

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

Filip Bošek

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI TRAUMATECH PLIC

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

PLZEŇ 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji Mgr. Andree Svobodové za odborné vedení práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů. Děkuji prim. MUDr. Vladimíru Špidlenovi za poskytnutí kazuistik. Děkuji personálu FN v Plzni za jejich ochotu a pomoc při získávání informací pro bakalářskou práci.

Anotace

Příjmení a jméno: Filip Bošek

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Zobrazovací metody při traumatech plic

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

Počet stran: číslovaných 36, nečíslovaných 31

Počet příloh: 1

Počet titulů použité literatury: 8

Klíčová slova: plíce, úrazy hrudníku, rentgenové vyšetření, výpočetní tomografie, traumatologie, urgentní medicína, traumata plic, snímek plic, akutní stavy.

Souhrn: Bakalářská práce, jejíž téma zní zobrazovací metody při traumatech plic, se skládá z teoretické a praktické části. V teoretické části se zabývám anatomii úseků dýchacího systému, na kterých nejčastěji vznikají plicní traumata, rozdělením plicních traumat a zobrazovacími metodami, které se využívají k diagnostice těchto stavů. V praktické části uvádím kazuistiky pacientů s poraněním hrudníku a zjišťuji, jaká zobrazovací metoda je zvolena jako metoda první volby k získání nejrychlejší informace o stavu pacienta při diagnostice plicních traumat.

Annotation

Name and family name: Filip Bošek

Department: Department of Rescue Services and Technical Branches

Name of the work: Imaging methods in traumas of lungs

Leader of the work: Mgr. Andrea Svobodová

Number of pages: numbered 36, not numbered 31

Number of appendices: 1

Number of titles of bibliography: 8

Keywords: lungs, chest injury, RTG examination, computer tomography, traumatology, emergency medicine, traumas of lungs, image of lungs, acute conditions

Summary: The bachelor's work themed to imaging methods in traumas of lungs consists of theoretical and practical parts. Theory deals with anatomy of airways stretches where traumas of lungs occur most frequently, classification of traumas of lungs, and imaging methods applied in diagnosis of these conditions. In the practical part I case process reports of patients with chest injuries and realize what imaging modality is selected as the method of choice to obtain the fastest information on the status of the patient in the diagnosis of lung trauma.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE PLIC A HRUDNÍKU.....	9
1.1 Průdušnice (trachea)	9
1.2 Plíce (pulmones).....	10
1.3 Cévní zásobení a krevní oběh plic	10
1.4 Nervové zásobení plic	11
1.5 Hrudník (thorax)	11
2 FYZIOLOGIE DÝCHACÍCH CEST	12
2.1 Mechanismus dýchání.....	12
2.1.1 Nádech	12
2.1.2 Výdech.....	12
2.2 Dýchací centrum a nervové řízení dýchání	13
2.2.1 Receptory	13
2.2.2 Mozková kůra.....	13
2.2.3 Hypotalamus a limbický systém	13
3 PATOLOGICKÉ PROCESY PŘI TRAUMATECH PLIC	14
3.1 TUPÁ PORANĚNÍ HRUDNÍKU	14
3.1.1 Pneumotorax.....	14
3.1.2 Fluidotorax	15
3.1.3 Hemotorax.....	15
3.1.4 Kontuze plic	16
3.1.5 Lacerace plíce	16
3.1.6 Poranění hrudní aorty	16
3.2 PENETRUJÍCÍ PORANĚNÍ HRUDNÍKU	17
3.2.1 Bodné rány	17
3.2.2 Střelná poranění.....	17
3.2.3 Plicní hematom.....	17
4 ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI TRAUMATECH PLIC	18
4.1 RENTGENOVÉ VYŠETŘENÍ (skiografie).....	18
4.1.1 Prostý snímek plic.....	20

4.1.2	Příprava a provedení vyšetření	21
4.2	VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT).....	22
4.2.1	Definice CT přístroje	22
4.2.2	Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT)	22
4.2.3	Příprava na CT vyšetření.....	23
4.2.4	Premedikace.....	24
4.2.5	Aplikace kontrastní látky	24
4.2.6	Nežádoucí reakce po podání kontrastní látky	25
4.2.7	Způsob podání kontrastní látky.....	25
4.2.8	Parametry podání kontrastní látky.....	25
4.3	Technika CT vyšetření plic	26
4.3.1	Protokoly k CT vyšetření plic a hrudníku	27
4.3.2	Postprocessing	29
5	ÚVOD.....	32
6	CÍL PRÁCE	32
7	KAZUISTIKY	33
7.1	Bodné poranění hrudníku	33
7.2	Bodné poranění hrudníku	34
7.3	Sériová zlomenina žeber	35
7.4	Střelné poranění hrudníku	36
7.5	Sériová zlomenina žeber s rupturou bránice	37
7.6	Bloková zlomenina žeber	38
7.7	Sériová zlomenina žeber s poraněním aorty.....	40
8	DISKUSE	42
	ZÁVĚR	44

ÚVOD

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolil téma zobrazovací metody při traumatech plic a poukázal tak na zobrazovací metody nejčastěji používané při diagnostice těchto urgentních stavů.

Úrazy plic jsou často doprovázeny poraněním hrudníku. Tato poranění jsou akutní stavy, které vznikají působením velkého násilí a jsou často doprovázena ještě dalšími poraněními, které mohou nemocného ohrozit na životě. Pro určení rozsahu a závažnosti poranění je rozhodující nejen poskytnutí první pomoci v přednemocniční neodkladné péči, ale následné rychlé využití přístrojů určených pro zobrazování, jako je skiografie a výpočetní tomografie.

Cílem mé bakalářské práce v teoretické části je anatomicky popsat nejdůležitější úseky dýchacího ústrojí, kde dochází nejčastěji ke vzniku traumat, rozdělit jejich symptomy a popsat zobrazovací metody, které se využívají k diagnostice plicních traumat. V praktické části popisuji průběh léčby sedmi pacientů, kteří byli hospitalizováni pro plicní trauma. Za pomoci nashromážděných informací se snažím zjistit jaká je nejčastěji využívaná zobrazovací metoda první volby při diagnostice těchto závažných stavů.

1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE PLIC A HRUDNÍKU

Dýchací ústrojí je soubor orgánů, které zajišťují výměnu plynů zejména (O_2 , CO_2) mezi vnějším prostředím a krví. Dýchací ústrojí se rozděluje na dýchací cesty a dýchací orgán. Do dýchacích cest patří **horní cesty dýchací**, dutina nosní, nosohltan. **Dolní cesty dýchací** tvoří hrtan, průdušnice (trachea), průdušky (bronchi). Dýchacím orgánem jsou plíce (pulmones).¹

Vzhledem k tématu mé práce, se zaměřím zejména na stavbu a funkci dolních cest dýchacích a plic.

1.1 Průdušnice (trachea)

Průdušnice (obr. č. 1) je přímým pokračováním hrtanu. Je to 10-12 cm dlouhá trubice, její stěna je tvořena hyalinními chrupavkami, které mají tvar podkovy a jsou vzájemně spojeny pomocí vazů, což zajišťuje průdušnici schopnost určitého natažení a ohebnosti. Chrupavky svým tvarem a uspořádáním zajišťují neměnný průsvit trachey. Pouze zadní stěnou přiléhá průdušnice k jícnu, proto mají chrupavky podkovovitý tvar. Zadní stěnu trachey tvoří vazivo a snopce hladké svaloviny průdušnicového svalu (m. trachealis), který při polykání nebo kašlání umožňuje pružnost stěny průdušnice. Sliznice je kryta víceřadým cylindrickým epitelem s řasinkami. V úrovni čtvrtého hrudního obratle (Th4) se trachea větví ve dvě průdušky v místě posledního tracheálního prstence (carine tracheae).¹

Průdušky odstupují z trachey na pravou a levou stranu. Toto místo se nazývá bifurkace. Oba bronchy tzv. primární, směřují šikmo dolů a po průchodu mediastinem vstupují do centrálního hilu plic. Pravý bronchus je širší a kratší než levý, směřuje i více dolů a dochází v něm k častějšímu váznutí cizího tělesa. Stavba stěny i epitelu je stejná jako u průdušnice.¹

Již v plicích dochází k dalšímu větvení primárních bronchů v bronchy sekundární. (Vzhledem k počtu plicních laloků, které budou popsány v anatomii plic). Terciální dělení bronchů v segmentární průdušky, které přivádí vdechovaný vzduch do jednotlivých plicních segmentů. Větvení průdušek pokračuje celkem asi 23x, až do průměru menšího než 1mm, pak se jedná již o bronchioly (průdušinky). Tímto složitým větvením bronchů vzniká tzv.

tracheobronchiální strom. Postupně z jejich stěn ubývá chrupavka a epitel ztrácí řasinkový charakter. Průdušinky s nejmenším průměrem, jsou označovány jako terminální (konečné) průdušinky. Z těchto průdušinek vycházejí respirační bronchioly, které se dále větví do alveolárních chodbiček, které jsou zakončeny shluky plicních alveol. V plicích člověka je jich asi 300 milionů. V těchto mikroskopických komůrkách probíhá vlastní výměna dýchacích plynů, tvoří celkovou plochu asi 40x větší než povrch lidského těla. Jejich velice tenká stěna je složena z jednovrstvého dlaždicového epitelu a bazální membrány, kterou na povrchu obaluje velké množství krevních kapilár. Membrána je označována také jako respirační, protože přes ní dochází k vlastní výměně O_2 a CO_2 mezi alveolami a krví. Toto je poslední oddíl dýchacích cest, který se nazývá respirační zóna.¹

1.2 Plíce (pulmones)

Plíce (obr. č. 2) jsou párový složený orgán. Každá plíce je rozdělena meziblokovými rýhami na jednotlivé laloky. Pravá plíce, která je složena ze tří laloků, je také o poznání větší než plíce levá, která má pouze dva laloky. Ve vchlípené části levé plíce, takzvané srdeční impresi, je uloženo srdce. Každá plíce je rozdělena ještě tenkou vazivovou přepážkou na deset segmentů (obr. č. 3). Funkce segmentů je důležitá i jako ochranná, neboť případná infekce velmi těžko překonává vazivovou bariéru. Tím je možné zabránit například šíření některých infekčních onemocnění plic. Vlastní struktura plicní tkáně je tvořena podpůrnou vazivovou sítí, která obsahuje velké množství elastických vláken. Plíce jsou lehký a měkký orgán, s houbovitou konzistencí.¹

1.3 Cévní zásobení a krevní oběh plic

Plicní krevní oběh (obr. č. 4) je zajišťován plicní tepnou (truncus pulmonalis), která přivádí neokysličenou krev do plic z pravé srdeční komory. V úrovni aortálního oblouku se dělí na pravou a levou (a. pulmonalis dx. et sin.). Každá větev proniká do příslušné plíce, kde se pak větví podle počtu plicních laloků (pravá 3, levá 2 větve). Dělí se a zmenšují svůj průsvit (podobně jako průdušky), až do nejtenčích kapilár, kde probíhá vlastní výměna krevních plynů. Krev je již okysličená a odváděna venulami do větších žil, které se postupně zesilují a vytvoří v každé plíci horní a dolní plicní žílu. Okysličenou krev z plic

odvádí dva páry plicních žil, které probíhají mediastinem v blízkosti plicních tepen a ústí do levé srdeční síně. Cévní stěna u plicních tepen a žil není stejně silná jako v tělním oběhu, neboť je zde mnohem nižší tlak než v ostatních cévách. Plicní krevní oběh má kromě výměny dýchacích plynů i funkci **nutritivní**, zajišťuje výživu a odvod zplodin z plicní tkáně. ¹

1.4 Nervové zásobení plic

Nervové zásobení plic je zajišťováno:

- 1) viscerální (orgánovou) nervovou pletení
- 2) n. sympaticus – ovládá rozšíření průsvitu průdušek (bronchodilataci) uvolňováním hladkého svalstva
- 3) n. parasympaticus – pracuje opačně, stahem hladké svaloviny způsobuje zúžení průdušek (bronchostrikce) ¹

1.5 Hrudník (thorax)

Hrudník (obr. č. 5) je pevnou, ale zároveň pružnou ochrannou schránkou pro plíce a srdce. Kostru hrudního koše tvoří dvanáct hrudních obratlů, k nimž se hlavičkou připojují žebra, kterých je dohromady dvanáct párů a vytvářejí pohyblivé strany hrudníku. Vpředu se žebra upínají k hrudní kosti (sternu). Hrudník tvoří hrudní dutinu, kterou vystýlá nástěnná pohrudnice (pleura parietalis), která kryje vnitřní povrch dutiny hrudní, horní plochu bránice a boční plochy mezihrudí. V místě plicního hilu přechází nástěnná pohrudnice v poplicnici (pleura visceralis), která tvoří tzv. pleurální valy a přímo obaluje každou plíci. Mezi parietální a viscerální vrstvou pohrudnice je štěrbinový prostor označovaný jako pohrudniční dutina, která obsahuje malé množství tekutiny asi 10 – 20 ml, která umožňuje vzájemné klouzání obou vrstev pohrudnice při dýchání. Tuto serózní tekutinu tvoří sama pleura. V pohrudniční dutině je fyziologicky negativní tlak. Dutina hrudní je anatomicky rozdělena na levý a pravý pohrudniční obal a mezihrudí přepážky (mediastinum). ¹

2 FYZIOLOGIE DÝCHACÍCH CEST

Z hlediska funkce rozdělujeme dýchání na vnější a vnitřní.

Vnější dýchání rozumíme zabezpečení transportu vzduchu do plicních alveol, kde dochází k výměně O_2 a CO_2 mezi alveolou a krevní kapilárou, podle zákonů difúze tak, že plyn z oblasti, kde má vyšší koncentraci (alveola) difúzuje do oblasti s nižší koncentrací (krev). Tímto systémem probíhá difúze O_2 , difúze CO_2 z krevního řečiště do alveol. ¹

Vnitřní dýchání probíhá na úrovni výměny plynů mezi buňkou a jejím okolím. To znamená, že krevní řečiště zajišťuje transport plynů mezi alveolami a buňkami tkání. Krev se pak zbavuje v plicích oxidu uhličitého a obohacuje se kyslíkem. ¹

2.1 Mechanismus dýchání

Tento proces sestává ze dvou částí: nádech (inspirace) a výdech (expirace) (obr. č. 6).

2.1.1 Nádech

Tento proces vzniká aktivováním bránice a mezižeberních svalů. Dochází ke zvětšení objemu hrudníku tak, že při stahu se bránice snižuje směrem do dutiny břišní a tím dochází ke zvětšení hrudního prostoru vertikálním směrem. Zároveň stah jedenácti zevních mezižeberních svalů umožňuje pohyb žeber směrem nahoru a do stran, takže objem hrudníku se zvětší směrem předozadním a dojde k nárůstu i jeho boční šíře. Přestože posun žeber není nijak velký (pouze několik milimetrů), zvětší se celkový objem hrudníku asi o půl litru, což je přibližně množství vdechovaného vzduchu při klidovém nádechu. Zvětšení objemu hrudníku zmenší nitrohrudní tlak a tím napomáhá snadnému pronikání vzduchu do plic. ¹

2.1.2 Výdech

Výdech je pasivní proces, který vyplývá pouze z elastického smršťování plic. Pouze pokud je výdech hluboký, zapojí se skupina jedenácti vnitřních mezižeberních svalů (musculi intercostales interni), které stlačí hrudní koš, zmenší jeho objem a zajistí maximální výdech. Důležitá je zde i aktivní činnost

břišního svalstva, která způsobí zvedání bránice, neboť dochází ke zvýšení tlaku v břišní dutině. ¹

2.2 Dýchací centrum a nervové řízení dýchání

Dechová frekvence je řízena činností dýchacího centra v prodloužené míše, které se nazývá pre-Botzingerův komplex. Hloubku, frekvenci a rytmus dýchání však ovlivňuje několik dalších faktorů. ¹

2.2.1 Receptory

Receptory, které se aktivují poklesem kyslíku a zvýšením koncentrace CO₂ v krvi. Stimulují tak dechové centrum k aktivitě. Jako centrální jsou uloženy v míše, periferní pak v aortálním oblouku a v místech větvení krčních tepen. Tyto chemoreceptory aktivují dechové centrum pomocí bloudivého nervu (nervus vagus) směrem k míše. ¹

2.2.2 Mozková kůra

Mozková kůra může ovlivnit hloubku i dechovou frekvenci. Člověk pak může ovlivňovat dýchání pomocí vlastní vůle. ¹

2.2.3 Hypotalamus a limbický systém

Hypotalamus a limbický systém ovlivňují dechovou frekvenci a hloubku emocí, při bolestech, horečce apodobně. ¹

3 PATOLOGICKÉ PROCESY PŘI TRAUMATECH PLIC

3.1 TUPÁ PORANĚNÍ HRUDNÍKU

Tupá poranění hrudníku vznikají nejčastěji při dopravních nehodách. Obvykle jsou spojena se zlomeninami žeber, mohou být ale přítomna i bez nich. Může dojít k poranění prakticky všech orgánů hrudníku. ⁴

3.1.1 Pneumotorax

Pneumotoraxem nazýváme stav, kdy do pohrudniční dutiny proniká vzduch. Vzduch potlačuje funkci pohrudniční tekutiny, která udržuje kontakt mezi stěnami hrudníku a plícemi. Pružná plíce tak kolabuje jako balón, z něhož uniká vzduch. Nejčastěji vzniká jako poranění plíce fragmentem žebra při úrazech. Pneumotorax může být buď zavřený, otevřený, iatrogenní nebo tenzní. ³

Zavřený pneumotorax

Zavřený pneumotorax vzniká při penetrujícím poranění hrudní stěny jednorázovým nasátím, kdy vzduch již nemá možnost úniku. V pleurální štěrbině dojde k oddálení obou pleurálních listů a kolapsu plíce, buď parciálnímu nebo úplnému. Tento pneumotorax může nastat i bez poranění hrudní stěny, například při lézi trachey, bronchů, jícnu nebo povrchu plíce. Patofyziologicky znamená zavřený pneumotorax stlačení plíce a tím omezení její ventilace i perfúze. Dále způsobuje tlak na srdce a velké cévy s vychýlením mediastina. Důsledkem toho je horší plnění pravé síně venózní krví a snížený tepový i minutový objem, který vede k tachykardii a poklesu krevního tlaku. Městnající vzduch zatěžuje myokard a podmiňuje arytmií. ³

Otevřený pneumotorax

Otevřený pneumotorax vzniká při penetrujícím poranění hrudní stěny se zejícím otvorem, kdy je volná komunikace mezi pleurální dutinou nebo mediastinem či perikardem na jedné straně a zevním prostředím na straně druhé. Tento druh pneumotoraxu může nastat i při pronikajícím poranění hrudní stěny a současném zranění plíce, trachey bronchů nebo jícnu, kdy do pleurální dutiny, mediastina nebo perikardu vniká vzduch zvenčí i z poraněného hrudního

orgánu. Patofyziologicky vede otevřený pneumotorax k úplnému kolapsu plíce ve zraněném hemitoraxu. ³

Iatrogenní pneumotorax

Iatrogenní pneumotorax vzniká například po punkcích lézí hrudníku nebo po kanylaci v. subclavia. ⁴

Tenzní pneumotorax

Tento typ pneumotoraxu je charakterizován stále se zvětšujícím objemem intrapleurálního vzduchu. Pro zraněné je vitálně nebezpečný. K tenznímu pneumotoraxu dochází tehdy, je-li vnikání vzduchu do hrudníku větší nežli jeho únik. Tak je tomu při záklopkovém mechanismu v hrudní stěně, kdy traumaticky vzniklý lalok měkkých tkání uzavírá komunikaci ve stěně, takže dovoluje vstup vzduchu do hrudníku, ale brání jeho výstupu ven. (obr. č. 7) Patofyziologicky vede tenzní pneumotorax vždy k narůstajícím projevům plicní komprese, k velkému vychýlení mediastina, ke stlačení dutých žil a srdce, velmi často i k masivnímu přestupu vzduchu do podkoží na krku, v obličeji a na trupu. ³

3.1.2 Fluidotorax

V pleurální dutině okolo plic je velmi málo volného prostoru. V tomto prostoru se nachází malé množství tekutiny a udržuje se zde podtlak, který umožňuje snadnější rozepínání plic při nádechu. Pokud se objeví v tomto prostoru tekutina, nastává fluidotorax neboli voda na plicích. Fluidotorax může vzniknout při poranění hrudníku, dojde-li ke krvácení do pleurální dutiny (hemotorax) nebo k úniku lymfy z roztrženého velkého hrudního mízovodu. Přítomnost tekutiny okolo plíce utlačuje plíci, která se při nádechu nemůže rozpínat. Nemocný trpí dušností a nutkáním ke kašli. ³

3.1.3 Hemotorax

Hemotorax je častým průvodním projevem tupých i pronikajících hrudních poranění. K nejčastějším příčinám hemotoraxu patří natržené interkostální cévy při zlomeninách žeber a poraněný povrch plíce. U penetrujících poranění krvácejí okraje rány, u zlomenin žeber a sternu krváčí spongióza, při natržení mezižeberních svalů a bránice krvácejí jejich cévy. Projevem hemotoraxu je hypovolémie, hypotenze a tachykardie. Dále jsou příznaky ovlivněny

hromaděním krve v pleurální dutině nebo v mediastinu, což vede ke kompresi plic, k její snížené ventilaci i perfúzi a k hypoxémii. (obr. č. 8) Tlak hematomu na srdce a na duté žíly nepříznivě ovlivňuje plnění pravého srdce i funkci malého a velkého oběhu. Zraněný s hemotoraxem je bledý, má chladnou a zpocenou kůži, jeho krevní tlak je snížen a puls urychlen. Dýchání je zrychlené při větším objemu krve v pleurální dutině je přítomna dyspnoe a cyanóza. ³

3.1.4 Kontuze plic

Kontuze plic vzniká při tupém poranění plicního parenchymu velkým násilím. Dochází k prokrvácení plic s následnou zánětlivou reakcí. (obr. č. 9) Snížená roztažitelnost plic spolu se zvýšenou rezistencí dýchacích cest (hromaděním sekretu, otok) vede ke zvýšení dechové práce, vznikají atelektázy, které spolu s poruchou mechaniky dýchání (bolesti z kontuze hrudní stěny nebo zlomenin žebere) vedou k hypoventilaci a rozvoji akutní respirační insuficience (nejčastěji během 24-48 hodin). Zraněný cítí bolest na hrudi je neklidný a subjektivně dušný. ²

3.1.5 Lacerace plíce

K plicní laceraci dochází po tupém i pronikajícím hrudním zranění. U tupého traumatu se jako nejčastější příčina uvádí úlomek žebra, který se zabodne do plic a způsobí její roztržení. U pronikajících zranění vedou k laceraci větší bodné a hlavně střelné rány. Lacerace plíce je vždy spojena s hemotoraxem a pneumotoraxem. Zraněný je extrémně dušný má dráždivý kašel a trpí hemoptýzou, která může být i velmi masivní. ³

3.1.6 Poranění hrudní aorty

Poranění hrudní aorty dělíme na zavřená a pronikající. Nejčastějším poraněním je ruptura hrudní aorty, která vzniká hlavně tupým vysokoenergetickým deceleračním mechanismem, nejčastěji u řidičů (náraz na volant) nebo při pádech z výšky. V místech, kde je hrudní aorta fixovaná, působí střížná síla, která má za následek částečnou nebo úplnou rupturu aortální stěny. Nejčastější lokalizací ruptury je ascendentní aorta. Zraněným s rupturou aorty hrozí okamžité vykrvácení. ³

3.2 PENETRUJÍCÍ PORANĚNÍ HRUDNÍKU

Vznikají nejčastěji střelami, ostrým předmětem například nožem nebo zlomeným žebrem. V postižené plicí vznikají hematomy a edém, které se šíří do okolí. Pravidlem je přítomnost pneumotoraxu a hemotoraxu. Může dojít i k pneumomediastinu nebo hemomediastinu.⁴

3.2.1 Bodné rány

Bodné rány hrudníku bývají způsobeny nejrůznějšími ostrými předměty, jako noži, dýkami, nůžkami, jehlami, střepinami a mnoha jinými předměty. Vzhled těchto ran je někdy zcela netypický, což je dáno velkou elasticitou kůže, která se často nad místem vpichu stáhne, takže zakrývá vstupní stopu. Rozsah poranění a následky závisí u bodných ran na místě, síle a směru násilí, na tvaru a ostrosti zraňujícího předmětu, dále na okolnosti, zda vbodnutý předmět byl z rány vytažen nebo zda v ní uvázl, a samozřejmě na tom, které orgány zasáhl.³

3.2.2 Střelná poranění

Střelná poranění se projevují celou škálou možných poranění od pouhého tangenciálního poranění, zraňujícího jenom kůži, přes penetrující poranění hrudní stěny s uváznutím projektilu v pleurální dutině nebo v plicí (zástřel) až po průstřely s velkou devastací v místě výstupu střely. (obr. č. 10) Reakce organismu je do značné míry závislá na charakteru zranění.³

3.2.3 Plicní hematom

Plicní hematom vzniká obvykle po penetrujícím poranění nebo po roztržení plíce úlomkem žebra v prostoru, který je vytvořen lacerací plíce. Vznik plicního hematomu je stejný jako při plicní laceraci. Vzhledem k elasticitě plicní tkáně vytváří hematom většinou kulovité útvary. Při plně rozvinutém onemocnění zraněný trpí hemoptýzou, dušností, bolestí na hrudi a zvýšenou teplotou.³

4 ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI TRAUMATECH PLIC

Vzhledem k závažnosti stavu pacienta při traumatech plic je velmi důležitá včasná a přesná diagnostika patologie. Metodou první volby je v mnoha případech zvolen prostý snímek plic a poté výpočetní tomografie. Zobrazovací metody jsou zvoleny tak, aby vyšetření vedlo k co nejrychlejšímu zahájení léčby.

4.1 RENTGENOVÉ VYŠETŘENÍ (skiografie)

Rentgenovému vyšetření se při hrudním poranění přikládá velký význam zejména proto, že jde o vyšetření rychlé, pro zraněného málo náročné, převážně neinvazivní a dobře průkazné. Pomáhá při stanovení druhu poranění a jeho komplikací, zpřesňuje lokalizaci a rozsah chorobného procesu.³

Při snímkování prochází svazek záření (vznikající v rentgence) vyšetřovanou oblastí, kde se absorbuje v závislosti na složení vyšetřovaných tkání a poté dopadá na kazetu s filmem nebo na detektor.⁴

Dříve se pro zviditelnění filmu používala kazeta s filmem. V současné době se v moderních nemocnicích využívá přímé nebo nepřímé digitalizace.

Nepřímá digitalizace

Nepřímá digitalizace je založena na záznamu obrazu pomocí paměťové fólie, která je uložena ve speciální kazetě. Citlivá vrstva obsahuje luminofory, jež jsou dopované europiem. Po dopadu spektra energie primárního svazku rtg záření prošlého zobrazovanou anatomii dochází k excitaci elektronů v elektronovém obalu atomu luminoforu. Tyto elektrony se tímto dostávají do energeticky bohatší vrstvy elektronového obalu atomu luminoforu, kde jsou uzavřeny v takzvané elektronové pasti. Kazeta je po expozici vložena do digitalizéru, kde je paměťová fólie postupně osvětlována červeným laserovým paprskem, s jehož pomocí se excitované elektrony dostávají zpět na původní energetickou hladinu v elektronovém obalu atomu luminoforu. Rozdíl energie je vyzářen ve formě modrého světelného záření. Toto světelné záření ve spektru modré barvy je v digitalizéru detekováno a pomocí optiky přivedeno na fotonásobič. Zesílený analogový signál z fotonásobiče je dále vzorkován a digitalizován analogodigitálním převodníkem. Paměťová fólie je opakovaně použitelná,

elektronový obraz se plně smaže intenzivním osvětlením. Jednu paměťovou fólii lze použít přibližně 35000x. Mezi nevýhody nepřímé digitalizace patří časově méně efektivní provoz, ovšem je to zařízení levnější oproti přímé digitalizaci a proto je vhodná do menších nemocnic s menším počtem vyšetřoven.⁸

Digitalizace rentgenového obrazu

U přímé digitalizace se k detekci rentgenového záření využívá polovodičový detektor neboli flat panel. Detekční panel sestává z velkého počtu elementů, sestavených do obrazové matice. Obrazová matice obsahuje přibližně 2000x2000 obrazových elementů, i více. Úroveň elektrického signálu z každého obrazového elementu je úměrná intenzitě X-záření, dopadajících do daného místa flat panelu (obr. č. 11). Z hlediska způsobu převodu X-záření na elektrický signál se využívají flat panely na principu přímé a nepřímé konverze to znamená, přeměna rentgenového záření na elektrický signál.⁵

Nepřímá konverze

Fotony X-záření dopadají nejprve na vrstvu scintilační látky (nejčastěji se používá CsI:TI), v níž vzbuzují záblesky viditelného světla. Toto světlo pak vstupuje do polovodičových fotodiod vyrobených z amorfního křemíku, v nichž se vnitřním fotoefektem uvolňuje elektrický náboj. Světlo je takto převáděno na elektrický signál. Tato konstrukce flat panelů je v současné době nejpoužívanější.⁵

Přímá konverze

Fotony X-záření dopadají rovnou na polovodičové detektory vyrobené z amorfního selenu, kde svou interakcí uvolňují elektrické náboje a jsou tak přímo převáděny na elektrický signál. Flat panely s přímou konverzí se zatím používají méně často, avšak patří jim pravděpodobně budoucnost. Konstruují se v menších rozměrech s velmi vysokou hustotou miniaturních obrazových elementů, to znamená s vysokým obrazovým rozlišením.⁵

U přímé a nepřímé konverze je elektrický signál z fotodiod nebo polovodičových detektorů snímán speciální tenkou maticí tranzistorů TFT (thin film transistors)

implantovaných technologií integrovaných obvodů v tenké vrstvě na skleněném nosiči. Snímání probíhá v multiplexním režimu ve směru X,Y a poskytuje souřadnicové impulsy o poloze místa detekce fotonu rentgenového záření ve flat panelu. Tyto souřadnicové impulsy jsou analogově-digitálním konvertorem převedeny do digitální formy a stříhány do odpovídajících adres paměti v obrazové matici počítače. Tím vzniká digitální rentgenový obraz. ⁵

4.1.1 Prostý snímek plic

Rentgenový obraz je dvojrozměrný stínový obraz trojrozměrného objektu. Je obrazem sumačním a zachycuje informace o všech tkáních, kterými záření procházelo, přičemž nezáleží na pořadí, v jakém k tomu došlo. Tkáně, které absorbují více záření vytvářejí na snímku stín, tkáně méně absorbující projasnění. Protože je snímek negativ, jsou oblasti projasnění tmavší a oblasti zastínění světlejší. ⁴

Relativní kontraindikací při vyšetření plic je těhotenství. Zejména v prvních čtyřech měsících se provádí jen neodkladná vyšetření z vitální indikace. ⁴

Prostý snímek plic je základní radiologickou vyšetřovací metodou prováděnou při podezření na onemocnění nebo traumatické změny plic, srdce, hrudní stěny nebo mediastina. Snímky se zhotovují vstoje, v zadopřední projekci. Pokud nedovoluje zdravotní stav vyšetřovaného polohu ve stoje, pořizují se snímky hrudníku v předozadní projekci vsedě nebo vleže na zádech, nejčastěji na lůžku. Na základě indikace lékaře lze provést doplňující bočnou projekci plic. Doplňující bočné projekce jsou výhodné, protože poskytují informaci o prostorovém uložení struktur a dovolují nalezení i takových změn, které v jedné projekci nemusí být patrné. Standardně se bočná projekce plic neprovádí. Všechny zmíněné snímky se pořizují v inspiriu. ⁴

Při plicních traumatech se snímky plic provádí k vyloučení komplikací postihujících pleuru nebo plíci. Lékař při popisování snímku plic postupuje od plicních hrotů přes plicní hily až k bránici. Na snímku lékař zjišťuje známky přítomnosti vzduchu a krve v dutině hrudní, mediastinu a perikardu. Hodnotí kontury srdečního stínu a kardiothorakální index (KTI) při kterém posuzuje poměr šířky srdečního stínu k šířce hrudníku. Dále hodnotí plicní kresbu,

podklíčkové uzliny, zastření, transparenční rozvinutí plic a celistvost skeletu hrudníku. ⁴

4.1.2 Příprava a provedení vyšetření

Příprava pacienta pro skiagrafické vyšetření plic spočívá v odložení oděvu do půl těla a odstranění všech kovových předmětů a ozdob ze snímkové oblasti. Pokud je pacient při vědomí v akutním stavu informujeme ho o průběhu vyšetření a srozumitelně ho upozorníme zejména na okamžik zadržetí dechu. Pokud jsme nuceni snímkovat ležícího pacienta na lůžku, upravíme jeho polohu na zádech a podložíme pod něj detektor nebo kazetu s Lysholmovou clonou. V tomto případě lze použít pojízdný rentgenový přístroj, pokud pořizujeme snímky na ošetrovací jednotce. Po přípravě pacienta, nastavíme na přístroji expoziční parametry (viz. tabulka).

Tabulka 1 - expoziční parametry u vyšetření plic

	kV	mAs	clona	vzdálenost
RTG plic na lůžku	60-70	3-5,4	Lysholm	cca 100 cm
RTG plic vstoje PA	125	ionizační komory 	Bucky	150cm

Centrální paprsek je kolmo k vertigrafu (obr. č. 12). Při zadopřední projekci plic nastavíme pacienta do polohy v stoje čelem k vertigrafu. Horní končetiny pacienta jsou v bok nebo objímají vertigraf. Při bočné projekci stojí pacient bokem vyšetřovanou stranou blíže k vertigrafu. Horní končetiny jsou zdviženy nad hlavou, nebo se opírají o hrazdu, která je součástí vertigrafu. Při zadopřední projekci plic je centrální paprsek zaměřen na střed spojnice dolních úhlů lopatek pacienta. Při bočné projekci je centrální paprsek zaměřen na střed hrudníku. Na vzniklém snímku musí být zachycena celá plicní pole. Důležitá je také ochrana pacienta před zářením, proto používáme olověné zástěry k zakrytí částí těla, které nejsou snímkovány (obr. č. 13).

4.2 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT)

Při poranění hrudníku a plic se člověk nachází ve stavu bezprostředního ohrožení života. Stav nemocného závisí na rychlé a přesné diagnostice pomocí které lze určit rozsah traumat a odhalit včas život ohrožující poranění. Diagnostickou metodou v radiologii je v akutních stavech využívaná výpočetní tomografie, která v krátkém čase poskytne detailní zobrazení poraněných částí lidského těla.

4.2.1 Definice CT přístroje

Technické řešení CT systému se vyvíjelo od původního Hounsfieldova jednodetektorového, rotačně translačního systému 1. generace, přes vícedetektorový rotačně translační systém 2. generace, k plně rotačnímu systému rentgenka detektory 3. generace. Helikální výpočetní tomograf vychází z technologie třetí generace. Umožňuje vyšetření, kdy se nemocný uložený na vyšetřovacím stole pohybuje plynule v ose otáčení rotoru během kontinuálního načítání dat detekčním systémem. Rozvoj helikálních výpočetních tomografů pokračoval od přístrojů pořizujících jednu stopu dat během rotace single-slice CT, přes přístroje se zdvojením detektorové řady dual-slice CT k přístrojům, které pořizují během rotace více datových stop multidetektorový výpočetní tomograf (MDCT) ⁶

4.2.2 Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT)

Multidetektorová výpočetní tomografie (obr. č. 14) je způsob akvizice dat, kdy je současně získávána více než jedna datová stopa. V současné době se užívá 4-320 datových stop. Dnes je možné rozdělit multidetektorové výpočetní tomografie na několik základních typů podle jejich konstrukčního konceptu. Nejobvyklejší typ je vybaven jedinou rentgenkou a jednou detektorovou soustavou, která dovoluje současně získávat 4-128 datových stop. Detektorové soustavy těchto přístrojů jsou buď maticové, kdy všechny elementy mají stejnou velikost a jen jejich prostorovým sdružováním lze měnit počet nebo šíři datové stopy. Některé MDCT přístroje jsou vybaveny takzvanými adaptive array

detektory, které užívají centrálně jemnější a v periferních pásech širší detektory.⁷

Od běžných multidetektorových CT přístrojů se odlišuje přístroj dvouzdrojový, který má v portálu současně nainstalovány dvě rentgenky a dvě detektorové soustavy v úhlu přibližně 90°. Akvizice dat oběma soustavami současně dává možnost v získávání hrubých dat na kvalitativně vyšší úrovni. Je možné zrychlení akvizice zapojením obou detektorových soustav při kompletaci dat, zlepšit časové rozlišení, nebo využít detektorové soustavy k získání dat s expozicí dvojí energií záření. Široké detektorové soustavy dovolují simultánně získat až 320 datových stop. Tento koncept dovoluje sekvenční skenovací technikou získávat data pro zobrazení dynamických dějů.⁷

4.2.3 Příprava na CT vyšetření

Při emergentním vyšetření nemocného doprovází lékař spolu s týmem anesteziologicko-resuscitační kliniky nebo jednotky intenzivní péče. Nemocný je vitálně zajištěn a má zavedeny žilní vstupy. Vzhledem k doprovodu týmu anesteziologicko-resuscitační kliniky jsou rizika vzniku alergické reakce při urgentním CT vyšetření minimalizována. Nemocný je transportován na vyšetřovací stůl, včetně přístrojů zajišťujících jeho vitální funkce a je fixován proti pádu. Umožňuje-li stav nemocného polohu s rukama za hlavou, je do ní upraven. Při emergentním vyšetření s podáním kontrastní látky je nemocný zajištěn zavedením nazogastrické sondy z důvodu zabránění možné aspirace při nežádoucí reakci po podání kontrastní látky. Je-li nemocný neklidný nebo nespolupracuje, je vhodné vyšetření provádět ve spolupráci s anesteziologem v sedaci.⁶

Při kontrolním vyšetření, které již nevyžaduje spolupráci anesteziologicko-resuscitační kliniky předchází vyšetření příprava nemocného, která spočívá v poučení o povaze vyšetření, ve zjištění anamnestických údajů a údajů o alergické reakci na kontrastní látku, mimo jiné na onemocnění ledvin, štítné žlázy a srdce. Nemocný by měl alespoň 4 hodiny před plánovaným vyšetřením lačnit. Vyžaduje-li vyšetření aplikaci kontrastní látky, je pacientovi za tímto účelem zavedena i.v. kanyla. Před vyšetřením nemocných s alergickou reakcí na kontrastní látku je nutné zvážit premedikaci. V rámci svých kompetencí

nemocného seznámíme s průběhem vyšetření a požádáme ho, aby souhlas s jeho provedením stvrdil svým podpisem do připraveného formuláře. V případě, že bude vyšetřována žena, u které by byla možná gravidita, dotazujeme ji. Pacienta poučíme o možnost náhlé nevolnosti po aplikaci kontrastní látky a požádáme ho, aby nám tuto skutečnost sdělil, pokud k ní dojde. Nemocný je uložen na vyšetřovací stůl, horní končetiny jsou položeny za hlavou a vyšetřovaná oblast je fixována.⁶

Po uložení nemocného na vyšetřovací stůl je důležité správně zacentrovat vyšetření. Vyšetřovaný orgán musí být uložen v izocentru, tedy v ose která probíhá kolmo na rovinu gantry středem rotace. Tímto je zabezpečené geometrické rozlišení a optimální dávka pro dané zobrazení. Bude-li nemocnému aplikována kontrastní látka, je k pacientovi připojen spojovací hadičkou přetlakový injektor.⁶

4.2.4 Premedikace

Je-li nemocný v kritickém stavu a v bezvědomí, bývá zaintubován a má zajištěné žilní vstupy. Na CT vyšetření je doprovázen lékařem a týmem anesteziologickoresuscitační kliniky nebo jednotky intenzivní péče. Při vzniklých komplikacích nebo alergických reakcích na kontrastní látku během vyšetření, určí lékař další postup.

V případě kontrolního vyšetření s kontrastní látkou lze u alergiků provést přípravu podáním 20mg Prednisonu 3krát po 6 hodinách před očekávaným vyšetřením večer a ráno, případně podáním 200-300 mg Hydrokortisonu intravenózně hodinu a těsně před vyšetřením.⁶

4.2.5 Aplikace kontrastní látky

Při nativním CT vyšetření se denzita měkkých tkání, parenchymatózních i dutých orgánů a cévního systému liší jen málo, aplikujeme ke zvýraznění jejich kontrastu kontrastní látku. Kvalitní nativní obraz poskytuje jen plicní parenchym, kostní tkáň, tuková tkáň a koagulovaná krev.⁶

Při vyšetření měkkých tkání je základem podání kontrastní látky. Při těchto vyšetřeních přistupujeme k intravenóznímu podání neionické jodové kontrastní látky, která je vylučována z organismu uropoetickým systémem a minimálně také žlučovými cestami. Nejběžnějším místem pro intravenózní aplikaci kontrastní látky je kubitální žíla horní končetiny, do které je zavedena flexibilní kanyla. Kontrastní látku lze také podávat centrální žilní kanylou, na dolní končetině pak žilou nártu nohy nebo femorální žilou. K aplikaci kontrastní látky u spirálních a multidetektorových přístrojů je nezbytný přetlakový injektor. Ten zajistí konstantní rychlost aplikace s přesným načasováním, což je podmínkou pro CT vyšetření. Nejběžnější kontrastní látka užívaná k aplikaci má koncentraci 200-400 mgI/ml. Důležité je dodání dostatečného množství jodu do vyšetřované struktury tak, aby byl dosažen optimální kontrast. Při vyšetření plic se nejčastěji aplikuje 80 ml kontrastní látky. ⁶

4.2.6 Nežádoucí reakce po podání kontrastní látky

Mezi mírné reakce patří sucho v ústech a nauzea, středně těžké jsou reakce se zvracením, urtikou a dyspnoe. Akutní reakce jsou s konvulzemi, bezvědomím a zástavou oběhu. ⁶

4.2.7 Způsob podání kontrastní látky

Existuje dvojí způsob podávání kontrastních látek. Manuální a automatický. **Manuální** podání kontrastní látky se v současné době při vyšetření plic neuplatňuje. ⁶

Automatické podání se provádí přetlakovým injektorem a je vhodné ve všech indikacích, zvláště při provádění CTA. ⁶

4.2.8 Parametry podání kontrastní látky

Cirkulační čas je doba, za jakou je dopravena krev kardiovaskulárním systémem z jednoho bodu do druhého neboli doba od aplikace bolu kontrastní látky po dostatečnou opacitu vyšetřované cévy. S narůstajícím množstvím podané kontrastní látky se zvyšuje zátěž vyšetření. Hlavně u emergentních

vyšetření a těžkých stavů s anurií, disekcí aorty a sepsí je nutné zvažovat přítomnou nebo hrozící renální insuficienci. ⁶

Bolus timing scan probíhá v jediném místě po podání menšího bolu kontrastní látky, zpravidla 20ml a z vývoje denzity ve vyšetřované cévě se určí maximální opacita, tím se zjistí předstih podání kontrastní látky. Tento způsob nezaručuje, že ve stanoveném čase po podání kontrastní látky přetlakovým injektorem bude náplň ve vyšetřované cévě optimální, protože organismus reaguje na podání většího množství jinak než na podání bolu 10-20 ml. ⁶

Bolus tracking je způsob nejčastějšího podání kontrastní látky založený na principu dynamického scanování. Ke spuštění scanování se užije samotný hlavní bolus kontrastní látky. Na monitoru se v oblasti zájmu zvolí spouštěcí ROI (region of interest) mákr, ve kterém se měří nasycení kontrastní látkou pomocí provádění monitorovacích nízkodávkových scanů dané oblasti (premonitoring). Polohu mákrku přizpůsobíme klinickému problému a časově prodlevě nutné pro instrukci o dýchání. Při vyšetření plic se ROI nejčastěji vkládá do ascendentní aorty. Při vyšetření plic by měla být naplněna kontrastní látkou plicnice i aorta. Po dosažení předem nastavené hodnoty nabarvení kontrastní látkou je spuštěno skenování automaticky. ⁶

4.3 Technika CT vyšetření plic

Na počátku vyšetření je nejprve zhotoven snímek vyšetřované oblasti nazývaný jako topogram. Při pořizování tohoto snímku se rentgenka ani detektory nepohybují. Pacient leží na pohyblivém stole a projíždí otvorem v gantry. Na získaném snímku se naplňuje rozsah vyšetření. V další fázi následuje vlastní vyšetření. Radiologický asistent zvolí program, kde jsou předvoleny akviziční parametry, mezi které patří nastavení napětí a proudu na rentgence, kolimace, počet datových stop, rychlost posunu stolu a rychlost otáčky rotoru o 360°. Získaná hrubá data jsou použita k rekonstrukci obrazových dat, jejich kvalitu ovlivňují rekonstrukční parametry, mezi které patří šíře rekonstruované vrstvy, překrývání mezi jednotlivými obrazy (rekonstrukční increment), rekonstrukční algoritmus, nastavení pole (field of view). Po provedení akvizice dat jsou data

rekonstruována a dále transferována do digitálního archivu (PACS). Z CT vyšetření získáváme vrstevné obrazy v axiální rovině. ⁴

Pro rutinní vyšetření plic je vhodnější vyšetření helikální, zobrazující celý objem plicní tkáně. Pro ozřejmení struktur hilů je nutné intravenózní podání kontrastní látky. Pro vyšetření plicního parenchymu je vhodný rekonstrukční algoritmus se zvýrazněním přechodů denzit. Pro rozlišovací schopnost vyšetření je důležité správné nastavení vyšetřovací matrice a rekonstrukčního algoritmu. Matrici je nutné použít nejméně 512x512 bodů a rekonstrukční algoritmus s vysokým rozlišením. Standardní hodnoty expozice jsou 120 kV a 240 mAs. Lze použít i techniku snížené dávky (low-dose technique), při které je expoziční dávka srovnatelná se skiagramem hrudníku (viz. Protokol č. 3). Tato technika se využívá u častých kontrolních vyšetření plic. Všechna CT vyšetření plic a hrudníku se provádějí v poloze, kdy nemocný leží na vyšetřovacím stole na zádech a horní končetiny má položeny za hlavou (obr. č. 15). ⁶

4.3.1 Protokoly k CT vyšetření plic a hrudníku

Protokol č. 1

Indikace: poranění hrudníku, nádory plic a mediastina, plicní zánět, intersticiální plicní procesy, emfyzém, pooperační stavy (obr. č. 16).⁷

Plíce a mediastinum	
rozsah	celý objem plic
kV/mAs	100-120 kV / 80-100 mAs
kolimace / faktor stoupání	0,6-0,75 mm / 1,5
šíře vrstvy / increment	0,6-0,75 / 0,4-0,6 mm
rekonstrukční algoritmus	HRCT, měkké tkáně
aplikace kontrastní látky	i.v. 80 ml / 2,5-3ml/s
fáze zobrazení / zpoždění	naplnění plicnice i aorty / 25-30 s

Protokol č. 2

Indikace: difuzní intersticiální procesy, onemocnění malých dýchacích cest (obr. č. 17).⁷

HRCT plic – sekvenční akvizice	
rozsah	objem plic nebo cílené zobrazení
kV / mAs	120 kV / 100 mAs
kolimace / krok	1mm / 10-15mm
šíře vrstvy	1mm
rekonstrukční algoritmus	HRCT
aplikace kontrastní látky	nekontrastní
fáze nádechu	inspirace / exspirace

Protokol č. 3

Indikace: sledování oportunních infekcí, sledování cystické fibrózy, detekce plicních uzlů u kuřáků, screening bronchogenního karcinomu (obr. č. 18).⁷

Nízkodávkové zobrazení plic-(low-dose technique)	
rozsah	celý objem plic
kV / mAs	100 kV / 20 mAs
kolimace / faktor stoupání	0,6-0,75 mm / 1,5
šíře vrstvy / increment	1mm / 0,75 mm
rekonstrukční algoritmus	HRCT
aplikace kontrastní látky	nekontrastní
fáze zobrazení	nekontrastní

Protokol č. 4

Indikace: anomálie, tumory, stenózy benigního původu, poranění bronchiálního systému (obr. č. 19).⁷

Tracheobronchiální strom	
rozsah	od laryngu po bránici
kV / mAs	100-120 kV / 100 mAs
kolimace / faktor stoupání	0,6-0,75 mm / 1,5
šíře vrstvy / increment	0,6-0,75 mm / 0,4-0,6 mm
rekonstrukční algoritmus	HRCT, potlačení rozhraní
aplikace kontrastní látky	i.v. 80 ml / 2,5-3 ml/s
fáze zobrazení / zpoždění	naplnění plicnice a aorty / 25-30 s

Protokol č. 5

Indikace: podezření na plicní embolii, zobrazení plicních cév, zobrazení bronchiálních tepen (obr. č. 20).⁷

CT-angiografie plic	
rozsah	celý objem plic
kV / mAs	100-120kV / 120 mAs
kolimace / faktor stoupání	0,6-0,75 mm / 1,5
šíře vrstvy / increment	0,6-0,75 mm / 0,4-0,6 mm
rekonstrukční algoritmus	pro CTA, pro HRCT
aplikace kontrastní látky	i.v. 60-80ml / 3-4 ml/s
fáze zobrazení / zpoždění	naplnění plicnice a aorty / 25-30 s

Protokol č. 6

Indikace: aneuryzmata, ruptura aneuryzmatu, direkce, poranění hrudní aorty, plánování implantace stentgraftu, kontroly po implantaci stentgraftu.⁷

CT-angiografie hrudní aorty	
rozsah	oblouk až renální tepny
kV / mAs	120kV / 120-130mAs
kolimace / faktor stoupání	0,6-0,75mm / 1,5
šíře vrstvy / increment	0,6-0,75 mm / 0,4-0,6 mm
rekonstrukční algoritmus	pro CTA
aplikace kontrastní látky	i.v. 60-80 ml / 3-4 ml/s
fáze zobrazení / zpoždění	naplnění plicnice i aorty / 25-30 s

4.3.2 Postprocessing

Postprocessing spočívá v počítačovém složení axilárních řezů do datového volumu, který je dále jako celek zpracováván 2D a 3D technikami, které provádí a hodnotí lékař.

Volba okénka

Protože obraz, v němž by byl stupni šedi pokryt celý interval Hounsfieldovy stupnice, by neposkytl dostatečný kontrast pro zobrazení detail jednotlivých tkání, je nutné z celé stupnice zahrnout do zobrazení jen vybraný interval denzit. Tkáně denzity pod úrovní dolní meze se zobrazují černě a nad úrovní horní meze bíle. Okno se musí nastavit tak, aby byla dobře patrná vyšetřovaná struktura diferencovatelná od okolních tkání, vnitřní struktura tkání musí být dostatečně kontrastní. Pro vyšetření plicního parenchymu (obr.č. 21) se využívá plicního okénka (střed C-600, šíře W 1600).⁶

Multiplanární rekonstrukce – MPR

Multiplanární rekonstrukce (obr. č. 22) je zobrazení vypočtené přístrojem pomocí denzity jednotlivých axiálních řezů počítačem. Kvalita závisí na šíři kolimace a na míře překrývání axiálních zdrojových řezů. Čím je překrývání výraznější, tím plynulejší je rekonstrukce. Optimální je překrývání o 50%. Při měření v longitudinální ose je nutné zhotovit multiplanární rekonstrukci.⁶

Povrchové rekonstrukce – SSD a VE

(Shaded surface display) Prostorové zobrazení se stínováním povrchu objektu připomíná fotografii. První voxel definované tkáně virtuálně odrazí dopadající světlo na svém povrchu, pomocí stínování vzniká prostorový obraz. Definice objektu je v základě dána intervalem denzit. K zobrazení bronchiálního stromu se využívá virtuální endoskopie – VE.⁶

Maximum intensity projection – MIP

MIP je základní trojrozměrnou rekonstrukcí cévního systému. Je to projekce nejvyšších hodnot denzit. Jejím principem je zobrazení podobné rentgenovému snímku. Pomocí algoritmu MIP se zobrazují jen nejdenznější struktury objemového objektu ve směru virtuální projekce. Pro odstranění rušivé superprojekce je nutné pomocí softwaru subtrahovat kostní či jiné denzní struktury. Definování struktur určených k odstranění z obrazu MIP se děje stejným procesem jako definování tkání pro SSD trojrozměrnou rekonstrukci. Opakem MIP je MinIP, kdy je jako nosná denzita zvolena denzita nejnižší, využitelná je u zobrazení u tracheobronchiálního stromu (obr. č. 23).⁶

Volume rendering technice - VRT

Jde o volumové zobrazení. Je to hybridní rekonstrukce mezi MIP a SSD. Jednotlivé tkáně se nedefinují intervalově jako SSD a přidají se jim v určité barvě zobrazení typu MIP. Intenzita barvy odpovídá denzitně zobrazeného objektu.⁶

Trojrozměrné rekonstrukce

Hlavními indikacemi pro zhotovení trojrozměrné rekonstrukce je vyšetření skeletu, zejména páteře a pánve včetně kyčelních kloubů. Trojrozměrné rekonstrukce používané k zobrazení cévního systému se svými obrazy podobají arteriografii. Důvodem je přehledné zobrazení anatomického uspořádání vyšetřovaného řečiště, jeho odchylného utváření a průběhu, ale také demonstrace výsledků vyšetření, nebo pro orientaci chirurga na operačním sále.⁶

PRAKTICKÁ ČÁST

5 ÚVOD

Plicní traumata patří k nejzávažnějším, život ohrožujícím stavům. Jednou z příčin ohrožení života je buď přerušeno nebo značně omezený přísun kyslíku ke tkáním, zejména k mozku. Přestože léčba traumat plic a hrudníku spadá výhradně do chirurgických oborů, je třeba již v terénu včas rozpoznat a poskytnout první pomoc tak, aby byl přísun kyslíku u takto zraněných pacientů zajištěn co nejdříve z důvodu možného poškození mozku. Později ve zdravotnickém zařízení je již k dispozici radiodiagnostická technika pomocí které lze v současné době přesně a rychle určit rozsah poranění plic i ostatních orgánů a částí těla. K této diagnostice se používají různé radiodiagnostické metody, zejména výpočetní tomografie a prostý rentgenový snímek.

6 CÍL PRÁCE

Cílem praktické části bakalářské práce je potvrdit za použití kazuistik nejčastěji využívanou zobrazovací metodu první volby při traumatech plic. Tyto akutní stavy se týkají celého spektra diagnóz od vniknutí vzduchu do hrudní dutiny až po úplný kolaps plic. Pro získání cenných informací a určení správné diagnózy je nutné rychlé, přesné a obsahově obsáhlé vyšetření. Podklady mi byly poskytnuty ve Fakultní nemocnici Lochotín v Plzni.

7 KAZUISTIKY

7.1 Bodné poranění hrudníku

34letý muž byl dopraven do nemocnice v Chebu s bodným poraněním pravé poloviny hrudníku. Při příchodu do nemocnice byl pacient při vědomí, vzhledem k jeho zhoršujícímu se stavu a ztrátě vědomí u něj byla provedena endotracheální intubace a ve farmakologické analgosedaci mu byla zavedena hrudní drenáž vpravo s aktivním sáním. Dle CT, které prokázalo objemný hemotorax vpravo dorzálně, byl pacient následně transportován LZS do FN Plzeň. Po přijetí na Emergency byl nemocný vyšetřen chirurgem, který indikuje RTG vyšetření plic, které ukazuje zastření pravého hemitoraxu tekutinou, mediastinum bez posunu a levou plíci v normálním stavu (obr. č. 24). Ihned poté následuje CT vyšetření plic a mediastina. CT potvrzuje rozsáhlý hemotorax vpravo. Na základě této diagnostiky je chirurgem indikována pravostranná torakotomie. Při operačním výkonu operatér přistoupil k pravostranné střední lobektomii, sutuře pravého plicního laloku a zavedení dvou drénů. Po operačním výkonu byl pacient hospitalizován na ARK, kde druhý den po operaci a stabilizaci stavu je odpojen od ventilátoru a extubován, pak následně přeložen na CH JIP. Zde bylo čtvrtý den po operačním zákroku provedeno RTG plic na lůžku, ze kterého bylo zřejmé oboustranné rozvinutí plic a přítomnost parciální regrese hutného okrsku pod pravým hilem ve velikosti asi 3 cm. Ze snímku je zřejmá přítomnost správně zavedeného CŽK. Poté následoval 6. den po operaci RTG plic vstoje po uzavření drénu. Snímek potvrdil zlepšenou transparentci ložiska pod pravým hilem a stav po vynětí CŽK. Následující den byl proveden kontrolní RTG snímek po odstranění drénu (obr. č. 25). Třináctý den po přijetí do FN Plzeň byl pacient ve stabilizovaném stavu, kdy poslechově i dle RTG snímků jsou obě plíce rozvinuty, nemocný je oběhově i ventilačně stabilní, proto následuje překlad zpět na chirurgické oddělení spádové nemocnice.

7.2 Bodné poranění hrudníku

31letý muž utrpěl bodné poranění nožem do levé poloviny hrudníku. Na místě ošetřen RLP a transportován na Emergency ARK FN Plzeň. Po provedení základní diagnostiky, mu bylo provedeno CT vyšetření plic a mediastina s kontrastní látkou, které potvrdilo totální přetlakový pneumotorax levé plíce, která je zkolabovaná, nevzdušná, prokrváčená, v horním laloku se nachází díra velikosti 8x15 mm, dále masivní hemotorax v levé pohrudniční dutině, přítomnost krve cca 2,5l. Mediastinální orgány jsou přetlačeny doprava. Přítomnost podkožního emfyzému na krku a hrudníku vlevo. Pacient byl stabilizován a urgentně převezen na operační sál, kde u něj byla provedena torakotomie a ošetření zdroje krvácení (sutura interkostální tepny). K následné péči byl pacient přijat na ARK. Zde byl po neúspěšném zavedení CŽK, které způsobilo rozvoj pravostranného pneumotoraxu proveden kontrolní snímek plic, který potvrdil totální pneumotorax vpravo s kolapsem pravé plíce a s přetlakem středočárových struktur do leva. Následovala drenáž pneumotoraxu a zavedení nového CŽK. Poté byl proveden další kontrolní snímek, který potvrdil správné umístění katétru. Po zlepšení stavu byl pacient přeložen na CH JIP, kde mu byly postupně odstraněny drény z hrudníku a následně prováděny kontrolní snímky hrudníku, srdce a plic. Po stabilizaci stavu je pacient přeložen na standardní oddělení chirurgické kliniky. Po následující tři dny jsou prováděny průběžné kontrolní snímky plic + USG pleur, které prokazují dutinu hrudní bez patologických změn. Pacient byl desátý den od přijetí bez zjevných potíží, proto následovalo propuštění do ambulantní péče.

7.3 Sériová zlomenina žeber

32letý nemocný, který narazil jako řidič skútru do osobního automobilu, byl RLP transportován na Emergency FN Plzeň. Po přijetí bylo u pacienta provedeno CT celého těla, které diagnostikovalo diskrétní pneumotorax a sériovou zlomeninu 3.-11. žebra vpravo s dislokacemi (obr. č. 26), popsána též zlomenina trnovitých výběžků 6.-11. hrudního obratle a zlomenina příčného výběžku 1.- 4.hrudního obratle. Nemocnému, který byl při vědomí, chirurg navrhl konzervativní postup léčby. Pacient byl přijat na ARK a byla u něj zahájena intenzivní dechová rehabilitace. Druhý den hospitalizace je provedeno RTG vyšetření plic (obr. č. 27) a následně kontrolní CT hrudníku, které ale ukázalo nález pneumomediastina a rozsáhlý oboustranný pneumotorax, také postkontuzní změny a nevzdušnost v pravém dolním plicním laloku s fluidotoraxem (obr. č. 28). Chirurg provedl oboustrannou hrudní drenáž. Z důvodu rozvíjející se dechové nedostatečnosti, ošetřující lékař přistoupil k endotracheální intubaci. Dále byla u pacienta indikována operace, která spočívala v pravostranné torakotomii s osteosyntézou zlomenin žeber. Čtyři dny po operačním zákroku bylo u pacienta opět provedeno kontrolní CT vyšetření, které prokázalo dislokaci hrudních drénů, které byly následující den odstraněny. Pacientovi byla odstraněna endotracheální intubace, následně byl přeložen na standardní lůžko chirurgické kliniky. Po čtyřech dnech je provedeno RTG plic vsedě, které ukázalo rozvinuté plíce, transparentní parenchym, adhezi v pravém CF úhlu a změny v rozsahu metalické stabilizace zlomenin žeber (obr. č. 29). Patnáctý den od přijetí byl pacient propuštěn do domácího ošetřování. Byl mu doporučen klidový režim s dechovou rehabilitací a za 10 dní kontrolní RTG plic a hrudníku.

7.4 Střelné poranění hrudníku

40letý muž se střelným poraněním zadní stěny hrudníku, byl přijat na Emergency FN Plzeň. Po přijetí bylo nemocnému provedeno celotělové CT vyšetření (obr. č. 30) se závěrem: střelné poranění levé plíce s prokrvácením parenchymu, objemným hemotoraxem a malým pneumotoraxem. Větší množství broků v plicním parenchymu, hrudní stěně včetně skeletu žeber, dva broky přítomny rovněž v levém epigastriu. Orgány břicha a pánve jsou bez známek traumatu. Následně je u nemocného doplněno RTG vyšetření plic, které prokázalo parciální pneumotorax levé plíce v hrotu a celkově sníženou její transparenční. Na základě těchto diagnóz indikoval chirurg operační řešení. Ještě týž den je u pacienta provedena levostranná torakotomie, dolní lobektomie a zavedena aktivní drenáž. Dále laparotomií byly vyjmuty projektily ze stěny žaludku a zavedena drenáž dutiny břišní. Operační diagnózy: Střelné poranění zadní stěny levého hemitoraxu penetrující do levé pleurální a břišní dutiny. Vícečetná střelná poranění levého dolního plicního laloku a bránice, levý hemotorax a zástřel stěny fundu žaludku. Za 6 hodin po operaci bylo u nemocného provedeno kontrolní RTG plic, které prokázalo zlepšení transparence levého plicního hemitoraxu a vyloučilo přítomnost pneumotoraxu. Pooperační průběh je bez komplikací. Pacient byl poučen o dechové rehabilitaci. Dle klinického nálezu a výsledků radiologického vyšetření jsou plíce plně rozvinuty. Jedenáctý den od přijetí je pacient přeložen na standardní lůžko spádového chirurgického oddělení.

7.5 Sériová zlomenina žeber s rupturou bránice

57letý muž, účastník železniční nehody. LZS byl přivezen na Emergency FN Plzeň. Nemocný si stěžuje na bolesti levé poloviny hrudníku. Pacient byl vyšetřen chirurgem, neurochirurgem a traumatologem, kteří indikovali CT vyšetření mozku, hrudníku, břicha a páteře. CT vyšetření hrudníku prokázalo traumatickou rupturu levé poloviny bránice s traumatickou herniací žaludku do hrudníku. Úzký proužek pneumotoraxu vlevo v horním poli, fluidotorax vlevo dorzálně. Přítomnost podkožního emfyzému hrudníku. Sériová fraktura žeber vlevo s dislokacemi do hrudníku. Šlo o dvojité fraktury 4.-10. žebra v zadní axiální čáře. U 8. a 9. žebra byla tříštivá zlomenina (nestabilní hrudník). Nemocnému hrozilo poškození plicního parenchymu. Pacient indikován k operační revizi hrudní dutiny s metalickou fixací vylomeného bloku žeber. Při operaci chirurg potvrdil rozdrčení žeber s potrhaným mezižebřím. Pro nemožnost provedení osteosyntézy (pro velké poškození žeber), operatér přistoupil při torakotomii k rekonstrukci hrudní stěny implantátem a zavedení aktivní drenáže v levé pleurální dutině. Po operačním výkonu byl pacient přeložen na ARK, kde indikoval ošetřující lékař RTG plic na lůžku (kontrola po operaci). Vzhledem k nekomplikovanému pooperačnímu stavu pacienta, bylo možné odstranění endotracheální intubace. Další den mohl být pacient přeložen na standardní chirurgické lůžko. Zde mu byly odstraněny hrudní drény. Třináctý den po přijetí byl pacient propuštěn do ambulantní péče. Při ambulantní návštěvě bylo u nemocného provedeno kontrolní CT vyšetření hrudníku (obr. č. 31), které potvrdilo plně rozvinuté plíce a pleurální dutiny bez výpotku. Hrudník je symetrický bez deformit. Při kontrole o 14 dní později provedeno opět CT vyšetření hrudníku se stejným výsledkem.

7.6 Bloková zlomenina žeber

24letý muž se jako řidič traktoru srazil s vlakem. Po nehodě byl dopraven do nemocnice v Chebu, kde byl vyšetřen a stabilizován jeho stav. Na základě přítomnosti pneumotoraxu vpravo, který byl diagnostikován při CT hrudníku a plic, byl pacient po domluvě přeložen do FN Plzeň. Pod CT kontrolou byla zároveň provedena drenáž hrudníku vpravo. Po přijetí do FN v Plzni bylo pacientovi znovu provedeno CT vyšetření hrudníku, pánve a celé páteře. Toto vyšetření prokázalo sériové fraktury 1.-7. žebra vpravo. 2. – 6. žebra jsou dvojité s vpáčením mezifragmentů do dutiny hrudní (obr. č. 32). Zlomenina pravého klíčku. Rozsáhlá kontuze a prokrvácení pravého dolního laloku, který byl zcela nevzdušný. Drobný parciální pneumotorax v pravém dolním plicním laloku. Po této diagnostice je pacient indikován k operačnímu výkonu, při kterém je u něj provedena repozice a metalická fixace 3., 5. a 6. žebra vpravo, z důvodu zachování statiky hrudníku. Po operaci je nemocný přeložen k další léčbě na ARK. Pět hodin po operaci byl pacientovi proveden RTG plic, který popisuje dobrou pozici centrálního žilního katétru a endotracheální kanyly. Při laterální stěně hrudníku je přítomen hematom a parciální pneumotorax. Stav po osteosyntéze fraktury žeber vpravo. Rozsáhlý podkožní emfyzém na krku a hrudníku vpravo. Třetí den po operaci je nemocnému provedeno RTG vyšetření plic v AP projekci pro podezření na pneumotorax vpravo, v důsledku odstranění aktivní hrudní drenáže. Tento snímek přítomnost pneumotoraxu neprokázal. Pět dní po operaci je znovu proveden snímek plic, který byl doplněn o CT vyšetření plic a mediastina s kontrastní látkou, se závěrem: plíce bez pneumotoraxu. Drén zavedený do pleurální dutiny je místy obturován. Přítomnost oboustranného hemotoraxu, osteosyntézy žeber jsou v dobrém postavení (obr. č. 33). Devátý den po operaci je nemocný oběhově i ventilačně stabilní, byla mu doporučena dechová rehabilitace a překlád na chirurgické oddělení spádové nemocnice. S odstupem jednoho měsíce po propuštění, bylo pacientovi provedeno RTG vyšetření plic v AP a PB projekci pro stálé bolesti po pravé straně hrudníku. Toto vyšetření prokázalo, že plicní parenchym je bez čerstvých ložisek, srdce a mediastinum jsou normální šíře, postavení fraktur se nemění, linie lomu dobře zřetelné. S čtrnáctidenním odstupem bylo pacientovi provedeno nativní CT vyšetření hrudníku se zaměřením na skelet (obr. č. 34),

které prokázalo zpomalené kostní hojení, což mohlo způsobovat výše zmíněné obtíže nemocného.

7.7 Sériová zlomenina žeber s poraněním aorty

56letý muž byl jako řidič osobního automobilu účastníkem dopravní nehody. Po nehodě byl převezen na chirurgické oddělení nemocnice v Klatovech. Vzhledem k podezření na poranění hrudní aorty a srdce, byl převezen LZS na Emergency FN Plzeň. Po přijetí je nemocnému indikováno CT vyšetření plic a mediastina, břicha a pánve. Toto vyšetření diagnostikovalo: pneumomediastinum a pneumokolum při poranění pravého hlavního bronchu. Ventrální pneumotorax levé plíce. Dále sériovou zlomeninu žeber od 2. po 8. s výrazným vpáčením úlofků vlevo. Zlomeninu dolního pólu levé lopatky a podkožní emfyzém na hrudníku vlevo. Pro nález na dýchacích cestách je nemocnému indikováno ještě bronchoskopické vyšetření, které objevilo na pravé straně trachey dorsálně drobnou slizniční trhlinku (7mm). Vzhledem k velikosti trhliny je nemocnému ošetřujícím lékařem navržen konzervativní postup léčby. Z důvodu traumatického pneumotoraxu je nemocnému zavedena hrudní drenáž, která je napojená na aktivní sání. Po zavedení hrudních drénů bylo nemocnému provedeno RTG vyšetření plic, které popisuje rozvinuté plíce v AP projekci, levou plíci se sníženou transparentí, která je daná kontuzními změnami a tekutinou v pleurální dutině. Poranění skeletu levého hemitoraxu a levé plíce podle lékaře neohrožují nemocného na životě, proto byla jejich repozice a metalická fixace odložena. Nemocný je hospitalizován na ARK. Následující den je nemocnému indikováno CT vyšetření aorty, plic a mediastina včetně virtuální bronchoskopie. Toto vyšetření neprokazuje poranění bronchů ani trachey. Prokazuje vlající intimu na vnitřní ploše aortálního oblouku bez známek periaortálního prokrvácení. Kontuze v dolních lalocích plic, také pneumotorax vlevo ventrálně. Na základě této diagnostiky byl pacient indikován k intervenčnímu výkonu, při kterém radiolog zavedl stentgraft do oblasti aortálního isthmu. Následně byl nemocný převezen na operační sál k metalické fixaci žeber. Operační výkon spočíval v provedení metalické fixace 5.-8. žebra vlevo a zavedení hrudního drénu. Po operaci byl pacient převezen na ARK. Po pěti hodinách od operace je nemocný indikován k pooperačnímu RTG vyšetření plic s nálezem oboustranných kontuzních změn s fluidotoraxem a sériovou zlomeninou žeber vlevo. Za tři dny po operaci je provedeno kontrolní RTG vyšetření plic se závěrem: přehledný parenchym bez ložisek. Fluidotorax vlevo

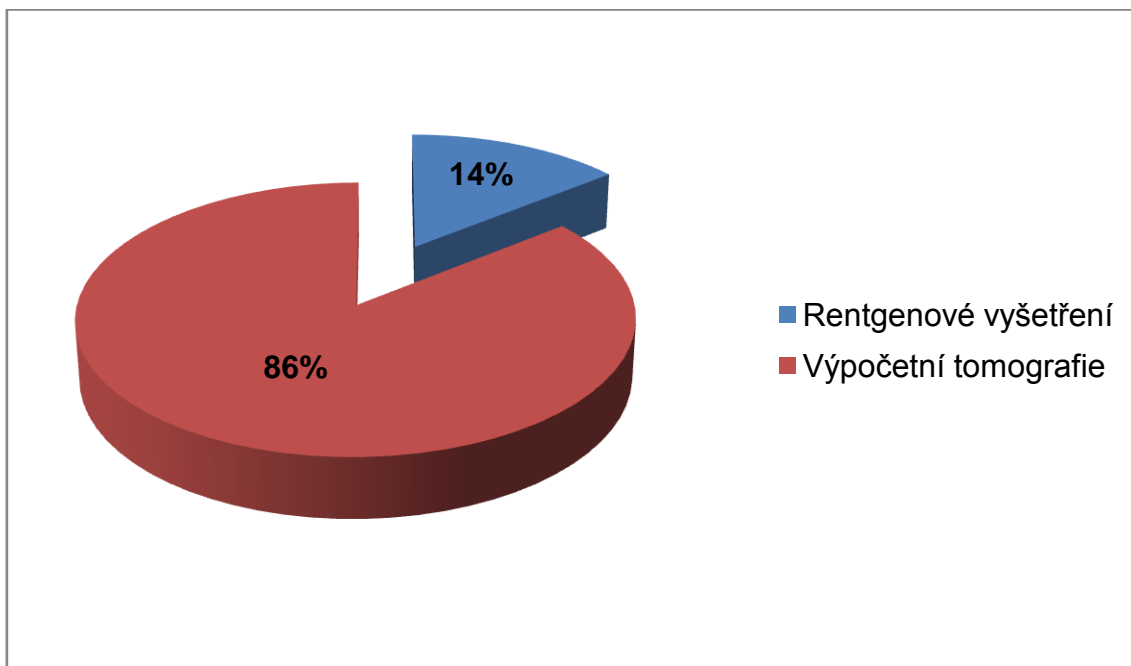
proti minulým vyšetřením je bez významnějších progresů. Nemocný je pro zlepšený zdravotní stav přeložen na CH JIP, kde bylo možno již odstranit endotracheální intubaci a hrudní drény. Následně bylo provedeno RTG vyšetření plic po odstranění drénů, které neprokázalo patologické změny. Devátý den po operaci bylo zhotoveno kontrolní CT vyšetření aorty, které prokázalo bezvadné uložení hrudního stentgraftu (obr. č. 35) a zlomeniny 5.-8. žebra vlevo řešené kovovými dlahami (obr. č. 36). Po dobu hospitalizace nemocný rehabilituje, subjektivně i objektivně se cítí bez potíží, proto osmnáctý den od počátku hospitalizace může být pacient propuštěn do ambulantní péče.

8 DISKUSE

Otázka, jaké vyšetření pacient podstoupí jako vyšetření první volby, záleží vždy na ošetřujícím lékaři a stavu pacienta. Lékař musí nejprve provést základní posouzení momentálního stavu pacienta a následně, podle zjištěných informací indikuje pacientovi konkrétní zobrazovací metodu, která poskytne nejvíce informací ke stanovení přesné diagnózy.

Ze získaných kazuistik vyplývá, že vyšetřením první volby při traumatech plic je výpočetní tomografie (graf č. 1). Údaje byly zjišťovány u sedmi pacientů. Pouze u jednoho z nich byl indikován jako vyšetření první volby prostý snímek. V procentech to tedy znamená, že 86% pacientů bylo vyšetřeno pomocí CT, u pouhých 14% bylo použito prostého snímku. Především při polytraumatech je nemocnému indikováno CT vyšetření, kdy je vzhledem k těmto akutním stavům výhodná rychlost, přesnost a možnost rychlého pořízení dalších skenů i v jiných částech těla. Při vážných poraněních se prostý snímek pořizuje jen těžko. Proto je nezbytné při takto akutních stavech využít rychlosti a přesnosti CT vyšetření. Prostý snímek plic, který je uskutečnitelný vleže na lůžku nebo umožňuje-li to stav pacienta vstaje u vertigrafu, poskytuje odpověď na otázku, jde-li o pneumotorax, pro který jsou v rentgenovém obraze typická projasnění nebo zda se jedná o hemotorax, který se projeví naopak zastřením plicního pole. Rentgenové obrazy se využívají při diagnostice plicních traumat jen zřídka, spíše se využívají jako kontrolní. Jsou-li na rentgenovém obraze nejasnosti, je indikováno CT vyšetření, které pomůže vzhledem k jeho vysoké rozlišovací schopnosti tyto nejasnosti objasnit. Ostatní metody jako ultrazvuk a magnetická rezonance jsou svými technickými parametry limitované pro posuzování traumat v oblasti plic obzvláště časovými nároky a oblastí zájmu.

Graf č. 1 - vyšetření první volby při traumatech plic po přijetí do FN Lochotín



ZÁVĚR

Plicní traumata patří mezi závažné, život ohrožující stavy. Pokud nejsou včas diagnostikovány a správně léčeny, mohou způsobit i smrt pacienta. Plicní traumata nejčastěji vznikají působením velkého tupého násilí na hrudní stěnu například při autonehodách, kdy může dojít k poranění všech orgánů hrudníku. Penetrující poranění vznikají nejčastěji střelami, ostrým předmětem například nožem nebo zlomeným žebrem. Pravidlem je i přítomnost pneumotoraxu a hemotoraxu. Plicní traumata vyžadují velmi často operační řešení, které je tím účinnější, čím je včasnější. Významná je i řádná předoperační příprava a dobré pooperační léčení.

V teoretické části bakalářské práce jsem popsal úseky dýchacího ústrojí, kde dochází nejčastěji ke vzniku traumat. V další kapitole uvádím patologické procesy při traumatech plic a symptomy, které jsou pro jednotlivá poranění charakteristické. Dále popisuji zobrazovací metody, které je vhodné využít k diagnostice a lokalizaci jednotlivých poranění.

Uvádím zde moderní zobrazovací metody, přímé a nepřímé digitalizace, postup a přípravu pacienta u prostého snímku plic a dále se zabývám výpočetní tomografií, která se v diagnostice akutních traumat plic uplatňuje nejvíce. Důraz kladu na popis vyšetření přípravu pacienta, provedení a uvádím všechny vyšetřovací protokoly, které jsou využívány v oblasti plic s uvedením jednotlivých patologií. Praktická část obsahuje 7 kazuistik, které dokazují důležitost výpočetní tomografie jako metody první volby ke stanovení správné a rychlé diagnózy při akutním traumatu plic.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

- 1) MARIEB, Elaine N a Jon MALLAT. Anatomie lidského těla. Brno: CP Books a.s., 2005, 863 s. ISBN 80-251-0066-9.
- 2) ŽVÁK, Ivo, Jan BROŽÍK, Jaromír KOČÍ, Alexander FERKO a Tomáš DĚDEK. Traumatologie ve schématech a RTG obrazech. Praha: Grada, 2006, 208 s. ISBN 80-247-1347-0.
- 3) HÁJEK, Miloš, Anna SLAVÍČKOVÁ a Alois SEHR. Traumatologie hrudníku. Praha: Avicenum, 1980, 237 s.
- 4) NEKULA, Josef. Radiologie. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 205 s. ISBN 80-244-0259-9.
- 5) ULLMANN, Vojtěch. AstroNuklfyzika: Elektronické zobrazovací detektory X-záření. [online]. [cit. 2012-03-07]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2>
- 6) FERDA, Jiří, Milan NOVÁK a Boris KREUZBERG. Výpočetní tomografie. Praha: Galén, 2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.
- 7) FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 212 s. ISBN 978-80-7262-608-3.
- 8) FRANĚK, Martin a Daniela TŘETINOVÁ. Praktická skiografie 1. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, Fakulta zdravotnických studií, 2009. ISBN 978-80-7368-667-3.

SEZNAM ZKRATEK

a. - arteria

ARK – anesteziologicko-resuscitační klinika

CF úhlů - costofrenický

cm – centimetr

CT – computed tomography

CTA – CT angiografie

CŽK – centrální žilní katétr

č. - číslo

dx. et sin. – pravá a levá

HU – Hounsfieldovy jednotky

i.v. - intravenózně

JIP – jednotka intenzivní péče

kV - kilovolt

LZS – letecká záchranná služba

m – metr

m. – musculus

mAs – miliampér sekunda

MDCT – multidetektorová výpočetní tomografie

mgI/ml – miligramů jódu na mililitr

ml – mililitr

ml/min – mililitrů za minutu

n. - nervus

obratel Th4 – čtvrtý hrudní obratel

PA – postero anteriorní

PACS – Picture Archiving and Communication System

PB – pravá bočná

RLP – rychlá lékařská pomoc

ROI - region of interest

RTG - rentgenové

SSD – shaded surface display

TFT – thin film transistors

tzv. – tak zvaný

USG - ultrasonografie

v. – vena

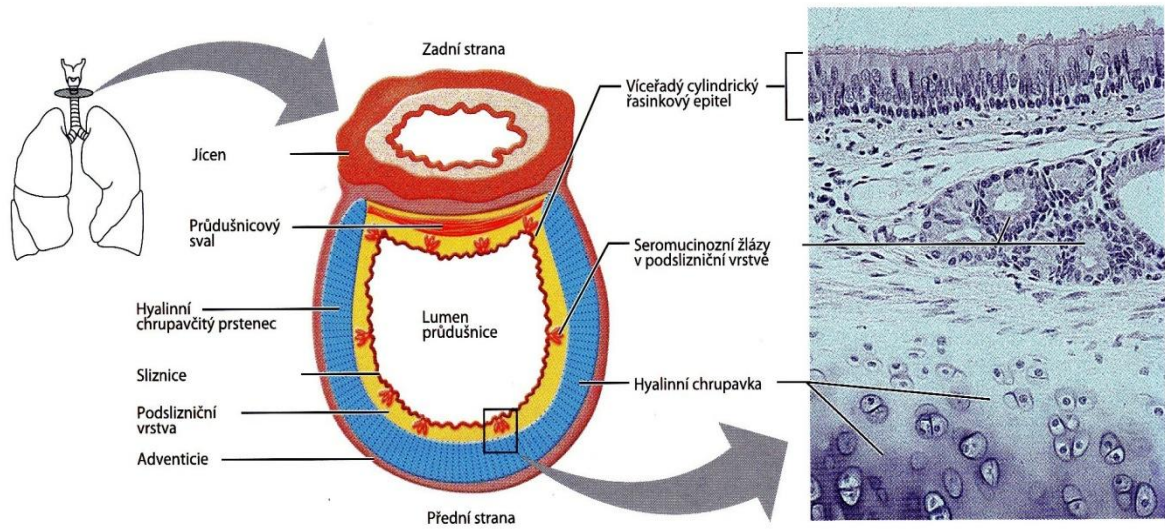
VRT – volume rendering technique

Seznam příloh:

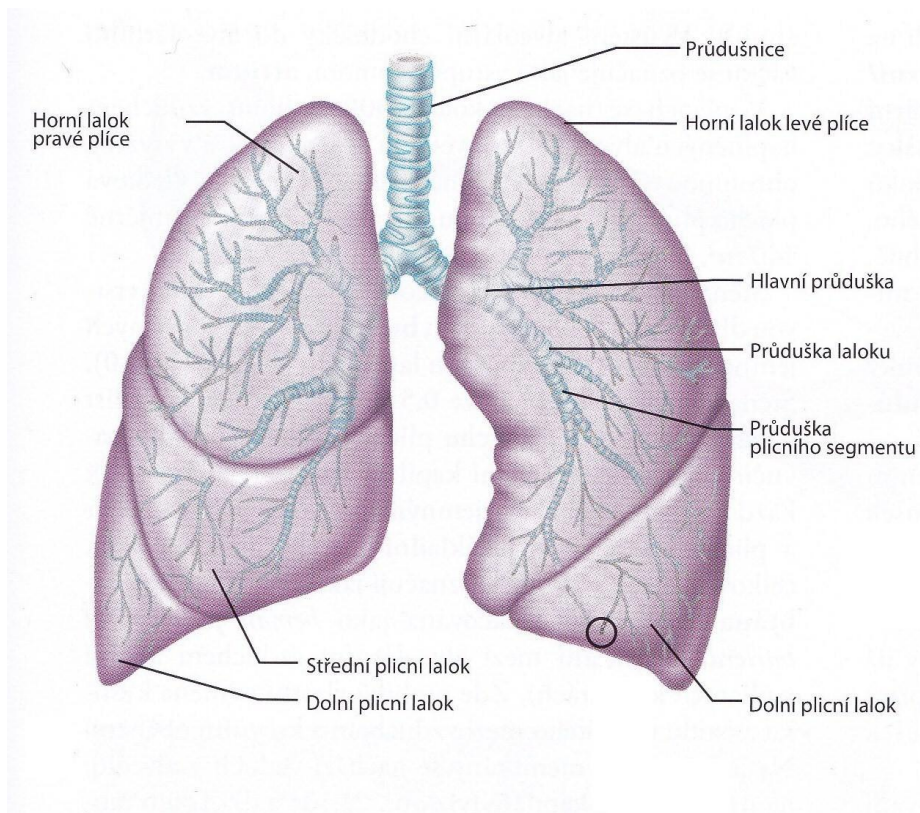
Příloha číslo 1: Obrazová příloha

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA:

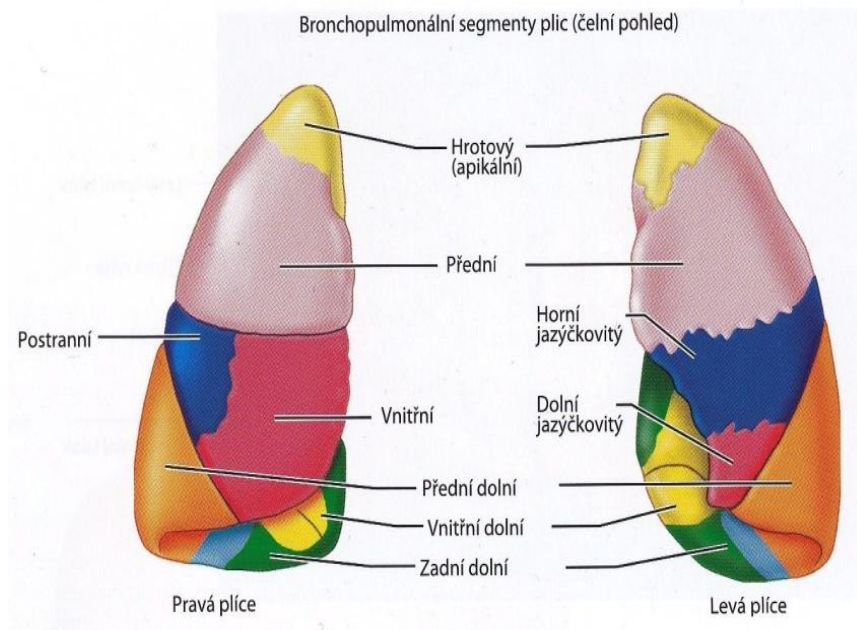
Obr. č. 1.: Průdušnice (Trachea)



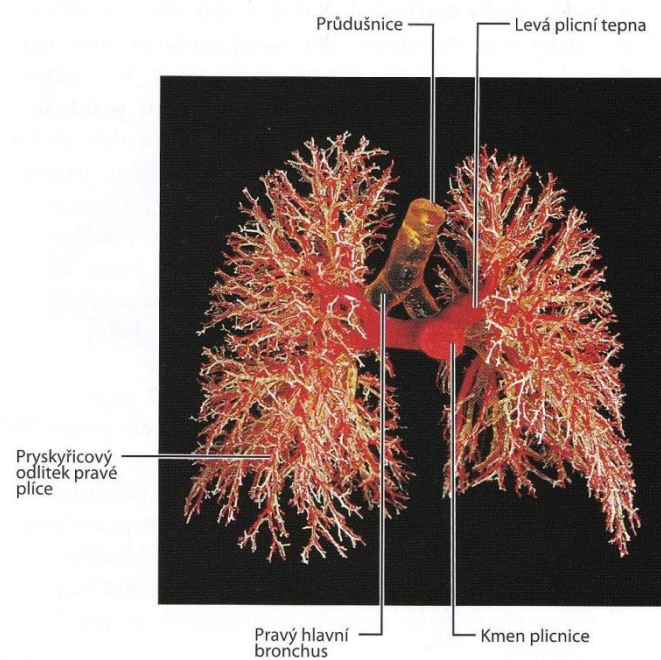
Obr. č. 2.: Plíce



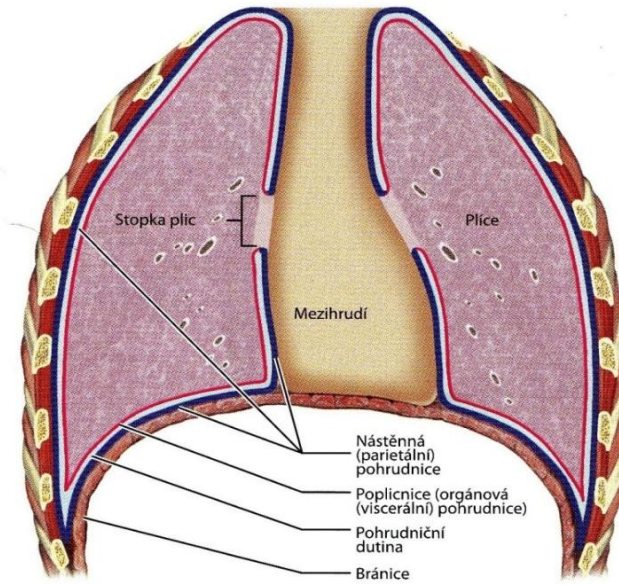
Obr. č. 3.: Rozdělení plicních segmentů



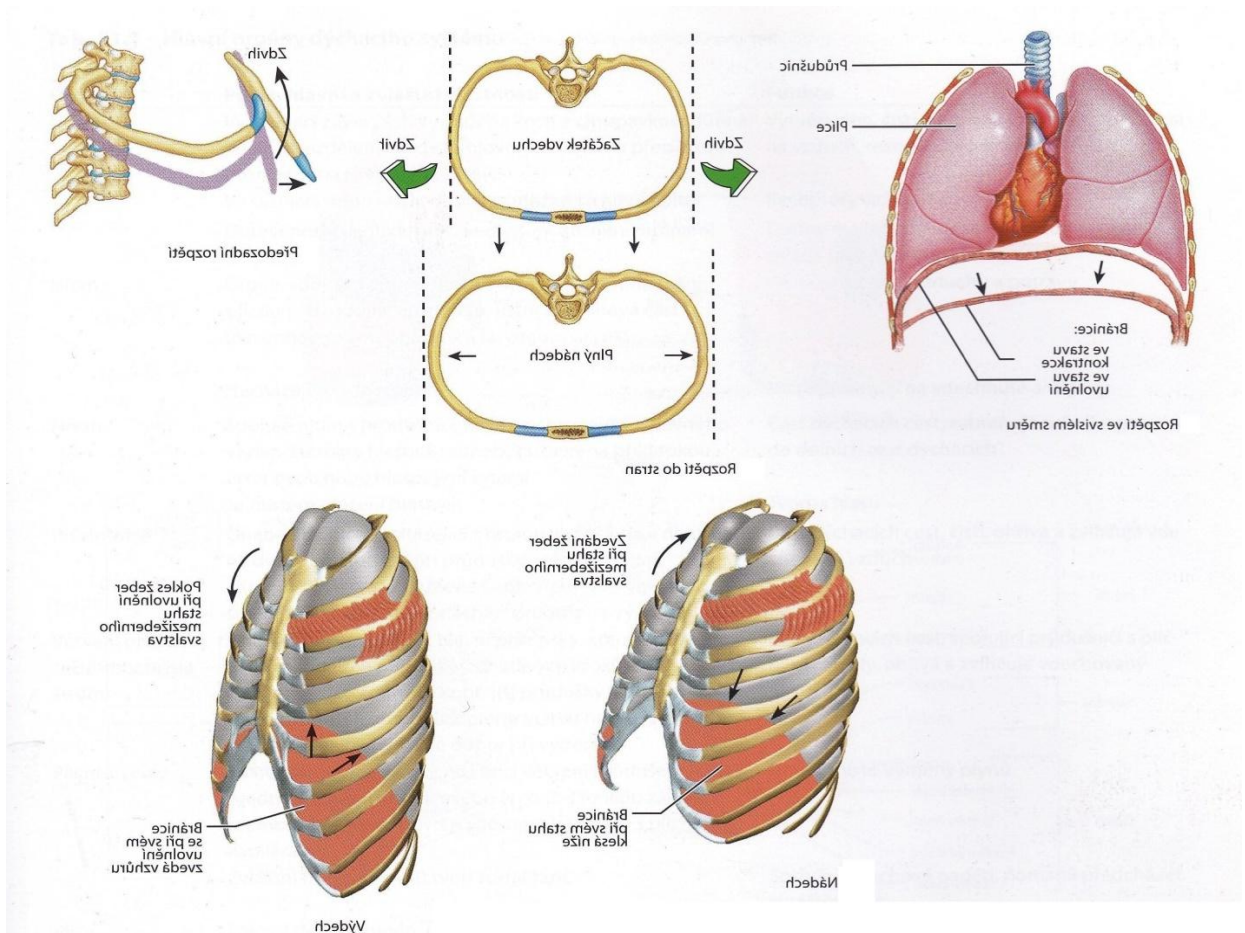
Obr. č. 4.: Prskyřicový odlitek cévního zásobení plic



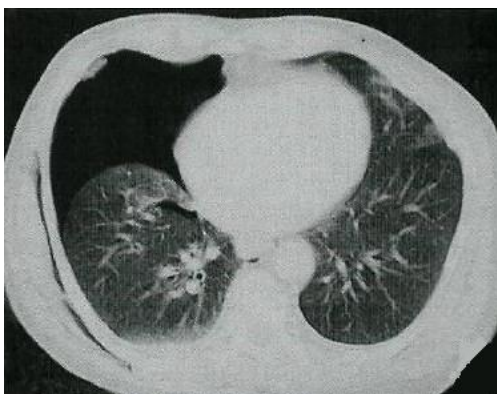
Obr. č. 5.: Pohrudnice a pohrudniční dutiny



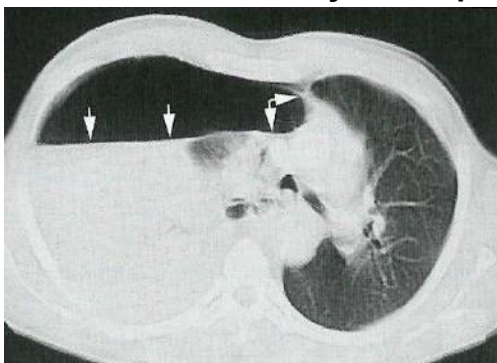
Obr. č. 6.: Fyziologie nádechu a výdechu



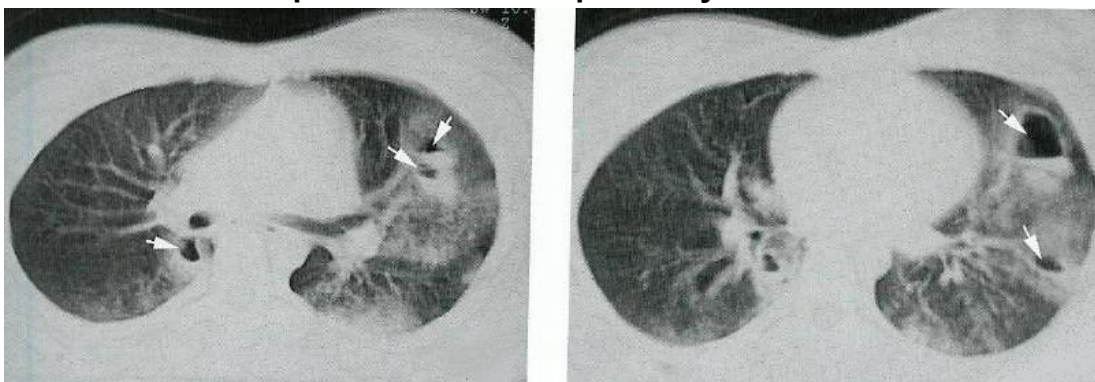
Obr. č. 7.: Tenzní pneumotorax



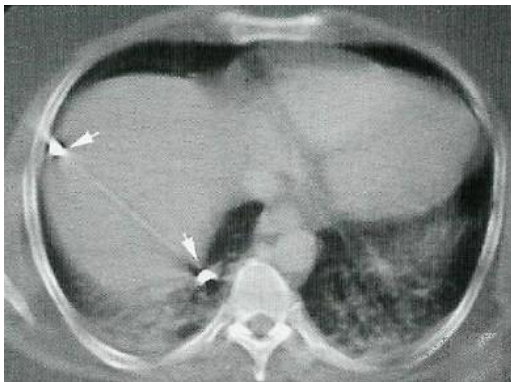
Obr. č. 8.: Traumatický tenzní pneumotorax s hemotoraxem



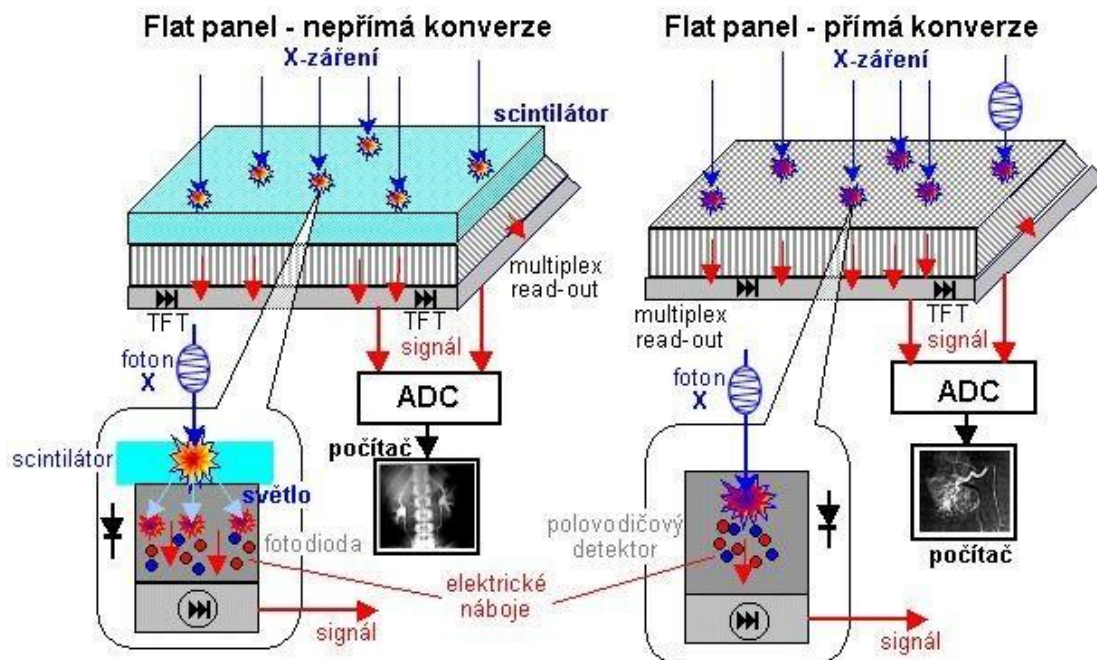
Obr. č. 9.: Kontuze plíce s laceracemi parenchymu



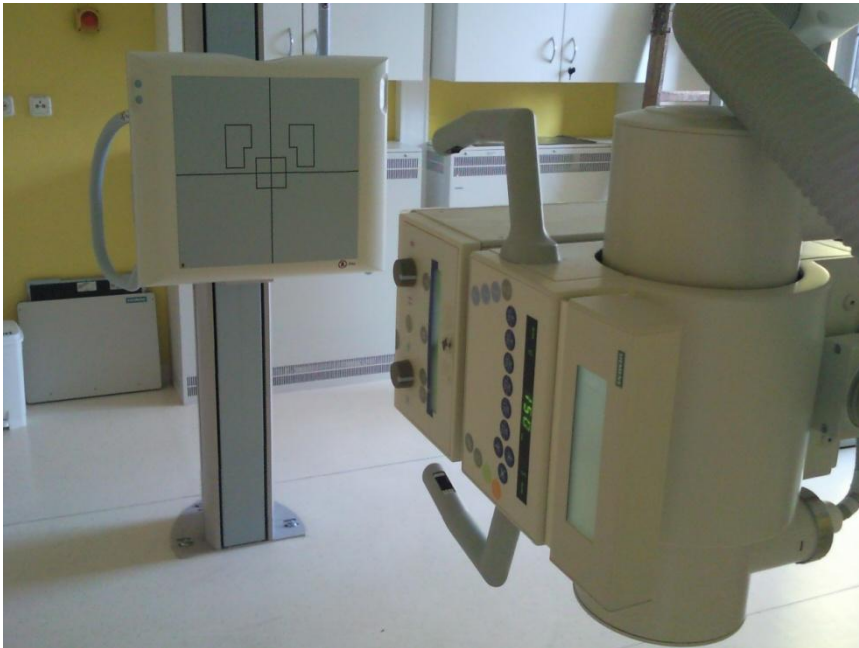
Obr. č. 10.: Střelné poranění plíce



Obr. č. 11.: Princip přímé a nepřímé konverze



Obr. č. 12.: RTG přístroj



Obr. č. 13.: RTG zástěra při snímkování plic



Obr. č. 14.: CT přístroj



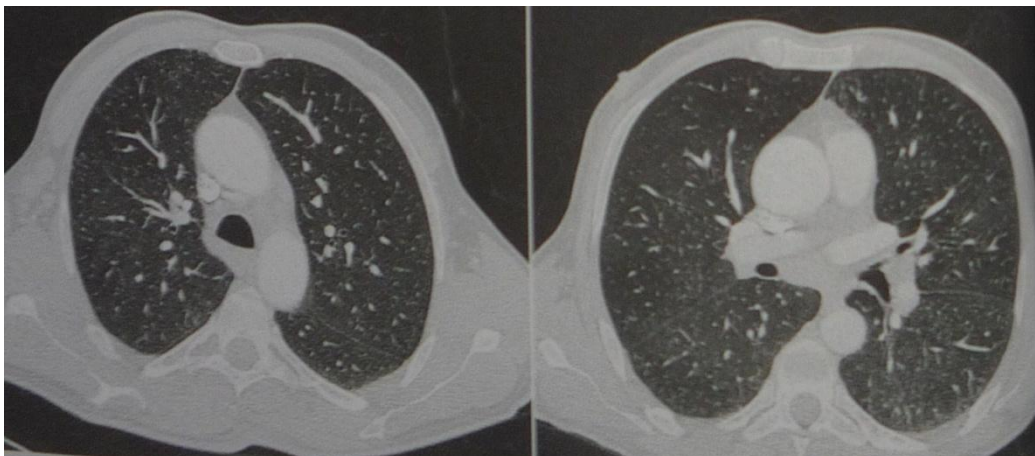
Obr. č. 15.: Poloha pacienta při CT vyšetření plic



Obr. č. 16.: CT vyšetření plic a mediastina



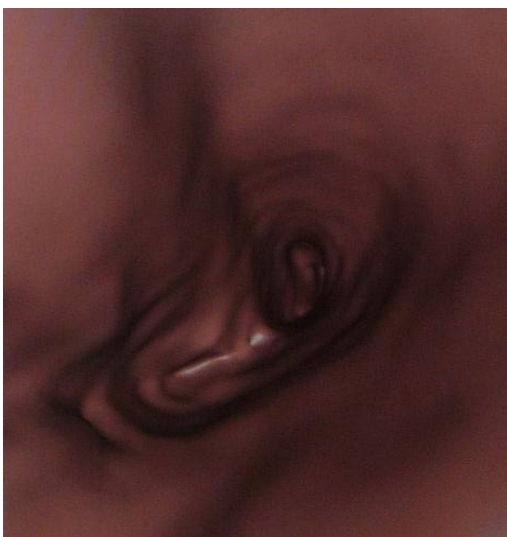
Obr. č. 17.: HRCT zobrazení plic



Obr. č. 18.: Nízkodávkové zobrazení plic



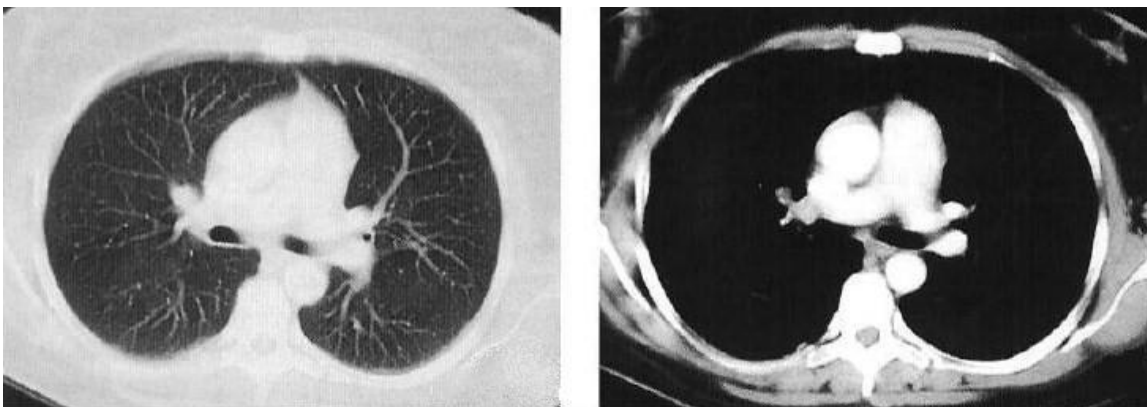
Obr. č. 19.: Vyšetření tracheobronchiálního stromu



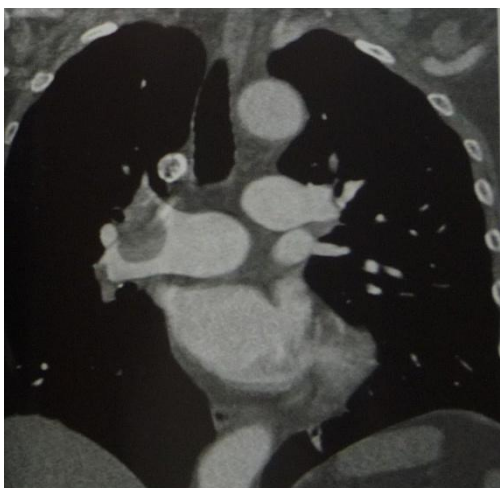
Obr. č. 20.: CT angiografie plic



Obr. č. 21.: Plicní a měkkotkáňové okno



Obr. č. 22.: MPR plícemi



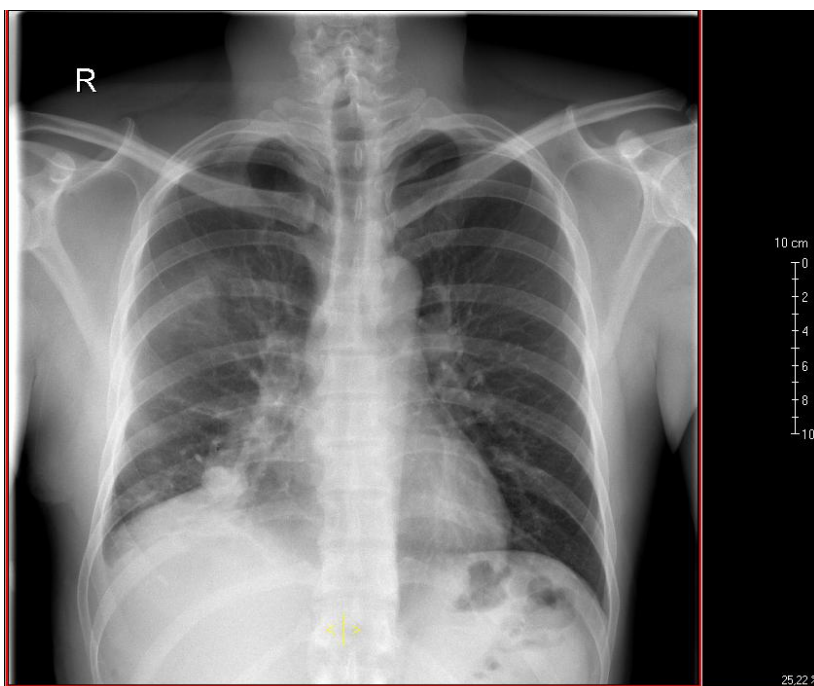
Obr. č. 23.: Minimum intensity projection



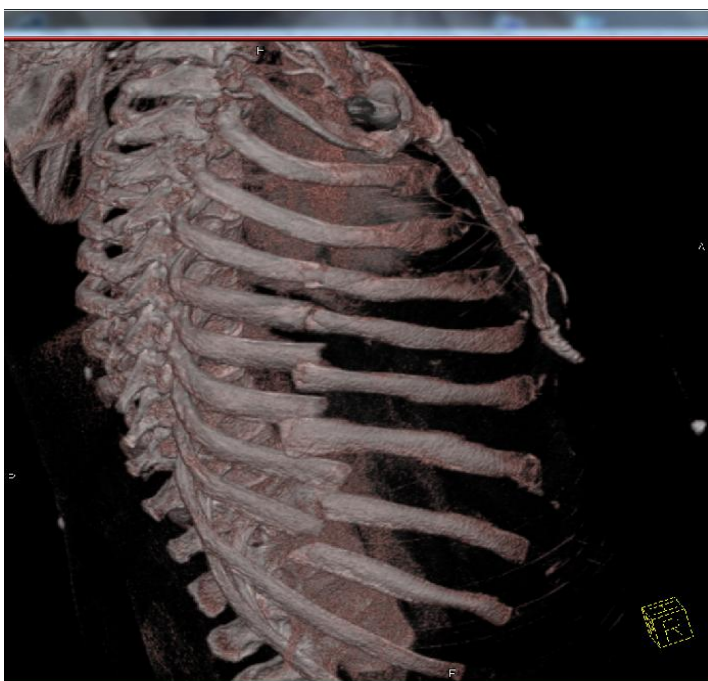
Obr. č. 24.: Kazuistika č. 1 – zastření pravého hemitoraxu



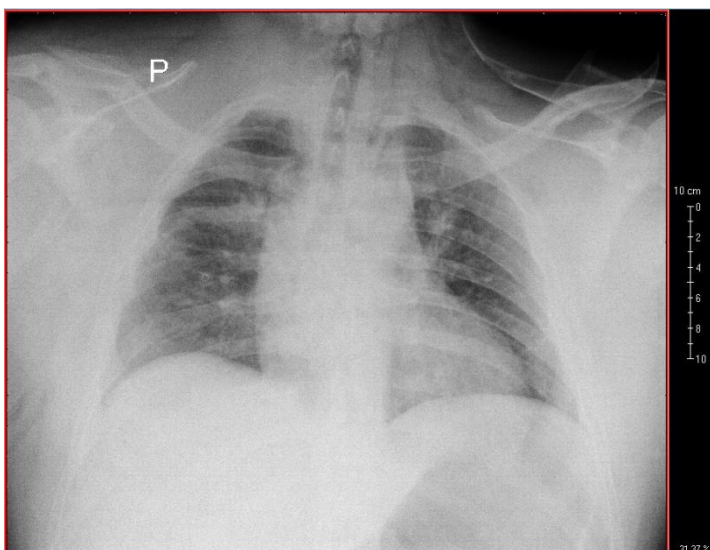
Obr. č. 25.: Kazuistika č. 1 - snímek plic po odstranění drénu



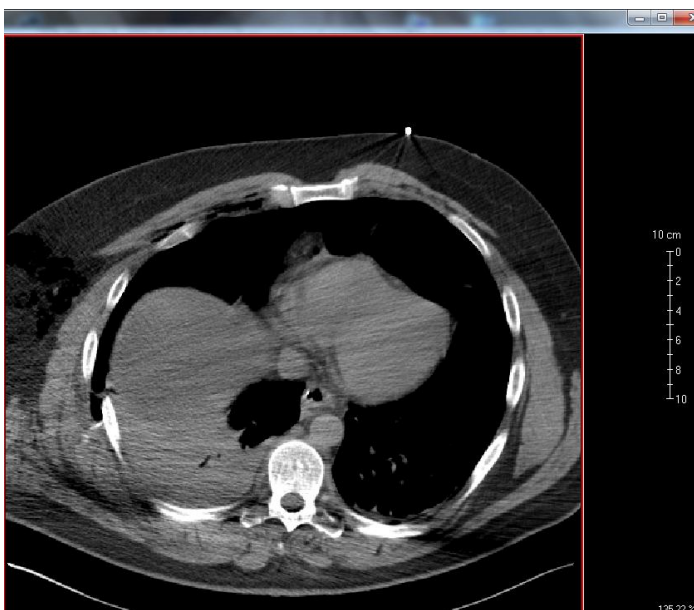
Obr. č. 26.: Kazuistika č. 3 – sériová zlomenina žeber vpravo (VRT)



Obr. č. 27.: Kazuistika č. 3 – RTG plic na lůžku

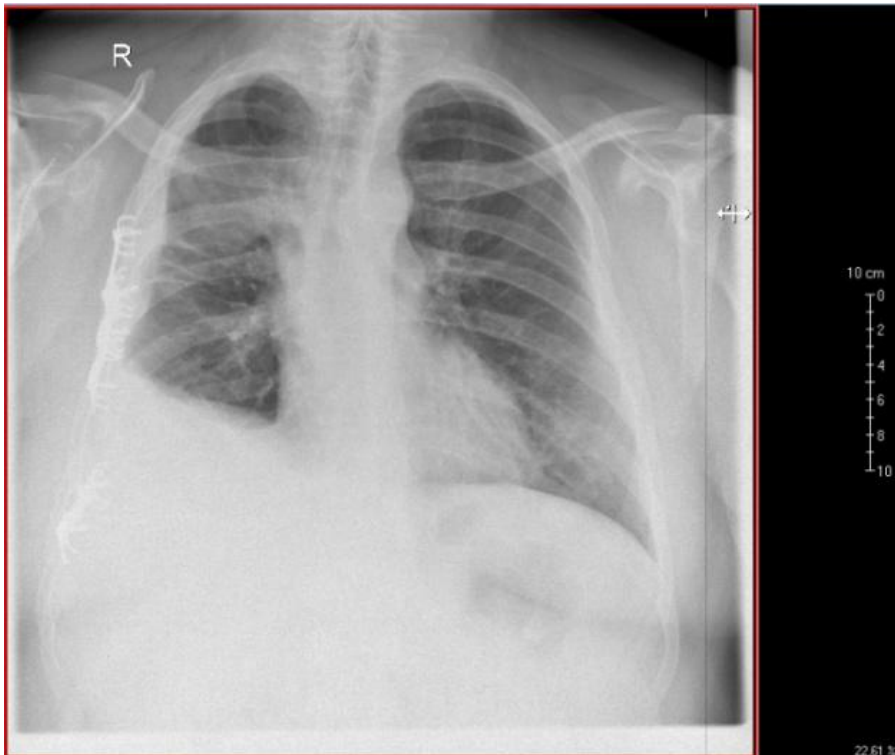


Obr. č. 28.: Kazuistika č. 3 – vpáčený hrudník a postkontuzní změny

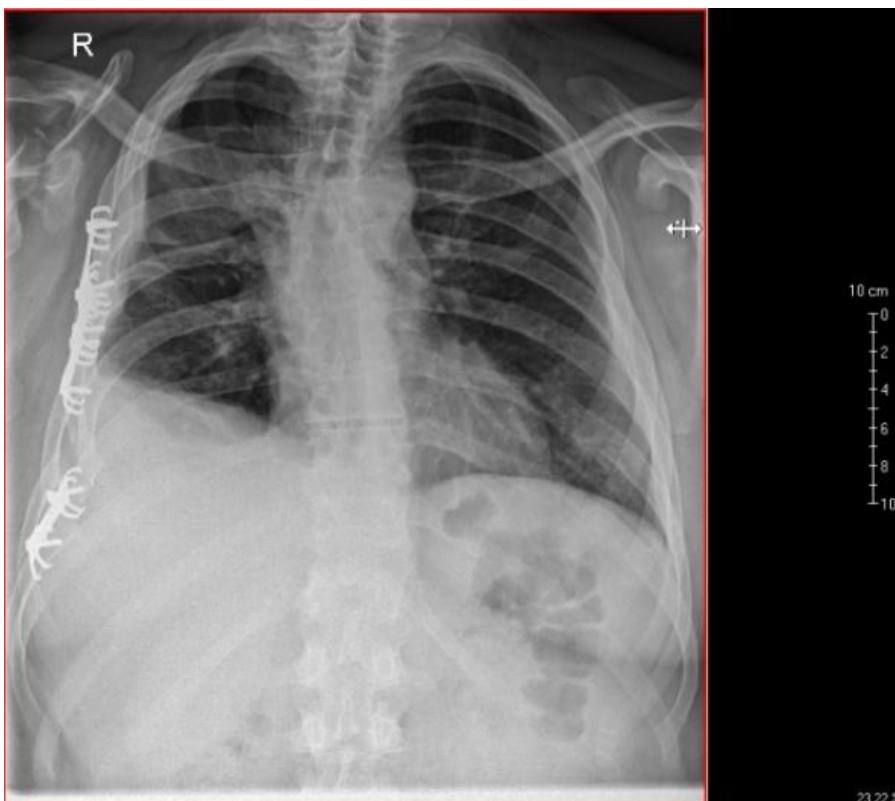


Obr. č. 29.: Kazuistika č. 3

29a: RTG plic

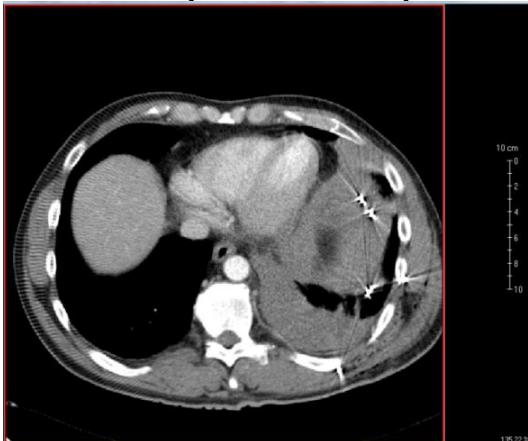


29b: RTG žeber



Obr. č. 30.: Kazuistika č. 4

30a: střelné poranění levé plíce



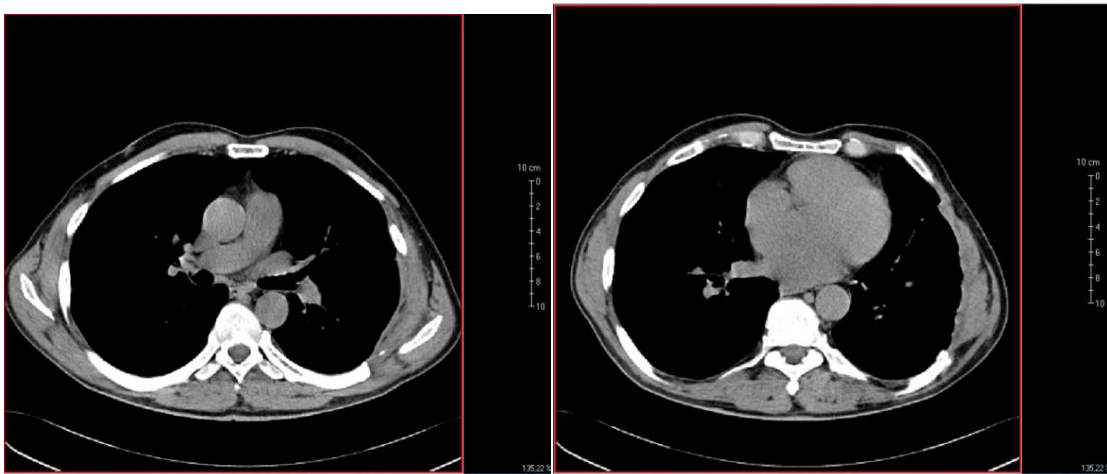
30b: plicní okno



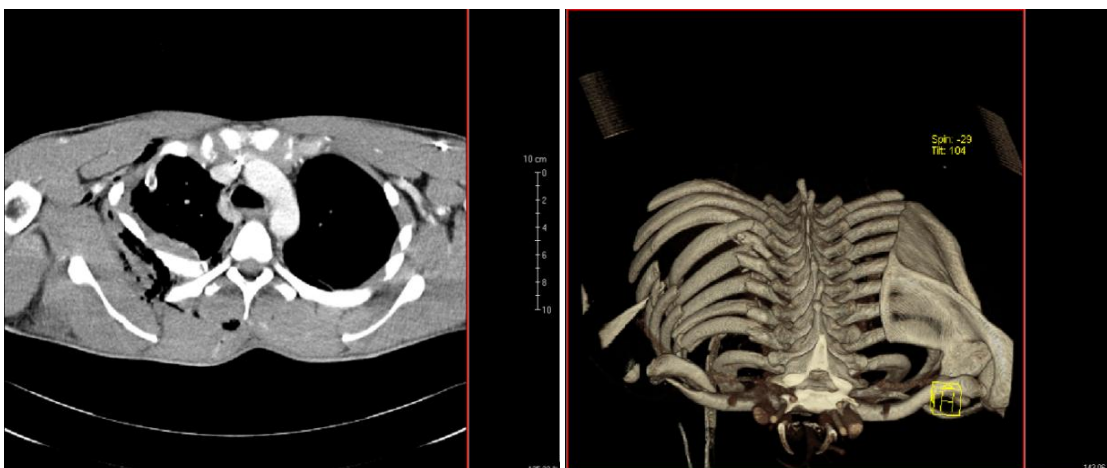
30c: MPR koronární rovina



Obr. č. 31.: Kazuistika č. 5 – chybějící žebra nahrazená implantátem na levé polovině hrudníku



Obr. č. 32.: Kazuistika č. 6 – Vpáčený blok žeber. VRT rekonstrukce (vpravo)



Obr. č. 33.: Kazuistika č. 6 - MIP u nemocného s metalickou fixací žeber



Obr. č. 34.: Kazuistika č. 6 - CT zobrazení žebních osteosyntéz



Obr. č. 35.: Kazuistika č. 7 - CT angiografie oblouku aorty se stentgraftem



Obr. č. 36.: Kazuistika č. 7 - Topogram



SEZNAM ZDROJŮ OBRAZOVÉ PŘÍLOHY:

Obr. č.1 - 6

MARIEB, Elaine N a Jon MALLAT. Anatomie lidského těla. Brno: CP Books a.s., 2005, 863 s. ISBN 80-251-0066-9.

Obr. č. 7 - 10

FERDA, Jiří, Milan NOVÁK a Boris KREUZBERG. Výpočetní tomografie. Praha: Galén, 2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.

Obr. č. 11

[2012] Dostupné z <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2>

Obr. č. 12

Fotografie z FN Lochotín

Obr. č. 13

[2012] Dostupné z http://e-radiography.net/ibase8/1_normal/Chest%20normal/slides/Chest_normal_pa_pb_protection.jpg

Obr. č. 14

Fotografie z FN Lochotín

Obr. č. 15

Fotografie z FN Lochotín

Obr. č. 16 - 20

FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 212 s. ISBN 978-80-7262-608-3

Obr. č. 21

FERDA, Jiří, Milan NOVÁK a Boris KREUZBERG. Výpočetní tomografie. Praha: Galén, 2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.

Obr. č. 22

FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 212 s. ISBN 978-80-7262-608-3

Obr. č. 23

[2012] Dostupné z <http://www.catscanman.net/blog/2009/01/first-images/>

Obr. č. 24 - 36

FN Lochotín