

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD  
Ústav radiologických metod

Jana Slaninová

**Současná radiodiagnostika intersticiálních plicních procesů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Eva Kocová

Olomouc 2014

## ANOTACE

Druh práce: p ehledová bakalá ská práce

Název práce v J: Sou asná radiodiagnostika intersticiálních plicních proces

Název práce v AJ: Contemporary radiodiagnostics of interstitial lung diseases

Datum zadání: 4.12.2013

Datum odevzdání: 30.4.2014

V<sup>TM</sup> fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta zdravotnických v d  
Ústav radiologických metod

Autor práce: Slaninová Jana

Vedoucí práce: MUDr. Eva Ko ová

Oponent práce: MUDr. Filip tvtlík, PhD.

Abstrakt v J: Bakalá ská práce je zam ena na sou asné možnosti radiodiagnostiky intersticiálních plicních proces a možnosti ovlivn ní kvality vy-et ovacích postup z pohledu radiologického asistenta. Cílem práce je p edložit ucelený p ehled publikovaných poznatk k problematice zobrazování intersticiálních plicních proces pomocí b flného RTG snímku a HRCT. Pro pot eby této práce byly pouflity elektronické informa ní zdroje UP v Olomouci a odborné lánky v dostupných periodikách.

Abstrakt v AJ: Bachelor thesis focuses on contemporary possibilities in radiodiagnostics of interstitial lung diseases and influencing quality of examination procedures by the view of the radiology

assistant. The aim of the study is a view of contemporary knowledge about interstitial lung diseases imaging by the usual X-ray pictures and HRCT. For thesis were used electronic sources of UP Olomouc and the articles in available profession magazines.

Klí ová slova: RTG plic, HRCT plic, intersticiální plicní proces, plicní fibróza

Klí ová slova v AJ: Lung X-ray, Lung HRCT, interstitial lung diseases, lung fibrosis

Rozsah práce: 47 stran, 13 p íloh

Prohlá-uji, že jsem bakalá skou práci vypracovala samostatn a pouflila jen  
uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2014

-----  
podpis

Děkuji MUDr. Evě Kovalové za odborné vedení bakalářské práce, za cenné rady, ochotu a konstruktivní připomínky při její tvorbě.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b>	7
<b>1. DIFÚZNÍ INTERSTICIÁLNÍ PLICNÍ PROCESY</b>	10
1.1 Anatomie	11
<b>2. PROSTÝ SNÍMEK PLICÍ</b>	11
2.1 Technické aspekty RTG plicí	12
2.2 Provedení RTG plicí	15
2.3 Hodnocení RTG plicí	16
<b>3. VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE PLIC S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM</b>	18
3.1 Technické aspekty HRCT plicí	19
3.2 Provedení HRCT plicí	23
3.3 Hodnocení HRCT plicí	23
3.4 Klasická tomografie	24
3.5 Centra diagnostiky a léčby IPP	24
<b>4. OVLIVNĚNÍ KVALITY A DODRŽOVÁNÍ RADIAČNÍ OCHRANY Z POHLEDU RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA</b>	25
4.1 Kvalita radiodiagnostického vyšetření a radiační ochrana	25
4.2 Zdravotnický personál	27
4.3 Lékařské ozáření	28
<b>ZÁVĚR</b>	30

## SEZNAM ZKRATEK

## SEZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH A ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ

## SEZNAM PŘÍLOH

## PŘÍLOHY

## ÚVOD

Intersticiální plicní nemoci (IPP) řítají kolem 200 samostatných a popsaných onemocnění. Jedna z nejastjících forem je idiopatická plicní fibróza (IPF). Radiologický obraz IPF je popisován jako obvyklá intersticiální pneumonie (UIP).

etnost této nemoci celosv tov stoupá. Je-t v r. 1964 byla prevalence IPF v eské republice, to je pom r po tu jedinc s touto nemocí a po tem v-ech jedinc ve sledované populaci, 2,44/100 000 obyvatel. V roce 1998 to jifl bylo 10,9/100 000 obyvatel (Vo ková, 2007). V sou asné dob je prevalence celosv tov odhadována na 13-20/100 000. Tato epidemiologická data jsou ale s neyv t-í pravd podobností podhodnocena vzhledem k poddiagnostikovanosti IPF (Va-áková, 2007, s. 233). Prevalence v-ech intersticiálních plicních proces je 60-80/100 000 (Va-áková, 2012). Pro porovnání prevalence astmatu je 3000-5000/100 000 (Bure-, Horá ek, 2003, s. 107). Diagnostika IPP se opírá o multiklinický pohled na onemocnění, jehoí sou ástí je klinický stav pacienta, kvalitní radiodiagnostické vy-et ení, p ípadn histopatologické vy-et ení.

Snahou radiodiagnostických zobrazovacích metod je zachytit onemocnění v co nej asn j-ím stádiu nemoci. Tato bakalá ská práce se zabývá jednotlivými metodami sou asné radiodiagnostiky plic se zam ením na IPP, jejich diagnostiku a následné sledování v pr b hu nemoci.

Otázky bakalá ské práce:

1. Je v dne-ní dob , i p es rozmach moderních radiodiagnostických zobrazovacích metod, po ád vhodný a pot ebný prostý rentgenový snímek (RTG) plic?
2. Je po íta ová tomografie s vysokým rozli-ením (HRCT) v sekven ním provedení nenahraditelná?
3. M íle, p ípadn jak, práce radiologického asistenta ovlivnit kvalitu rentgenového snímku plic a vy-et ení pomocí HRCT?

Cílem bakalá ské práce bylo zjistit, jaké byly publikovány poznatky týkající se sou asné radiodiagnostiky a moflností zobrazování intersticiálních plicních proces . Na základ otázek se odvíjí tyto cíle bakalá ské práce:

1. P edloíit dosud publikované poznatky o pevném míst RTG plic v sou asném diagnostickém algoritmu IPP.

2. P edloffit dosud publikované poznatky o nutnosti a nezastupitelnosti metody HRCT v diagnostice IPP.
3. P edloffit dosud publikované poznatky o možnostech ovlivnění kvality vyšetření ze strany radiologického asistenta.

Jako vstupní studijní literatura byly použity tyto publikace:

1. NEKULA, Josef, HE MAN, Miroslav, VOMÁ KA, Jaroslav, KÖCHER, Martin. 2001. *Radiologie*. 3. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-1011-7
2. WEBB, Richard, W., MULLER, Nestor, Luiz, NAIDICH, David, P. 2009. *High-resolution CT of the Lung*. 3. vydání. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2009. ISBN-13:978-0-7817-6909-9, ISBN-10:0-7817-6909-4
3. CORNE, Jonathan, CARROL, Mary, BROWN, Ivan, DELANY, David. 2004. *RTG hrudníku, srdce a plic pro praxi*. 1.vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0776-4
4. NA KA, Ond ej, ELIŠKOVÁ, Miloslava. 2009. *P ehled anatomie*. 2. vydání. Praha: Galén, Karolinum, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0, 978-80-246-1717-6.
5. VOMÁ KA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK, Ji í. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

Vyhledávací strategie:

P ehled dohledaných informací byl vytvořen na základě práce s on-line přístupnými databázemi odborných článků a publikacemi.

Byly použity tyto databáze: Bibliographia medica echoslovaca (volně dostupná databáze z lékařství a zdravotnictví), EBSCO (megazdroj vdeckých informací pro společenské a humanitní obory), MEDLINE (světová lékařská bibliografická databáze) a ProQuest (multioborové plnotextové databáze) z nabídky portálu elektronických informací zdroj Univerzity Palackého Olomouc. Kromě uvedených databází byl k vyhledávání použit i Google Scholar. Jako hlavní vyhledávací jazyk byl použit jazyk anglický. Dále byly použity jazyky český, slovenský a německý. Vyhledávací období bylo omezeno od roku 1982 pro metodu HRCT, pro metodu prostého snímku plic nebylo období vymezeno. Popis základní techniky provedení prostého snímku plic a technika počítačové tomografie v odborných článcích nebyla nalezena, proto byly použity odborné publikace.



Jako klíčová slova pro vyhledávání byla použita slova RTG plic, HRCT plic, intersticiální plicní proces, plicní fibróza, technika RTG snímku plic, technika HRCT plic, radiologický asistent.

Na základě uvedených kritérií bylo nalezeno 34 článků, použito bylo 8. Zbylé články nebyly použity z důvodu opakování již použitých informací, nedostatku informací vztahujících se k danému problému, nebo naopak uváděly příliš detailní informace, zaměřené na velice specifický problém. Tyto články by nevedly ke splnění cíle bakalářské práce.

Byly použity elektronické zdroje Fakultní nemocnice Motol v Praze, Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové, české pneumologické a fyziologické společnosti, výukový portál o multidetektorové výpočetní tomografii, učebních textů pro mediky. Dále byly ke tvorbě bakalářské práce použity přednášky z kongresů a symposií v elektronické podobě, věstníky Ministerstva zdravotnictví České republiky, zákony a směrnice.

## 1. DIFÚZNÍ INTERSTICIÁLNÍ PLICNÍ PROCESY

Difúzní intersticiální plicní procesy (IPP) tvoří etiologicky značně velkou, heterogenní (nestejnorodou) skupinu onemocnění plicního parenchymu, která mohou být akutní, ale převážně jde o chronická, pozvolně progredující zánětlivá onemocnění dolních cest dýchacích a plic. Tato rozsáhlá skupina chorob má společné charakteristické znaky o poškození stěny plicních alveol a intersticiálního pojiva, bronchiol a kapilár. Dochází k porušení bazální membrány alveol a kapilár (Sovová, 2012, s. 102). Klinická manifestace a radiologický obraz těchto nemocí je velmi podobný (Vašáková, 2007, s. 234).

Prvotní stimul, působící na tyto struktury, způsobuje zánět v alveolech. Zánět může přejít až ve vazivovou postavbu plic a fibrózu. Cíť je ireverzibilní proces. Obecně platí, že procesy s převahou fibrózy hůře reagují na léčbu a mají i horší prognózu. Prognóza IPP je nejhorší u idiopatické plicní fibrózy (těť kryptogenní fibrotizující alveolitida), kde je střední doba přežití 3-5 let (Vašáková, 2007, s. 233) navzdory léčbě. Jiné IPP například sarkoidóza mají mnohem lepší prognózu. Sovová udává, že 50-60% případů sarkoidózy se zhojí spontánně ad integrum (Sovová, 2012, s. 107).

Difúzní intersticiální procesy se podle etiologie dělí do dvou základních skupin o skupinu se známou a neznámou příčinou. První skupina se známou příčinou zahrnuje pneumokoniózy, exogenní alergickou alveolitidu, poškození po ozáření a polékové poškození plic (Sovová, 2012, s. 102). Příčina pochází z vnějšího prostředí (infekce, expozice organických a anorganických prachů, radioterapie, léky o amiodaron, busulfan) tzv. exogenní vlivy. Nebo známá příčina pochází z vnitřního prostředí (genetika, imunita), pak se jedná o tzv. endogenní vlivy. Do druhé skupiny řadíme procesy s neznámou příčinou o idiopatické intersticiální pneumonie a plicní granulomatózy (příloha . 1).

Incidence IPP, v porovnání s ostatními závažnými plicními onemocněními (například astma bronchiale, nádory plic i pneumonie), je velmi nízká (Bureš, Horáček, 2003, s. 107). Jde tedy o méně častá onemocnění, proto jejich diagnóza patří k nejobtížnějším v pneumologii (Terešková, Vašáková, 2013, s. 261).

V klinickém obraze IPP převládá postupně se zhoršující dušnost, která se objevuje při fyzické aktivitě a dráždivý (s expektorací nebo bez expektorace). Tyto příznaky se projevují nejdříve po námaze, v terminálním stadiu nemoci je dušnost i klidová. Někdy i

pacienti trpí febriliemi, úbytkem na váze, ast j-ími respira ními infekcemi, hemoptýzou.

Diagnostika intersticiálních plicních proces se opírá o pe liv odebranou anamnézu, fyzikální vy-et ení a laboratorních vy-et ení. D leflité je dále funk ní vy-et ení plic, event. bronchoskopie s bronchoalveolární laváží (BAL). Nezastupitelné místo v diagnostice IPP mají radiodiagnostické zobrazovací metody ó skiagram hrudníku (RTG plic) ve dvou projekcích, zejména pak mnohem p esn j-í po íta ová tomografie s vysokým rozli-ením (HRCT) (Sovová, 2012, s.103). P i nejednozna né diagnóze p ichází v úvahu plicní biopsie a verifikace diagnózy histopatologem. Biopsie plicní tkán se provádí cestou transbronchiální endoskopem nebo transparietální ó transthorakální chirurgickou cestou pod kontrolou po íta ovou tomografií (CT). Syntézou v-ech uvedených diagnostických metod je výsledná diagnóza. P esná a v asná diagnóza onemocn ní je velice d leflitá, protofle n které IPP jsou reverzibilní pouze v asných stádiích onemocn ní (Terclová, Va-áková, 2013, s. 261-262).

## 1.1 Anatomie

V t-í bronchy, plicní cévy a intersticiium utvá í bronchovaskulární svazky. Spole n se sekundárními lobuly anatomicky utvá í vlastní plíce. Sekundární lobulus je základní stavební a funk ní jednotka plic (p íloha . 2). Má tvar malé pyramidy, zde se potkávají dýchací cesty s krevním e i-t m a probíhá vým na dýchacích plyn . (Smithuis et al, 2006) (p íloha . 3).

## 2. PROSTÝ SNÍMEK PLIC

Prostý snímek plic je rentgenologické (dále RTG nebo skiagrafické), nativní (bez pouflití kontrastní látky) zobrazení hrudníku a v n m uloflených orgán . Jedná se o suma ní snímek, zobrazuje se trojrozm rný ó 3D objekt (lidské t lo, v na-em p ípad hrudník) v dvourozm rném ó 2D obraze (RTG snímek plic).

RTG plic je jedno z nejstar-ích rentgenologických vy-et ení, ale dodnes pat í k základním a nej ast ji uflívaným skiagram m. Veldkamp uvádí, fle v Nizozemí je t etina v-ech rentgenologických vy-et ení práv RTG plic. Podobné je to i v ostatních západních zemích. Skiagram hrudníku z stává oporou

pro diagnostiku široké škály plicních onemocnění, i přes vývoj moderních technologií v posledních desetiletích jako je počítařová tomografie (CT). Jeho výhodou zůstávají nízké náklady, nízká dávka záření, rychlost pořízení snímku (Veldkamp et al., 2009, s. 209) a minimální nutnost manipulace s pacientem. V závažných případech není ani potřeba pacienta transportovat na radiodiagnostické (RDG) oddělení. Na lůžkovém oddělení, které je vybavené pojízdným RTG přístrojem, se snímek provede přímo u lůžka pacienta.

RTG plic podává základní informace o stavu skeletu hrudníku, mediastina, srdečního stínu a plic (Bureš, Horáček, 2003, s. 109). Je ale limitován diagnostickou citlivostí a specifitami. Mnoho nemocí zůstává tzv. okultních (skrytých) a proto nemohou být správně hodnoceny i na kvalitním RTG plic (Zompatori, 2004, s. 4). Hrudní dutina obsahuje životně důležité orgány srdce a plíce (FN Motol, 2013).

Na skiagramu plic je nutné odhalit jakékoliv odchylky od normálu a proto zůstává na prvním místě v radiodiagnostickém algoritmu u difúzních intersticiálních plicních procesů.

RTG plic při intersticiálním plicním procesu (IPP) poskytuje základní informace o výskytu nodulárních drobných uzlíků, retikulací, síťovité kresby a nepravidelných neostře ohraničených stínů (Sovová, 2012, s. 103). Tyto nálezy jsou nejčastěji lokalizovány bazálně a oboustranně (Bureš, Horáček, 2003, s. 109). U 5% pacientů s intersticiálním plicním procesem může být RTG nález normální i při klinických potíživých (Bureš, Horáček, 2003, s. 109). Z toho vyplývá, že negativní nález na rentgenogramu hrudníku nevylučuje IPP (Terclová, 2013, s. 262).

## 2.1 Technické aspekty RTG plic

Pro kvalitní zhodnocení RTG plic lékařem radiologem je důležité kvalitně zhotovený snímek radiologickým asistentem.

Podle evropské směrnice o kvalitě Kritéria kvality pro radiodiagnostické zobrazování, European Commission EUR 16260 EN z června 1996 jsou definována pro RTG plic:

- kritéria zobrazování, která umožní všechny anatomické struktury viditelné na RTG plic vedoucí k přesné diagnóze
- důležité obrazové detaily, které musí být na snímku zachyceny
- správná zobrazovací technika

Tato směrnice podrobně popisuje všechna kritéria pro správnou zobrazovací techniku skiagramu plic v projekci zadopřední (ZP) i boční (B) (European Commission EUR 16260 EN, 1996) (příloha 4). Synonyma pro zadopřední projekci jsou dorzoventrální (DV) i posteroanteriorní (PA) projekce. Synonymum pro boční projekci je levoprává/pravolevá, sinodextrální/dextrosinistrální, laterální (LAT) projekce plic. Záření v jakém směru prochází centrální paprsek vyšetřovaným objektem ošetřovaného pacienta od zdroje záření k přímě.

Záření prochází vyšetřovanou oblastí hrudníkem. Průchodem vyšetřovanou oblastí lidského těla je záření rozdílně absorbováno podle toho, zda záření prochází flebry nebo jen měkkými tkáněmi jako jsou plíce i mediastinum. Poté záření dopadá na přímě, kde vzniká latentní (skrytý) obraz. Jeli přímě kazeta s klasickým filmovým materiálem, musí být RTG obraz zviditelněn ve vyvolávacím procesu pomocí vývojky a ustalovače. Pro prohlížení klasického filmového materiálu se používá zařízení s názvem negatoskop. V současné době se více používá digitální radiografie. Snímky se tak získávají v digitální podobě.

Digitalizace RTG obrazu se začala prosazovat v 80. letech 20. století. Nejprve se digitalizovaly snímky, zhotovené na klasický filmový materiál. Dalším vývojem vznikla speciální paměťová folie, na které vzniká vlastní latentní obraz. Snímky se tak získávají v digitální podobě. Digitální radiografie může být přímá nebo nepřímá. Nepřímá radiografie o CR (z angl. computed radiography) má stejný princip jako klasický filmový materiál. Latentní obraz vzniká místo na filmu na fosforové zobrazovací fólii, která je uložena v kazetě. Kazeta je konstruována podobně jako filmové kazety. Fosforová fólie neprochází vyvolávacím procesem, ale je vložena do speciálního zařízení, kde je obraz skenován laserovým zářením. Obraz je převeden v digitální formu do počítače. Paměťová folie je šmazána a tím připravena k dalšímu použití. Kunstová, Potanok uvádí, že tato folie lze použít pro 10 tisíc snímků při zachování kvality zobrazení (Kunstová, Potanok 2010, s. 88). V počítači je možné dále obraz prohlédnout, s obrazem lze pracovat a archivovat. V přímé radiografii o DR (z ang. direct radiography) je k zachycení obrazu vznikajícího průchodem záření objektem hrudníkem použita matice detektor (flat panel). Průlé záření je převedeno na elektrický signál a ten je registrován počítačem (Nekula, 2005, s.13). DR poskytuje nejkvalitnější digitální výstup (Kunstová, Potanok, 2010, s.88). Při prostém RTG plic se jeví jako výhodnější digitální radiografie. Ta má mnoho výhod oproti klasickému skiografickému filmovému materiálu - filmu. Při snímkování digitální technikou je na prvním místě zlepšení

diagnostické kvality obrazu, snížení dávky pacientovi, snížení opakování snímků z důvodů volby špatné expozice (Kunstová, Potanok, 2010, s. 92). V neposlední řadě dochází ke zvýšení časové efektivity (Veldkamp, 2009, s. 209). Zanedbatelné nejsou ani snížené finanční náklady na filmový materiál, chemikálie, vodu a celkovou údržbu vyvolávacích automatů (Kunstová, Potanok, 2010, s. 92). Před zavedením digitálního provozu je vhodné, aby byla vypracována finanční analýza návratnosti pro dané pracoviště. CR je levnější varianta digitálního provozu hlediska primárních nákladů (Kunstová, Potanok, 2010, s. 92-93). Nekula ve své knize tyto výhody potvrzuje a jako další výhodu uvádí možnost následné úpravy obrazu na počítači tzv. postprocesing (je možná úprava kontrastu a jasu, zvýšení detailů, zvýšení rozhraní kostí a měkkých tkání) (Nekula, 2005, s. 13). Digitální snímek neobsahuje pouze vlastní RTG obraz plic. Aby byla data přístupná kdykoliv a kdekoliv, musí mít celosvětově jednotný formát pro uchování. Tento formát se nazývá DICOM (z ang. Digital Imaging and Communications in Medicine). Jde o standard pro formu a přenos obrazových dat pro zdravotnická zařízení. Jeho důležitou součástí je tzv. datová hlavička. Datová hlavička informuje uživatele o všech detailech vyšetření o názvu projekce, identifikaci pacienta, obsahuje i identifikaci přístroje, na kterém byl snímek pořízen, hodnoty jasu a kontrastu, případně i hodnoty expozice. PACS (z ang. Picture Archiving and Communication System) je systém určený pro práci s obrazovými daty ve formátu DICOM (Kunstová, Potanok, 2010, s. 89).

Kvalitu výsledného RTG snímku plic významně ovlivňuje nastavení expozičních parametrů tj. kilovoltů (kV) a elektrické množství v miliampér-secundách (mAs). Pronikavost záření ovlivňuje kV. Platí zde přímá úměra, čím jsou kV vyšší, tím je záření pronikavější. Při užití vysokého napětí vyššího než 100 kV mluvíme o tvrdé snímkovací technice. Obvykle se pracuje s napětím do 120 kV. Tvrdá snímkovací technika umožňuje kratší expoziční časy, čím se snižuje riziko pohybové neostrosti z autonomních pohybů a pohybů u neklidných pacientů. Touto technikou se šetří rentgenka ale i kůže pacienta. Je nižší dopadová dávka. Na druhou stranu vzniká větší množství sekundárního záření a proto je nutné užit sekundární clonu. Při užití tvrdé snímkovací techniky dochází ke snížení rozdílu v absorpci rentgenového záření mezi tkáněmi s vysokým a nízkým atomovým číslem tj. mezi žebry a plícemi. Snímky jsou méně kontrastní (Chudáček, 1993, s. 284). Miliampér-secundy ovlivňují intenzitu záření. Se zvyšujícími se hodnotami mAs roste množství záření. Zernání filmu roste se zvyšováním mAs lineárně, se zvyšováním kV exponenciálně (Svoboda, 1976, s. 430).

## 2.2 Provedení RTG plic

Radiologický asistent dbá na přípravu pacienta před RTG plic. Velice důležitá je kontrola identity pacienta a tím zamezení záměny. Vlastní přípravou pacienta rozumíme obnažení horní poloviny těla, důležitě je odložit všechny perky a šperky, piercing.

Při pořízení zadopředního snímku plic pacient stojí u stojanu s kazetou o vertigraf, přitiskne hrudník, ruce položí v bok, připevní hřbet rukou směrem k tlakům, lokte tlačí co nejvíce dopředu. Tím se odtáhnou lopatky z plicních polí. Lopatky můžeme z plicních polí oddálit i tím, že pacient vertigraf obejmeme horními končetinami. Centrální paprsek vykloněného svazku primárního záření míří kolmo na střed spojnice dolních úhlů lopatek. Před provedením samotného skiagramu je nutné zkontrolovat správné uložení pacienta. Hrudní páteř musí jít v ose filmu/ fosforové folie/ flat panelu (záleží na typu případně vybavení pracoviště). Horní okraj kazety je 5 cm nad konturou ramenních kloubů (přiloha 5). Před spuštěním expozice je pacientovi vydán pokyn, že se má nadechnout, zadržet dech a nemá se hýbat. Nádech by měl být pirozený, ne hluboký. Kontrolou správného uložení pacienta, a nastavením správných hodnot expozice sníží radiologický asistent nutnost opakování snímku (Svoboda, 1976, s. 351 až 353).

Při pořízení skiagramu v boční projekci pacient stojí u vertigrafu vyšetřovanou stranou. Horní končetiny vzpaží. Tím se dostanou paže ze snímkové oblasti, nesumují se do plicních polí. Horní okraj kazety je opět 5 cm nad konturou ramenního kloubu a centrální paprsek míří na střed kazety (přiloha 6). Přínos boční projekce je v možnosti objevit suspektního nálezu na PA snímku plic. Lze lokalizovat, ve kterém plicním laloku či segmentu se daná léze nachází. Upevní se pozice léze ve smyslu ventrální a dorzální, nebo zda se léze nachází v plíci. Lze lépe posoudit oblasti, které jsou na PA snímku v zákrytu, tzv. se sumují. Tyto oblasti sumace plicního parenchymu se nachází za srdcem, před a za plicními hily, za klenutím bránice, před a za mediastinem a fibroza, zdroj hemoptýzy (Svoboda, 1976, s. 353 až 355).

RTG plic musí být označen stranovou značkou, jde o písmeno P i L označující pravou resp. levou stranu pacientova těla. Značka je umístěna v horním rohu snímku tak, aby nezakrývala diagnosticky důležité struktury (Chudáček, 1993, s. 244 až 246). U bočního snímku je použito písmeno P i L podle toho, která strana pacientova těla naléhá na vertigraf.

Obecně sumace vzniká při průchodu rentgenového záření vyšetřovaným

objektem, v-emi jeho ástmi, vrstvami. N které detaily pocházející z r zných vrstev vy-et ovaného objektu, leffících nad sebou, se ve výsledném obraze promítají do jednoho místa. Utvo í jeden hromadný stín. Pro objasn ní prostorové orientace t chto detail v RTG obraze je proto nutné zhotovit snímek v druhé rovin . Ob roviny bývají na sebe kolmé (Svoboda, 1976, s. 35) .

Nej ast j-í chyby, kterým je pot eba se vyvarovat se p i po izování RTG snímku plic jsou: u íznutí plicních apex a kostofrenických úhl , ventrálních nebo dorzálních ástí plicních polí u bo něho snímku, nedostate né odtafení lopatek, pohybová neostrost z dýchacích pohyb , pohyb pacienta nebo uflití -patné expozice.

U d tí nebo nedovolí-li zdravotní stav pacienta, aby snímky byly po ízeny ve stoji, je lze po ídit v sed i vlefle. V tomto p ípad leflí pacient na zádech na kazet s filmem a paprsek prochází t lem sm rem anterioposteriorním (AP). V poloze vlefle je nutné co nejvíce oddálit lopatky z plicních polí. Vysunutí lopatek zajistíme podlofením v oblasti lokt pacienta polohovacími pom ckami. P í snímkování vsed sedí pacient zády k vertigrafu a snímek je téfl AP. Poloha pacienta musí být na snímku ádn vyzna ena. Léka polohu vlefle i v sed zohlední p i hodnocení a popisu skiagramu.

Pro dlouhodobé sledování pacient , mezi které pat í i sledování pro IPP, se doporu uje vřdy snímkování v obou projekcích ó PA i B (Müller, Duewell, 2012, s.107). Dávka p i jednom rtg snímku plic je relativn nízká, ale p i astém opakování m fle být celková dávka pom rn zna ná (Veldkamp, 2009, s. 209). Na tuhle skute nost by m l být brán z etel hlavn ze strany indukujícího léka e. Dávka u bo ního snímku je p i porovnání s PA skiagramem asi 2x vy-í, protofle je pouflita vy-í expozice (Veldkamp, 2009, s. 209).

Hlavním úkolem radiologického asistenta je po ídit co nejkvalitn j-í RTG plic.

### 2.3 Hodnocení RTG plic

Léka p i hodnocení snímku posuzuje kvalitu expozice. Musí být sou asn vid t cévní kresba v plicních k ídlech i páte pacienta. Na správn provedeném skiagramu plic by m ly být jasn vid t první 4 obratle hrudní páte e. Jestli lze rozpoznat více obratl , snímek je p eexponován, je tzv. tvrdý, a p i hodnocení mohou být p ehlédnuta drobná lofliska. Naopak je li vid t mén obratl , jde o m kký snímek, je vid t více stín a samotné plíce jsou zastín ny cévní kresbou (Základy röentgenologie, Bratislava). Dále posuzuje symetrii kostních struktur, dostate ný nádech, konturu a velikost mediastina,



kardiorakální index, plicní hily a cévy, jejich pozici, velikost a denzitu, symetrii plicní transparence, interlobia, bránici (konturu, klenutí), kostofrenické úhly a skelet hrudníku.

Hodnocení snímku vlefle je limitováno. Dochází ke zv t-ení srde ního stínu a mediastina, posoudit distribuci plicních cév je obtífln j-í. Pacient nemusí být dostate n nadechnutý. Hodnocení RTG plic znesnad ují lopatky, které lze h e oddálit z plicních polí.

Patologické nálezy na skiagramu plic se d lí na dv velké skupiny ó zastín ní (bílé plicní pole) a projasn ní (tmavé plicní pole) (Corne et al., 2004, s. 11). Projasn ním se na skiagramu plic projevují cysty, kaverny, emfyzém, pneumotorax a v p ípad intersticiálního plicního procesu se projasn ním projevuje vo-tina. Pro IPP je typické zastín ní na RTG plic. P i retikulonodulárním zastín ní jde o nepravidelnou sí tzv. š árekõ, které se následn spojují a vytvá í sí a prsten ítá zastín ní ve velikosti cca 5 mm. N kdy se popisuje chomá kovité zastín ní . V tomto p ípad je kresba retikulace tak jemná, fle tvo í vlastn jen jakýsi šzávoj nad plíciõ. V pokro ílém stadiu onemocn ní je kresba je-t nápadn j-í a vede k tzv. vo-tinovitému vzhledu plicního parenchymu. Ten se p ípodob uje vzhledu v elí plástve (honey combing). Jde o velmi malé prsten íté stíny na RTG plic (Broflík et al, LF UK). Va-áková uvádí, fle se v pozdních stadiích nemoci objevují bulózní formace a roztaflení mediastina (Va-áková, 2007, s. 234).

Protofle IPP je chronické onemocn ní plic, je vfdy nutné nový RTG snímek porovnat p i kontrolním snímkování s p edchozí rentgenovou dokumentací pacienta. Se zhor-ujícím se klinickým obrazem pacienta se zhor-uje i nález radiologický (Sovová, 2012, s. 102). IPP zp sobuje díky fibróze zmen-ení plicních polí, toto zmen-ování je p i porovnávání se star-í RTG dokumentací viditelné. Dochází k posunu mediastina na stranu, kde se fibróza nachází, pokud je fibróza jednostranná. Na stran fibrózy se zároveň snifluje z etelnost cévní kresby. Fibróza ásto zp sobuje povytaflení bránice sm rem nahoru. (Základy röentgenológie, Bratislava) (p íloha .7).

Va-áková uvádí, fle normální nález na skiagramu plic m fle být afl u 10-15% asn zachycených p ípad . Pokud i p es normální nález na RTG plic z stává podez ení na intersticiální plicní onemocn ní, je na míst indikovat po íta ovou tomografií s vysokým rozli-ením (HRCT) (Va-áková, 2007, s. 234).

### 3. PO ÍTA OVÁ TOMOGRAFIE PLIC S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM

High-resolution computerized tomography (HRCT) je počítačová tomografie s vysokým rozlišením. Jde o vyšetření s mimořádně vysokým rozlišením detailů, které je způsobeno velkým rozdílem kontrastu mezi plicními strukturami a plynem, který je obklopuje (Chudáček, 2010, s. 299). V roce 1972 vstoupila počítačová tomografie na pole radiodiagnostiky (Fifka, 2011, s. 170). Metoda HRCT byla zavedena v roce 1982. V tomto roce Todo et al. poprvé popsali techniku HRCT (Zompatori, 2004, s. 4). Překonala prostý snímek plic, klasickou tomografii i počítačovou tomografii (CT) hrudníku při zobrazování difúzních plicních procesů (Ungermann, 2011). Zobrazením detailů se například uflivuje uflivého pacienta mikroskopické úrovni jako u patologických vzorků. Umohl uje identifikaci sekundárního lobulu in vivo při patologických stavech (Chudáček, 2010, s. 299).

HRCT plic je vyšetření, které se významně podílí na diagnostice IPP. Lze říci, že při diagnostice IPP je HRCT stejně vyšetřovací metodou. Je nezbytná pro stanovení diagnózy a v diferenciální diagnostice IPP. Dále je HRCT důležitá pro další kontrolu vývoje nemoci. HRCT umohl uje hodnotit závažnost postižení, což lze sledovat poměr mezi alveolárními a intersticiálními změnami, lze hodnotit rozsah fibrózního postižení, celkovou dynamiku a aktivitu nemoci, posoudí typ a rozsah postižení plicního parenchymu. Sloufí i k topickému zaměření invazivních postupů jako je BAL a ke skórování. HRCT je indikováno k potvrzení i vyloučení podezření na IPP, dále pak při srovnávání vývoje nemoci v čase, identifikaci exacerbace, vyloučení infekční komplikace, mapování detailní progresu nemoci. Proto jsou nutné pravidelné kontroly metodikou HRCT (Vaňáková, 2007, s. 234).

HRCT plic je možno provádět dvěmi technikami. Jednak metodou tzv. štep and shoot neboli konvenční, inkrementální, sekvenční počítačová tomografie. Druhou možností je spirální počítačová tomografie.

Spirální počítačová tomografie (spirální CT) plic je citlivější, má větší senzitivitu, při diagnostice pleurálních lézí i maligních onemocnění plic. V diagnostice těchto patologických stavů se konvenční HRCT neuplatní. Oproti tomu spirální CT a břílný skiagram hrudníku nemohou tak spolehlivě detekovat ranná stádia intersticiálních plicních procesů jako konvenční HRCT. Konvenční HRCT s použitím optimálních skenovacích parametrů poskytuje mnohem detailnější prostorové rozlišení v porovnání se standardním spirálním CT a RTG plic. Luch et al. uvádí, že při diagnóze plicní azbestózy (IPP), je konvenční HRCT mnohem citlivější než standardní CT hrudníku i

RTG plic. Je možné diagnostikovat již malé plurální plaky, které nejsou na běžném zobrazení plic znatelné (Lynch et al., 1989, s. 523).

### 3.1 Technické aspekty HRCT plic

Sekvenční HRCT zobrazování plic probíhá v řezech 0,5 až 1,5 mm silných. Odstup mezi jednotlivými řezy se pohybuje v intervalu 10 až 20 mm. Na takto velice tenkých řezech je lépe sledovatelný průběh cév, bronchů a intersticia. Řezy 2,5 až 5 mm nelze považovat za HRCT (Ungermann, 2011) (příloha 8).

Sběr dat, neboli akvizice, probíhá sekvenčně. Při sekvenčním HRCT jsou data sbírána v jednotlivých krocích, tzv. řezech. Během skenování přeslušné vrstvy, kdy probíhá expozice na straně rentgenky a sběr dat na straně detektoru, vyšetřovací stůl s pacientem stojí. Mezi jednotlivými řezy se stůl s ležícím pacientem posune o navolenou vzdálenost. V danou chvíli neprobíhá expozice. Sekvenční HRCT lze zhotovit na většině CT přístrojů. Při HRCT vyšetření plic se provádí dynamické inkrementální skenování neboli clusterova technika. Vyšetření probíhá ve skupinách cca 5 samostatných skenů, které probíhají na jedno zadržetí dechu. Mezi jednotlivými skupinami skenů následuje delší časový interval, během kterého se pacient prodýchne (Eliáš, 1998, s. 17). HRCT plic probíhá bez aplikace kontrastní látky, je tedy tzv. nativní.

Při spirálním sběru dat probíhá vyšetření během kontinuálního posunu stolu s ležícím pacientem. Deska s pacientem je posunována plynule otvorem v gantry, ve které krouží rentgenka a detektory. Při tomto pohybu vzniká jakási pomyslná vároubovice (spirála z lat. helix) kolem těla pacienta. Tato spirála dala název celému CT přístroji – spirální nebo též helikální (Eliáš et al., 1998, s. 17) (příloha 9). Hustotu spirály vyjadřuje faktor stoupání (pitch).

Pitch je bezrozměrné číslo a je vyjádřeno poměrem posunu stolu během jedné otáčky rentgenky v milimetrech (mm) ku šířce kolimace dané vrstvy také v mm. Hodnoty pitch se pohybují v rozmezí 1,0 až 2,0. Hodnota pitch faktoru by neměla překročit hodnotu 2,0, protože pak vznikají při sběru dat mezery a tyto mezery potom způsobují v následných rekonstrukcích zhoršení kvality obrazu (Eliáš, 1998, s.18). Vyšší hodnoty pitch zrychlují vyšetření – spirála je šiditější, lze vyšetřit větší oblast, snižuje se pravděpodobnost pohybových artefaktů. Při nižších hodnotách pitch je vyšetření kvalitnější (Eliáš, 2012).

Z takto nahruho nasbíraných primárních dat probíhá následná rekonstrukce obraz s vysokým rozlišením. Spirální HRCT vyšetření vyžaduje moderní CT přístroje tzv. multidetektorové CT (MDCT) (Ungermann, 2011). 64ti- a více multidetektorové CT poskytuje možnost souasně rekonstrukce tenkých vrstev jako při konvenčním sekvenčním HRCT (1 mm zry) i 5-ti mm sken ze stejných primárních dat získaných při jejich spirální akvizici.

Ve studii Vikgrena ze Sahlgrenska University Hospital (Švédsko, Göteborg) se uvádí, že při užití MDCT metodou step and shoot jsou lepší výsledky, co se týká viditelnosti drobných detailů, než MDCT se spirálním sbírem dat. Naopak co se týká pohybových artefaktů, a zejména srdečního pohybu nebo dýchacích pohybů, vychází metoda step and shoot hore. V závěru jejich studie se píše, že po rekonstrukci HRCT obrazu ze spirální akvizice dat na 16ti- a více MDCT neposkytují obrazy dostatečné kvality obrazu ve velmi tenkých vrstvách a vyšetření nenahrazuje sekvenční HRCT (Vikgren, 2008, s. 775).

Zdrojem záření při HRCT je rentgenka stejná jako u skiografie plic. Nároky na její konstrukci jsou mnohem vyšší vzhledem k jejímu zatížení. Musí být mnohem odolnější jak tepelně tak mechanicky, protože vykonává pohyb nejen její rotační anoda jako u skiografie, ale celá rotuje je to kolem pacienta v gantry. Rentgenka pracuje s tvrdým zářením. Ungermann uvádí hodnotu elektrického napětí při HRCT 120 kV (Ungermann, 2011), Lynch popisuje hodnotu napětí až 140 kV (Lynch, 1989, s. 524). Napětí ovlivňuje energii záření. Jeho nižší hodnoty sníží penetraci záření a zvýší kontrast výsledného obrazu. Hodnoty proudu se vyjadují pomocí součinu proudu a expozičního času tzv. miliampér- sekundy (mAs). U sekvenčního sbíru dat hodnota proudu nabývá hodnot 100 mAs, u spirálního průběhu vyšetření 100 až 200 mAs. Množství proudu ovlivňuje množství záření. Na množství proudu je nepřímo úměrné množství záření v obraze. Vyšší mAs snižují množství záření v obraze a naopak. Hodnoty expozice (napětí a proud) je třeba vždy přizpůsobit konstituci nemocného, protože výrazně ovlivňují kvalitu obrazu a výslednou dávku pacientovi. Chudá ek uvádí, že radiační dávka u HRCT je asi o 50 až 100% vyšší než u standardního spirálního CT vyšetření plic. Je to dáno užitím vyšších mAs. Díky 20 mm odstupům mezi skeny není výsledná dávka pro pacienta tak vysoká. Doporučuje také, aby následné kontroly byly prováděny na stále stejném přístroji s užitím standardizovaného vyšetřovacího protokolu (Chudá ek, 2010, s. 299). Low dose vyšetření s napětím 100 kV a s proudem sníženým až na 20 mAs je vhodné spíše na sledování infekce i cystické fibrózy.

Pacienti s cystickou fibrózou jsou tzv. radiosenzitivní. Zvyšuje se u nich možnost výskytu vzniku karcinomu a proto je nutné minimalizovat aplikovanou dávku záření. Efektivní dávka při prostém RTG plic v PA projekci se uvádí v rozsahu 0,02 mSv (Indikační kritéria, Věstník MZ, R, 2003, s.13) až 0,05 mSv (Shamin, s. 61). V porovnání s prostým RTG plic v PA projekci je efektivní dávka při HRCT plic vyšší. Při sekvenčním HRCT plic s posunem stolu o 10 mm je efektivní dávka pro pacienta 0,7 mSv. To je asi 14 prostých RTG plic v PA projekci. Při posunu stolu o 20 mm je efektivní dávka pro pacienta 0,35 mSv, tedy polovina. Při použití low dose techniky klesne efektivní dávka na 0,02 mSv. Při low dose technice s užitím 40 mAs a posunem stolu o 20 mm je radiální zátěž srovnatelná s prostým RTG plic v PA projekci. Efektivní dávka při vyšetření HRCT na MDCT je 4-7 mSv (60-80 RTG plic v PA projekci!) (Shamim, s. 61).

Skenovací čas by měl být co nejkratší, v rozsahu 0,5-3 sec. Čas rotace by měl být co nejkratší, aby nedocházelo k pohybovým artefaktům srdce a dýchacích pohybů (Mírka, 2009).

Úzce kolimovaná vrstva HRCT podává informaci o vysokém anatomickém detailu, který je u vyšetření plic při podezření na intersticiální plicní proces nezbytně nutný. Oproti tomu při běžném CT vyšetření se používá kolimace, tedy tloušťka vrstvy, 5 až 10 mm, nejčastěji 5 mm. Kolimace HRCT měří 1 mm zvyšuje prostorové rozlišení a snižuje množství šumu. Kolimace v rozsahu 1,5-2 mm stírá jemné rozdíly v densitě plicního parenchymu a zhoršuje zachycení malých nodulů a tím správné vyhodnocení lékařem radiologem (Zompatori, 2004, s. 6).

Obrazová matice (matrix) je 512 x 512. Měla by být co nejvyšší. Matice 1024 x 1024 je dostupná u nejnovějších CT přístrojů, běžně se ale používá již zmíněná matice 512 x 512 nebo 256 x 256 (plocha  $\cdot 10$ ) (Eliáš, 1998, s. 19). Velikosti matice 512 x 512 je pak nejčastější (Lynch, 1989, s. 524; Zompatori, 2004, s. 6).

Dalším důležitým obrazovým parametrem je FOV (field of view). Významně ovlivňuje rozlišovací schopnost obrazu společně s obrazovou maticí. FOV by mělo být co nejmenší. Zároveň musí FOV pokrýt obě plicní kídla v celém jejich rozsahu (Zompatori, 2004, s. 6). Ze závislosti FOV šco nejmenší a matrix šco nejvyšší se mění velikost pixelu, (Eliáš, 1998, s. 19). Pixel je jednotka digitálního obrazu. Jeho velikost ovlivňuje prostorové rozlišení.

Při HRCT plic musí být použitý rekonstrukční algoritmus s vysokým rozlišením,

ost e kreslí ó high resolution, ultrasharp. Takový algoritmus spolu s úzce kolimovaným svazkem záření, zvyšuje geometrické rozlišení. Všechny vyetované struktury jsou ostřejí. Rozhraní mezi rozdílnými denzitami o plicní tkáň a vzduch - se tímto algoritmem zvýrazní. Na druhou stranu se zvyšuje podíl šumu v obraze, což zhoršuje kvalitu obrazu (Ungermann, 2011).

Okénko (window) je nastavené v rozsahu 1500 až 2000 HU (denzitní jednotky, Hounsfield unit), jeho střed (window center) je -600 až -700 HU. Střed okénka (window level) se nastavuje na hodnotu denzity plicního parenchymu.

Šum v obraze je zrnitost, která snižuje rozlišovací schopnost detailů, jemných anatomických struktur a zhoršuje tak kvalitní hodnocení výsledných skenů lékaři radiologem. Na tenze kolimovaných vrstvách jako je u HRCT plic převládá kvantový šum. Ten je způsobený sníženým počtem fotonů. Kvantový šum lze snížit zvýšením dávky. Strukturální šum vzniká na rozhraních tkání s velkým rozdílem absorpce. Nejčastěji se jedná o kovová cizí tělesa ve vyetované oblasti hrudníku jako jsou svorky po sternotomii, elektrody kardiostimulátoru, kovové dlahy nebo kloubní náhrady (Lynch, 1989, s.525) (příloha 11). Množství šumu ovlivní výše zmíněné skenovací parametry, ale i následná práce s hrubými daty tzv. rekonstrukce obrazu z hrubých dat. Iterativní rekonstrukce probíhá v mnoha jednotlivých krocích a je používána již od počátku používání CT v medicíně. Metoda pracuje na principu pokus/omyl. Od hrubého odhadu struktury vyetovaného orgánu dojde k rekonstrukci finálního obrazu z naměřených jednotlivých kroků. Čím více je iterací (kroků) vedoucích k finálnímu obrazu, tím lepší a vzhledově je výsledný obraz a tím méně je šumu v obraze. Nevýhodou iterativní rekonstrukce je časová náročnost rekonstrukce a vysoké nároky na výpočetní techniku. Iterativní rekonstrukce se využívá i u HRCT plic, protože tato metoda je zatížena vysokou mírou šumu (Fišková, 2011, s.170, 172) (příloha 12).

Pro dodržení standardního postupu při všech HRCT vyšetřeních se užívají tzv. vyšetovací protokoly. Sjednocení praxe vyšetření vede k jeho zkvalitnění a reprodukovatelnosti na jakémkoliv jiném pracovišti. Dříve radiologický asistent zadával jednotlivé parametry dle pokynů vyšetřujícího lékaře a vyšetření bylo vedeno subjektivním pocitem jednotlivých lékařů radiologů. Následovaly mnohé prospektivní studie, které vedly k vypracování velice podrobných protokolů pro jednotlivá vyšetření na CT. Stejným vývojem prošlo i HRCT plic. Standardní protokoly je v dnešní době potřeba pouze připravit pro daný diagnostický problém nebo zohlednit konkrétní klinické otázky (Eliáš, 1998, s. 31).

### 3.2 Provedení HRCT plic

Metoda skenování s sekvenční i volumová neovlivní fakt, fle pacient p i vy-et ení leží na zádech a akvizice dat probíhá v nádechu. Poloha pacienta na zádech s rukama zvednutýma nad hlavu je považována za standardní (Ungermann, 2011). Paře ulofené podél hrudníku jsou zdrojem -umu a zhor-ují tak výsledný obraz. HRCT je mofné provád t i p i poloze pacienta na b i-e. V tomto p ípad jde o cílené vy-et ení ur ité oblasti. Provádí se sekven ne s posunem stolu 20 mm. V poloze na b i-e dochází k vymizení subpleurální dependentní denzity p i diagnostice subpleurálního dorzálního postiflení (Ungermann, 2011). Ungermann pí-e, fle vy-et ení v poloze na b i-e pom fle u 17% pacient . P i vy-et ování podez ení na fibrózu by se m lo ov-em provád t rutinn jako sou ást standardního vy-et ení. V poloze na zádech má dorzální ást plic tendenci být stla ená a tím i hypoventilovaná. V této ásti plic dochází k zast ení plicního parenchymu. Toto zast ení mizí p i provedení HRCT v poloze na b i-e. Plíce je nestla ená a op t vzdu-ná. Proto je výhodné ranná stadia plicní fibrózy vldy vy-et it i v poloze na b i-e. P etrvávající zastín ní dorzálních ástí v poloze na b i-e je abnormální, sv d í pro chorobný proces. (Lynch, 1989, s. 550)

Nádech pacienta p i akvizici dat zajistí optimální kontrast mezi vzdu-nou tkání plic a ostatními strukturami jako je intersticium. Nádechem se taky sníží po et tzv. p echodných atelaktáz, které mohou vézt k fale-né diagnóze a imitovat onemocn ní. Naopak skenování p i výdechu, tzv . výdechové skeny, oz ejmí lokální nebo difúzní air trapping cofl je uv zn ní ásti vzduchu v plicních alveolech p ekáfkou. To se m fle stát nap . u obstruk ních plicních nemocí jako je bronchiální astma (Ungermann, 2011).

### 3.3 Hodnocení HRCT plic

HRCT m fle prokázat subpleurální linie, parenchymatozní pruhy, intersticiální kondenzaci neboli zahu-ování, subpleurální dependentní zastín ní i vo-tinu neboli honey combing. U v t-iny IPP je kumulována p i bránici, zatímco plicní vrcholy bývají u-et eny (Lynch, 1989, s. 524). Terminální stadium n kterých IPP má obraz tzv. vo-tinovité plíce. V této fázi nemoci jsou jifl destruované alveoly, kondenzovaná fibrozní tká , která obklopuje cystické prostory vzniklé destrukcí alveol .

### 3.4 Klasická tomografie

Klasická tomografie je dnes již obsolentní metoda, která umožnila téměř izolovaně zobrazit určitou požadovanou vrstvu objektu na klasický filmový materiál. Dnes je tato technika výčetně plně nahrazena počítačovou tomografií. Docházelo k cíleně vyvolané pohybové neostrosti a tím k eliminaci málo zajímavých částí objektu. Tímto postupem se odstranila sumace nedostatečných detailů. Základem metody byl pohyb dvou ze tří komponent, které se účastní na vzniku RTG obrazu – zdroj záření (rentgenka), objekt (pacient) a prímětna (RTG film), během expozice. Pohybovala se rentgenka a film, pacient zůstával v klidu na vyšetřovacím stole. Pohybující se složky vykonávaly pohyb navzájem protisměrný ale rovnoměrný. Ostatně byly zobrazeny části objektu, které se nacházely v rovině osy kyvu. Čím delší byla dráha kyvu, tím tenčí vrstvy bylo dosaženo. Toto vyšetření se provádělo na stroji k tomu speciálně určenému tzv. tomografu. Výsledkem byly snímky – tomogramy. V praxi se při vyšetření plic používaly ezy silné 5 až 10 mm. K dosažení této tloušťky byl úhel kyvu cca 40°. Expozice jednoho tomogramu byla vždy vyší než expoziční doza prostého RTG plic. Toto vyšetření plně nahradila počítačová tomografie (Chudáček, 1993, s. 286) (příloha 13).

### 3.5 Centra diagnostiky a léčby IPP

Po prokázání IPP na HRCT by měl být pacient odeslán k dalšímu podrobnému vyšetření a potvrzení diagnózy do Centra diagnostiky a léčby IPP. Tato centra jsou ve fakultních nemocnicích. Jde o centralizovaná pracoviště, kde jsou lékaři a další zdravotníci specializující se na problematiku difúzních intersticiálních plicních procesů. Každé centrum musí splňovat přesná kritéria, co se týká personálu a vybavenosti. Musí být k dispozici multidisciplinární tým lékařů. V dosahu musí být zkušený radiolog se zkušeností s diagnostikou IPP. Musí být dodržena doporučení a standardy Sekce IPP PFS (Česká pneumologická a fytizeologická společnost) nebo Evropské respirační společnosti. Tato centra jsou zodpovědná za diagnózu a správnou léčbu včetně biologické. Každé centrum má v péči aspoň 200 pacientů s IPP. Vedoucím centra je lékař – specialista pro IPP. Vzhledem k zastupitelnosti musí být v centru vždy minimálně dva specialisté pro tuto problematiku. Samozřejmě je dostatečný počet sestřiček, fyzioterapeut, vybavenost lůžky včetně pneumologické jednotky intenzivní



pé e, laboratorní zázemí, bronchoskopie s možností bronchoalveolární laváže (BAL), transbronchiální biopsie. Dále musí být dostupné oddělení patologie, radiodiagnostiky s možností HRCT a sonografie, nukleární medicíny. Nezbytnou součástí je i dostupná klinika i oddělení rehabilitace. Centrum IPP musí mít p ímou návaznost na hrudní chirurgii v míst ě a spolupracuje i s centrem pro transplantaci. Nezanedbatelná je i spolupráce s dal-ími odborníky z kardiologie, nefrologie, hematologie. D ležit ě místo má i psycholog. Centrum zaji-uje diagnostiku, lé bu IPP ale i dal-ích komplikací spojených s primárním onemocněním. Pacienti s intersticiálním plicním procesem jsou evidováni v centrálním Registru IPF (Lo-áková, Va-áková, 2014).

#### **4. OVLIVN ĚNÍ KVALITY VYĚT ĚNÍ A DODRĚOVÁNÍ RADIA ĚNÍ OCHRANY Z POHLEDU RADIOLOGICKĚHO ASISTENTA**

##### 4.1 Kvalita RDG vy-ět ěn ě a radia ěn ě ochrana

Kvalita radiodiagnostického zobrazení a dodrĚn ěn ě zásad radia ěn ě ochrany jdou v p ěpad ě RDG metod ruku v ruce.

Podle ěvropské sm rnice o kvalit ě, Krit ěria pro diagnostické rentgenov ě zobrazení ó EUR 16260, musí mít kaĚd ě radiodiagnostické vy-ět ěn ě z ejm ě uflitek pro pacienta, nezbytn ěho v ěsledku nem ěle b ět dosaĚeno jin ěmi metodami, které mají men- ě riziko po-kození pacienta. Postup, který je zvolen, musí b ět dostate n spolehliv ě, musí m ět reprodukovateln ě v ěsledky, musí m ět dostate nou citlivost, specificitu a p esnost. Doporu ěn ě ve sm rnici mají zajistit vysokou kvalitu obrazu, která je porovnateln ě v cel ě Evrop ě a dostate n ě sn ěĚn ě d ěvky na dan ě radiodiagnostické vy-ět ěn ě.

Jak jiĚl bylo popsáno v p edchoz ěm textu, ob ě metody, RTG plic i HRCT plic, jsou metody pracuj ěcí s tvrd ěm RTG z ěn ěm. Nap t ě na rentgence se v t- ěnou nem ěn ě, pohybuje se u RTG plic v rozmez ě 110-125 kV a u HRCT plic se nap t ě pohybuje v rozmez ě 120-130 kV. Velikost proudu v rentgence p ěz p sobuje radiologick ě asistent konstituci pacienta.

U RTG plic je spr ěvn ě nastaven ě expozice a dodrĚn ěn ě její d ělky jednou z nejd leĚit ěj- ěch podm ěnek śsp ěn ěho a kvalitn ěho proveden ě vy-ět ěn ě. P ěli- dlouh ě expozice vede k zbyte n ě radia ěn ě z ět ěli pacienta a z ěrove znehodnocuje sn ěmek. P ěli- dlouh ě expozice jej p eexponuje, sn ěmek je tmav ě, diagnosticky nep ěnosn ě a

musí se zopakovat. Na druhou stranu s příliš krátkou expozicí nedosáhne radiologický asistent dostatečného zernání filmu a snímek je opticky diagnosticky nehodnotitelný, je podexponovaný a musí se opakovat. V obou případech je pacient vystaven zbytečně opakovanému aplikaci RTG záření. K vyřešení tohoto problému byly zavedeny systémy řídicí délku expozice, které radiologickému asistentovi zjednoduší práci. Tyto systémy jsou ve dvou provedeních – poloautomatické a automatické. V současné době se nejvíce používají systémy automatického řízení expozice AEC (z ang. Automatic Exposure Control, expoziční automatika). U AEC se využívá detektor ionizujícího záření. V případě skiografie je to nejčastěji ionizační komůrka. Radiologický asistent vybírá předem nastavený protokol pro RTG plic PA i B projekci, upraví napětí na rentgence podle konstituce pacienta a spouští expozici. Expoziční automatika se dále postará o dodržení správných podmínek vyšetření.

U HRCT a CT v současné době používá automatické modulace proudu rentgenky ATCM (z angl. Automatic Tube Current Modulation). CT pracuje s předem nastavenými protokoly pro dané vyšetření. Velikost proudu u CT se řídí softwarem, kdy dochází k proměnlivé změně denzity v jednotlivých řezech. Při proměnlivé změně denzity se proud průběžně moduluje.

Pro RTG i HRCT plic platí, že se radiologický asistent musí snažit o aplikaci co nejnižší možné diagnosticky akceptovatelné dávky záření, ale zároveň musí být zachována diagnostická výfuknost snímku. Jde o princip optimalizace ALARA (z angl. As Low As Reasonably Achievable) (Huák et al., 2009, s. 63).

Role radiologického asistenta je pro správný výsledek RTG i HRCT plic velice významná. Ten je náležitě teoreticky i prakticky zkušený. Radiologický asistent je schopný zajistit přípravu pacienta před předem nastaveným vyšetřením, správně pacienta instruovat o průběhu vyšetření, poskytnout pacienta ve smyslu zklidnění a tím zamezit případnému opakování snímku nebo sken z důvodu pohybových artefaktů. Radiologický asistent zodpovídá za správnost vložených údajů, což se týká osobních dat pacienta, dále zodpovídá za správné provedení vyšetření, vede toto vyšetření. Má zvládnuté technické možnosti přístroj, techniku vyšetření a i následnou manipulaci s obrazy. Výsledné obrazy by měly být natolik diagnosticky kvalitní, že nález je kdekoli a kdykoli reprodukovatelný. Sjednocením všech radiodiagnostických vyšetřovacích postupů vede ke zlepšení kvality vyšetření a snížení radiační zátěže pacienta, tak i radiologického asistenta i lékaře radiologa (Eliáš, 1998, s.31).

Sjednocováním vyšetřovacích postupů v radiodiagnostice se zabývají Národní radiologické standardy (Věstník Ministerstva zdravotnictví, R, 24. srpna 2011).

#### 4.2 Zdravotnický personál

Indikující lékař je podle platných právních předpisů je to každý ošetřující lékař a zubní lékař, který indikuje (doporučuje) aplikujícímu odborníkovi pacienta k lékařskému ošetření se svým písemným odvodněním. K vyřídání radiologického vyšetření se používá tzv. žádanka. Pomocí této žádanky lékař specifikuje své požadavky na vyšetření pacienta. Vyplní základní údaje identifikace pacienta (rodné číslo, jméno a příjmení a údaje nutné pro vykazování vyšetření pojišťovny (číslo zdravotní pojišťovny, íselná diagnózu). Dále specifikuje požadované vyšetření, uvede anamnézu, výsledky předchozích vyšetření, klinické a laboratorní vyšetření. Jeho povinností je zhodnotit indikaci k RTG/HRCT plic, aby vyloučil zbytečné ošetření pacienta.

Aplikující odborník je definován jako lékař nebo jiný zdravotnický odborník, který nese klinickou zodpovědnost za lékařské ošetření. Zajišťuje nebo provádí praktickou část lékařského ošetření. Lékař radiolog (lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiologie a zobrazovacích metod (definice národních radiologických standardů) provádí a hodnotí radiodiagnostické vyšetření. Žádanka je pro něj základní zdroj informací o pacientovi. Správně uvedené údaje od indikujícího lékaře vedou lékaře radiologa ke správnému a cílenému provedení vyšetření a tím i ke správnému závěru o diagnóze. Provádí popis výsledného vyšetření.

Radiologický asistent je odborně způsobilý zdravotnický pracovník. Provádí činnosti rozsahu, ke kterému má způsobilost. Jedná se zejména o provedení praktické části zobrazovacích postupů. Provádí lékařské ošetření v souladu s místními standardy, ve spolupráci s lékařem se podílí na diagnostické péči. Provedení ošetření musí stvrdit svým podpisem na žádance indikujícího lékaře. Zajišťuje, aby lékařské ošetření podléhalo pravidlům radiální ochrany. Podle zákona č. 96/2004 Sb. ze dne 4. února 2004 O nelékařských zdravotnických povoláních je zdravotnický pracovník fyzická osoba, která vykonává zdravotnické povolání podle tohoto zákona. Zdravotnické povolání radiologického asistenta je definováno jako souhrn činností při poskytování diagnostické péče. Radiologický asistent je způsobilý k výkonu povolání má-li odbornou způsobilost, je zdravotně způsobilý a je bezúhonný. O odborné způsobilosti

k výkonu povolání radiologického asistenta hovoří § 8 zákona 96/2004 Sb. Odbornou způsobilost bylo možné v minulosti získat studiem st ední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant. V tomto případě muselo být studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/97. Studium bylo dvouleté. Radiologický asistent s tímto druhem vzdělání může vykonávat své povolání bez odborného dohledu po 3 letech praxe a získání specializované způsobilosti tzv. atestace. Do splnění těchto podmínek musí svoji práci vykonávat pod odborným dohledem. Následně tříleté studium oboru diplomovaný radiologický asistent probíhalo na vyšších zdravotnických školách. Studium prvního ročníku muselo být zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/05. V současné době lze odbornou způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta získat studiem akreditovaného zdravotnického bakalářského oboru pro přípravu radiologických asistentů (Věstník Ministerstva zdravotnictví ČR a zákon č. 96/2004).

#### 4.3 Lékařské ozáření

Lékařským ozářením se myslí aplikace ionizujícího záření za účelem diagnostiky nebo léčby. Je řízeno principy odvodnění a optimalizace. Lékařské ozáření se odvodňuje individuálním přístupem pro pacienta. Přístup pro pacienta musí převažovat nad riziky, které aplikace záření může způsobit. Radiodiagnostické vyšetření může být provedeno jen na základě lékařské indikace. Podle principu optimalizace mají být všechna radiodiagnostická vyšetření plánována. Mají být udržována na co nejnižší možné úrovni. K aplikaci lékařského ozáření smí být používány pouze přesně definované zdroje ionizujícího záření. Ty musí vyhovovat požadavkům na zdravotnické prostředí. Musí procházet zkouškami dlouhodobé stability a vyhovovat tak národním radiologickým standardům.

Národní radiologické standardy (NRS) jsou uvedeny ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR z roku 2011. Jde o soubor doporučení a návody, která vedou ke tvorbě místních radiologických postupů pro radiodiagnostická pracoviště v ČR. Věstník se zabývá i návody a doporučeními pro intervenční radiologii, nukleární medicínu a radioterapii. Pro účely této práce jsou použity pouze návody pro radiodiagnostiku. Standardy jsou vypracovány tak, aby měly návaznost na evropskou i národní legislativu. Specifikují požadavky na přístrojové a personální vybavení pracoviště, zodpovědnosti a postupy, jak správně provádět vyšetření. Standardy jsou

zpracovány pro jednotlivé projekce. NRS budou podléhat neustálému vývoji, který musí pokrýt dynamický rozvoj v oblasti radiodiagnostických metod, budou aktualizovány nejmén jedenkrát za 5 let. Opírají se o § 63 vyhlá-ky . 307/2002 Sb., o radia ní ochran a o l. 6 Sm rnice Rady 97/46/EURATOM, o léka ském ozá ení. NRS se zabývají od indikací k jednotlivým vy-et ením, p ípravou radiodiagnostického vy-et ení, p ístrojovým vybavením, personálním složením pracovník v etn pořadavk na kvalifikaci, nastavením projekcí a p íslu-ných expozicí, hodnocením kvality zobrazení, diagnostickým popisem rentgenogramu ař k archivaci a evidenci dokument (V stník Ministerstva zdravotnictví R).

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo předložit publikované poznatky týkající se souasných radiodiagnostických zobrazovacích postupů v diagnostice intersticiálních plicních procesů. Na základě získaných informací z odborných článků a publikací je možno závěrem říci, že i v době, kdy radiodiagnostické postupy prochází velice prudkým rozvojem, dochází k zavádění nových vyšetřovacích technik a postupů, zůstává prostý snímek plic velice důležitý v radiodiagnostice intersticiálních plicních procesů. RTG plic je stále metodou první volby u většiny plicních nemocí. V současné době je upraveno digitální zpracování RTG obrazu z důvodů lepší kvality snímku a snížení radiační zátěže pro pacienta. HRCT plic je v dohledaných materiálech uváděno, jako metoda pro diagnostiku IPP naprosto nenahraditelná. I když v poslední době, kdy dochází k rozvoji moderních víceřadých CT přístrojů a je možné rekonstruovat skeny v kvalitě HRCT ze spirální akvizice dat, zůstává pro diagnostiku IPP nejlepší volbou inkrementální vyšetřovací protokol HRCT plic. Role radiologického asistenta v procesu primární diagnostiky a následných kontrol pacientů s tímto závažným onemocněním je nezastupitelná. Zkušenost, znalost přístrojového vybavení, zvládnutí techniky vyšetřování je naprosto nezbytnou součástí práce radiologického asistenta. Kvalitní práce radiologického asistenta a dodržování zásad radiační ochrany vede ke kvalitní obrazové dokumentaci, kterou lékař radiolog hodnotí a následně popisuje.

Ke zpracování bakalářské práce bylo dohledáno dostatečné množství relevantních informací. Všechny cíle bakalářské práce byly splněny.

## SEZNAM ZKRATEK

AEC	expoziční automatika ve skiografii
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ang.	anglický
AP	anterioposteriorní
ATCM	expoziční automatika v počítačové tomografii
B	boční
BAL	bronchoalveolární laváž
CR	nepřímá digitální radiografie
CT	počítačová tomografie
PFS	eská pneumologická a fyziologická společnost
DICOM	digital imaging and communications in medicine
DR	přímá digitální radiografie
DV	dorsoventrální
FN	fakultní nemocnice
FOV	field of view
HRCT	počítačová tomografie s vysokým rozlišením
HU	denzní jednotky
IPF	idiopatická plicní fibróza
IPP	difúzní intersticiální plicní proces
kV	kilovolty
L	levá, levý
LAT	laterální
lat.	latinský
LF UK	Lékařská fakulta Univerzity Karlovy
mAs	miliampér-secundy
MDCT	multidetektorová počítačová tomografie
mm	milimetr
mSv	milisievert
NRS	národní radiologické stadardy
MZ R	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
P	pravá, pravý
PA	posteroanteriorní

PACS	Picture archiving and communication system
RDG	radiodiagnostika, radiodiagnostický
RTG	rentgenový, rentgenologický
tzv.	tak zvaný
UIP	obvyklá intersticiální pneumonie
ZP	zadop ední
2D	dvourozm rný
3D	trojrozm rný



## SEZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH A ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ

BROFIK, Jan, STEINHART, Leo, ELIÁŠ, Pavel, FIŠKA, Jan. *Radiologie plic a mediastina*. Elektronická studijní opora pro studenty LF UK, 4. ročník. Radiodiagnostika a nukleární medicína.

BUREŠ, Jan, HORÁEK, Jiří. *Základy vnitřního lékařství*. 1. vydání. Praha: Galén, Karolinum. 2003. 870 s. ISBN 8072622080

CORNE, Jonathan, CARROL, Mary, BROWN, Ivan, DELANY, David. *RTG hrudníku, srdce a plic*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s. 2004. 116 s. ISBN 80-247-0776-4

ELIÁŠ, Pavel. *Typické obrazy při HRCT* /online/. 2012 - *Kola CT*. /cit 2014-01-10/. Dostupné z: <http://mdct.cz/pavel-elias-typicke-obrazy-pri-hrct-plic2/>

ELIÁŠ, Pavel, MÁČA, Petr, NEUWIRTH, Jiří, VÁLEK, Vlastimil. *Moderní diagnostické metody, II.díl Výpočetní tomografie*. 1. vydání. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 1998. 84 s. ISBN 80-7013-294-9

EUROPEAN COMMISSION EUR 16260 EN. *Kritéria pro radiodiagnostická zobrazení I. kapitola* /online/. červen 1996. /cit. 2013-12-20/ Dostupné z: [http://www.vmk-rtg.cz/pdf/cec\\_kkz.pdf](http://www.vmk-rtg.cz/pdf/cec_kkz.pdf)

FN Motol. *Pacient, vyšetření, RTG S+P* /online/. /cit 2013-12-27/ Dostupné z: <http://www.kardio-motol.cz/rtg>

HUTÁK, Václav, et al. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta zdravotnických věd. 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.

CHUDÁEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. Vydání neuvedeno. Martin: Osveta, 1993. 440 s. ISBN 80-217-0571-X

CHUDÁ EK, Zdeněk. *Hrct plic ó technika vy-et ení, CT anatomie, základní typy patologických nález* /online/. 2010, . 6-7, s.299-302 /cit. 2014-01-13/. *Medicina pro praxi* ISSN 1803-5310 (online verze). Dostupné z:  
<http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/06/14.pdf>

KUNSTOVÁ, Renáta, POTANŮK, Martin. *Analýza efekt digitalizace na radiodiagnostickém pracovišti* /online/. 2010, . 4, s.86 ó 98 /cit 2014-02-24/. *Systémová integrace* ISSN 1804-2716 (online). Dostupné z:  
<http://www.cssi.cz/cssi/analyza-efektu-digitalizace-na-radiodiagnostickem-pracovisti>

LOŤÁKOVÁ, Vladimíra, VAŤÁKOVÁ, Martina. *Centra pro diagnostiku a lé bu intersticiálních proces (Centra IPP) v R.* /online. 2014 /cit. 2014-01-27/. *eská pneumologická a ftizeologická společnost* ó [www.pneumologie.cz](http://www.pneumologie.cz). Dostupné z:  
[www.pneumologie.cz/upload/1372404942.doc](http://www.pneumologie.cz/upload/1372404942.doc)

LYNCH, David, A., GAMSU, Gordon, ABERLE, Denise. *Conventional and high resolution computed tomography in the diagnosis of asbestos-related diseases.* /online/ 1989, ro . 9, . 3, s. 523-551. *RadioGraphics* ISSN 0271-5333. Dostupné z:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X09003349>

MAŤÁK, Jirka, MAŤÁKOVÁ, Jana. *Patologie*. 1. vydání. Praha: Grada, 2004. 376 s. ISBN 80-247-0785-3.

MÍRKA, Hynek. *Skenovací parametry pro CT* /online/. 2009 ó *řkola CT*. /cit 2014-01-10/. Dostupné z: [http://mdct.cz/mdct\\_skenovaci\\_parametry/](http://mdct.cz/mdct_skenovaci_parametry/)

MÜLLER, M.A., DUEWELL, S. *Wie lese ich eine Torax-aufnahme?* /online/ 2012, . 101(2), s. 107-114. *PRAXIS* ISSN 1661-816 (online). Dostupné z:  
<http://www.biham.unibe.ch/unibe/medizin/biham/content/e7950/e9805/e9868/linkliste10421/WieleseicheineThoraxaufnahme.pdf>

NEKULA, Josef, HEŤMAN, Miroslav, VOMÁŤKA, Jaroslav, KÖCHER, Martin. *Radiologie*. 3. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1011-7.

SMITHUIS, Robin, VAN DELDEN, Otto, SHAEFER-PROKOP, Cornelia. *Lung-HRCT Basic Interpretation*. /online/. 2006-12-24. /cit. 2013-12-21/. Dostupné z: <http://www.radiologyassistant.nl/en/p42d94cd0c326b/lung-hrct-basic-interpretation.html>

SHAMIM. *HRCT The first step*. /online/. <http://www.slideshare.net> /cit. 2014-02-01/. Dostupné z: [www.slideshare.net/drmimahs/hrct-i](http://www.slideshare.net/drmimahs/hrct-i)

SOVOVÁ, Eli-ka, kol. *Vybrané kapitoly z vní ního léka ství pro neléka ské obory*. 1.vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012. 283 s. ISBN 978-80-244-3133-8

SVOBODA, Milan. *Základy techniky vy-et ování rentgenem*. 2. vydání. Praha: Avicenum, 1976. 605 s. ISBN 08-013-76

TERCLOVÁ, Martina, VAÁKOVÁ, Martina. *Intersticiální plicní procesy ó pro je pot eba správn stanovit diagnózu?* /online/. 2013, . 8-9, s.261-262 /cit 2014-01-05/. ISSN - 1803-5256 (online verze)  
Dostupné z: <http://www.internimedica.cz/pdfs/int/2013/08/06.pdf>

U ebné texty pre medikov, V.Interná klinika LFUK a UNB, Univerzitná nemocnica Bratislava. *Základy röntgenológie, popis RTG snímky hrudníka, NSB* /online/. /cit 2014-01-05/. Dostupné z: [http://www.fmed.uniba.sk/uploads/media/Zaklady\\_rontgenologie.pdf](http://www.fmed.uniba.sk/uploads/media/Zaklady_rontgenologie.pdf)

UNGERMANN, Leo-. *HRCT plic ó technické aspekty*. XI.Krakono-ský CT kurz 2011.

VAÁKOVÁ, Martina. *Idiopatická plicní fibróza ó novinky v diagnostice a lé b* /online/. 2007, .5, s.233-236 /cit 2014-01-05/. ISSN - 1803-5256 (online verze)  
Dostupné z: <http://www.internimedica.cz/pdfs/int/2007/05/08.pdf>

VAÁKOVÁ, Martina, TERCLOVÁ, Martina. *Intersticiální plicní procesy v otázkách a odpov dích* /oline/. /cit 2012-10-13/ Kongres medicíny pro praxi - kongres IFDA 2012, Praha. /cit 2014-02-02/ Dostupné z: <http://www.amft.cz/ifda2012/23-vasakova.pdf>

VELDKAMP, Wouter, J.H., KROFT, Lucia, J.M., GELEIJNS, Jacob. *Dose and perceived image quality in chest radiography* /online/. 2009, ro . 72, s. 209-217 /cit 2014-01-10/. ISSN 0720048X. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X09003349>

V stník Ministerstva zdravotnictví eské republiky, z listopadu 2003 ó *Indika ní kriteriá pro zobrazovací metody*.

V stník Ministerstva zdravotnictví eské republiky, z 24. srpna 2011 ó *Národní radiologické standardy*.

VIKGRAM, J. et al. *High-resolution computed tomography with 16-row MDCT: a comparison regarding visibility and mori3n artifacts of dose-modulated thin sloves and š step and shoot3 image*. 2008, ro . 49, s. 755-60.

VOMÁ KA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK, Ji í. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

VO KOVÁ, Kate ina, DVO ÁKOVÁ, Renata, BARTO™, Vladimír, KOBLÍfiEK, Vladimír. *Idiopatické intersticiální pneumonie. Klasifikace a klinický obraz odiopatické plicní fibrozy* /online/. 2007- 04-27 Symposium Idiopatická plicní fibr3za, Hradec Králové. /cit 2013-08-30/. Dostupné z: [http://www.geum.org/ipf/2\\_Vonkova.htm](http://www.geum.org/ipf/2_Vonkova.htm)

[www.slide-share.net](http://www.slide-share.net). *Chest Imaging, radiology department* /online/. /cit. 2014-01-25/. Chest Imaging - 120723090447 /www.slide-share.net

ZAMPATORI, Maurizio et al. *Diagnostic Imaging of Difuse Infiltrative Disease of the Lung* /online/. 2004, ro . 71, s. 4-19 /cit 2013-11-12/. Dostupné z <http://www.karger.com/Article/Pdf/75642>

Zákon 96/2004 Sb. *Zákon ze dne 4. února 2004 o podmínkách získávání a uznávání zp sobilosti k výkonu neléka ských zdravotnických povolání a k výkonu inností*

*souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změny v kterých souvisejících zákon  
(zákon o lékařských zdravotnických povoláních)*

*Zákon 95/2004 Sb. Zákon ze dne 29. ledna 2004 o podmínkách získávání a uznání  
odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání  
lékaře, zubařského lékaře a farmaceuta.*

*filifika, Jan. Iterativní rekonstrukce CT obrazu – revoluční krok ve vývoji výpočetní  
tomografie? /online/. 2011, ročník 65, číslo 3, s.169-176 /cit 2014-02-03/. ISSN 1210-7883  
Dostupné z: [http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad\\_1103\\_169\\_176.pdf](http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1103_169_176.pdf)*

## SEZNAM P ÍLOH

P íloha . 1: Tabulka - základní rozd lení IPP

P íloha . 2: Obrázek - sekundární lobuls

P íloha . 3: Obrázek - plicní sklípek

P íloha . 4: Citace z Evropské sm rnice o kvalit 1996 European Commission EUR  
16260 EN

P íloha . 5: Obrázek - PA projekce plic

P íloha . 6: Obrázek - LAT projekce plic

P íloha . 7: Obrázek - jednostranná IPF v RTG obraze

P íloha . 8: Obrázek - vliv tlouky ezu na kvalitu HRCT obrazu

P íloha . 9: Obrázek - schéma principu sekven ní a spirální po íta ové tomografie

P íloha . 10: Obrázek - vliv velikosti matrix na kvalitu digitálního obrazu

P íloha . 11: Obrázek - elektrody pacemakeru na CT ezu

P íloha . 12: Obrázek - vliv iterativní rekonstrukce na kvalitu obrazu p í HRCT plic  
(vpravo)

P íloha . 13: Obrázek ó schéma principu zobrazení p í klasické tomografii

## P ÍLOHY

### P íloha . 1 - základní rozd lení IPP

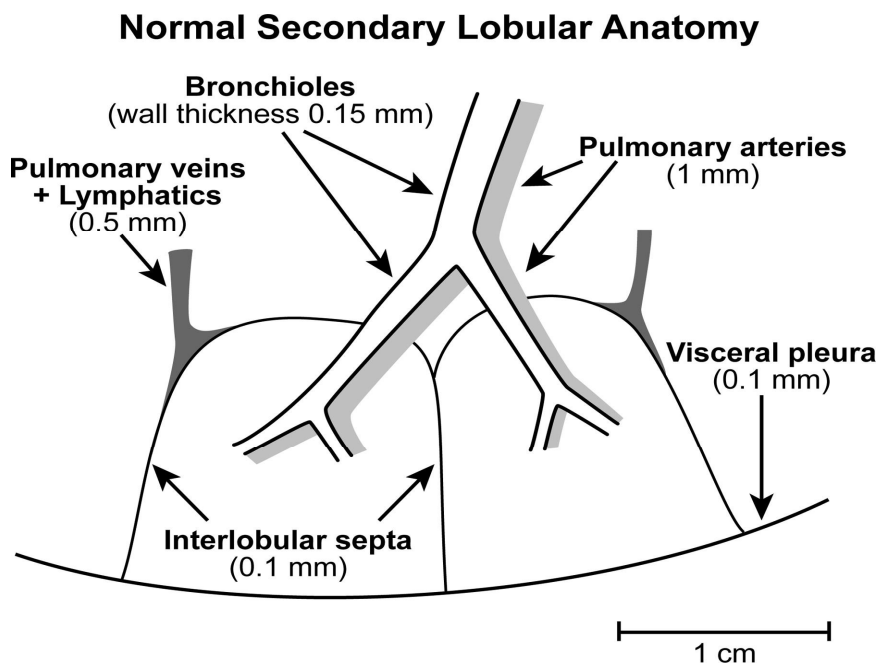
**Tabulka 1.** Difúzní intersticiální plicní procesy

Známé příčiny		polékové poškození, systémové choroby pojiva, exo- genní inhalační noxy, radiace atd.
Idiopatické intersticiální pneumonie	Klasifikace původní	a. IPF b. Non-IPF: NSIP, LIP, DIP, RB-ILD, COP, AIP
	Klasifikace navrhaná	a. hlavní: IPF, NSIP, CO <sub>2</sub> , AIP, DIP, RB-ILD b. vzácné: LIP, idiopatická pleuropulmonální fibroelastóza c. neklasifikovatelné
Granulomatózní		sarkoidóza, plicní histiocytóza z Langerhansových bu- něk, granulomatóza s polyangiitidou aj. vaskulitidy atd.
Jiné		eozinofilní pneumonie, lymfangioleiomyomatóza, al- veolární proteinóza atd.

IPF – idiopatická plicní fibróza; NSIP – nespecifická intersticiální pneumonitida; LIP – lymfocytární intersticiální pneumonitida; DIP – deskvamativní intersticiální pneumonitida; RB-ILD – intersticiální plicní nemoc sdružená s respirační bronchiolitidou; COP – kryptogenní organizující pneumonie; AIP – akutní intersticiální pneumonitida.

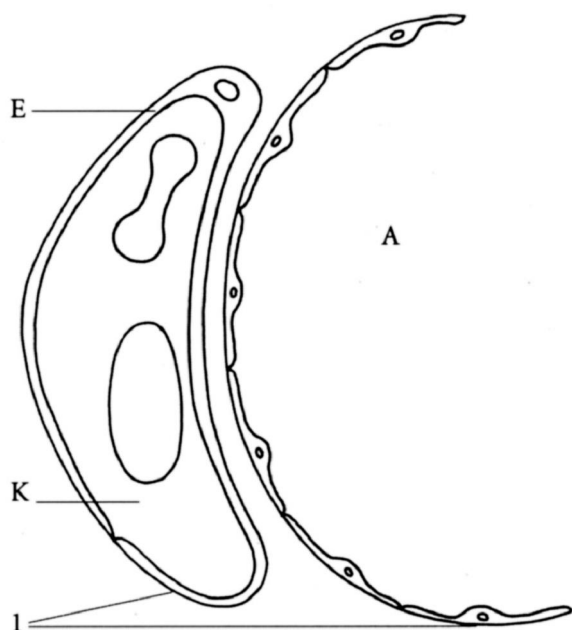
Therclová, Vaáková, 2013, s.261-262

### P íloha . 2 ó sekundární lobulus



Shamim - HRCT The first step, s. 112.

Příloha . 3 - plicní sklípek



Plicní sklípek ve velkém zvětšení:

A - plicní sklípek

K - krevní kapilára

E - endotelie

I - bazální membrána

(Maňák, 2004, s. 179)

Příloha . 4 - Citace z Evropské směrnice o kvalitě 1996 European Commission EUR  
16260 EN

Evropská směrnice o kvalitě z r. 1996 uvádí tato kritéria kvality jako správnou  
zobrazovací techniku RTG snímku plic:

1. Zadopřední projekce plic

š *Diagnostické požadavky*

*Kritéria obrazu:*

- *Provedeno v hlubokém nádechu (jak určeno polohou fleber nad bránicí - bu 6.  
vpradu*

*nebo 10. vzadu) a se zadržetím dechu.*

- *Symetrické zobrazení hrudníku, stejně je určeno vertebrálními výbřívky mezi mediálními  
konci klavikuly*

- *Mediální okraj lopatky je mimo plicní pole*

- *Zobrazení celého hrudního koše nad bránicí*

- *Ostré zobrazení cévní kresby v celé plíci, zejména periferních cév*

- *Ostré zobrazení*



a) trachey a proximálných bronch

b) okraj srdce a aorty

c) bránice a kostofrenických úhl

- Znážorn ní retrokardiálných ástí plic a mediastina

- Znážorn ní páte e v srde ním stínu

*D* lefíté detaily obrazu:

- Malé kruhové detaily na celé plíci, v etn retrokardiálných oblastí:

vysoký kontrast: pr m r 0,7 mm

nížký kontrast: pr m r 2 mm

- Lineárni a retikulárni detaily mimo okraj plíce:

vysoký kontrast: -í ka 0,3 mm

nížký kontrast: -í ka 2 mm

*Kritéria dávky pacientovi*

Vstupní povrchová dávka pacientovi standardní velikosti: 0,3 mGy

*P íklad správné techniky zobrazení*

- Snímkovací za ízení: vertikální st na se stacionární nebo pohyblivou m ífkou

- Velikost ohniska:  $\text{Ö}1,3$

- Celková filtrace:  $\times 3,0$  mm Al ekvivalent

- Sekundární clona (m ífka)  $r = 10; 40/\text{cm}$

- Kombinace fólie - film: nominální t ída citlivosti 400

- Vzdálenost ohnisko - film: 180 (140 - 200) cm

- Nap tí na rentgence: 125 kV

- Expozi ní automat: zvolená kom rka - laterální vpravo

- Expozi ní as:  $< 20$  ms

- Ochranné stín ní: standardní ochrana

2. Bo ní projekce plic:

š Diagnostické pořadavky

*Kritéria obrazu:*

- Provedeno v hlubokém nádechu a se zadržlením dechu

- *Paľe by m ly z eteln p evy-ovat hrudník*
- *Sumace zadních hranic plic*
- *Zobrazení pr du-nice*
- *Zobrazení kostofrenických úhl*
- *Ostré zobrazení zadního okraje srdce, aorty, mediastina, bránice, hrudní kosti a hrudní páte e*

*D leřtité detaily zobrazení:*

- *Malé kruhové detaily v celé plíci*
- vysoký kontrast: 0,7 mm pr m r*
- nízky kontrast: 2 mm pr m r*
- *Lineární a retikulární detaily mimo okrajovou část plic:*
- vysoký kontrast: 0,3 mm -í ka*
- nízky kontrast: 2 mm -í ka*

*Kritéria dávky pacientovi*

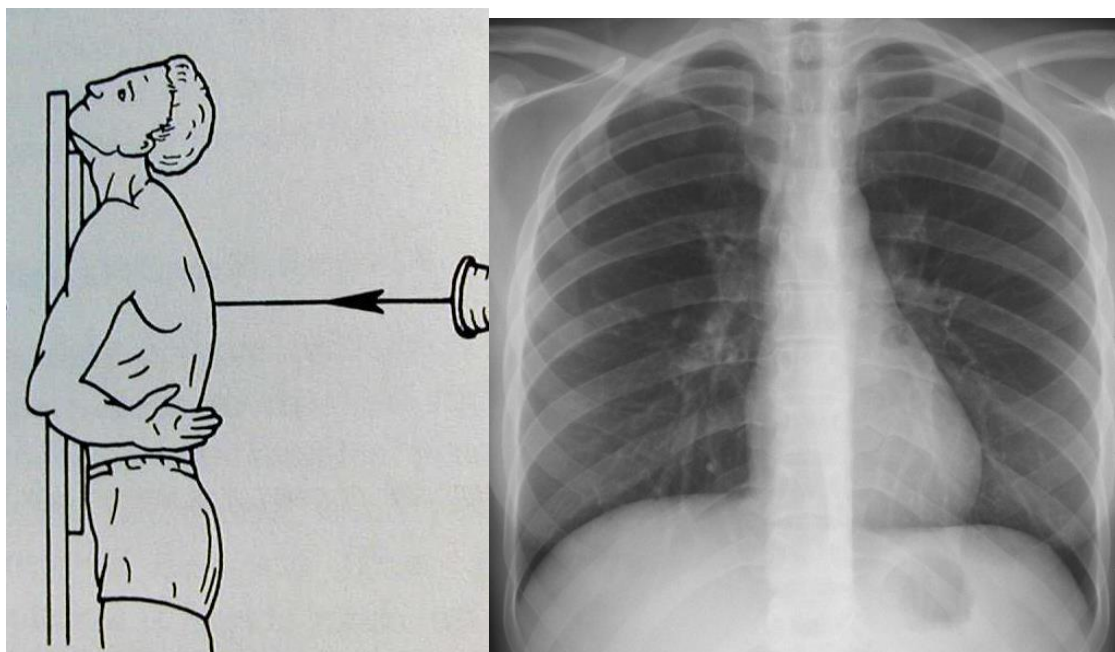
*Vstupní povrchová dávka standardnímu pacientovi: 1,5 mGy*

*P íklad správné techniky zobrazení*

- *Snímkovací za ízení: vertikální st na se stacionární nebo pohyblivou m ířkou*
- *Velikost ohniska: Ö1,3*
- *Celková filtrace: × 3,0 mm Al ekvivalent*
- *Sekundární clona (m ířka): r = 10; 40/cm*
- *Kombinace fólie - film: nominální t ída citlivosti 400*
- *Vzdálenost ohnisko - film: 180 (140 - 200) cm*
- *Nap tí na rentgence: 125 kV*
- *Expozi ní automat: zvolená kom rka - centrální*
- *Expozi ní as: < 40 ms*
- *Ochranné stín ní: standardní ochranaõ*

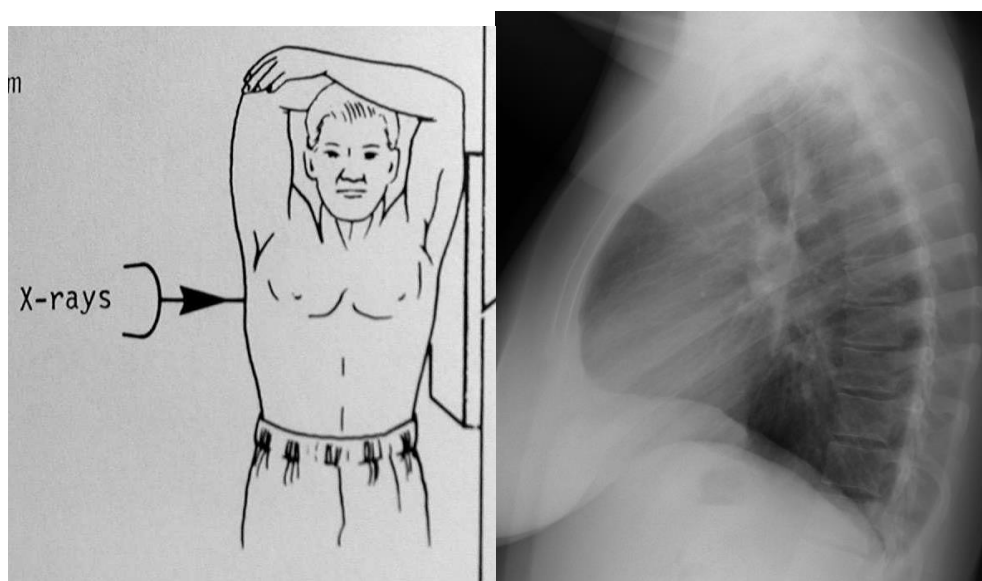
*(Kriteria kvality pro radiodiagnostické zobrazení European Commission EUR 16260 EN, erven 19996, s. 11-12)*

P íloha . 5 - PA projekce plic



Chest Imaging - 120723090447 /www.slide-share.net

P íloha . 6 - LAT projekce plic



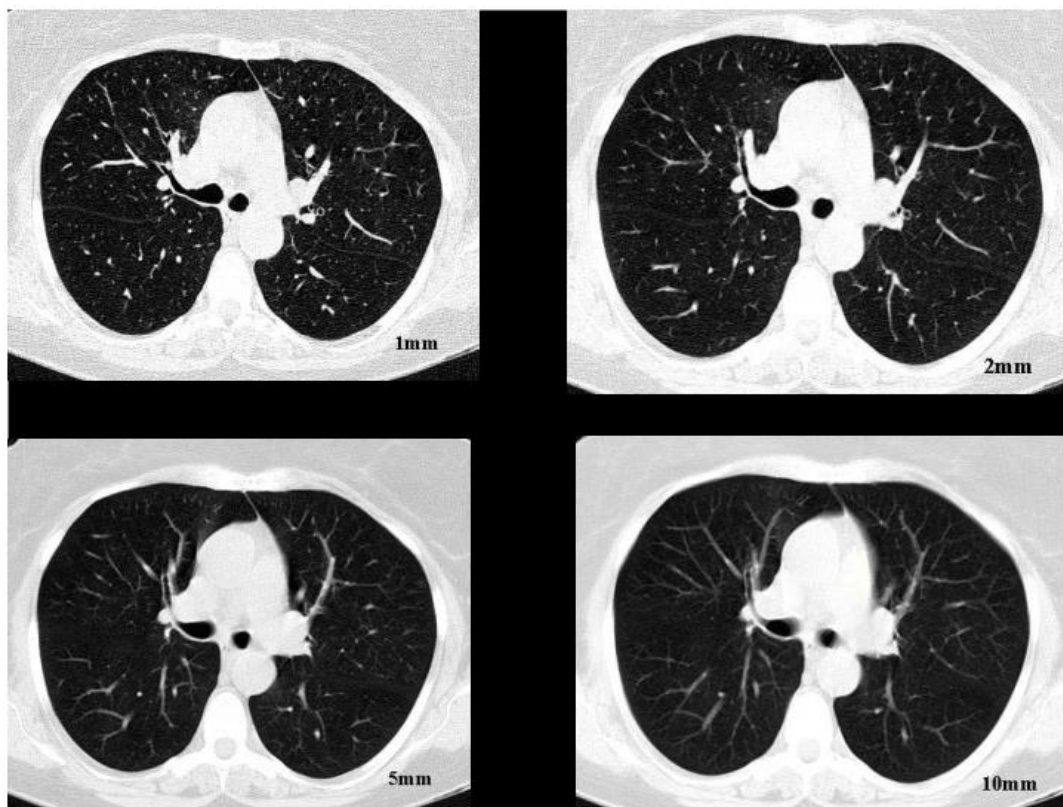
Chest Imaging - 120723090447 /www.slide-share.net

Príloha . 7 - jednostranná IPF v RTG obraze



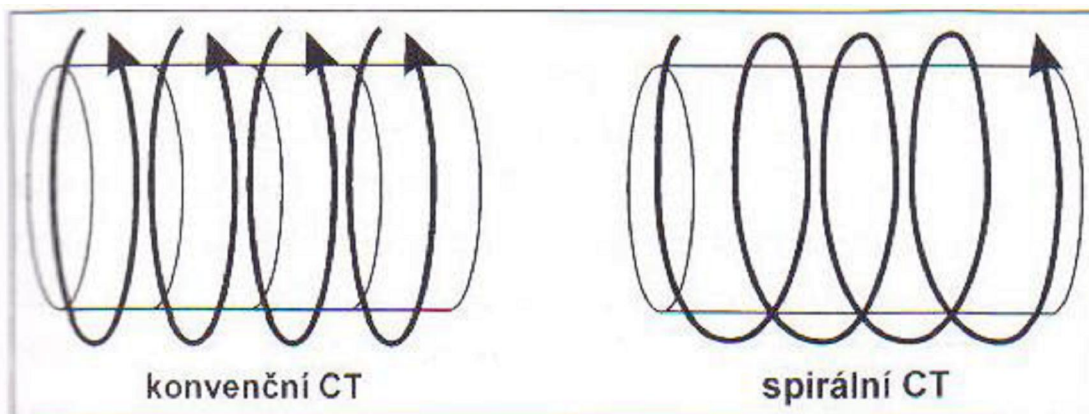
Základy röntgenológie, Bratislava - plicní fibróza

Príloha . 8 - vliv tloušťky rezu na kvalitu HRCT obrazu



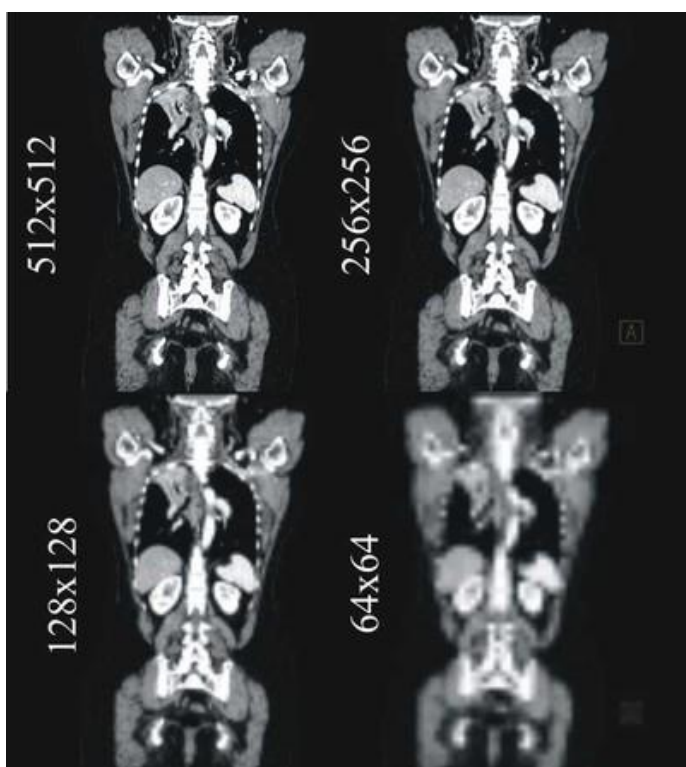
Shamim - HRCT The first step, s.14

Příloha . 9 - schéma principu sekvenční a spirální počítačové tomografie



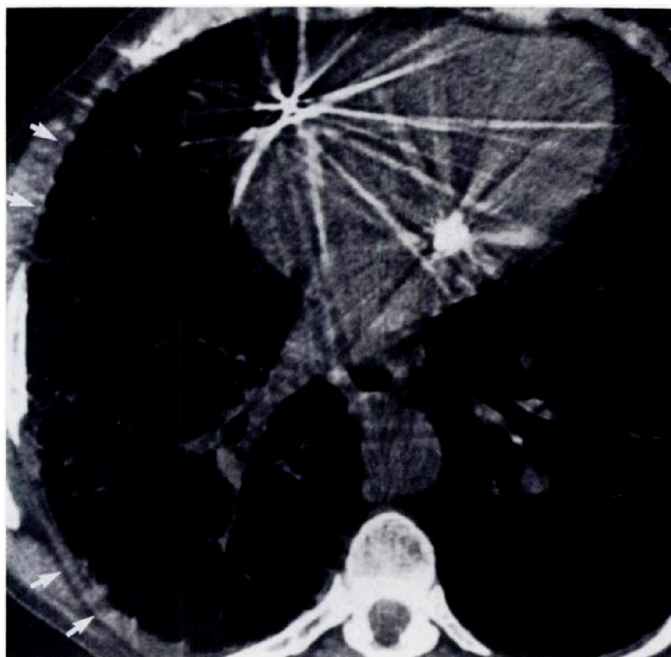
Nekula, 2005, s. 21

Příloha . 10 - vliv velikosti matrix na kvalitu digitálního obrazu



<http://www.lf.upol.cz/menu/struktura-lf/kliniky/klinika-nuklearni-mediciny/pedagogicka-cinnost/fyzikalni-zaklady-zobrazovani-v-nuklearni-medicine-a-radiacni-ochrana/scintilacni-kamera-planarni-a-spect/digitalni-obrazy/> 27. 1. 2014

Příloha . 11 - elektrody pacemakeru na CT zezu



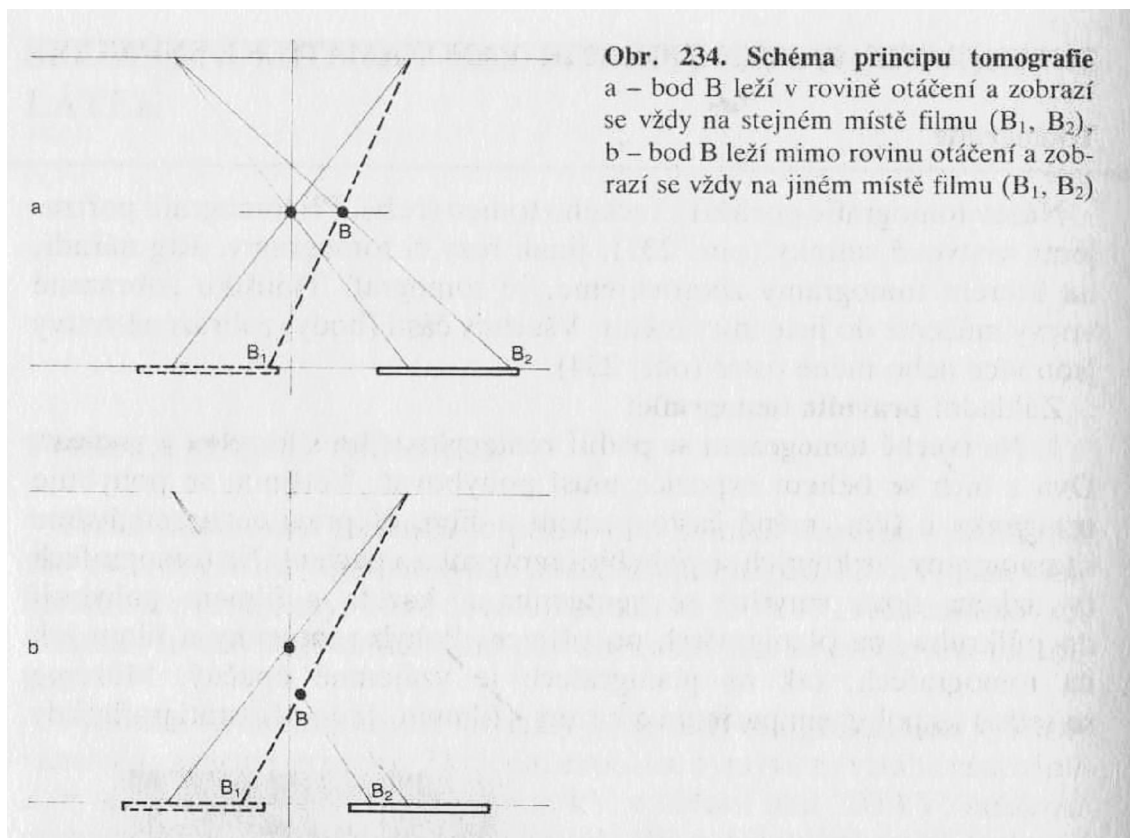
Lynch, 1989, s. 529 o elektrody pacemakeru

Příloha . 12 - vliv interaktivní rekonstrukce na kvalitu obrazu při HRCT plic (vpravo)



Šifflka, 2011, s.174

Příloha 13 - schéma principu zobrazení při klasické tomografii



Chudá ek, 1993, s.286