

Univerzita Karlova v Praze - 2. lékařská fakulta
V Úvalu 84, Praha 5

Bakalářská práce - Julie Feltlová, DiS.

*Vliv radiologického asistenta na eliminaci chyb při PA projekci
hrudníku.*

Studijní obor: Radiologický asistent

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Suchánek

Datum odevzdání práce: 05.05.2008

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „*Vliv radiologického asistenta na eliminaci chyb při PA projekci hrudníku.*“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Souhlasím s použitím práce k vědeckým účelům.

V Praze dne 5.5.2007

Julie Feldlová

Abstract

The role of a radiological assistant in the elimination of the mistakes during the postero-anterior view of the chest.

The topic of my work is "*The role of a radiological assistant in the elimination of the mistakes during the postero-anterior view of the chest*". I was particularly interested in this topic because it was the one I wished to get acquainted with in each and every detail, from the very beginning of the examination till its end.

The X-ray is kind of a electromagnetic wave with the wave-length ranging from 10^{-9} to 10^{-11} metres. The X-ray machine consists of the X-ray emitter and the generator. The heart of the X-ray machine is an electrode pair, a cathode and a tungsten anode, that is pegged inside a glass vacuum tube. An X-ray picture is a two-dimensional picture of a plastic subject. It's a summarizing picture, that means it contains information about all tissues without order.

The postero-anterior view of the chest shows, in fact, the picture of the lungs. The patient strips themselves down the chest, stands before the vertigraf, leaning his chin against the upper edge of the vertigraf and also, the blade-bones must be as far apart from each other as possible. The central ray must be focused on the centre of the chest and the film holder. The patient must breathe in and hold the breath during the exposition. The distance between the emitter and the film holder must be 150cm.

We can classify various mistakes the radiological assistant may happen to make: confusing the name or the patient's personal identification number, providing insufficient instructions about how the examination is being carried out, not following the instructions on the X- ray application form, carrying out the examination incorrectly or repeating it for no reason, having the patient in a wrong position for the postero-anterior view of the chest, increasing or decreasing the distance of 150 cm between the emitter and the film holder, lower or higher kV and mAs level or a wrong manipulation with the

film holder. The causes of these mistakes are mostly the ignorance, carelessness, tiredness or the routine of radiological assistant's work.

The radiological assistant definitely has an important role as far as the patients' preparation for the examination is concerned; namely the patients' position for the postero-anterior view of the chest. He/she is also responsible for the choice of the film holder and kV and mAs levels. However, there are few other factors that are obviously beyond his/ her responsibility – respectively, the quality of the X-ray machine or the film or the process of its development.

Obsah:

1.	Úvod.....	7
1.1.	Téma práce.....	8
1.2.	Cíl práce.....	8
2.	RTG záření.....	9
3.	RTG přístroj.....	13
3.1.	RTG zářič.....	13
3.2.	Generátor a ovladač.....	16
3.3.	Primární clona.....	17
3.4.	Sekundární clona.....	18
3.5.	Rozdělení RTG přístrojů podle funkčnosti.....	19
4.	RTG obraz.....	24
4.1.	Latentní RTG obraz.....	24
4.2.	Kazeta s filmem a zesilovacími fóliemi.....	24
4.3.	Vyvolávací proces.....	26
5.	Expoziční automatika.....	28
6.	PA projekce hrudníku.....	29
6.1.	Prostý snímek hrudníku.....	29
6.2.	Indikace a kontraindikace.....	29
6.3.	Příprava pacienta na PA projekci hrudníku.....	29
6.4.	Způsob provedení PA projekce hrudníku.....	29
7.	Vznik chyb při PA projekci hrudníku.....	31
7.1.	Povinnosti radiologického asistenta.....	31
7.2.	Druhy chyb při PA projekci hrudníku.....	31
7.3.	Eliminace chyb při PA projekci hrudníku.....	33

8.	Závěr.....	35
9.	Seznam použité literatury.....	36
10.	Klíčová slova.....	38
11.	Přílohy.....	39

1. Úvod:

Díky pokusům s „katodovým zářením“¹ profesor Wilhelm Conrad Röntgen v laboratoři Fyzikálního ústavu na univerzitě ve Würzburgu dne 8.11.1895 objevil nový druh záření, jenž pojmenoval „paprsky X“². O 6 týdnů později, dne 22.12.1895, zhotovil první rentgenový snímek ruky své ženy Berthy. Tímto činem Röntgen položil základy lékařskému oboru – *radiologii*³. Za objev „paprsků X“ získal roku 1901 Nobelovu cenu a byl povýšen do šlechtického stavu. Prof. Röntgen odmítl svůj objev patentovat, předal ho celému lidstvu k užívání. Samotná podstata rentgenového záření byla objasněna až ve 20. a 30. letech 20.stol. při odhalování tajemství atomu hmoty. (17)

¹„Fyzik *Johann Wilhelm Hittorf* (1824 - 1914) pozoroval vakuovou trubici vyzařující záření na záporné elektrodě. Toto záření způsobovalo při dopadu na stěnu trubice světélkování. Roku 1876 je Eugene Goldstein pojmenoval **katodové záření**. Později anglický fyzik William Crookes studoval výboje v řídkých plynech a zkonstruoval **Crookesovu trubici**, skleněnou trubici s elektrodami naplněnou zředěným plynem, v němž při přiložení vysokého stejnosměrného napětí dojde k výboji doprovázenému zářením. Když umístil neexponované fotografické desky nedaleko od trubice, na desce se objevily šmouhy, přestože tento efekt nechtěl zkoumat. Roku 1892 Heinrich Hertz demonstroval, že katodové záření může procházet velmi slabou kovovou překážkou (jako je hliníková destička). Philip Lenard, žák Heinricha Hertze, dále prozkoumával tento efekt. Vyvinul vlastní verzi katodové trubice a zkoumal průchod katodového záření rozličnými materiály. Přesto nezjistil, že se jedná o rentgenové záření.” (17)

²V anglosaských zemích se používá k označení ionizačního záření výraz „**X-ray**“ odvozený od „paprsků X“, u nás a v jiných zemích (dáňštině – Röntgenstråling, němčině – Röntgenstrahlen) se vžil výraz „*rentgenovo/é záření*“ po prof. Röntgenovi. (17)

³**Radiologie** – obor zabývající se studiem, využitím a ochranou před ionizujícím zářením. Součástí radiologie jsou *radiodiagnostika* (diagnostika pomocí rentgenových metod, popř. označení přípravků k tomu určených) a *radioterapie* (léčba ozařováním – aktinoterapie, nejč. jako terapie zhoubných nádorů ionizačního záření). (4)

1.1. Téma práce:

Tématem mé bakalářské práce je „*Vliv radiologického asistenta na eliminaci chyb při PA projekci hrudníku*“. I když se jedná o rutinní vyšetřovací metodu patřící mezi základní vyšetření, přesto může docházet k chybám v průběhu snímkování v důsledku přístupu zdravotnického personálu nebo/i vyšetřované osoby.

1.2. Cíl práce:

Zjistit do jaké míry je radiologický asistent schopen ovlivnit příčinu vzniku chyb při PA projekci hrudníku z hlediska přístupu a spolupráce vyšetřované osoby v průběhu samotného snímkování, ze strany samotného radiologického asistenta (zajištění správné pozice pro PA projekci hrudníku, volba vhodného rozměru kazety s filmem dle rozměrů a pohlaví snímkové osoby, nastavení hodnot v kV a mAs dle doporučení daného pracoviště, zkušeností samotného RA, konstituce a věku vyšetřované osoby) a s kterými je nucen se smířit - technické vybavení daného RTG pracoviště (RTG přístroj, kvalita RTG filmů, kvalita vyvolávacího procesu).

2. RTG záření:

Jedná se o elektromagnetické vlnění o velmi krátké vlnové délce⁴ pohybující se mezi $10^{-8} - 10^{-12}$ m. Co se týká využitelnosti v praxi, má pro radiodiagnostiku význam elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou (λ) v rozmezí $10^{-9} - 10^{-11}$ m. (1)

RTG záření:

- RTG záření není okem postřehnutelné, pohybuje se rychlostí světla⁵, šíří se přímočaře i vakuem, má stejný charakter jako kosmické záření,
- jeho intenzita klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření,
- při průchodu hmotou se část záření *absorbuje*, množství absorbovaného záření závisí na složení hmoty⁶ a na kvalitě samotného záření⁷,
- vlastnosti RTG záření:
 - *průnik hmotou* – při průchodu hmotou dochází k zeslabení RTG záření na základě:
 - a) **absorpce** – podstatou je *fotoefekt*, kdy foton se srazí s některým elektronem atomu, předá mu svou energii a zaniká, elektron se díky srážce s fotonem buď dostane z dosahu silového pole atomu, dochází k ionizaci, nebo zůstane v silovém poli atomu, jedná se o vybuzený stav, kdy při návratu do klidového stavu, dojde k vyzáření energie,
 - b) **rozptylu** – v případě *klasického rozptylu* se foton srazí s obíhajícím elektronem, kdy nastane vychýlení fotonu z dráhy ale bez ztráty energie a se zachováním původní dráhy u elektronu, naproti tomu u *Comptonova rozptylu*

⁴*Vlnová délka* – udává vzdálenost mezi dvěma nejbližšími body vlnění se stejnou fází kmitání, značíme ji λ [lambda], její jednotkou je *metr.* (18)

⁵ $c = 299\,792\,458 \text{ ms}^{-1}$ (18)

⁶Složení hmoty je určeno průměrným protonovým číslem, hustotou hmoty a její tloušťkou. (1)

⁷Kvalita záření je stanovena vlnovou délkou. (1)

- dojde ke srážce fotonu s elektronem, záření je vychýleno ze svého původního směru se ztrátou části energie, elektron je vyražen ze své slupky mimo atom,
- c) **tvorby elektronových dvojic** – pozitronu a elektronu, což vzniká pouze při užití záření X v hodnotě několika tisíc kV, což v radiodiagnostice nemá uplatnění,
- *luminiscenční efekt* – při dopadu záření na luminiscenční plochu vyvolá jejich světélkování. Jedná se o *fluorescenci*, kdy látka světélkuje jenom v průběhu dopadu krátkovlnného záření, nebo *fosforescenci*, kdy látka světélkuje ještě nějakou dobu po skončení dopadu krátkovlnného záření (luminifony - jodid cesia, sirníky cesia a zinku atd.),
 - *fotochemický efekt* – RTG záření při průchodu hmotou způsobí zčernání fotografického materiálu díky schopnosti uvolnit vzájemné vazby halogenidů stříbra (AgBr^8 , AgJ^9),
 - *ionizace* – je děj, při kterém nastane vyražení elektronu atomu díky srážce s fotonem, kdy dochází k narušení rovnováhy atomu, takto uvolněné atomy mohou pokračovat v srážkách s dalšími elektrony a předávat jim svou energii,
 - *biologický efekt* – škodlivé účinky RTG záření na organismus; (1)

Vznik RTG záření:

- *slunce* - přirozený zdroj RTG záření (vznik při teplotách milion °C, šíří se kosmem),
- *rentgenka* - umělý zdroj RTG záření,
- princip: nažhavením katody se uvolní elektrony, které se díky vysokému napětí dají do pohybu směrem k anodě, kde dojde k jejich prudkému zbrzdění hmotou o vysokém atomovém čísle (wolfram), takto vzniklá kinetická energie se z 99% přemění na teplo a pouze 1% v RTG záření z důvodu velmi malého počtu a

⁸bromid stříbra (1)

⁹jodid stříbra (1)

nahodilého průniku elektronů až ke slupkám K nebo L¹⁰ nebo jádru atomů anody (wolfram),

- RTG záření dělíme na:

- *brzdné záření* – vzniká na základě interakce elektronu a jádra atomů anody, elektrony se mohou zbrzdit jednostupňově/najednou (nejkratší vlnová délka) nebo postupně (směs různých vlnových délek),
- *charakteristické záření* – letící elektron vyrazí ze slupky K nebo L elektron, takto uvolněné místo je zaplněno okamžitě elektronem ze slupky s vyšší kinetickou energií, tento rozdíl energií se vyzáří ve formě RTG záření,
 - a) *primární záření* je záření vznikající při dopadu elektronů na ohnisko anody,
 - b) *mimoohniskové záření* (extrafokální) je záření vzniklé dopadem mimo ohnisko anody,
 - c) mezi *rušivé záření* patří jak záření mimoohniskové tak i primární šířící se nevhodným směrem,
 - d) *užitečný svazek záření* je primární záření vystupující z rentgenky, mající tvar kužele,
 - e) *centrální paprsek* (CP) představuje paprsek kopírující osu kužele,
 - f) *sekundární záření* vzniká v důsledku ozáření hmoty užitečným svazkem záření, pro sekundární záření platí, že se šíří všemi směry, dále platí, že čím větší použijeme napětí a objemnější objekt, tím více vzniká sekundárního záření, což má za následek zhoršení ostroty a kontrastu RTG obrazu; (1)

¹⁰Energie elektronu závisí na kvantovém čísle n:

Častěji se uvádí, že elektrony o stejném hlavním kvantovém čísle se vyskytují v určitých slupkách (vrstvách, hladinách) atomů. Slupky se označují následujícím způsobem:

Hodnota hlavního kvantového čísla n	1	2	3	4	5	6	7
Označení slupky atomu	K	L	M	N	O	P	Q

Hlavní kvantové číslo může nabývat u dosud známých prvků hodnot celých kladných čísel, maximálně se rovná sedmi. Platí, že energie elektronu se zvětšuje se stoupající hodnotou jeho hlavního kvantového čísla.(9)

Biologické účinky RTG záření:

- RTG záření absorbované v tkáni/orgánu má negativní dopad na organismus díky excitaci a ionizaci atomů hmoty,
- na buněčné úrovni dochází k poškození molekul DNA, nejcitlivějšími na RTG záření jsou *dělicí buňky*, tzn. uvážlivá indikace u RTG snímků v oblasti břicha, pánve a u všech snímků u dětí!
- deterministické účinky:
 - účinky prahového typu, tzn. účinek se projeví, když absorbovaná dávka v tkáni nebo orgánu přesáhne *určitou prahovou hodnotu*
 - akutní nemoc z ozáření, lokální účinky na kůži
- stochastické účinky:
 - účinky bezprahového typu, tzn. i velmi malé dávce absorbované v tkáni nebo orgánu odpovídá určitá pravděpodobnost jejich vzniku
 - pozdní účinky
 - pravděpodobnost vzniku nádorů a genetických změn (2, 4)

Cílem ochrany před ionizačním zářením (IZ) je zabránit vzniku deterministických účinků a omezit stochastické účinky na přijatelnou úroveň.

3. RTG přístroj:

3.1. RTG zářič:

- vložka - rentgenka,
- kovové pouzdro – uložení vložky v oleji, zásuvky pro přívodní kabely vysokého napětí a žhavení, první filtr RTG záření; (1)

Rentgenka:

- dle určení máme rentgenky pro skiografii, skiaskopii (angiografické zařízení), CT, zubní rentgen, mamografii, pojízdne skiografické/skiaskopické RTG zařízení,
- používané rentgenky jsou buď skleněné nebo keramické v kombinaci s kovem,
- rentgenka:
 - je tvořena vakuovanou skleněnou trubicí¹¹ v olověném krytu se dvěma elektrodami (katoda a anoda rotační nebo pevná),
 - katoda plní funkci *žhavení*, proto obsahuje vlákna z wolframu¹² (o průměru 0,2 – 0,3mm, $t=2700^{\circ}\text{C}$), která se rozžhaví pomocí několika ampérů při napětí v rozmezí 10V,

¹¹Tlak vakua v rentgence se pohybuje kolem $\sim 10^{-5}$ mbar. (1)

¹²**Wolfram** (lat. *Wolframium*, W) - šedý až stříbřitě bílý, velmi těžký a mimořádně obtížně tavitelný kov. Hlavní uplatnění - složka různých slitin, v čisté formě jako materiál pro výrobu žárovkových vláken.

Jde o mimořádně obtížně tavitelný kov, *bod tavení* je nejvyšší ze všech kovových prvků, *vysoká hustota* (pouze některé drahé kovy jako např. zlato, platina, iridium a osmium jsou těžší).

Chemicky je kovový wolfram velmi *stálý* – zcela netečný k působení vody a atmosférických plynů, odolává působení většiny běžných minerálních kyselin, s kyslíkem a halogeny reaguje až za značně vysokých teplot.

Běžně se s ním setkáme jako s materiálem pro výrobu *žárovkových vláken*, kde je schopen po tisíce pracovních hodin snášet teploty značně přes 1000 °C. Vysoké teploty vlákno dosahuje průchodem elektrického proudu, přičemž vnitřní prostor žárovky je naplněn inertním plynem. Ani wolfram totiž není

- uvolněné elektrony pohybující se směrem k anodě se výrazně zrychlí díky vysokému napětí (kV) přiváděnému na katodu rentgenky,
- katoda je konstruována tak, aby byla schopná zacílit proud elektronů do jednoho místa na anodě,
- při dopadu elektronů na anodu¹³ dochází k přeměně *kinetické energie* na teplo (99%) a RTG záření (1%),
- *princip vzniku RTG záření* - elektrony procházející mřížkou v anodě způsobí excitaci obalových elektronů ale nahodile a pouze v 1% případů,

natolik inertní, aby za těchto podmínek nedocházelo k jeho oxidaci vzdušným kyslíkem. V elektrotechnice se používá jako materiál pro anody rádiových lamp.

Pseudoslitiny wolframu (s niklem, železem a kobaitem, obsah wolframu 91–96 hm.%) vyrobené práškovou metalurgií se využívají kvůli své dobré schopnosti *odstínit rentgenové záření* a *záření gama* jako materiál pro radiační stínění např. v kobaltových ozařovačích, používaných k ozařování zhoubných nádorů. (19)

¹³ „*Rentgenka s rotační anodou* představuje výrazné zvýšení intenzity rtg záření odtavených rentgenek rozložením tepelného zatížení na obvod válce. Anoda je tvořena dutým válcem, jehož osou je přiváděno a odváděno chladicí medium. Osa je těsněna buď kroužky, nebo labiryntem permanentních magnetů v jejichž mezerách je ferromagnetická kapalina s nízkou tenzí par. Rychlost otáčení anody je obvykle 6000 ot / min. Vzhledem k velkému čerpanému objemu, průniku okolní atmosféry a vysoké teplotě katodového systému, používá se obvykle turbomolekulární pumpa k udržení vakua $\sim 10^{-3}$ Pa.

Rotační anoda:

- ✓ Moderní anody jsou typu *RTM*, rhénium-wolfram-molybdén.
- ✓ Těleso anody má průměr 50 až 123mm wolframové anody a 90 až 150mm grafitové anody - vysoká tepelná kapacita, ale malá tep. vodivost grafitu.
- ✓ *Rychlost otáčení anody je 3000 až 20 000 ot/min*, mění se se změnou frekvence napětí přiváděného na stator elektromotoru. Průměr anody a rychlost jejího otáčení závisí na výkonu rentgenky.
- ✓ *Povrch anody je skloněn pod úhlem α od roviny kolmé na svazek elektronů*. Velikost úhlu ovlivňuje tvar a velikost elektronového a optického ohniska rentgenky.

Požadavky na materiál anody:

- *vysoké atomové číslo materiálu* - celková energie zářivého toku brzdného záření je pro stejné anodové napětí a proud rentgenky vyšší pro větší atomové číslo anody),
- *vysoký bod tavení anody, vysoká tepelná vodivost a vysoká tepelná kapacita.*“(7)

- *rotační anoda*¹⁴ se díky schopnosti rozložit teplo na celou svou plochu lépe vypořádá s tak vysokou tepelnou zátěží na tak malém prostoru (0,5-5mm²) než anoda pevná,
- technické parametry rentgenky - *tepelná zatížitelnost anody*, jenž se udává v kJ nebo tepelných jednotkách (Heat Units, HU)¹⁵, a *úhel sklonu ohniska*,
- na anodě rozlišujeme 3 druhy ohnisek - *elektronové*¹⁶, *optické*¹⁷ a *tepelné*¹⁸,
- *výstupní okénko rentgenky* se nachází v bodě, kde skleněný obal rentgenky je silný pouze 1mm - výstup primárního svazku; (1, 2, 7)

¹⁴Rychlost otáčení anody je 3000 až 20 000 ot/min, mění se se změnou frekvence napětí přiváděného na stator elektromotoru. Průměr anody a rychlost jejího otáčení závisí na výkonu rentgenky. (7)

¹⁵Mezi joulem a HU platí vztah: (7)

$$1 \text{ HU} = 0,745 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 1,342 \text{ HU} \quad 1 \text{ J} = 1 \text{ W.s}$$

¹⁶ELEKTRONOVÉ OHNISKO

- je tvořeno plochou řezu elektronovým svazkem ve směru || s povrchem anody v pozici těsně před jejich dopadem na anodu.
- u rentgenky se stacionární anodou je elektronové a termické ohnisko totožné
- u rentgenek s rotační anodou je termické ohnisko rozvinuto na celou plochu výseče rotačního kužele. (7)

¹⁷OPTICKÉ OHNISKO

- je tvořeno plochou průmětu elektronového ohniska do roviny kolmé k centrálnímu paprsku primárního svazku rtg záření.
- pro danou geometrii procesu zobrazení (vzdálenost ohnisko-scéna a scéna-receptor obrazu) určuje limitní dosažitelnou prostorovou rozlišovací schopnost procesu zobrazení, tzv. geometrickou neostrost.(7)

¹⁸TERMICKÉ OHNISKO

- je tvořeno plochou anody, na které se přeměňuje kinetická energie elektronů na teplo a rtg záření.
- jeho plocha určuje velikost měrného zatížení anody (J . s-1 . m-2). (7)

Zářič:

Zářič plní funkci krytu a zároveň chrání křehkou skleněnou vysoce vakuovanou rentgenku před nárazem a případným poškozením. Pouzdro zářiče je tvořeno hliníkovým plechem nebo lehkými slitinami. Pro usměrnění primárního svazku a ochranu vyšetřované osoby v průběhu expozice před škodlivými účinky ionizačního záření (IZ) slouží filtr z hliníku (Al) nebo beryllia (Be), jenž je součástí okna zářiče, tj. místo výstupu RTG záření do volného prostoru. Samotná rentgenka je obklopena transformátorovým olejem, jenž díky přirozené cirkulaci odvádí teplo z rentgenky přes pouzdro zářiče do okolí RTG přístroje (v případě zvýšených nároků na chlazení se používá řízený oběh oleje přes samostatné chladicí zařízení). (1)

3.2. Generátor a ovladač:

RTG přístroj se skládá ze dvou částí, a to *generátoru* a *ovladače*, jenž jsou důležité pro provoz rentgenky. Představují zdroj vysokého napětí, žhavení pro RTG zářič a zároveň vytváří expoziční impuls, jenž je určen hodnotami v kilovoltech (kV), miliampérech (mA) a sekundách (s).

Za více jak 50 let prošel generátor vývojem od tzv. „několika pulsních“¹⁹ generátorů až po vysokofrekvenční-digitální generátory řízené procesorem. Některé

¹⁹Jednopulzní generátor – jednoduché, s malou váhou a objemem. Používají se jako přenosné či stomatologické přístroje. Výhodou je snadná obsluha. Nevýhodou je, že využívají půlvlny střídavého proudu a jsou málo výkonné. Proud jde přímo ze sekundární cívky na rentgenku. Nažhavení katody musí být dvojnásobné, tím je větší zatížení tepelného ohniska.

Dvoupulzní generátor – mají 4 usměrňovače, které usměrní střídavý proud na stejnosměrný pulzující. V tzv. Graetzově zapojení. Ke každému konci transformátoru jsou připojeny dva usměrňovače jeden anodou a druhý katodou. Výkon je větší než u jednopulzních. Expozice jsou poloviční a napětí kolísá od nuly po maximum. Ve spektru převládá měkké záření.

Šestipulzní generátor – jde o třífázové přístroje se šesti usměrňovači. Napětí kolísá šestkrát za 1/50 sekundy. Napětí neklesne na nulu. Expozice jsou krátké, záření je tvrdší a homogennější.

technické rozdíly, a to *spektrum keV* – dříve vliv zvlnění vysokého napětí během expozice, dnes je zcela konstantní, a *přesnost expozice* – dříve řízena reléovým systémem, dnes pomocí tyristorů²⁰ a procesoru.

Součástí generátoru je *ovládací panel* nutný pro nastavení hodnot v kV, mA, sec. nebo mAs (+/-), dalších kontrolních údajů, orgánová automatika, zapnutí/vypnutí generátoru (celého RTG přístroje), spuštění skiografie/skiaskopie. Dále *ovladač* pro zobrazení parametrů a kontrolních údajů (černobílý/barevný monitor/plochý monitor). Každý generátor musí být vybaven *funkcí monitoringu překročení* nastavených hodnot mAs a kV – překročení těchto parametrů či selhání expoziční automatiky má za následek radiační havárii! Dále je opatřen *obvody pro kontrolu tepelné zátěže* ohniska/ohnisek a anody rentgenky, *bezpečnostními okruhy* pro zajištění spolehlivé a přesné expozice – včasné nažhavení rentgenky pro daný proud mA, stabilní otáčky anody rentgenky, konstantní napětí expozičního pulsu. (1)

3.3. *Primární clona:*

- funkce primární clony²¹: vymezuje primární svazek RTG záření a díky tomu snižuje škodlivé účinky IZ, ionizaci i rozptyl na co nejmenší míru z důvodu ochrany vyšetřovaného,

Dvanáctipulzní generátor - třífázový přístroj, termické zatížení je rovnoměrnější, lze zvýšit zatížení rentgenky. Spektrum záření je homogennější a tvrdší. Přístroj má 12 usměrňovačů. Transformátor má dvě sekundární strany, jednu zapojenou do hvězdice a druhou do trojúhelníku. (1)

²⁰ „Pod pojmem *tyristor* obecně chápeme výkonový polovodičový spínací prvek, který může pracovat v propustném, blokovacím a závěrném stavu. Nejdůležitější změnou mezi jednotlivými stavy je změna ze stavu blokovacího do propustného, která se ovládá řídicím signálem – nejčastěji proudem přiváděným do řídicí elektrody. Zbývající dvě elektrody nesou označení – podle polaritý přivedeného vnějšího napětí anoda a katoda.“ (12)

²¹ **Primární clona** (přesněji řečeno **filtr**, **lokalizace**: hned za rentgenkou) - zhotovená nejčastěji z hliníkového plechu, která pohlcuje nízkoenergetické fotony (ze začátku spojitého spektra X-záření), které

- konstrukce primární clony: olověné lamely pohybující se nezávisle ve 2 kolmých směrech a ve 2 rovnoběžných rovinách nad sebou z důvodu vymezení radiačního pole ve tvaru pravoúhlého čtyřúhelníku od max. rozpětí až po úplné uzavření (speciální RTG přístroje jsou vybaveny iris clonou z olověných lamel),
- na přední straně primární clony, kudy prochází RTG záření, je na průhledném a pro IZ průchodném materiálu *záměrný kříž*,
- primární clona je spojena s RTG zářičem svou zadní částí,
- uvnitř clony zrcadlo s žárovkou pro viditelné vymezení ozařovacího pole a promítnutí záměrného kříže do daného pole,
- součástí primární clony je *základní filtr* (převážně z hliníku o tloušťce 1-3mm a více) a podle lékařské indikace *dodatečné filtry* (Cu),
- na povrchu tělesa primární clony jsou prvky pro ovládání pohybu zářiče na sloupu/stropním závěsu a také pro nastavení ohniskové vzdálenosti v cm; (1)

3.4. Sekundární clona:

RTG přístroj je vybaven sekundární clonou z důvodu *eliminace* rozptýleného záření a *zvýšení* kvality zobrazení. Mřížka je tvořena velmi tenkými proužky olova, prostor mezi nimi je proložen hliníkem. Primární záření je zeslabováno mřížkou jen minimálně, zatímco zeslabení šikmo procházejícího rozptýleného záření je značné. Kvalita mřížky je dána *hustotou mřížky*, tj. počet lamel na centimetr – L/cm, a *poměrem mřížky*, tj. poměr mezi vzdáleností mezi olověnými proužky a jejich výškou (r). Čím vyšší je u stacionárních mřížek počet lamel na centimetr, tím menší je jejich rušivý vliv na snímku.

Pro dosažení co nejlepší účinnosti je nutné respektovat *vztah vzdálenosti ohniska a tvaru mřížky*, tzn. při šikmé projekci dojde ke zhoršení funkce sekundární clony, tj. nedostatečnému omezení vlivu sekundárního záření na RTG latentní obraz.

nejdou použitelné pro zobrazení (pronikly by pouze do podkoží), ale zvyšovaly by radiační zátěž pacienta.(5)

V radiodiagnostice se používají dva typy sekundárních clon, a to *Bucky mřížka* (fokusovaná mřížka), která je uložena v dokovací stanici pro vertigraf nebo vyšetřovací stůl, a *Lysholmova mřížka*²² (paralelní mřížka), jenž je nepohyblivá (samostatná deska) a užívá se při snímkování pacientů na lůžku. (1)

3.5. Rozdělení RTG přístrojů podle funkčnosti:

- skiagrafické²³
 - stacionární a pojízdné
 - mamografické
 - stomatologické
 - speciální
- skiagraficko-skiaskopické²⁴
- skiaskopické stěny, pojízdná C-ramena
- angiografické komplety s DSA²⁵
- CT
- přístroje pro RTG kostní denzitometrii²⁶

²²*Buckyova-Potterova* či *Lysholmova clona* představují **sekundární clonu**, jenž je umístěna mezi pacienta a film (či stínítko nebo zobrazovací systém) - tvořená rovnoběžnými absorbčními lamelami (olověnými pásky), které propouštějí pouze záření ve směru původního svazku, zatímco rozptýlené fotony (pohybující se jinými směry) pohlcují. (5)

²³*Skiografie* – RTG vyšetření, **snímkování**, při němž se prosvícením části těla získá snímek (většinou se ponechává ve formě negativu). Nejběžnější rentgenologická metoda. (4)

²⁴*Skiaskopie* – RTG vyš., **prosvěcování**, při němž se prosvícená část těla přímo pozoruje na obrazovce, dnes se užívá u různých kontrastních vyš., např. zařívacího ústrojí, kde je možné sledovat pohyb příslušných orgánů (polykání, vyprazdňování žaludku apod.). (4)

²⁵**DSA** – zkr. *digitální subtrakční angiografie*. Modifikace RTG vyš. cév (arteriografie) s digitálním počítačovým vyhodnocením obrazu. Snímek dané oblasti před aplikací kontrastní látky se odečítá od snímku s kontrastní látkou. Výsledný obraz je mnohem zřetelnější [*subtrakce* odečtení, *subtraha* zpod něčeho vytáhnout]. (4)

Pro prosté snímkování, v našem případě RTG snímek hrudníku v PA projekci, jsou určeny *stacionární skiagrafické RTG přístroje*²⁷. (1)

Stacionární skiagrafická RTG sestava obsahuje:

- *zářič* na pojízdném sloupu nebo závěsu vybavený primární clonou (určeno pro snímkování pacienta/ů vleže, vsedě nebo ve speciálních polohách nutných pro zhotovení požadovaného vyšetření), na povrchu zářiče i primární clony jsou *ovládací prvky* pro rychlé a pohodlné nastavení zářiče do požadované snímkovací polohy (pro horizontálně podélný posun - doprava/doleva, horizontálně příčný posun - k sobě/od sebe, vertikálně přímočarý pohyb - nahoru/dolů, vertikálně rotační pohyb daný úhlovým rozpětím -/+)

²⁶**Kostní denzitometrie** - metoda pro zjišťování **hustoty** (denzity) **kostní tkáně** na základě míry absorpce X-záření, stanovené pomocí **rtg absorpční fotometrie** (Radiographic Absorptiometry - RA). Kostní denzitometrie hraje klíčovou úlohu při **diagnostice osteoporózy** - patologické redukce minerální a organické kostní hmoty, vedoucí k zeslabení pevnosti kostí. Osteoporóza patří mezi nejrozšířenější poruchy metabolismu kostí a je jednou z nejčastějších příčin fraktur u starších lidí, zejména u žen po menopauze. Včasná diagnostika počínající osteoporózy (osteopénie) je důležitá pro nasazení účinné léčby pro zpomalení či zastavení osteoporózy, než dojde k nenávratným poruchám ve struktuře kostí. (5)

²⁷Volba nevhodnější skiagrafické RTG techniky na základě:

- **potřeb daného pracoviště** – provozní zátěž, pohyblivost pacientů, cílová skupina – děti/dospělí, druhy indikace pro RTG vyšetření,
- **technických parametrů RTG techniky** – výkon generátoru (50-80kW), rozsah napětí (40-150kV), proud na anodě (25-650 mA), elektrické množství (0,4 – 2400 mAs), tepelná kapacita anody (300 kWh), rozsah pohybu zářiče a vyšetřovacího stolu, maximální nosnost plovoucí desky vyšetřovacího stolu, definice pohybu kazetového držáku vertigrafu, údaje o materiálu plovoucí desky vyš. stolu, o vzdálenosti mezi plovoucí deskou a filmem,
- v případě nutnosti snímkování pacientů na lůžku na vyšetřovně volba zářiče se stropním závěsem,
- nutné údaje o ohniskových vzdálenostech - vzdálenost ohnisko-film (100-180 cm), vzdálenost ohnisko-podlaha (42-199 cm), údaje o velikosti ohnisek rentgenky, o kvalitě Bucky mřížky, o rozměrech snímkovacích kazet, o expoziční automatice (3 ionizační komůrky); (14)

- *vyšetřovací stůl*²⁸ s pevnou nebo proměnnou výškou, jenž je vybaven pojízdným vozíkem pro filmový kazetový systém s Bucky²⁹ clonou a expozičními komůrkami, s pevnou nebo plovoucí deskou,
- *vertigraf* obsahující pojízdný vozík pro filmový kazetový systém s Bucky clonou a expozičními komůrkami (určeno pro snímkování pacienta/ů ve stoje nebo vsedě),
- RTG příslušenství:
 - *fixační pomůcky* pro zajištění vyšetřované osoby v požadované poloze při snímkování (fixační pásy, válce, transparentní klíny z polystyrenu – pro podložení vyšetřovaného při šikmých projekcích, podložky z molitanu – pro zajištění pohodlí pacienta, sáčky s pískem),
 - *ochranné pomůcky* pro odstínění ionizačního záření (ochranné zástěry s Pb vložkou pro dospělé/děti, ochranné límce/nákrčníky s Pb vložkou pro ochranu štítné žlázy, stínidla s Pb vložkou k vykrytí mužského genitálu a pánve před IZ různé velikosti, brýle s Pb sklem),
 - *kompresivní tubusy* slouží k dokonalému vyclonění snímkaného pole a současně ke kompresi vyšetřované oblasti u speciálních projekcí (např. užití ušního tubusu u asymetrické projekce³⁰ na skalní kost *os petrosum* dle Schüllera³¹ nebo Runstróma³²),

²⁸Tzv. Bucky stůl – obsahuje pojízdný vozík pro filmový kazetový systém s Bucky clonou a expozičními komůrkami.

²⁹Bucky Gustav – (1880-1963), americký rentgenolog německého původu. (4)

³⁰**Asymetrická projekce** – jednou projekcí zobrazujeme pouze jednu pyramidu. Je to možné ve třech na sebe prakticky kolmých průmětech: zezadu (proj. Stenversova) resp. Zpředu (proj. Arcelinova), shora (proj. Mayerova) a v podélné ose zevního zvukovodu (proj. Schillerova a proj. Runstrómová). Všechny tyto projekce provádíme vždy jako srovnávací snímky. (3)

³¹**Projekce podle Schüllera:**

Technické předpoklady: snímkový stůl s Bucky clonou/sklopná vyš. stěna, kazeta 24/30 s ostře kreslicími/univerzálními fóliemi uložena na šířku, fixační pomůcky, klíny.

- další vybavení RTG oddělení:

- *signofot* se používá k označení snímku po vyjmutí z kazety, tzn. *jméno* pacienta, *rodné číslo*, *datum* a *místo zhotovení* snímku lokalizujeme do části, kde hrozí minimální riziko narušení výpovědní hodnoty samotného RTG snímku (dole uprostřed nebo v rohu snímku), je umístěn v temné komoře, kde probíhá manipulace s RTG snímkem,
- *negatoskop* slouží k prohlížení vyvolaných RTG filmů, technické parametry jako kvalita jasu, možnost jeho regulace a vybavení systémem clon má velký vliv na stanovení konečného výsledku diagnostického procesu; Zásobníkové negatoskopy – jedná se o řadu za sebou uložených rámu vyplněných sklem, nebo jiným průhledným materiálem. Do rámu se upevní

Provedení: pacient leží na břiše, hlavu vytočíme vyšetřovanou stranou k úložné desce tak, aby mediosagitální rovina probíhala rovnoběžně s úložnou deskou. Pacienta v této poloze fixujeme tak, že HK nevyšetřované strany se opírá o stůl, bradu fixujeme klínem z korku/pěnové hmoty/pěst. Ušní boltec vyš. strany přehrneme dopředu a fixujeme kompresivním tubusem.

Centrální paprsek: místo vstupu dva prsty nad zevním zvukovodem nevyš. Strany, skloněn kaudálně o 25° v čáře zevního zvukovodu, dopadá do středu kazety, který leží pod zevním ústím zvukovodu vyš. strany. U správně provedené projekce se překrývají projasnění vnitřního a zevního zvukovodu a středoušní dutiny.

Účel projekce: posouzení mastoidálních sklípků, středoušní dutiny a polohy esovitého splavu před případnou operací.

Při podezření na afekci v oblasti hrotu pyramidy je výhodné, aby p. měl maximálně otevřená ústa. (3)

³²**Projekce podle Runstróma:**

Technické předpoklady: stejné jako u proj. podle Schüllera,

Provedení: dvě modifikace lišící se sklonem CP: u Runstrómovy projekce I sklon CP 15° kaudálně,
u Runstrómovy projekce II sklon CP 35° kaudálně.

Centrální paprsek: sklon CP podle použité modifikace kaudálním směrem tak, že dopadá do středu vyš. zvukovodu a kazety. Místo vstupu CP na lebce je 2 (modifikace I), respektive 4 (modifikace II) prsty nad zevním zvukovodem nevyš. strany v čáře zevního zvukovodu. Častěji užití modifikace II se sklonem CP 35°.

Účel projekce: jako doplňkové vyšetření k Schüllerově projekci – lépe je vidět horní obrys středouši. (3)

rtg snímky. Negatoskop má být vícepólový, abychom na něm mohli porovnávat více snímků vedle sebe. Při studiu malých formátů lze zaclonit ostatní pole negatoskopu. Umístění negatoskopu by mělo být v zatemnitelné místnosti, na negatoskop by nemělo dopadat sluneční světlo. Zdrojem světla jsou zářivky, zapojení v síťovém proudu. (1)

4. RTG obraz:

Jde o dvourozměrný obraz třírozměrného objektu. RTG obraz je *obrazem sumačním*, jenž zachycuje informaci o všech tkáních, kterými záření prošlo bez ohledu na pořadí, v jakém k tomu došlo. Tkáně, jenž absorbují více záření, vytvářejí na snímku zastínění (stín – světlejší), naopak tkáně, které absorbují záření méně, vytvářejí projasnění (tmavší). Snímky se zhotovují ve dvou standardních projekcích, a to v *předozadní*³³ (AP – anteroposteriorní) nebo *zadopřední* (PA – posteroanteriorní) a *bočné*³⁴ z důvodu získání informací o prostorovém uložení. (1, 3)

4.1. Latentní RTG obraz:

Latentní RTG obraz je plastický obraz RTG záření vzniklý díky průchodu záření X vyšetřovaným objektem, tzn. každá tkáň se liší jinou absorpcí RTG záření. Kvalitní latentní RTG obraz znamená získání co nejvíce obrazových informací při minimální dávce ozáření.

Pro dosažení kvalitního latentního RTG snímku je důležité nastavení správných hodnot v kV, mA a sec. pro daný objekt. (1)

4.2. Kazeta s filmem a zesilovacími fóliemi:

Jedná se o pouzdro chránící nevyvolaný film před účinky světla. Vložený film je z každé strany doplněn zesilovací fólií. Kazeta se skládá z rámu, přední³⁵ a zadní stěny³⁶. Některé kazety umožňují označit snímek jménem vyšetřovaného spolu s datem

³³AP projekce – svazek paprsků dopadá na tělo zepředu (anterior-ventralis) a opouští tělo dozadu (posterior-dorsalis). (3)

³⁴Bočná projekce – může být pravá nebo levá podle toho, zda nemocný naléhá na film pravým či levým bokem. (1)

³⁵Přední stěna kazety je z Al nebo jiného materiálu transparentního pro RTG záření. (1)

³⁶Zadní stěna je vybavena fólií z Pb kvůli zachycení zbytkové fotonové energie při snímkování spolu s uzavíracím mechanismem, tj. zámkem pro zajištění kazety před náhodným otevřením mimo temnou komoru. (1)

vyšetření (na přední straně kazety je tzv. identifikační otvor, který se otevře až v komoře). Pro snazší centrování kazety jsou na její přední stěně zářezy. Musí být schopná zajistit dostatečně pevné stlačení obou fólií, jak přední tak zadní, k filmu a přesné naléhání všech 3 částí kvůli co nejmenšímu rozostření obrazu. Dále musí být odolná vůči mechanickému či chemickému poškození a vlhkosti. Poškození zámku má za následek osvětlení filmu, neopatrná manipulace s kazetou nebo její pád způsobí její vyboulení, což vede ke vzniku různých neostrotí na RTG filmu.

Zesilovací fólie převádějí RTG záření na viditelné světlo, které ozáří film, jenž musí být citlivý na světlo vyzařované fóliemi. Jsou nalepené na podložky (plst, molitan) kvůli těsnému naléhání na film. Jedná se o pomůcky, které využívají luminiscenčního efektu RTG záření, jenž dovolují zviditelnit RTG obraz a zvýšit účinky RTG záření na fotografický materiál (fotochemický efekt filmu je poměrně malý z toho důvodu využití luminiscence). Samotná fólie se skládá z *nosné vrstvy*, která je tvořena podložkou (karton, plastická hmota) s označením typu a výrobce, další vrstvou je *vrstva lepidla* z RTG transparentního materiálu, a *vrstvy s luminifory* (krystaly kalciumwolframátu v nitrocelulóze, želatině nebo polyvinyl chloridu)³⁷. Na jejím povrchu je ochranná vrstva z bezbarvého laku (tloušťka: 6-60 μm) z důvodu ochrany před mechanickým poškozením a vlhkostí. Rozlišujeme 3 typy zesilovacích fólií, a to *jemně kreslicí*, jenž je schopná nabídnout ostrý obraz s nižším zesilovacím účinkem, dále *univerzální*, která znamená kompromis (střední zesilující účinek, střední ostrost obrazu), a nakonec *vysoce zesilují*, která nám nabízí velký zesilující účinek s nižší ostrotí obrazu.

Film představuje materiál citlivý na RTG záření a viditelné světlo ze zesilovacích fólií. Je schopen zachytit zviditelněný RTG obraz. Vkládá se do kazety mezi zesilovací fólie. Nejčastěji se užívají *fóliové filmy*, které jsou vybaveny

³⁷Jedna vrstva obsahuje krystaly o velikosti 3-12 μm , kdy vrstva luminiforů má v průměru 25 takových vrstev. (1)

polyesterovou podložkou z RTG transparentního materiálu, jenž je hladká, rovnoměrně silná, mechanicky pevná a zároveň elastická, dále odolná vůči vodě a chemikáliím. Samotný film se skládá z *pojivové vrstvy*, jenž je tvořena z čisté želatiny nebo umělých látek kvůli spojení podložky s *citlivou vrstvou* (emulzní vrstvou) z krystalů AgBr a AgJ, což umožňuje vizualizaci obrazu, dále ze *stabilizátorů* pro zajištění určitých vlastností filmu po celou dobu jeho použitelnosti, z *tvrdidel*, jenž zajišťují odolnost podložky proti poškození v průběhu vyvolání filmu, z *emulgátorů* kvůli rovnoměrnému rozložení krystalů AgBr, z *konzervačních látek*, které zajišťují odolnost filmového materiálu proti plísním a mikrobům, a ze *senzibilátorů* pro zvýšení citlivosti filmu díky vrstvě látek reagujících na dané světlo (foliový film je citlivý na modré světlo). Firmy zabývající se výrobou filmů je dodávají v rozměrech 13x18, 18x24, 24x30, 30x40, 15x40, 35.6x35.6, 35.6x43 cm. *Bezfoliové filmy* mají stejné složení vrstev jako fóliové filmy. Jsou schopny poskytnout vysokou ostrost kresby s menším kontrastem, užívají se pro snímkování zubů a většinou o rozměrech 3x4, 4x6, 2x3 cm. (1, 14)

4.3. Vyvolávací proces:

Při ozáření fotografického materiálu IZ vzniká fotochemická reakce, na jejímž základě dojde k rozpadu (*radiolýze*) AgBr. Důsledkem rozpadu je *uvolnění atomů Ag* z vazby AgBr a následně vznik *latentního obrazu*. Na takto exponované vrstvě vzniká "skrytý" (latentní) obraz tvořený řídko rozloženými atomy Ag. Díky *vyvolávacímu procesu* jsme schopni zviditelnit fyzikálně-chemickou změnu v krystalech AgBr. Jedná se o elektrochemickou reakci, kdy dojde k přenosu elektronů z vyvolávacího činidla na AgBr prostřednictvím atomů Ag v latentním obraze. Br se odštěpí z exponovaného AgBr prostřednictvím vyvolávací látky (metol, hydrochinon), což má za následek redukci AgBr na *kovové Ag⁺*. Z hydroxylové skupiny (OH⁻), která je navázaná na cyklický uhlovodík s benzenovým jádrem, se pomocí vyvolávací látky uvolní iont H⁺, který reaguje s iontem Br⁻, díky čemuž vzniká HBr (kys.bromovodíková), která se rozpustí ve vývojce, a atom Ag. (1)

„Účinek mikroskopického latentního obrazu je *iniciační* a *katalytický* - chemický proces redukce postupně zachvátí celé zrno bromidu stříbrného, vznikne velký počet atomů stříbra (multiplikační faktor cca 10^8). Tento proces nastává jen na těch krystalcích AgBr, které obsahovaly již před vyvoláním několik atomů fotolyticky vyloučeného stříbra. Různá míra expozice fotografické emulze je *zviditelněna* na základě hustoty zrníček koloidního stříbra. Zbylý neosvětlený bromid stříbra se z citlivé vrstvy odstraní rozpuštěním v *ustalovači* (vodný roztok sirnatanu sodného).“ (5)

5. Expoziční automatika:

RTG přístroj je vybaven expoziční automatikou z důvodu ukončení expozice na základě velikosti dávky při průchodu RTG záření objektem.

Dále expoziční automatika musí být nastavena tak, aby latentní RTG obraz obsahoval co nejvíce obrazových informací pro daný objekt. Nastavení citlivosti expoziční automatiky musí dále brát v potaz různou kvalitu používaných filmů při snímkování a rozdílnost snímkových objektů.

Expoziční automatika je tvořena čidlem fotonové energie a elektronikou. Díky elektronice jsme schopni nastavit „zčernání +/-“ od určité námi zvolené hodnoty. (1)

6. PA projekce hrudníku:

6.1. Prostý snímek hrudníku:

Prostý snímek hrudníku stále patří mezi základní diagnostické metody díky rychlému získání informací o současném stavu pacienta a zároveň nízkým finančním nákladům vynaložených za vyšetření a nízké radiační zátěži pro organismus.

6.2. Indikace a kontraindikace:

Mezi *indikace* pro prostý snímek hrudníku patří podezření na onemocnění plic, srdce, mediastina nebo hrudní stěny.

Relativní *kontraindikací* může být gravidita, z tohoto důvodu se během prvních čtyř měsíců provádí pouze neodkladná vyšetření, a proto by se měla plánovaná RTG vyšetření u žen ve fertilním věku provádět v období prvních deseti dnů menstruačního cyklu.

6.3. Příprava pacienta na PA projekci hrudníku:

Není nutná žádná speciální příprava předcházející samotnému vyšetření, tzn. pacient může bez jakéhokoliv omezení jíst i pít. Pacienta po vstupu do vyšetřovny poučíme, aby se svléknul do půli těla, odstranil veškeré kovové předměty nebo silné části oděvu z oblasti hrudníku. Snímatelné zubní náhrady nebo náušnice si pacient může ponechat. V případě ležícího nebo málo spolupracujícího pacienta, se pokusíme noční košilku nebo vrchní část pyžama rozepnout a co nejvíce rozhrnout.

6.4. Způsob provedení PA projekce hrudníku:

Zadopřední (dorzoventrální, PA) projekci hrudníku provádíme vestoje u vertigrafu (nástěnné soupravy).

Pro PA projekci hrudníku užíváme kazetu s rozměry 35/35 cm (u žen nebo mužů drobnější postavy) nebo 35/45 cm (u vyšších a objemnějších pacientů). Pacient se postaví čelem k vertigrafu, hrudník přitiskne k desce, ve které je uložena kazeta, ruce

má v bok. Bradu má umístěnou na středu horního okraje desky, uvolní ramena, které spolu s lokty natočí směrem k desce tak, jak je pacient schopen učinit bez výrazných pocitů bolesti. Ohnuté lokty pacient tlačí dolů a dopředu kvůli největšímu oddálení lopatek. Hřbety rukou si pacient opře o své hýždě.

Musíme zkontrolovat, zda kazeta přesahuje na obou stranách obrysy hrudníku a horní okraj desky přesahuje o 3cm, tj. asi vzdálenost 2 prstů, nad konturou ramen. Ohniskovou vzdálenost nastavíme na 150 cm. Centrální paprsek směřujeme vodorovně (horizontálně) na střed hrudníku a kazety. Hodnoty kV pro PA projekci hrudníku se pohybují kolem 125 a více (tvrdá snímkováč technika), hodnoty pro čas se pohybují pod 20ms. Buď nastavíme mAs, jenž jsou kolem 2,4, nebo použijeme expoziční automat. Snímky hrudníku provádíme bez Bucky clony.

Dále pacienta poučíme, aby zhluboka vydechnul (expirium), nadechnul (inspirium) a poté zadržel dech (apnoe). V expiriu je bránice kupolovitě vyklenutá do hrudní dutiny. Naopak během inspira dojde ke kontrakci bránice, která spolu s mezižeberními svaly zvětší objem hrudního koše, což má za následek roztažení plic. Díky následné apnoe udržíme tento stav po celou dobu expozice a budeme schopni zachytit plíce v celém jejich rozsahu včetně bránice na RTG snímku. Samozřejmě po skončení snímkování pacienta okamžitě informujeme, že již může dýchat.

V případě, kdy pacient není schopen absolvovat vyšetření u vertigrafu, provádíme projekci hrudníku vsedě, kdy pacient sedí zády k vertigrafu, nebo vleže, kdy kazetu vsuneme přímo pod pacientova záda, v obou případech se jedná o předozadní projekci (ventrodorzální, AP). U AP projekce hrudníku vsedě namíříme centrální paprsek horizontálně stejně jako u PA projekce, naopak u AP projekce vleže RTG paprsky směřují svisle (vertikálně). V rámci možností se snažíme dodržet co největší oddálení lopatek, při centraci kazety se řídíme obrysem ramen a expozici provádíme v hlubokém nádechu.

7. Vznik chyb při PA projekci hrudníku:

7.1. Povinnosti radiologického asistenta (RA):

- zajistit ochranu osobních dat nemocného před zneužitím,
- přečíst žádanku, kde je uvedeno požadované vyšetření, a v případě, že pacient dotyčné vyšetření již v ten den absolvoval, což je RA schopen zjistit z informačního systému daného pracoviště, poradit se s lékařem majícím službu nebo požadujícím dané vyšetření, jestli je opravdu nutné vyšetření provádět znovu a tak zbytečně vystavit pacienta vlivu IZ,
- snímkovat v poloze či postavení, která/é je pro nemocného pohodlná/é, a zajistit podmínky nutné pro navození pocitu pohodlí u takto vyšetřované osoby, tj. čistá, klidná a přiměřeně teplá vyšetřovna/snímkovna,
- zhotovit dokonalý snímek, provést požadované vyšetření bez dalšího opakování z důvodu ochrany pacienta před ionizačním zářením, tzn. co nejnižší radiační zátěž,
- RA dle zákona není kompetentní podávat informace ohledně pacientova zdravotního stavu, v takovém případě nemocného odkáže na ošetřujícího lékaře,
- v kompetenci RA je poskytnutí informací ohledně místa, doby, způsobu vyšetření a získání nálezu,
- RA není oprávněn provádět opravy přístrojů ani zasahovat do chodu přístrojů,
- RA řeší problémy ohledně centrování, exponování snímků a jejich zpracování v temné komoře;

7.2. Druhy chyb při PA projekci hrudníku:

Radiologický asistent v průběhu celého procesu zhotovení RTG snímku PA projekce hrudníku, tzn. od přijetí pacienta až po vyvolání RTG filmu, může učinit chybu/y v důsledku své neznalosti, neopatrnosti či únavy anebo rutiny, a to:

- a) RA způsobí záměnu jména, rodného čísla,

- b) RA nedostatečně informuje vyšetřovaného ohledně přípravy na samotné vyšetření (oblečení, kovové předměty), postavení pacienta během snímkování,
- c) RA nepostupuje dle instrukcí uvedených na žádance ohledně požadovaného vyšetření, provede požadovanou projekci ale s menšími odchylkami nebo úplně jinou projekci,
- d) RA postupuje dle žádanky, provede požadované vyšetření, aniž by si ověřil, jestli pacient dotyčné vyšetření ten den již nepodstoupil, což má za následek zvýšení radiační zátěže u pacienta,
- e) RA nezajistí správnou pozici pacienta pro PA projekci hrudníku,
- f) RA nedodrží ohniskovou vzdálenost potřebnou pro PA projekci hrudníku, což je 150 cm,
- g) RA neupraví velikost snímkovacího pole podle velikosti užitě kazety,
- h) RA špatně umístí stranové označení,
- i) RA nevhodně zaměří centrální paprsek dle vyšetřované pozice na základě světelného pole, tzn. nerespektuje orientační body pro PA projekci hrudníku jako je obrys ramen nahoře a konec žeber dole,
- j) RA nezajistí dostatečné vyclonění snímkovacího pole, které je kompromisem mezi získáním co nejvíce informací a současně zajištěním ochrany pacienta před nadměrným a zbytečným ozařováním,
- k) RA špatně nastaví hodnoty v kV/mAs – RA by měl při nastavení hodnot zohlednit konstituci vyšetřovaného, tzn. v přednastavených programech platí hodnoty pro člověka průměrné konstituce, v případě rozdílů jako je štíhlost až hubenost nebo naopak obezita, je nutné tyto průměrné hodnoty upravit v kladném nebo záporném směru, jinak při zadání nižších hodnot kV/mAs než má být, vznikne podexponovaný (tmavý obraz), a naopak při vyšších hodnotách kV/mAs, získáme přeexponovaný (světlý obraz) RTG snímek, u obou snímků mají informace sníženou až nulovou výpovědní hodnotu, což má za následek opětovné snímkování, opakování celé procedury, zvýšení radiační zátěže u vyšetřovaného,

- l) RA neposkytne pacientovi informaci o způsobu dýchání v průběhu expozice, tzn. „hluboký výdech, nádech a následné zadržení dechu“,
- m) nevhodná manipulace s filmem ze strany RA jako je nedovření či pootevření kazety s nevyvolaným filmem mimo temnou komoru, označení špatné strany RTG snímku jménem a rodným číslem pacienta, ozáření filmu světlem před vložením do vyvolávacího automatu.

7.3. Eliminace chyb při PA projekci hrudníku:

RA se vždy musí ujistit, že souhlasí jméno i rodné číslo vyšetřovaného.

RA se vždy ujistí, že pacient dostatečně pochopil pokyny, kterými se má řídit, v případě nutnosti vše zopakuje.

RA se vždy řídí pokyny uvedenými na žádance, tzn. neprovádí samovolně nějaké úpravy pouze v případě nutnosti (pacientova omezená pohyblivost, bolestivost při zaujímání požadované pozice) nebo po poradě s lékařem. Samozřejmě platí, že v případě požadavku na vyšetření, které pacient již absolvoval, upozorní lékaře na tuto skutečnost a dle vážnosti příčiny pro požadované vyšetření se rozhodne, jestli vyšetření provede či nikoliv.

RA se musí ujistit, že pacient je schopen zaujmout požadovanou pozici. Podle stupně imobility zajistí pro pacienta vhodnou oporu nebo zvolí vhodnější způsob snímkování než vestoje u vertigrafu, tj. vsedě nebo vleže na lůžku. Samozřejmě ještě jednou zkontroluje celé postavení a upraví chyby.

RA musí nastavit potřebnou ohniskovou vzdálenost pro PA projekci hrudníku, tj. 150cm, dále musí zajistit, aby snímkovací pole odpovídalo velikosti použité kazety, správně umístit stranovou značku, zaměřit centrální paprsek a dostatečně snímek vyclonit kvůli omezení radiační zátěže pro pacienta.

Na ovládacím panelu jsou přímo od výrobce přednastaveny programy pro používané snímkovací pozice spolu s průměrnými hodnotami v kV/mAs, ovšem v důsledku odchylek od průměru je nutné tyto přednastavené hodnoty upravit podle

konstituce vyšetřovaného (+/-). Po nastavení hodnot před samotnou expozicí musí RA zajistit, aby pacient hluboce nadechnul a následně zadržel dech kvůli poklesnutí bránice po stranách a udržení v tomto postavení.

RA musí zajistit, že kazeta s nevyvolaným filmem bude otevřena až v temné komoře z důvodu prevence znehodnocení snímku světlem, dále veškerá manipulace s kazetou nebo filmem bude šetrná, nepovede k jakémukoliv poškození. RA zajistí označení filmu daty vyšetřovaného (jméno, rodné číslo) tak, aby nesnížil výpovědní hodnotu snímku, a následně vloží do vyvolávacího automatu.

8. Závěr:

V průběhu práce jsem si ověřila, že radiologický asistent je schopen přímo ovlivnit kvalitu RTG snímku PA projekce hrudníku na základě dodržení PA pozice, tzn. stojící pacient u vertigrafu. V případě nutnosti zhotovení snímku v AP projekci nacházíme rozdíly v obrazu mezi PA projekcí hrudníku a AP projekcí vsedě, kdy na snímku vidíme vyšší postavení bránice a zvětšený srdeční stín, a AP projekcí vleže za přítomnosti závojovitého zastínění hemitoraxu na základě uložení volné tekutiny v pleurální dutině co nejnižší (dorzálně) a zvětšeného srdečního stínu. Dále volbou správné velikosti kazety, nastavením odpovídajících hodnot v kV/mAs podle zvyklostí daného pracoviště a svých vlastních zkušeností.

Mezi aspekty, které RA může ovlivnit v omezené míře nebo vůbec, patří RTG přístroj (vybavenost RTG přístroje, doba jeho pořízení, poruchovost), filmy (kvalita, citlivost filmu, expirační doba,), vyvolávací proces (nastavení).

Pro použití digitální techniky mluví možnost provádění úprav snímku (možnost nastavení kontrastu a velikosti obrazu) bez nutnosti dalšího snímkování pacienta, což u klasických snímků není možné (pro získání dalších informací je nezbytné opětovné snímkování spolu se zvýšením radiační zátěže). Archivace digitálních snímků je omezena velikostí procesové paměti (CD, DVD). V případě archivace klasických snímků je nutnost mnohem větších prostor z důvodu uložení snímků bez nálezu po dobu 3 let a 10 let u snímků s nálezem dle zákona. Nevýhodou digitální techniky je vyšší pořizovací cena oproti klasickým snímkům.

9. Seznam použité literatury:

1. Chudáček Z.: *Radiodiagnostika I. část*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1995, 293 s. ISBN 80-7013-114-4.
2. Nekula J. a kol.: *Radiologie*. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005, 205 s. ISBN 80-244-1011-7.
3. Ort J. a kol.: *Radiodiagnostika II. část. Radiodiagnostika kostí – projekční část*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1997, 124 s. ISBN 80-7013-240-X.
4. Vokurka M., Hugo J. a kol.: *Velký lékařský slovník*. 4. vyd. Praha: MAXDORF s.r.o., 2004. ISBN 80-7345-037-2.
5. Ullmann V.: 3.2. Rentgenová diagnostika, <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>.
6. Aura Medical, <http://www.aura-group.cz/rtg-pristroje-prima-digitalizace-snimkovna-uni.htm>, 2002-2006.
7. Arbterová A.: *RENTGENKY A SPEKTRUM RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ*, <http://www.dbme.feec.vutbr.cz/ubmi/courses/MKZS/rentgenky.ppt>, slide 13, 14, 15, 16, 18.
8. CoJeCo, <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/38533-dystrofie>, 16.08.2006.
9. *Stavba elektronového obalu*, www.gvi.cz/files/chemie/seo.doc.
10. <http://www.flickr.com/photos/curiousexpeditions/504632423/in/set-72157600231123777/>, 19.05.2007.
11. Harris T.: *How X-rays Work*, <http://health.howstuffworks.com/x-ray2.htm>.
12. *Státnice z elektroniky, Kapitola 4-Tyristory, triaky, 4.2. Tyristor*, <http://www.sweb.cz/jjohnyk/elektronika/04.htm>.
13. Lynette, <http://www.teamwiggly.com/gallery/show/125>, 03.06.2007.
14. (C) V.M.K, <http://www.vmk-rtg.cz/>, 2001 – 2007.

15. (C) V.M.K, <http://www.vmk-rtg.cz/pausch-naradi-cs-2000.htm>, 2001 – 2008.
16. (C) V.M.K <http://www.vmk-rtg.cz/unimat.htm>, 2001 – 2008.
17. WIKIPEDIE *otevřená encyklopedie*, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen>, 06.02.2008.
18. WIKIPEDIE *otevřená encyklopedie*, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlnová_délka, 09.04.2008.
19. WIKIPEDIE *otevřená encyklopedie*, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Wolfram>, 01.03.2008.

10. Klíčová slova:

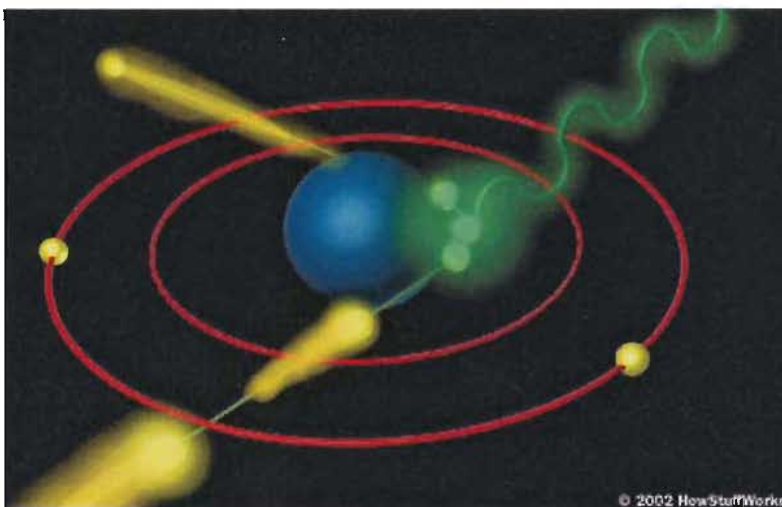
RTG záření, RTG přístroj, latentní RTG obraz, vyvolávací proces, PA projekce
hrudníku

11. Přílohy:

RTG záření:



The free electron collides with the tungsten atom, knocking an electron out of a lower orbital. A higher orbital electron fills the empty position, releasing its excess energy as a photon. (11)



The free electron is attracted to the tungsten atom nucleus. As the electron speeds past, the nucleus alters its course. The electron loses energy, which it releases as an X-ray photon. (11)

RTG přístroj z roku 1910:



RTG přístroj postavený Wilhelmem Roentgenem, nachází se v Semmelweiss Medical Museum. (10)

X-Ray Machine Wiggly from Kingston Hospital: (13)



Schéma RTG přístroje v současnosti: (11)

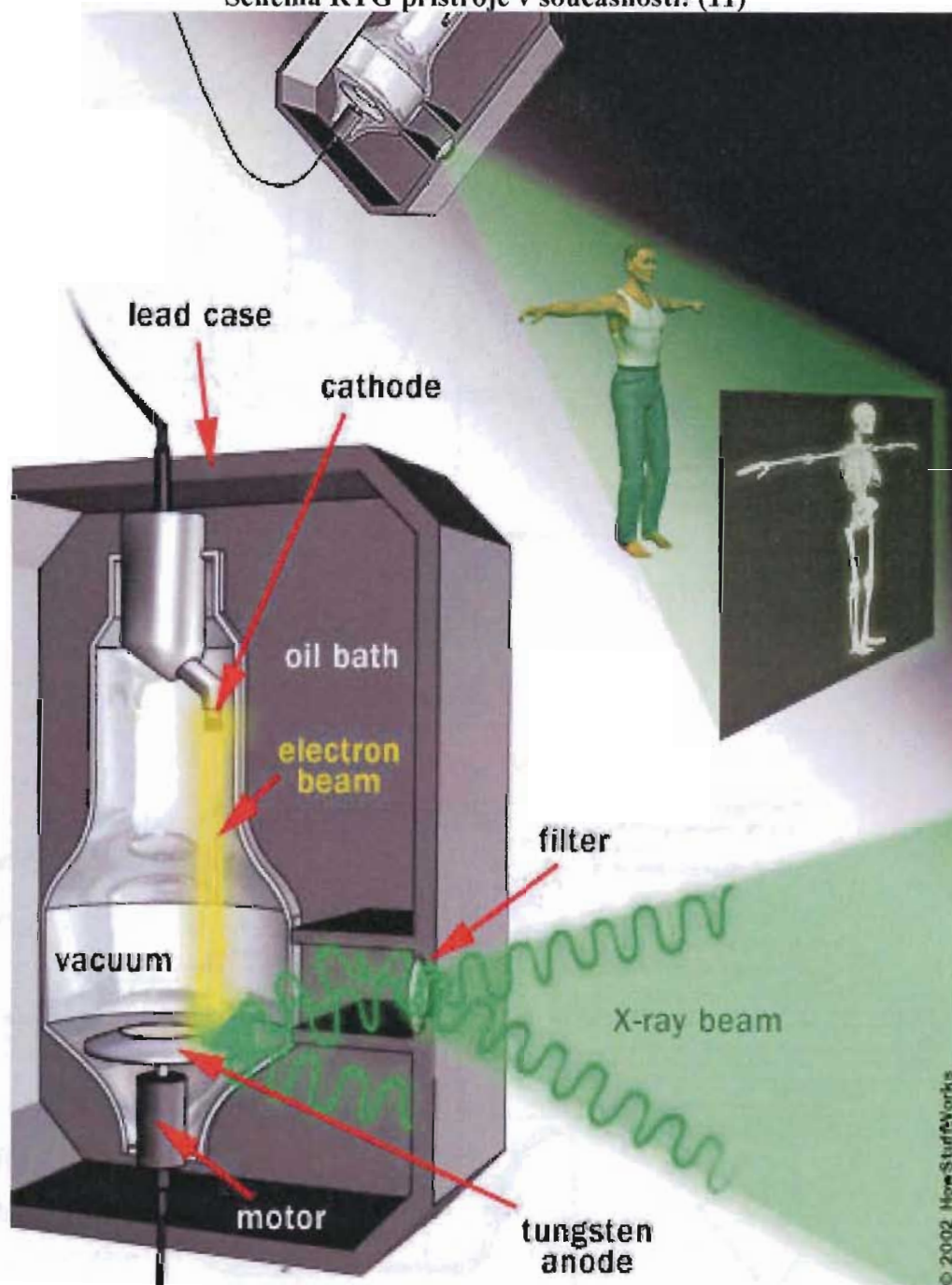


Schéma rentgenky s pevnou anodou: (7)

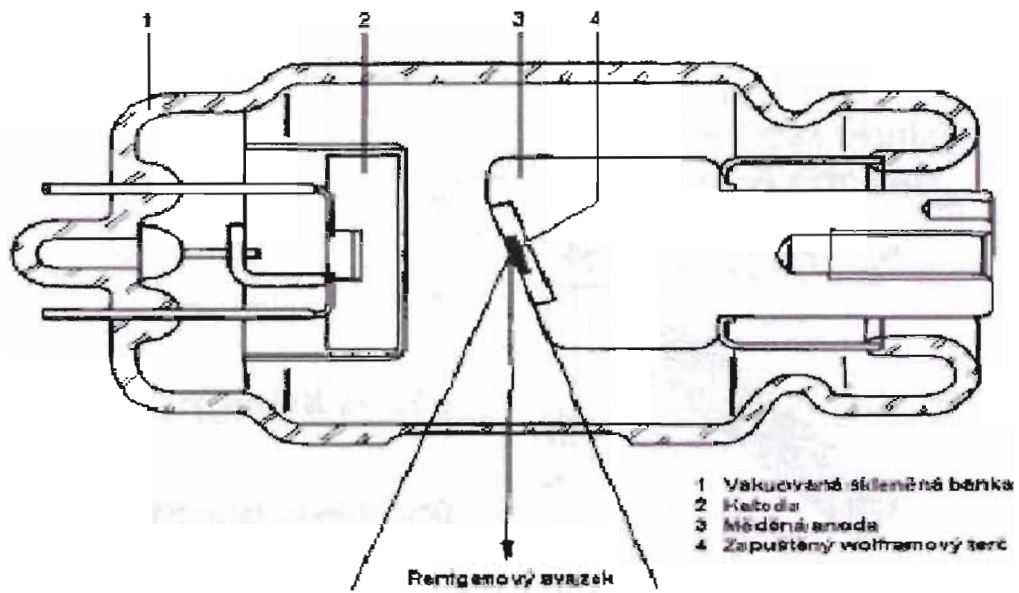
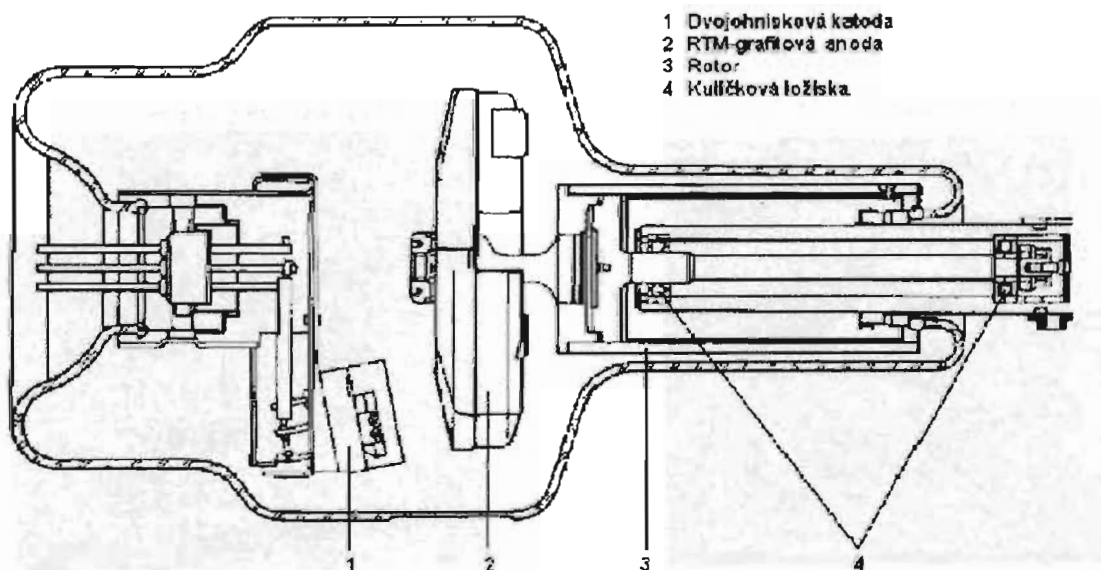
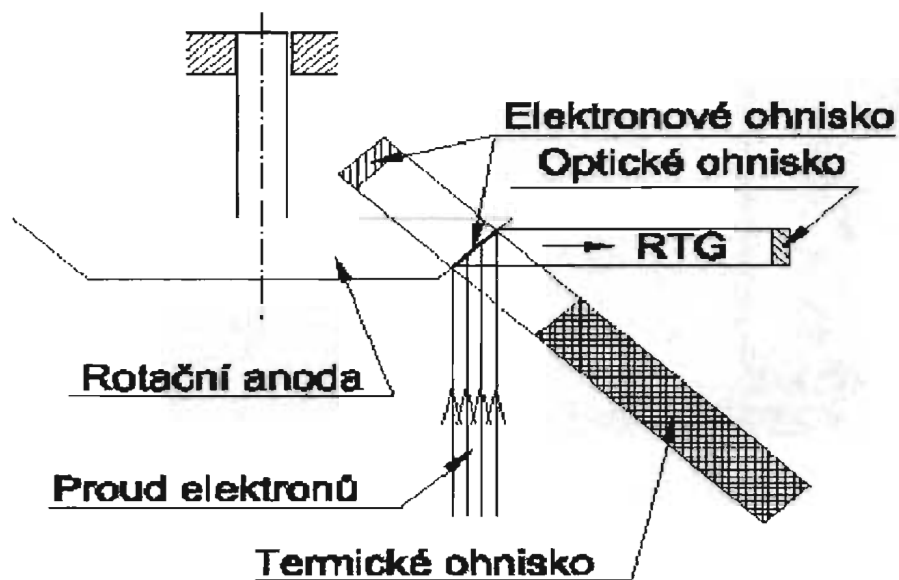


Schéma rentgenky s rotační anodou: (7)



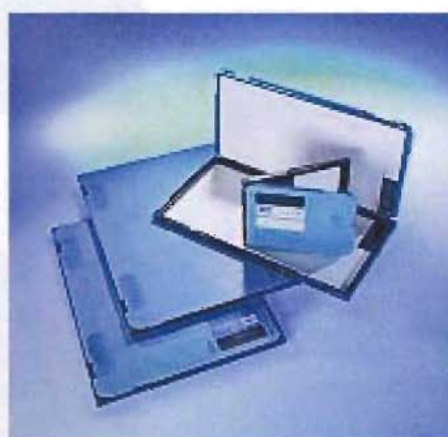
Elektronové, termické a optické ohnisko rentgenky: (7)



RTG přístroj: (15)



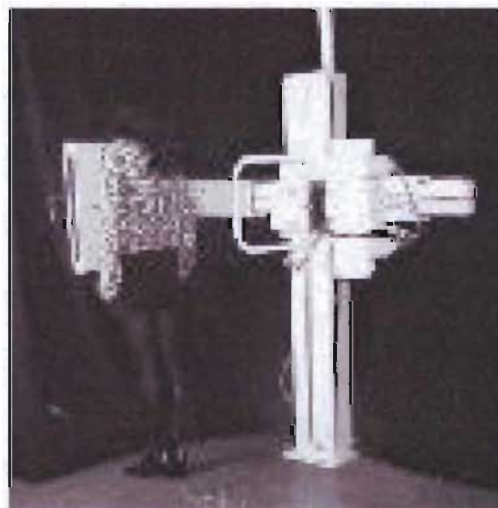
Kazety: (14)



Vertigraf s dokovací stanicí: (6)



Postavení pacienta u vertigrafu: (16)



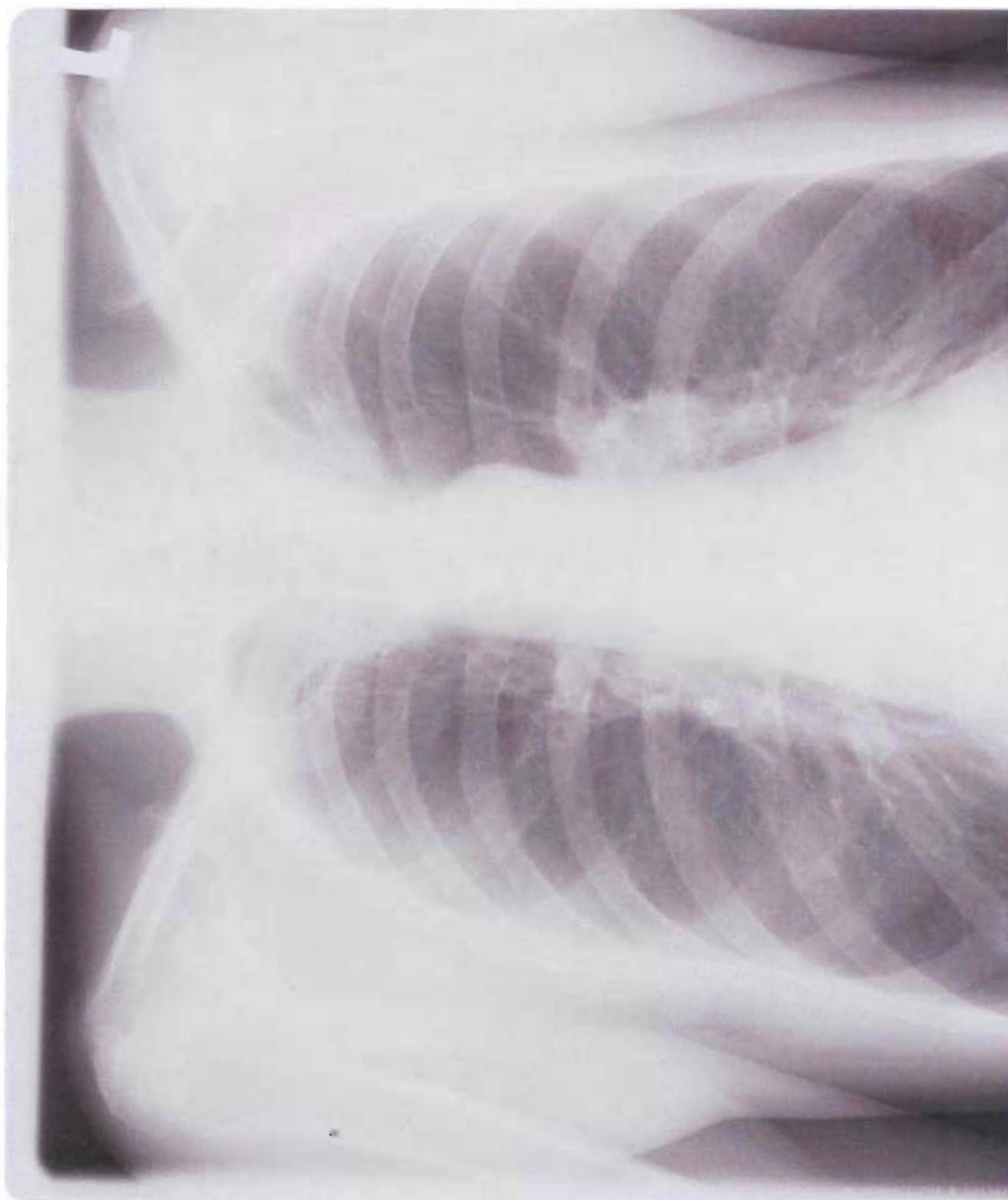
Podexponovaný RTG snímek:



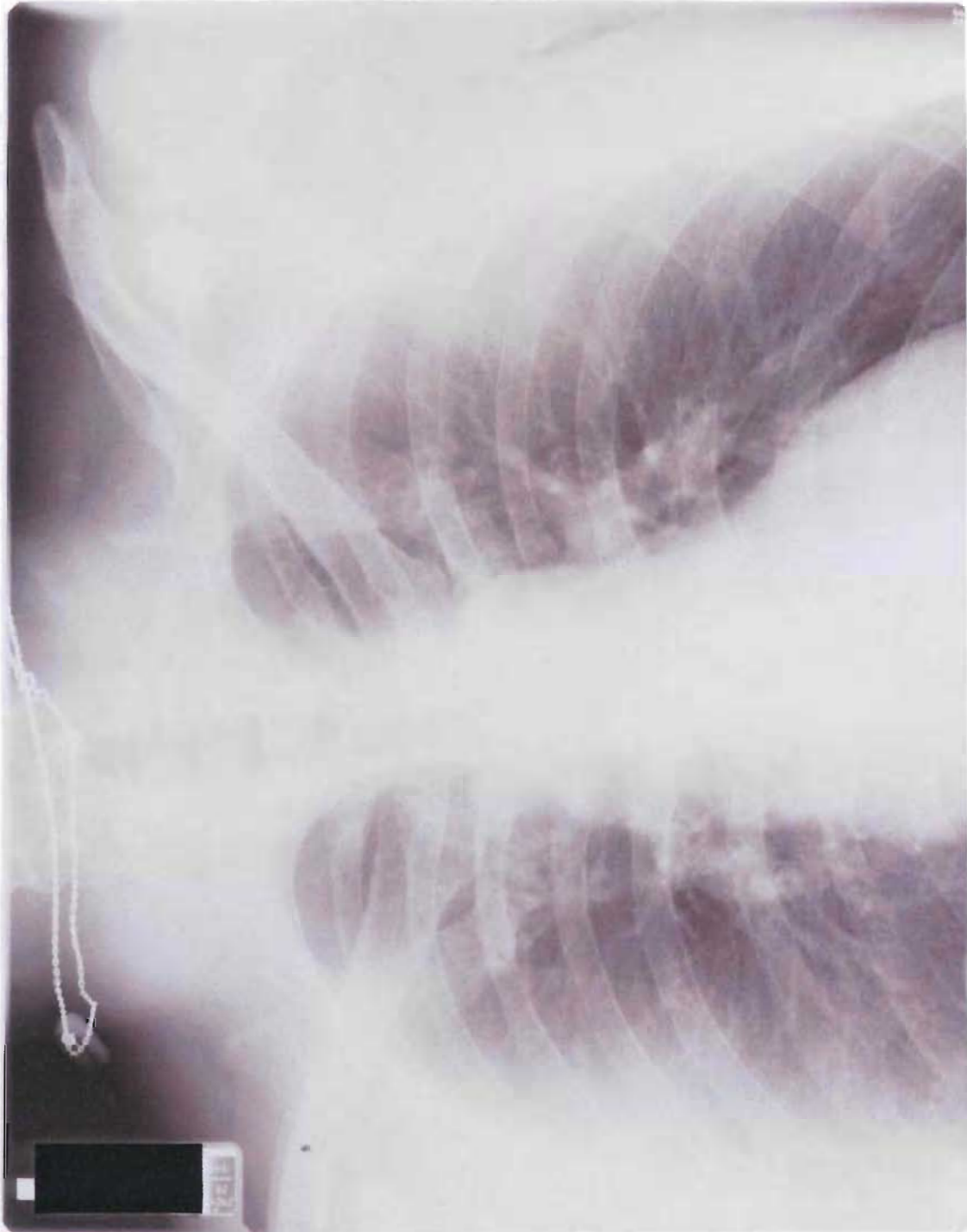
Neexponovaný RTG snímek (pouze vyvolaný):



Špatně centrováný RTG snímek:



Ořizlý RTG snímek:



Ořízlý RTG snímek:

