

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Ivana Nováková

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

Úloha radiologického asistenta při snímkování na lůžku

Ivana Nováková

Bakalářská práce

2015

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ivana Nováková**
Osobní číslo: **Z12129**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Název tématu: **Úloha radiologické asistenta při snímkování na lůžku**
Zadávající katedra: **Katedra informatiky, managementu a radiologie**

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

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

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

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

Seznam odborné literatury:

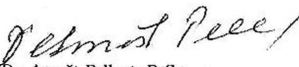
1. ŠMORANC, P. Rentgenová technika v lékařství. 2. vyd. Pardubice: E a J PRINT, 2005. ISBN 80-85438-19-4
2. CHUDÁČEK, Z. Radiodiagnostika. 1. vyd. Brno: IDVPZ Brno, 1995. ISBN 80-7013-144-4
3. HAVRÁNEK, J., et al. Základy zdravotnické statistiky. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2004. ISBN 80-7040-663-1
4. HUŠÁK, V. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009. ISBN 9788024423500
5. HLAVA, A. Počátky rentgenologie v českém lékařství. 1. vyd. Hradec Králové: AURIUS, 2002. ISBN 80-238-9276-2
6. Vyhláška SÚJB č. 307 / 2002 Sb., o radiační ochraně

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Zdeňka Vilasová, Ph.D.**
Katedra informatiky, managementu a radiologie

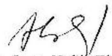
Konzultant bakalářské práce: **Bc. Martin Pilař**
Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: **1. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. května 2015**


prof. MUDr. Arnošt Pellant, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Jana Holá, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. března 2015

Prohlašuji:

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Zubří dne 3.5.2015

Nováková Ivana

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucí práce Mgr. Zdeňce Vilasové, Ph.D. za cenné rady a pomoc. Dále bych chtěla poděkovat Bc. Martinu Pilařovi za odbornou konzultaci, za laskavé vedení práce, odbornou radu a trpělivost. Děkuji též zaměstnancům Radiodiagnostického oddělení krajské nemocnice za spolupráci a ochotu při tvorbě praktické části práce.

ANOTACE A KLÍČOVÁ SLOVA

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá úlohou radiologického asistenta při snímkování na lůžku. Zabývá se možnostmi vyšetření pojízdnými RTG přístroji na odděleních. Popisuje jednotlivé úkony, které provádí radiologický asistent při vyšetření.

KLÍČOVÁ SLOVA

Radiologický asistent, snímkování na lůžku, mobilní pojízdný rentgen, ionizující záření, radiodiagnostika.

TITLE

The role of radiology asistent at the bad.

ANNOTATION

Bachelor thesis examines the role of radiology assistant at the bed. Explore opportunities for examination by mobile X-ray unit in the department. It describes the various actions that performs radiology assistant during the examination.

KEYWORDS

Radiology Assistant, shootings bed, cellular mobile X-ray, ionizing radiation, radiology.

OBSAH

ÚVOD.....	12
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	14
1.1 Základní anatomie – nejčastější snímkové oblasti.....	14
1.1.1 Lebka	14
1.1.2 Plíce	15
1.1.3 Dutina břišní	16
1.1.4 Ramenní kloub.....	16
1.1.5 Kyčelní kloub.....	16
1.1.6 Kolenní kloub	16
1.2 Historie	17
1.2.1 Rentgenologie v českém lékařství.....	17
1.3 Rentgenka	19
1.3.1 Konstrukční provedení rentgenky	19
1.4 Mobilní RTG přístroje.....	20
1.5 Ovládací panel	22
1.5.1 Výhody pojízdných RTG přístrojů	22
1.6 Pojízdní C- ramena	23
1.6.1 C-ramena mobilní základní	24
1.6.2 C-ramena mobilní vyšší kategorie.....	24
1.7 Ionizující - rentgenové záření.....	25
1.7.1 Energetické spektrum.....	26
1.7.2 Vlastnosti ionizujícího záření	26
1.8 Ochrana před ionizujícím zářením – cíle, principy a způsoby radiační ochrany	30
1.8.1 Cíle radiační ochrany	30
1.8.2 Principy radiační ochrany.....	30

• Princip zdůvodnění.....	30
• Princip optimalizace.....	30
• Princip limitování.....	32
• Princip fyzické bezpečnosti zdrojů	33
1.8.3 Způsoby radiační ochrany	33
1.9 Radiační ochrana před RTG zářením v ČR.....	35
1.10 Legislativa	35
1.11 Veličiny a jednotky používané v radiační ochraně.....	36
1.12 Dozimetrie	38
1.12.1 Kategorizace radiačních pracovníků	38
1.12.2 Osobní monitorování	39
2 PRAKTICKÁ ČÁST	41
2.1 Metodika práce.....	41
2.2 Interpretace výsledků	41
2.2.1 Chirurgické oddělení.....	41
2.2.2 Anesteziologicko-resuscitační oddělení	42
2.2.3 Interní oddělení	42
2.2.4 Kardiologické oddělení.....	43
2.2.5 Novorozenecké oddělení.....	44
2.2.6 Celkový přehled.....	44
2.3 Popis základních projekcí prováděných na lůžku.....	46
2.3.1 RTG plic	46
2.3.2 RTG břišní dutiny	48
2.3.3 RTG ramenního kloubu	50
2.3.4 RTG kyčelního kloubu.....	53
2.3.5 RTG kolenního kloubu	55
2.3.6 RTG lebky.....	57

2.3.7	Chyby při snímkování.....	60
2.4	Nastavení parametrů RTG záření	60
2.4.1	Anodové napětí	60
2.4.2	Anodový proud	60
2.4.3	Expozice.....	60
2.5	Konkrétní příklad technické části standartu pro snímkování na lůžku	61
2.5.1	Expoziční faktory.....	61
2.5.2	Návod ke snížení radiační zátěže pacienta	61
2.5.3	Hodnocení kvality zobrazení při výkonu diagnostického ozáření.....	62
2.6	Měření povrchové dávky	63
3	DISKUZE	64
4	ZÁVĚR	65
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
6	PŘÍLOHY	68

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Základní anatomie lebky	15
Obrázek 2 Schéma rentgenky	19
Obrázek 3 Popis pojízdného RTG přístroje	21
Obrázek 4 Ovládací panel pojízdného RTG přístroje.....	22
Obrázek 5 Pojízdný RTG přístroj s C - ramenem.....	23
Obrázek 6 Vznik charakteristického záření	25
Obrázek 7 Schematické znázornění procesů interakce záření gama a rentgenového záření s prostředím.	26
Obrázek 8 Ochranné pomůcky, olověná zástěra, bederní zástěra, límec – 0,5 mm Pb	34
Obrázek 9 Osobní filmový dozimetr používaný pro monitorování pracovníků.	40
Obrázek 10 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na chirurgickém oddělení	41
Obrázek 11 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na anesteziologicko-resuscitačním oddělení	42
Obrázek 12 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na interním oddělení	43
Obrázek 13 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na kardiologickém oddělení.....	43
Obrázek 14 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na novorozeneckém oddělení	44
Obrázek 15 Celkový přehled nejčastějších snímkovacích oblastí pojízdným RTG přístrojem	45
Obrázek 16 Centrální paprsek při RTG snímku plic, předozadní projekce.....	47
Obrázek 17 RTG plic a základní anatomie plic	48
Obrázek 18 Centrální paprsek při RTG snímku břicha, předozadní projekce.....	49
Obrázek 19 RTG břišní dutiny a základní anatomie břicha.....	50
Obrázek 20 Centrální paprsek při RTG snímku ramene, předozadní projekce	51
Obrázek 21 RTG ramene a základní anatomie ramene	52
Obrázek 22 Centrální paprsek při RTG snímku kyčle, předozadní projekce	53
Obrázek 23 RTG kyčle a základní anatomie kyčle.....	54
Obrázek 24 Centrální paprsek při RTG snímku kolene, předozadní a bočná projekce.....	55
Obrázek 25 RTG snímek kolene předozadní a základní anatomie	56
Obrázek 26 RTG bočný snímek kolene a základní anatomie kolene	56
Obrázek 27 Centrální paprsek při RTG snímku lebky, bočná a předozadní projekce.....	57
Obrázek 28 RTG lebky a základní anatomie lebky	58
Obrázek 29 RTG boční snímek lebky a základní anatomie lebky.....	59

Obrázek 30 Nežádoucí chyby na snímku: rotace, cizí těleso	60
---	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Typ pojízdného RTG používaný na oddělení chirurgie krajské nemocnice a srovnání MDRÚ a NDRÚ.....	31
Tabulka 2 Přehled základních limitů	33
Tabulka 3 Doporučené radiační váhové faktory	37
Tabulka 4 Závislost povrchové dávky na vzdálenost	63

ÚVOD

Snímkování se provádí pojízdnými RTG přístroji, které obsluhuje radiologický asistent a zadává požadované parametry. Rentgenový snímek zhotoven na lůžku je v dnešní době nedílnou součástí vyšetřovacího algoritmu u imobilních pacientů se závažným onemocněním. Pouze správně zhotovená obrazová dokumentace má maximální diagnostickou výtěžnost a přínos pro vyšetřovaného a další postup jeho léčby.

Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou.

Teoretická část popisuje historii RTG záření, základní anatomii nejčastěji snímkaných částí lidského těla, a zahrnuje i vlastnosti a účinky záření na lidský organismus. Popisuje přístroje používané v radiodiagnostice při mobilním snímkování pacienta. Práce se zdroji ionizujícího záření nese i svá rizika, a proto se v této části věnuji radiační ochraně, jejím metodám a principům, limitům pro radiační pracovníky, osobní dozimetrii a nejčastějším veličinám užívaných v radiodiagnostice.

Praktická část zobrazuje a popisuje sběr dat na odděleních krajské nemocnice a udává nejčastěji snímkané oblasti a popis provedení snímku na lůžku pojízdným RTG přístrojem. Je zaměřena na konkrétní vyšetření, popisuje základní RTG anatomii nejčastějších snímkaných struktur, a na úkony, které provádí radiologický asistent, tak aby došlo k co nejlepšímu zobrazení a k co nejmenšímu zatížení ozařované osoby.

CÍL PRÁCE

- a) Vytvoření postupu (standardu) pro snímkování pacientů upoutaných na lůžko pro nejčastěji vyšetřované anatomické oblasti.

- b) Optimalizace radiační ochrany při snímkování na lůžku.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Základní anatomie – nejčastější snímkové oblasti

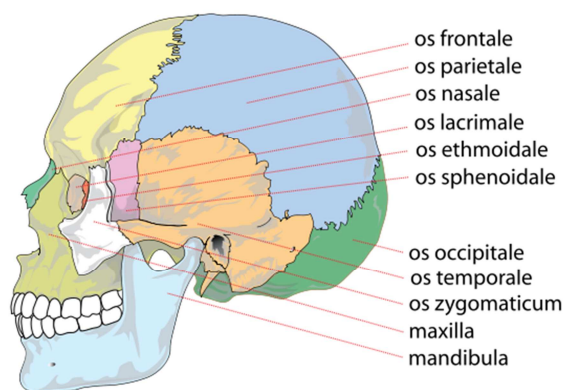
1.1.1 Lebka

Lebka se dělí na dvě části. Na část, která chrání mozek – mozková část (*neurocranium*), a část obličejovou (*splanchnocranium*). Část mozková se člení na oblast klenby lební a oblast spodiny lební. Baze lební se skládá z kosti čelní (*os frontale*), kosti čichové (*os ethmoidale*), kosti klínové (*os sphenoidale*), kosti týlní (*os occipitale*) a dále párová kost spánková (*os temporale*). Kosti jsou pevně spojeny chrupavkami. (1 s. 11)

V obličejových kostech baze lební se nacházejí párové vedlejší dutiny nosní a to především v tělech kosti čichové (*sinus ethmoidales*), čelní (*sinus frontales*), horní čelisti (*sinus maxillares*) a nepárové dutiny v kosti klínové (*sinus sphenoidalis*). (1 s. 17)

Lebeční klenba je tvořena výběžky kostí baze lební a šupinou kosti čelní, spánkové, klínové a týlní a kosti jsou spojeny mezi sebou švy. Vlastní lebeční klenbu tvoří kosti temenní. (1 s. 17)

Obličejový skelet lebky tvoří jednak kosti párové, mezi které patří kost nosní (*os nasale*), u oční kost slzní (*os lacrimale*), kost lící (*os zygomaticum*), která tvaruje obličej, a spolu se svým výběžkem a výběžkem kosti spánkové vzniká jařmový oblouk. Kost patrová (*os palatinum*), která vytváří tvrdé patro, dále horní čelist (*maxilla*) s alveolárními výběžky pro zuby, která svými dalšími výběžky navazuje na kost čelní, patrovou a lící kost. K nepárovým kostem, které tvoří obličejovou část, se řadí kost radličná (*vomer*) a dolní čelist (*mandibula*), která je pomocí kloubu spojena s lebkou. (1 s. 17)



Obrázek 1 Základní anatomie lebky¹

1.1.2 Plíce

Plíce jsou párový měkký orgán houbovitě tuhosti, které jsou chráněny plicním obalem, poplicnicí. Jejich tvar připomíná komolý kužel. Plíce nasedají na bránici, přední strana naléhá na hrudní stěnu, vrcholy plic jsou zakulacené a dosahují až nad první žebro. Plíce se rozděluje na laloky, které jsou od sebe oddělovány rýhami. Pravá plíce má tři laloky (*lobus superior, medius a inferior*) a levá se skládá ze dvou (*lobus superior a inferior*). Na levé plíci se nachází otisk srdce, vystupující oblouk aorty, jícnu. (1 s. 182)

Hranice přední strany pravé i levé plíce se nacházejí s okraji hrudní kosti. Dolní hranice každé plíce končí v jiné úrovni. Pravá plíce dosahuje k šestému žebru a probíhá do zadní linie až k devátému žebru. Levá plíce má hranici v přední straně u čtvrtého žebra a přechází do zadní části hrudníku k šestému žebru. (1 s. 185)

Plíce se dále člení na segmenty, které jsou spojeny vazivem. Pravá plíce se rozděluje na 10 segmentů a levá má o dva segmenty méně. (1 s. 185)

Uvnitř plic se větví bronchiální strom, který přechází postupně do průdušek. Sliznice je tvořena řasinkovým epitelem. Respirační bronchioly se rozvětvují do plicních sklípků. (1 s. 185)

Plíce jsou zásobeny z větve hrudní aorty bronchiální tepny. Do plic se dostává krev z větvi plicní tepny, které se dále rozdělují až na úroveň kapilár. V plicních bronchech se formují dvě pravé a levé plicní žíly, které pak vlévají krev do levé srdeční předsíně. (1 s. 186)

¹ Wikipedia [online]. 2007 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Lebka_%C4%8Dlov%C4%9Bka#/media/File:Human_skull_side_bones.svg

1.1.3 Dutina břišní

Dutina břišní neboli břicho se rozumí oblast mezi hrudníkem a pánví a je vystlána pobřišnicí (*peritoneum*). Dutina břišní i její obsah je chráněn v horní části z části kostrou hrudního koše, bránicí. Z přední strany je chráněna svaly břišní stěny. Oblast začíná od brániční klenby a je chráněna žebry, kde se v této oblasti nacházejí důležité orgány jako játra, slezina, žlučník a žaludek. Ze zadní strany je břicho tvořeno z bederních obratlů a z části hrudními obratli a podporováno upínajícími se svaly. (2 s. 154)

Obsah dutiny břišní převážně zaplňuje velká část zažívacího systému, převážně tenké a tlusté střevo. Mezi důležité životní orgány zde řadíme i ledviny a nadledviny a u žen vaječníky. Dutinou břišní vedou důležité krevní i lymfatické cévy, které zásobují krví příslušné orgány. Nachází se zde i nervové dráhy, kterou tuto oblast inervují. (2 s. 154)

1.1.4 Ramenní kloub

Ramenní kloub vzniká spojením mezi kloubní jamkou na lopatce a hlavicí kosti pažní. Kloub je kulovitý a jeho kloubní pouzdro je velmi silné a prostorné. Kloub je volný kvůli poměru mezi mělkou plochou jamky lopatky a vůči ní velkou hlavicí kosti pažní. U ramenního kloubu se se upínají vazy a svaly. *Musculus deltoideus* je hlavním svalem, který udržuje kloub pohromadě. Ramenní kloub zaujímá pozici v mírné flexi a abdukci. (1 s. 35)

1.1.5 Kyčelní kloub

Kyčelní kloub vzniká spojením jamky kyčelní kosti s hlavicí kosti stehenní. Kloub je prostorný a silný, hlavice zapadá do hluboké jamky a tím je i kloub omezený. Kloub umožňuje částečnou extenzi, velkou flexi a abdukci a částečně addukci. Kloub umožňuje i zevní a vnitřní rotaci. Kyčelní kloub je nejvíce zatěžovaným kloubem, nese váhu celého těla. (1 s. 41)

1.1.6 Kolenní kloub

Kolenní kloub se skládá z hlavice kosti stehenní (*femur*), z jamky kosti holenní (*tibia*) a čéšky (*patella*). Mezi kondyly kosti stehenní a holenní jsou vloženy dva menisky, jeden oválný a otevřený, druhý polokruhový, uzavřený a více pohyblivý. Menisky a kondyly kosti holenní spolu dotvářejí jamky kolenního kloubu. V kloubu procházejí dva silné vazy, které vedou od kosti stehenní až na kost holenní. Celá kloubní dutina je chráněna kloubním pouzdrem. Dutina je vystlána synoviální výstelkou. Kloub umožňuje úplnou extenzi, částečnou flexi a rotaci. (1 s. 41-42)

1.2 Historie

Rentgenové záření, nebo-li záření X, objevil 8. listopadu 1895 profesor Wilhelm Conrad Röntgen, když prováděl ve své laboratoři na fyzikálním ústavu univerzity ve Würtzburgu pokusy s katodovými paprsky, jež vytvářely světélkování na luminiscenčním stínítku, které bylo potažené fluorescenční látkou. Tento úkaz pozoroval v temné komoře. Při pokusech, které prováděl, úplně zakryl katodovou trubici černým papírem a zjistil, že při přiblížení stínítka světélkuje, i když je zakryté černým papírem. Stínítka takto světélkovala, i když mezi stínítkem a trubicí umístil tlustou knihu. Na stínítku se ukázal stín, až poté co místo knihy byl umístěn předmět z kovu. Wilhelm Röntgen přišel na to, že pokud je mezi katodou a anodou elektrický proud, musí vycházet z trubice neviditelné záření. Fyzikální podstata záření byla vysvětlena postupně ve 20. až 30. letech 20. století. Proto profesor Röntgen nazval toto neznámé záření „paprsky X“. V anglosaské literatuře se dodnes používá označení „X-rays“, v češtině převážně výraz „rentgenové záření“. Později popsal další vlastnosti, třeba to, že záření vyvolává zčernání fotografické desky. (3 s. 21)

Vědec a fyzik svůj objev popsal ve zprávě „O novém druhu záření“ kde svému zjištění věnoval devět stran. Když se poprvé o něm zmínil před císařskou akademií věd v Berlíně v lednu 1896, dostalo se mu velkého uznání a pozornosti ve vědeckém světě. (4 s. 11)

Roku 1901 se stává Wilhelm Conrad Röntgen prvním nositelem Nobelovy ceny za fyziku. Svůj epochální objev prakticky daroval lidstvu, protože si ho nikdy nenechal patentovat a tím umožnil jeho rychlý rozvoj a rozšíření do praxe. (3 s. 21)

Německý vědec předpokládal, že neznámé záření vzniká ve zředěném plynu katodové trubice, ale dalšími pokusy přišel na to, že pronikavé paprsky pocházejí z anody při interakci zabrzděných elektronů s materiálem anody. Při vyčerpání plynu a přidáním žhavené katody se účinnost vzniku rentgenového záření zvýšila. Tohoto způsobu se využívá ve vakuových rentgenkách. (3 s. 21)

1.2.1 Rentgenologie v českém lékařství

Jméno Wilhelma Conrada Röntgena se v českých zemích poprvé objevilo 8. února 1896 velmi krátkou zprávou v *Časopise lékařů českých*. Na konci století se mnoho vědců zabývalo pokusy s katodovou trubicí, takže každý měl na dosah ruky objevení nového typu záření. Svými pokusy měl nejbližší německý fyzik a rodák z Bratislavy Philip Lenard (1862 –

1947), který dostal za svoji práci s katodovými paprsky Nobelovu cenu v roce 1905. Právě mezi tímto vědcem a W. C. Röntgenem byly největší spory o prvenství objevu paprsků X. Ovšem i po objevu Rentgenova záření trvalo spoustu let, než rentgenologie opravdu významně zasáhla lékařství. (3 s. 13 - 14)

V českých zemích se problematikou Röntgenova objevu zabýval Čeněk Strouhal, profesor fyziky na české univerzitě. Přednášel na pražském Klementinu 17. 2. 1896, kde i demonstroval studentům ukázky pokusů a ukazoval jim fotografie částí lidské ruky a zoologické preparáty.

Nejočekávanější pokus byl ten, kdy Strouhal zabalil fotografickou desku do černého papíru a položil na ni peněženku a vše to umístil pod katodovou trubici. Po exponování nechal desku vyvolat a na výsledném negativu bylo vše to, co bylo v peněžence: pár penízků, hodinový klíček a i samotný kovový zámek peněženky. Tak byli poprvé čeští lékaři seznámeni se skiagrafií. Lékařům ukázal rentgenogram ruky, který byl nejčasněji publikován v různých časopisech, ale i preparát ruky, kde byli na různých místech aplikovány jehly, které byli velmi patrné na vyvolaných obrazech. Po pokusu přednesl profesor Strouhal o svých dalších pokusech se zářením. Hledal hlavně místo, kde je radiace nejsilnější a našel ho přímo proti katodě. Zhotovil i clonu, kvůli které získával určitější fotografie. Strouhal se též zmiňoval o dalších prováděných pokusech, které měly za cíl najít vztah mezi materiálem, který byl používán na snímkování a dobou expozice, a vztah mezi vzdáleností od filmu a kvalitou výsledného obrazu. V závěru své přednášky pan profesor Čeněk Strouhal pronesl: „... nelze pochybovati, že společnou prací fysiků všeho vzdělaného světa objev Roentgenův a jeho užívání se zdokonalí měrou, o níž dosud nemáme tušení. Pak dozajista i užívání objevu toho k účelům medicíny bude zdokonaleno. Fysika poskytne tu vědě sesterské mohutný prostředek diagnostický a tím otevřou se také vědě lékařské nové dráhy k objevům důležitým“.

(5 s. 15-19)

1.3 Rentgenka

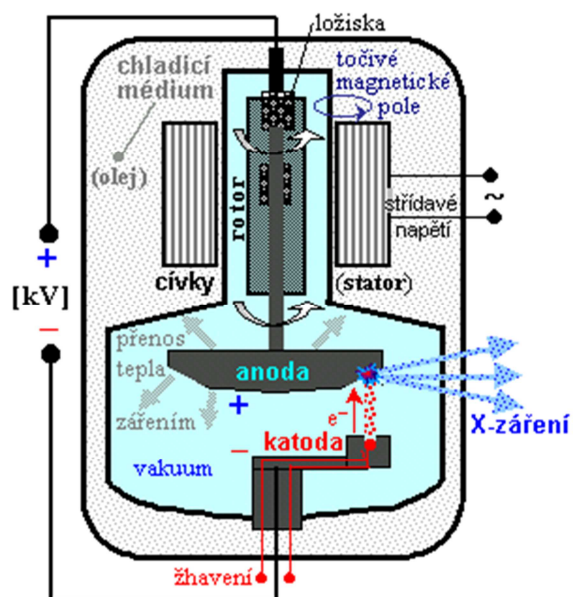
Rozdělení:

- Rentgenka s pevnou anodou – využití především pro zubní rentgeny a některé typy mobilních rentgenů.
- Rentgenka s rotační anodou – tento typ převažuje především v radiodiagnostice

1.3.1 Konstrukční provedení rentgenky

Rentgenky pro diagnostické užití musí mít pro svoje značně vysoké napětí a pro svůj tepelný ohřev robustní konstrukci. K tepelnému zahřívání rentgenky dochází při rychlém dopadu elektronů na terčik na povrch anody, kdy při tomto ději dochází k přeměně jejich kinetické energie z velké části na teplo a z poměrně hodně malé části na X – záření. (6)

Rentgenka je vakuová baňka se dvěma elektrodami. Jak zobrazuje obrázek 2.



Obrázek 2 Schéma rentgenky²

Nejčastěji používaným materiálem pro anodu je wolfram, který je zvolen pro svoje vlastnosti – je to těžký a tepelně odolný kov. Wolfram je proto vhodným materiálem pro tepelné zatížení anody. Pro zlepšení tepelné odolnosti anody může být složena z více vrstev materiálu – wolfram, molybden, grafit. V mamografii je anoda vytvořena z molybdenu. (6)

² AstroNuklFyzika: Aplikace ionizujícího záření [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.sweb.cz/strana2.htm>

Přehříváním lokálního místa anody, terčíku, kam dopadají elektrony, se zabraňuje rotaci anody. K rotaci anody dochází elektromagneticky a to pomocí rotoru a statoru, který tvoří točivé magnetické pole. Rotor, který je spojen s anodou pomocí hřídele, a stator, který je tvořen dvěma cívkami, které jsou poháněny střídavým proudem. (6)

Katoda, žhavené vlákno z wolframu, je umístěna naproti anodě, která má tvar kuželovitého disku. Od katody vylétávají elektrony. Otáčivým pohybem anody dochází k rovnoměrnému dopadání elektronů na povrch anody a tím se teplo rozloží rovnoměrně po celé ploše anody. Dále je anoda chlazena chladicí kapalinou. (6)

Celá rentgenka je uložena v kovovém krytu, který je zevnitř stíněn vrstvou olova, aby nežádoucí X – záření nezářilo do okolního prostředí. Ve střední části ochranného krytu se nachází výstupní okénko, kudy RTG paprsky vychází pro určené použití. Výstupní okénko je nestíněné místo, překryté materiálem akrylátového skla. (6)

1.4 Mobilní RTG přístroje

Mobilní skiagrafické rentgenové (RTG) přístroje patří mezi nejjednodušší RTG přístroje, jejich využívání je nejlevnější pro skiagrafické pracoviště a jsou specifické pro použití na lůžkových odděleních nemocnic. Tyto přístroje se liší svojí konstrukcí, výkoností, tvarem, kterým je pojízdný rentgen řešen. (7 s. 121)

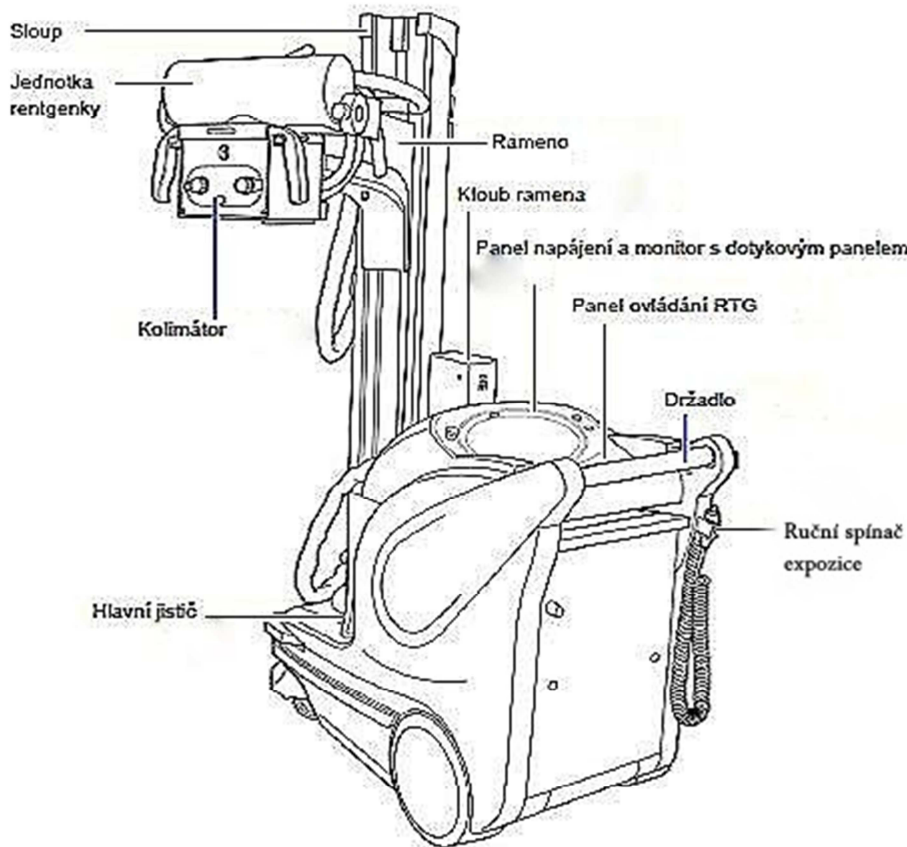
Přístroje se mohou od různých výrobců lišit svým používáním v ovládání, pohyblivostí ramene se zářičem. Všechny jsou řízeny mikroprocesorem.

Existují RTG pojízdné přístroje lehké s výkonem do 3 kW a těžší s výkonem až do 30 kW, s napětím v rozsahu do 100 kV až do 150 kV a proudem 25 až 500 mA. Při použití pojízdného RTG přístroje je důležité mít zkušenosti s expozicemi pro určité projekce i s ohledem na proporce ozařované tkáně. (7 s. 121-123)

Obecně platí, že by pojízdné RTG přístroje měly být snadno ovladatelné, proto se konstruují s velkými koly pro lehčí ovladatelnost. Snadno ovladatelné pro samotné snímkování, i pro manipulaci s ramenem, které umožňuje pohyb do všech stran u lůžka pacienta. Při převozu přístroje se pro bezpečnost rameno přístroje zaaretuje do základní polohy, aby se nepoškodilo. Rameno je dále vybaveno světelným zdrojem, který ukazuje vymezení clon pro snímkový objekt a metrem pro určený vzdálenosti. Samotný přístroj má držadla pro pohyb s přístrojem a přihrádku pro ukládání kazet. Je napájen z elektrické sítě. U

starších i novějších přístrojů se volí napětí (kV) a proud (mAs). Jako příslušenství lze volit DAP metr, který měří plošnou kermu. Je zaveden povinně ve všech zemích EU dle vyhlášky SÚJB. (8)

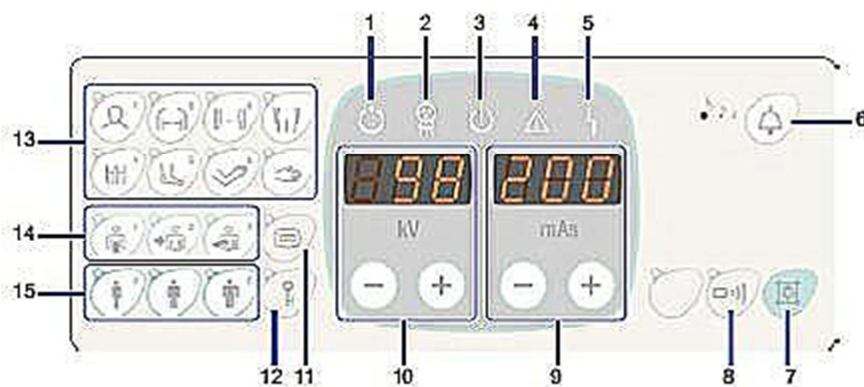
Modernější přístroje mohou mít již zabudovanou expoziční automatiku a bezdrátový flat panel. Před samotným snímáním si radiologický asistent uloží do přístroje údaje o pacientovi. Zvolí expoziční automatiku indikované projekce. Po expozici pacienta se snímek zobrazí na monitoru přístroje, kde si ho může detailně laborat prohlédnout, poupravit. Snímky jsou po vytvoření automaticky ukládány do paměti přístroje. U některé moderní techniky lze upravené snímky ihned na přístroji nahrát na CD. Po připojení do elektrické sítě se zasílají do nemocničního systému. (9)



Obrázek 3 Popis pojízdného RTG přístroje³

³ Pojízdný rentgenový přístroj MobileArt Evolution standardní typ (12,5 kW) návod k obsluze. 2009.

1.5 Ovládací panel



Obrázek 4 Ovládací panel pojízdného RTG přístroje⁴

Na obrázku 4 je znázorněn ovládací panel pojízdného rentgenového přístroje, kde se zadávají požadované funkce. Pod číslem 3 je kontrolka pro možnost použití systému k expozici. Mezi základní a nejdůležitější patří nastavení mAs, které se nachází pod číslem 9. Zobrazuje hodnotu mAs. Pomocí tlačítek se navolí požadovaná hodnota. Pod číslem 10 se nachází displej pro zvolení hodnot napětí na rentgence. Pro výběr snímkování požadované anatomické oblasti slouží tlačítka pod číslem 13. Pro směr projekce tlačítka v oblasti 14. (10 s. 26-27)

Pojízdný rentgenový přístroj musí mít vyhrazen bezpečný prostor pro uskladnění, aby nemohlo dojít k jeho zneužití. Radiologický asistent při manipulaci s přístrojem dbá na svoje zdraví i zdraví personálu. (7 s. 123)

Lůžková oddělení, na nichž je přístroj využíván, musí být vybavena ochrannými zástěnami mezi lůžky. Při používání mobilního RTG přístroje se používá ochranných pomůcek, mezi které patří olověná zástěra. Při snímkování je nutné dodržovat minimální vzdálenost od zdroje záření, která je 1,5 metru.

1.5.1 Výhody pojízdných RTG přístrojů

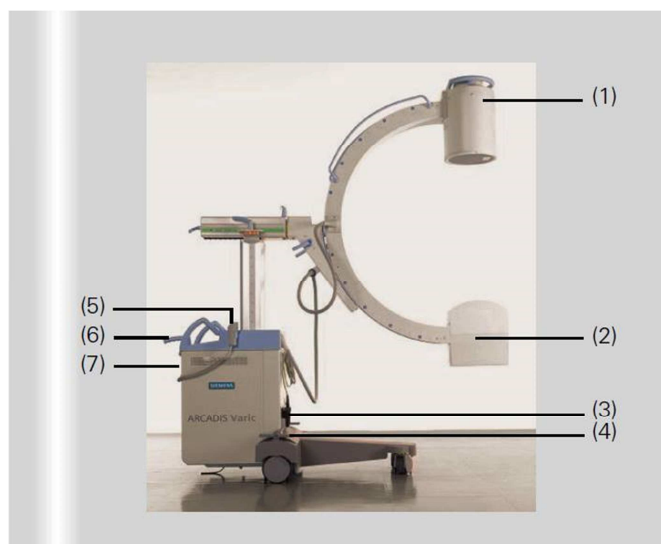
Výhody používání pojízdných RTG přístrojů jsou ty, že rentgenka je snadno mobilní a s přístrojem je snadná manipulace. Hmotnost a ergonomie pojízdného rentgenu jsou v případě

⁴ *Pojízdný rentgenový přístroj MobileArt Evolution standardní typ (12,5 kW) návod k obsluze. 2009.*

traumatologie šetrné k postiženým osobám. Se zraněným pacientem není nutné zbytečně manipulovat a pohybovat. (4 s. 24)

1.6 Pojízdň C- ramena

Mobilní C- ramena slouží pro skiografii a skiaskopii. Přístroje jsou konstruovány pro digitální nebo analogový záznam. Zdroj záření je upevněn na rameni ve tvaru písmene „C“ stejně tak i zesilovač signálu obrazu u novějších typů flat panel detektor. Díky tvaru ramene prochází RTG svazek osou zesilovače. Takto konstruovaný přístroj umožňuje provádět pohyb o 360° okolo operačního stolu a lze s ním snímkovat ve všech rovinách. Součástí přístroje je televizní řetězec, který přenáší výsledný obraz na sledovaný monitor, a digitální přístroje s obrazovým snímačem kamery CCD (Charged Coupled Device). C-rameno má zabudovaný laserový zaměřovač pro co nejpřesnější zaměření. Nové typy přístrojů jsou postaveny s lehkou konstrukcí a mají vysokofrekvenční generátor. Měly by být postaveny tak, aby mohly být při práci na operačních sálech, kde je sterilní prostředí, zakryty sterilním materiálem. Pojízdň přístroj by měl mít své úložné místo, aby se při manipulaci s přemísťováním nepoškodilo. Při používání přístroje se zdravotníci řídí radiační ochranou. (4 s. 25)



Obrázek 5 Pojízdň RTG přístroj s C - ramenem⁵

Základní konstrukční popis pojízdňho C –ramene lze vidět na obrázku 5. Přístroj se skládá z obrazového zesilovače [1], jednotky rentgenky a integrovaného kolimátoru [2],

⁵ ARCADIS Varic VC 10A: Quick Guide. 2008.

jednotka elektroniky [7], řídicího a signalizačního panelu a ručního spínače [5], dále držáku pro nožní spínač [3], brzdy [4], páky na řízení [6] a tlačítka nouzového zastavení [7]. (11)

1.6.1 C-ramena mobilní základní

Se základním mobilním C- ramenem je dobrá manipulace a je ho možno použít jak pro skiografii, tak pro skiaskopii. Výkonnostně je v rozmezí do 3 kW, rentgenka má pevnou anodu. Zobrazovací systém ramene se skládá z kamery a 1 - 2 monitorů. Paměť přístroje je až na 100 obrazů. Přístroj lze nastavit i pro méně zatěžující dávky tzv. pulsní režim. Ovládání ramene je dle potřeby laboranta a ovládá se manuálně. Tento přístroj lze také použít výjimečně a na krátkou dobu v místě, které není upraveno pro aplikaci ionizujícího záření. (12)

Tento přístroj je vhodný pro užití na operačních sálech, traumatologii, pro zákroky v ortopedii a chirurgii, postačí pro využití na jednotkách intenzivní péče, u intervenčních výkonů. Mimo jiné je dobrým a postačujícím zařízením pro kontrolu zavedených aplikátorů v brachyterapii, při zavádění kardiostimulátorů. Ovšem jeho technický charakter nestačí pro diagnostiku v kardiologii a chirurgii. Jeho malý výkon je nedostačující pro hluboko uložené cévy, pro koronarografii. (12)

1.6.2 C-ramena mobilní vyšší kategorie

C-ramena vyšší kategorie jsou o něco větší než základní C-ramena, ale stále je s nimi možná manipulace. Přístroj slouží jak ke skiaskopii, tak i ke skiografii. Výkon přístroje je daleko vyšší, dosahuje v řádech až několik desítek kW, a tím umožňuje rychlé výkonné pulzy, které jsou šetrnější k pacientovi. Rentgenka je s pevnou nebo s otáčivou anodou, a je schopna snášet vyšší teplotní zatížení, je lépe chlazená. Zobrazovací technika se skládá z 2 monitorů a kamery. C-rameno je schopno několika různých snímacích režimů. Hardware umožňuje vyšší kapacitu paměti, až několik tisíc snímků. Laborant pohybuje ramenem dle potřeby manuálně nebo je z části řízené vlastním motorem. (12)

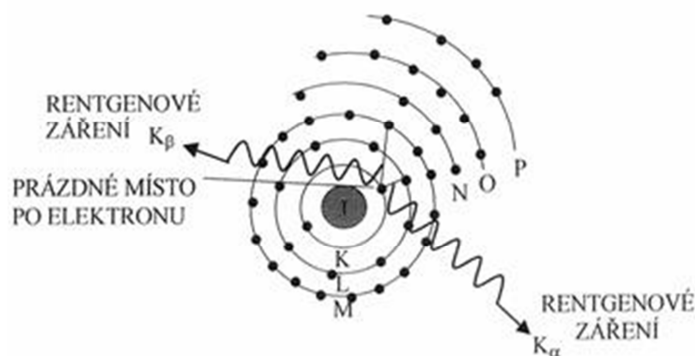
Přístroj je vhodný pro použití v oblasti kardiochirurgie, v chirurgii cév a v angiografii, při potřebách ortopedie, traumatologie i urologie. Určité vhodné přístroje jsou přizpůsobeny pro společnou práci s chirurgickými navigačními systémy. Mají velké uplatnění při operačních výkonech, na urgentním oddělení, při péči na lůžkách intenzivní péče a dalších. Naopak velká mobilní ramena nejsou vhodná pro běžný celodenní provoz na odděleních. Lze jimi v případě poruch nahradit stabilní zařízení pro angiografii. (12)

1.7 Ionizující - rentgenové záření

Rentgenové záření patří do spektra elektromagnetické vlnění o vlnové délce kolem 10^{-9} m. Šíří se přímočaře a rychlostí světla 30 000 km/s, má schopnost procházet hmotou i vakuem a jeho účinek slábne se čtvercem vzdálenosti. Za přirozených podmínek vzniká záření X za milionů °C, takové podmínky nastávají např. na slunci.

Záření X lze vytvořit i uměle a to v rentgence, kde vzniká prudkým zabrzděním rychle letících elektronů hmotou. Nejprve se musí nažhavit katoda (záporná elektroda). Po přivedení vysokého napětí, většinou desítky až stovky kV, na elektrody se elektrony v okolí katody dají do velmi prudkého pohybu k anodě (kladná elektroda). Při setkání elektronů s materiálem anody se jejich pohybová energie změní na 1% záření a 99% na teplo. (13 s. 9)

- **Brzdné záření.** Když se elektrony setkají s anodou a dojde k zabrzdění, kinetická energie, kterou částice ztratí bržděním, se uvolňuje v podobě RTG záření - vzniká brzdné záření – interakce elektrony a jádra atomů anody. Brzdné záření má spojité energetické spektrum.
- **Charakteristické záření.** Záření charakteristické, které je dáno vlastnostmi materiálu anody. Má čárové energetické spektrum. Princip vzniku charakteristického záření je na obrázku 6.



Obrázek 6 Vznik charakteristického záření⁶

Při interakci ohniska anody a elektronů vzniká primární záření neboli užitečný svazek záření., který při vycházení z rentgenky má tvar kužele. Paprsek jdoucí v ose kužele se nazývá centrální paprsek. Pokud primárním paprskem ozáříme určitý objekt, po jeho

⁶ HUŠÁK, Václav. Zdroje ionizujícího záření. *EAmos* [online]. © 2002-2015 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch01.htm

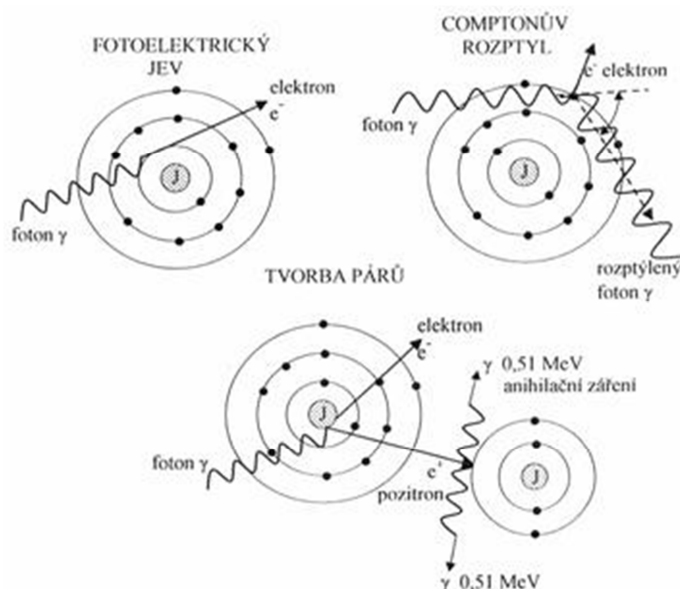
projití vzniká sekundární záření, které může jít do všech stran. Pokud sekundární záření nepokračuje ve směru primárního záření, je pro nás nežádoucí. (13 s. 9-12)

1.7.1 Energetické spektrum

Spektrum může být buď čárové, nebo spojitě, záleží na energii, které nesou částice, jež jsou vyzařovány.

- **Čárové spektrum.** Je takové spektrum, kdy vysílané částice mají jen konkrétní energii. Toto spektrum je charakteristické pro charakteristické záření.
- **Spojitě spektrum.** Vysílané částice mají všechny energie. Jejich množství se mění v souvislosti s energií. Je zde převaha fotonů s nižší energií. Spektrum je typické pro brzděné záření. (14 s. 9)

1.7.2 Vlastnosti ionizujícího záření



Obrázek 7 Schematické znázornění procesů interakce záření gama a rentgenového záření s prostředím.⁷

- **Proniká hmotou.** Záření X se po průchodu s hmotou zeslabuje a podílejí se na tom:
 1. *Absorbce.* Vysvětluje se fotoefektem – foton předá elektronu svoji energii a sám zaniká, tento elektron se dostane mimo svoji slupku a dochází k ionizaci. Pokud elektron zůstane v silovém poli atomu, vznikne atom ve vybuzeném stavu. Při návratu zpět do klidového stavu je uvolněna energie, která je závislá na energetickém vybuzení elektronu v určité slupce atomu.

⁷ HUŠÁK, Václav. *EAMOS: Zdroje ionizujícího záření* [online]. © 2002-2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch01.htm

2. *Klasický rozptyl*, u kterého dochází ke srážce RTG kvanta s obíhajícím elektronem. Kvantum se vychýlí z původní dráhy, ale nepředá žádnou energii a elektron zůstává na své dráze.
3. *Comptonův rozptyl*. U tohoto typu rozptylu dojde ke srážce kvanta s elektronem. Kvantum změni původní směr a předá část energie a pokračuje ve změněném směru, ale o větší vlnové délce. Při interakci kvanta a elektronu je elektron vyražen. Při rozptylu, jak klasickém tak Comptonova je vytvářeno sekundární záření, které představuje radiační zátěž.
4. *Tvorba elektronových párů*. Dochází k ní jen za použití velmi tvrdého rentgenového záření v řádech tisíců kV. Snížení intenzity záření závisí na vrstvě procházející hmoty a na její složení.
 - **Luminiscenční efekt.** Záření při dopadu na některé látky vyvolává jejich světélkování. Pokud látka světélkuje pouze při dopadení záření, nazýváme tento jev fluorescence. Když předmět světélkuje i po dobu působení záření je to fosforescence. Při luminiscenci rentgenové záření vyrazí elektron z okrajové oběhové slupky a vnitřní slupky, které jsou blíže k jádru atomu. Uvolněná energie je ovšem menší. Energie je vyzářena v podobě světla, o delší vlnové délce, než kterou má záření X.
 - **Fotochemický efekt.** Tento efekt umožňuje rentgenový obraz zachytit na fotografický materiál.
 - **Ionizace.** Interakcí záření X a atomem může dojít k vytrhnutí elektronu z atomu. Při vyražení elektronu rentgenovým zářením se poruší rovnováha atomu. Této situaci se říká ionizace.
5. *Biologický efekt*. Rentgenové záření negativně působí na živou tkáň. Specializovaný obor vědy, který se zabývá těmito účinky, se nazývá radiobiologie. (13 s. 12-13)
 - **Úroveň molekulární.** Poškození vzniká přímo v jádře živé buňky a ovlivňuje terčovou molekulu DNA, a tím dochází k tvorbě radiačních efektů.
 - **Úroveň buněčná.** Radiační záření poškodí buňku a to se projeví jako neschopnost přežití buňky a ztrátu životních funkcí, neschopnost dělení nebo poškození genetické informace, která se projeví jako mutace.
 - **Úroveň tkáňová.** Nenávratně jsou poškozeny buňky a nahrazeny novými, anebo celá tkáň ztrácí svoji funkci.
 - **Úroveň organismu.** Změny genetiky se přenášejí na plod a tím tak na další generace. Postihují zárodečné buňky a projevují se na vývoji lidského plodu.

Somatické změny se netýkají zárodečných buněk a postihují ostatní tkáň. Poškození má pouze daný jedinec a nepřenáší se geny na lidský plod. Somatické změny mají za důsledek nádorové bujení. (15 s. 35)

Akutní nemoc z ozáření (ANO) patří mezi deterministické účinky záření. Nemoc se rozvíjí po přijetí jednorázového celotělového ozáření. Akutní nemoc z ozáření má své prahové dávky a dle výše dávky se rozvíjí tři stádia této nemoci:

- **Dřeňová forma ANO** – postihuje kostní dřeň, prahová dávka je 3 – 4 Gy a však příznaky nemoci se mohou vyskytnout už při dávce 1 Gy. V prvních dnech po expozici dávky se projeví nespecifické příznaky, mezi které patří bolesti hlavy, apatie, nauzea, zvýšená teplota. Během pár dní se nemoc dostane do samotné fáze vlastního onemocnění, které se projevuje sepsí, krvácením sliznic a orofaryngeálním syndromem, což je následek rozpadu buněk krvetvorby.
- **Gastrointestinální forma ANO** – postihuje gastrointestinální trakt, prahová dávka projevu nemoci je při celotělové dávce asi 6 Gy, mezi první příznaky se řadí závažné zažívací potíže jako jsou krvácivé průjmy, příznaky zauzlení střev či střevní perforace. Patologicky se jedná o odumírání střevních buněk s projevem dehydratace. Poslední fáze onemocnění se projeví jako poškození krvetvorných orgánů.
- **Cerebrovaskulární forma ANO** – postihuje nervový systém, příznaky se projevují po celotělovém ozáření dávkou 20 Gy. V první fázi akutního onemocnění z ozáření se nemoc projevuje metabolickým rozvratem, selháním srdce a kómatem. Při vyšších dávkách nad 50 Gy nastupují křeče, dezorientace, bezvědomí a smrt. (15 s. 36)

Akutní lokální poškození. Dochází k němu při radiačních nehodách s otevřenými zdroji záření, kdy dochází k vnitřní kontaminaci nebo s uzavřenými zdroji záření jako je rentgenový přístroj, lineární ozařovač. Pokud se zdroj nachází při nehodě v blízkosti povrchu těla nebo v přímém kontaktu, je v místě kontaktu vyšší dávka než na jiných místech těla. Nejčastěji se akutní poškození projevuje lokálním poškozením kůže, kde se na kůži objeví zarudnutí se zánětlivou exsudací v místě poškození. Při vyšší dávce ozáření se na kůži objeví erytém, po fázi latence nastává pozdní erytém se zduřením a praskáním hlubších vrstev pokožky a vznikají puchýře. Jako další stupeň po dávce záření vyšší jak 50 Gy jsou postiženy hluboké vrstvy kůže, vznikají vředy, v důsledku poškození cévních struktur. Jsou postiženy i svaly a kosti. (15 s. 36)

V důsledku deterministického ozáření dochází i k nenádorovému poškození, mezi které se může zařadit i epidermis s teleangiektázií a ložisková depigmentace. Tyto poškození mohou vznikat po dlouhodobém ozáření po překročení dávky 30 – 50 Gy. (15 s. 37)

Po jednorázovém ozáření dávkou 1,5 až 2 Gy může vzniknout katarakta, i při nižších dávkách může být poškozena dočasně fertilita, kdy muži jsou na ozáření citlivější. Při větších dávkách dochází k trvalé sterilitě. (15 s. 37)

V těhotenství je nejcitlivější embryo v prvních týdnech po oplození. Všechno nebo nic. Buď dojde ke smrti oplozeného vajíčka, nebo embryo přežije bez jakéhokoli poškození. Kolem prvního až druhého měsíce dochází u ozářeného plodu nad 100 mGy k malformacím, kataraktě nebo zpomalení růstu. V 8 – 15 týdnu těhotenství při dávce 1 Gy dochází u plodu ke snížení IQ. Obecně při dávkách na plod v kterémkoliv období těhotenství se zvyšuje možnost výskytu zhoubných nádorů a leukemie. (15 s. 38)

Stochastické účinky jsou bezprahové dávky záření na organismus. Už nepatrná ionizace může mít za následek poškození DNA. Jako stochastické účinky můžeme považovat maligní nádory, kam můžeme zařadit leukemii a sarkomy, a účinky projevující se na poškození genetické informace. (15 s. 39)

1.8 Ochrana před ionizujícím zářením – cíle, principy a způsoby radiační ochrany

1.8.1 Cíle radiační ochrany

„Cílem radiační ochrany je vyloučení deterministických účinků ionizujícího záření a snížení pravděpodobnosti stochastických účinků na rozumně dosažitelnou úroveň.“ (16)

- **Vyloučení deterministických účinků.** Splnění prvního cíle je podmiňováno nepřekročením stanovených limitů. Deterministické účinky mají svoji prahovou dávku, je nutné tuto dávku nepřekročit a zajistit dávky nižší než prahové. (14 s. 33)
- **Snížení pravděpodobnosti účinků stochastických.** Účinky stochastické nemají určenou svoji prahovou dávku. Pro splnění tohoto cíle je nutné náležitě optimalizovat ochranu před ionizujícím zářením. Nesmí být překročeny dané obecné limity. (14 s. 33)

1.8.2 Principy radiační ochrany

Radiační ochrana se řídí principy, které vychází z cílů radiační ochrany.

- Princip zdůvodnění

„Každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnosti vedoucí k ozáření nebo zásahy k omezení přírodního ozáření nebo ozáření v důsledku radiačních nehod, musí dbát na to, aby toto jeho jednání bylo odůvodněno přínosem, který vyváží rizika, která při těchto činnostech vznikají nebo mohou vzniknout.“ (17)

Každý, kdo provádí činnost vedoucí k ozáření, musí dbát, aby byla zdůvodněna vyšším přínosem, než je riziko poškození, které vzniká při těchto činnostech nebo které by mohlo vzniknout. (15 s. 63) Principem zdůvodnění snižujeme pravděpodobnost opakujících se vyšetření ionizujícím zářením. (14 s. 46)

- Princip optimalizace

„Každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnosti vedoucí k ozáření, připravuje nebo provádí zásahy k omezení havarijního, přetrvávajícího nebo přírodního ozáření, je povinen dodržovat takovou úroveň jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, fyzické ochrany a havarijní připravenosti, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a

společenských hledisek. Prováděcí předpis stanoví technické a organizační požadavky a směrné hodnoty ozáření, které se považují za dostatečné k prokázání rozumně dosažitelné úrovně, nebo postup, jak jinak tuto úroveň prokázat.“ (17)

Činnost vedoucí k ozáření musí dosahovat a udržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko poškození bylo tak nízké, jak jen lze rozumně dosáhnout. Tento princip je nazýván jako princip ALARA z anglického „as low as reasonably achievable“ což znamená „(ozáření má být) tak nízké jak je rozumně možné (dosáhnout).“ (15 s. 63)

Tento princip optimalizace lze vysvětlit též jako: „*Dosáhni nejnižšího ozáření při použití dostupných prostředků*“ (14 s. 34)

Správného principu optimalizace se dosahuje také díky tzv. „*programu zajištění kvality rtg vyšetření*“, který zahrnuje zkoušky provozní stálosti a zkoušky dlouhodobé stability. Tyto zkoušky mají za úlohu, aby používaný materiál při provádění vyšetření, rentgenová technika a přídatná zařízení byly správně nastavené a byly kvalitní. (14 s. 46)

Další pomůckou pro aplikaci optimalizace jsou „*Diagnostické referenční úrovně*“ (DRÚ), které se uvádí ve vyhlášce č. 307/2002 Sb. v příloze č. 9. Určují za dávky, které se aplikují při vyšetření, jsou v souladu s těmito úrovněmi. Dávky jsou počítané na dospělého člověka při váze 70 kg. (14 s. 46)

Každá nemocnice má svoje místní diagnostické referenční úrovně (MDRÚ), které však musí mít nižší než národní diagnostické referenční úrovně (NDRÚ).

Tabulka 1 Typ pojezdného RTG používaný na oddělení chirurgie krajské nemocnice a srovnání MDRÚ a NDRÚ

Hofmann				kolimátor typ HG
Selektomobil	HG 158	pojíz.skiagraf.	chirurg.JIP	116b
Hofmann	v.č.: 9008	rok: 1994	1.patro CH	kryt rtg: typ HOX 125T

vyšetření	kV	mAs	MDRÚ	NDRÚ
			Ke[mGy]	Kr[mGy]
plíce na lůžku	78	3	0,15	0,4
kyčel na lůžku	63	15	0,6	10
pánev na lůžku	72	2,5	0,16	10

- Princip limitování

„Každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření, je povinen omezovat ozáření fyzických osob tak, aby celkové ozáření způsobené možnou kombinací ozáření z činností vedoucích k ozáření nepřesáhlo v součtu limity ozáření. Limity ozáření stanoví Úřad prováděcím právním předpisem.“ (17)

Činnost vedoucí k ozáření osob je omezována tak, aby v součtu celkové ozáření nepřesáhlo dané limity. Princip nepřekročení limitů neplatí pro lékařské ozáření pacientů. (15 s. 63)

Limity ozáření ustanovuje SÚJB a jsou to meze, které nelze překročit. Jsou určeny pro celkové ozáření osob. (15 s. 43)

- a) **Obecné limity** jsou určeny pro obyvatelstvo, zahrnují radiační činnost, ale některé typy radiačního ozáření nezahrnují. Mezi ně patří ozáření z přírodních zdrojů, lékařské ozáření nebo ozáření z radiační nehody či havárie.

Roční efektivní dávka pro obecné limity je 1 mSv za rok a 5 mSv za 5 let po sobě jdoucích. Limit pro oční čočku za rok je 15 mSv. (15 s. 43)

- b) **Limity pro radiační pracovníky.** Radiační pracovníci jsou samostatná skupina, která má určené osobní limity. Jedná se o limity, které jsou spojené přímo s vykonáváním práce radiačního pracovníka. Do těchto limitů se nezapočítává ozáření z přírodních zdrojů.

Roční limit pro radiační pracovníky je 50 mSv a 100 mSv za 5 let po sobě jdoucích. Pro oční čočku je 150 mSv/rok, na končetiny 500 mSv/rok. (15 s. 43-44)

- c) **Limity pro učně a studenty.** Svoje limity mají určení i studenti. Platí od 16 – 18 let těchto osob. Efektivní dávka pro osoby připravující se na svoje povolání v radiační činnosti je 6 mSv za rok. Limit pro oční čočku je 50 mSv/rok, na končetiny 150 mSv/rok. (15 s. 44-45)

Pro celkový přehled zmíněné limity uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Přehled základních limitů

	hodnota limitu	
	za 1 rok	za 5 let
efektivní dávka pro obecné limity	1 mSv	5 mSv
oční čočka	15 mSv	-
efektivní dávka pro radiační pracovníky	50 mSv	100 mSv
oční čočka	150 mSv	-
končetiny	500 mSv	-
efektivní dávka pro učně a studenty	6 mSv	-
oční čočka	50 mSv	-
končetiny	150 mSv	-

- **Princip fyzické bezpečnosti zdrojů**

Tento princip zahrnuje opatření, aby nedošlo k odcizení či zneužití. Zdroj musí odpovídat technické bezpečnosti a musí být v dobrém technickém stavu, je nutno soustavně kontrolovat stav a parametry zdroje. U zdrojů ionizujícího záření nesmí dojít za předvídatelných podmínek ke ztrátě kontroly. (15 s. 64)

1.8.3 Způsoby radiační ochrany

- **Ochrana časem.** Zátěž pracovníka roste s dobou pobytu v blízkosti zdroje rentgenového záření. Pokud zkrátíme dobu pobytu u zdroje na nezbytně nutnou dobu, snížíme tím i dávku.
 - **Ochrana personálu.** Důležitou součástí ochrany personálu je, aby rentgenka byla zapnuta po co nejkratší možnou dobu, při prosvěcování užití pulzního režimu. V době expozice snížit pobyt u zdroje na minimum.
 - **Ochrana pacienta.** U pacienta zvážíme nutnost ozáření a zbytečně jej nezatěžujeme opakujícími RTG vyšetřeními. Vystavujeme vyšetřovanou osobu co nejkratším expozicím. (14 s. 44)
- **Ochrana vzdáleností.** Intenzita záření klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje ionizujícího záření. Čím dále se nacházíte od zdroje, tím menší je dávkový příkon a tím menší radiační zátěž na pracovníka. (15 s. 64-68)
 - **Ochrana personálu.** Zajistí se dostatečnou vzdáleností od místa zdroje RTG záření. Po dobu záření je personál trvale vzdálen od pacienta. (14 s. 41)

- **Ochrana pacienta.** V případě ochrany pacienta je důležité mít správný poměr: ohnisko rentgenky – pacient ku ohnisko rentgenky – receptor obrazu, jelikož pro výsledný snímek je důležitější dávka na receptor než na povrch těla pacienta. (14 s. 41)

- **Ochrana stíněním.** Tento způsob ochrany se provádí tak, že mezi zdroj záření a pracovníka umístíme vhodný materiál, který zabraňuje šíření ionizujícího záření. Při určení tloušťky vhodného stínícího materiálu se užívá pojem polovrstva, což je vrstva materiálu, který sníží dávku záření na polovinu počáteční dávky. Proti šíření gama záření se používají nejčastěji materiály obsahující beton nebo olovo. Při jejím průchodu dochází k fotoefektu, Comptonovu rozptylu a tvoření elektronových párů, proto jej odstíní těžké materiály. Pro odstínění záření beta jsou ideální lehké materiály s nízkými protonovými čísly jako hliník, plexisklo. Alfa záření má nízkou schopnost doletu, proto jej odstíní i list papíru. (15 s. 64-68)
 - **Ochrana personálu.** Obsluha přístrojů s ionizujícím zářením je stíněna dostatečnou stínící vrstvou, kterou jsou pokryté stropy a stěny vyšetřovaných místností, dále pak různými ochrannými pomůckami – olověné zástěry a límce. (14 s. 43)
 - **Ochrana pacienta.** Pro ochranu pacienta používáme vhodné stínění nevyšetřovaných oblastí těla. Asistovné osoby se chrání olověnou zástěrou popřípadě jinými ochrannými pomůckami. (14 s. 43)



Obrázek 8 Ochranné pomůcky, olověná zástěra, bederní zástěra, límec – 0,5 mm Pb⁸

⁸ VMK [online]. 2014 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.vmk-rtg.cz/>

1.9 Radiační ochrana před RTG zářením v ČR

V České Republice byla vytvořena legislativa, která vymezuje zákonné normy a požadavky týkající se ochrany před ionizujícím zářením. Byla vytvořena na základě dokumentů Mezinárodní komise radiologické ochrany (ICRP), standardů Mezinárodní atomové agentury (IAEA) a legislativou Evropské unie. (15 s. 9)

Mezi dvě nejdůležitější položky legislativy patří:

Zákon č. 18/1997 Sb., tzv. atomový zákon, který hovoří o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícím záření ve znění pozdějších předpisů (novelizace). Tento zákon z r. 1997 vymezuje: „*Radiační ochranu jako systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí.*“ (15 s. 9)

Jako druhý dokument slouží Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.

Hlavními orgány odpovídajícími za jadernou bezpečnost je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) se sídlem v Praze, který má odbornou a výzkumnou základnu v Státním ústavu radiační ochrany (SÚRO). (15 s. 9-11)

1.10 Legislativa

Každá osoba, která je zapojena do užívání ionizujících zdrojů záření, má za povinnost dodržovat metody a principy pro ochranu zdraví svého i ostatních.

Základní legislativou v České republice je v současné době zákon č. 18/1997 tzv. „Atomový zákon“ se všemi normami a předpisy s ním souvisejícími především vyhláška SÚJB č. 184/1997 – novelizována vyhláškou SÚJB č.307/2002. (18)

Zákon č. 18/1997 popisuje obecná pravidla pro práci s ionizujícím zářením, jejich principy, aplikaci radiační ochrany a to hlavně cílů, které mají za povinnost naprosté vyloučení deterministických účinků a snížení výskytu stochastických účinků. Pro kontrolu kvality a bezpečnosti užívání ionizujícího záření byl zřízen Státní úřad pro jadernou bezpečnost, který je uváděn pod zkratkou SÚJB.

SÚJB má na starost, mimo legislativní činnosti, dozor nad jadernou bezpečností, monitorování na území ČR, vymezuje kontrolované a sledované pásmo, vydává povolení pro pracoviště a dohlíží a provádí inspekci na pracovištích využívající zdroje ionizujícího

záření. Ustanovuje na pracovištích dohlížejícího pracovníka nad těmito zdroji a radiační ochranou. (19)

1.11 Veličiny a jednotky používané v radiační ochraně

Pro správnou aplikaci dozimetrických veličin ionizujícího záření a správné užití radiační ochrany je důležité pochopit definice veličin a jednotek používané v dozimetrii.

- **Aktivita** – samovolný rozpad radioaktivní látky za jednotku času. Aktivita s časem exponenciálně klesá. Jednotku je becquerel – Bq.

$$A = dN/dt$$

- **Absorbovaná dávka** – značka D – absorbovaná dávka nebo označovaná jako jenom dávka ionizujícího záření je fyzikální veličina, která měří energii absorbovanou jednotkovému množství ozářené látky v daném bodě. Dávka je jednotka, která se lze dobře změřit. Jednotkou je gray (Gy) rozměrově joule na kilogram ($J \cdot kg^{-1}$). Na základě absorbované dávky se v radiační ochraně určuje biologický účinek na živou tkáň. Energie je určovaném v daném bodě, proto nelze dávky sčítat, pokud se jedná o přijatou energii v různých bodech dané látky. Pro $d\epsilon$ je střední energie předaná elementu látky o hmotnosti dm .

$$D = d\epsilon/dm$$

- **Kerma** – kerma má spojitost s nepřímo ionizujícím zářením, což se týká záření gama, neutronů a záření X. Je definována jako podíl kinetické energie v daném objemu látky o určité hmotnosti. Kerma předanou energii charakterizuje při první srážce nepřímo ionizujícího záření s nabitými částicemi. Jednotkou je gray (Gy).

$$K = dE_k/dm$$

- **Ekvivalentní dávka** – značka H – představuje součin radiačního váhového faktoru a střední absorbované dávky v živé tkáni přičiněné ionizujícím zářením. Jednotkou je sievert (Sv).

$$H_T = W_R \cdot D_T$$

- **Radiační váhový faktor** – poměr dávek dvou různých druhů záření, které jsou potřeba k vytvoření dvou stejných účinků na biologickou tkáň. (15 s. 15-19)
- **Dávkový ekvivalent** – značka H – Dávkový ekvivalent je ukazatel pro stochastické účinky záření a platí pro něj, že každý druh záření o stejné dávce má různé účinky na živou biologickou tkáň. (10 str. 28) Je charakterizován jako součin absorbované dávky v daném bodě a jakostního činitele, který je bezrozměrnou jednotkou. Jakostní činitel Q má pevnou hodnotu relativní biologické účinnosti (RBÚ) pro potřeby radiační ochrany. Dávkový ekvivalent je užíván v osobní dozimetrii a ve sledování pracovního prostředí.

$$H = D \cdot Q$$

- **Efektivní dávka** – značka E – je součet ekvivalentních dávek v jednotlivých biologických tkáních vážených tkáňovým váhovým faktorem, který ukazuje různou senzitivitu na radiační záření různých tkání a orgánů. Pomocí efektivní dávky lze vyhodnotit riziko stochastických účinků. Jednotkou je 1 sievert (Sv). Efektivní dávka není měřitelná.

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

- **Tkáňový váhový faktor** – W_T , podává informaci o radiosenzitivitě tkání a orgánů k riziku vzniku stochastických účinků. Součet všech tkáňových faktorů tkání je 1. (15 s. 19-22)

Tabulka 3 Doporučené radiační váhové faktory⁹

tkáň	w_T	Σw_T
kostní dřev (červená), tlusté střevo, plíce, žaludek, mléčná žláza, nadledvinky, horní cesty dýchací, žlučník, srdce, ledviny, lymfatické uzliny, svalstvo, sliznice dutiny ústní, slinivka, prostata, tenké střevo, slezina, brzlík, děloha/hrdlo	0,12	0,72
gonády	0,08	0,08
močový měchýř, jícn, játra, štítná žláza	0,04	0,16
povrch kostí, mozek, slinné žlázy, kůže	0,01	0,04
Celkem		1,00

⁹ SIRDIK. Radiobiologie: Veličiny používané v radiační ochraně. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/15/155.html>

1.12 Dozimetrie

Dozimetrie je obor zabývající se veličinami, které se používají v radiační ochraně. Jejím účelem je sledovat, zda jsou dodrženy předepsané limity dávek, optimalizace radiační ochrany, sledování bezpečného provozu pracoviště a informovat v případě vzniku mimořádné situace.

Koncepce monitorování má za úkol samotné měření veličin, které umožňují hodnocení ozáření osob, a interpretace naměřených výsledků a následný odhad možných důsledků ozáření na lidský organismus.

Program monitorování musí být vypracovaný pro každé pracoviště, kde se využívají zdroje ionizujícího záření. Obsahuje program pro monitorování pracoviště, osobní monitorování, pro některé pracoviště i program pro monitorování výpustí. (15 s. 55-56)

1.12.1 Kategorizace radiačních pracovníků

Radiační pracovníci se dělí do dvou kategorií a to podle toho, jak jsou ohroženi na zdraví ionizujícím zářením. Kategorie jsou označovány jako A a B. Rozdělení je podle toho, jak je pracovník vystaven ozáření za běžného provozu na pracovišti, kde jsou započítávány i předvídatelné poruchy a odchylky. Nezapočítává se možná radiační nehoda ani havárie. (15 s. 51)

- Pracovníci kategorie A jsou takový pracovníci, u kterých by mohla být efektivní dávka 6 mSv za rok převyšena nebo kdy ekvivalentní dávka může překročit 0,3 limitu pro horní a dolní končetiny nebo oční čočku. Pracovníci musí být pravidelně monitorováni, podstupují lékařské preventivní prohlídky a to jak vstupní a výstupní, každoroční prohlídky tak i mimořádné prohlídky. Pracovníci zařazení do kategorie A musí podstupovat řádné proškolení a přezkušování každý rok. Kategorie A pracuje v kontrolovaném pásmu. (15 s. 52)
- Pracovníci kategorie B jsou všichni ostatní pracovníci, kteří nejsou zařazení do kategorie A. Nesmí pracovat v kontrolovaném pásmu. (15 s. 52)

1.12.2 Osobní monitorování

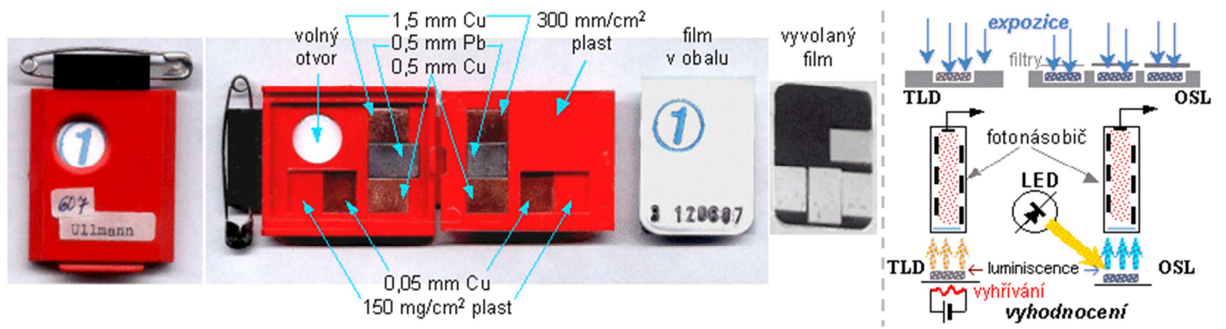
Pro zjištění obdržených dávek u personálu na pracovišti se zdroji ionizujícího záření se využívají osobní dozimetry filmové (FD), termoluminiscenční (TLD), opticky stimulovaná luminiscence (OSL).

Filmová dozimetrie (FD) je metoda, která se používá již dlouhou dobu, má ovšem složitější vyhodnocení výsledků. Termoluminiscence (TLD) je metoda, která jako první začala nahrazovat filmové dozimetry. Vyhodnocování výsledků je složitější, ale výhodou je automatické vyhodnocování, ale tento typ dozimetrie není tak citlivý na vnější vlivy. Používají se především jako prstový dozimetr. Opticky stimulovaná luminiscence (OSL) nahrazuje postupně obě zmíněné metody, především díky rychlému a jednoduchému vyhodnocení výsledků. (20)

Osobní filmový dozimetr se skládá z plastového pouzdra, který obsahuje několik filtrů o různé šířce z mědi a olova, místo bez kovových filtrů, kdy záření prochází pouze plastovým krytem a kruhové místo, bez plastového krytu, kudy prochází záření bez jakékoliv filtrace. V plastovém pouzdru se nachází bezfóliový film, který zaznamenává záření. Film se odesílá k vyhodnocení, které provádí oprávněná dozimetrická služba, za 1 až 3 měsíce a poté se nahradí novým. (13 s. 14)

Dávky se měří u pracovníků kategorie A, u pracovníků kategorie B není osobní dozimetrie vyžadována. Dozimetr musí pracovník oddělení nosit stále u sebe po dobu pobytu na pracovišti a to na předem určeném referenčním místě, které je přední straně oděvu na levé části hrudníku. Pokud je pracovník chráněn olověnou vestou, nosí dozimetr vně pod vestou. Pracovníci, kteří pracují v přímém spojení s radiační látkou a jejich ruce jsou tak vystaveny záření, mají k dispozici prstové dozimetry. Prstový dozimetr se nosí na prsteníku horní končetiny, která je vystavena expozici

Dozimetry poskytují informaci o osobním dávkovém ekvivalentu, který udává informaci o přijatém záření v hloubce 10 mm pod povrchem kůže, který se pak přepočítává na osobní efektivní dávku, ve které je určen radiační limit s ohledem na stochastické účinky. (15 s. 57-58)



Obrázek 9 Osobní filmový dozimetr používaný pro monitorování pracovníků.¹⁰

¹⁰ ULLMANN, Vojtěch. *AstroNuklFyz: Detekce a spektrometrie ionizujícího záření* [online]. 2014 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/DetekceSpektrometrie.htm>

2 PRAKTICKÁ ČÁST

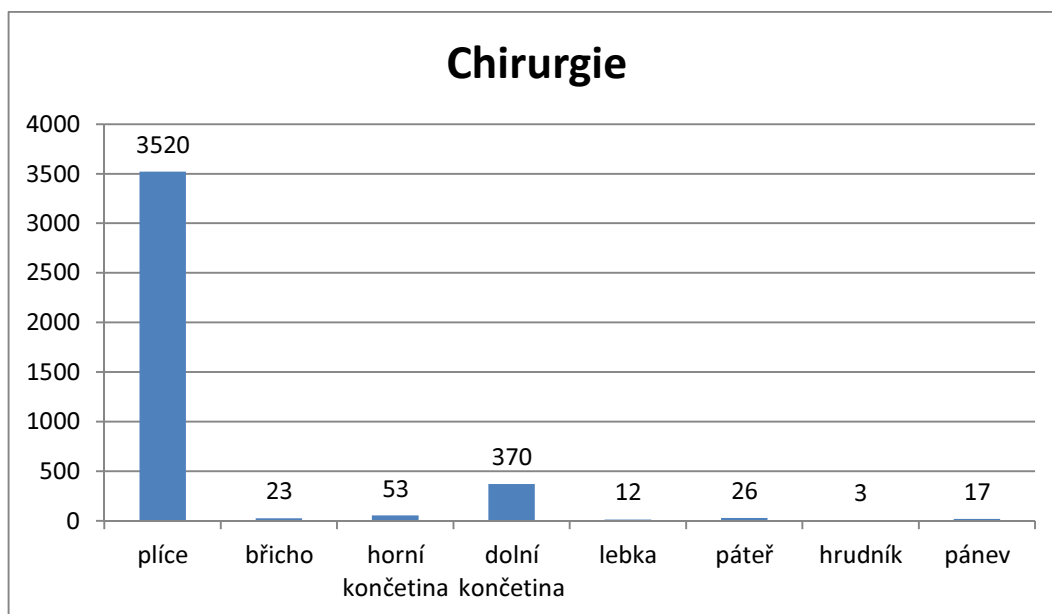
2.1 Metodika práce

Tato bakalářská práce je teoreticko – praktická. Pro metodiku vypracování této praktické části jsem použila sběr dat poskytnuté krajskou nemocnicí pro statistické šetření a zjištění nejčastějších vyšetřovaných oblastí lidského těla u pacientů vyšetřovaných pojízdnými rentgenovými přístroji, které byly umístěny na daných pracovištích. Sbíraná data byla za období od ledna 2010 až do prosince 2014 z 5 oddělení krajské nemocnice a to z chirurgické kliniky, interního kliniky, anesteziologicko – resuscitačního oddělení, z oddělení pro novorozence a kardiaky. Celkový počet vyšetřených pacientů je 8756, od kterých byla data získána a posbírána. Data byla zcela anonymní. Pro zpracování dat a vytvoření grafů jsem použila program Microsoft Excel. Vytvořené grafy jsou dále okomentovány textem.

2.2 Interpretace výsledků

2.2.1 Chirurgické oddělení

Celkový počet vyšetřených pacientů za období leden 2010 až prosinec 2014 rentgenovým přístrojem umístěným na chirurgickém oddělení a rozdělení na nejčastější vyšetřované oblasti.

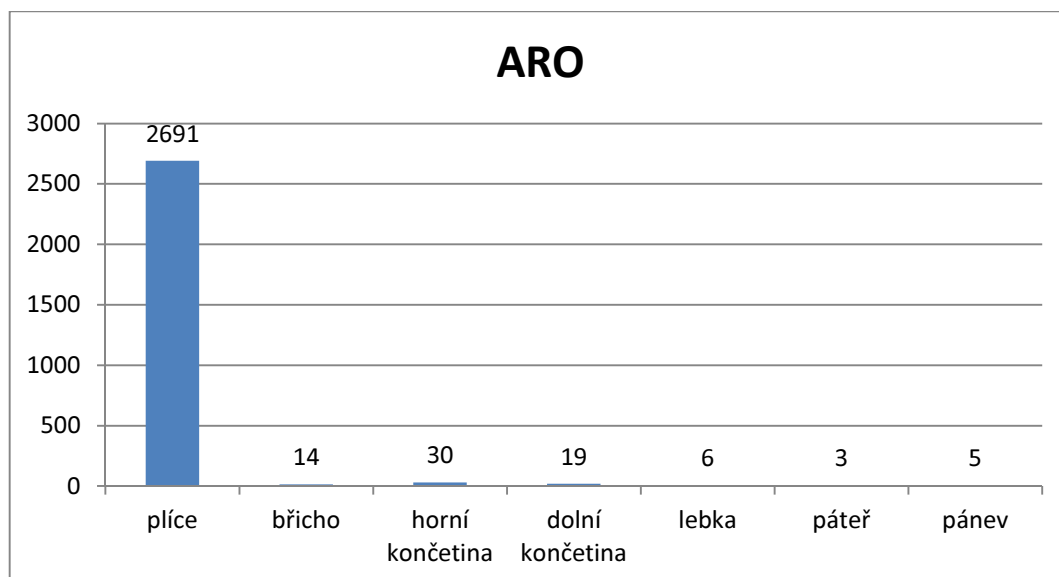


Obrázek 10 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na chirurgickém oddělení

Na chirurgickém oddělení z celkového počtu 4024 vyšetřených pacientů na lůžku, bylo nejčastější vyšetřovanou oblastí plíce na lůžku a to v celkovém počtu 3520 (obrázek 10), další nejčastější oblastí byly oblasti dolní končetiny, kde nejčastěji snímkaný skelet byl kyčelní kloub, kolenní kloub a stehenní kosti. Další vyšetřované oblasti byli v poměrně menším zastoupení. Horní končetina s počtem 53 vyšetření, nejčastější částí byl ramenní kloub, loket a kost pažní. Dalšími méně častými byli snímky osového skeletu a nativní snímky dutiny břišní.

2.2.2 Anesteziologicko-resuscitační oddělení

Celkový počet pacientů vyšetřených pojízdným rentgenovým přístrojem na ARO za dané období 2010 -2014 bylo 2768.

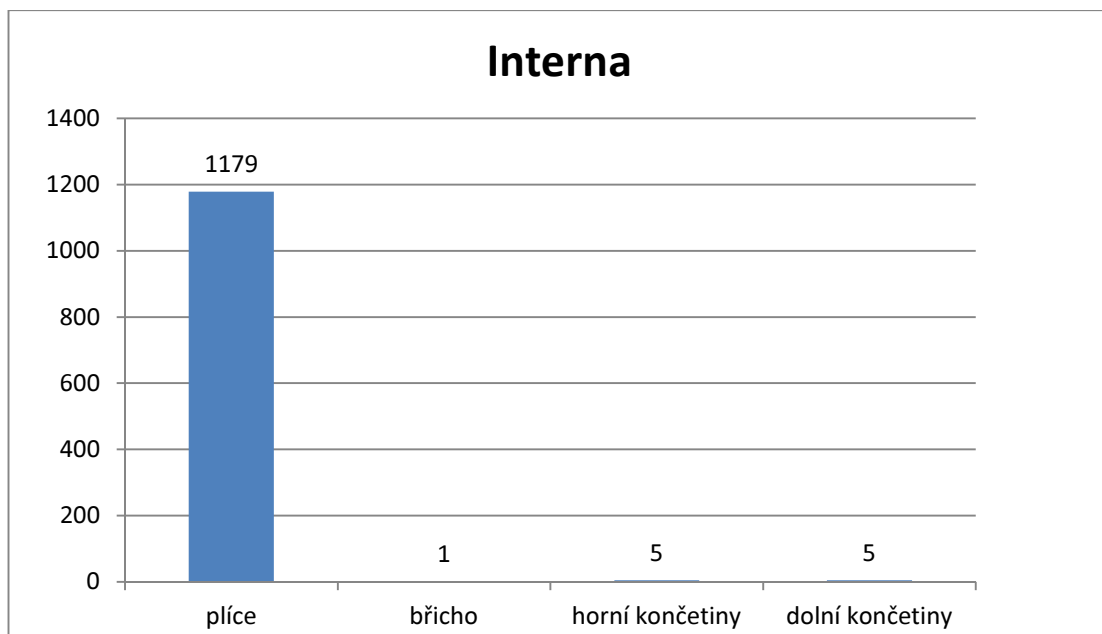


Obrázek 11 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na anesteziologicko-resuscitačním oddělení

Nejčastější vyšetřovaným celkem na tomto oddělení byly plíce v celkovém počtu 2691. Ostatní anatomické části byly v menším zastoupení (obrázek 11). Horní končetina 30 případů a dolní končetina 19 případů snímkaných na lůžku.

2.2.3 Interní oddělení

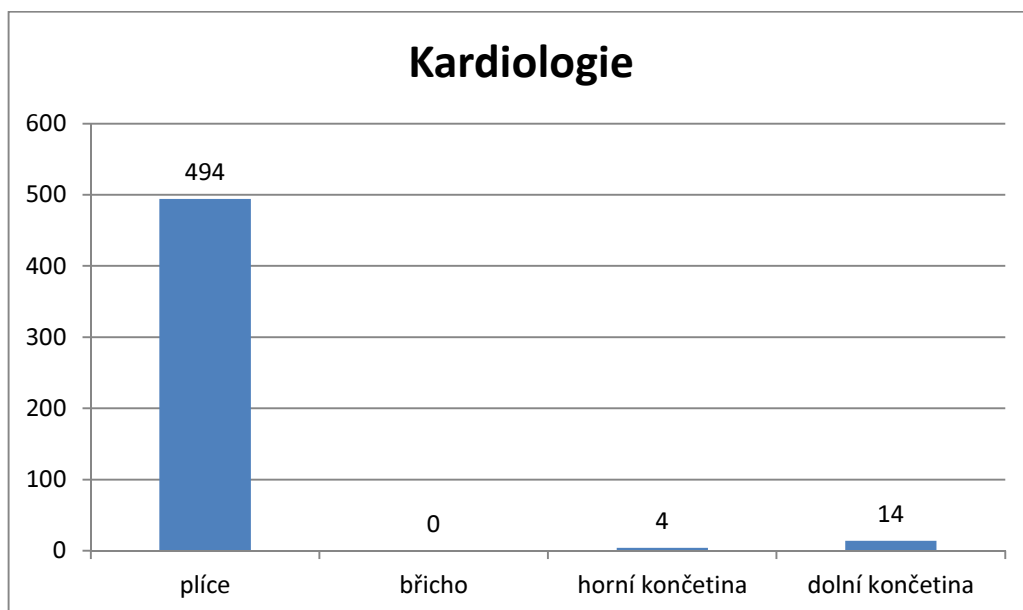
Pojízdným RTG přístrojem umístěným na interním oddělení bylo celkově za dané zkoumané období indikováno k vyšetření na lůžku 1190 pacientů. Zjištěním nejčastějším orgánem indikovaným k vyšetření byly plíce v celkovém počtu 1179 snímků. V dalších případech provedených vyšetření jsou velmi nízké četnosti. (obrázek 12).



Obrázek 12 Pacienti vyšetření pojízdňým RTG na interním oddělení

2.2.4 Kardiologické oddělení

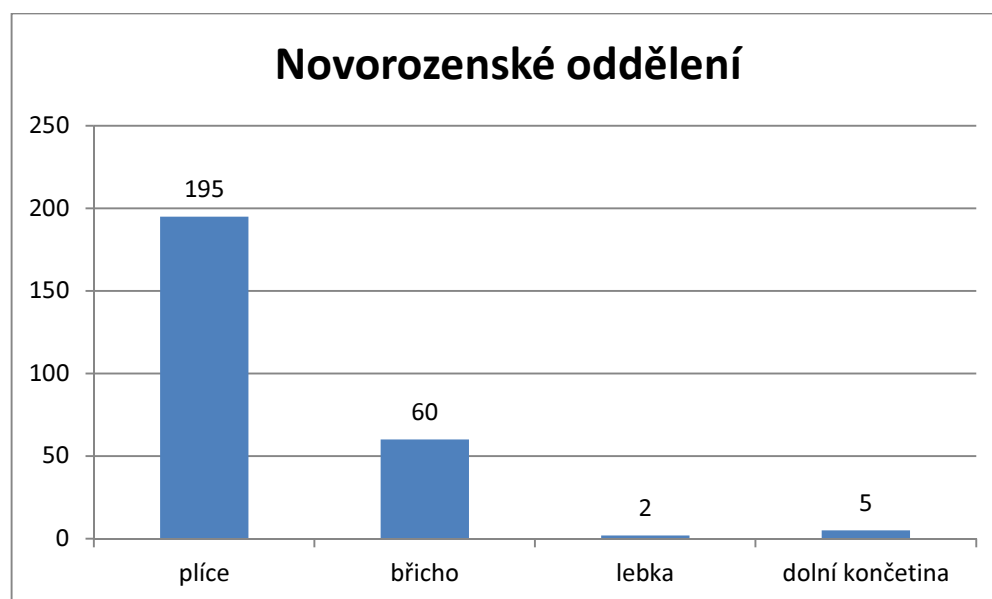
Na kardiologickém oddělení byly prováděny nejčastěji snímky plic a to u 493 pacientů z celkového počtu 512 všech vyšetřovaných pacientů na tomto oddělení. Další méně častou oblastí indikovanou k vyšetření pojízdňým rentgenovým přístrojem byly oblasti dolních končetin v celkovém počtu 14 (obrázek 13). Na dolní končetině byla nejvíce snímkována stehenní kost.



Obrázek 13 Pacienti vyšetření pojízdňým RTG na kardiologickém oddělení

2.2.5 Novorozenecké oddělení

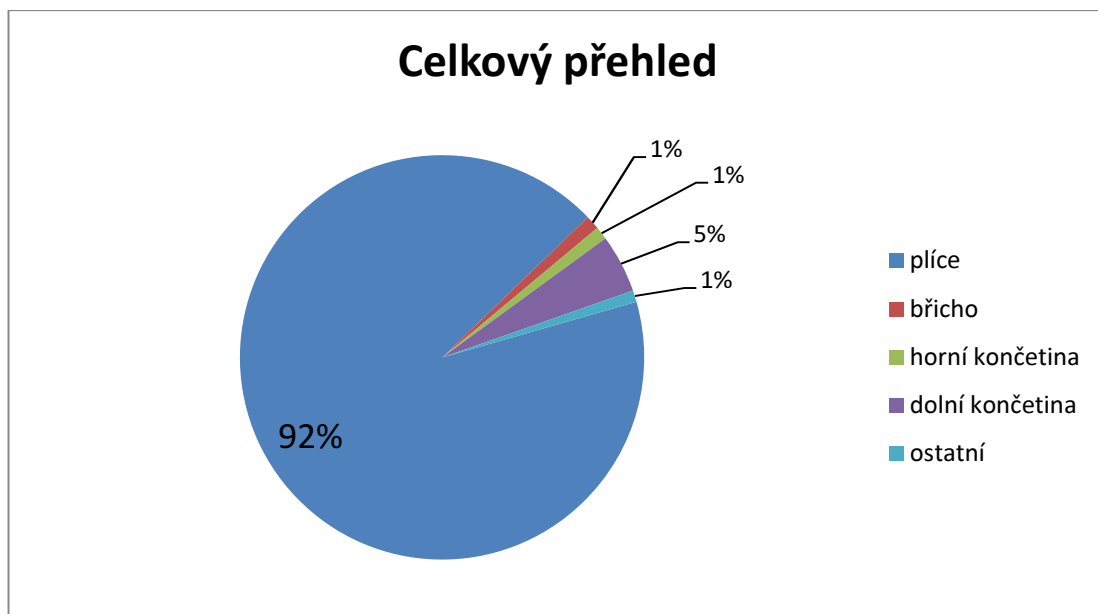
Na oddělení pro novorozence bylo z celkového počtu 262 vyšetřených novorozeneckých dětí indikováno pro snímek plic 195 snímků pojízdným RTG přístrojem a 60 indikací bylo pro snímek dutiny břišní. Další v pořadí byly dolní končetiny a snímek základní projekce lebky (obrázek 14).



Obrázek 14 Pacienti vyšetření pojízdným RTG na novorozeneckém oddělení

2.2.6 Celkový přehled

Celkový přehled nejčastějšího vyšetření na lůžku pacienta pojízdným rentgenovým přístrojem zobrazuje následující procentuální graf (obrázek 15), který ukazuje, že z celkového počtu 8756 (100%) všech pacientů, u kterých bylo indikováno a provedeno vyšetření na lůžku je nejčastějším vyšetřením nativní snímek plic v celkovém počtu ze všech 5 oddělení 8079 snímků, což je z celkového počtu 92% všech snímků, které jsou prováděny pomocí pojízdných RTG přístrojů. Další nejčastější snímekovanou oblastí je dolní končetina zastoupená 5% (408 snímků) a po jednom procentu je břicho, horní končetina a ostatní méně časté snímekované oblasti, mezi které patří osový skelet, obličejový skelet, hrudník.



Obrázek 15 Celkový přehled nejčastějších snímkovacích oblastí pojízdným RTG přístrojem

2.3 Popis základních projekcí prováděných na lůžku

2.3.1 RTG plic

- **Příprava**

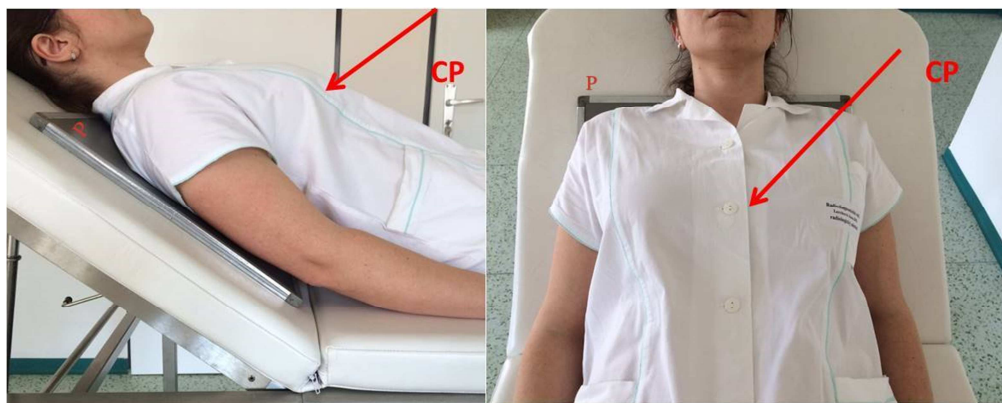
Není potřeba žádná speciální příprava. Provedena aktivní identifikace, pacient je osloven, identitu lze zkontrolovat podle identifikačního náramku. Pacient je instruován v rámci možností spolupráce. Je obnažen hrudník a odstraněny veškeré kovové předměty a ozdoby z vyšetřované oblasti, popřípadě veškeré nežádoucí předměty, které by mohly překážet na snímku. Bezpodmínečné je vyloučení gravidity u žen ve fertilním věku.

- **Indikace**

Pacientovi je indikován snímek plic na lůžku v případě imobility věkem nebo úrazem, či neschopnosti převozu na centrální pracoviště rentgenu. Nebo v případě pacienta uloženého na oddělení intenzivní péče, při polytraumatu. Důvodem pro snímkování je vyloučení nebo potvrzení pneumothoraxu, hemothoraxu nebo plicního infiltrátu (výpotku, abscesu nebo tumoru), po kanylaci či úrazech, po kontuzi plic.

- **Provedení**

Při snímkování plic na lůžku se volí projekce předozadní většinou vleže nebo může být i vsedě. Pacientovi je pod záda vloženo záznamové medium. Kazeta je 5 cm nad hranicí měkkých tkání ramen. Je správně uvedeno stranové označení. Centrální paprsek směřuje kolmo na střed hrudní kosti nebo na spojnici bradavek (obrázek 16). Pokud je pacient schopný alespoň částečné spolupráce, pokusí se oddálit lopatky tím, že dá ruce v bok. Ohnisková vzdálenost rentgenky od filmu je více jak 130 cm. Pacientovi se zadává povel: Nadechnout, zadržet dech a nedýchat. Volba správných expozičních parametrů.

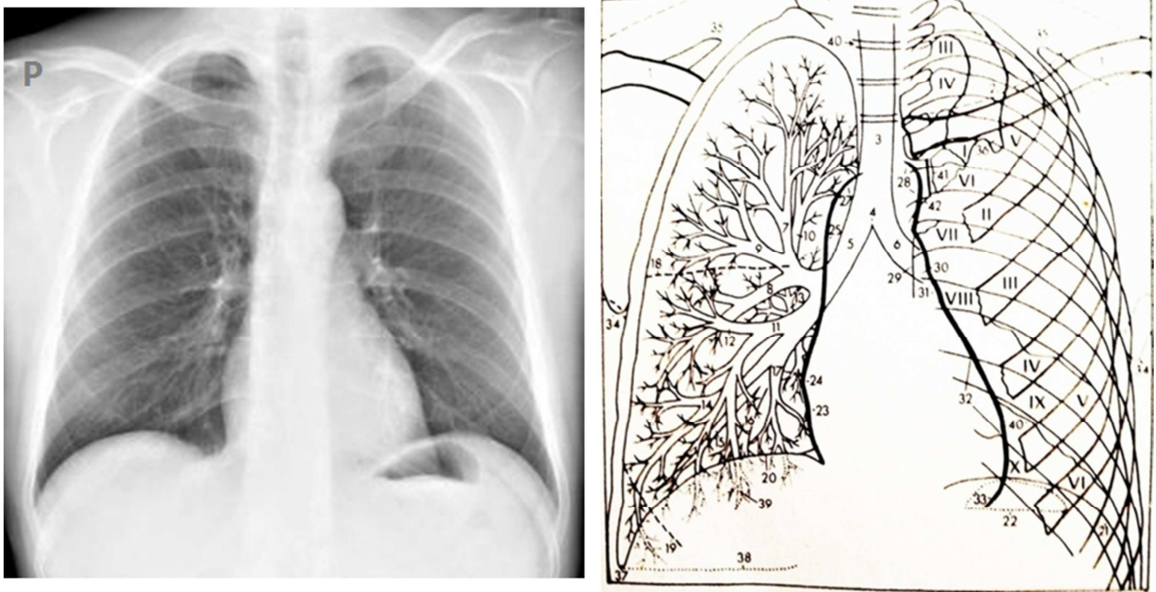


Obrázek 16 Centrální paprsek při RTG snímku plic, předozadní projekce

- **Základní RTG anatomie**

Na snímku plic je možno rozeznat základní RTG anatomii plic, která je zobrazena na obrázku 17. Na plicích se popisují plicní hroty, které přesahují první žebro, plicní baze - *sinus phrenicocostalis* [37], dále pak srdeční stín a části zobrazeného srdce, které se promítají do snímku, kde se zobrazuje srdeční hrot - *apex cordis* [33], levá srdeční komora - *ventriculus cordis sinistra* [32], pravá předsíň - *atrium dextra* [23], oblouk aorty - *arcus aortae* [27] a její části: sestupná aorta - *aorta descendens* [29], aortální knoflík [28], vzestupná aorta - *aorta ascendens* [25]. Plicní kmen - *arcus pulmonalis* [30] a průdušnice - *trachea* [3]. (21 s. 357)

Na snímku hrudníku se hodnotí kostní struktura, plicní hily, srdeční stín, rozvinuté plíce, zda se v dutině hrudní nenachází pleurální tekutina nebo polohu cizích těles.



Obrázek 17 RTG plic¹¹ a základní anatomie plic¹²

- **Kritéria správného zobrazení**

Kritériem zobrazení je symetrický prostý snímek celých plic v nádechu, zobrazení celého hrudního koše nad bránicí. Zobrazení srdečního stínu, aorty, hrotů plic i kostofrenických úhlů. Hrudní páteř je v zástínu za srdečním stínem. (22 s. 11)

2.3.2 RTG břišní dutiny

- **Příprava**

Identifikace pacienta oslovením i podle identifikačního náramku. Pacientovi je odhalena vyšetřovací oblast nebo je vyslečen do poloviny těla. Jsou odstraněny všechny kovové materiály, ozdoby a cizí tělesa.

- **Indikace**

Provádíme u pacientů upoutaných na lůžko, u obézních, v bezvědomí, v závažném stavu. Po operacích na JIP odděleních. U imobilních nemocných po úrazech, polytraumatech. Při bolestech břicha, při podezření na ileus, při vyšetření ledvin a při kolice.

- **Provedení**

¹¹ *Euromedicine.eu* [online]. 2007 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.euromedicine.eu/cze/clanky/detail/87/>

¹² SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

Pacient leží na lůžku ve vodorovné poloze, při předozadní projekci, s nataženými dolními končetinami a horními končetinami podél těla. Pacient může být fixován. Kazeta je podsunuta pod pacienta v oblasti od bránice po kyčelní klouby v oblasti horního okraje symfýzy. Centrální paprsek je mířen kolmo do středu kazety a do střední čáry dutiny břišní nad oblast pupku (obrázek 18). Pokud je pacient schopný a spolupracuje, je mu zadán povel: Nadechnout, vydechnout a nedýchat.

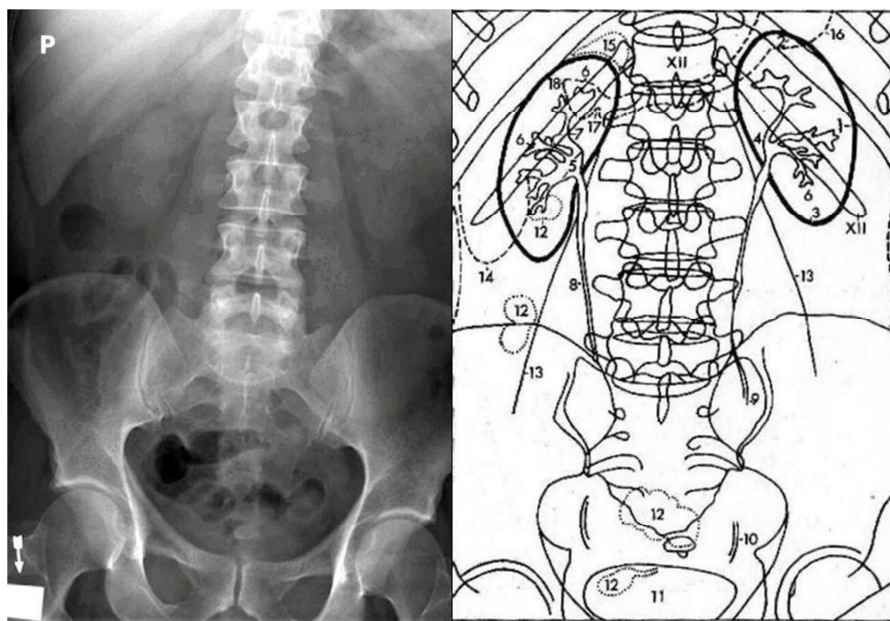
Při projekci s horizontálním paprskem leží pacient na boku s koleny na sobě a pokrčenými nohama. Kazeta je ve svislé poloze zapřena pomocí pomůcek. Centrální paprsek prochází zadopředně. Pole je vymezeno od bránice po kyčelní klouby. Příprava je stejná jako ve vodorovné poloze pacienta.



Obrázek 18 Centrální paprsek při RTG snímku břicha, předozadní projekce

- **Základní RTG anatomie**

Na zhotoveném snímku dutiny břišní jsou kostní struktury pánve a kyčelních kloubů a osový skelet. V horní části snímku lze rozeznat žebra, pod kterými jsou v pravé části umístěna játra – *hepar* [14], po stranách bederní páteře nadledviny [15], ledviny – *ren* [1] a jejich anatomické struktury, pánvička ledvinná – *pelvis renalis* [5], ledvinná branka – *hilus renalis* [4]. Z ledvinných pánviček vychází močovod – *ureter* [8]. Ve střevních kličkách se zobrazují plynové bubliny [12]. (21 s. 365)



Obrázek 19 RTG břišní dutiny¹³ a základní anatomie břicha¹⁴

- **Kritéria správného zobrazení**

Na správně zhotoveném snímku je zachycena vyšetřovaná oblast od bránice po symfýzu. Jsou patrné vnitřní orgány, střevní kličky. Je zobrazena bederní páteř a v celém rozsahu i kosti křížové.

2.3.3 RTG ramenního kloubu

- **Příprava**

Je provedena identifikace podle náramku pacienta či podle oslovení. Pacient nepodstupuje žádnou speciální přípravu. Odhalení vyšetřované oblasti a odstranění všech možných cizích předmětů. Zjištění gravidity u žen ve fertilním věku.

- **Indikace**

K provedení prostého snímku na lůžku dochází u imobilních pacientů, u pacientů, kteří nejsou schopni převozu na standartní radiologické pracoviště. Dále

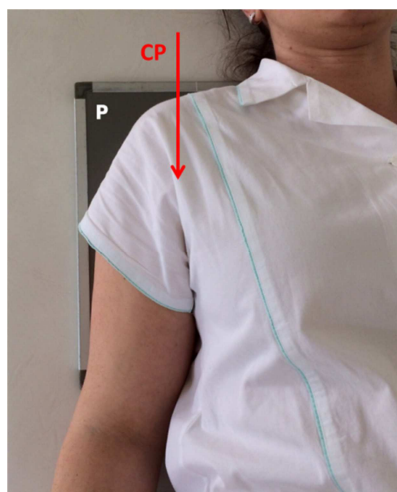
¹³ *Clinical anatomy: Radiology* [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://clinicalanatomy.ca/radiology/abdomen1AP.html>

¹⁴ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

pacienti v bezvědomí, starší imobilní pacienti upoutaní na lůžko, pacienti s polytraumaty nebo s podezřením na trauma, pacienti v pooperačním stavu, nebo při podezření na tumorózní postižení.

- **Provedení**

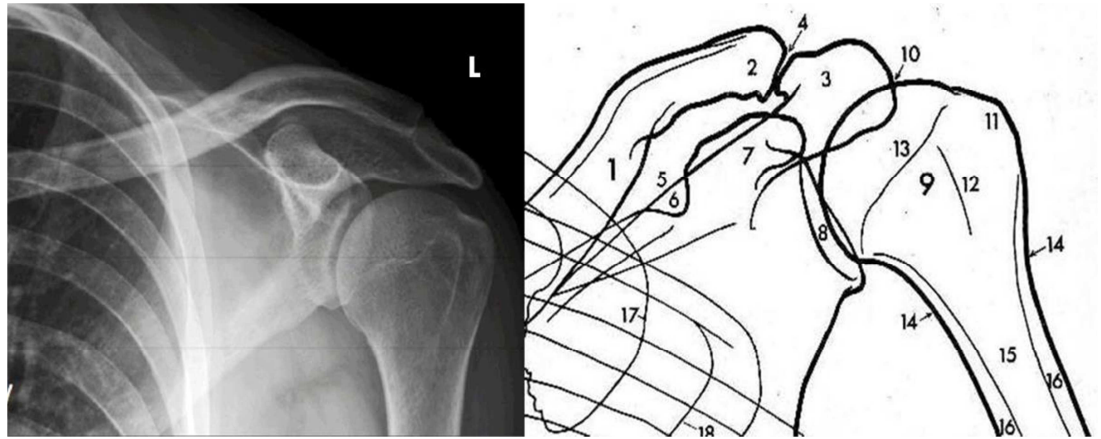
U snímku ramene indikovaného na lůžku je nejčastější projekce předozadní. Poloha pacienta je vodorovně na zádech s horními končetinami nataženými podél těla a mírně od těla. Pokud to stav pacienta umožňuje, otočíme postiženou snímkovanou končetinou dlaní vzhůru. Požádáme nemocného o spolupráci nebo si pomůžeme fixací pacienta pomocí pomůcek. Kazetu umístíme pod postižený ramenní kloub, horní okraj kazety přesahuje 2 cm nad měkkými strukturami ramene. Centrální paprsek směřuje kolmo na střed kazety a do středu ramenního kloubu, přibližně do středu kloubu (obrázek 20). Rentgenka je ve vzdálenosti 1 metr od filmu.



Obrázek 20 Centrální paprsek při RTG snímku ramene, předozadní projekce

- **Základní RTG anatomie**

Základní anatomie ramene, která je zobrazena na obrázku 21, a kde se popisují kostní struktury. Klíční kost – *clavicula* [1], na lopatce se popisují struktury acromion [3], zobcovitý výběžek - *processus coracoideus* [7], plocha pro skloubení hlavice kosti pažní – *fossa articularis scapulae* [8]. Na plochu lopatky dosedá a kloubí se s ní kost pažní – *humerus* [15], základní anatomie hlavice humeru je anatomický krček – *collum anatomicum humeri* [13], hlava kosti pažní – *caput humeri* [9], chirurgický krček – *collum chirurgicum humeri* [14]. (21 s. 235)



Obrázek 21 RTG ramene¹⁵ a základní anatomie ramene¹⁶

- **Kritéria správného zobrazení**

Na správně provedeném snímku ramene je vidět ostře hlavice pažní kosti a kloubní spojení kostí v ramenní kloub v celém rozsahu.

¹⁵ *Clinical anatomy: Radiology* [online]. [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://clinicalanatomy.ca/radiology/shoulderAP1.html>

¹⁶ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

2.3.4 RTG kyčelního kloubu

- **Příprava**

Identifikace pacienta oslovením, podle náramku. Pacient je obnažen v oblasti snímkování. Odstraněné cizí předměty z oblasti kyčelního kloubu. Zjištění možnosti gravidity u žen ve fertilním věku.

- **Indikace**

Indikace snímku na lůžku je volena v případě imobilního pacienta upoutaného na lůžku. U pacientů v závažném stavu, kdy není možnost standartního snímkování, při traumatu, v pooperačním stavu. Při zlomeninách v oblasti pánve, před operací. U postiženého v bezvědomí. U všech, kteří nejsou schopni převozu na centrální radiologické oddělení.

- **Provedení**

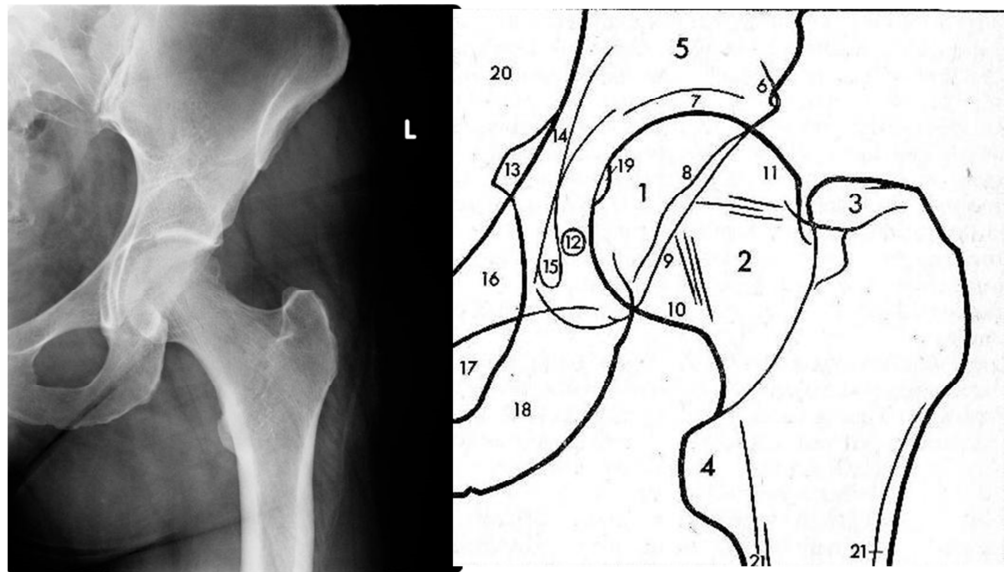
Snímek na lůžku je prováděn v předozadní projekci. Pacient je uložen do vodorovné polohy na zádech, pokud to jeho stav umožňuje. Dolní končetiny jsou natažené, pokud je pacient schopen spolupráce, vytočí špičky nohou k sobě a paty od sebe, pokud je snímkován nespolupracující nemocný, je možno použít fixačních pomůcek jako jsou fixační pásy. Kazeta je umístěna pod snímkovanou kyčel, tak aby horní okraj kazety byl 3 cm nad hřebenem kosti kyčelní. Centrální paprsek je směřován kolmo na kazetu, na střed spojnice mezi symfýzou a hmatným velkým trochanterem (obrázek 22). Gonády lze chránit olověnými stínícími pomůckami.



Obrázek 22 Centrální paprsek při RTG snímku kyčle, předozadní projekce

- **Základní RTG anatomie**

Na zhotoveném rentgenovém snímku se popisuje jamka kosti kyčelní – *os ilium* [5], *acetabulum* [6] a hlavičci kosti stehenní – *caput femoris* [1]. Na kosti stehenní – *femur* – dále krček stehenní kosti – *collum femoris* [2], velký chocholík – *trochanter major* [3], malý chocholík – *trochanter minor* [4]. Na pánvi jsou rozlišovány struktury kolem malé pánve [20], kost stydká – *os pubis* [16], kost sedací – *os ischii* [18]. (21 s. 287)



Obrázek 23 RTG kyčle¹⁷ a základní anatomie kyčle¹⁸

- **Kritéria správného zobrazení**

Kloub musí být zachycen v celém rozsahu. Ostře zobrazena jamka a hlavičce kosti stehenní.

¹⁷ ULékaře.cz [online]. 2013 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.ulekare.cz/poradna-lekare/bolest-leve-kycle-a-trisla-67254>

¹⁸ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

2.3.5 RTG kolenního kloubu

- **Příprava**

Pacient je aktivně identifikován pomocí náramku na ruce, oslovením. Není potřeba žádná jiná speciální příprava. Je odhalena vyšetřovaná oblast. Odstranění kompenzačních pomůcek a jiných předmětů z dané oblasti.

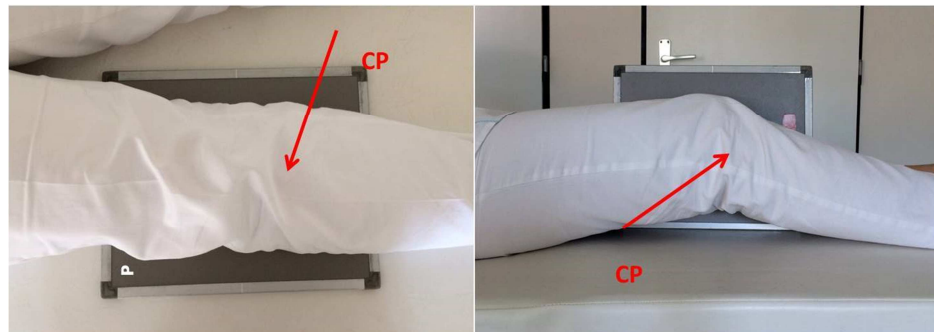
- **Indikace**

Indikace k provedení snímku na lůžku je při traumatu nebo podezření na trauma. V pooperačních stavech.

- **Provedení**

Pacient je uložen na zádech s nataženými dolními končetinami, končetiny jsou od sebe. Vyšetřovaná končetina je mírně natočena dovnitř. Při předozadním snímku je kazeta podložena pod kolenem, centrální parsek míří do středu kazety a na dolní okraj čéšky. Končetinu můžeme fixovat pomocí pomůcek.

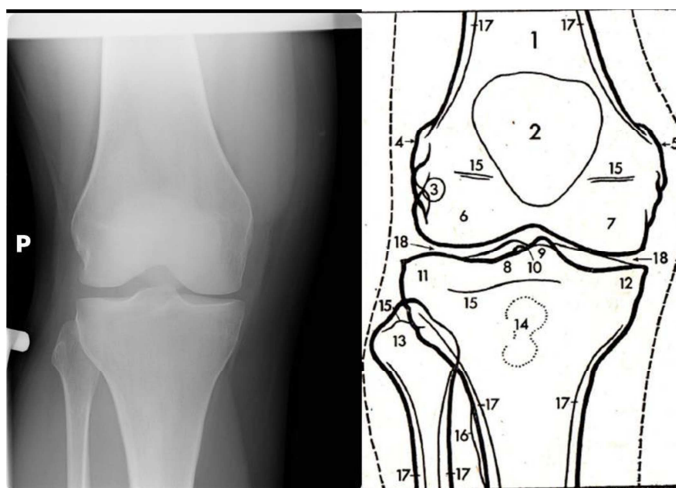
Při bočním snímku kolenního kloubu je kazeta svisle zapřena pomocí pomůcek. Centrální parsek je horizontálně mířen kolmo do středu kazety a do středu kolene (obrázek 24). Vyšetřovaná část je celá oblast kolenního kloubu.



Obrázek 24 Centrální paprsek při RTG snímku kolene, předozadní a bočná projekce

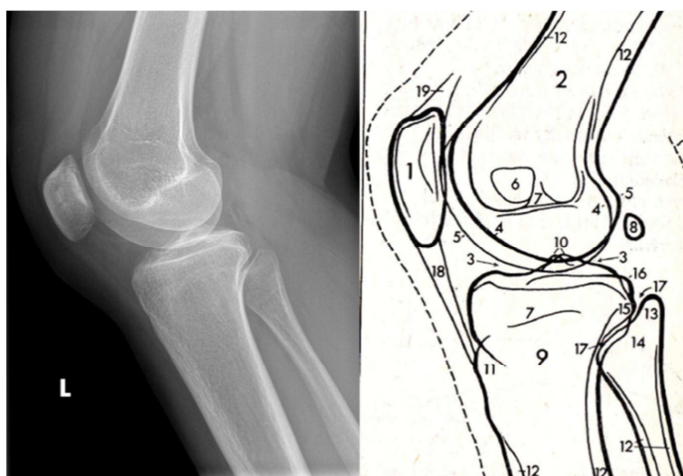
- **Základní RTG anatomie**

Na zhotoveném rentgenovém snímku kolenního kloubu se popisuje kost stehenní – *femur* [1] a na ní se nacházejí epikondyly [4,5] a kondyly – *condylus* [6,7], čéška – *patella* [2]. Na kosti holenní se rozlišují také kondyly [11,12]. Mezi další kosti v oblasti kolenního kloubu je kost lýtková – *fibie*, kde se rozlišuje hlavička kosti lýtkové – *capitulum fibiale* [13]. (21 s. 272)



Obrázek 25 RTG snímek kolene předozadní¹⁹ a základní anatomie²⁰

Na bočním snímku kolenního kloubu jsou patrné struktury česky – *patella* [1], kosti stehenní – *femur* [2], kosti holenní – *tibia* [9], a kost lýtková – *fibula*, která se nachází vedle kosti holenní. Na kosti stehenní jsou patrné condyly [4,5] stejně tak i na kosti lýtkové [15,16]. (21 s. 277)



Obrázek 26 RTG bočný snímek kolene²¹ a základní anatomie kolene²²

- **Kritéria správného zobrazení**

Kloub musí být zachycen v celém rozsahu. Ostře zobrazené struktury kolenního kloubu.

¹⁹ *Artro centrum* [online]. 2012 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.urogyn.cz/rozhovory>

²⁰ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

²¹ *Radiologieplzen.eu* [online]. 2015 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/klasicke-rtg-snimky/>

²² SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

2.3.6 RTG lebky

- **Příprava**

U pacienta není žádná speciální příprava, provedena aktivní identifikaci oslovením, náramek. Pacientovi je potřeba sejmout z oblasti hlavy a krku všechny šperky a ozdoby, které by mohly na snímku překážet. Je zapotřebí vyjmout protézy a odebrat pokrývku hlavy, nebo jiná cizí tělesa ze snímkové oblasti. Vyloučení gravidity u žen ve fertilním věku.

- **Indikace**

Snímek lebky na lůžku je indikován v případě imobilního pacienta po polytraumatu, při podezření na nebezpečí poranění páteře, při poranění lebky, v bezvědomí, v případě hospitalizace pacienta na oddělení ARO a JIP a u pacientů po operacích.

- **Provedení**

Pacientovi s indikací snímku na lůžku se nejčastěji provádí prostý snímek lebky předozadní. Pacient je uložen na lůžku v poloze na zádech, pod hlavou je mu podložena kazeta, horní okraj kazety přesahuje 2 cm nad hlavou. Lebka by měla být kolmo ke kazetě v sagitální rovině, pokud je pacient schopen spolupráce, vyzveme ho, aby přitáhnul bradu k tělu, nebo lze použít jiné fixace pacienta. Centrální paprsek směřuje nad kořen nosu a do středu kazety (obrázek 27). Vzdálenost rentgenky od kazety je 100 cm.

U snímků lebky z boku s horizontálním směrem paprsku, se kazeta umístí na jednu stranu lebky a zapře se o lůžko nebo si lze pomoci jinou pomůckou. Okraj kazety je 2 cm nad hlavou. Rentgenka je umístěna pacientovi z druhé strany, než je umístěna kazeta. Hlavu pacienta lze podložit dle potřeby a stavu pacienta do mírného záklonu. Centrální paprsek směřuje na střed filmu a na hlavičku dolní čelisti pod zvukovodem (obrázek 27).

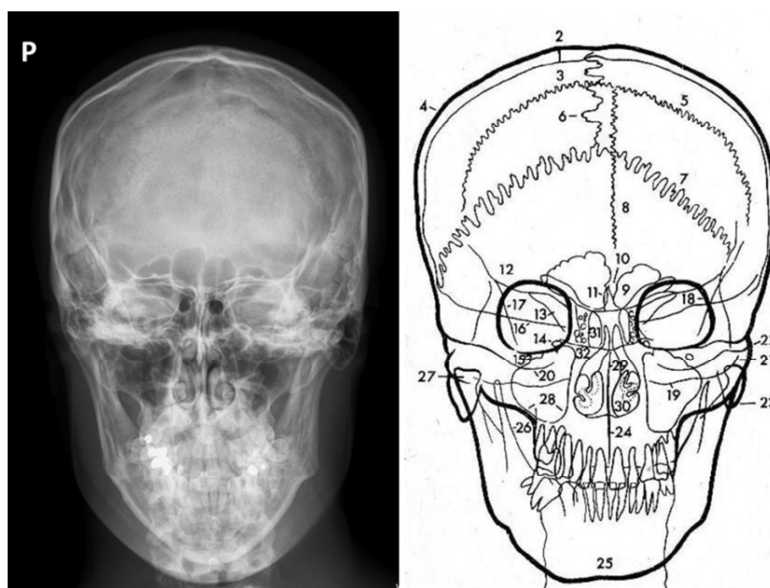


Obrázek 27 Centrální paprsek při RTG snímku lebky, bočná a předozadní projekce

- **Základní RTG anatomie**

Mezi základní a nejdůležitější struktury rozeznatelné na RTG snímku lebky, a které jsou zobrazené na obrázku 28, patří dolní čelist – *mandibula* [25], bradavčitý výběžek – *processus mastoideus* [23], temenní kost – *os parietale* [4], na čelní kosti se zobrazuje vedlejší dutina nosní – *sinus frontalis* [9], v očníchích se promítají velká křídla kosti klínové – *ala major ossis sphenoidalis* [17], ve struktuře lící kosti – *os zygomaticum* [21] lze vidět lící oblouk – *arcus zygomaticum* [22]. Mezi další vedlejší dutiny nosní, které se zobrazují na prostém snímku je dutina v horní čelisti – *sinus maxillaris* [28] a dutina v kosti klínové, mezi očními – *sinus sphenoidalis* [31].

Dále na snímku lebky lze rozeznat lebeční švy: věnčitý šev - *sutura coronaria* [5], šípový šev - *sutura sagittalis* [6], lambdový šev - *sutura lambdoidea* [7], čelní šev - *sutura frontalis* [8]. (21 s. 326)



Obrázek 28 RTG lebky²³ a základní anatomie lebky²⁴

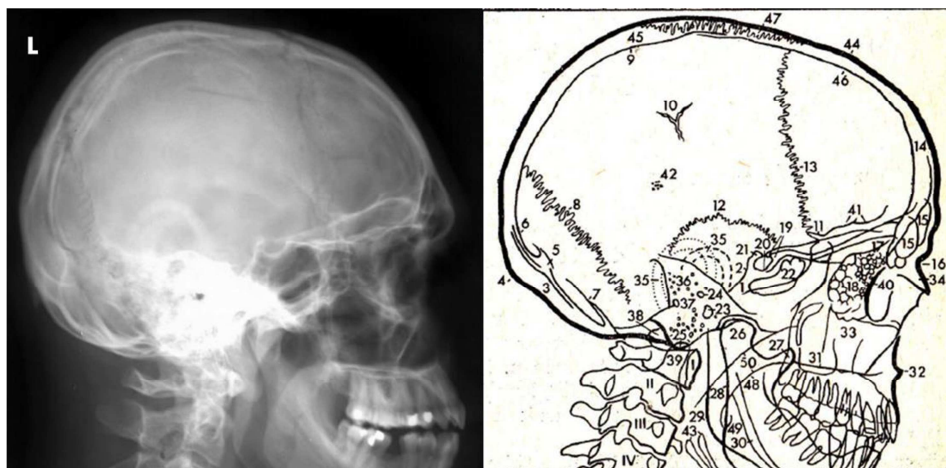
Na bočním snímku lebky je kost týlní – *os occipitalis* [3] a kost temenní – *os parietale* [9] mezi nimi lambdový šev – *sutura lambdoidea* [8], šupinový šev – *sutura squamosa* [12], věnčitý šev – *sutura coronaria* [13]. V přední části lebky se nachází kost čelní – *os frontale*

²³ Wikipedia [online]. 2011 [cit. 2015-03-31]. Dostupné

z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgenov%C3%A9_z%C3%A1kladn%C3%AD_anatomie_lebky

²⁴ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

[14] a vedlejší dutina nosní – *sinus frontales* [15]. Spodina tureckého sedla – *sellae turcicae* [20], vedlejší dutina nosní klínové kosti – *sinus sphenoidalis* [22], vnější zvukovod – *meatus acusticus externus* [23], vnitřní zvukovod – *meatus acusticus internus* [24]. Na dolní čelisti – *mandibula* – popisujeme struktury hlava – *capitulum mandibulae* [26], *processus muscularis mandibulae* [27], oblouku dolní čelisti – *ramus mandibulae* [28,29]. Tvrdé patro – *palatum durum* [31], vedlejší dutina nosní horní čelisti – *sinus maxillares* [33], kost nosní – *os nasale* [34], zub prvního obratle – *dens axis* [39]. (21 s. 329)



Obrázek 29 RTG boční snímek lebky²⁵ a základní anatomie lebky²⁶

- **Kritéria správného zobrazení**

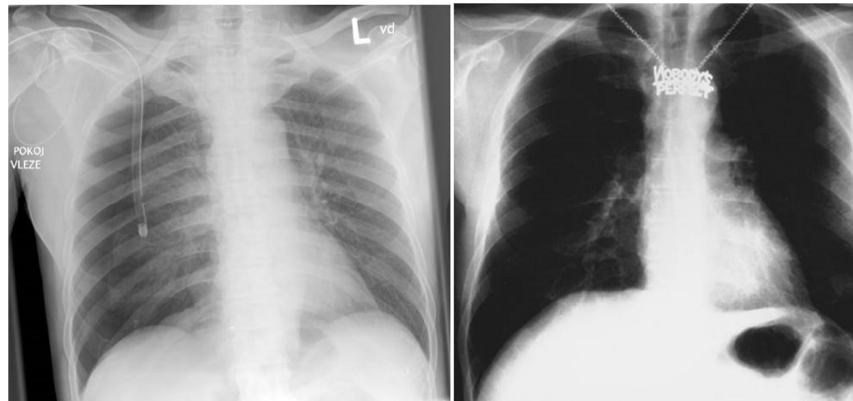
Lebka je zobrazena symetricky včetně celé dolní čelisti, zvláště klenba lebeční, očníce. Ostré zobrazení zvukovodů, čelních vedlejších dutin nosních. Pyramidy kostí skalních se promítají do oblasti očníce. (22 str. 13)

²⁵ Univerzita Karlova v Praze [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://katalog.lf3.cuni.cz/katalog/id/687>

²⁶ SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.

2.3.7 Chyby při snímkování

Mezi nejčastější chyby při snímkování patří pohyblivá neostrost, při nežádoucích pohybech nemocného, nepřesná projekce, kdy je špatné natočení anatomické struktury, nebo se na snímku nachází cizí nežádoucí těleso. Mezi nežádoucí chyby snímku patří jeho přexponování nebo podexponování.



Obrázek 30 Nežádoucí chyby na snímku: rotace, cizí těleso²⁷

2.4 Nastavení parametrů RTG záření

2.4.1 Anodové napětí

Anodové napětí je napětí mezi anodou a katodou. Napětí určuje tvrdost rentgenového záření a určuje maximální i střední energii fotonů, které se udávají v kiloelektronvoltech (keV). Určuje pronikavost záření. (23)

2.4.2 Anodový proud

Proud udává intenzitu RTG záření. Mění se pomocí změny teploty žhavené katody. Proud se uvádí v miliampérech (mA). (23)

2.4.3 Expozice

Určuje radiační zátěž na pacienta a též kvalitu vytvořeného snímku. Expozice je celkové elektrické množství fotonů, které je dáno intenzitou záření a expozičním časem, jejichž součin je úměrný součinu napětí a expozičního času. (23)

²⁷ RTG oddělení krajské nemocnice

2.5 Konkrétní příklad technické části standartu pro snímkování na lůžku

- **Relativní zesílení kombinace film-fólie:** min. 400
- **Vzdálenost ohnisko-přijímač obrazu:** min. 100 - 150 cm
- **Formát filmu obrazu:** Volit tak, aby zachytil obraz celé oblasti zájmu. Vyclonit na oblast zájmu.
- **Volba ohniska:** Ne (většinou je dané)
- **Orgánová automatika:** dle možností přístroje
- **Přednastavené protokoly:** Expoziční tabulka nebo přednastavené protokoly dle typu přístroje
- **Ochranné prostředky:** Použití stínících ochranných prostředků pro ochranu radiosenzitivních orgánů a tkání, pokud se nacházejí v užitečném svazku nebo v jeho blízkosti (do 5 cm) a pokud ochrana nebrání zobrazení.
- **Stínící schopnost:** min. 0,5 mm Pb (ochranná zástěra gonád - pro šourek), 1,0 mm Pb (ochranná zástěra gonád – pro vaječníky)

2.5.1 Expoziční faktory

Přístroj má vypracovanou a při vyšetření dostupnou expoziční tabulku a listinou expoziční tabulku pro zvláště specifické projekce. Expoziční tabulka je sestavena tak, aby umožňovala dosažení požadované kvality zobrazení při minimalizaci radiační zátěže pacienta.

Hodnoty expozičních faktorů musí odpovídat expoziční tabulce k vyšetření použitého rentgenového zařízení.

- **Napětí rentgenky (U):** Elektrické množství: V závislosti na hmotnosti a věku pacienta. V závislosti na hmotnosti, věku pacienta a faktoru zesílení kombinace film – folie. Minimální použité kilovolty: 60 kV (snímek plic - měkká technika)

2.5.2 Návod ke snížení radiační zátěže pacienta

Změny níže uvedených parametrů musí být vždy v optimálním rozmezí s ohledem na ovlivnění výsledné kvality zobrazení (kontrast, šum):

- zvýšení napětí rentgenky při současném snížení mAs (zvýšení kV o 15 % = snížení mAs o 50 %)
- zvýšení celkové filtrace
- snížení velikosti radiačního pole

- snížení elektrického množství (mAs)
- relativní zesílení signálu zobrazení (film-fólie s vyšším relativním zesílením)
- použití stínících prostředků
- použití fixačních pomůcek

2.5.3 Hodnocení kvality zobrazení při výkonu diagnostického ozáření

Splnění ukazatelů kvality technického provedení podle standardu vždy hodnotí radiologický asistent, který diagnostické ozáření provedl. Musí být dosaženo shody alespoň těchto ukazatelů:

- shoda indikované oblasti s oblastí zobrazenou na radiogramu
- ostrost zobrazení
- kontrast zobrazení
- absence artefaktů
- viditelnost anatomických struktur

Zjistí-li radiologický asistent technicky nesprávné provedení radiogramu, které zcela nepochybně brání splnění účelu snímku, může rozhodnout o opakování expozice pro získání technicky správného radiogramu. V ostatních případech snímkující radiologický asistent upozorní na technické nedostatky snímku (bez zbytečného odkladu po jejich zjištění) indikujícího lékaře nebo radiologa, který rozhodne o případném opakování snímku.

Splnění ukazatelů z pohledu diagnostické výtěžnosti pro danou indikaci hodnotí:

- u snímků uskutečněných jako obecně odůvodněný případ stanoveným tímto standardem radiolog při lékařském hodnocení snímků v rámci běžného provozu
- bezprostředně u snímků uskutečněných z cílené indikace radiologa, indikující radiolog po jejich uskutečnění a dále rozhodne o
 - případném doplnění dalších obrazů
 - ukončení vyšetření

Radiolog i radiologický asistent hodnotí snímek výhradně na technicky odpovídajícím negatoskopu.

2.6 Měření povrchové dávky

Na radiologickém oddělení bylo provedeno měření vlivu vzdálenosti na povrchovou dávku. Měření bylo prováděno pomocí pojízdného rentgenového přístroje APPELLEM rok výroby 1994. K měření byl použit standardní vodní fantom, pro simulaci plic dospělého člověka, dle obrázků v příloze A. Fantom je sestaven z 15 a 5 cm vodního fantomu, mezi kterými je 5 cm vypodloženého prostoru vzduchu.

Provedení je se standardní expozicí 60 kV, 20 mA a s časem 0,3 sec. Velikost pole byla 35 x 35 cm. Povrchová dávka je měřena polovodičovým detektorem UMFORS XI.

Byly provedeny standardní 3 měření v každé nastavené vzdálenosti, byly vypočítány průměrné hodnoty a pro přehlednost dávky zapsány v tabulce 4, kde jsou uvedeny vzdálenosti a příslušné průměrné hodnoty daných expozic.

Tabulka 4 Závislost povrchové dávky na vzdálenost

vzdálenost rentgenka - pacient	průměrná povrchová dávka
150 cm	41,35 μ Gy
120 cm	70,73 μ Gy
100 cm	107,2 μ Gy

Při hodnocení a interpretaci výsledků lze vyhodnotit, že povrchová dávka klesá v závislosti na vzrůstající vzdálenosti, jak lze vidět v tabulce 4. Pro dosažení stejné dávky (pro dosažení správné kvality proexponovaného objektu) je nutná výrazná úprava expozičních parametrů. Proto je výrazně potřeba dodržovat stále stejnou vzdálenost mezi snímkaným objektem a zdrojem záření, vzdálenost objekt – ohnisko, k tomu slouží standard pro každé oddělení, které je nutno dodržovat. Dodržování předepsaného standardu povede k menší chybovosti při výměru expozičních parametrů.

3 DISKUZE

Mým cílem byla snaha popsat úlohu radiologického asistenta při snímkování na lůžku. Vytvořit základní postup, který by mohli využít radiologičtí asistenti v praxi a optimalizovat radiační ochranu a snížit tak zátěž pacienta, který je upoután na lůžku.

Práci jsem rozdělila na dvě části. Na část teoretickou, kde popisuji základní anatomické struktury nejčastěji snímkových částí lidského těla, které jsem vybrala dle výsledku statistického šetření prováděné z dat sbíraných z oddělení krajské nemocnice. Stručná historie vypovídá o objevu RTG záření a pokračuje na sdělení informací o účincích a vlastnostech ionizujícího záření. Jsou zde popsány konstrukce mobilních RTG přístrojů, jejich funkce a použití. V této části se zabývám důležitou součástí, které se spojuje se zářením, a to s radiační ochranou, jejími cíli a principy. Uvádím i legislativní dokumenty, které definují základní normy týkající se použití ionizujícího záření. Zmiňuji veličiny a jednotky důležité v radiační ochraně a s tím i související dozimetrii.

V druhé části, jenž se zabývá praktickou problematikou daného tématu uvádím statistické šetření, které jsem prováděla sběrem dat za uplynulé období 2010 – 2014. Data se týkají pojízdných RTG přístrojů, které byly umístěny na pěti odděleních krajské nemocnice, se kterými byly pořizovány snímky na lůžku. Dále pokračuji popisem optimálního provádění snímků, těch anatomických struktur, které ve statistickém šetření vyšly jako nejčastěji prováděné snímky i s popisem snímku a kritérii správného zobrazení. Mezi další podmínky, které jsou důležité při provádění snímků pomocí pojízdných mobilních rentgenových přístrojů, patří správné nastavení parametrů. Uvádím zde konkrétní příklad standardu. Pro optimalizaci radiační ochrany pacienta a pro představu vlivu vzdálenosti zdroje záření od snímkaného objemu jsem provedla měření povrchové dávky pomocí mobilního RTG přístroje a vodního fantomu.

4 ZÁVĚR

Často diskutovaným tématem v souvislosti se zhotovením snímku na lůžku je „zneužívání rychlého servisu“ radiologického asistenta. Mnohdy je pacient schopný převozu na snímkovnu, ale i přesto je povolán radiologický asistent na oddělení. Klinici si často neuvědomují, že diagnostická výtěžnost snímku na lůžku zhotoveného pojízdným rentgenovým přístrojem se nemůže rovnat snímku na skiagrafickém kompletu a rovněž pozapomínají na to, že nejenom radiologický asistent je tímto nadbytečně vystaven radiační zátěži. Radiologický asistent je tedy brán mnohdy jako automatický servis pro oddělení, ale i přesto jsou případy, kdy neexistuje jiná možnost, než zhotovit snímek na lůžku.

Tato bakalářská práce byla zaměřena na popis postupu práce radiologického asistenta s pojízdným RTG přístrojem u lůžka pacienta. Mou snahou bylo objasnit radiologickým asistentům postup pro vytvoření kvalitního rentgenového snímku. Pro radiologického asistenta je důležitá obsluha přístrojů, ale především komunikace s pacientem.

Z mnou vytvořeného statistického šetření je patrné, že počet snímků vytvořených na oddělení není zanedbatelný a tudíž je tomuto tématu nutno věnovat pozornost. Snažila jsem se vytvořit postup pro zhotovení snímku na lůžku pro nejčastěji snímkané oblasti, které vyplynuly z provedeného šetření.

Pro každého radiologického asistenta jsou znalosti z oblasti fyziky, matematiky a anatomie i radiační ochrany nutností aplikovanou denně. Pouze s aktivně používanými znalostmi je radiologický asistent schopen zhotovit takový RTG snímek, který bude přínosný pro pacienta.

Je nutno vždy hledat optimální postupy.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Editor Lubomír Houdek. Praha: Galén, 2009, xi, 416 s. ISBN 978-802-4617-176.
2. ABRAHAMS, Peter H. *Lidské tělo: atlas anatomie člověka*. 1. vyd. čes. Praha: Ottovo nakladatelství, 2003, 256 s. ISBN 80-718-1955-7.
3. SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-802-4741-086.
4. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-802-4431-260.
5. HLAVA, Antonín. *Počátky rentgenologie v českém lékařství 1896-1918*. Hradec Králové : Aurius, s.r.o, 2002. str. 648. Sv. I. 80-238-9276-2.
6. ULLMANN, Vojtěch. *Aplikace ionizujícího záření: X-záření - rentgenová diagnostika*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.sweb.cz/strana2.htm>
7. ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika*. Pardubice 2004. 80-85438-19-
8. POJÍZDNÉ RENTGENOVÉ PŘÍSTROJE IMD BASIC. [online]. 2014 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.vmk-rtg.cz/rentgeny-pojizdne-imd-basic.htm>
9. FOMEI: *Mobilní RTG přístroje TECHNIX* [online]. 2013 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://radiodiagnostika.fomei.com/rentgenove-pristroje/mobilni-rtg-pristroje.html>
10. SHIMADZU CORPORATION. *Pojízdný rentgenový přístroj MobileArt Evolution standartní typ (12,5 kW) návod k obsluze*. 2009.
11. *ARCADIS Varic VC 10A: Quick Guide*. 2008.
12. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY: *Přehled přístrojů* [online]. 2008 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/obsah/prehled-pristroju_1630_3.html
13. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 293 s. ISBN 80-701-3114-4.
14. ROZLÍVKA, Zdeněk RNDr. *Radiační ochrana na pracovištích s diagnostickými rentgeny ve zdravotnictví*. Pardubice : UNIT spol. s. r. o., 2005. str. 99.
15. HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009, 138 s. ISBN 978-802-4423-500.

16. ULLMANN, Vojtěch. Radiační ochrana. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm#3>
17. ČESKO. ZÁKON č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/zakony/Atomovy_zakon_20150107.pdf
18. ČESKO. 307/2002 o radiační ochraně. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2002. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/7_307_2002_Sb.pdf
19. SÚJB: Úvod. SÚJB. [online]. 2015 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/o-sujb/uvod/>
20. OSOBNÍ DOZIMETRIE. *Dozimetrie* [online]. 2008 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.dozimetrie.cz/dozimetrie>
21. SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973. ISBN 08-048-73.
22. EUROPEAN COMMISSION. *Kritéria kvality pro radiodiagnostiku a radiodiagnostická zobrazení* [online]. Praha: X-Egem, 1998 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: http://www.vmk-rtg.cz/pdf/cec_kkz.pdf
23. ULLMANN, Vojtěch. *AstroNuklFyzika: Aplikace ionizujícího záření: Nastavení parametrů X-záření* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>

6 PŘÍLOHY

Příloha A *Měření povrchové dávky*

Příloha B *Žádanka na RTG*

Příloha A *Měření povrchové dávky*



