

Na základě indikace se snímkování provádí u stavů jako je akutní respirační infekce dolních dýchacích cest, průkaz, vyloučení či kontrola pneumonie, teploty nejasné etiologie, posouzení na TBC, posouzení městnání v malém oběhu, edému plic, šíře srdečního stínu, podezření či

prokázání malignity, podezření na expanzi v mediastinu a lymfadenopatii, větší úraz hrudníku s podezřením na pneumothorax, hemothorax, kontuzi či s podezřením na frakturu žeber či hrudní kosti, vdechnutí cizího tělesa, hemoptýzy, podezření na pleurální výpotek, spontánního pneumotoraxu, stavu po zavedení katétru či drénu či předoperačního vyšetření. Konkrétněji popsáno v následující Tabulce 2.

Tabulka 2 Indikovaná vyšetření, projekce (upraveno dle NRS 2019)

Indikace k vyšetření	Projekce	Podmínky vyšetření
1. Akutní respirační infekce DCD, průkaz/vyloučení pneumonie	Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkovácí technika) ev. doplnění Hrudník boční projekce případně Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovácí technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovácí technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl. Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkovácí technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku	Adekvátní klinické symptomy (např. kašel, febrilie, dušnost, hyposaturace, bolesti na hrudi poslechový nález), kontrolní snímek při potvrzené pneumonii, screening zánětlivých míst
2. Teploty nejasné etiologie	Viz projekce v předchozím bodě 1	V rámci vyšetření při hledání příčin teploty + pacienti s febrilní neutropenií. U vážných oportunních infekcí lze jako metodu první volby použít CT.
3. Podezření na TBC	Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkovácí technika) případně Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovácí technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovácí technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl. Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkovácí technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.	Osoby s klinickým podezřením, vyšetření osob, které měly osobní kontakt s nemocným.
4. Posouzení městnání v malém oběhu, edému plic nebo šíře srdeč. stínu	Viz projekce v předchozím bodě 3	Přítomnost symptomů souvisejících se srdečním selháním (dušnost klidová/námahová, se změnou polohy, hyposaturace).

Indikace k vyšetření	Projekce	Podmínky vyšetření
5. Posouzení na malignitu, prokázaná malignita	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkovací technika) ev. doplnění</p> <p>Hrudník boční projekce případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkovací technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	Pacienti s dlouhodobým kašlem, kuřáci či prokázanou malignitou s novými příznaky, pacienti před podáním systémové onkologické léčby.
5. Posouzení na malignitu, prokázaná malignita	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkovací technika) ev. doplnění</p> <p>Hrudník boční projekce případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkovací technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	Pacienti s dlouhodobým kašlem, kuřáci či prokázanou malignitou s novými příznaky, pacienti před podáním systémové onkologické léčby.
6. Podezření na patologickou expanzi v mediastinu a lymfadenopatii	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkovací technika) případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkovací technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkovací technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	<p>Při klinickém/ laborator. nálezů či při preexistující malignitě v rámci vyš. rakoviny jiného než plicního původu.</p> <p>U posouzení mediastina je přesnější metodou CT.</p>
7. Větší úraz hrudníku (podezření na hemotorax, PNO)	Viz projekce v předchozím bodě 6.	Podezření na kontuzi, hemothorax, PNO
8. Větší úraz s podezřením na frakturu žebere	<p>Žebra AP projekce</p> <p>Žebra PA projekce</p> <p>Žebra šikmá předozadní/zadopřední p.</p>	Projekce se volí dle místa poranění
9. Větší úraz s podezřením na zlomeninu sternu	<p>Sternum boční projekce ev.</p> <p>Sternum šikmá zadopřední projekce</p>	Doplňující vyšetření ke snímku hrudníku

Indikace k vyšetření	Projekce	Podmínky vyšetření
10. Aspirace cizího tělesa	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkováč í technika) případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkováč í technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	Anamnéza aspirace cizího tělesa, klinické příznaky–kašel, dušnost, hyposaturace
11. Hemoptýza	Viz projekce v předchozím bodě 11.	Vždy indikováno
12. Podezření na pleurální výpotek	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkováč í technika) ev. doplnění</p> <p>Hrudník boční projekce případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkováč í technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	Klinické příznaky – dušnost, oslabené dýchání, důvodné podezření na výpotek (malignita, trauma, předchozí přítomnost výpotku)
13. Stav po zavedení katétru nebo drénu	Viz projekce v předchozím bodě 12.	Po zavedení ČŽK, hrudního drénu, kardiostimulátoru, Vyloučení PNO, ověření polohy katétru/drénu
14. Podezření na pneumotorax	<p>Hrudník – PA projekce ve stoje (tvrdá snímkováč í technika) případně</p> <p>Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze ve stoje případně Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (tvrdá snímkováč í technika) pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl.</p> <p>Hrudník – AP vleže na lůžku/lehátku (měkká snímkováč í technika), pokud nelze pacienta přesunout na vyšetřovací stůl a RTG přístroj neumožňuje tvrdou techniku.</p>	Klinické příznaky – dušnost, píchavá bolest vázaná na dýchání
15. Předoperační vyšetření	Viz projekce v předchozím bodě 14.	Indikace k vyšetření závisí zvyklostech pracoviště, indikaci k operaci a přidružených onemocněních

3.4 Možná pochybení při snímkování hrudníku

Mezi nejčastější chyby při snímkování hrudníku patří:

- nedostatečný nebo chybný zápis dat do počítače,
- nedostatečná informovanost pacienta o chování při vyšetření (např. o způsobu dýchání při expozici),
- provedení jiné projekce oproti požadavku ze žádanky,
- projekce neodpovídá kritériím nastavení,
- špatné napolohování pacienta,
- pohyb pacienta při snímkování, neodstranění předmětu ze snímkové oblasti,
- nedodržení doporučené ohniskové vzdálenosti,
- není správně upravena velikost snímkovacího pole dle velikosti užití kazety,
- špatně umístěné stranového označení případně jeho absence, (pokud to povaha snímku vyžaduje),
- nesprávné zaměření centrálního paprsku,
- nedostatečně vycloněné snímkové pole,
- nepřizpůsobení parametrů u přednastavených programů např. u pacientů kachektických, obézních, se sádrovými fixačními obvazy.

3.5 Projekce pro snímkování hrudníku

Při snímkování hrudníku je z hlediska správného snímkování dodržovat určité zásady a pokyny.

U každého pacienta musí být provedena jeho identifikace a také kontrola údajů na žádance k vyšetření.

Mezi nejdůležitější patří příprava pacienta spočívající v odložení oděvu z horní poloviny těla včetně sejmutí předmětů z rentgen kontrastního materiálu nacházející se ve vyšetřované oblasti (prevence vzniku artefaktů) a samozřejmě také edukace pacienta o podstupovaném výkonu, u žen ve fertilním věku zjišťování případné gravidity.

Dále je důležité clonit vyšetřovanou oblast tak, aby byly zachyceny všechny struktury pro kritéria správného zobrazení. Okraje primární clony musí být na snímku viditelné v rozmezí cca 1-3 mm.

Expoziční čas je doporučen, pokud možno co nejkratší. Použití osobních ochranných pracovních prostředků není nutné. Hodnota expozičního indexu musí odpovídat správné úrovni expozice.

Povel pro pacienta spočívá v pokynu „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

V případě, že je u pacienta podezření na pneumothorax, pak pokyn pro pacienta je následující: „*Nehýbat se! Nadechnout, vydechnout, nehýbat!*“

Jestliže z nějakých důvodů (např. fixační materiál, nesnesitelná bolest) nelze vyšetřovanou oblast nastavit požadovaným způsobem, pak je nezbytné se standardizovanému zobrazení alespoň co nejvíce přiblížit. V případě, že je odchylka výraznějšího charakteru, musí se patřičně zaznamenat její příčina.

Informace o napětí, formátu receptoru obrazu, protirozptylové mřížce, poloze pacienta a kritérií zobrazení jsou uvedeny vždy u jednotlivých projekcí.

Použití osobních ochranných prostředků u dospělých pacientů není u snímkování hrudníku nutné, nevyžaduje-li to specifická situace (rizikový pacient, dětský pacient). Nachází-li se orgán, který se má stínit prostřednictvím ochranného stínění, ve vzdálenosti větší než 5 cm od primárního RTG svazku, nemá použití stínění z fyzikálního hlediska význam, avšak význam může mít z hlediska psychologického (např. u pacientů se strachem z ozáření).

3.5.1 Hrudník PA projekce vstoje

Kritéria správného zobrazení:

- Struktury hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném kraniokaudálním rozsahu

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Vstoje (případně vsedě) čelem k receptoru obrazu.
- V případě, že nelze provést PA projekci, provede se v AP projekci.
- Nastavení přední strana hrudníku naléhá na receptor obrazu, horní končetiny objímají vertigraf.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek-horizontální a kolmý na receptor obrazu směřující na střed hrudníku.

Ohnisko:

- Malé, pokud to umožňuje RTG zařízení, pokud ne velké.

Přídavná filtrace:

- U zařízení s automatickou volbou filtrů minimálně 0,1 mm Cu.
- U zařízení s manuální volbou filtrů s výhradním snímkováním plic zařadit 0,1 mm Cu trvale.
- V ostatních případech se přídavné filtrace nedoporučují.


Použití ochranných pomůcek:

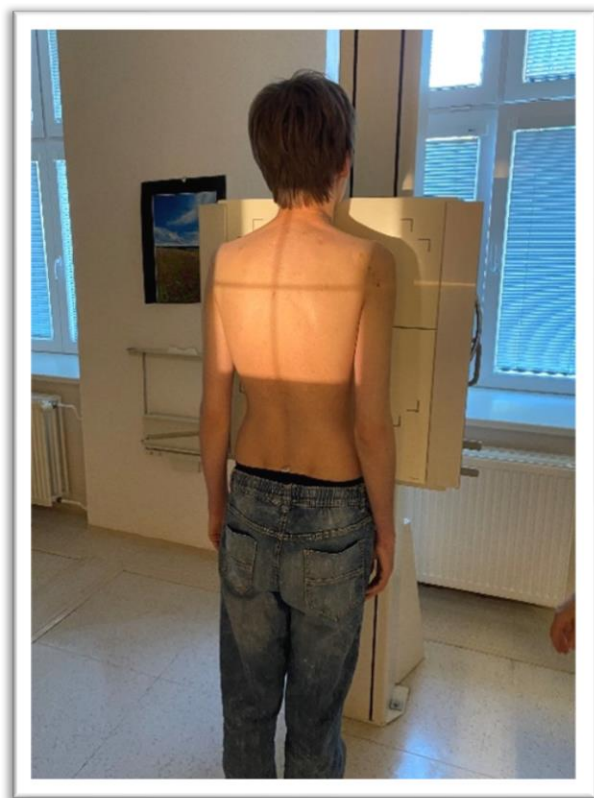
- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“
- V případě podezření na pneumothorax, je pokyn pro pacienta: „*Nehýbat se! Nadechnout, vydechnout, nehýbat!*“

Tabulka 3 Hodnoty pro projekci hrudník PA vstoje

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Expoziční čas	Protirozptylová mřížka	AEC
S přídavnou filtrací: 100–150 kV Bez přídavné filtrace: 80–110 kV	150-200 cm	≤ 20 ms	Ano, ratio >1/10 Dopor. fokusovaná mřížka	



Obrázek 1 Hrudník PA vstoje (zdroj: archiv autora)



Obrázek 2 Snímek hrudníku PA vstoje (zdroj: ZZ)

3.5.2 Hrudník – AP projekce vleže (tvrdá snímkovací technika)

Kritéria správného zobrazení:

- Struktury hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném kраниokaudálním rozsahu.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha vleže na zádech na vyšetřovacím stole, horní končetiny podél těla.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – vertikální a kolmý na receptor obrazu směřující na střed hrudníku.

Ohnisko:

- Malé, pokud to umožňuje RTG zařízení, pokud ne velké.

Přídavná filtrace:

- U zařízení s automatickou volbou filtrů minimálně 0,1 mm Cu.
- U zařízení s manuální volbou filtrů s výhradním snímáním plic zařadit 0,1 mm Cu trvale.
- V ostatních případech se přídavné filtrace nedoporučují.


Použití ochranných pomůcek:

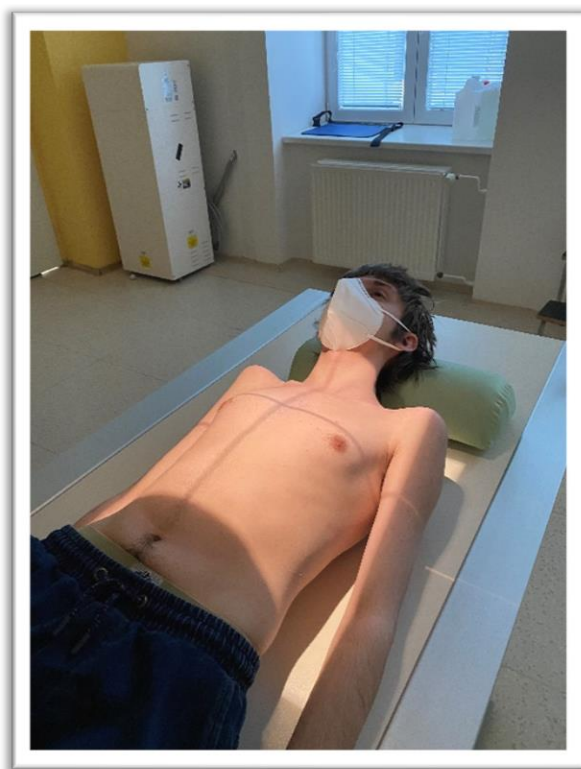
- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

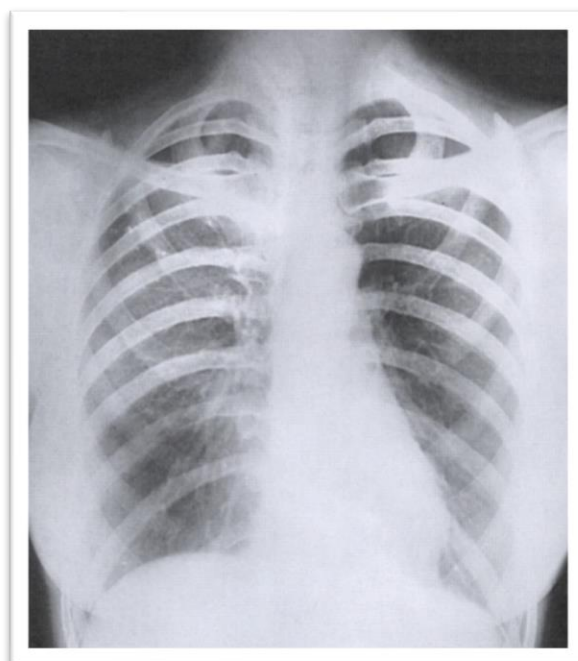
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“
- V případě podezření na pneumothorax, je pokyn pro pacienta: Nehýbat se!
„*Nadechnout, vydechnout, nehýbat!*“

Tabulka 4 Hodnoty pro projekci hrudník AP vleže (tvrdá ST)

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Expoziční čas	Protirozptylová mřížka	AEC
S přídavnou filtrací: 100–150 kV Bez přídavné filtrace: 80–110 kV	110-150 cm	≤ 20 ms	Ano, ratio >1/10 Doporučena fokusovaná mřížka	



Obrázek 3 AP projekce hrudníku vleže-tvrdá ST (zdroj: archiv autora)



Obrázek 4 Snímek hrudníku AP vleže-tvrdá ST (zdroj: Frank et al., 2012, s. 505)

3.5.3 Hrudník – AP na lůžku/lehátku (měkká snímkovací technika)

Kritéria správného zobrazení:

- Struktury hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném kraniokaudálním rozsahu.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha vleže na zádech na posteli/lehátku ve skiagrafické vyšetřovně, horní končetiny podél těla.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu směřující na střed hrudníku.

Ohnisko:

- Velké, pokud zařízení disponuje volbou ohniska.

Přídavná filtrace:

- Žádná

Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

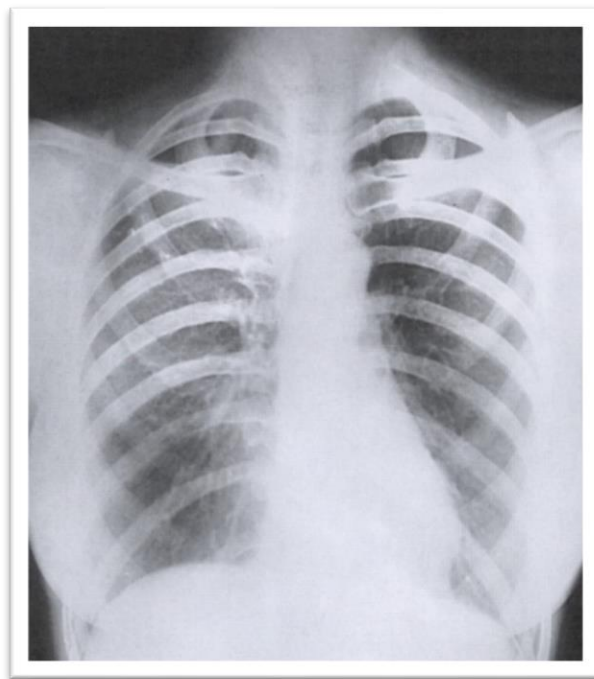
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“
- V případě podezření na pneumothorax, je pokyn pro pacienta: „*Nehýbat se! Nadechnout, vydechnout, nehýbat!*“

Tabulka 5 Hodnoty pro projekci AP hrudník na lůžku (měkká ST)

Napětí		Vzdálenost ohnisko/rec.	Expoziční čas	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: min 60 kV Dop. min 70 kV	FF min. 55 kV Dop. min 70 kV	Maximálně možná	≤ 20 ms	Doporučena	Ne



Obrázek 5 AP projekce hrudníku na lůžku – měkká ST (zdroj: archiv autora)



Obrázek 6 Snímek hrudníku AP na lůžku – měkká ST (zdroj: Frank et al., 2012, s. 505)

3.5.4 Hrudník – AP na lůžku/lehátku (tvrdá snímkováčá technika)

Kritéria správného zobrazení:

- Struktury hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném kraniokaudálním rozsahu.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha vleže na zádech na posteli/lehátku ve skiagrafické vyšetřovně, horní končetiny podél těla.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu směřující na střed hrudníku.

Ohnisko:

- Velké, pokud zařízení disponuje volbou ohniska.

Přídavná filtrace:

- U zařízení s automatickou volbou filtrů minimálně 0,1 mm Cu. U zařízení s manuální volbou filtrů s výhradním snímkováním plic zařadit 0,1 mm Cu trvale. V ostatních případech se přídavné filtrace nedoporučují.

Použití ochranných pomůcek:

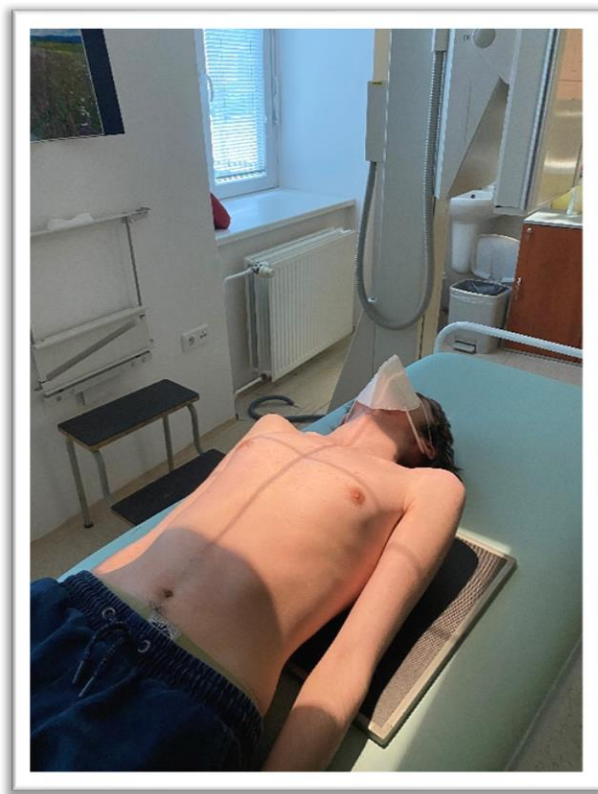
- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

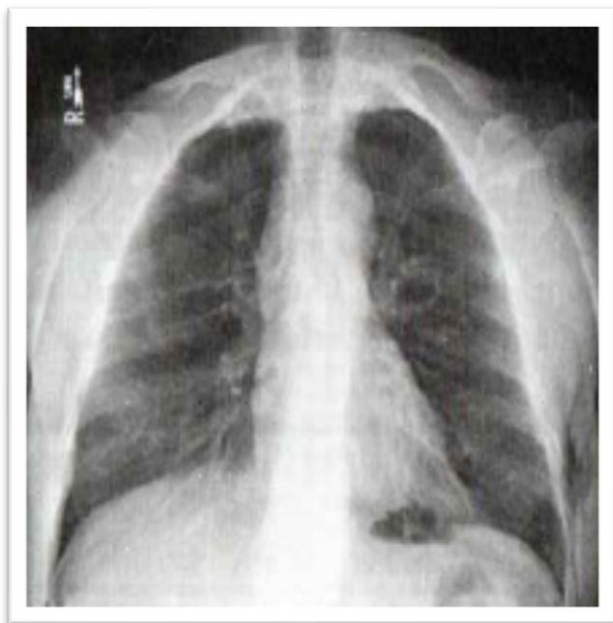
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“
- V případě podezření na pneumothorax, je pokyn pro pacienta: „*Nehýbat se! Nadechnout, vydechnout, nehýbat!*“

Tabulka 6 Hodnoty pro projekci AP hrudník na lůžku (tvrdá ST)

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Expoziční čas	Protirozptylová mřížka	AEC
S přídavnou filtrací: 100–150 kV	Maximálně možná	≤ 20 ms	Doporučena	Ne
Bez přídavné filtrace: 80–110 kV				



Obrázek 7 AP projekce hrudníku na lůžku-tvrdá ST (zdroj: archiv autora)



Obrázek 8 Snímek hrudníku na lůžku-tvrdá ST (Lampiagno, Kendrick, 2018, s. 10)

3.5.5 Hrudník – boční projekce vstoje

Kritéria správného zobrazení:

- Struktury hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber, hrudní páteře a sternu ve výše uvedeném kraniokaudálním rozsahu.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha vstoje, vzpřímeně, vyšetřovanou stranou k receptoru obrazu. Nastavení horní končetinu zvednout nad hlavu nebo použít držák k podpoře horních končetin.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – horizontální, kolmý na receptor obrazu směřující na střed hrudníku.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- U zařízení s automatickou volbou filtrů minimálně 0,1 mm Cu.
- U zařízení s manuální volbou filtrů s výhradním snímkováním plic zařadit 0,1 mm Cu trvale.
- V ostatních případech se přídavné filtrace nedoporučují.

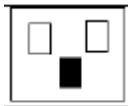
Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 7 Hodnoty pro projekci hrudník boční vstoje

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Expoziční čas	Protirozptylová mřížka	AEC
S přídavnou filtrací: 100-150 kV	Maximálně možná	≤ 40 ms	Ano, ratio $>1/10$ doporučena	
Bez přídavné filtrace: 80-10 kV				



Obrázek 9 Projekce hrudník boční vstoje (zdroj: archiv autora)



Obrázek 10 Snímek hrudník-boční projekce vstoje (zdroj: Lampiagn et al., 2018, s. 7)

3.5.6 Žebra – AP projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení všech žeber na vyšetřované straně.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Pacient leží na zádech anebo je zády k vertigrafu. Horní končetiny uloženy mimo oblast zájmu.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu. Horní část receptoru obrazu je 3 cm nad hlavicí kosti pažní.
- Centrální paprsek zaměřen pod středem klíčku v rovině ve výši $\frac{1}{2}$ hrudní kosti.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

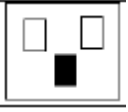
Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

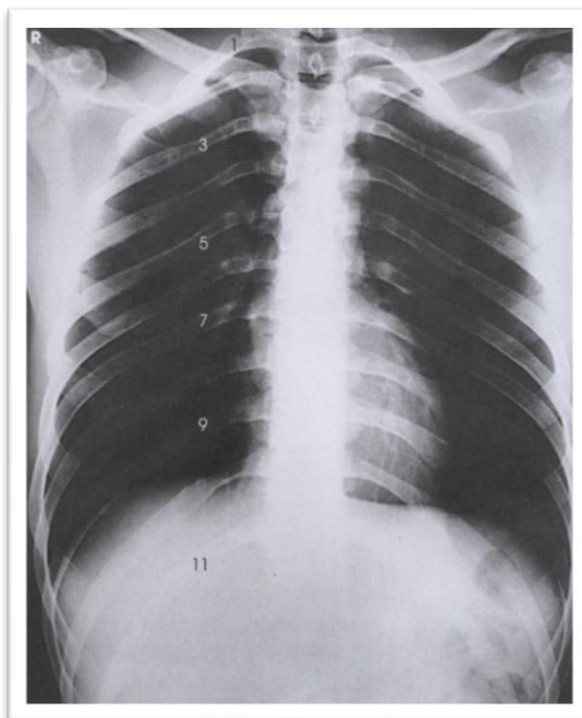
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 8 Hodnoty pro projekci žebra PA

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: 70-100 kV FF: 65-75 kV	Minimálně 100 cm	Ano	



Obrázek 11 Žebra AP projekce (zdroj: archiv autora)



Obrázek 12 Snímek žebra AP projekce (zdroj: Frank et al., 2012, s. 477)

3.5.7 Žebra – PA projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení všech žeber na vyšetřované straně.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Pacient leží na zádech anebo je zády k vertigrafu. Horní končetiny uloženy mimo oblast zájmu.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu. Horní část receptoru obrazu je 3 cm nad hlavicí kosti pažní. Centrální paprsek zaměřen pod středem klíčku v rovině ve výši dolního úhlu lopatky.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

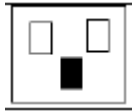
Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

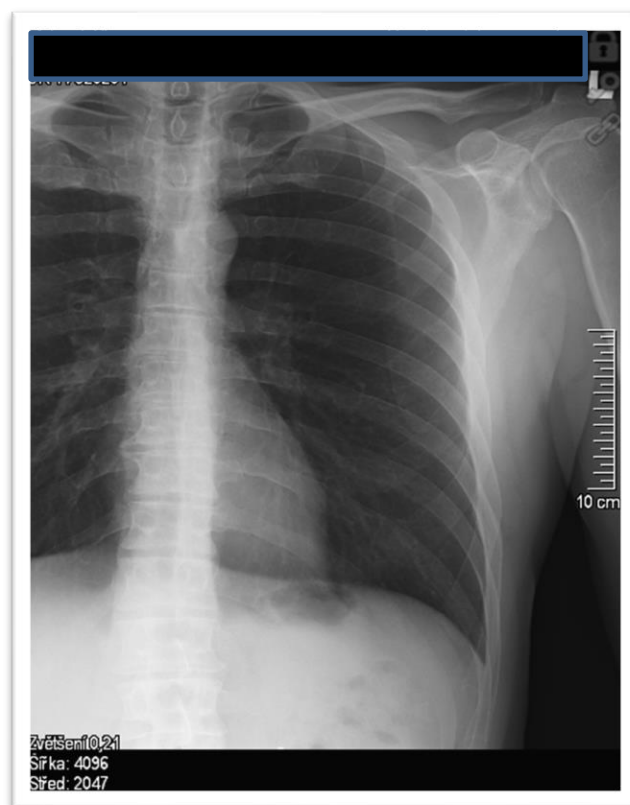
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 9 Hodnoty pro projekci žebra PA

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: 70-100 kV FF: 65-75 kV	Minimálně 100 cm	Ano	



Obrázek 13 Projekce žebra PA (zdroj: archiv autora)



Obrázek 14 Snímek projekce žebra PA (zdroj: ZZ)

3.5.8 Žebra – šikmá předozadní/zadopřední projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení všech žeber na vyšetřované straně.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- **Poloha AP:** Pacient leží na zádech anebo stojí zády k vertigrafu. Nastavení AP: horní končetiny v bok, nevyšetřovaná strana nazvednuta o 45°.
- **Poloha PA:** Pacient leží na břiše nebo stojí čelem k vertigrafu.
- Horní končetiny uloženy mimo oblast zájmu. Nastavení PA: horní končetiny v bok, vyšetřovaná strana nadzvednutá o 45° od receptoru obrazu. Ruce od těla.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu. Horní část receptoru obrazu je 3 cm nad hlavicí kosti pažní. Centrální paprsek zaměřen pod středem klíčku v rovině ve výši ½ hrudní kosti.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

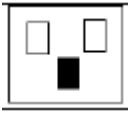
Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

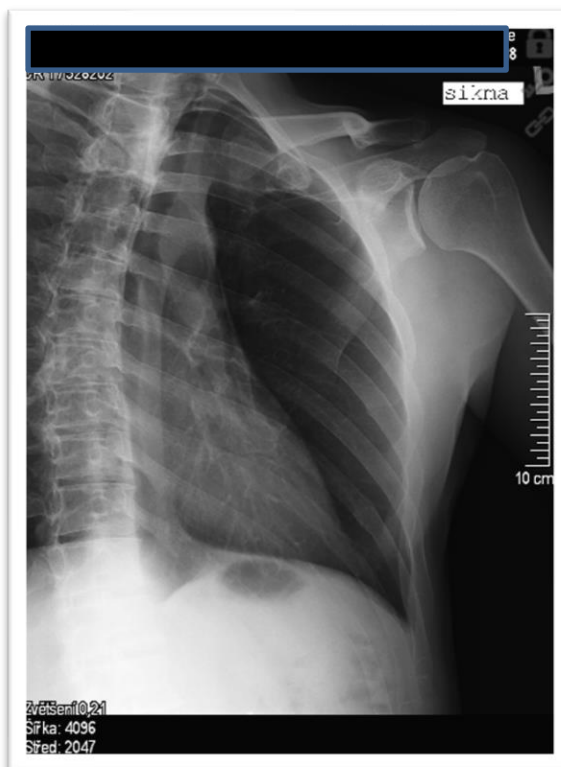
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 10 Hodnoty pro projekci žebra předozadní/zadopřední

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: 70-100 kV FF: 65-75 kV	Minimálně 100 cm	Ano	



Obrázek 15 Projekce žebra šikmá zadopřední (zdroj: archiv autora)



Obrázek 16 Snímek projekce šikmá zadopřední (zdroj: ZZ)



Obrázek 17 Projekce šikmá předozadní (zdroj: archiv autora)



Obrázek 18 Snímek pro projekci šikmá předozadní (zdroj: ZZ)

3.5.9 Sternum šikmá zadopřední projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Celkové zobrazení hrudní kosti bez superpozice

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha PA: Pacient leží na břicho nebo stojí čelem k vertigrafu.
- Nastavení: hrudník vpravo podložen 20-25°, aby nedošlo k sesunu hrudní kosti k páteři. Hrudní kost je ve středu receptoru k obrazu.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu. Horní hranu receptoru obrazu umístěte v úrovni 7. krčního obratle. Centrální paprsek 5 cm od páteře na střed hrudní kosti.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

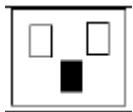
Použití ochranných pomůcek:

- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 11 Hodnoty pro projekci sternum šikmá zadopřední

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: 70-100 kV FF: 65-75 kV	Minimálně 100 cm	Ano	



Obrázek 19 Projekce sternum šikmá zadopřední (zdroj: archiv autora)



Obrázek 20 Snímek projekce sternum šikmá zadopřední (zdroj: Frank et al., 2012. s. 457)

3.5.10 Sternum – boční projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Kompletní zobrazení hrudní kosti.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha PA: Pacient stojí nebo sedí bokem k vertigrafu.
- Nastavení: ruce svírá za zády a ramena tlačí vzad. Hrudní kost je ve středu snímku.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – kolmý na receptor obrazu. Horní hrana receptoru obrazu je ve výšce 7. krčního obratle. Centrální paprsek směřujte horizontálně na střed sternu.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

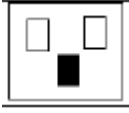
Použití ochranných pomůcek:

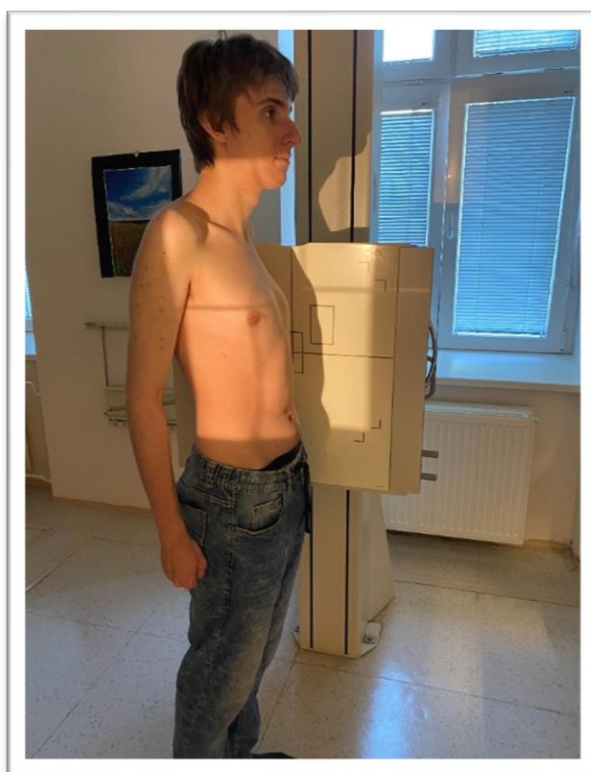
- Použití ochranných prostředků není nutné, nevyžaduje-li to specifická situace.

Povel pro pacienta:

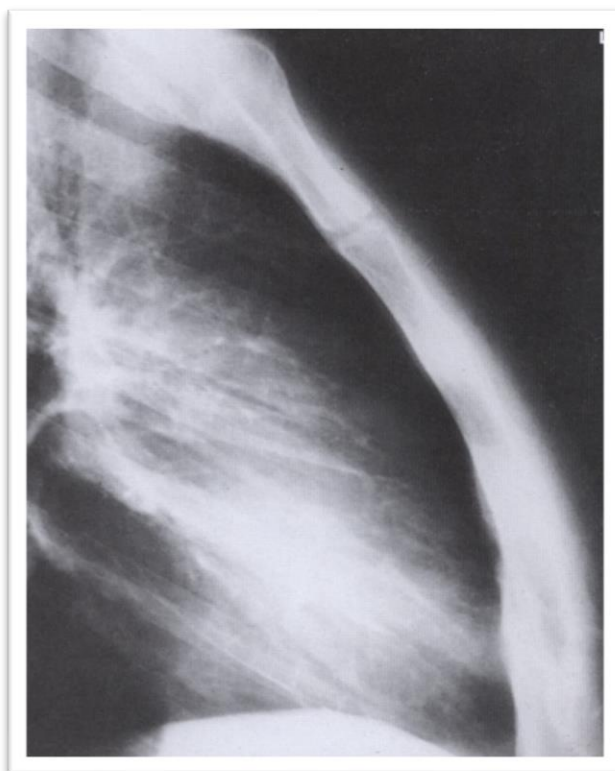
- „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“

Tabulka 12 Hodnoty pro projekci sternum-boční

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
DDR, CR: 70-90 kV FF: 65-80 kV	Minimálně 100 cm	Ano	



Obrázek 21 Projekce sternum-boční (zdroj: archiv autora)



Obrázek 22 Snímek projekce sternum – boční (zdroj: Frank et al., 2012, s. 463)

3.6 Indikace pro snímkování dutiny břišní

Snímkování dutiny břišní se provádí dle Národních radiologických standardů na základě indikace či jako neindikovaná vyšetření.

Z vyšetření, která nejsou indikována rutinně lze zmínit patologii močových cest – hematurie, podezření na obstrukci, renální kolika, podezření na lithiázu, tumor nebo vývojovou vadu. Z neindikovaných vyšetření pak akutní bolest břicha vyjma podezření na perforaci či obstrukci, renální kolika akutní, akutní a chronická pankreatitida, choroby žlučových cest, hmatný útvar v oblasti břicha a ledvin, obstipace, renální selhání, mikroskopická a makroskopická hematurie, infekce močových cest.

3.6.1 Neindikovaná vyšetření, podmínky vyšetření, poznámky

V následující Tabulce 13 jsou uvedena neindikovaná vyšetření, podmínky vyšetření a poznámky ve vztahu ke klinickému problému.

Tabulka 13 Neindikovaná vyšetření, podmínky, poznámky

KLINICKÝ PROBLÉM	PODMÍNKY VYŠETŘENÍ, POZNÁMKY
1. Akutní bolest břicha kromě podezření na perforaci a obstrukci	Prostý snímek by neměl být rutinně používán při podezření na nediferencovanou bolest břicha, pokud není podezření na obstrukci či perforaci (zde pro stanovení dg. vhodnější USG či CT).
2. Renální kolika akutní	Při akutní atace je vhodnější diagnostika pomocí USG či CT. RTG v kombinaci s USG lze použít, pokud není dobře dostupné akutní CT.
3. Akutní a chronická pankreatitis, onemocnění žlučových cest	Vhodnými metodami jsou USG, CT či MR.
4. Hmatný útvar v oblasti břicha a ledvin	Pro stanovení diagnózy je vhodnější USG, CT případně MR.
5. Obstipace	Řada dospělých má objemnou stolicí, to může mít vztah k prodloužené době pasáže. Nativní snímek břicha však sám o sobě nemůže posoudit význam nálezu.
6. renální selhání, mikroskopická a makroskopická hematurie, infekce močových cest	Ke stanovení velikosti ledvin, jejich struktury, obstrukce atd. je vhodnější metodou USG anebo CT.

3.6.2 Vyšetření, která nejsou indikována rutinně

V níže uvedené Tabulce 14 jsou zobrazena vyšetření, která nejsou indikována rutinně pro RTG dutiny břišní včetně podmínek vyšetření a poznámek.

Tabulka 14 Vyšetření, která nejsou indikována rutinně

KLINICKÝ PROBLÉM	PROJEKCE/TYP VYŠETŘENÍ	PODMÍNKY VYŠETŘENÍ/POZNÁMKY
1. Patologie močových cest-hematurie, podezření na obstrukci, renální kolika, podezření na lithiázu, tumor nebo vrozená vývojová vada	IVU-intravenózní vylučovací urografie	Vzhledem k aplikaci kontrastní látky, se nejedná o výkon s indikací posuzovaný RA, ale schvalovaný lékařem specialistou. CT urografie je přínosnější. Pokud nelze použít IZ/jodové kontrastní látky, alternativa MR urografie.

3.6.3 Indikovaná vyšetření

V následující Tabulce 15 je uveden seznam indikovaných vyšetření pro snímkování dutiny břišní. U jednotlivých indikací je vždy uveden typ doporučené projekce a podmínky vyšetření.

Tabulka 15 Indikovaná vyšetření

INDIKACE K VYŠETŘENÍ	PROJEKCE	PODMÍNKY VYŠETŘENÍ
1. Akutní bolest břicha – podezření na perforaci	Břicho PA projekce horizontálním CP případně Břicho levá boční projekce vleže horizontálním CP , pokud nelze provést vstoje. Při nedostatečném zobrazení podbráničních prostor je možná. Hrudník PA projekce vstoje (tvrdá ST).	Pneumoperitoneum může být prokázáno prostým snímkem hrudníku vstoje (pro pacienta nižší radiační zátěž než u snímku břicha). Vzhledem k odlišné centraci a expozičním parametrům je citlivější při detekci menšího množství plynu pod bránicí.
2. Urolithiáza	Břicho AP projekce vleže	V tomto případě může být RTG snímek přiměřenou metodou pro sledování dříve prokázaných RTG kontrastních konkrementů. V případně akutní ataky renální koliky je upřednostňováno nízkodávkové CT. RTG v kombinaci s USG je akceptovatelné, pokud není dostupné akutní CT.

Indikace k vyšetření	Projekce	Podmínky vyšetření
<p>3. Akutní bolest břicha – podezření na obstrukci</p>	<p>Břicho AP projekce vleže Břicho PA projekce</p>	<p>Snímek břicha vleže na zádech bývá obvykle postačující k dg. a k indikaci anatomické úrovně obstrukce.</p> <p>Snímek břicha vstoje může být přínosnější, pokud snímek vleže je normální a existuje silné podezření na možnou obstrukci.</p> <p>RTG břicha je vhodnější jako vstupní vyšetření, přičemž společně s anamnézou a klinickým nálezem lépe pomůže stanovit další vyšetřovací postup.</p> <p>Nejvhodnější metodou pro stanovení obstrukce je CT, i bez aplikace kontrastní látky s nízkou dávkou – v tomto případě může být použito i jako první volba.</p>
<p>4. Podezření na RTG kontrastní cizí těleso</p>	<p>Břicho AP projekce vleže Břicho PA projekce v případě podezření na současnou perforaci či obstrukci. Při nejasné lokalizaci lze provést Hrudník PA projekce vstoje (tvrdá snímkovácí technika k vyloučení kontrastního cizího tělesa v jícnu).</p>	<p>Pokud cizí těleso projde jícnem, pak obvykle projde i dalšími částmi GIT bez komplikací.</p> <p>Při podezření na stagnaci tělesa může být přínosný nativní snímek břicha.</p>
<p>5. Potencionál. ostré nebo jedovaté spolknuté cizí těleso (př. baterie)</p>	<p>Hrudník PA projekce vstoje (tvrdá snímkovácí technika) nebo Hrudník AP projekce vleže (tvrdá snímkovácí technika) nebo Břicho AP projekce vleže nebo Břicho PA projekce</p>	<p>Lokalizace baterie je nezbytná, neboť vytékající obsah či elektrický proud mohou být nebezpečné.</p> <p>Bezodkladná indikace. Nejprve se provede snímek hrudníku, je-li negativní, tak snímek břicha.</p>
<p>6. Ověření polohy nasojejunální sondy</p>	<p>Břicho AP projekce vleže</p>	<p>Není-li poloha sondy zřejmá z nativního snímku, pak lze aplikovat malé množství kontrastní látky.</p>
<p>7. VP shunt</p>	<p>Břicho AP projekce vleže</p>	<p>V případě podezření na přerušení VP shuntu je indikováno jeho zobrazení v celém jeho průběhu konkrétně tedy snímek břicha, hrudníku, hlavy krku.</p>

3.7 Možná pochybení při snímkování dutiny břišní

Mezi nejčastější chyby při snímkování dutiny břišní patří:

- nedostatečný nebo chybný zápis dat do počítače,
- nedostatečná informovanost pacienta o chování při vyšetření (např. o způsobu dýchání při expozici),
- provedení jiné projekce oproti požadavku ze žádanky,
- projekce neodpovídá kritériím nastavení,
- špatné napolohování pacienta,
- pohyb pacienta při snímkování, neodstranění předmětu ze snímkové oblasti,
- nedodržení doporučené ohniskové vzdálenosti,
- není správně upravena velikost snímkovacího pole dle velikosti užití kazety,
- špatně umístěné stranového označení případně jeho absence, (pokud to povaha snímku vyžaduje),
- nesprávné zaměření centrálního paprsku,
- nedostatečně vycloněné snímkové pole,
- nepřizpůsobení parametrů u přednastavených programů např. u pacientů kachektických, obézních, se sádrovými fixačními obvazy.

3.8 Projekce pro snímkování dutiny břišní

Při snímkování dutiny břišní je z hlediska správného snímkování důležité dodržovat určité zásady a pokyny. Mezi nejdůležitější patří příprava pacienta spočívající v odložení oděvu z dolní poloviny těla včetně sejmutí předmětů z rentgen kontrastního materiálu nacházející se ve vyšetřované oblasti a samozřejmě také edukace pacienta o podstupovaném výkonu, u žen ve fertilním věku zjišťování případné gravidity.

Dále je důležité clonit vyšetřovanou oblast tak, aby byly zachyceny všechny struktury pro kritéria správného zobrazení. Okraje primární clony musí být na snímku viditelné v rozmezí cca 1–3 mm.

Expoziční čas je doporučen, pokud možno co nejkratší.

V případě, že stínění nezasahuje do snímkové oblasti, je doporučeno dle standardu NRS krýt gonády. Hodnota expozičního indexu musí odpovídat správné úrovni expozice.

Povel pro pacienta spočívá v pokynu „*Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*“ V případě, že je u pacienta podezření na pneumoperitoneum, pak pokyn pro pacienta je následující: „*Nadechnout, vydechnout, nedýchat!*“

Jestliže z nějakých důvodů (např. nesnesitelná bolest) nelze vyšetřovanou oblast nastavit požadovaným způsobem, pak je nezbytné se standardizovanému zobrazení co nejvíce přiblížit. Je-li odchylka výraznějšího charakteru, musí se zaznamenat její příčina.

Informace o napětí, formátu receptoru obrazu, protirozptylové mřížce, poloze pacienta a kritérií zobrazení jsou uvedeny vždy u jednotlivých projekcí.

3.8.1 Břicho – PA projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení břicha od bránice ke sponě stydké.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha PA: Pacient stojí vzpřímeně břichem k vertigrafu.
- Nastavení: expozice ve výdechu.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek – horizontální a kolmý na receptor obrazu směřující do středu těla, 3 cm nad hranou lopaty kosti kyčelní.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

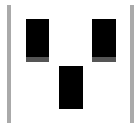
Použití ochranných pomůcek:

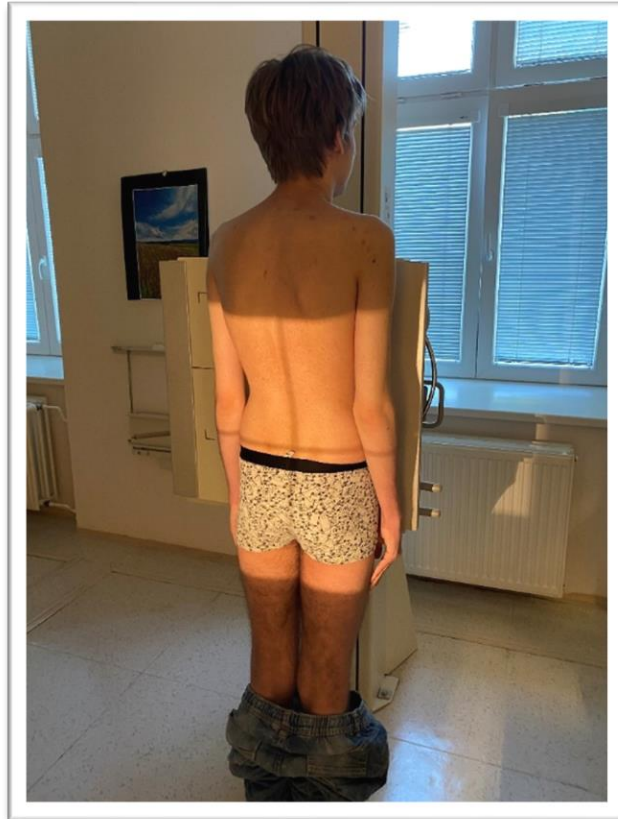
- V případě, že stínění nezasahuje do oblasti zájmu, krýt gonády

Povel pro pacienta:

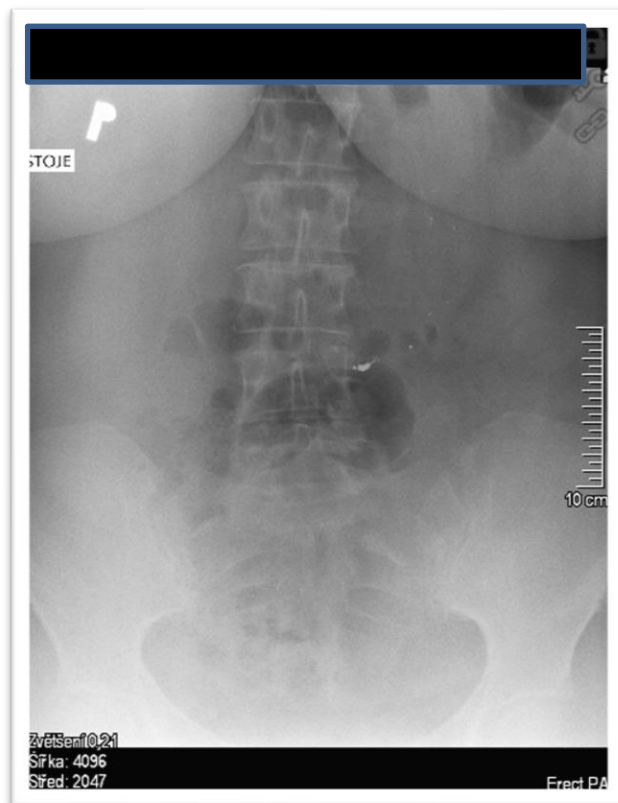
- *Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*
- V případě, že je u pacienta podezření na pneumoperitoneum, pak pokyn pro pacienta je následující: „*Nadechnout, vydechnout, nedýchat!*“

Tabulka 16 Hodnoty pro projekci břicho PA

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
70-100 kV	100-200 cm	Ano	



Obrázek 23 Projekce břicho PA vstoje (zdroj: archiv autora)



Obrázek 24 Snímek projekce břicho PA vstoje (zdroj: ZZ)

3.8.2 Břicho – AP vleže projekce

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení břicha od bránice ke sponě stydké. Při vyšetření vylučovacího systému (nativní nefrogram) není nutné zachycení bránice.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha: pacient leží na zádech

Geometrie projekce:

- Dolní hranu receptoru obrazu umístěte 3 cm pod horní okraj spony stydké. Nasměrování centrálního paprsku vertikálně ve střední rovině na úrovni spojnice hran lopat kostí kyčelní.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

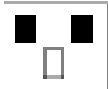
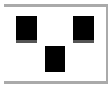
Použití ochranných pomůcek:

- V případě, že stínění nezasahuje do oblasti zájmu, krýt gonády

Povel pro pacienta:

- *Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*

Tabulka 17 Hodnoty pro projekci břicho AP vleže

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
60-100 kV	100 cm	Ano	 nebo 



Obrázek 25 Projekce břicho AP vleže (zdroj: archiv autora)



Obrázek 26 Snímek projekce břicho AP vleže (zdroj: ZZ)

3.8.3 Břicho – PA projekce vleže s horizontálním CP

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení břicha od bránice ke sponě stydké.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha: pacient leží na lehátku na levém boku.
- Obě paže mimo oblast zájmu. Břichem naléhá na vertigraf.
- Mezi uložením pacienta a provedením vlastní expozice je nutné počkat 3–5 minut.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek horizontální a kolmý na receptor obrazu směřující do středu těla, 3 cm nad hranou lopaty kosti kyčelní.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

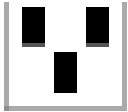
Použití ochranných pomůcek:

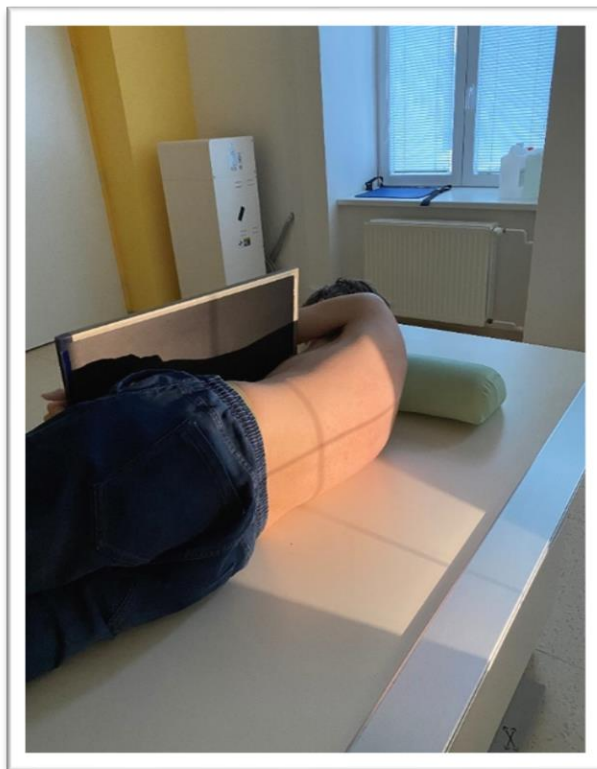
- V případě, že stínění nezasahuje do oblasti zájmu, krýt gonády

Povel pro pacienta:

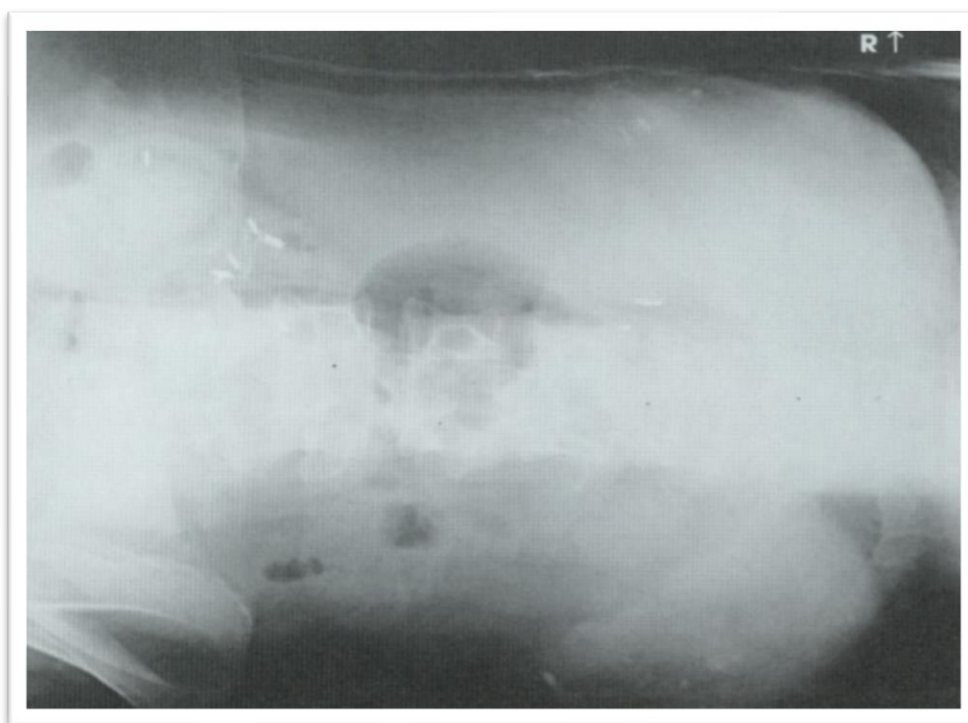
- *Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*

Tabulka 18 Hodnoty pro projekci břicho PA vleže s horizontálním CP

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
70-100 kV	100 200 cm	Ano	



Obrázek 27 Projekce břicho PA vleže s horizontálním CP (zdroj: archiv autora)



Obrázek 28 Snímek projekce břicho PA vleže s horizontálním CP (Frank et al., 2012, s. 94)

3.8.4 Břicho – levá boční projekce vleže s horizontálním CP

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení břicha od bránice ke sponě stydké.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha: pacient leží na zádech bokem k vertigrafu. Mezi uložením pacienta a provedením vlastní expozice je nutné počkat 3–5 minut.

Geometrie projekce:

- Centrální paprsek horizontální a kolmý na receptor obrazu směřující do středu těla, 3 cm nad hranou lopaty kosti kyčelní.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

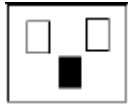
Použití ochranných pomůcek:

- V případě, že stínění nezasahuje do oblasti zájmu, krýt gonády

Povel pro pacienta:

- *Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*
- V případě, že je u pacienta podezření na pneumoperitoneum, pak pokyn pro pacienta je následující: „*Nadechnout, vydechnout, nedýchat!*“

Tabulka 19 Hodnoty pro projekci břicho – levá boční vleže s horizontální CP

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	AEC
70-100 kV	100-200 cm	Ano	



Obrázek 29 Projekce břicho levá boční vleže s horizontálním CP (zdroj: archiv autora)



Obrázek 30 Snímek projekce břicho levá boční vleže s horizontálním CP (Frank et al, 2012, s. 96)

3.8.5 Intravenózní vylučovací urografie

Kritéria správného zobrazení:

- Zobrazení celého vylučovacího systému (ledviny, ledvinné pánvičky, močovody, močový měchýř) ve všech fázích vylučovacího procesu.

Příprava pacienta speciální:

- Zavedení intravenózní kanyly (lékařem či RA) a napojení na infuzi s fyziologickým roztokem. Pacient musí podepsat informovaný souhlas.

Poloha pacienta + nastavení zobrazované oblasti:

- Poloha: Pacient leží na zádech na úložné desce přístroje. Nastavení: horní končetiny podél těla, dolní končetiny natažené.

Geometrie projekce:

- Dolní hranu receptoru obrazu umístěte 3 cm pod horní okraj spony stýdké. Nasměrování CP vertikálně ve střední rovině na úrovni spojnice hran lopat kostí kyčelních.

Ohnisko:

- Velké

Přídavná filtrace:

- Žádná

Použití ochranných pomůcek:

- V případě, že stínění nezasahuje do oblasti zájmu, krýt gonády

Povel pro pacienta:

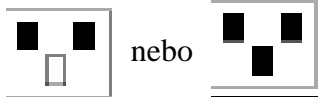
- *Nehýbat se! Nadechnout a nedýchat!*

Postup:

- Vyšetření je provádí RA pod dohledem radiologa (snímková ní probíhá za 7, 14 a 21 minut).
- Nejprve se provede nativní snímek ledvin a močového měchýře (bez označení snímku)
- Podání kontrastní látky intravenózně
- Za 7 minut od začátku podání KL se provede snímek ledvin, močovodů a močového měchýře s označením (snímek č. 1)
- Komprese močovodů na spojnici pánevních lopat

- Za 7 minut od provedení snímku 1 se provede snímek na ledviny a proximální uretery (snímek č. 2)
- V případě, že není provedena komprese např. při podezření na urolithiázu, se provede snímek ledviny, močovodu a močového měchýře v plném rozsahu.
- Za 7 minut od snímku č. 2 se provede snímek č. 3 na ledviny, močovody a močový měchýř v plném rozsahu. Přibližně 1–2 minuty před expozicí se musí odstranit komprese. Další snímky dle případného pokynu lékaře.

Tabulka 20 Hodnoty pro projekce při IVU

Napětí	Vzdálenost ohnisko/rec.	Protirozptylová mřížka	Kontrastní látka	AEC
60-100 kV	100 cm	Ano	Vodná kontrastní látka, min. koncentrace 300 mg/l	



Obrázek 31 Projekce IVU (zdroj: archiv autora)



Obrázek 32 Zavedení flexily před IVU (zdroj: archiv autora)



Obrázek 33 Snímek z IVU (zdroj: Lampiagno, Kendrick, 2018, s. 306)

3.9 Specifika snímkování C-ramenem

Snímkování hrudníku a dutiny břišní prostřednictvím poíždného C-ramene se provádí dle postupu uvedeného v kapitole 2.5.3. U tohoto přístroje je rentgenka spojena se zesilovačem ramenem ve tvaru písmene C, tak, že osa RTG svazku rentgenky prochází osou zesilovače.

Konstrukce přístroje tak umožňuje pohyb komplexu o 360° a snadno se tak s ním zajíždí pod operační stůl a lze vyšetřovat nemocného ve všech rovinách. Každé poíždné RTG C-rameno je opatřeno laserovým zaměřovačem pro přesnou peroperační navigaci. Součástí přístroje jsou také televizní řetězec s LCD monitorem a digitální přístroje s CCD kamerou.

Pojíždné RTG přístroje se kromě operačních sálů používají také na anesteziologicko-resuscitačních odděleních, jednotkách intenzivní péče atd. Při používání poíždného C-ramene je nezbytné dodržovat zásady radiační ochrany jak ve vztahu k pacientovi, tak i personálu.



Obrázek 34 Snímková prostřednictvím C-ramene (zdroj: archiv autora)

4 DISKUZE

V průběhu studia si musí studující oboru Radiologický asistent osvojit celou řadu znalostí a dovedností mimo jiné i z oblasti snímkování. I když přibývá moderních technologií v oblasti radiodiagnostiky, tak prosté rentgenové snímkování hrudníku a dutiny břišní má v současné medicíně stále důležitou roli v oblasti klinické diagnostiky. Rentgenové přístroje jsou nedílnou součástí radiodiagnostických oddělení, jak v ambulantních, tak i lůžkových zdravotnických zařízeních. U řady klinických diagnóz je snímkování hrudníku a dutiny břišní stále metodou první volby viz tabulka indikací.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvořit jednoduchý a srozumitelný manuál, který pomůže studentů oboru Radiologický asistent při odborné praxi zorientovat se v oblasti RTG snímkování dutiny hrudníku a dutiny břišní. Tento manuál je zaměřen na skiografii hrudníku a dutiny břišní u dospělé populace. Projekce uvedené v manuálu jsou v souladu s Národními radiologickými standardy zveřejněnými ve Věstníku č. 3/2019 vydaného MZ ČR (Česko, 2019, s. 1-95).

Prvním krokem pro tvorbu manuálu snímkování hrudníku a dutiny břišní bylo nastudovat dostupnou literaturu a legislativu. Poté následovaly konzultace s radiologickými asistenty z oddělení, na kterých byla vykonávána moje odborná praxe. Na základě konzultací byly vybrány projekce, které by měly být standardizovány ve všech ZZ, neboť jsou uvedeny v národních radiologických standardech a zároveň implementovány do místních radiologických standardů.

O tom, že manuál na snímkování je vhodným a názorným edukačním prostředkem, vypovídá i fakt, že tato práce není první prací, kdy jako výstup bakalářské práce vznikl právě manuál snímkování hrudníku a dutiny břišní. Obecně manuály užívané ve zdravotnických zařízeních tvoří oblíbený a v praxi hojně edukační materiál.

Podobnou práci na tuto problematiku totiž zpracovala také Iveta Nádějová v roce 2018. Oproti jejímu manuálu máme v oblasti snímkování hrudníku navíc vloženy projekce při snímkování pacienta vleže na lehátku měkkou a tvrdou snímkovací technikou. Na rozdíl od její práce není v tomto manuálu uvedena projekce sternoclavikulárního skloubení a šikmá hrudní projekce, neboť jsem pracovala pouze se standardizovanými projekcemi uvedenými ve výše zmiňovaném Věstníku 3/2019. Drobné rozdíly jsou v napětí a ve vzdálenosti od zdroje záření (Nádějová, 2018, s. 42-74; Česko, 2019).

U snímkování dutiny břišní je zde navíc zmíněna projekce intravenózní vylučovací urografie a u projekce břicha vleže PA s horizontálním centrálním paprskem je rozdíl v tom, že v práci Nadějové je zobrazena jako AP (Nadějová, 2018, s. 71). Dále se tento manuál odlišuje drobnými rozdíly v hodnotách napětí a vzdáleností zdroje záření od pacienta, které v této práci vychází z Národních radiologických standardů inovovaných v roce 2019.

Např. v publikaci zabývající se projekcemi od Johna P. Lampiagna a Leslie E. Kendricka projekce břicha PA vleže s horizontálním CP a břicho levá boční projekce s horizontálním CP nejsou uvedeny (Lampiagno, Kendrick, 2018). V publikaci E. Frank et al. (2012) také není uvedena projekce břicha PA vleže s horizontálním CP.

Z informací od radiologických asistentů, se kterými jsem měla možnost konzultovat v rámci odborné praxe, jsem zjistila, že se projekce břicha PA vleže s horizontálním CP se na daných pracovištích nedělá, případně dělá výjimečně.

Formáty pro kazety v tomto manuálu na rozdíl od manuálu Ivety Nádějové (2018) nejsou uvedeny, neboť formáty se mohou lišit dle místních radiologických standardů (MRS), případně u přímé digitalizace se již kazety nepoužívají. Nutno podotknout, že v praxi je postupně nepřímá digitalizace nahrazována přímou digitalizací.

Souhlasit mohu s výrokem Ivety Nádějové, která uvádí odlišnosti při snímkování břicha ve vztahu k fázi nádechu a výdechu. I já jsem v dostupných publikacích dohledala, že snímkování břicha se může např. dle Seidla et al. (2012, s. 148) provádět v nádechu, kdežto v publikaci od Kolektivu autorů (2015, s. 141–143) je zmíněna informace, že projekce břicha v PA se provádí v nádechu a projekce břicha AP naopak ve výdechu.

Další odlišností se, kterou jsem se při studiu literatury setkala je fakt, že např. Seidl et al. (2012) či Vomáčka (2015) ve svých publikacích zmiňují, že radiologický asistent nesmí při expozici přidržovat pacienta ani kazety. V publikaci od Súkupové (2018) se už uvádí, že by se radiologičtí pracovníci neměli zdržovat ve vyšetřovně, pokud to není nezbytně nutné v akutních případech (např. přidržování dětí v pediatrické radiologii) (Seidl et al., 2012, s. 94; Vomáčka et al., 2015, s. 74; Súkupová, 2018, s. 200).

Pokud opravdu selže zajištění jinou doprovázející osobou, pak radiologický asistent musí být vybaven ochrannými pomůckami a o vyšetření musí být proveden zápis (Súkupová, 2018, 200).

Vytvořený edukační materiál respektuje hlavní didaktické zásady a zároveň by měl být uživatelsky přívětivý pro začínající studenty. Tento materiál je přílohou bakalářské práce a je v elektronické formě uložen na CD na zadní straně bakalářské práce.

5 ZÁVĚR

Bakalářská práce na téma vytvoření manuálu pro snímkování hrudníku a dutiny břišní je typem práce teoreticko-praktické. V teoretické části je zpracována problematika vzniku rentgenového záření, konstrukce RTG přístrojů, radiační ochrana, anatomie hrudníku a dutiny břišní, úloha radiologického asistenta při snímkování hrudníku a dutiny břišní včetně edukace pacientů radiologickým asistentem.

Praktická část je rozdělena do dvou oddílů zaměřených na snímkování hrudníku a snímkování dutiny břišní. U každého bloku jsou nejprve uvedena indikovaná vyšetření včetně diagnóz a podmínky vyšetření, ale i neindikovaná vyšetření. Pote následují obecné podmínky pro snímkování hrudníku/dutiny břišní charakteristické pro všechny uvedené standardizované projekce a jsou zde také zmíněny nejčastější chyby. Na tuto část navazuje blok, ve kterém jsou uvedeny jednotlivé projekce v souladu s platnými Národními radiologickými standardy – skiografie, dospělí ve znění Věstníku č. 3/2019, kterými se nahrazují předchozí verze.

U každé projekce jsou uvedeny základní parametry projekce, kritéria zobrazení, poloha pacienta při vyšetření, pokyny pro pacienty. Každá projekce je doplněna o ukázkou nastavení polohy při projekci a ukázkou RTG snímku k dané projekci.

Hlavním cílem bylo vytvořit v rámci bakalářské práce edukační materiál, který pomůže studentem oboru RA lépe se zorientovat v RTG projekcích zaměřených na snímkování hrudníku a dutiny břišní. Při zpracování manuálu jsem vycházela ze zkušeností, které jsem získala v rámci odborné praxe. Snahou bylo zapracovat ty informace a poznatky, které jsem já sama vnímala jako potřebné pro výkon odborné praxe.

Pro dosažení co nejvyšší úrovně praktičnosti manuálu snímkování hrudníku a dutiny břišní byla vytvořena elektronická verze edukačního materiálu, tak aby byla jednoduchá, pro studenty srozumitelná a respektovala základní didaktické požadavky, které jsou na edukační materiál kladeny. Edukační materiál bude v elektronické podobě k dispozici všem studentům, kteří o něj budou mít zájem.

Hlavním limitem práce byl menší počet použitých zahraničních zdrojů pro zpracování bakalářské práce v důsledku omezení provozu knihoven případně velkých finančních nákladů na zakoupení zahraničních publikací. Z důvodu epidemiologické situace, některá pracoviště neměla zájem o spolupráci na vzniku edukačního materiálu např. při tvorbě fotodokumentace.

6 POUŽITÁ LITERATURA

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Národní radiologické standardy – skiografie, dospělý. In: *Věstník MZČR*. 2019, částka 3, s. 1-95. ISBN 978-80-7368-667-3. Dostupný také z <https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-c-3-2019/>.

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Kvalifikační standard přípravy na výkon zdravotnického povolání Radiologický asistent. In: *Věstník MZČR*. 2020, částka 2, s. 19-38. ISBN 978-80-7492-190-2. Dostupné také z <https://www.mzcr.cz/kvalifikacni-standard-radiologicky-asistent/>.

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Vyhláška č. 55 ze dne 1. března 2011, o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 20, s. 482-544. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: https://www.fnkv.cz/soubory/87/vyhlaska_55-r-2011.pdf

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Vyhláška č. 39 ze dne 20. ledna 2005, kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2005, částka 8, s. 189-211. ISSN 1211-1244.

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Vyhláška č. 470 ze dne 28. prosince 2017 kterou se mění vyhláška č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 169, s. 5652-5662. ISSN 1211-1244. Dostupné také <https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=470&r=2017>

ČESKO. Zákon č. 96 ze dne 4. února 2004 o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských povoláních). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 58, s. 2634-2641. ISSN 1211-1244. Dostupné také <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-96>.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie pro předmět základy anatomie a fyziologie člověka*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3.

FRANK, Eugenie, Bruce LONG et Barbora SMITH. *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures*. St. Louis: Mosby, Elsevier. 2012. ISBN 9780323073240.

- FERDA, Jiří et al. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
- HAVLÍČEK, KAREL et al. *Stručná anatomie lidského těla*. Pardubice: Fakulta zdravotnických studií, 2019. ISBN 978-80-7560-192-6.
- HEŘMAN, Miroslav et al. *Základy radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
- HUDÁK, Radovan, David KACHLÍK a Ondřej VOLNÝ. *Memorix anatomy*. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-415-6.
- JUŘENÍKOVÁ, Petra. *Zásady edukace v ošetrovatelské praxi*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2171-2.
- KOČÁREK, Eduard. *Biologie člověka*. Praha: Nakladatelství Scientia. 2010. ISBN 978-80-86960-47-0.
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Radiologické zobrazovací metody*. Univerzita Pardubice-FZS, 2015. Projekt Inovace studijních programů a internacionalizace FZS Univerzity Pardubice CZ.1.07/2.2.00/28.0265.
- KRÁTKÁ, Anna. *Základy pedagogiky a edukace v ošetrovatelství*. Zlín: Univerzita Bati ve Zlíně. 2016. ISBN 978-80-7454-635-8.
- KŘIVÁNKOVÁ, Markéta. *Somatologie – učebnice pro střední zdravotnické školy*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0695-0.
- LAMPIGNANO, John a Leslie KENDRICK. *Bontargers Handbook of Radiographic Positioning and Techniques*. St. Louis: Elsevier Mosby, 2018. ISBN 978-0-323-48525-8.
- MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1521-6.
- MAGUROVÁ, Dagmar a Ludmila MAJERNÍKOVÁ. *Edukácia a edukační proces v ošetrovatelstve*. Martin: Osveta, 2009. ISBN 978-80-806-3326-4.
- MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.

MIŽENKOVÁ, Lenka. Radiologický asistent jako součást operačního týmu. *Sestra*. 2007. roč. 17 č. 4. ISSN: 1210-0404. Dostupné také z <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra-priloha/radiologicky-asistent-jako-soucast-operacniho-tymu-301167>.

NÁDĚJOVÁ, Iveta. *Vytvoření manuálu pro snímkování hrudníku a dutiny břišní*. Pardubice, 2018. 84 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce Mgr. Zdeňka Vilasová, Ph.D.

NAŇKA Ondřej a Miloslava ELÍŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.

NEMCOVÁ, Jana a Edita HLINKOVÁ. *Moderná edukácia v ošetrovatelstve*. Martin: Osveta, 2010. ISBN 978-80-8063-3219.

NOVOTNÝ, Ivan a Michal HRUŠKA. *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 2015. ISBN 978-80-7373-128-1.

ONIKO. Pomůcky radiační ochrany. Dostupné z <https://oniko.cz/ochranne-vyrobky-proti-rtg>

OREL, Miroslav. *Anatomie a fyziologie lidského těla pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0531-1.

PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika – Fyzika ionizujícího záření*. Praha: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-05319-5.

PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. Praha: Portál, 2017. ISBN 978-80-262-1228-7.

SEIDL, Zdeněk et al. *Radiologie pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.

SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech*. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.

ÚSTAV ZDRAVOTNICKÝCH INFORMACÍ A STATISTIKY ČR. Přístrojové vybavení zdravotnických zařízení v ČR. [online]. 2019, č. A06 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008275/ai-2019-06-t1-pristrojove-vybaveni-zz-2018.pdf>.

VMK. Olověná písmena a číslice. Dostupné z http://www.vmk-rtg.cz/pdf/katalog/kl_12311.pdf

VOMÁČKA, Jaroslav et al. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.

ZÁVODNÁ, Vlasta. *Pedagogika v ošetrovatel'stve*. Martin: Osveta, 2005. ISBN 80-8063-193-X.

ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4100-0.

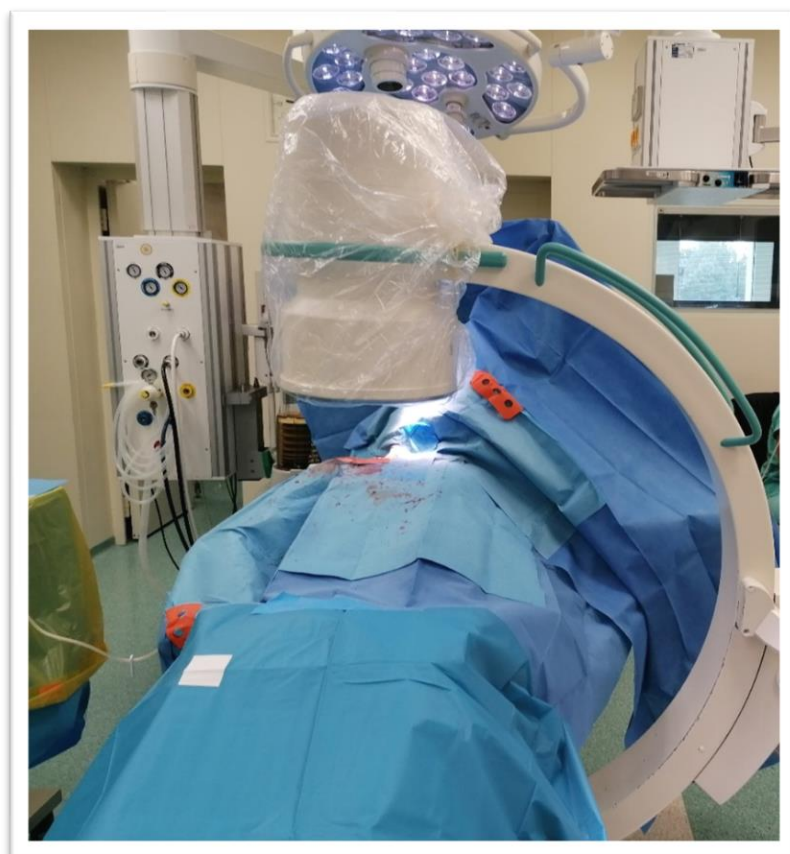
7 PŘÍLOHY

Příloha A – RTG vyšetřovna a vertigraf (zdroj: archiv autora).....	107
Příloha B – C rameno + jeho použití na OS (zdroj: archiv autora)	108
Příloha C - Ochranné stínící pomůcky (zdroj: archiv autora)	109
Příloha D – Umístění dozimetru (zdroj: archiv autora).....	110
Příloha E – Stínící ochranné prostředky pro personál (zdroj: archiv autora)	111
Příloha F – Edukační pomůcky pro děti využitelní v radiologii.....	112

Příloha A – RTG vyšetřovna a vertigraf (zdroj: archiv autora)



Příloha B – C rameno + jeho použití na OS (zdroj: archiv autora)



Příloha C - Ochranné stínící pomůcky pro pacienty (zdroj: archiv autora)

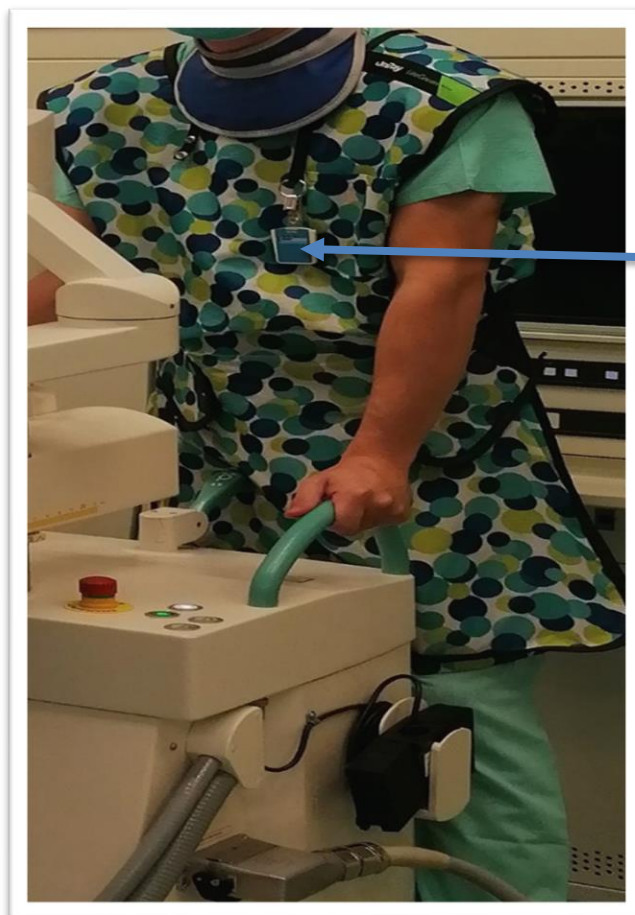


Chrániče gonád (zdroj: www.oniko.cz)



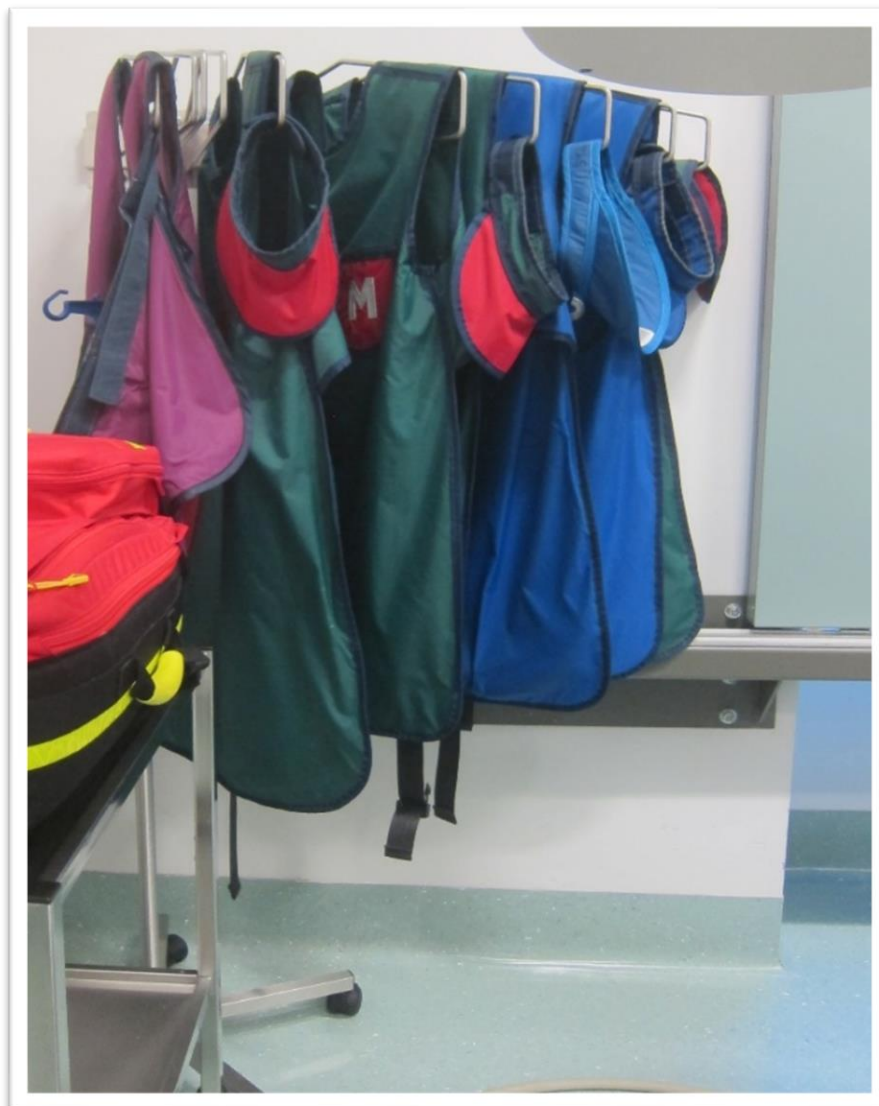
Chrániče vaječníků (zdroj: www.oniko.cz)

Příloha D – Umístění dozimetru (zdroj: archiv autora)



Umístění dozimetru
na RTG zástěře

Příloha E – Stínící ochranné prostředky pro personál (zdroj: archiv autora)



Příloha F – Edukační pomůcky pro děti využitelní v radiologii (zdroj: archiv autora)

