UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021 Nikola Vosyková

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

# Techniky zobrazování hrudníku (mimo ultrazvuk a metod nukleární medicíny) a komplexní úloha radiologického asistenta při jejich náležitém provádění

Nikola Vosyková

Bakalářská práce

2021

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2018/2019

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Nikola Vosyková** |
| Osobní číslo: | **Z17074** |
| Studijní program: | **B5345 Specializace ve zdravotnictví** |
| Studijní obor: | **Radiologický asistent** |
| Téma práce: | **Techniky zobrazování hrudníku (mimo ultrazvuku a metod nukleární medicíny) a komplexní úloha radiologického asistenta při jejich náležitém provádění.** |
| 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 výzkumného 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 a Hynek MÍRKA (2015). Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-174-2.

2. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK (2017). Memorix anatomie. 4. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.

3. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK (2012). Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-3126-0.

4. SEIDL, Zdeněk (2012). Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.

5. SÚKUPOVÁ, Lucie (2018). Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0709-4.

Vedoucí bakalářské práce: **MUDr. Dušan Spitzer, Ph.D., MBA**
Katedra klinických oborů
Datum zadání bakalářské práce: **1. 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 techniky zobrazování hrudníku (mimo ultrazvuk a metod nukleární medicíny) a komplexní úloha radiologického asistenta při jejich náležitém provádění 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 jako školního díla poskytnuta licence o užití jinému objektu, 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 odevzdání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny University Pardubice.

V Pardubicích dne 28.4.2021

Nikola Vosyková v. r.

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé práce MUDr. Dušanovi Spitzerovi, Ph.D. MBA za cenné rady, pomoc a trpělivost při psaní práce. Dále bych chtěla poděkovat diagnostickému oddělení FN Hradec Králové za spolupráci při tvoření mé praktické části práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině za podporu a oporu během studia.

## ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na techniky zobrazování hrudníku (mimo ultrazvuk a metod nukleární medicíny) a komplexní úloha radiologického asistenta při jejich náležitém provádění. Práce se dělí na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá základy anatomie plic a srdce a hlavními zobrazovacími metodami. Dále je v této části shrnuta radiační ochrana pracovníků i pacientů. Praktická část se zaobírá problematikou snímkování plic a srdce, indikací k tomuto vyšetření a správností provedení.



## KLÍČOVÁ SLOVA

Radiologický asistent, pacient, plíce, ionizující záření, radiační ochrana


## TITLE

Chest imaging techniques and the complex role of the radiological assistant in their proper implementation


## ANNOTATION

The bachelor thesis is focused on the techniques of chest imaging and the complex role of the radiological assistant in their proper implementation. The work is divided into two parts, theoretical and practical. The theoretical part deals with the basics of lung and heart anatomy and the main imaging methods. Furthermore, this section summarizes the radiation protection of workers and patients. The practical part deals with the issue of lung and heart imaging, indications for this examination and the correctness of the design.



## KEYWORDS

Radiologic assistant, patient, lungs, ionizing radiation, radiation protection

# OBSAH

Obsah ..... 7

Seznam obrázků ..... 10

Seznam zkratek a značek ..... 11

Úvod ..... 12

Cíl práce ..... 13

Teoretická část ..... 14

1 Zobrazování oblasti hrudníku ..... 14

1.1 Projevy patologie na rentgenogramu plic ..... 16

2 Zobrazovací metody ..... 17

2.1 Skiagrafie hrudníku- historie radiodiagnostiky ..... 17

2.1.1 Rentgenové záření ..... 17

2.2 Části rentgenového přístroje ..... 18

2.2.1 Tvorba RTG obrazu ..... 19

2.3 Výpočetní tomografie ..... 20

2.3.1 Konstrukce CT ..... 20

2.3.2 Hounsfieldova stupnice ..... 21

2.3.3 Kontrastní látky ..... 21

2.4 Biologické účinky rentgenového záření ..... 22

2.5 Radiační ochrana ..... 22

2.5.1 Principy radiační ochrany ..... 23

2.5.2 Způsob ochrany před ionizujícím zářením ..... 23

2.5.3 Dozimetrie ..... 24

2.6 Zobrazovaní magnetickou rezonancí ..... 25

2.6.1 Princip magnetické rezonance ..... 26

2.6.2 Zobrazovací sekvence ..... 27

2.6.3 Konstrukce MR přístroje ..... 27

2.6.4 Bezpečnostní zásady a kontraindikace ....27
3 Zobrazování hrudníku radiologickými metodami ....29
3.1 Skiagrafické snímkování hrudníku ....29
3.1.1 Indikace k RTG vyšetření ....29
3.2 RTG projekce hrudníku ....29
3.2.1 Snímkování dětských pacientů ....30
3.2.2 Snímkování těhotných žen ....31
3.3 Vyšetření hrudníku pomocí výpočetní tomografie ....32
3.4 Příprava pacienta ....32
3.4.1 Nativní vyšetření hrudníku ....32
3.4.2 Postkontrastní vyšetření ....32
3.6 Vyšetření hrudníku pomocí magnetické rezonance ....33
3.6.1 Srdce ....33
3.6.2 Plíce ....34
4 Radiologický asistent ....35
4.1.1 Odborná způsobilost ....35
4.1.2 Kompetence radiologického asistenta ....36
5 praktická část ....38
5.1 Metodika ....38
5.2 Personální zajištění a požadavky na technické vybavení ....38
5.3 Záznamy a dokumentace ....39
5.3.1 Kontrola záznamů ....39
5.4 Klinická odpovědnost ....39
5.4.1 Klinická odpovědnost za odůvodnění ....39
5.4.2 Klinická odpovědnost za praktickou část LO ....40
5.4.3 Klinická odpovědnost za hodnocení kvality LO ....40
5.4.4 Odpovědnost za klinické hodnocení LO ....40

5.4.5 Klinická odpovědnost za fyzikálně – technickou část LO ..... 40
5.5 Žádost o radiologické vyšetření ..... 41
5.5.1 Výkony s indikací posuzovanou radiologickým asistentem ..... 41
5.5.2 Případ, kdy nejsou výkony s indikací posuzovanou RA ..... 42
5.5.3 Zvláštní případy LO ..... 43
5.6 Příprava vyšetření ..... 45
5.7 Hodnocení kvality lékařského ozáření ..... 46
5.8 Indikace k vyšetření hrudníku ..... 47
5.9 Obecné požadavky na nastavování projekcí, expoziční parametry a provedení výkonu ..... 47
5.10 Standardy jednotlivých projekcí ..... 48
6 Diskuze ..... 53
7 Závěr ..... 55
8 Použitá literatura ..... 56

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Skiagram hrudníku v PA a boční projekci [1] ..... 14
Obrázek 2: Rentgenanatomie hrudníku [2] ..... 15
Obrázek 3: Atelektáza [3] ..... 16
Obrázek 4: Rentgenka [4] ..... 18

# SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

| | |
|---|---|
| AP | Předozadní projekce |
| CP | Centrální paprsek |
| CT | Výpočetní tomografie |
| EKG | Elektrokardiografie |
| Gy | Gray, absorbovaná dávka |
| HU | Hounsfieldova stupnice |
| IZ | Ionizující záření |
| KAP | Součin kermy a plochy |
| KL | Kontrastní látka |
| LO | Lékařské ozáření |
| NRS | Národní radiologické standardy |
| MR | Magnetická rezonance |
| MRS | Místní radiologický standard |
| PA | Zadopřední projekce |
| RA | Radiologický asistent |
| RTG | Rentgen |

# ÚVOD

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolila téma techniky zobrazování hrudníku (mimo ultrazvuku a metod nukleární medicíny) a komplexní úlohy radiologického asistenta při jejich náležitém provádění.

Vyšetření hrudníku zobrazovacími metodami je velmi častým radiologickým vyšetřením. Díky rozvoji modernějších technik, došlo nejen k rozvoji potenciálu kvality zobrazení a možností zobrazení jednotlivých orgánů a struktur, ale také k poměrně složitému rozhodování o volbě metody, jejímu provedení, ale i o přípravě pacienta k vyšetření. Každá z metod má svůj přínos v určité diagnostické problematice. Rentgenové snímky zobrazují skelet hrudníku, do značné míry měkkotkáňové orgány v něm uložené, především plíce a poskytují základní informace v konfiguraci a velikosti středního stínu což je obraz mezihrudí a orgány v něm uložené, tedy srdce, a velké cévy mediastina. Přinášejí informace o možných zlomeninách hrudního koše, rozsáhlejších zánětlivých postiženích anebo pneumotoraxu. Kromě často využívaného rentgenu lze hrudník vyšetřit i prostřednictvím magnetické rezonance či CT. Která jsou široce dostupná.

Úlohu radiologického asistenta nelze omezit jen na provedení snímku. Jednou z důležitých úloh radiologického asistenta při jednotlivých diagnostických vyšetřeních je ověřit, zda nejsou přítomny kontraindikace, které by mohly vyšetření znemožnit, či zhoršit pacientův stav. Seznámit a poučit pacienta o průběhu vyšetření, zvolit správnou polohu pacienta, pokud možno jej v ní fixovat, naplánovat a spustit vyšetření. V průběhu vyšetření radiologický asistent kontinuálně sleduje stav pacienta.

V teoretické části bakalářské práce popíši anatomicky jednotlivé úseky dýchacího ústrojí. Následně uvedu zobrazovací metody, které se využívají při diagnostických vyšetřeních plic. Dále jsem popsala pro ostatní zdravotnické pracovníky nelékaře základní zobrazovací metody, techniku provedení, jejich obvyklé indikace a kontraindikace.

Ve své praktické části se zabývám konkrétně problematikou snímkování plic a srdce, indikací k tomuto vyšetření, správností provedení a úlohou radiologického asistenta při jejich náležitém provedení. Následně jsem porovnala změny a novely v platné legislativě a zjistila, zda se novelizací zvýšily kompetence radiologických asistentů.

# CÍL PRÁCE

Jejím cílem je pro ostatní zdravotnické pracovníky nelékaře ve stručnosti popsat základní zobrazovací metody, techniku jejich provedení, jejich obvyklé indikace a kontraindikace a úlohu radiologického asistenta při jejich provádění.

Cílem praktické části je shrnout správný postup vyšetření a úlohu radiologického asistenta.

Druhým cílem praktické části je porovnat změny a novely v platné legislativě, a zda se novelizací zvýšily kompetence radiologických asistentů.

# TEORETICKÁ ČÁST

# 1 ZOBRAZOVÁNÍ OBLASTI HRUDNÍKU

Kostra hrudníku je pevnou, ale zároveň pružnou ochranou schránkou pro plíce a srdce. Skládá se z dvanácti hrudních obratlů a dvanácti párů žeber kloubně připojených k hrudním obratlům, hrudní kosti a pletence hodní končetiny. Dýchací systém se z anatomického a klinického hlediska rozděluje na horní a dolní cesty dýchací. Horní cesty dýchací se dělí na nosní dutinu, hltan. Dolní cesty začínají hrtanem, napojují se na průdušnici, která se větví na hlavní průdušky, které se zanořují do pravé a levé plíce [1], [2], [3].

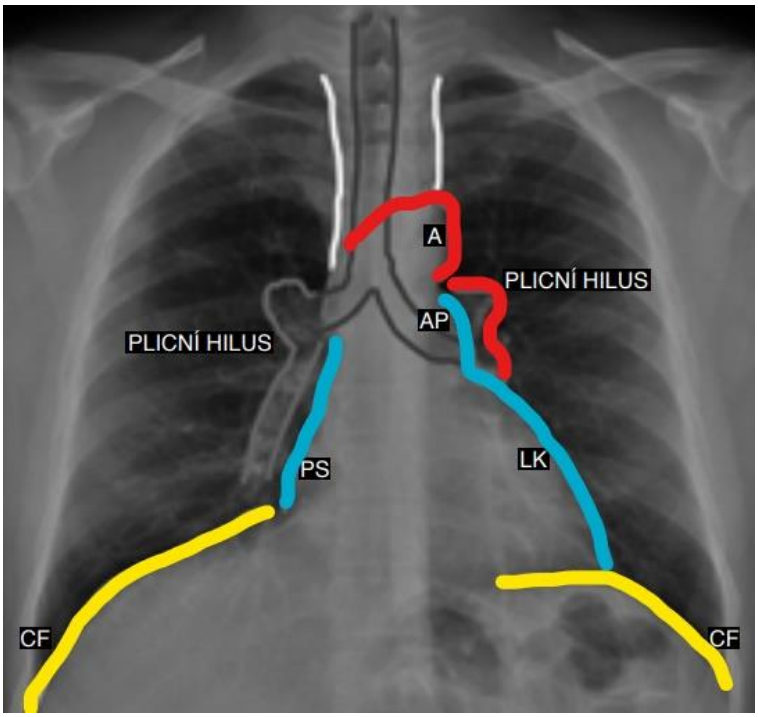
Základní zobrazovací technikou v oblasti hrudníku je skiagrafie. Snímek hrudníku se provádí ve stoje v zadopřední a/nebo v bočné projekci. U pacientů, kteří nezvládnou pozici ve stoje, je možné zhotovit snímek hrudníku na lůžku pacienta v předozadní projekci. Dále se provádějí snímky žeber a to při podezření na jejich frakturu. Existují i speciální projekce, jako jsou snímky na plicní vrcholy, šikmé snímky atd., ale ty se používají jen výjimečně [4], [5], [6].

Snímky hrudníku se provádí v maximálním nádechu za respiračního a tělesného klidu. Při správně provedeném a exponovaném snímku hrudníku by měla být zobrazena pouze horní polovina hrudních obratlů, celé obě plicní křídla, včetně hrotů a bráničních úhlů a stíny mediastina a srdce. Díky snímkování v hlubokém nádechu obsahují plíce vzduch, proto mají nižší hustotu než okolní tkáně, to se na snímku projeví jejich tmavší barvou [4], [5], [6].

**Obrázek 1: Skiagram hrudníku v PA a boční projekci [1]**

Vzhledem k tomu, že v PA projekci dochází k sumaci jednotlivých struktur je k získání prostorové představy vhodné doplnit snímek v laterální (bočné) projekci viz. obrázek 1.

Jak už bylo řečeno, snímek hrudníku je sumačním snímkem, to znamená, že do jednoho obrazu se sumuje skelet, plicní parenchym, bronchovaskulární kresba, bránice, mediastinum a srdce. Tvar hrudníku závisí na celkovém stavu nemocného. Může být dlouhý se strmým průběhem žeber (astetický), krátký s horizontálním průběhem žeber (pyknický) a normální (normostenický). Normální rentgenogram zobrazuje obě plicní křídla rozvinutá, plicní parenchym je vzdušný (transparentní). K lokalizaci patologických nálezů a jejich popisu rozdělujeme plicní křídla na PA snímku do tří plicních polí: horní, střední a dolní. Horní pole jde od oblasti obou hrotů a kaudálně je ohraničeno přední částí 2. žebra. Střední je ohraničeno ventrální částí 2. a 4. žebra. Dolní plicní pole začíná průběhem přední části 4. žebra a je zakončeno bráničí klenbou [4], [5].




**Obrázek 2: Rentgenanatomie hrudníku [2]**

Stín bránice je označený žlutou barvou, je kopulovitého, konvexního tvaru, je hladce konturovaná a pravá kupule je normálně uložena výše než levá. Stín mediastina je na PA snímku označen bílou barvou, v horní části štíhlý, symetrický, tvořen převážně velkými cévami. Pruhovité projasnění v horní části mediastina je vytvořeno vzduchovým sloupcem trachey. Ve středu se mediastinum asymetricky rozšiřuje směrem dolů, kde se na jeho tvaru podílí hlavně srdeční stín, označeno červenou barvou na obrázku. Písmenem A je označena aorta, AP – oblouček plicnice, CF- kostofrenické úhly, LK- levá komora, PS- pravá síň. Tmavě šedou barvou jsou na obrázku označeny velké bronchy a trachea [5].

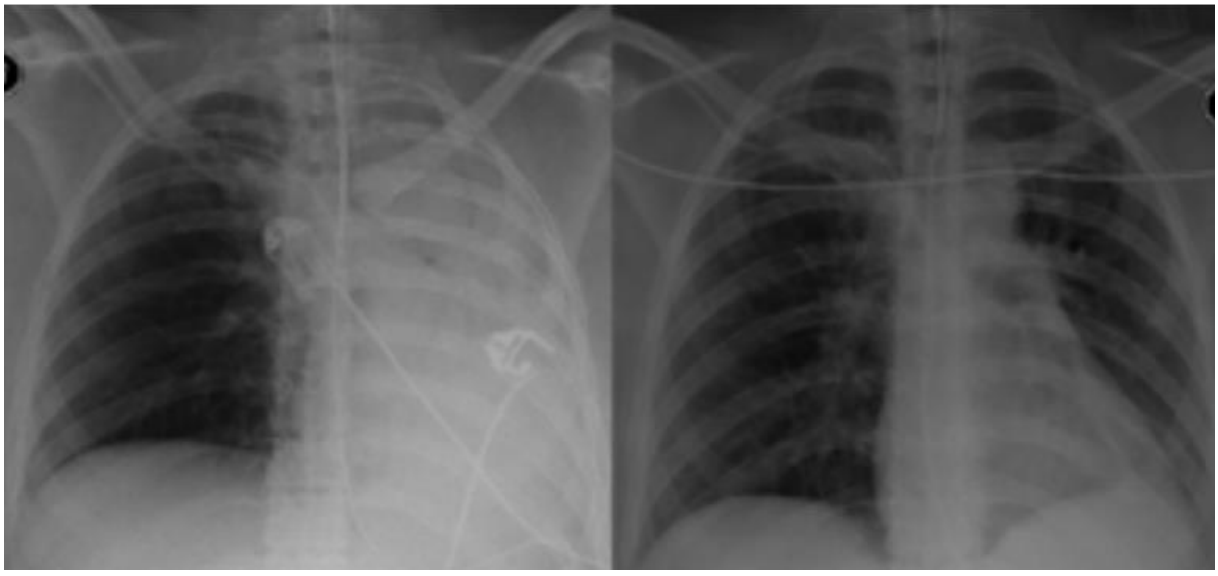
## 1.1 Projevy patologie na rentgenogramu plic

Obecně se patologické stavy dýchacího systému projevují různými změnami ve vzdušnosti plicního parenchymu, což ovlivňuje množství absorbovaného RTG záření. Zvýšení absorpce RTG záření se na snímku projeví snížením transparence, tedy zastíněním. Snížení absorpce v plicní tkáni vede k zvýšení transparence, projasnění plicního parenchymu [5].

Zastínění plicního parenchymu na rentgenovém snímku může být způsobeno jednak nevzdušností plicní tkáně z různých příčin nebo extrapulmonálními patologiemi. Nevzdušnost plic se projeví ložiskovým či plošným zastíněním a může být způsobena následujícími základními mechanismy: [5]

Uzávěrem přívodného bronchu, ten může být způsoben nádorem, hlenovou zátkou či cizím tělesem. Nebo náhradou vzduchu v plicních sklípcích tekutinou. Avšak mezi nejčastější extrapulmonální příčiny zastínění plicního parenchymu patří patologie v oblasti pleurální dutiny, jako je přítomnost pleurální tekutiny, exudátu či transudátu. U snímku ve stoje se přítomnost volné tekutiny projeví zastíněním plic basálně, se smazáním kontury bránice.

Naopak projasnění plicního parenchymu je projevem zvýšené vzdušnosti, ta může být způsobena emfyzémem nebo pneumotoraxem [5].



**Obrázek 3: Atelektáza [3]**

Na levém snímku je vidět atelektáza celého levého plicního křídla. Pravý snímek je pořízen po odsátí hlenové zátky z levého hlavního bronchu. Nález se prakticky normalizoval [5].

# 2 ZOBRAZOVACÍ METODY

Zde jsou popsány jednotlivé zobrazovací metody, historie radiodiagnostiky a radiační ochrana.

## 2.1 Skiagrafie hrudníku- historie radiodiagnostiky

K objevu rentgenových paprsků došlo v roce 1895, tento objev učinil německý vědec Wilhelm Conrad Röntgen při jeho výzkumu katodového záření. Röntgen nazval nový typ záření jako záření či paprsky X. Za tento objev mu byla udělena roku 1901 vůbec první Nobelova cena za fyziku [7].

### 2.1.1 Rentgenové záření

Přirozeným způsobem vzniká rentgenové záření jen díky hvězdám. Elektrická výroba záření X je možná za specifických podmínek, ty zahrnují: zdroj elektronů, vhodný cílový materiál, vysoké napětí a vakuum. K umělému vytvoření RTG záření tedy dochází v rentgenkách a betatronech při prudkém zabrzdění elektronů ve hmotě o vysokém protonovém čísle [4].

RTG záření vzniká na principu dvou způsobů. Charakteristické záření vznikne po vyražení elektronu z jedné z atomových slupek K, nebo L a vzniká foton, jehož energie je rovna rozdílu v energii dvou vrstev, spektrum charakteristického záření je diskrétní, závislé na materiálu, v němž vzniká. Oproti tomu brzdné záření vzniká průletem elektronu blízko atomového jádra po zakřivené ose a energie, kterou elektron ztrácí, je vyzářena ve formě kvanta energie. Interakce RTG záření s hmotou probíhá dvěma způsoby: Comptonovým jevem a fotoelektrickým jevem [4].

Comptonův jev je fyzikální děj, při kterém dochází k interakci elektromagnetického záření s atomy pevné látky a mění se vlnová délka záření v důsledku předání části své energie atomům nebo jejich elektronům [4].

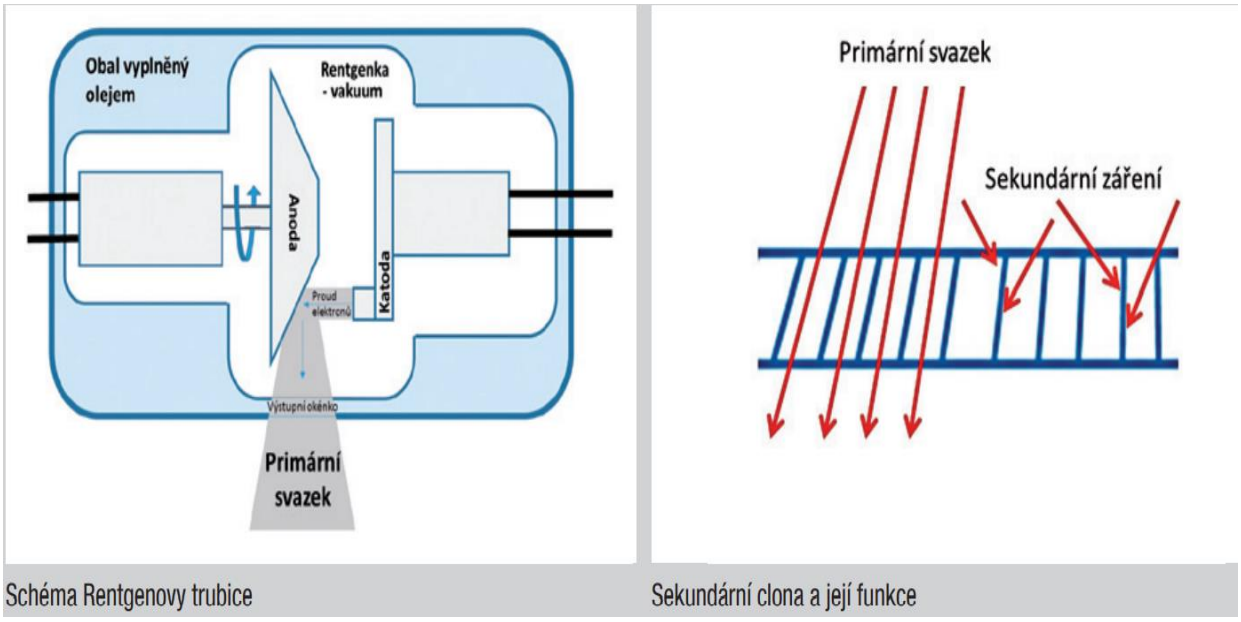
Fotoelektrický jev či fotoefekt, jedná se o fyzikální děj, při němž dochází k uvolnění elektronů z obalu atomu a následně mohou být emitovány (vyzařovány) z látky v důsledku absorpce elektromagnetického záření (např. rentgenové záření nebo viditelného světla) látkou [4].

Rentgenové záření je neviditelné, šíří se přímočaře rychlostí světla i vakuem a intenzita ubývá se čtvercem vzdálenosti. Vlnová délka je $10^{-8}$-$10^{-12}$ m [7].

## 2.2 Části rentgenového přístroje

V radiodiagnostice je zdrojem rentgenového záření rentgenka. Skládá se z tří částí: vnitřní části (insert), krytu (pouzdra), vysokonapěťových kabelů (VN) [4], [7].

Vnitřní část rentgenky je vysoce vakuovaná dioda se dvěma elektrodami a to zápornou katodou a kladnou anodou. Dnes jsou rentgenky ze sklokeramického materiálu oproti dřívějšku, kdy byly vyráběny z olovnatého skla. Konstrukce rentgenky tedy vychází z diody, která je připojena do elektrického obvodu s vysokým napětím, to se pohybuje okolo 20-200 kV. Anoda a katoda (elektrody) jsou vloženy ve vakuové skleněné trubici a kryté obalem z olova. Mezi obalem a rentgenkou se nachází vrstva oleje, která se využívá jako chladící médium. Poté co dojde k rozžhavení katody, která je spirálovitá, se uvolní urychlené elektrony pomocí vysokého napětí a dopadají na kladnou elektrodu (anodu). Anoda je zhotovena z materiálu o vysokém protonovém čísle, nejčastěji z wolframu. Po jejich dopadu se kinetická energie z 99 % změní na teplo a z 1% na rentgenové záření. Pro lepší chlazení se využívá rotace anody. Díky jejímu tvaru dochází k nasměrování většiny RTG záření do výstupního okénka rentgenky vyrobeného z beryllia. Tudy RTG záření prochází ven jako tzv. primární svazek, který využíváme pro diagnostiku. Při průniku primárního svazku záření hmotou, tedy tělem pacienta, vzniká sekundární (rozptýlené) záření. Sekundární záření se na rozdíl od primárního šíří všemi směry [4], [7].




**Obrázek 4: Rentgenka [4]**

Pouzdro rentgenky se skládá z lehkého kovu, nejčastěji hliníku, ale vnitřek je obložen olovem. Mezi rentgenkou a krytem cirkuluje olej, uvnitř je tzv. dilatační membrána, tedy rezervní prostor. Ten se zde nachází z důvodu částečného roztahování oleje při jeho zahřátí.

Vysoké napětí musí do rentgenky vstupovat ve vysokonapěťových kabelech, aby se zabránilo možnosti úrazu. Navíc musí být obaleny několika vrstvami izolantů [4], [7].

Další důležitou součástí RTG zařízení je vyšetřovací stůl, jehož pohodlí nepatří mezi hlavní přednosti. Vyšetřovací stůl je navržen tak, aby co nejvíce vylepšil kvalitu snímku a usnadnil probíhající vyšetření. Jeho povrch musí být odolný vůči poškrábání, lehce omyvatelný a bez záhybů. Po každém pacientovi provedeme desinfekci. Dále stůl obsahuje prostor pro uložení Buckyho clony a kazety nebo flat panelu [4], [7].

Vertigraf je zařízením pro snímkování stojících pacientů horizontálním průběhem RTG paprsků. Nejčastěji se využívá pro snímky srdce, plic či břicha [4].

### 2.2.1 Tvorba RTG obrazu

Snímkování hrudníku se provádí krátkou expozicí RTG záření, které projde tělem pacienta, z části se v něm absorbuje, rozptyluje a dopadá na detekční medium, díky kterému dochází k vytvoření snímku. Dříve se využívaly světlotěsné kazety se zesilujícími foliemi a filmem, ten se pomocí chemikálii vyvolával podobně jako fotografie. V dnešní době se používá moderní technologie v podobě digitalizace. Pacient se po vyzvání radiologem položí na vyšetřovací stůl, či je posazen vedle něj, případně stojí u tzv. vertigrafu pro snímkování vstoje [4].

Primární svazek RTG vystupuje z rentgenky a prochází kolimátorem (primární clona), kde dojde k vymezení svazku na potřebnou plochu tak, aby radiační zátěž pacienta byla co nejmenší a zároveň se dosáhlo potřebné kvality obrazu. Průchodem primárního svazku záření tělem pacienta dochází ke vzniku sekundárního záření, které částečné dopadá na detekční sytém a snižuje kontrast obrazu. Na eliminaci tohoto efektu se používají tzv. sekundární clony. Sekundární clona se podobá mřížce s lamelami z materiálu, který absorbuje rentgenové záření, jejichž směr odpovídá orientaci primárního svazku. Primární svazek záření volně projde mezerami mezi lamelami, zatímco rozptýlené sekundární záření je mřížkou pohlceno. V průběhu expozice se mřížka pohybuje, aby nedošlo k zobrazení lamel na snímku a tím k jeho znehodnocení [4], [7].

Rentgenka pro svoji činnost potřebuje stejnosměrný proud o vysokém napětí, proto je součástí RTG zařízení také zdroj obsahující generátor vysokého napětí a usměrňovač. Pokud není pacient schopen transportu na rentgenové pracoviště, je snímek proveden na lůžku pomocí mobilního rentgenového přístroje. U snímku nemocného na lůžku je potřeba počítat s horší hodnotou obrazu vyplývající z neobvyklých podmínek a použití jednoduší techniky [4].

Na RTG snímku je vidět dvojrozměrný negativní obraz ve škále šedi, v němž je zachycen celý objem vyšetřované oblasti v určité projekci. Oblasti, kde dochází k větší absorpci RTG záření než v okolí, tvoří na snímku světlé plochy (zastínění). Naopak v oblastech, které absorbují méně záření, dochází k projasnění, což se zobrazí jako tmavá plocha [4].

RTG obraz je tedy dvourozměrný obraz třírozměrného objektu, pro jehož vznik jsou potřeba tři základní komponenty: zdroj záření (ohnisko rentgenky), objekt (pacient) a detektory digitálních přístrojů [4], [7].

## 2.3 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie je tvořena matematickou rekonstrukcí anatomických vrstvových obrazů (řezů) získaných z informací o absorpci záření v mnoha průmětech po obvodu kruhu. První počítačový tomograf, který se dal klinicky využít, byl zkonstruován v roce 1971. Díky zavedení CT došlo k zásadnímu přelomu v lékařském zobrazovaní. Její vynálezci Godfrey N.Hounsfield a Allan M. Cormack získali v roce 1979 Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství [10].

### 2.3.1 Konstrukce CT

K získání informace o absorpci rentgenového záření slouží soustava rentgenky a proti ní ležícího oblouku, který se skládá z několika stovek detektorů. Tato soustava rentgenky a detektorů je součásti gantry, která se otáčí okolo těla pacienta ležícího na stole, postupně zajíždějícího do otvoru v jeho středu. Šířka jednoho řezu závisí na šířce detektorových prvků. Jedna rotace soustav rentgenka-detektor trvá podle typu přístroje a druhu vyšetření 0,27-1s. Během jedné rotace provede přístroj několik stovek expozic z různých úhlů, z nich je poté pomocí speciálních algoritmů získán CT obraz. V dnešní době se vyrábějí tzv. spirální multidetektorové přístroje. Dalším používaným termínem je spirální (helikální) CT přístroj to znamená, že skenování probíhá za kontinuální rotace soustavy rentgenka-detektor a současného posunu vyšetřovacího stolu. Dráha rentgenky na tělo pacienta je ve tvaru šroubovice [10].

Multidetektorové přístroje mají ještě navíc detektory uložené ve více řadách (až 320), což umožňuje zhotovení většího počtu řezů během jedné rotace. Skenování u těchto přístrojů je velmi rychlé a díky tvorbě tenkých řezů je i podrobné. Šíře řezů je obvykle mezi 0,5- 1,5 mm. Z těchto tenkých řezů můžeme vytvářet rekonstrukce v libovolných rovinách nebo prostorové rekonstrukce [10].

### 2.3.2 Hounsfieldova stupnice

Jde o vyjádření míry absorpce rentgenového záření, absorpce se udává v tzv. Hounsfieldových jednotkách. Ty jsou vyjádřením denzity konkrétních voxelů, z kterých je vytvořen obraz. Stupnice denzity je rozdělena na zhruba 4000 stupňů. Hodnota 0 HU (Hounsfieldu) odpovídá absorpci záření ve vodě. Tkáně a materiály s menší absorpcí např. tuk a plíce mají zápornou denzitu, naopak prostředí kde dochází k větší absorpci záření má kladnou denzitu např. měkké tkáně, kosti, RTG kontrastní látky [10].

Čím je větší absorpce rentgenového záření, tím je bod světlejší. Lidské oko je schopné identifikovat pouze asi 16 stupňů šedi, proto zobrazujeme z pravidla jen část denzitní škály (tzv. okno) s přesně definovanou šíří a středem. Ostatní obrazové body mimo vymezené okno se pak zobrazují jako černé (pod dolní hranicí) nebo bílé (nad horní hranicí). V praxi se využívá například plicní, mozkové, břišní či kostní okno [10].

Průběh vyšetření pomocí CT se skládá z uložení pacienta do gantry, podání kontrastní látky a skenování. Po uložení pacienta se zvolí vyšetřovací protokol a provede se tzv. topogram- rentgenový snímek vytvořený bez otáčení rentgenky a detektorů, na kterém se zvolí rozsah vyšetření. Pak následuje vlastní skenování. Získané obrazy jsou v axiální rovině. Další úpravou z nich lze získat dvoj- a trojrozměrné rekonstrukce v libovolných rovinách a úhlech pohledu [10].

### 2.3.3 Kontrastní látky

Kontrastní látky se při CT vyšetření využívají, z důvodu zvýraznění rozdílů v absorpci rentgenového záření, a tím i kontrastu obrazu. Intravenózně se výhradně podává jodová vodná kontrastní látka. A to do kanyly zavedené do periferní žíly ručně či pomocí tlakového injektoru, na kterém je možné přesně nastavit objem a průtok látky. Používané objemy kontrastní látky se volí v závislosti na typu vyšetření a rozsahu vyšetřované oblasti v rozpětí 40-120 ml. Rychlost jakou je kontrastní látka aplikována se pohybuje nejčastěji od 2 do 5 ml/s. Před vyšetření gastrointestinálního traktu můžeme podávat kontrastní látku i do jeho lumen (naředěná jodová nebo baryová kontrastní látka, voda, roztok manitolu, vzduch, CO2).

I jodovou látku můžeme podávat do jiných dutých orgánů a struktur (píštěle, kloubní dutina, močový měchýř, páteřní kanál). A některé orgány mají obsah, který se za normální či patologické situace chová, jako kontrastní látka. Takto můžeme prohlížet vzduch v dýchacích cestách, likvor v mozkových komorách nebo tekutinu a plyn ve střevech [10].

Před vyšetřením s intravenózním podáním kontrastní látky pacient lační a dodržuje dostatečnou hydrataci. Pokud jde o vyšetření střeva, provede se jeho vyprázdnění. Vyšetření bez kontrastní látky nepožaduje žádnou přípravu pacienta [10].

CT může sloužit k navigaci intervenčních výkonů, jako jsou biopsie, drenáže a nebo termoablace nádorů [10].

## 2.4 Biologické účinky rentgenového záření

Rentgenové záření, které je absorbováno v organismu má negativní účinky. Jsou podmíněné hlavně excitací a ionizací atomů hmoty. Nejzávažnější je poškození molekul DNA, a nejvíce citlivé jsou dělící se buňky, proto je potřeba uvážlivě indikovat snímky v oblasti pánve, břicha a všechny snímky u dětí [5], [10].

Účinky ionizujícího záření na lidský organismus rozdělujeme na deterministické a stochastické [5].

Deterministické účinky se projevují až po překročení tzv. prahové dávky. To znamená, že účinek na tkáň nebo orgán se objeví pouze v případě, že dávka přesáhne určitou prahovou hodnotu. Mezi deterministické účinky řadíme například akutní nemoc z ozáření, k nejlehčímu projevu dochází po přesažení dávky 1-2 Gy, či lokální poškození kůže [5], [10].

Naproti tomu stochastické účinky jsou bezprahové, s rostoucí dávkou roste pravděpodobnost jejich výskytu. A v oblasti radiodiagnostiky jako jediné připadají v úvahu. K jejich projevu nedochází ihned, jde o účinky pozdní. Nejzávažnějším stochastickým účinkem je vznik nádorového onemocnění a genetických změn [5], [10].

## 2.5 Radiační ochrana

Ochrana před účinky ionizujícího záření se týká jak pacientů, tak zdravotnického personálu, vychází z platné legislativy a je pod dozorem SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost) a SÚRO (Státní ústav radiační ochrany). Mezi základní pravidla radiační ochrany pro všechny provozy patří: Úplně vyloučit deterministické účinky a omezit na minimum účinky stochastické [10].

### 2.5.1 Principy radiační ochrany

Obecně známe tři používané principy ochrany. Mezi ně patří princip odůvodnění, princip optimalizace a princip limitování [10].

Princip odůvodnění znamená, že při činnosti vedoucí k ozáření ionizujícím zářením musí být zajištěno, aby každá činnost byla zdůvodněna přínosem, který vyváží rizika, jež při těchto činnostech vznikají či mohou vznikat [10].

Princip optimalizace je zakládán na dodržování radiační ochrany při činnosti doprovázené ionizujícím zářením. Každý kdo je zodpovědný za radiační činnost, je povinen dosáhnout a udržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. Tento princip se v angličtině vyjadřuje frází „As low as reasonably achievable''(zkratkou ALARA) [10], [11].

A posledním principem je princip limitování neboli princip nepřekročení limitů. V tomto principu jde o omezování ozáření osob tak, aby celkové ozáření nepřesáhlo v součtu stanovené limity ozáření. Tento princip neplatí pro lékařské ozáření (ozáření pacientů v rámci diagnostiky a léčby), usměrňování lékařského ozáření se řídí prvními dvěma principy – odůvodnění a optimalizace [10], [11].

Součástí radiační ochrany je i princip zabezpečení zdrojů. To znamená, že zdroje ionizujícího záření musí být zabezpečeny tak, aby za předvídatelných podmínek nemohlo dojít ke ztrátě kontroly nad nimi. Dále by měly být náležitě skladovány a evidovány, aby nedošlo k odcizení zdroje. Zdroje záření musí být svěřovány pouze osobám a organizacím, které jsou pro příslušné činnosti vyškoleny a vlastní povolení s nimi zacházet [10], [11].

### 2.5.2 Způsob ochrany před ionizujícím zářením

Úlohou radiační ochrany je snížení absorbované dávky ionizujícího záření v organismu na co nejmenší (v souladu s principem ALARA). Díky snížení dávky dojde k podstatnému omezení rizik nežádoucích účinků záření. Obdržená dávka záření závisí na několika faktorech: intenzitě, druhu a energie emitovaného záření, době expozice, vzdálenosti a stínění. Známe tři základní postupy ochrany před vnějším ionizujícím zářením: ochrana časem, vzdáleností a stíněním [4], [10].

Dávka záření je přímo úměrná době expozice, po kterou je pacient v poli záření. Při ochraně časem můžeme obdrženou dávku snížit zkrácením doby pobytu v prostoru s ionizujícím zářením. Dalším postupem ochrany před ionizujícím zářením je ochrana vzdáleností. Od zdrojů záření je třeba se držet co nejdále, protože intenzita i dávkový příkon jsou nepřímo úměrné druhé mocnině vzdálenosti od zdroje záření. Velmi efektivní je i ochrana stíněním. K odstínění záření je třeba vhodný stínící materiál. Pro záření RTG a gama je tímto materiálem olovo, a stavebním materiálem beton s příměsí barytu [4], [10].

### 2.5.3 Dozimetrie

Úkolem dozimetrie (osobní monitorování) je především kontrola, zda nedošlo k překročení limitu osobního dávkového ekvivalentu na kůži. Osobní dávkový ekvivalent nám říká, kolik ionizujícího záření bylo absorbováno v daném bodu tkáně pod povrchem těla. Osobní monitorování se týká všech pracovníků kategorie A. Radiační pracovník kategorie A, je pracovník, který by mohl obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně. Monitorovací období radiačního pracovníka většinou bývá 1 měsíc, a jeho vyhodnocení provede oprávněná dozimetrická služba. Zjištěné výsledky jsou oznámeny pracovišti, pracovníkovi a také SUJB [10], [13].

Osobní dozimetr pracovníka musí být umístěn na tzv. referenčním místě, které se nachází na zevní straně pracovního oděvu vepředu vlevo na hrudníku. Pokud má pracovník při výkonech na sobě zástěru, musí být dozimetr připnut vně této zástěry. V případě podezření, že došlo k nehodě a k jednorázovému ozáření pracovníka, provede se vyhodnocení osobního dozimetru okamžitě [10].

V osobním monitorování pracovníku jsou nejvíce využívány osobní filmové dozimetry. Ty jsou zakládány na fotochemických účincích ionizujícího záření. Dozimetr je složen z umělohmotné kazety, kde na vnitřní straně jsou filtry z mědi, olova a různě rozměrného plastiku. Základní částí filmového dozimetru je políčko fotografického filmu, to je zabaleno světlotěsně do černého papíru. Ionizující záření projde obalem filmu a ve fotoemulzi se vytvoří latentní obraz, který se vyvoláním filmu zviditelní. Díky filtrům je film pod jednotlivými poli různě exponován, při porovnání zčernání lze určit energii fotonového záření a zároveň pomocí kalibrovaného standardu i míru ozáření filmu. Tím je indikována dávka záření, kterou by pracovník obdržel v této expozici. Výsledkem je efektivní dávka (mSv). Prostřednictvím filmového dozimetru lze také zjistit, z jaké strany došlo k ozáření, zda bylo jedno- či vícerázové a o jaký typ záření šlo [10].

Pracovníci, u nichž by mohlo dojít ke zvýšené expozici v místě rukou (např. angiografické pracoviště) používají navíc k filmovým dozimetrům i dozimetry prstové. Obvyklé umístění je na vnitřní straně prsteníku více exponované ruky [10].

**Ochrana personálu**

Radiologický asistent při skiagrafii stacionárním přístrojem nesmí být přítomen ve vyšetřovně během vyšetření a musí mezi vyšetřovnou a ovladovnou zavírat dveře. Nepomáhá přidržovat pacienta. Při používání pojízdného rentgenového přístroje, užívá dálkový kabel, a pokud to lze-během expozice se staví za zeď. Pracuje v ochranné zástěře. Nosí dozimetr a pravidelně ho odevzdává ke kontrole. Pravidelně chodí na preventivní lékařské prohlídky. V průběhu skiaskopických vyšetření uplatňuje:

- Ochranu stíněním.
- Ochranu časem.
- Ochranu vzdálenosti [10].

**Ochrana pacientů**

Zahrnuje technické a organizační opatření, která vedou k podstatnému snížení ozáření.

Mezi technické faktory ovlivňující dávku řadíme:

- Optimalizace expozičních parametrů (kV,mAs).
- Filtrace primárního svazku, velikost ozářeného pole (ideálně co nejmenší pole, které je v souladu s vyšetřovanou oblastí).
- Vzdálenost ohnisko rentgenky – kůže (s rostoucí vzdáleností od ohniska rentgenky klesá dávkový příkon).
- Fixace pacienta (zejména u dětí).
- Stínění oblasti těla (stínící pomůcky na ochranu radiosenzitivních orgánů).
- Zesilovací folie, citlivost filmu [10].

## 2.6 Zobrazovaní magnetickou rezonancí

Magnetická rezonance znázorňuje tkáně na základě jejich chování v magnetickém poli. Tato metoda vyšetření vyniká mezi ostatními především díky vysokému kontrastu mezi tkáněmi. Magnetická rezonance představuje další významnou zobrazovací metodu, která byla v roce 2003 oceněna Nobelovou cenou. Vynálezci byli Paul C. Lauterbur a Peter Mansfield [4], [10].

### 2.6.1 Princip magnetické rezonance

Nukleární magnetická rezonance vychází ze skutečnosti, že protony v jádrech rotují kolem své osy a jako elektricky nabité částice tvoří kolem sebe magnetické pole. Toto magnetické pole se navenek projeví jen u atomů s lichým protonovým číslem, protože u atomů se sudým číslem se protony párují a jejich magnetická pole se navzájem ruší. Ideálním prvkem pro měření je vodík, který má pouze jeden proton v jádře a zároveň je nejhojnějším prvkem v biologické tkáni. Vektor magnetického pole protonu vodíku je normálně náhodně uspořádaný a tkáň se nechová magneticky. Ovšem pokud ji umístíme do účinného magnetického pole, dojde k nasměrování vektorů magnetických polí protonů rovnoběžně s jeho vektorem. Větší díl paralelně, menší část opačně – antiparalelně. Výsledkem je vytvoření magnetického pole, které je v zákrytu se silným magnetickým polem, a nelze jej přímo měřit (podélná magnetizace). Proto je třeba vektor magnetického pole v tkáni vychýlit a docílit tak příčné magnetizace. To lze realizovat ovlivněním tzv. precesních pohybů. Protony kromě rotace kolem své osy vykonávají ještě pohyb, který bychom mohli přiblížit pohybu káči, po plášti kužele (precese). Precesní pohyby nejsou synchronizované. Pokud je ale vyslán do tkáně elektromagnetický impulz o frekvenci, která má stejnou frekvenci jako precesní pohyby (tzv. Larmorova frekvence), dojde na základě rezonance k jejich synchronizaci a vektory magnetických polí tkáně se vychýlí, vystoupí ze zákrytu pole silného magnetu. Tak vzniká příčná magnetizace, která je měřitelná cívkou na principu elektromagnetické indukce. Po ukončení elektromagnetického pulzu se systém vrací do původního stavu. Čas, který je potřeba k obnovení původního stavu, nazýváme relaxační [4], [13].

Máme dva relaxační časy, T1 relaxační čas a T2 relaxační čas. T1 čas je doba, která je nutná k návratu 63% úrovně původní podélné magnetizace. A T2 čas je pokles příčné magnetizace na 37% původní hodnoty. Tyto časy jsou podmíněné složením tkáně. Na magnetické rezonanci zobrazujeme takzvané T1 a T2 vážené obrazy. Dalším, méně používaným typem obrazu je protondenzitně vážený obraz, který je závislý na hustotě protonů ve tkáni.

Díky srovnání intenzity signálu v T1 a T2 vážených obrazech můžeme s větší přesností odlišit jednotlivé tkáně. Pokud je objekt na obrazech tmavší než okolí, nazýváme je hyposignální nebo hypointenzní. Světlejší objekty jsou hypersignální nebo hyperintenzní [4], [10].

### 2.6.2 Zobrazovací sekvence

Zobrazovací sekvence jsou sledy různých elektromagnetických pulzů, díky kterým je tvořen obraz. Běžně srovnáváme obrazy z více typů sekvencí. Vyjma sekvencí vytvářejících T1, T2 a PD vážené obrazy používáme ve speciálních případech například sekvence s potlačením signálu vody nebo tuku, difuzně vážené sekvence nebo specifické sekvence pro MR spektroskopii a MR angiografii [4], [10].

Pokud je potřeba zvýraznit kontrast používají se v některých případech kontrastní látky, které obsahují cheláty gadolinia a mění magnetické vlastnosti tkáně, té která obsahuje kontrastní látku [4], [10].

### 2.6.3 Konstrukce MR přístroje

Konstrukce přístroje magnetické rezonance zahrnuje silný magnet a anténní sytém cívek pro přenosy radiofrekvenčního signálu. Dnes se pro indukci magnetického pole používají dva typy magnetů, a to permanentní a supravodivý. Permanentní magnet je levnější, ale má slabší magnetické pole (pod 0,5 T), které poskytuje nižší kvalitu obrazu a je vhodné jen pro některá vyšetření. Supravodivý magnet je dražší a složitější, pro jeho indukci magnetického pole se využívají cívky chlazené tekutým heliem, v nichž mizí odpor a indukuje se velmi silné magnetické pole (nejčastěji používané 1,5 a 3 T). Další součástí magnetické rezonance jsou cívky, ty slouží pro vysílání radiofrekvenčního signálu a detekci magnetického pole tkáně. Cívky mohou být buď integrovány v MR přístroji (hlavně vysílací), nebo se přikládají na tělo pacienta (přijímací). Jejich konstrukce je modifikována podle vyšetřované oblasti (mozek, trup, páteř, klouby), jsou tvořeny elementy, kde se vzájemnou kombinací získává optimální nastavení pro příjem signálu [4], [10].

### 2.6.4 Bezpečnostní zásady a kontraindikace

Do vyšetřovny se nesmí vstoupit s feromagnetickými kovy, u kterých by mohlo dojít k dislokaci či zahřívání. Silné magnetické pole je odstíněno ve stěnách vyšetřovny umístěnou Faradayovou klecí, proto neovlivňuje okolní prostory [4], [10].

Mezi absolutní kontraindikace vyšetření patří stav po zavedení kardiostimulátoru (kromě MR kompatibilního) nebo jiného elektrického či magnetického implantátu, přítomnost feromagnetických nebo neznámých kovových těles v mozku, očnici a v oblasti srdce [4], [10].

Další kovové implantáty a cizí tělesa jsou relativní kontraindikací. Rovněž se nedoporučuje vyšetřovat těhotné ženy v prvním trimestru. V zásadě převládá názor, že magnetická rezonance plodu neškodí, nicméně tato skutečnost nebyla jednoznačně potvrzena [4], [10].

Kontrastní látky s obsahem gadolinia mohou vyvolat nefrogenní systémovou fibrózu, která může skončit až úmrtím pacienta. Riziko je u nemocných s poruchami funkce ledvin, před transplantací jater apod. [4], [10].

# 3 ZOBRAZOVÁNÍ HRUDNÍKU RADIOLOGICKÝMI METODAMI

## 3.1 Skiagrafické snímkování hrudníku

I přes četné množství diagnostických metod v oblasti hrudníku zůstává prostý snímek nejčastějším vyšetřením [4], [7].

### 3.1.1 Indikace k RTG vyšetření

Prostý snímek hrudníku je metodou první volby při podezření na některé z plicních onemocnění, předoperačním vyšetření či přípravou na endoskopickém vyšetření.

Na snímku hrudníku můžeme hodnotit rozvinutí plíce, stav plicního parenchymu, plicní hily i cévy – distribuci cévní kresby či kontury srdečního stínu, velikost a kontury mediastina, kontury bránice či přítomnost pleurální tekutiny. Dále lze hodnotit polohu tracheální rourky, kardiostimulátoru nebo hrudního drénu [4], [7].

Další součástí jsou také kostní struktury hrudníku. Vyšetřením kostních struktur hodnotíme traumatické, degenerativní, zánětlivé a další změny skeletu [4], [7].

## 3.2 RTG projekce hrudníku

Hrudník zadopřední PA projekce – nastavení pacienta

- Pacient stojí hrudníkem k vertigrafu, ramena svěšená a přitlačená vpřed
- Centrální paprsek míří horizontálně do středu hrudníku
- Pacient během expozice nedýchá, snímkuje se v hlubokém nádechu

Kritéria zobrazení: zobrazení plic v celém rozsahu, včetně bránice, lopatky oddáleny a klíční kosti jsou zobrazeny v celém rozsahu [8].

Snímek Hrudníku vleže

- Kazeta 30 x 40, horní okraj kazety 3 cm nad rameny.
- Centrální paprsek na střed hrudní kosti a kazety [8].

Indikace zpravidla u vážně nemocných pacientů, především na JIP pojízdnými RTG přístroji.

Hrudník bočná LAT projekce – nastavení pacienta

- Pacient se postaví vzpřímeně, vyšetřovanou stranou k vertigrafu, ruce má nad hlavou – v případě kdy pacient neudrží ruce samovolně, můžeme použít držák
- Horní část těla je mírně předkloněna
- Centrální paprsek míří horizontálně do středu hrudníku, pacient během expozice nedýchá, snímkujeme v hlubokém nádechu [8].

Hrudní kost zadopřední šikmá projekce – nastavení pacienta

- Pacient leží na břiše pravým (levým) bokem přitištěn ke stolu, levý (pravý) bok má podložen v úhlu 25-30 stupňů.
- Hrudní páteř nesmí překrývat hrudní kost, centrální paprsek míří kolmo na střed receptoru a dlouhé osy sterna.
- Pacient během expozice nedýchá [8].

Hrudní kost bočná LAT projekce

- Pacient je bokem k vertigrafu, ruce má spojené za zády a ramena tlačí dozadu
- Hrudní kost je ve středu receptoru, projekci lze provést na vyšetřovacím stole vleže na boku.
- Centrální paprsek směřuje horizontálně na střed sterna
- Pacient během expozice nedýchá [8].

Kritéria zobrazení: zobrazení hrudní kosti v celém rozsahu, svazek záření vymezen jen na hrudní kost [11].

### 3.2.1 Snímkování dětských pacientů

U snímkování dětí musí být indikace k vyšetření vždy velmi zvažována. Informace získané z vyšetření by měli převýšit rizika spojená s použitím ionizujícího záření. Nesmíme zapomínat na snížení dávky ionizujícího záření, nikdy však ne na úkor kvality rentgenového snímku, která by mohla zapříčinit opakování vyšetření. U dětských pacientů je podstatné správné vyclonění primárního svazku a použití ochranných pomůcek (ochrana gonád). Pokud dítě nezvládá vyšetření samostatně, mohou ho přidržet rodiče či jiná doprovázející osoba. Radiologický asistent je úplně poslední možností [10].

### 3.2.2 Snímkování těhotných žen

Indikace k vyšetření těhotných žen musí být vždy posouzena odborným lékařem. Posuzuje se přínos vyšetření a možnost využití jiných vyšetřovacích metod bez použití ionizujícího záření (magnetická rezonance, ultrazvuk) [10].

Účinky ionizujícího záření na těhotenství jsou dvojího typu: účinky teratogenní (riziko poškození vývoje plodu) a kancerogenní (pozdní indukce zhoubného bujení).

Pokud dojde k ozáření před implantací vajíčka (1. až 3. týden po početí), lze účinek záření vyjádřit pravidlem vše nebo nic. Pokud jsou poškozeny všechny buňky, těhotenství končí a není ani zjištěno. Dojde-li k poškození části buněk, tyto buňky zahynou a těhotenství probíhá dále normálně [10].

Během organogeneze (4. až 9. týden) je vysoká radiosenzitivita plodu. Dochází k rychlému dělení buněk. Jejich poškození může znamenat zástavu vývoje, orgánu či končetin a vyvolat tak významnou malformaci. Tento účinek se objeví až po překročení prahu, který leží mezi 100 a 300 mGy dávky na dělohu [10].

Od 10. Týdne do porodu je již většina orgánu formována a ozáření tedy může vyvolat jen menší orgánové poškození.  Výjimkou je mozek, mozková kůra se formuje až do 15. Týdne těhotenství. Ozáření IZ může vyvolat mentální retardaci. Toto riziko má práh kolem 500 mGy [10].

## 3.3 Vyšetření hrudníku pomocí výpočetní tomografie

Vyšetření pomocí výpočetní tomografie je indikováno v případě, že rentgenový snímek nepřináší dostatečné informace pro stanovení diagnózy. Je indikováno u nejasného rentgenového nálezu, u patologických lézí, kde je potřeba podrobnější zhodnocení nebo se nacházejí v oblasti rentgenovým snímkem nedostatečně hodnotitelné [4].

## 3.4 Příprava pacienta

Před vyšetřením pomocí kontrastní látky – pacient 6 hodin lační, nezbytné je zjistit veškerá závažná onemocnění pacienta a odebrat alergologickou anamnézu a znát kvalitu renálních funkcí. Dále je důležité vyplnit a podepsat informovaný souhlas pacienta s provedením vyšetření. Pacienti, kteří mají pozitivní alergologickou anamnézu, jsou adekvátním způsobem premedikováni [4], [5], [7].

Vyšetření je řízeno lékařem, který zvolí vhodnou přípravu a protokol vyšetření. Pacient leží na zádech s rukama za hlavou, výjimečně na boku [5].

### 3.4.1 Nativní vyšetření hrudníku

Vyšetření bez použití intravenózních kontrastních látek. Rozsah vyšetření se stanovuje od vrcholů plic po kaudální část bránice [5].

### 3.4.2 Postkontrastní vyšetření

Jedná se o vyšetření s i.v. aplikací kontrastní látky (jodové), ta je aplikována aplikační pumpou (rychlost 1,5 – 4 ml/s) s časovým zpožděním závislém na dané vyšetřovací oblasti.

Nativní i postkontrastní vyšetření se provádí v nádechu se zadržením dechu. Získané transverzální řezy lze rekonstruovat do dalších rovin nebo lze provést 3D rekonstrukce [4], [5], [7].

## 3.6 Vyšetření hrudníku pomocí magnetické rezonance

### 3.6.1 Srdce

Vyšetření srdce se provádí pro diagnostiku onemocnění srdečního svalu, chlopní, perikardu a vývojových vad srdce. Zobrazují se viabilita myokardu, myokarditid, kardiomyopatie, tumory, chlopenní vady apod. [9], [12].

- Uložení pacienta

Pacient je vleže na zádech. Centrace do úrovně středu sterna, 5-6 mezižebří (úroveň prsních bradavek). U většiny aplikací kanylovaná kubitální žíla a infuzní set. Pacient má ruce podél těla. Před vyšetřením by měl být pacient obeznámen o technice vyšetření se zadržením dechu. Pacientův komfort můžeme zlepšit podložením pokrčených dolních končetin [12].

Použijeme povrchovou cívku, pokrývající odpovídající část hrudního koše. V případě, kdy se pacient s povrchovými cívkami nevejde do vyšetřovacího prostoru, je možné použít integrovanou celotělovou cívku., avšak zisk signálu je u ní výrazně menší, což vede k nežádoucímu nárůstu šumu v obraze [12], [13].

Lokalizační skeny se provádí ve třech rovinách rychlou sekvencí balancovaného gradientního echa, transverzální vrstvy pokrývají s malými mezerami celý rozsah hrudníku. Dále se pokračuje EKG synchronizovanými lokalizéry v přibližné vertikální dlouhé ose levé komory a čtyřdutinové projekci. Podle předchozího provedeme lokalizéry v krátké ose v celém rozsahu srdce se zachycením komor a síní [12].

Hlavní anatomické roviny využívané pro diagnostické sekvence jsou: krátká osa, vertikální dlouhá osa levé komory, horizontální dlouhá osa levé komory, vtokový a výtokový trakt levé komory, výtokový trakt levé komory [12].

Při zobrazení se zaměřením na pravostranné oddíly srdce doplňujeme vertikální dlouhou osu pravé komory, výtokový trakt pravé komory a případně i vtokový a výtokový trakt pravé komory. Pokud zobrazujeme chlopně, tak doplňujeme cílená zobrazení jednotlivých chlopenních ústí [12].

- Aplikace KL

Kontrastní látka se ve většině případů podává manuálně, pouze při perfuzním vyšetření myokardu se doporučuje používat automatický injektor, rychlost 2-3 ml/s. K proplachu využíváme fyziologický roztok minimálně 15-20 ml. Při provádění zátěžové perfuze MR se

podává polovina objemu kontrastní látky pro zátěžové zobrazení a polovina pro zobrazení v klidové fázi [12].

### 3.6.2 Plíce

Moderní MR přístroje poskytují dobrou možnost zobrazit plicní konsolidace, výpotky, větší plicní uzly nebo anomálie bronchů. Avšak zatím MR nabízí výrazně nižší prostorové rozlišení a je náchylnější ke tvorbě artefaktů než vyšetření pomocí CT. Na druhou stranu MR vyšetření nabízí alternativu sledování změn plicní tkáně bez potřeby ionizujícího záření. Proto se MR indikuje především u dětí, mladých dospělých s chronickým onemocněním plic, která vyžadují opakovaná zobrazovací vyšetření a u těhotných žen [9], [12].

- Uložení pacienta

Pacient je vleže na zádech. Centrujeme do úrovně středu sterna, 5. až 6. mezižebří (to odpovídá zhruba úrovni bradavek). Ruce má pacient podél těla. Před vyšetřením je pacientovi vysvětlen průběh vyšetření. U dušných nemocných lze podat kyslík 2-4 l/min.

Pro zobrazení plic se využívá multikanálová cívka pokrývající hrudní koš. U vyšších pacientů při nedostatečném pokrytí v dlouhé ose trupu lze použít dvě body cívky nad sebou. Pokud se jedná o výjimečný případ, kdy se pacient nevejde do vyšetřovacího prostoru, použijeme integrovanou celotělovou cívku [12], [13].

Standardně se pro zobrazování využívají tři základní roviny. Rozsah od horní hrudní části po bránici [12].

# 4 RADIOLOGICKÝ ASISTENT

Výkonem povolání radiologického asistenta je provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, léčebné aplikace ionizujícího záření a specifické ošetřovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony. Radiolog provádí činnosti související s radiační ochranou a ve spolupráci s lékařem se podílí na léčebné a diagnostické péči [14].

### 4.1.1 Odborná způsobilost

Odbornou způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta student získá absolvováním akreditovaného studijního programu. Program, který je uvedený v odstavci 1 má standardní dobu studia nejméně 3 roky, z toho by praktické vyučování mělo činit 1200 hodin. Dále studium obsahuje: [15]

- Teoretickou výuku poskytující znalosti v:

Oboru, který tvoří základ potřebný pro poskytování zdravotní péče v klinickém radiologickém oboru, a to v systémové, vývojové a topografické anatomii, patologii, fyziologii, fyzice, biofyzice, matematice a matematické statistice [15].

Další klinické obory patřící do výuky jsou vnitřní lékařství, chirurgie, farmakologie, použití zdravotnických prostředků zejména zdravotnických přístrojů, obecná ošetřovatelská péče a specifická ošetřovatelská péče při provádění radiologických výkonů. A znalosti v odborných radiologických oborech, tam řadíme radiologickou fyziku, molekulární a klinickou radiobiologii, radiační onkologii zahrnující plánování radioterapie, verifikační postupy a ozařovací techniky, radiologické i ne radiologické statické a dynamické zobrazovací postupy a to například výpočetní tomografii, nukleární magnetická rezonance atd. [15].

Dále pak nukleární medicínou zahrnující zobrazovací i nezobrazovací vyšetřovací postup a terapeutická aplikace otevřených zářičů, rentgenová anatomie, včetně anomie příčných řezů, radiační ochrana a její optimalizace, analýza rizika a kontroly dávek a obecná bezpečnost v radiologii [15].

Řadíme sem i související obory, jako je obecná psychologie a psychologie nemocných, základy pedagogiky a edukace, technicky právní předpisy a normy právních předpisů týkající se ionizujícího záření, základy metodologie vědeckého výzkumu [15].

- Teoretická výuka poskytující znalosti požadované pro získání odborné způsobilosti podle zvláštního právního předpisu.

- Praktické vyučování, které zahrnuje:

Praktické cvičení v radiologické fyzice a dozimetrii, pomocí fyzikálních testů k zajištění jakosti radiologické technologie a diagnostické informace.

Vyučování probíhající ve zdravotnických zařízeních na pracovištích radiodiagnostiky, radiační onkologii a nukleární medicíně a která poskytují dovednosti a znalosti v radiologických zobrazovacích postupech a projekčních technikách. Patří sem i osvojení dovedností při zpracování a archivaci obrazových dat, plánování radioterapie, ozařovací techniky a zobrazování v oboru nukleární medicíny [15].

Praktické cvičení, které poskytuje dovednosti a znalosti v oblasti ošetřovatelství, zejména ve vztahu k internímu lékařství, chirurgii, pediatrii a intenzivní péči a ve specifických postupech ošetřovatelství využívaných při radiologických výkonech.

Tyto dovednosti student získává pod odborným dohledem radiologického asistenta či v odůvodněných případech jiných zdravotnických pracovníků oprávněných k výkonu zdravotnického povolání [15].

### 4.1.2 Kompetence radiologického asistenta

- Radiologický asistent může provádět bez odborného dohledu a indikace:

Vyhodnocovat a provádět zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a dalších souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť. Zajistit, aby se nestalo, že bude lékařské ozáření v rozporu se zásadami radiační ochrany, a v rozsahu odborné způsobilosti vykonávat činnosti při zajišťování optimalizace radiační ochrany a zabezpečování jakosti [16].

Dále může vykonávat specifickou ošetřovatelskou péči, kterou poskytuje v souvislosti s radiologickým vyšetřením. Přejímat, ukládat a kontrolovat léčivé přípravky, manipulace s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu, manipulovat s prádlem a zajistit dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu [16].

- Radiolog smí provést jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavků indikujícího lékaře, lékařské ozáření:

Skiagrafické zobrazovací postupy a screeningové zobrazovací postupy, preoperační skiaskopii, kostní denzitometrii a nese za ně klinickou odpovědnost [16].

- Radiologický asistent může vykonávat bez odborného dohledu dle požadavků indikujícího lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část lékařského ozáření, a to hlavně jeho konkrétní provedení. Přitom může:

Konat radiologické zobrazovací postupy využívané při lékařském ozáření, instrumentovat a asistovat při postupech intervenční radiologie, provádět léčebné ozařovací techniky a zobrazování pomocí nukleární medicíny a má za ně klinickou odpovědnost podle zákona o specifických zdravotních službách [16].

- Radiologický asistent může bez odborného dohledu a na základě indikací lékaře:

Může provádět zobrazovací a léčebné výkony, které využívají jiný fyzikální princip než ionizující záření. Dále aplikovat léčivé přípravky, které jsou třeba k provedení výkonu a to trávicím traktem, dýchacími cestami, formou podkožní, kožní a nitrosvalové injekce, zavádět periferní žilní katetr [16].

- Radiologický asistent smí aplikovat pod odborným dohledem lékaře intravenózní léčiva.
- Radiologický asistent může provádět pod odborným dohledem radiologického fyzika se specializací v radioterapii některé činnosti při plánování radioterapie [16].

# 5 PRAKTICKÁ ČÁST

## 5.1 Metodika

Metodikou byla analýza zákonů a vyhlášek posledních let. A to zejména Věstník MZ č. 3/2019, Věstník MZ č. 10/2016 a Věstník MZ č. 9/2011.

Cílem bylo popsat a shrnout dostupné informace o správném provedení vyšetření hrudníku pomocí RTG přístroje a komplexní úlohy radiologického asistenta při jejich náležitém provádění. Dále porovnat novely v platné legislativě a následně zhodnotit jejich vliv na práci radiologického asistenta. Zjistit zda se novelizací národních radiologických standardů zvýšily kompetence radiologického asistenta. Pro vyhledávání dat byla využita databáze zákonů www.mzcr.cz/vestniky/. Jedná se o webový zdroj poskytující zdravotnickému personálu ale i veřejnosti snadný přístup k informacím o novelizacích a platné legislativě.

Rešeršní otázky:

1. Jaké náležitosti musí splňovat žádanka?
2. Jak postupovat ve zvláštních případech lékařského ozáření?
3. Co sledujeme na provedeném skiagrafickém snímku?
4. Jaké jsou indikace k provedení vyšetření a jak jej správně provést?

## 5.2 Personální zajištění a požadavky na technické vybavení

Personální zajištění je uvedeno v místních radiologických standardech pro konkrétní rentgenové zařízení. Nejmenší požadavky na personální zajištění u daných výkonů jsou uvedeny ve vyhlášce č. 99/2012 Sb. Na pracovištích kde se provádí lékařské ozáření, musí být přítomen po celou dobu provozu aspoň jeden radiologický asistent a klinický radiologický fyzik se specializovanou způsobilostí v oboru radiodiagnostiky [18].

Zdravotnické prostředky používané v radiodiagnostice musí splňovat požadavky příslušných právních předpisů (zákon č. 268/2014 o zdravotnických prostředcích a nařízení vlády č. 54/2015 Sb. o technických požadavcích na zdravotnické prostředky). Zařízení instalované po 1. Dubnu 2012 musí podle vyhlášky č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje indikovat KAP. Technické vybavení pracoviště by mělo umožnit snímkování s dostatečnou diagnostickou výtěžností podle určitých expozičních parametrů pro všechny výkony, které se na daném pracovišti provádí. Specifikace technického vybavení konkrétních výkonů je uvedena v následujících kapitolách [18].

## 5.3 Záznamy a dokumentace

Mezi záznamy o lékařském ozáření řadíme zejména:

- Správně vyplněnou žádanku (viz. kapitola 5.5).
- Záznam o lékařském ozáření (viz. kapitola 5.6).
- Diagnostické zobrazení (radiogram) a záznam o nálezu (popis radiogramu)
- V případě podání KL záznam o aplikaci- typ, objem, podané léky před, během nebo po výkonu na rtg pracovišti [18].

### 5.3.1 Kontrola záznamů

Za kontrolu záznamů těchto parametrů vyšetření odpovídá:

- Osoba dohlížející na radiační ochranu pro dané pracoviště.
- Lékař, který byl pověřen.
- Vedoucí radiologický asistent a v poslední řadě klinický radiologický fyzik.

Archivace a skartace zdravotnické dokumentace se řídí vyhláškou č. 98/2012 Sb. [18].

## 5.4 Klinická odpovědnost

Klinická odpovědnost znamená odpovědnost za jednotlivé části lékařského ozáření [18].

### 5.4.1 Klinická odpovědnost za odůvodnění

Klinická odpovědnost za odůvodnění zahrnuje posudek indikace lékařského ozáření, zhodnocení cílů LO a schválení či zamítnutí LO [18].

Nositelem odpovědnosti za LO je aplikující odborník s klinickou odpovědností, který:

- má zodpovědnost za získávání informace o předchozím poskytovaní zdravotnických služeb související s LO,
- odpovídá za poskytnutí informace o riziku IZ ozařované osobě v rámci své odborné způsobilosti,
- ručí za volbu rtg přístroje a určí aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktické provedení ozáření.

U výkonů s indikací, kterou posuzuje radiologický asistent je aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění v případě schválení indikace radiologický asistent.

V ostatních případech je aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění lékař-specialista [18].

### 5.4.2 Klinická odpovědnost za praktickou část LO

Tato část zahrnuje:

- správné nastavení projekcí a expozičních parametrů,
- technicky vyhovující provedení lékařského ozáření,
- praktickou spolupráci s jinými zdravotnickými spolupracovníky,
- poskytnutí informace o riziku ionizujícího záření ozařovaným osobám v rámci odborné způsobilosti daného aplikujícího odborníka,
- vypracování záznamu o ozáření, [18]
- optimální nakládání se záznamem diagnostického zobrazení (radiogramem).

Aplikujícím odborníkem je radiologický asistent, který byl při schválení indikace určen jako aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část lékařského ozáření. Praktickou část lékařského ozáření provádí radiologický asistent (pokud jde o studenta, provádí výkon pod dohledem pověřeného RA) [18].

### 5.4.3 Klinická odpovědnost za hodnocení kvality LO

Řadíme sem zejména posouzení technické kvality lékařského ozáření a diagnostické výtěžnosti či případné rozhodnutí o jeho doplnění, ukončení nebo opakování.

Nositelem odpovědnosti je ten zdravotník, který byl u daného LO aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za praktickou část LO nebo za odůvodnění [18].

### 5.4.4 Odpovědnost za klinické hodnocení LO

Patří sem hlavně klinické hodnocení LO, rozhodnutí o jeho doplnění, opakování nebo ukončení, diagnostický popis radiogramu a případné poskytnutí informace či záznamu o provedeném LO indikujícím lékařům nebo jiným aplikujícím odborníkům na jejich žádost.

Jejím nositelem je specialista – lékař, provádí i hodnocení LO [18].

### 5.4.5 Klinická odpovědnost za fyzikálně – technickou část LO

Tato odpovědnost zahrnuje:

- stanovení, odhad a zhodnocení pacientských dávek,
- optimalizace vyšetřovacích protokolů,
- hodnocení technických a fyzikálních parametrů, a pokud je potřeba, poskytování informace o riziku IZ ozařovaným osobám.

Nositelem odpovědnosti je klinický radiologický fyzik [18].

## 5.5 Žádost o radiologické vyšetření

K provedení vyšetření je nutné, aby každý pacient přinesl řádně vyplněnou žádanku. Indikující lékař na ni uvádí dva druhy údajů. Mezi první údaje patří osobní identifikační data pacienta jako jméno, příjmení, rodné číslo a bydliště. Podle těchto údajů se vyšetření archivuje. Dále jsou na žádance uvedeny údaje nutné pro vykázání vyšetření zdravotní pojišťovně (číslo zdravotní pojišťovny, číslo diagnózy a další údaje). Druhé údaje zahrnují požadovaný druh a oblast vyšetření, anamnézu, významné laboratorní a klinické nálezy či výsledky jiných vyšetření. Bez žádanky, která je zdrojem důležitých údajů, nelze vyšetření provést [17].

Žádanka tedy musí obsahovat tyto náležitosti:

- Identifikaci pacienta v souladu s vyhláškou č. 98/2012 sb.
- Jasnou specifikaci vyšetření (oblast).
- Klinickou diagnózu.
- Indikaci- přínos vyšetření.
- V případě, že lze předpokládat podání kontrastní látky – kontraindikace k jejímu podání.
- Informace o předchozích vyšetřeních s podobnou či stejnou indikací.
- Razítko indikujícího pracoviště.
- Datum vystavení žádanky nebo datum objednání vyšetření.
- Pokud nemáme informace ze zdravotnické dokumentace tak i výšku, hmotnost a pohlaví pacienta.
- Informace o graviditě u žen ve věku od 15 do 50 let a to hlavně pokud se jedná o ozáření v místě mezi bránicí a kostmi stydkými [18].

Potvrzení indikace před provedením výkonu. Indikaci uvedenou na žádance posoudí aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění zvláště s ohledem na možnosti využití jiných metod než těch, které používají IZ (např. ultrazvuk, MR), na nadbytečná či opakovaná vyšetření a na volbu vhodné modality a typu vyšetření, které umožní získání požadované informace s minimální dávkou, a zváží očekávaný přínos vyžádaného LO [18].

### 5.5.1 Výkony s indikací posuzovanou radiologickým asistentem

Aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění je radiologický asistent, který je určen MRS a posuzuje indikaci uvedenou v žádance [18].

V případě, že radiologický asistent schválí indikaci:

- Určí pracoviště, konkrétní zdroj IZ, termín a čas provedení lékařského ozáření a aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za provedení praktické části LO. Ten provede ozáření.
- Poté radiologický asistent, který provedl výkon, anebo posoudil jeho indikaci, posoudí technickou kvalitu zobrazení, diagnostickou výtěžnost a v případě nutnosti rozhodne o doplnění, opakování nebo ukončení vyšetření.
- Provede záznam o ozáření a potvrdí ho podpisem.
- Lékař – specialista jako aplikující odborník s klinickou odpovědností za zhodnocení posoudí diagnostickou výtěžnost, rozhodne o případném doplnění vyšetření, nebo provede diagnostický popis radiogramu [18].

V případě, že radiologický asistent indikaci neschválí:

- Předloží žádanku lékaři – specialistovi i se všemi informacemi a důvody, proč indikace nebyla schválena.
- Lékař se tak stává aplikujícím odborníkem s klinickou zodpovědností za odůvodnění, posoudí indikaci a s ohledem na všechny informace od radiologického asistenta.
- Poté postupuje jako v případě, kde nejsou výkony s indikací posuzovanou RA [18].

Při pochybnostech o indikaci či jakýchkoliv nejasnostech (např. neúplné inf. na žádance)

- RA předá žádanku k vyšetření lékaři – specialistovi, tense tímto stane aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění. Dále se se postupuje jako v případě, kdy nejsou výkony s indikací posuzovanou RA [18].

### 5.5.2 Případ, kdy nejsou výkony s indikací posuzovanou RA

Indikaci v žádance posuzuje lékař – specialista.

V případě, kdy lékař – specialista indikaci schválí,

- určí pracoviště, zdroj IZ, termín a čas provedení LO a odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část ozáření,
- ten provede ozáření, zaznamená ho a stvrdí svým podpisem,
- potom radiologický asistent zodpovědný za hodnocení kvality LO, posoudí technickou kvalitu zobrazení a v případě potřeby rozhodne o doplnění, opakování nebo ukončení vyšetření,
- lékař – specialista posoudí diagnostickou výtěžnost, popíše diagnostický radiogram.

V případě, že má lékař pochybnosti o správnosti indikace, nebo nemá dostatek informací k posouzení indikace, kontaktuje indikujícího lékaře a požádá jej o potřebné doplňující informace [18].

Pokud je potřeba lékař – specialista může změnit indikované vyšetření na jiný typ, postup uvede do žádanky. Když lékař indikaci zamítne, uvede to spolu s důvody v informaci o vyšetření a doplní své jméno, datum, podpis a podá informaci i s odůvodněním indikujícímu lékaři pacienta [18].

### 5.5.3 Zvláštní případy LO

Lékařské ozáření žen ve věku od 15 do 50 let – gravidita není kontraindikací pro skiagrafická vyšetření [18].

Lékařské ozáření mimo oblast mezi bránicí a kostmi stydkými

- V tomto případě jsou dávky na dělohu zanedbatelné (není důvod k neprovedení indikovaného vyšetření).
- V případě když žena vyšetření odmítne z důvodu těhotenství, radiologický asistent ji poučí o rizicích, která mohou nastat odložením vyšetření, a porovná je s nízkými riziky rtg vyšetření mimo oblast dělohy [18].

LO vyšetření v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými během prokázaného či pravděpodobného těhotenství

- V případě že rozhodnutí o léčbě podmíněné rtg vyšetřením může být odloženo bez rizika vzniku poškození matky či dítěte, nezpůsobí zhoršení kvality života a nejedná se o porodnickou indikaci, lze rtg vyšetření provést až po porodu (případně po vyloučení těhotenství).
- Pokud je skiagrafické vyšetření potřebné pro stanovení diagnózy a posun léčby by mohl poškodit matku, dítě, nebo by mohl vést k zhoršení kvality života anebo jde o porodnickou indikaci, není důvod jej odkládat. Jestliže jej matka odmítá, aplikující odborník ji poučí o riziku, které by mohlo vyplynout z odložení vyšetření. V případě kdy je možné diagnostických poznatků dospět vyšetřením bez IZ, použijeme tuto vyšetřovací metodu (ultrazvuk, magnetická rezonance) [18].

Vyšetření pomocí IZ provedené při nerozpoznaném těhotenství

- Pokud nešlo o vyšetření v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými – dávka je vždy nižší než 1 mGy, není potřeba stanovovat dávku na dělohu, nehrozí žádné riziko.

- Vyšetření proběhlo v 1. až 3. týdnu – dávka nikdy nepřesáhne 100 mGy na plod, pokud si rodiče nepřejí jinak, není třeba určit dávku na plod [18].

- K vyšetření došlo ve 4. týdnu těhotenství- u konvenční skiagrafie (méně jak 4 snímky) je dávka na dělohu nižší než 10 mGy. Radiologický asistent vysvětlí, že se jedná o dávku, která nemůže ublížit plodu. Pokud jde o vyšetření s vyšší dávkou na plod, radiologický fyzik ověří, zda šlo o dávku pod 100mGy.

U nestandartních výkonů se následující postup vyšetření přizpůsobí dané situaci – neklidný pacient, bezvědomí, neodstranitelné cizí předměty, nemožnost nastavení projekce pro deformitu nebo vysokou bolestivost snímkované oblasti [18].

- Alergie na KL

Před vyšetřením radiologický asistent dotazem a kontrolou v dokumentaci ověří, zda pacient není alergický na KL. Pokud je alergie zjištěna až při vyšetření radiologický asistent zajistí základní životní funkce a bezodkladně zavolá první pomoc [18].

- Nespolupracující pacient, který nelze fixovat či držet apod.

V případě, že LO nejde provést s výstupem vhodným pro požadované diagnostické účely, vyšetření nelze provést [18].

- Neodstranitelné předměty (kovové implantáty)

Radiologický asistent s klinickou odpovědností tuto skutečnost zaznamená na žádanku či radiogram [18].

- Nemožnost nastavení standardní projekce

Radiologický asistent zaznamená tuto skutečnost na žádanku nebo radiogram.

V případě, kdy by vyšetření odmítl pacient, aplikující odborník provede záznam o odmítnutí do zdravotní dokumentace, Pacient své rozhodnutí potvrdí svým podpisem k záznamu. V případě, že pacient ze zdravotních důvodů nemůže podepsat nebo odmítá podepsat, podepíše záznam aplikující odborník a svědek. Svědek napíše své jméno, příjmení a přidá svůj podpis [18].

## 5.6 Příprava vyšetření

V první řadě provede RA identifikaci pacienta (jméno, příjmení, kód zdravotní pojišťovny) a zkontroluje údaje se žádankou. Ověří indikaci a oblast požadovaného vyšetření. A získá souhlas od pacienta s vyšetřením za použití ionizujícího záření. Forma vyjádření souhlasu musí odpovídat platným právním předpisům. Pokud pacient nemůže poskytnout souhlas sám, je vyšetření provedeno se souhlasem zákonného zástupce pacienta. V urgentním případě (trauma, bezvědomí) lze vyšetření provést bez souhlasu [18].

Aplikující odborník, tedy radiologický asistent informuje a poučí pacienta o průběhu vyšetření. Pacient musí odložit předměty v oblasti zobrazení, oděv, šperky a jiné předměty, které by bránily kvalitnímu zobrazení. Poté pacient dostane instrukce, jak se má chovat během expozice. Radiologický asistent zajistí, aby byl pacient chráněn vhodnými osobními pomůckami, pokud je to nutné anebo v případě že je pacient sám vyžaduje [18].

Další důležitou částí vyšetření je nastavení projekcí a expozičních parametrů.

Ty musí být optimalizovány tak, aby bylo dosaženo požadované kvality zobrazení a zároveň minimalizována radiační zátěž pacienta. Po skončení vyšetření potvrdí RA provedení ozáření podle MRS (místní radiologický standard) svým příjmením a jménem, razítkem se jmenovkou, podpisem, parafou či kombinací výše uvedených možností [18].

Pokud nelze lékařské ozáření provést bez pomoci další osoby, která by pacienta fixovala nebo mu poskytovala jinou pomoc, věnuje se jejímu ozáření pozornost a proces se optimalizuje. Radiologický asistent odpovídá za zajištění radiační ochrany pomáhající osoby [18].

**Záznam o ozáření**

Může být součástí záznamu o nálezu, záznamu diagnostického zobrazení anebo v elektronické formě. Měl by obsahovat:

- Identifikaci pacienta v souladu s vyhláškou č.98/2012 Sb.
- Vyšetřovanou oblast, typ vyšetření a datum kdy bylo vyšetření provedeno.
- Identifikaci rtg záření, parametry pro stanovení a hodnocení dávky pro jednotlivé projekce, opakované snímky.
- Záznam o opakování vyšetření a jejich důvod.
- Jména aplikujících odborníků s klinickou odpovědností za praktickou část lékařského ozáření a hodnocení kvality zobrazení (pokud jde o jednu osobu, stačí uvést jen jednou) [18].

## 5.7 Hodnocení kvality lékařského ozáření

Hodnocení kvality zobrazení a splnění ukazatelů kvality z pohledu technického provedení hodnotí vizuálně aplikující odborník. Snímek má vykazovat základní diagnostickou výtěžnost, zobrazení anatomických struktur v rozsahu specifikovaném v žádance je provedeno tak, aby bylo možné zhotovit radiologický popis [18].

Na snímcích se sleduje následující:

- Shoda indikované oblasti se zobrazovanou oblastí na radiogramu.
- Pokud je aplikována kontrastní látka – shoda mezi plánovanou a zobrazovací fází průchodu kontrastní látky zobrazovanými orgány.
- Srovnání hodnot expozičního indexu a správné úrovně expozice. (interval by měl odpovídat dle stanov výrobce či radiologického fyzika)
- Zda je zčernání snímku optimální.
- Vyhovující ostrost a kontrast zobrazení.
- Nepřítomnost artefaktů, které by mohli záporně ovlivnit diagnostické hodnocení.
- Správná projekční zobrazení a viditelnost anatomických struktur.

V případě, kdy toto nelze splnit, rozhodne radiologický asistent či lékař o doplnění, opakování nebo ukončení praktické části vyšetření [18].

Pokud se lékařské ozáření opakuje pro jeho nedostačující kvalitu zobrazení, provede aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část lékařského ozáření záznam do záznamu o vyšetření a do záznamu o opakování snímku na pracovním místě i s důvodem opakování. Z těchto záznamů musí jednou ročně RA s radiologickým fyzikem provést analýzu počtu a příčin opakovaných expozic [18].

Lékařské ozáření je zakončeno diagnostickým popisem radiogramu, který zhotoví lékař – specialista. Akutní vyšetření je popsáno nejdéle do hodiny od provedení ozáření. Ostatní radiogramy jsou popsány nejpozději do příštího pracovního dne. Pokud na radiogramu nejsou zobrazeny potřebné anatomické struktury tak, aby bylo možné zhotovit radiologický popis, rozhodne lékař – specialista o doplnění či opakování vyšetření [18].

## 5.8 Indikace k vyšetření hrudníku

Mezi indikace vyšetření hrudníku řadíme: akutní respirační infekt dolních cest dýchacích, průkaz či vyloučení pneumonie, podezření na tuberkulózu, posouzení městnání v malém oběhu, edému plic, šíře srdečního stínu, podezření na malignitu, větší úraz hrudníku s podezřením na hemothorax, pneumothorax, úraz hrudníku s podezřením na zlomeninu hrudní kosti nebo frakturu žeber, předoperační vyšetření aj. [18].

## 5.9 Obecné požadavky na nastavování projekcí, expoziční parametry a provedení výkonu

- Příprava pacienta

Pacient si odloží oděv z horní poloviny těla, a veškeré předměty nacházející se v oblasti zájmu [18].

- Velikost radiačního pole

RA cloní na oblast zájmu, aby byly zachyceny všechny kritéria správného zobrazení, okraj primární clony musí být viditelný na snímku v rozmezí 1-3 mm [18].

- Napětí – viz rozsah napětí u konkrétních vyšetření hrudníku
- Expoziční čas – doporučen co nejkratší
- Povel pacientovi - nehýbat, nadechnout a nedýchat, pokud jde o pneumotorax – nahýbat, nadechnout, vydechnout a nedýchat.

Použití ochranných pomůcek není nutné.

Pokud nelze zobrazovanou oblast nastavit požadovaným způsobem, snažíme se nastavení co nejvíce přiblížit standardu [18].

## 5.10 Standardy jednotlivých projekcí

**Hrudník – zadopřední (PA) projekce ve stoje (tvrdá snímkovací technika)**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblasti zájmu-** Zobrazení struktur hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném kraniokaudálním rozsahu.
- **Poloha pacienta –** Ve stoje čiv sedě čelem k receptoru. Pokud nelze provést předozadní projekce, provede se projekce zadopřední. Přední strana hrudníku je přitištěna na receptor, horní končetiny objímají vertigraf.
- **Centrální paprsek –** Směřuje na střed hrudníku.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem –** 150 – 200 cm.
- **Napětí –** Při použití přídavné filtrace 100 – 150 kV, bez přídavné filtrace 80 – 110 kV.
- **Ohnisko** – Pokud to umožní rtg zařízení, tak malé.
- **Přídavná filtrace –** U přístrojů s automatickou volbou filtrů min. 0,1 Cu. U přístrojů s manuální volbou filtrů s výhradním snímkováním plic zařadit min. 0,1 mm Cu natrvalo. U ostatních zařízení se použití přídavné filtrace nedoporučuje.
- **Expoziční čas –** méně jak 20 ms
- **Protirozptylová mřížka –** ANO, fokusovaná [18].

**Hrudník – předozadní (AP) projekce vleže (tvrdá snímkovací technika)**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu –** Struktura hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, laterálně včetně žeber ve výše uvedeném rozsahu.
- **Poloha pacienta** - Pacient leží na zádech na vyšetřovacím stole, horní končetiny podél těla.
- **Centrální paprsek –** kolmý na receptor, směřuje na střed hrudníku.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – 110 – 150 cm.
- **Napětí** – Při použití přídavné filtrace 100 – 150 kV, bez přídavné filtrace 80 -110 kV.
- **Ohnisko –** Pokud to umožní rtg zařízení, tak malé.
- **Expoziční čas** – méně jak 20 ms
- **Protirozptylová mřížka** - ano, fokusovaná [18].

**Hrudník – předozadní (AP) projekce na lůžku (měkká snímkovací technika)**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu –** Struktura hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, včetně žeber ve výše uvedeném rozsahu.
- **Poloha pacienta** – Pacient leží na zádech na posteli či na lehátku na skiagrafické vyšetřovně. Horní končetiny jsou podél těla.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor, směřuje do středu hrudníku.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – maximální.
- **Napětí** – U přímé digitalizace – 60 – 70 kV, folie/film – 55 – 70 kV.
- **Ohnisko** – pokud lze zvolit, tak velké.
- **Expoziční čas** – méně jak 20 ms.
- **Protirozptylová mřížka** – doporučena [18].

**Hrudník – předozadní (AP) projekce na lůžku (tvrdá snímkovací technika)**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – Struktura hrudníku od hrotů plic po zevní úhly bránice, včetně žeber podle uvedeného rozsahu.
- **Poloha pacienta-** Pacient leží na zádech na posteli, či lehátku na skiagrafické vyšetřovně. Ruce jsou podél těla.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor, směr do středu těla.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – maximální možná.
- **Napětí** – Při použití přídavné filtrace 100 – 150 kV, bez přídavné filtrace- 80 – 110 kV.
- **Ohnisko** – pokud lze zvolit, tak velké.
- **Expoziční čas** – méně jak 20 ms.
- **Protirozptylová mřížka** – doporučena [18].

**Hrudník – boční projekce ve stoje**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** - Struktura hrudníku od hrotů plic po zevní úhly, včetně žeber, hrudní páteře a sterna podle uvedeného rozsahu.
- **Poloha pacienta** – Pacient stojí vzpřímeně, vyšetřovanou stranou k receptoru. Horní končetiny má zvednuté nad hlavou nebo je použit držák k podpoře horních končetin.
- **Centrální paprsek** – horizontální, kolmý na receptor, směr do středu hrudníku.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – 150 – 200 cm.
- **Napětí** – Při použití přídavné filtrace 100 – 150 kV, bez přídavné filtrace 80 – 110 kV.
- **Ohnisko** - velké.
- **Expoziční čas** – menší jak 40 ms.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

**Žebra předozadní (AP) projekce**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – Zobrazeny všechny žebra na vyšetřované straně.
- **Poloha pacienta** – Pacient leží na zádech, či stojí zády k vertigrafu. Horní končetiny má mimo oblast zobrazení.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – minimálně 100 cm.
- **Napětí** – u přímé digitalizace – 70 – 100 kV, folie/film – 65 – 75 kV.
- **Ohnisko** – velké.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

**Žebra zadopřední (PA) projekce**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – Zobrazeny všechny žebra na vyšetřované straně.
- **Poloha pacienta** – Pacient leží na zádech, či stojí zády k vertigrafu. Horní končetiny má mimo oblast zobrazení.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – minimálně 100 cm.
- **Napětí-** u přímé digitalizace – 70 – 100 kV, folie/film – 65 – 75 kV.
- **Ohnisko** – velké.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

**Žebra šikmá předozadní / zadopřední projekce**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – Zobrazeny všechna žebra na vyšetřované straně.
- **Poloha pacienta** – Poloha AP – Pacient leží na zádech, nebo stojí zády k receptoru. Horní končetiny má v bok, mimo oblast zobrazení. Nevyšetřovanou stranu má nadzvednutou o 45°.

  Poloha PA – Pacient leží na břiše, nebo stojí čelem k vertigrafu.
  Horní končetiny má od těla, mimo oblast zobrazení.
  Vyšetřovanou stranu má nadzvednutou o 45° od receptoru obrazu.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – minimálně 100 cm.
- **Napětí** – u přímé digitalizace – 70 – 100 kV, folie/ film 65 – 75 kV.
- **Ohnisko –** velké.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

**Sternum šikmá zadopřední projekce**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – kompletní zobrazení hrudní kosti.
- **Poloha pacienta** – Pacient leží na břiše, či stojí čelem k vertigrafu. Hrudník má vpravo podložen 20-25°, aby se nesumovala hrudní kost s páteří. Hrudní kost se nachází ve středu receptoru obrazu.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor. Horní hrana je v úrovni sedmého krčního obratle. CP 5 cm vpravo od páteře na střed hrudní kosti.
- **Vzdálenost mezi ohniskem a receptorem** – minimálně 100 cm.
- **Napětí –** u přímé digitalizace – 70 – 100 kV, folie/film 65 – 75 kV.
- **Ohnisko** – velké.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

**Strenum boční projekce**

- **Kritéria náležitého zobrazení a oblast zájmu** – Celkové zobrazení hrudní kosti.
- **Poloha pacienta** – Pacient sedí či stojí bokem k vertigrafu. Ruce má za zády a ramena tlačí dozadu. Hrudní kost je ve středu.
- **Centrální paprsek** – kolmý na receptor. Horní hrana obrazu je v úrovni sedmého krčního obratle a centrální paprsek směřuje na střed sterna.
- **Napětí** – u přímé digitalizace- 70 – 90 kV, folie/film 65 – 80 kV.
- **Ohnisko** – velké.
- **Protirozptylová mřížka** – ano [18].

# 6 DISKUZE

Národní radiologické standardy jsou dostupné ve Věstníku MZ ČR č.3/2019.

Těmito Národními radiologickými standardy se pro skiagrafická vyšetření dospělých nahrazují Národní radiologické standardy vydané ve Věstníku MZ č. 9/2011 a také Věstník MZ č. 10/2016.

Národní radiologické standardy se stále novelizují. Cílem je revize a modernizace všech NRS. Na jejich tvorbě se podílejí zástupci všech lékařských i nelékařských oborů, které mají účast na lékařském ozáření pacienta. Oproti Věstníku MZ č.9/2011 dochází k zásadním změnám ve struktuře nových národních radiologických standardů s jasným záměrem je zpřehlednit a usnadnit jejich další přepracovaní na místní radiologické standardy v jednotlivých zdravotnických zařízeních.

Jednou ze změn v Národních radiologických standardech jsou kompetence radiologických asistentů. Dle postupné novelizace (od roku 2016) je radiologický asistent kompetentní posoudit ve vybraných případech vhodnost indikace ke skiagrafickému vyšetření, dříve toto rozhodnutí náleželo pouze radiologovi (lékař se specializací pro daný obor). Tyto nové NRS obsahují pro všechny skupiny skiagrafických projekcí výčet základních indikací, kdy je RA plně oprávněn provést lékařské ozáření bez schválení radiologem.

Aby radiologický asistent mohl vykonávat své povolání, musí absolvovat konkrétní akreditovaný program. Dříve stačilo vzdělání formou středoškolské nástavby, později na vyšších odborných školách a nyní jako student bakalářského vysokoškolského studia. Teď tedy mohou toto povolání vykonávat osoby se třemi druhy vzdělání a jsou na stejné profesní úrovni. I přesto, že se touto problematikou zabývala Společnost radiologických asistentů ČR již v roce 1998, jak je popsáno ve Zprávě o činnosti v periodice Praktická radiologie (Josef Hyka), nedosáhlo se doposud jednotného vzdělávání studujících a již pracujících radiologických asistentů. Pozitivní správou je, že současné vzdělání pokračuje od roku 2007 jednotně. Kvalifikace RA lze nabýt pouze na Vysoké škole, což do budoucna znamená sjednocení vzdělání v tomto oboru [14], [15].

K provedení vyšetření je nutné, aby pacient přinesl řádně vyplněnou žádanku. Ta byla novelizací Národních radiologických standardů doplněna o slovní klinickou diagnózu. Oproti Věstníku MZ č. 10/2016, kde stačilo klinickou diagnózu uvést číselným kódem Mezinárodní klasifikace nemocí [18].

Novelizací neprochází jen Národní radiologické standardy ale i jednotlivé vybavení pracoviště. Například v literatuře Frank s kolektivem (2012) jsou uvedeny jednotlivé rozměry kazet pro dané projekce. Avšak v této době se už využívají především moderní flat-panely s jednotnou velikostí anebo přímá digitalizace [8].

Na praxích jsem se vždy setkala se stejnými snímkovacími polohami, jaké jsou uvedené v mé práci. Ovšem jednotlivé pracoviště může mít jisté drobné rozdíly ve svých zvyklostech anebo je také ovlivněno rozdílným technickým vybavením daného pracoviště.

Každé skiagrafické pracoviště má vypracované své vlastní radiologické standardy řízené doporučením, která jsou zapsána ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví České republiky (2019) [18].

# 7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce měla za cíl přiblížit zobrazovací metody hrudníku nelékařským pracovníkům a studentům, a soustředit se na shrnutí aktuálních dostupných informací o této oblasti. Cílem části teoretické byl popis jednotlivých anatomických struktur hrudníku, vysvětleny jednotlivé základní zobrazovací metody a přiblížena radiační ochrana pacientů i zdravotnického personálu. Praktická část byla zaměřena konkrétně na problematiku snímkování plic a hrudníku a úlohu radiologického asistenta při jejich náležitém provádění.

V první teoretické části jsou shrnuty získané informace o jednotlivých možnostech vyšetření hrudníku a popsány základní anatomické struktury. Je zaměřena k získání všeobecného přehledu a na teoretický úvod do problematiky zobrazování hrudníku. Začíná krátkým seznámením s anatomickou strukturou. V další kapitole je stručně popsána historie radiodiagnostiky, vznik RTG paprsků, podrobný popis stavby rentgenky a vznik RTG obrazu. Na to navazuje přehled jednotlivých projekcí, které se využívají při zobrazovaní hrudníku. Následně je zmíněna radiační ochrana a to jak pacientů, tak i zdravotnického personálu. Poslední kapitola uzavírající teoretickou část, je zaměřena na popis dalších způsobů vyšetření, jako je magnetická rezonance či výpočetní tomografie.

Praktická část shrnuje dostupné informace z národních radiologických standardů, podle kterých se musí radiologický asistent řídit. Je rozdělena na dvě části, v nichž část první zmiňuje metodiku a zpracování jednotlivých dat a výběr databáze. Druhá část je souhrn vybraných dat. Cílem této části bylo shrnout správný postup vyšetření, úlohu radiologického asistenta a jeho kompetence. Vytvořený manuál by mohl být přínosem při aktualizaci národních radiologických standardů na jednotlivých rentgenových pracovištích. Praktická část by se mohla doplnit o další druhy vyšetření pomocí skiagrafie, CT, MR a udělat tak přehledný manuál pro všechny diagnostické postupy.

V obou částech bakalářské práce bylo cílů dosaženo.

# 8 POUŽITÁ LITERATURA


[1] ČIHÁK, Radomír. Anatomie. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.

[2] DYLEVSKÝ, prof.MUDr. Ivan. Somatologie. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2673-6.

[3] HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. Memorix anatomie. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.

[4] FERDA, Jiří a Hynek MÍRKA. Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-174-2.

[5] MALÍKOVÁ, Hana. Základy radiologie a zobrazovacích metod. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.

[6] Radiology masterclass [online]. Radiology masterclass. Wiltshire, 2017. Dostupné z:

http://www.radiologymasterclass.co.uk/

[7] VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

[8] FRANK, Eugene D., Bruce W. LONG, Barbara J. SMITH a Vinita MERRILL. Merrill's atlas of radiographic positioning & procedures. St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby, 2012. 12th ed. 529 s. ISBN 978-0-323-07321-9.

[9] MÖLLER, Torsten B. a Emil REIF. Pocket atlas of sectional anatomy: computed tomography and magnetic resonance imaging. 3rd ed., rev. and updated. New York: Thieme, 2007. Thieme flexibook. ISBN 978-3-13-125603-4.

[10] SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.

[11] Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Nové atomové právo [online]. Praha, 2016. Dostupné z: https://www.sujb.cz/legislativa/nove-atomove-pravo/.

[12] SÚKUPOVÁ, Lucie. Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.

[13] ŽIŽKA, Jan, Jaroslav TINTĚRA a Marek MECHL. Protokoly MR zobrazování: pokročilé techniky. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-179-7

[14] Zákon o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů. In: Česká republika: Sbírka zákonů, 2004, ročník 2004, číslo 96. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-96

[15] Vyhláška, kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání. In:Česká republika: Sbírka zákonů, 2005, ročník 2005, číslo 39. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-39

[16] Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. In: Česká republika: Sbírka zákonů, 2011, ročník 2011, číslo 55. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55/zneni-20191019#cast2

[17] HEŘMAN, Miroslav. Základy radiologie. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4

[18] Národní radiologické standardy [online]. In: . Praha 2, 2019, s. 322 [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: https://www.mzcr.cz/skiagrafie-dospeli/

**Citace obrázků:**

[1] MALÍKOVÁ, Hana. 1 Skiagram hrudníku v PA a boční projekci str. 79, Základy radiologie a zobrazovacích metod. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.

[2] MALÍKOVÁ, Hana. Rentgenanatomie hrudníku str. 81, Základy radiologie a zobrazovacích metod. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.

[3] MALÍKOVÁ, Hana. Atelektáza str. 86, Základy radiologie a zobrazovacích metod. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.

[4] FERDA, Jiří a Hynek MÍRKA.Rentgenka str. 14, Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-174-2.