

Neumann Aleš  
LFMU a FN Brno  
přednosta prof. MUDr. V. Válek, CSc., MBA

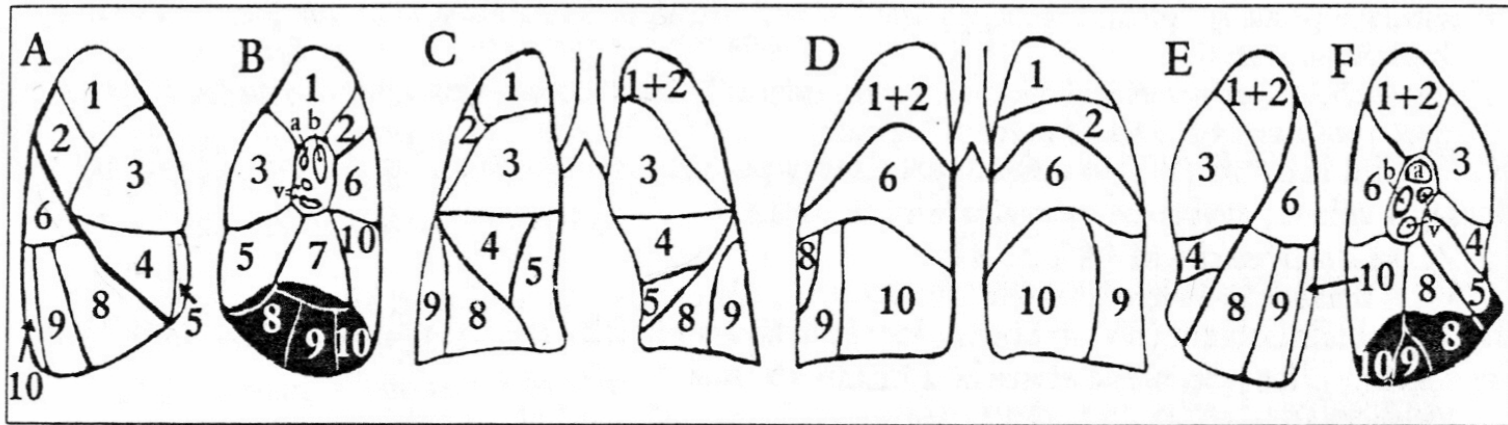
# anatomie

- párový orgán, pravá 600g, levá 500g
- rozdělení zářezy na laloky
  - fisura obliqua na horní a dolní lalok
  - fisura horizontalis pouze vpravo z horního laloku lobus medius
- hustota 0,4 – 0,8 g/cm<sup>3</sup>
- objem plic 4,5 – 6,5 l
- cévy
  - výživný oběh: rr. bronchiales, na periferii anastomosis s a. pulmonalis
  - funkční oběh: a. pulmonalis, provází bronchiální strom
  - žíly: mezi aciny, lobuly, nejsou vázány na bronchiální strom



# anatomie

- bronchopulmonální segmenty
  - pravá 10 – 11, levá 8 -10 segmentů
- v intersticiálním vazivu nervy a mízní cévy



Obr. 96 Plicní segmenty a hily: A-pravá plíce laterální povrch, B-mediální povrch, C-obě plíce zepředu, D-obě plíce zezadu, E-levá plíce laterální povrch, F-mediální povrch (šipka ukazuje ventrálně)

# anatomie

- plicní parenchym
  - odpovídá pojmu plíce, nezahrnuje plicní cévy a bronchiální strom viditelný na prostém snímku
- trachea
  - 15 – 20 vyklenutých chrupavek, délka cca 13cm, od C6-Th4
- bronchy
  - pravý probíhá vertikálněji, průměr 15mm,
  - levý průměr 13mm



# anatomie

- pleura: serózní blána, pleura parietalis a visceralis, kolem hilu tvoří duplikaturu
  - pravý hilus: 6x4cm, nahoře bronchus, tepna, dole žíly
  - levý hilus: nahoře tepna, bronchus a žíla dole
- plíce v dutinách – cavum pleurae
- mezi plícemi mediastinum
  - superior: rovina daná odstupem aorty
  - medium: srdce a perikard
  - anterius: mezi hrudní kostí a perikardem
  - posterius: před páteří



# zobrazovací metody

- **prostý snímek**
  - základní vyšetření, ve stoje v zadopřední projekci, vleže v předozadní, bočný snímek jako doplněk
- **skiaskopie**
  - výjimečně, pohyblivost bránice
- **CT**
  - rozhodující zobrazovací metoda v dg onemocnění plic, mediastina, bránice a hrudní stěny
- **MR**
  - při nejasném echokardiografickém nálezu, tumory
- **intervence**
  - biopsie, drenáž, angioplastiky, stenty



# CT - princip

- měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla s použitím mnoha projekcí a následného počítačového zpracování obrazu
  - superprojekce a výpočet založený na Fourierově transformaci
- tvorba obrazu
  - skenovací fáze – sběr dat dle zvolených parametrů
  - rekonstrukční fáze – zpracovává získaná data a vytváří tzv. digitální obraz (matice pixelů)
  - konverze – z digitálního obrazu je vytvořen viditelný analogový obraz (stupně šedi)



# CT - princip

- raw data
  - sada digitalizovaných údajů o absorpci záření vyšetřovaným objektem, kterou zaznamenaly detektory
- obrazová data
  - údaje o absorpci z jednotlivých projekcí jsou pomocí specifického rekonstrukčního algoritmu (kernel), tzv. filtrované zpětné projekce, transformovány v obrazová data, tj. do výsledného dvourozměrného obrazu sestaveného z matice bodů
- pixel (voxel)
  - picture matrix element
  - vykreslen v odstínu šedi dle dle absorpčních vlastností, odstíny jsou vyjádřeny Hounsfieldovým absorpčním koeficientem (HU)





# CT - princip

- hodnota denzity vyjadřuje stupeň absorpce v jednotlivých tkání, vztaženou k absorpci vody
- -1000 - +3096 HU (4096)
- -1000 HU vzduch, 0 HU voda
- rozsah zobrazených stupňů šedi se přizpůsobuje CT oknem
  - window center, window width
- rozlišení geometrické (páry čar na 1mm) je nižší než u RTG
  - dáno FOV a maticí (512x512)
- vysoké rozlišení kontrastů



# CT - princip

- konvenční
  - jedna otáčka, jeden sken
- spirální
  - kontinuální rotace kolem vyšetřovacího stolu s nemocným
  - volumetrické získání dat
  - doba otáčky cca 300ms (temporální rozlišení 75ms)
  - více řad detektorů – multi-slice CT (až 320)
    - stoupání (pitch) = posun stolu za 1 otočku / kolimace
    - izotropní geometrické rozlišení



# CT - kontrastní látky

- pro zvýraznění denzitních rozdílů
- izodenzní
  - metylcelulóza, voda
- hypodenzní
  - vzduch, tuk
- hyperdenzní
  - jodové, báriové
- perorální, intravaskulární, intrakavitální
  
- dynamika sycení
  - játra / ledviny / mozek



# CT - kontrastní látky

- dynamika rozdělení
  - žilní předfáze
  - arteriální fáze – po malém oběhu, časná 15-20s, pozdní 20-30s (časná portální fáze)
  - žilní fáze, portální fáze
  - ekvilibrium
- kontrastní skenování při spirálním CT
  - načasování dle fází
- bolus tracking / bolus timing
  - ROI (region of interest)



# CT – postprocessing

- volba okénka
- filtrace, zvětšení, měření
- rekonstrukce
  - MPR, zakřivené MPR
  - SSD – shaded surface display (povrchové stínování)
    - virtuální endoskopie
  - MIP – maximum intensity projection – angiografie
  - MinIP – tracheobronchiální strom
  - VRT – volume rendering technique
- uložení dokumentace – archiv PACS



# CT plic

- kernel
  - měkkotkáňový
- vyšetření spirální / konvenční
  - nativní a postkontrastní v jedné fázi
- prohlížení v měkkotkáňovém i plicním okně
  
- hodnocení struktur mediastina, ložisek plic, kondenzací, subfrení



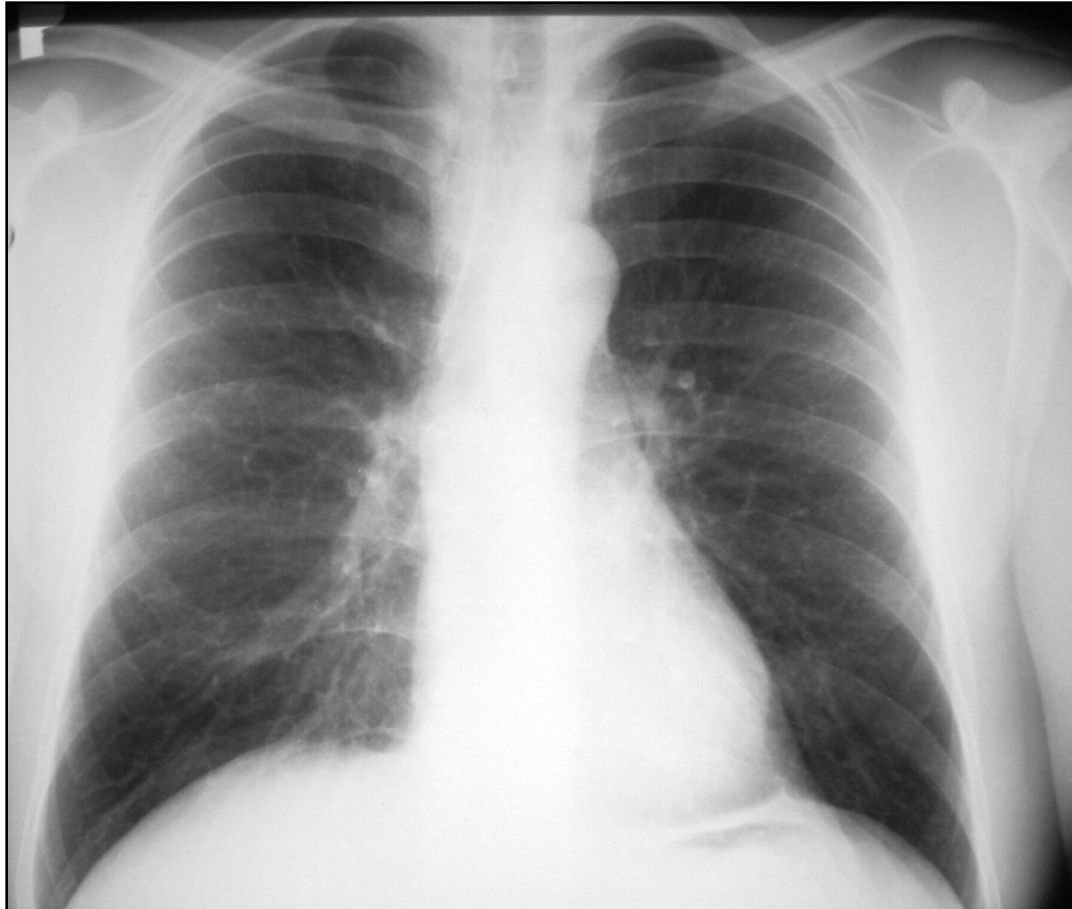
# HRCT plic

- kernel
  - high-spatial frequency algorithm
- úzká kolimace
  - cca 1mm
- nativní spirální / konvenční vyšetření
- prohlížení v plicním okně
  
- hodnocení intersticia – pneumonie, kolagenózy, granulomatózy, idiopatické intersticiální pneumonie



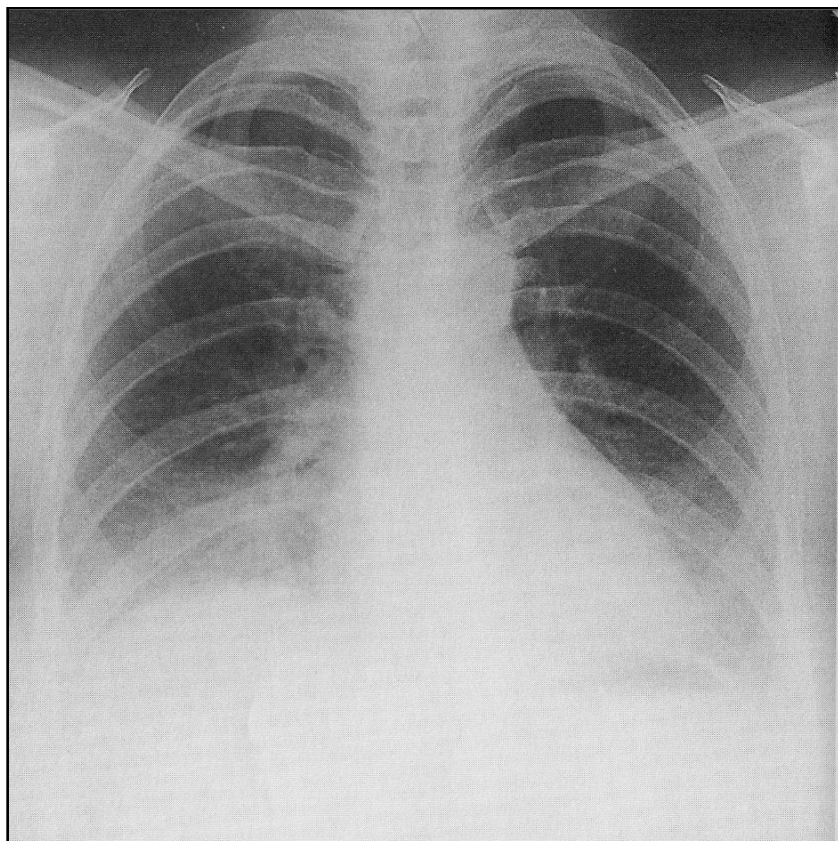
# RTG hrudníku

- tvrdá snímkovácí technika – nad 120kV, vzdálenost 180cm

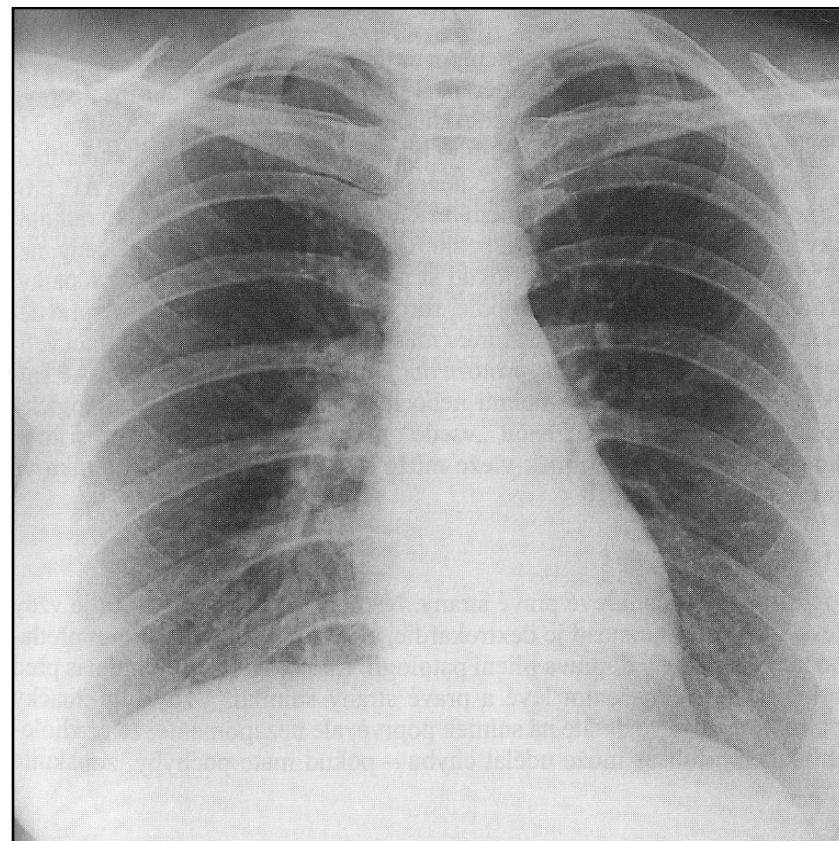




# RTG hrudníku - provedení



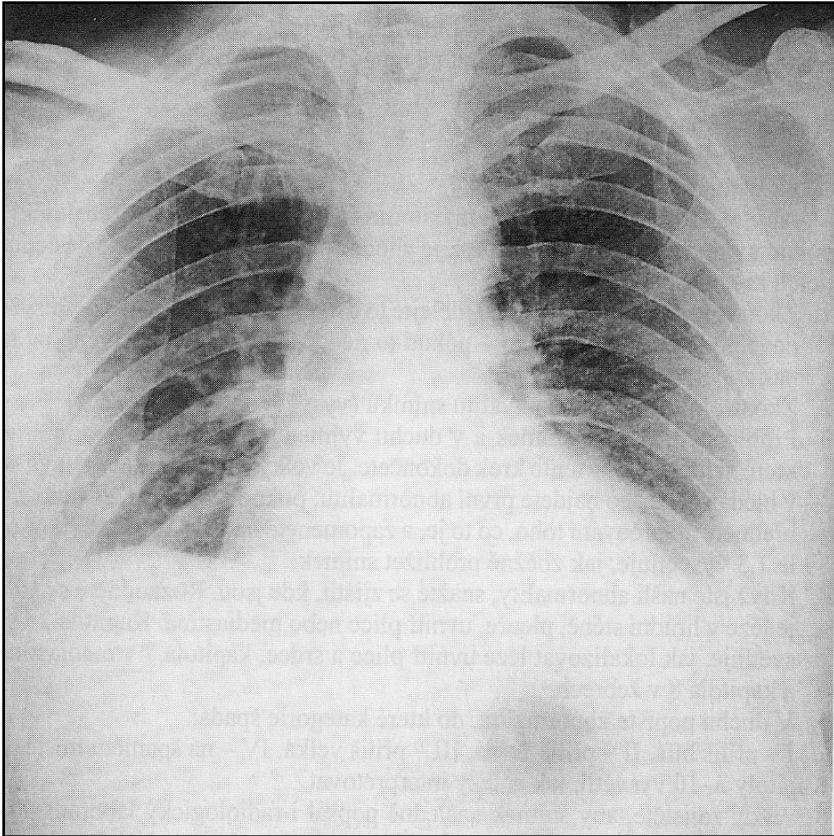
nádech



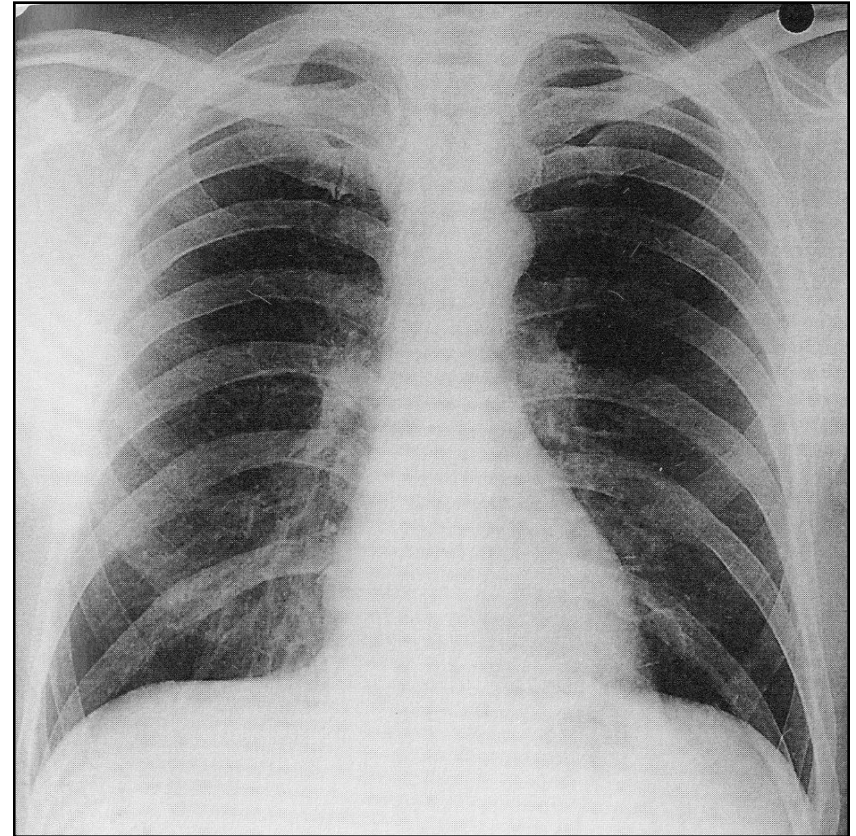
výdech



# RTG hrudníku - provedení



veleže, AP

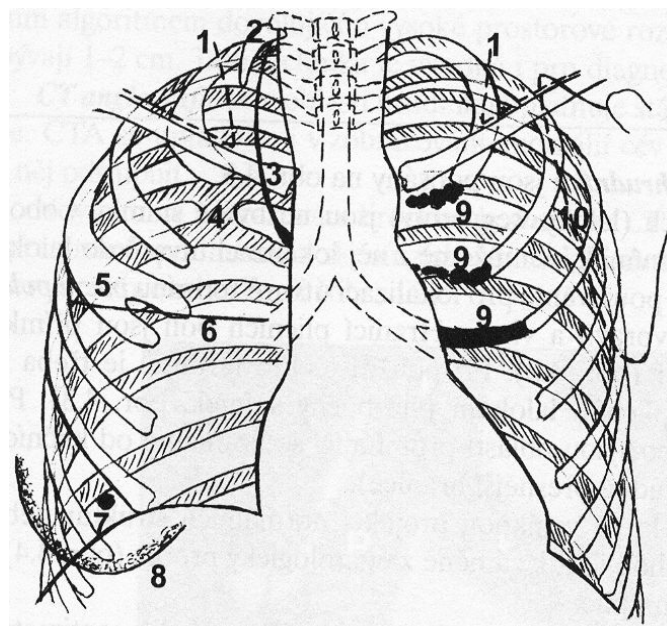


ve stoje, PA

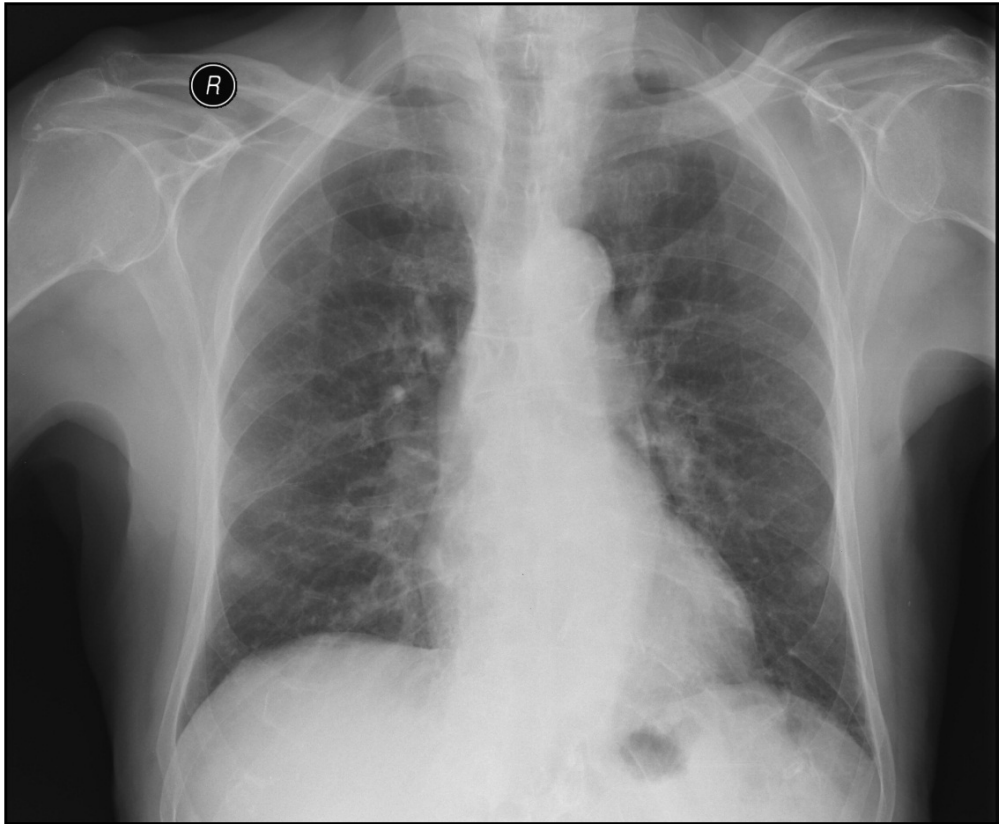


# RTG hrudníku - dg. rozpaky

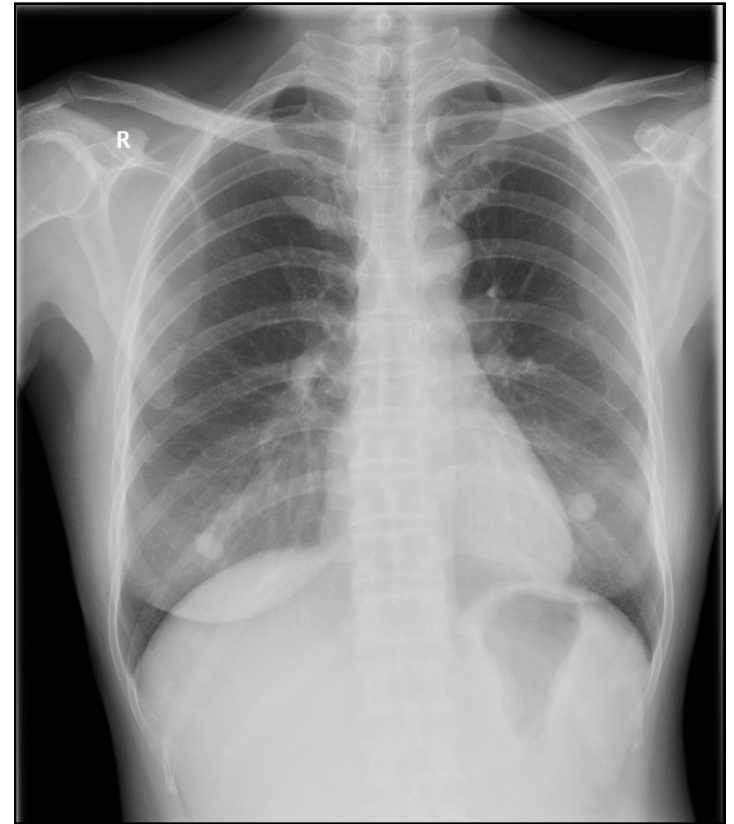
1. stín měkkých tkání
2. krční žebro
3. lobus venae azygos
4. kostní můstek mezi žebry
5. vidlicovité zakončení žebra
6. vedlejší interlobium
7. prsní bradavka
8. stín prsu
9. kalcifikace v žeberních chrupavkách
10. okraj lopatky



# RTG hrudníku

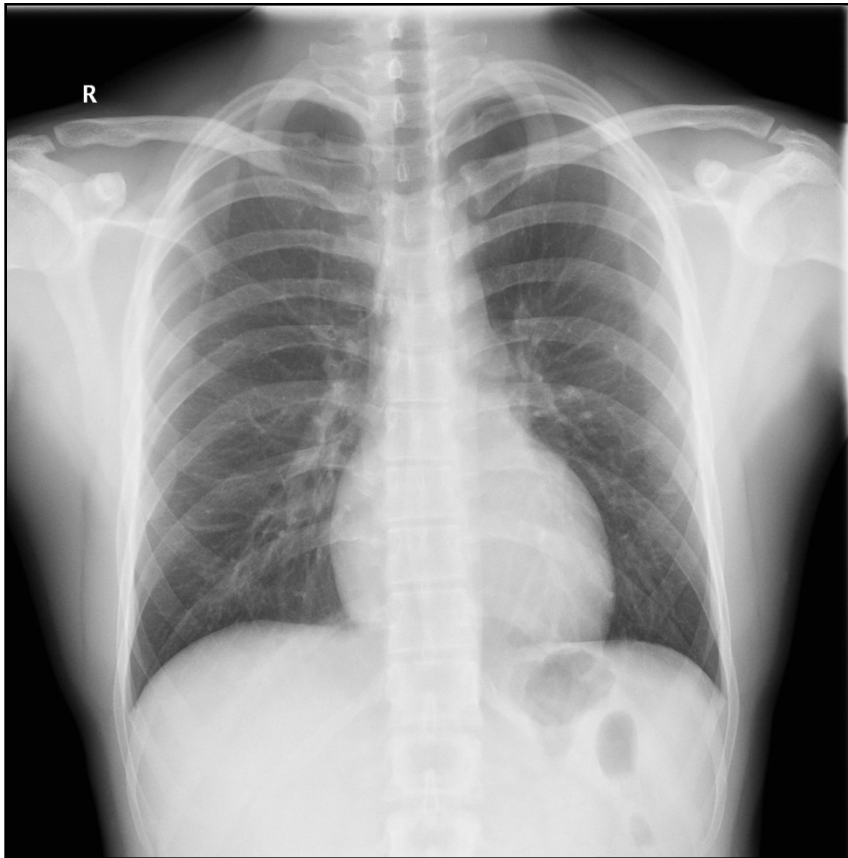


mammilly - muž



mammilly - žena

# RTG hrudníku



normální nález



lobus v. azygos

# RTG hrudníku - popis

- kontrola jména a data
- orientace, stranová značka
  - P pravá strana, snímek ve stoje
  - L levá strana, snímek vleže
  - PB, LB bočné snímky
- projekce AP, PA
- rotace – mediální konce klíčků, trnový výběžek
- stupeň nádechu – klenba bránice mezi 5.-7. žebrem



# RTG hrudníku - popis

- **zběžné prohlédnutí, vyjmenovat abnormalit**
  - plicní pole, hilus, srdce, zbytek mediastina, bránice, kostofrenické úhly, trachea, kosti, měkké tkáně, oblast pod bránicí
- **lokalizace abnormalit**
  - k přesné lokalizaci nutné 2 projekce
- **termíny**
  - plicní pole (dolní, střední, horní)
  - baze
  - hroty – kraniálně od ventrálního konce 1. žebra



# RTG hrudníku - hodnocení

- plíce
  - srovnání transparence – vyšší transparence, stíny
- hily a cévní kresba
  - plicní tepny a žíly, truncus intermedius
  - levý hilus uložen výše, rozdíl do 2,5cm, konkávní
- bránice
  - hladké a klenuté, segmentace
  - pravá část pod ventr. koncem 6. žebra, vlevo o něco níže
  - kostofrenické úhly ostré, kardiofrenické – tuk
- srdce a mediastinum
- skelet a měkké tkáně
  - degenerativní změny, traumata, nádory (osteolytické, osteoplastické), ablace prsu, plyn – podkožní emfyzém, kalcifikace - struma





# RTG hrudníku - nález

- Hemitoraxy symetrické. Plicní křídla rozvinutá, parenchym normální transparency, bez ložisek, bez infiltrací. Cévní kresba přiměřené šíře. Bránice je klenutá, uložena v normální výši. Kostofrenické úhly jsou ostré a volné. Mediastinum je přiměřené šíře, bez stranového posunu. Hily jsou normální velikosti a uložení. Srdeční je normální velikosti a tvaru. Zachycený skelet je bez strukturálních či traumatických změn
- závěr: normální nález na snímku hrudníku



**plíce**

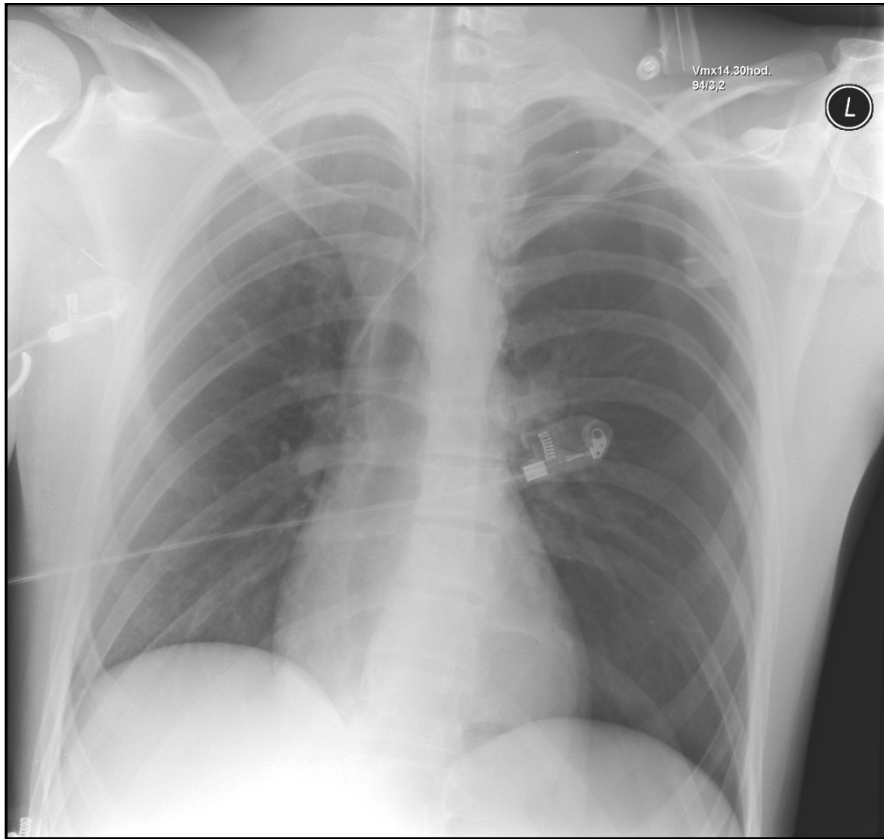


# zvýšení transparence

- celkové
  - astma
  - emfyzém
- ohraničené
  - ventilový uzávěr cizím tělesem
  - cysty
  - buly
  - pneumotorax



# pneumotorax



pneumotorax, CVK



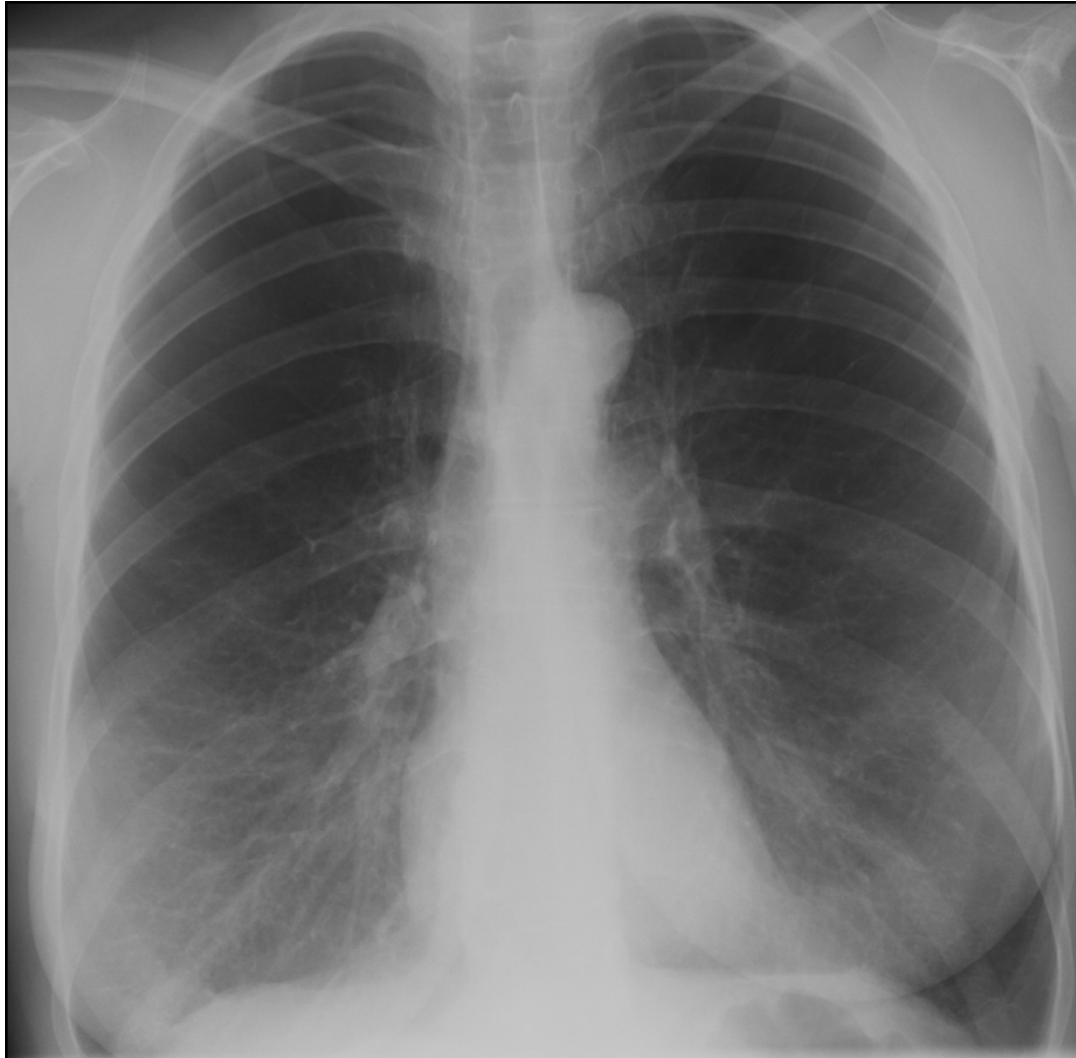
tenzní pneumotorax

# pneumotorax

- vzduch v pleurální dutině
- etiologicky
  - traumatický
  - iatrogenní
  - spontánní
- projasnění mezi hrudní stěnou a plící (problém při snímkování vleže – anteromediální) až kolaps plíce – nižší transparenence
- tenzní pneumotorax – ventilový mechanismus, kolaps, přesun mediastina, bránice nízko konkávního tvaru



# emfyzém



# snížení transparence

## ▪ ložiska

- známky benignity – ostré a hladké okraje, kalcifikace, rychlý nebo pomalý růst (čas zdvojení objemu do měs. a nad 24měs.)
- známky malignity – lobulární okraje, spikulace, velikost větší než 3cm
- dutina – Joresova kaverna, absces, bula, cysta, cystické bronchiektázie, mykotické dutina, pneumatokéla
  - stěna do 4mm spíše benigní

## ▪ infiltrace

- plošně větší, méně ohraničené
- alveolární / intersticiální / smíšená



# alveolární infiltrace

- **kondenzace**
  - nahrazení vzduchu tekutinou nebo solidní tkání – airbronchogram
  - infekce, edém plic, aspirace, nádory
- **atelektáza**
  - zmenšení množství vzduchu v plicích, dochází ke zmenšení objemu, nevzdušná část periferně, posuny okolních struktur
    - obstrukce bronchu
    - kompresivní – stlačení tekutinou, PNO
    - jizevnatá – po TBC, ozáření
    - ploténková – uloženy basálně, přechodné, 2-6cm, 1-3mm, při omezené pohyblivosti bránice





# intersticiální infiltrace

- idiopatické intersticiální pneumonie, intersticiální plicní procesy ze známých příčin, granulomatózní procesy a jiné vzácné intersticiální plicní procesy
  - retikulární obraz – linie tvořící síť – končí jako voštinovitá plíce (IPF, kolagenózy, exog. alergická alveolitida,)
  - nodulární obraz – rozsev uzlů v intersticiu
    - mikro / mikronodulární – TBC, virové pneumonie, sarkoidóza
  - retikulonodulární obraz – sarkoidóza, karcinomatózní lymfangitida, pneumokonióza

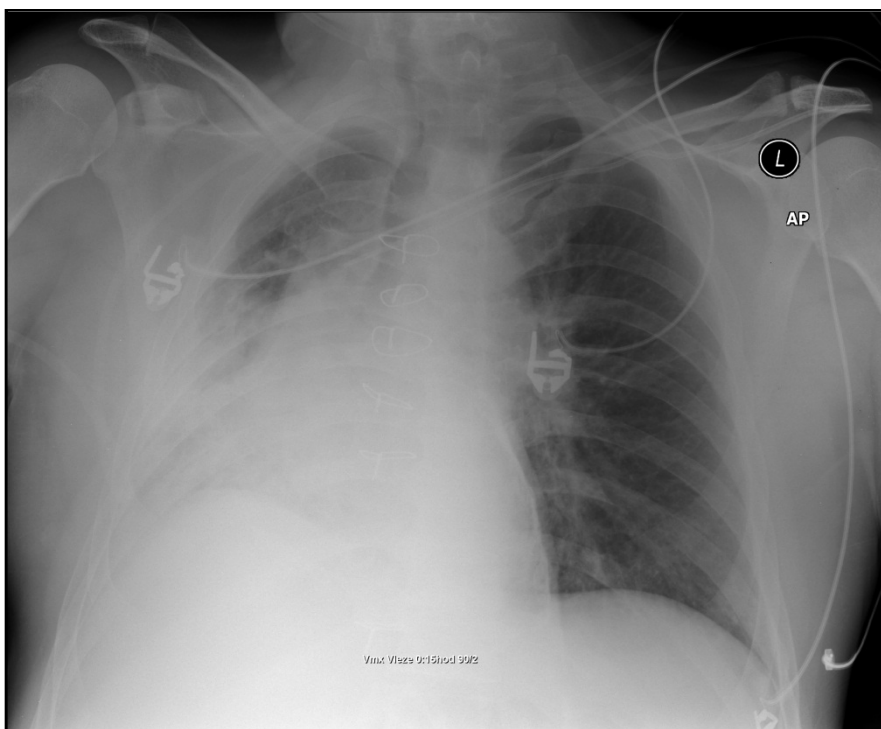


# smíšená infiltrace

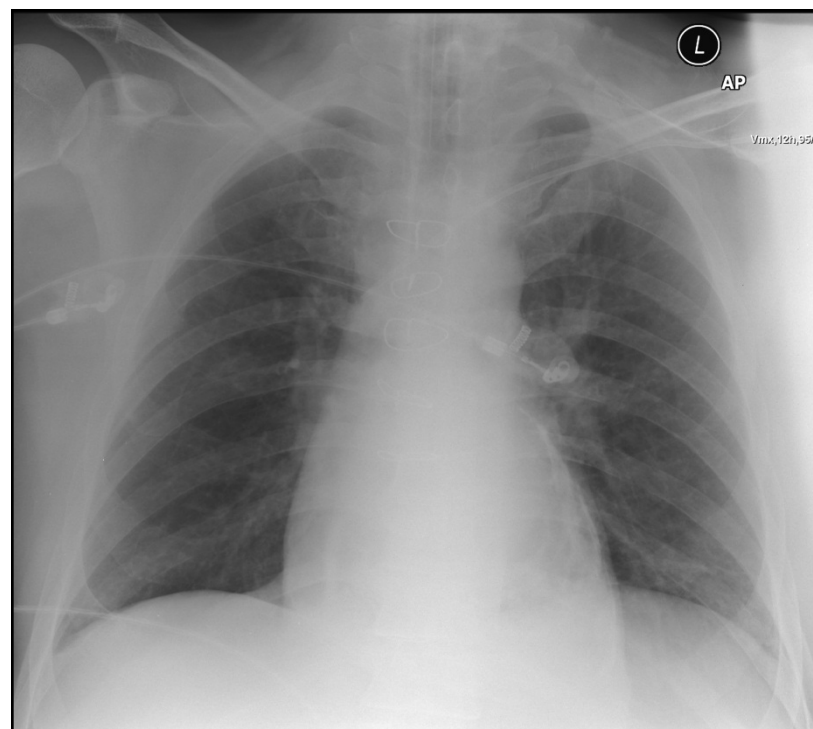
- postižení intersticia a alveolárních prostorů
  - nejčastěji u zánětů virových, mykoplazmových i bakteriálních
  - nejdříve intersticiium, poté vyplnění alveolů



# atelektáza



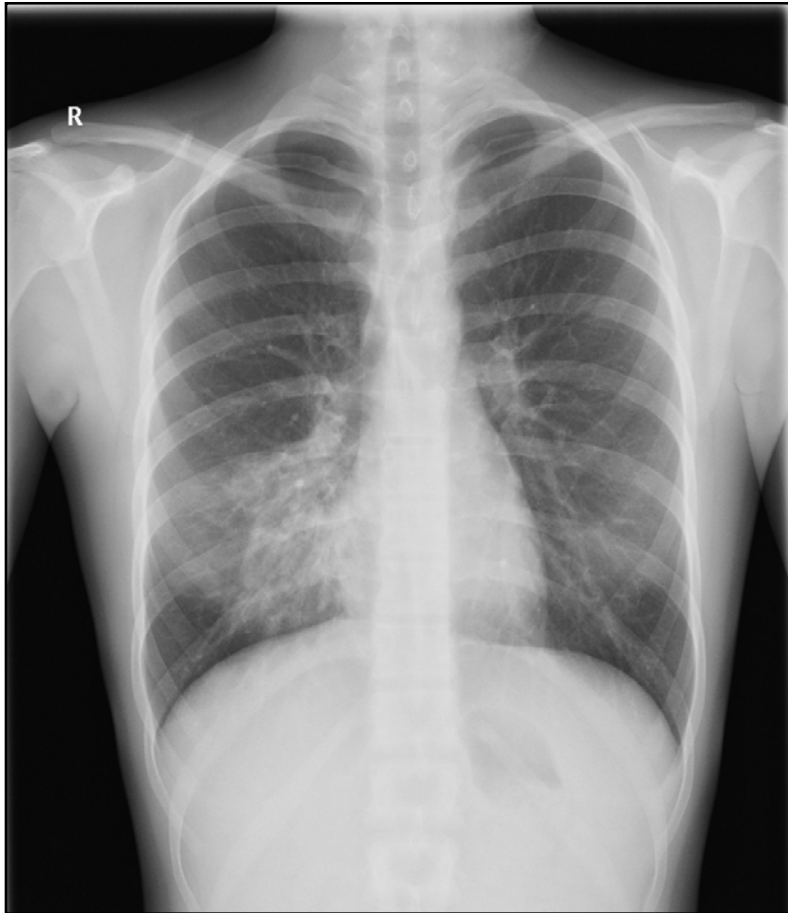
atelektáza



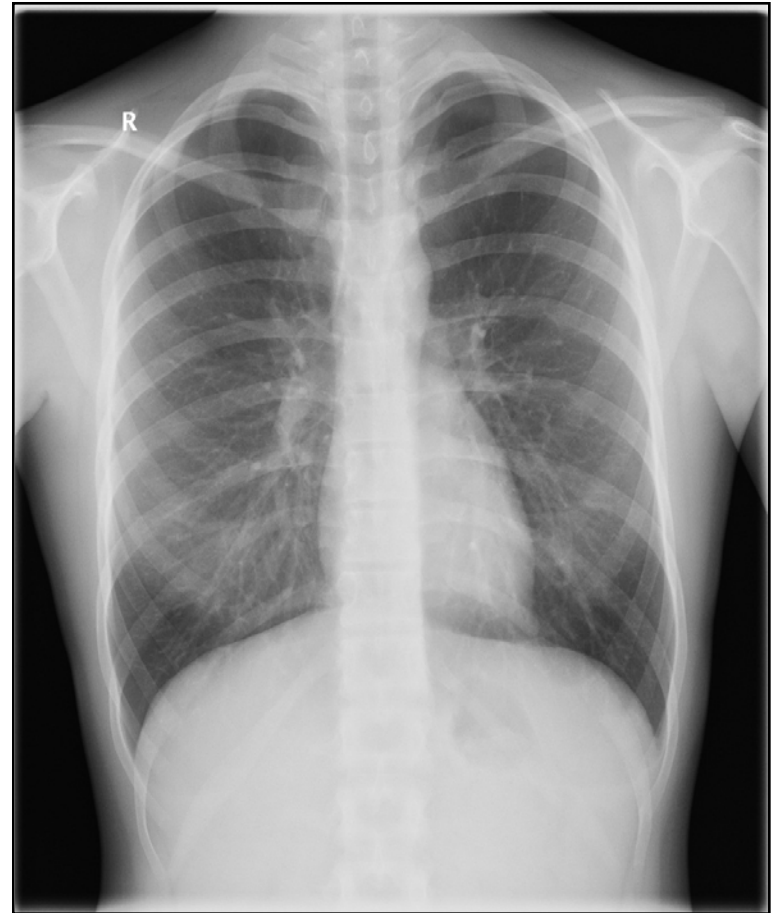
po léčbě, (+ kalcifikace v perikardu)



# bronchopneumonie



bronchopneumonie



po léčbě

# intersticiální pneumonie



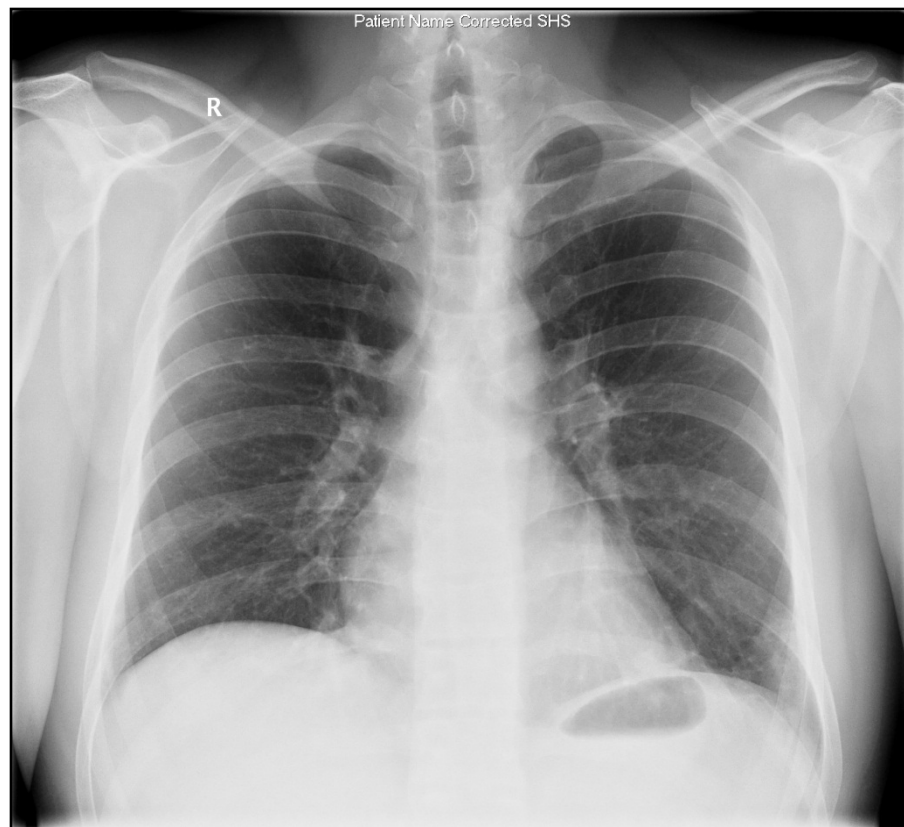
infekční intersticiální pneumonie u imunokompromitovaného pac.



# bronchopneumonie



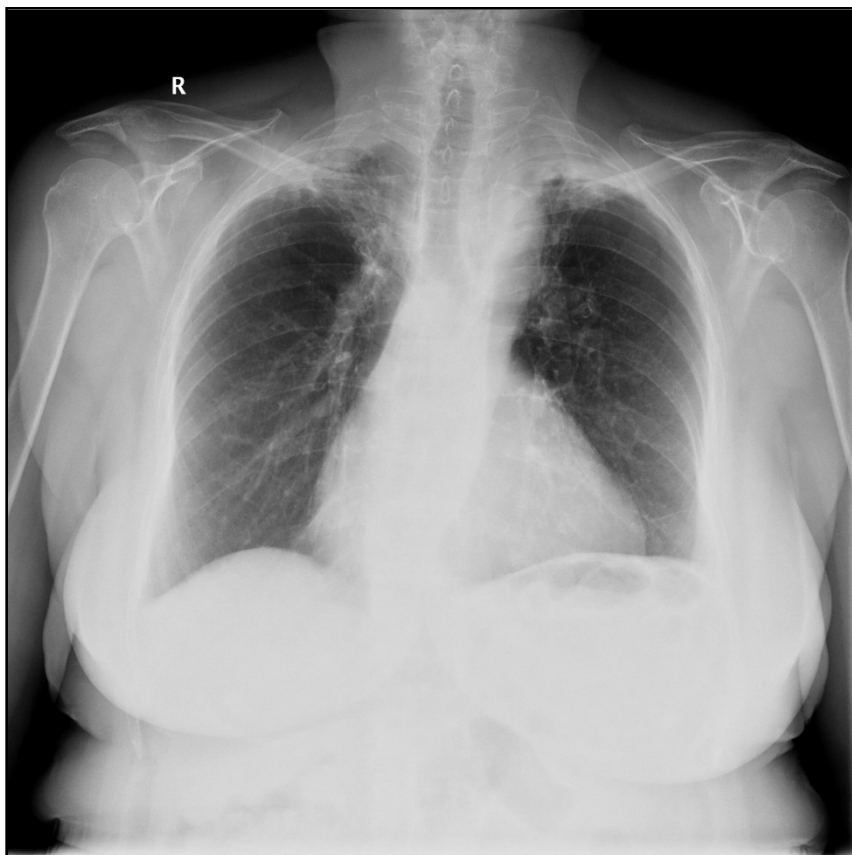
oboustranná bronchopneumonie



po léčbě



# nález v plicích



apikalizace hilů po TBC

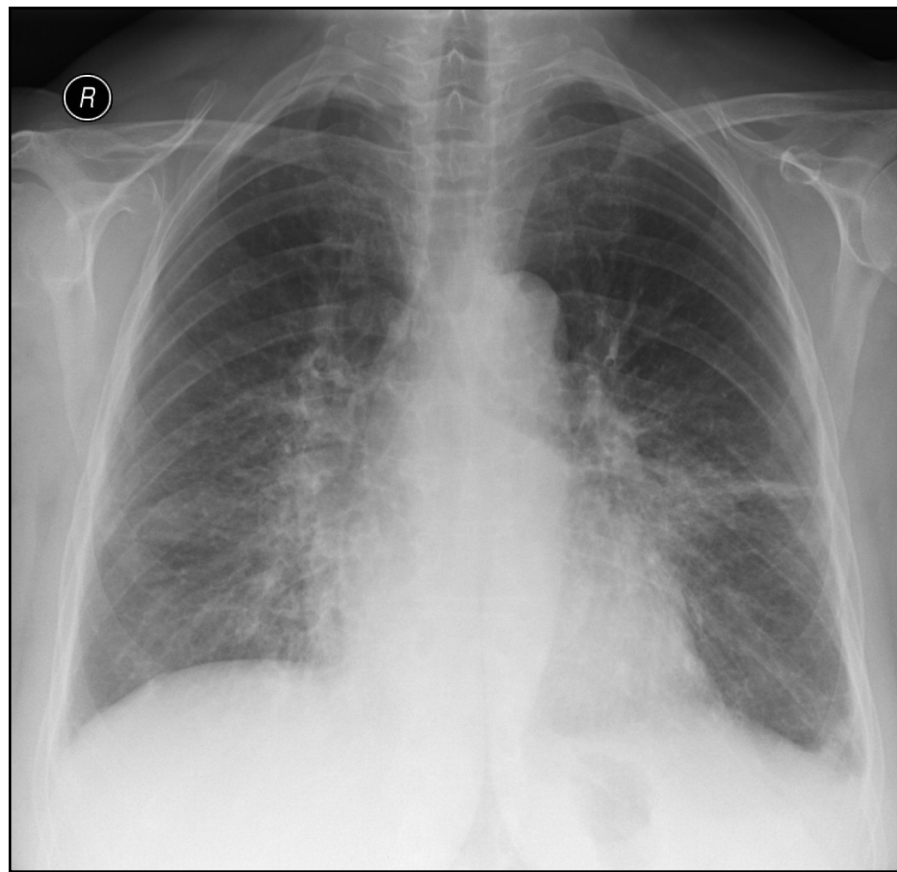


drobné abscesy, septické emboly

# nález v plicích



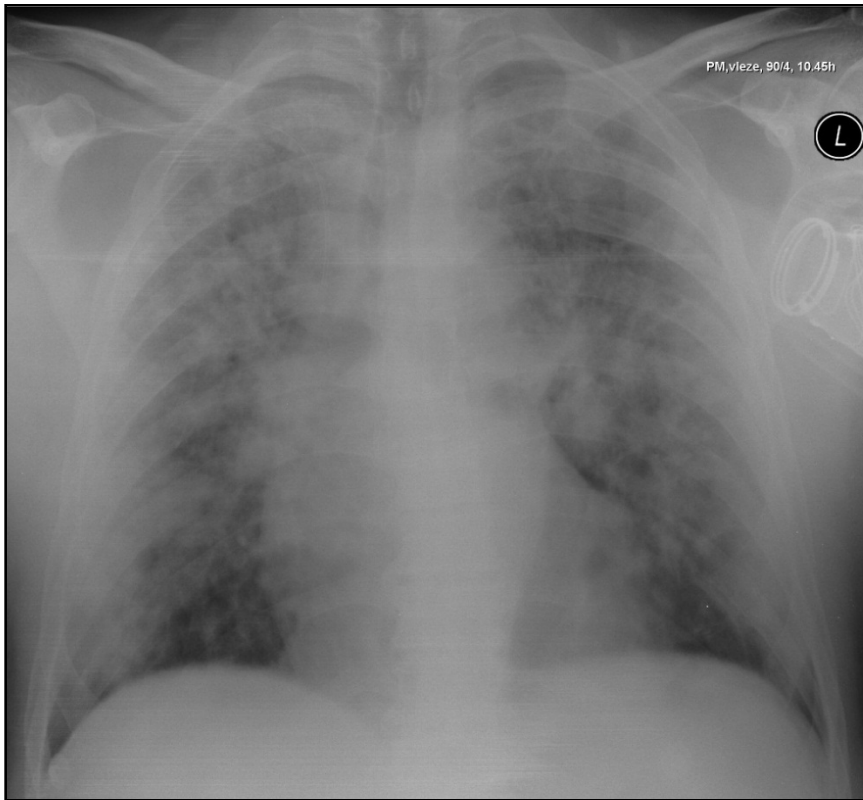
aspergilóza



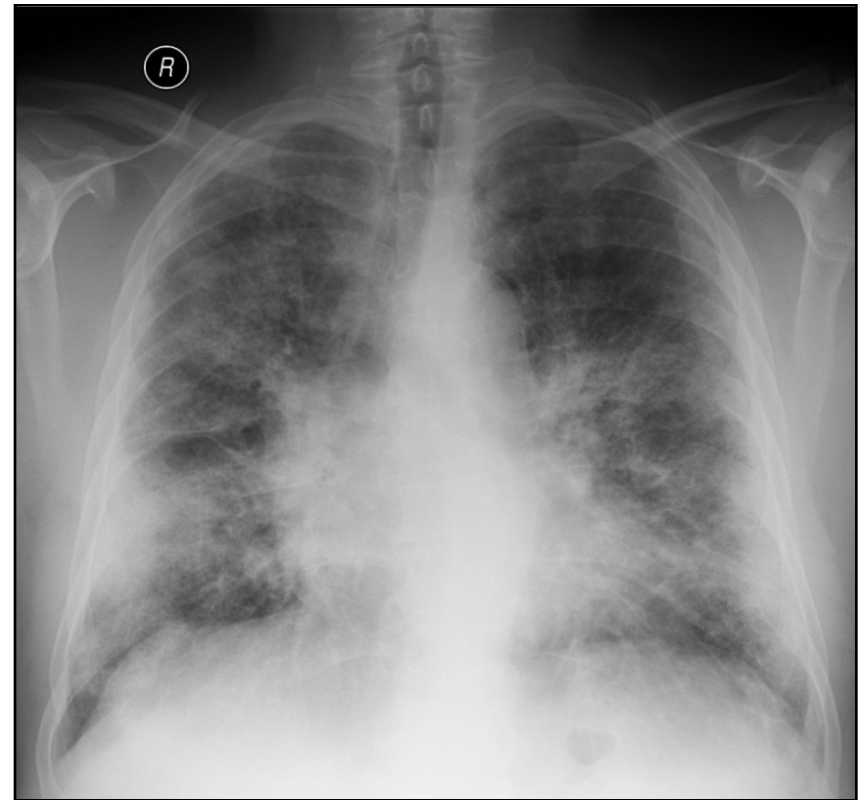
sarkoidóza



# virová pneumonie



chřipka + ARDS



chřipka



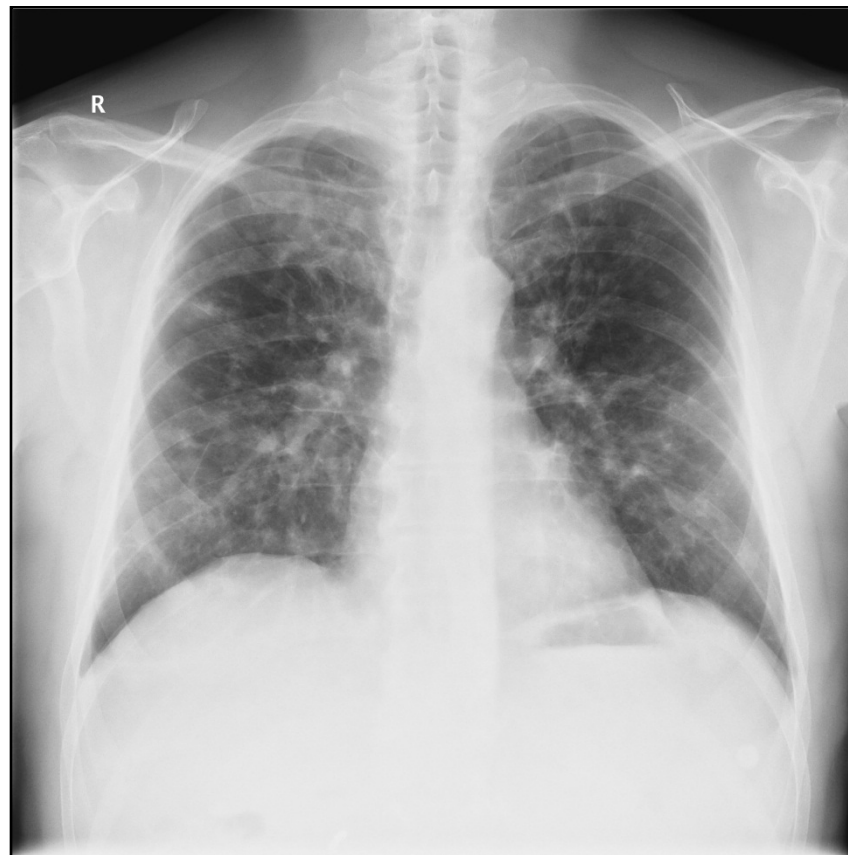
# metastázy



# tumor



tumorosní ložiska nad pravým hilem

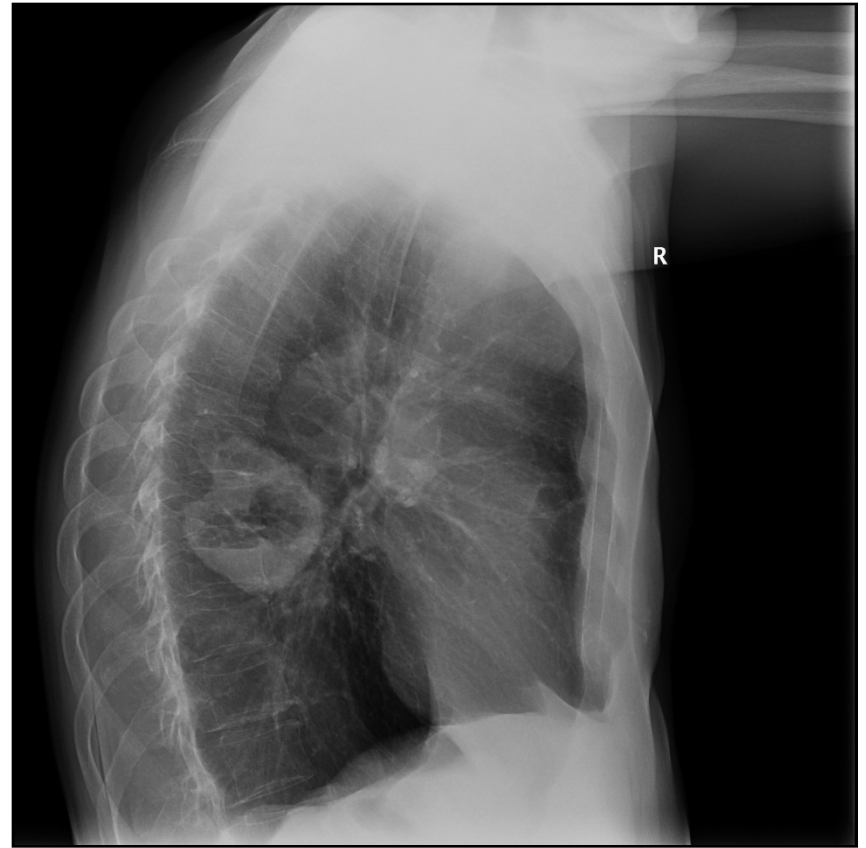


metastázy

# Joresova kaverna



rozpadlý tumor pravé plíce

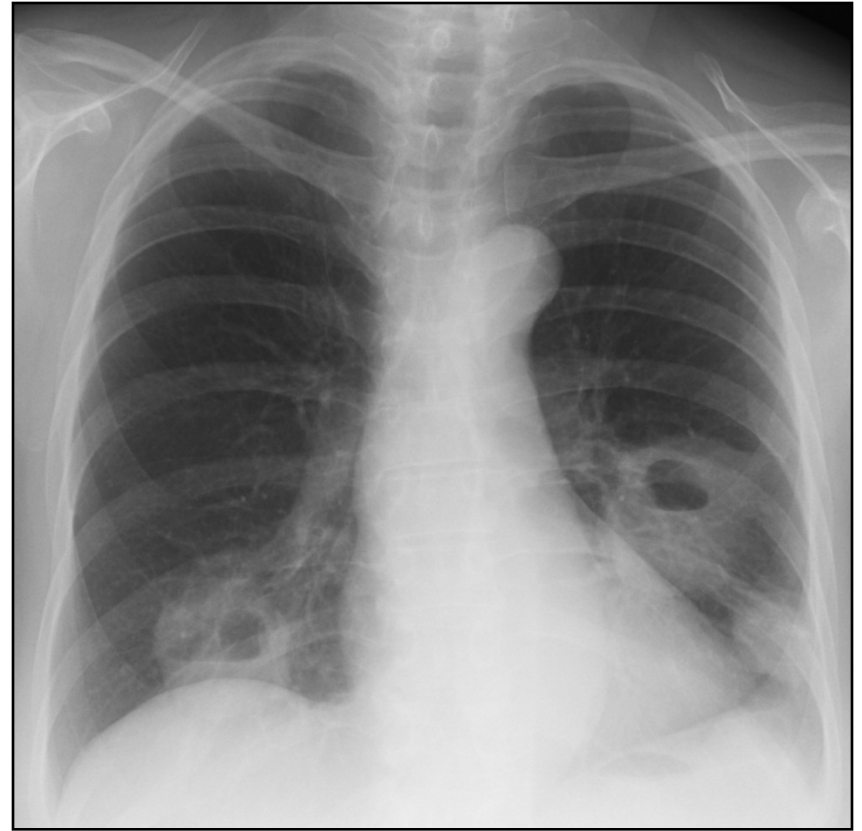
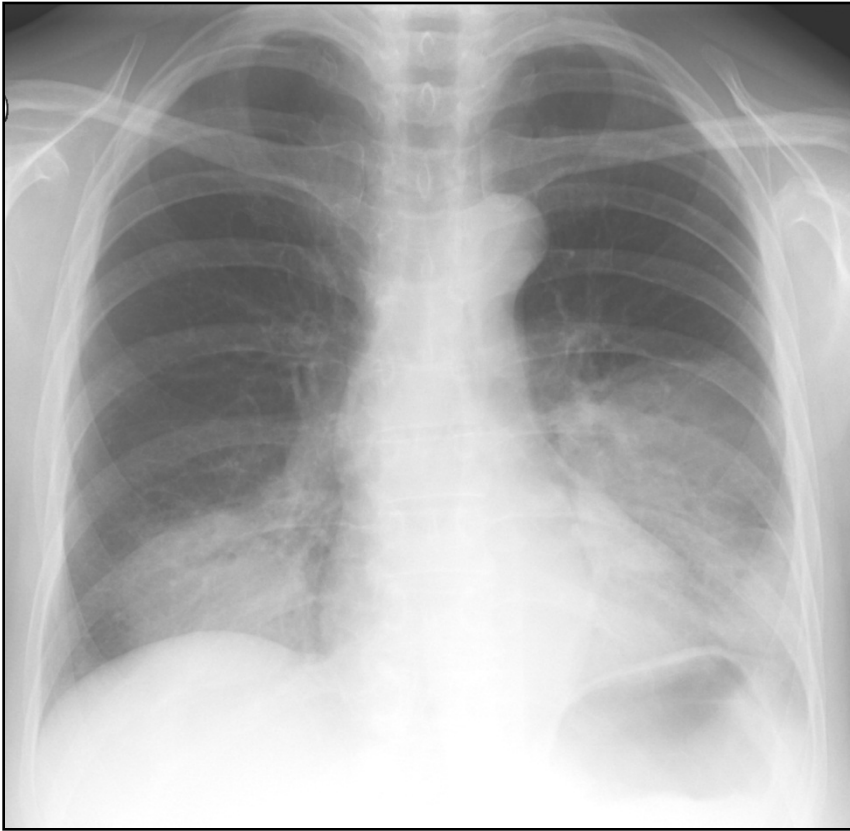


PB snímek, tu. v S6

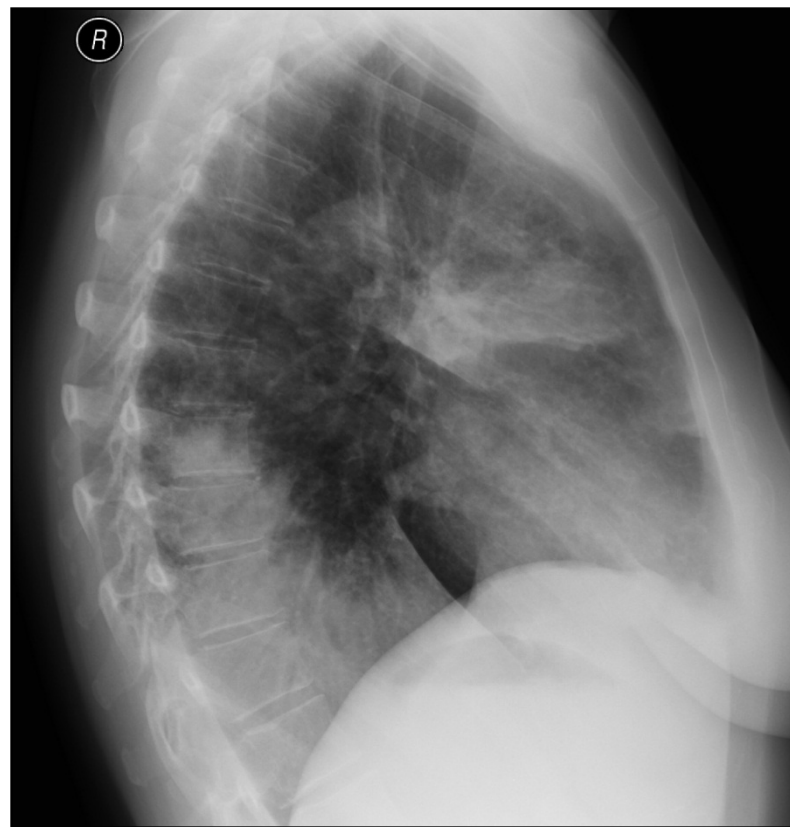
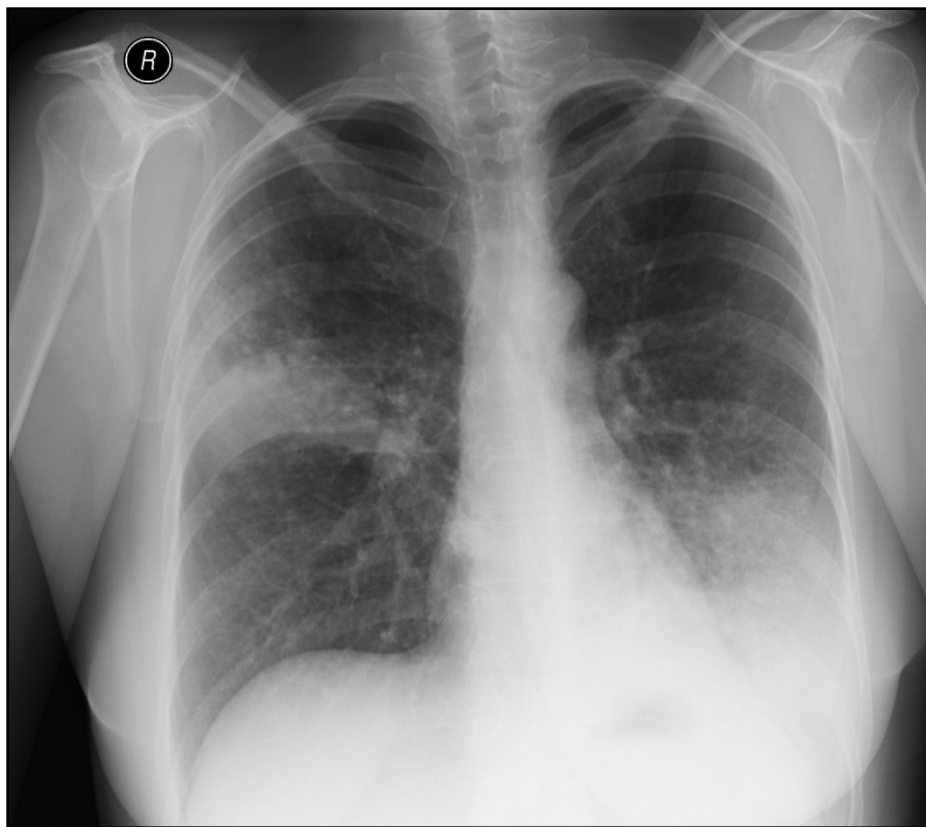
# Joresova kaverna



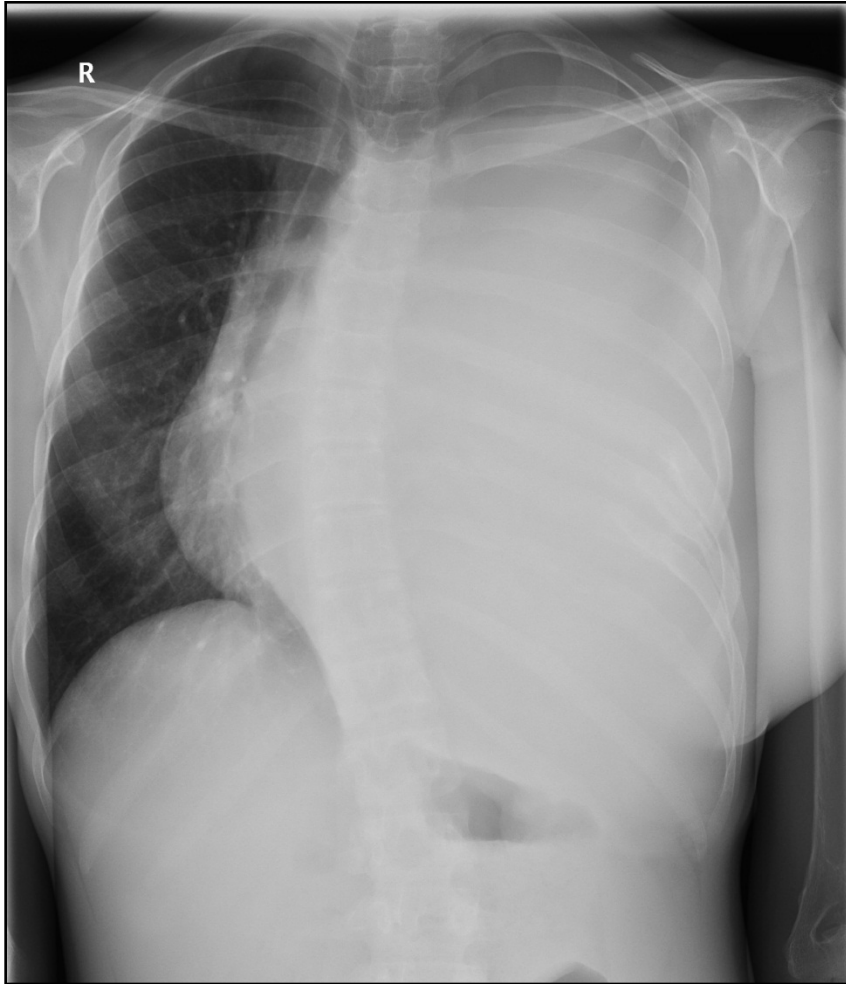
# Wegenerova granulomatóza



# bronchioloalveolární karcinom



# mesenchymální tumor





# karcinom

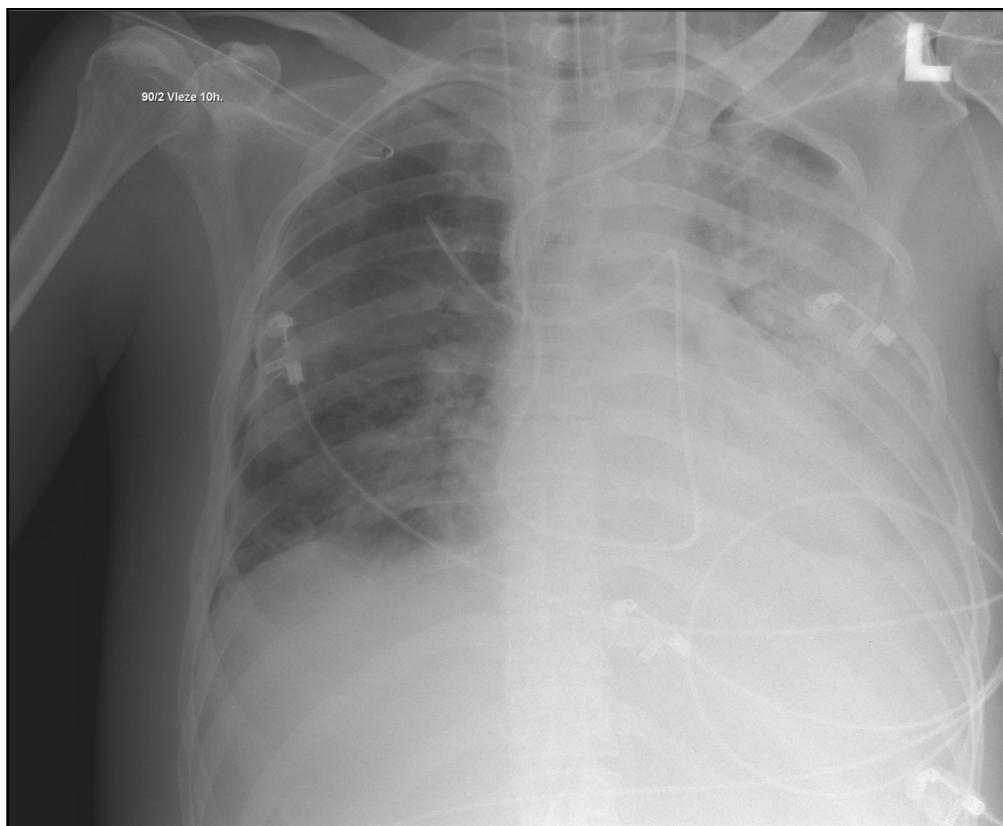


centrálně vpravo rostoucí ca.



PB snímek, atelektáza do periferie

# nález v plicích



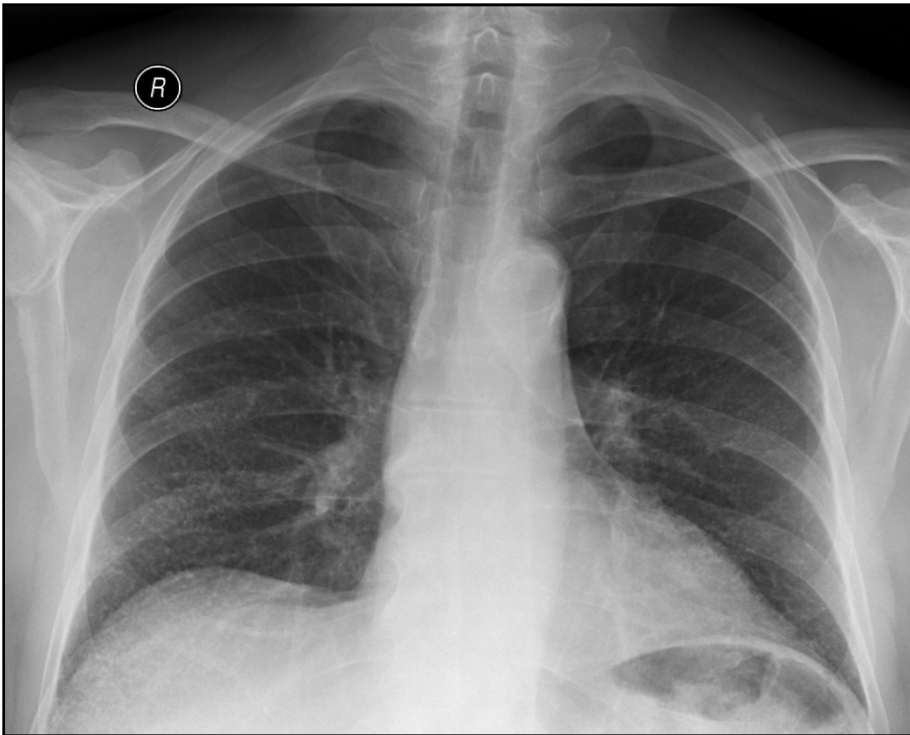
pneumonie vlevo - kondenzace



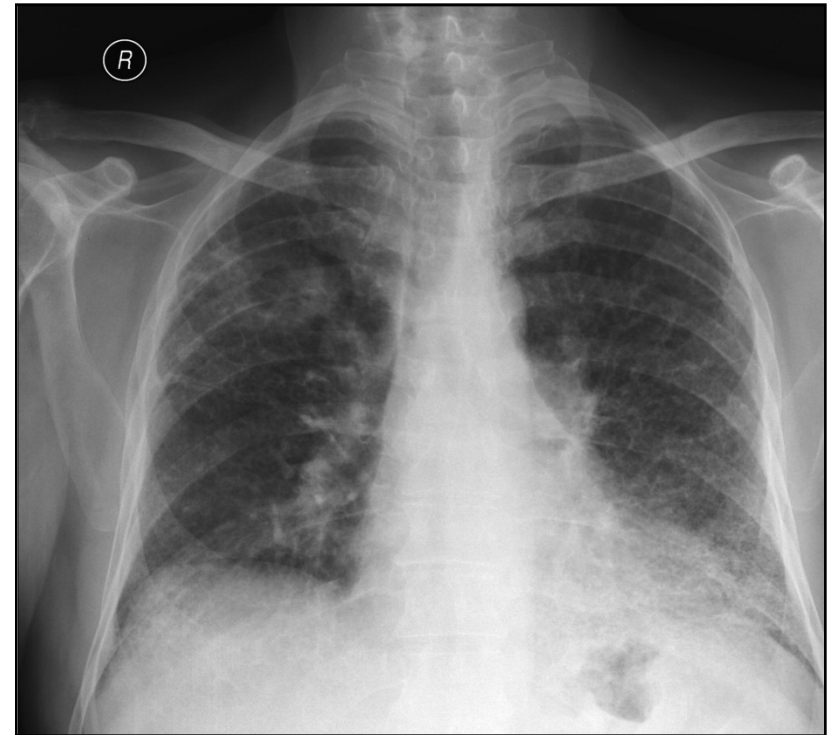
atelektáza levé plíce, tu. jícnu



# intersticiální infiltrace

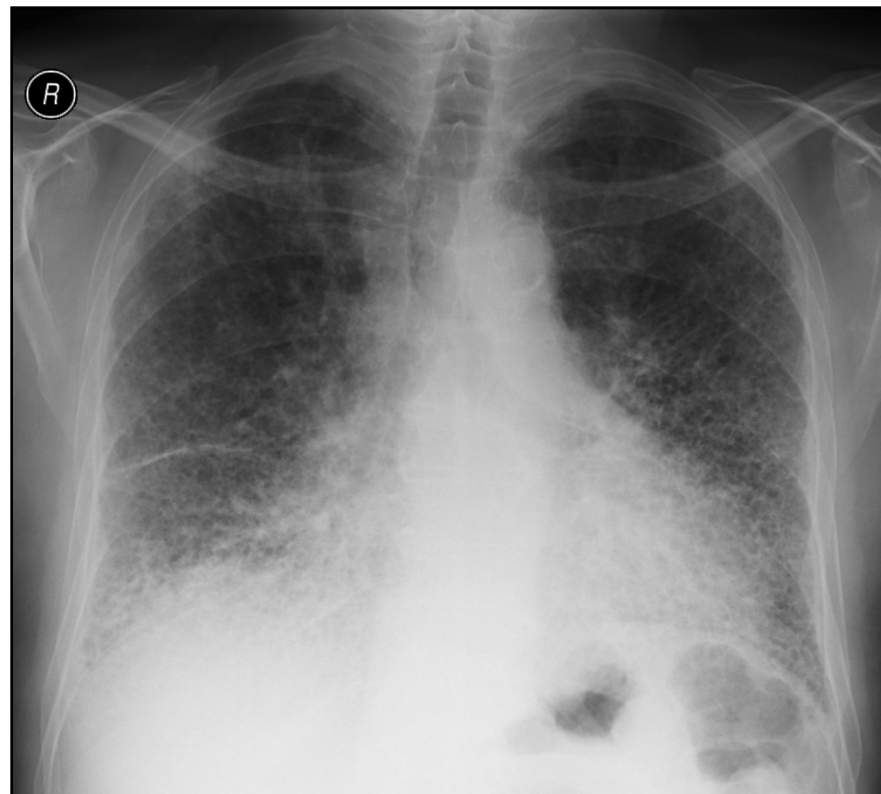
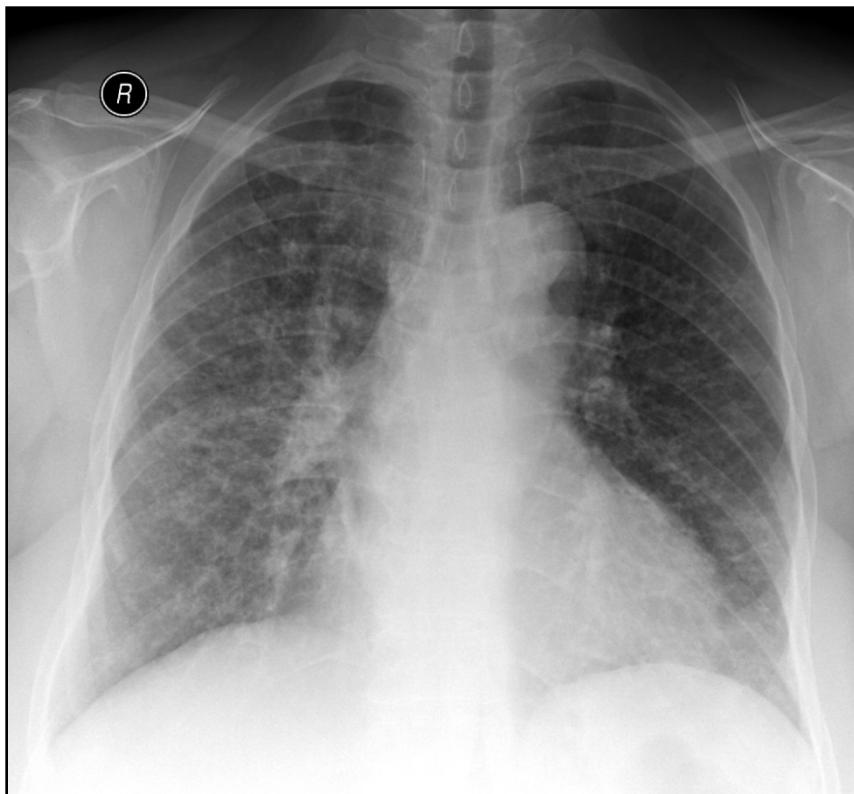


retikulonodulární



IPF + tumor vpravo

# intersticiální infiltrace



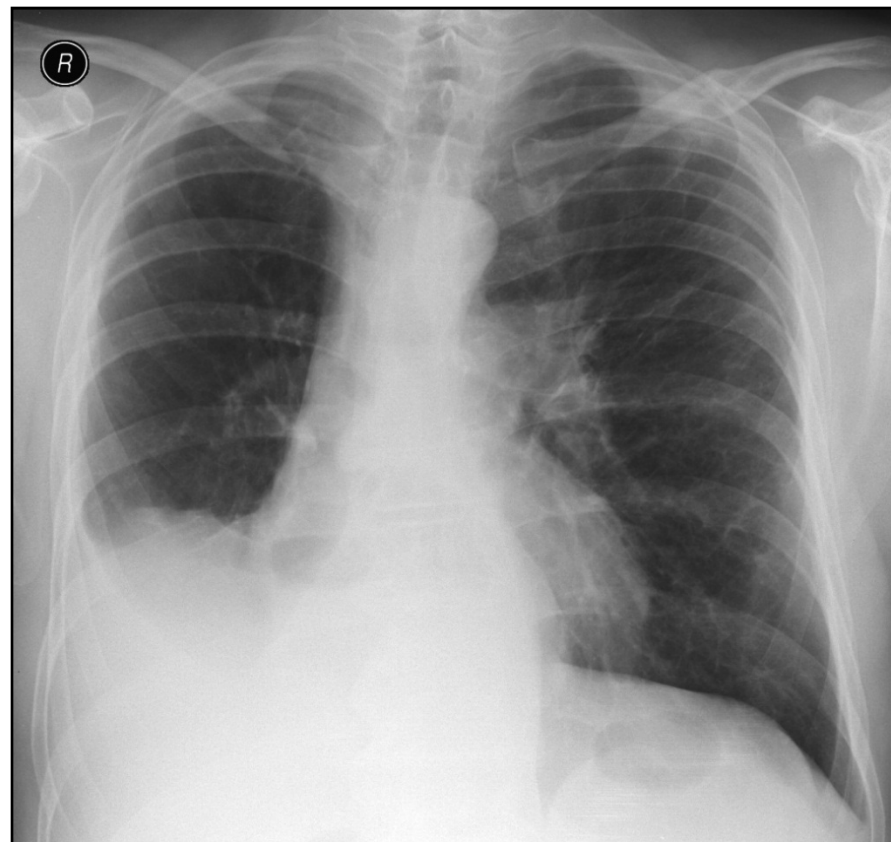
IPF



# nález v plicích

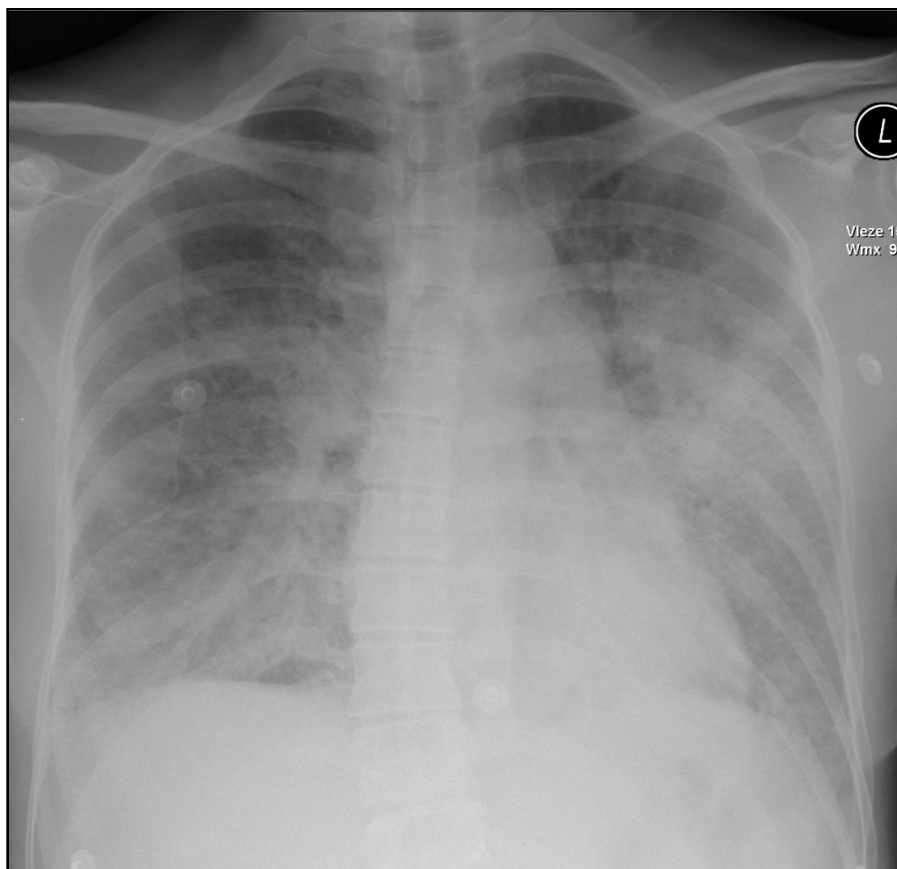


výpotek vpravo + ca lymfanoitida



plicní embolie

# leukemická infiltrace



postižení intersticia



po terapii



# kalciifikace

- nejčastěji ukládání solí vápníku do patologicky změněných tkání
- v lymf. uzlinách
  - po TBC
  - skořápkovité u silikózy
- ložisko v plicním parenchymu
  - prim. infekce (součást prim. komplexu)
  - chondrohamartom – hrudkovité kalciifikace
- kalciifikované aterosklerotické pláty v aortě
- struma



# plicní hily

- jednostranné zvětšení
  - větší, ne konkávní, sytější, zkontrolovat kvalitu snímku, porovnání se steršími snímky
  - bronchogenní karcinom, zánětlivé uzliny – lobulární vzhled, cévní – hladké, aneurysma plicnice, poststenotická dilatace, masivní plicní embolie
  - kalcifikace –svědčí pro lymfadenopatii
- oboustrané zvětšení
  - cévní, sarkoidóza (malé a velké uzly, fibróza), infekce, lymfom, mts.





# cévní kresba

- úbytek
  - celkový - vrozené vady, emfyzém, prim. plicní hypertenze - v kombinaci s rozšířeným hilem
  - lokální - lobární emfyzém, známka PNO
- zvýraznění
  - nejčastěji u jednostranného srdečního selhávání, L-P zkrat



# plicní hypertenze

- **prekapilární**
  - obstrukční (trombembolická n., prim. plicní hypertenze)
  - aktivní (hypoxie u CHOPN, kyfoslózy,...)
  - restriktivní (plicní resekce, intersticiální fibróza. emfyzém)
- **postkapilární** – plicní žilní hypertenze
  - levostranné srdeční selhání, mitrální stenóza, nádor levé síně
- **hyperkinetická**
  - L-P zkraty (defekty síňového a komorového septa, anomální návrat plicních žil, ductus arteriosus)
  - zvýšení srdečního výdeje (horečka, anémie, těhotenství, hyperparathyreóza)

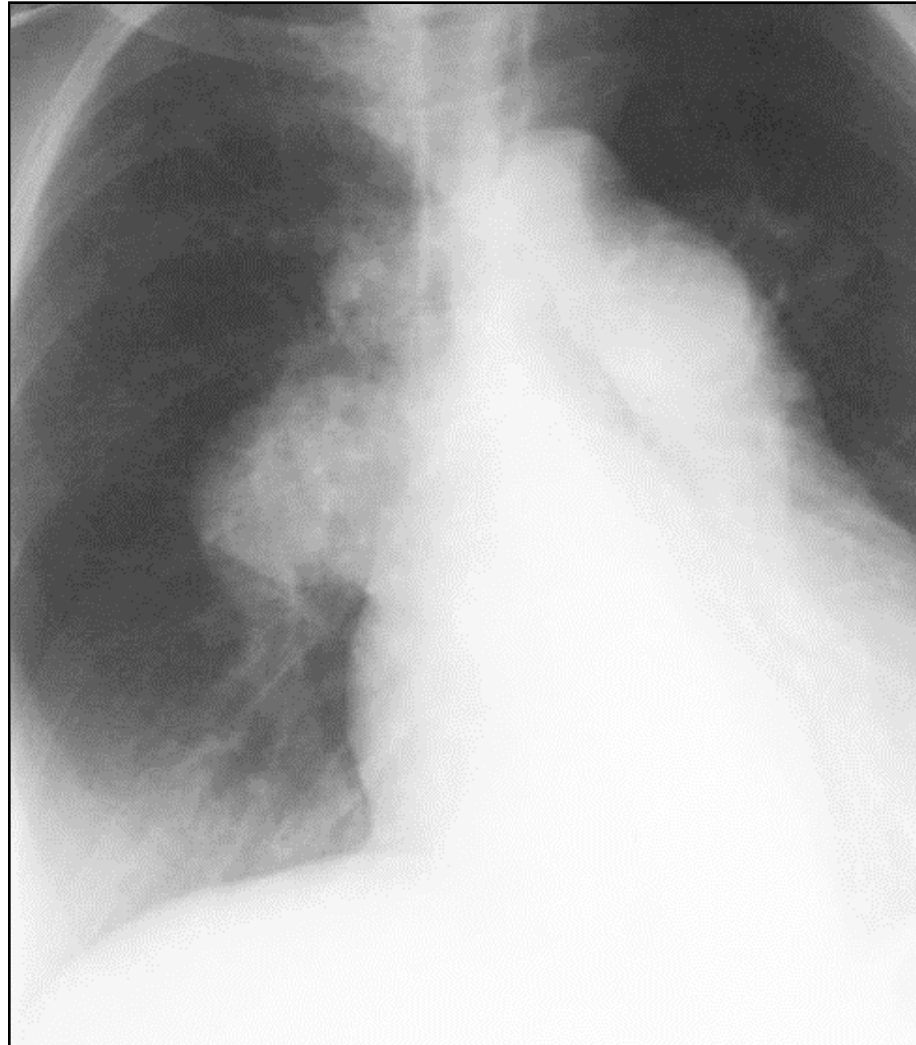


# prekapilární PH

- zmenšení arteriálního plicního řečiště
- cor pulmonale
  - akutní (zmenšení celkového průsvitu pl. cirkulace min. o 50%)
  - chronické
- RTG
  - zvětšená PK (napřímení levostranné kontury, ao. knoflík v sagitální rovině)
  - dilatace hlavních kmenů plicnice (tr. intermedius 15 - 17mm)
  - spasmus tepen na periferii (amputace segm. větví)



# arteriální plicní hypertenze



# postkapilární PH

- tlak v zaklínění >12 mm Hg, norma 5-8 mm Hg
  - norma: 5-10
  - cefalizace: 10-15
  - Kerleovy linie: 15-20
  - intersticiium: 20-25
  - alveoly: nad 25
- 3 stupně závažnosti
  - kongesce: nad 18 mm Hg
  - intersticiální edém
  - alveolární edém plic



# edém plic

- v důsledku vysokého žilního tlaku nebo zvýšená propustnost alveolokapilární membrány
- zvýšený žilní tlak
  - kardiogenní - srdeční selhání, mitrální vady
  - renální onemocnění - zvýšený obsah vody
  - neurogenní - generalizovaná vazokonstrikce?
- norm. žilní tlak, zvýšená propustnost
  - obraz šokové plíce, různé noxy, známky především alveolárního edému
- změny na RTG podobné



# edém plic

- intersticiální edém
  - tekutina v peribronchovaskulárním prostoru, zneostření kontur cév, rozšíření stěny ortográdně zachycených bronchů
  - obraz Kerleových linií - B horizontální pruhovité stíny basálně, A zakřivené a dlouhé
- alveolární edém
  - tekutina se dostává do alveolů, drobné neostře ohraničené stíny, splývají, obraz netopýřích / motýlích křídel

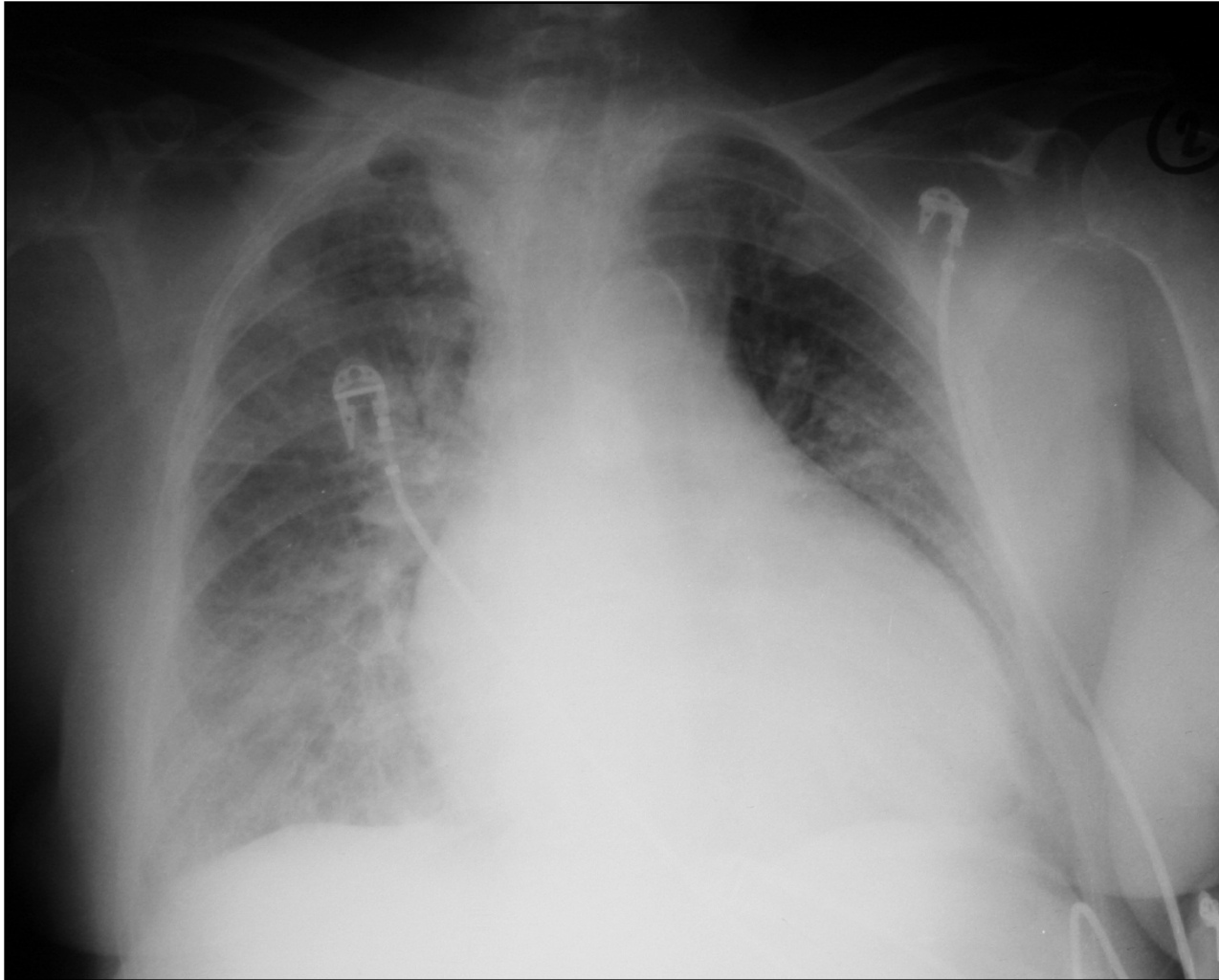


# redistribuce

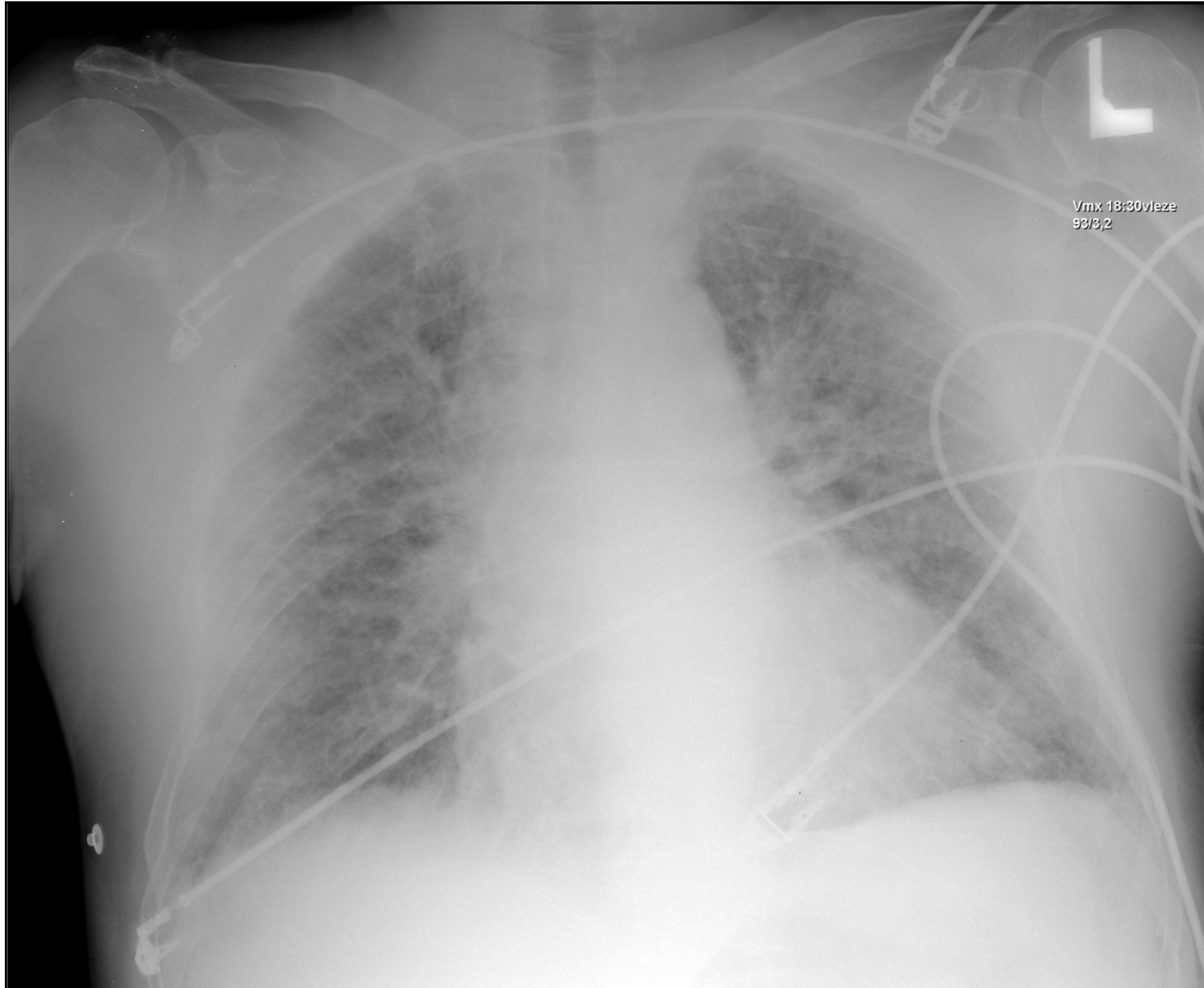




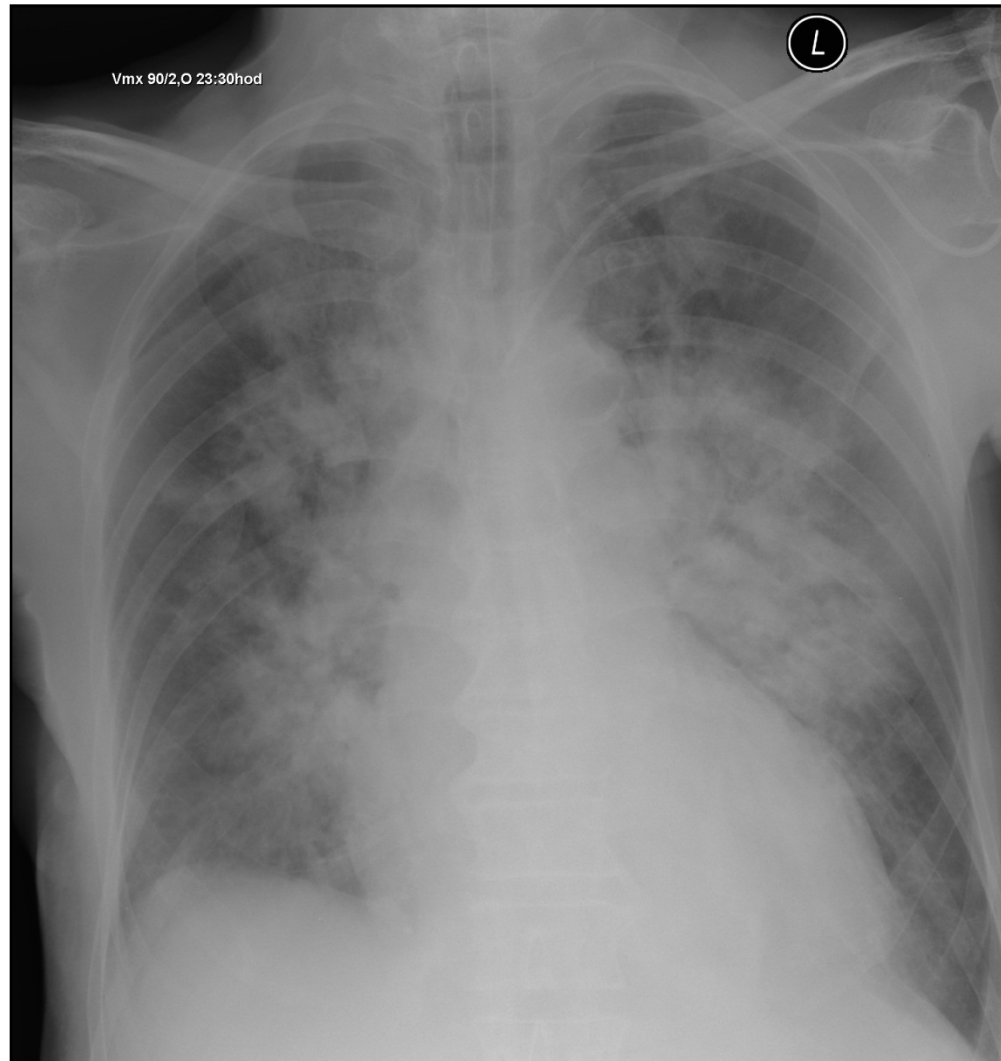
# intersticiální edém



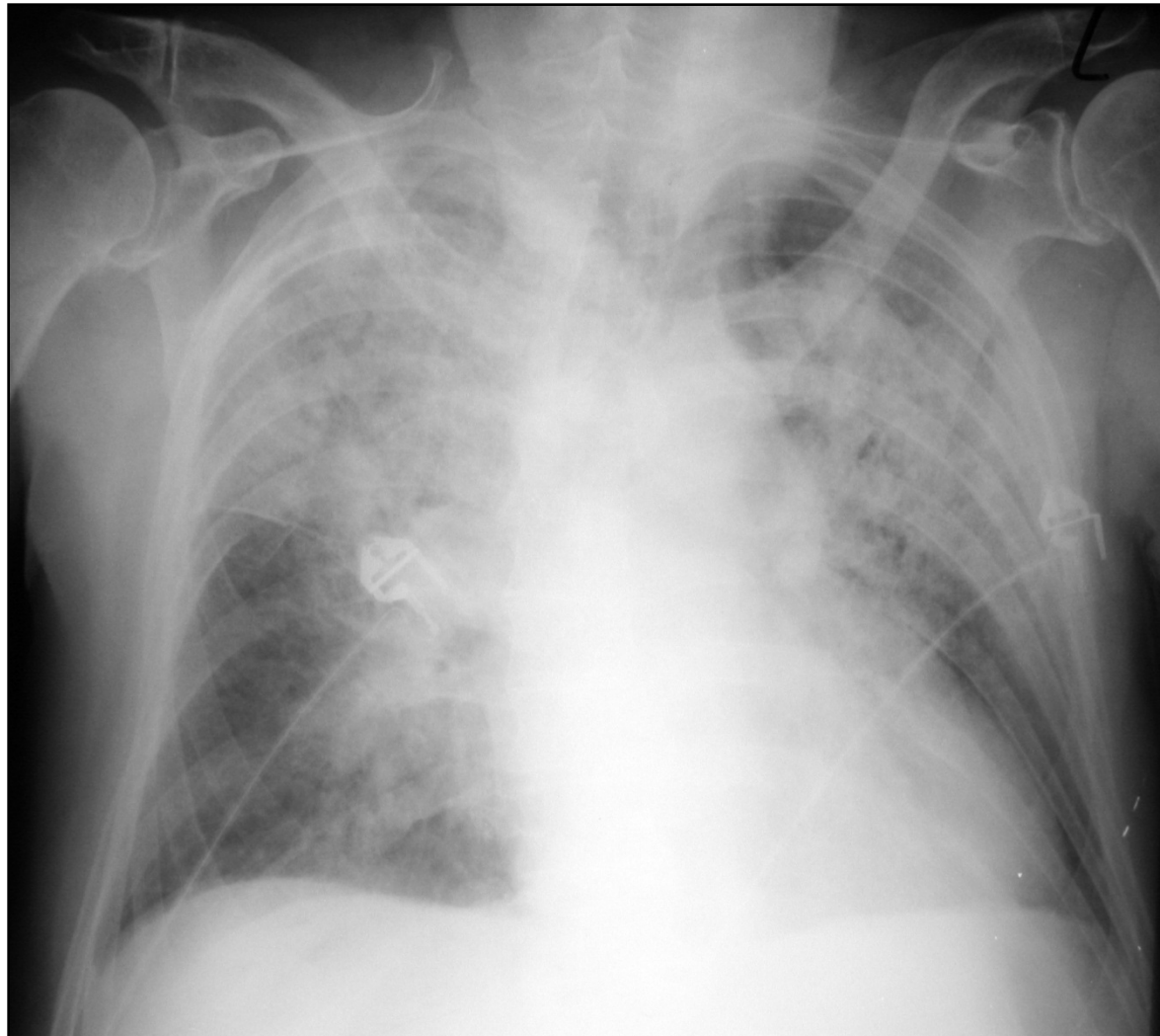
# intersticiální edém



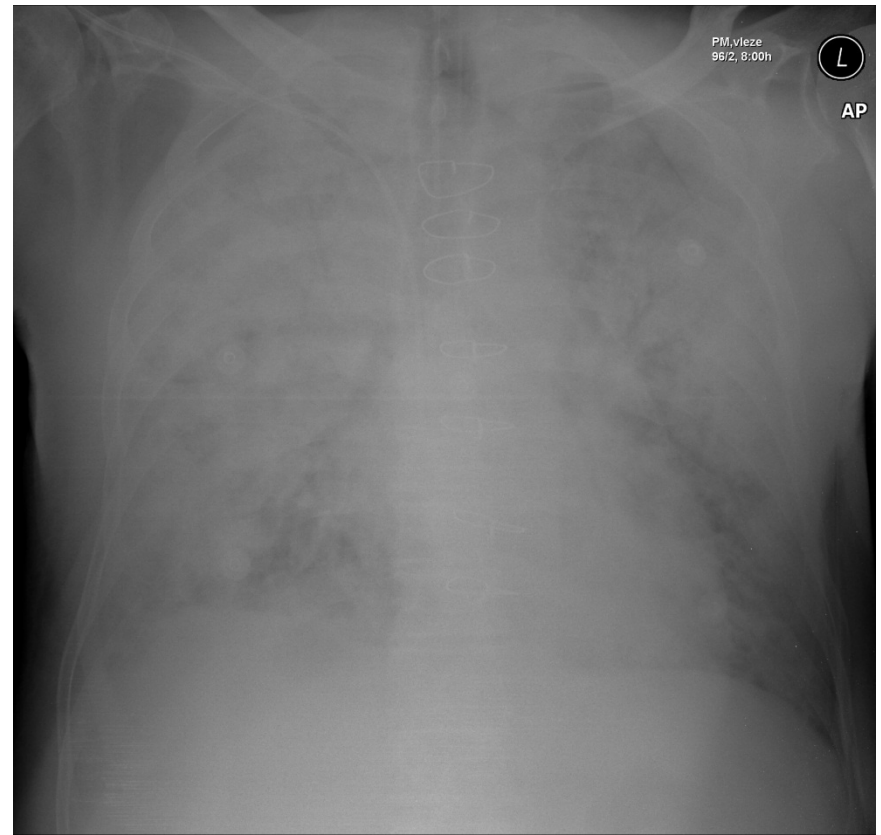
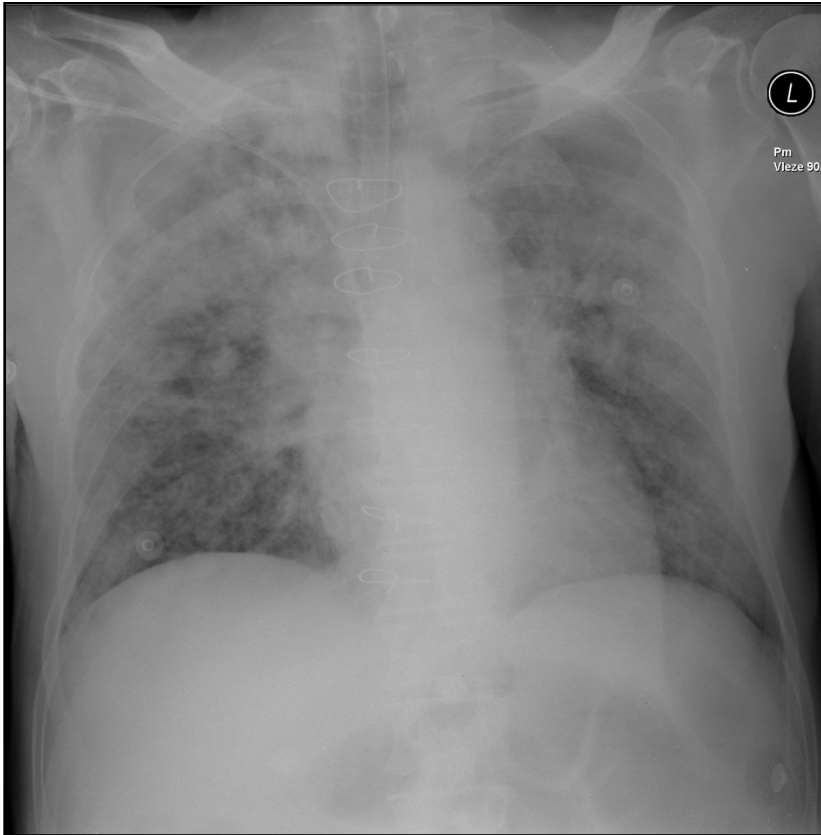
# alveolární edém



# alveolární edém

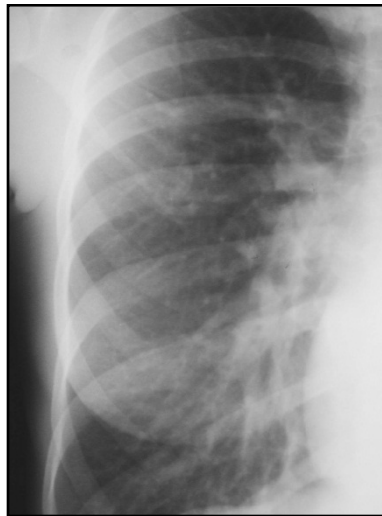
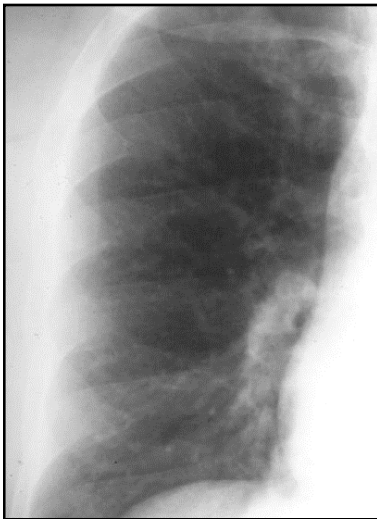


# ARDS



# hyperkinetická PH

- zvýšený průtok krve plicemi
- RTG
  - rozšíření centrálního kmene plicnice, hilových větví
  - prominence pulmonálního obloučku
  - nevýrazný aortální knoflík (rotace zvětšené PK)
  - rozšíření cév do periferie, nápadná vinutost

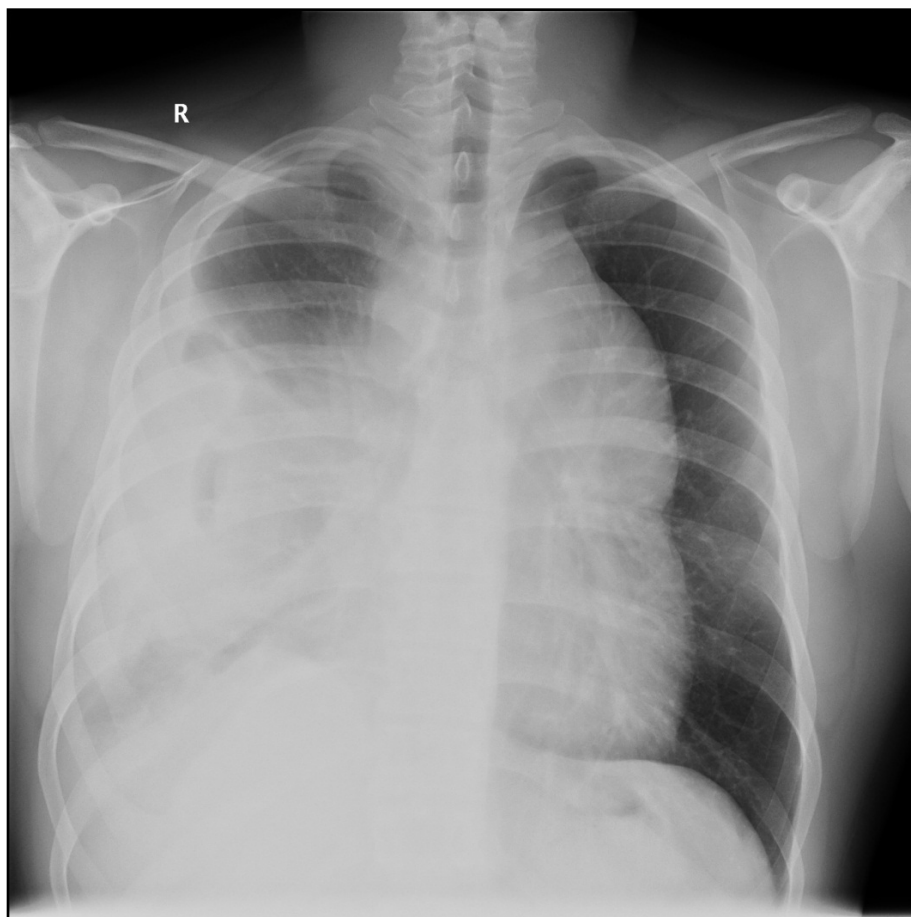


# mediastinum

- rozšíření mediastina
  - akutní: ruptura aorty, jícnu, ductus thoracicus
  - lymfatické uzliny, tymom, perikardiální cysty, struma, hernie
- pneumomediastinum
  - poranění, ruptura parenchymu
- posun mediastina
  - zmenšený objem plíce (atelektáza, pneumektomie)
  - zvětšený objem plíce (emfyzém, nádor)
  - změny pleurálního prostoru – PNO, výpotek



# nález v mediastinu



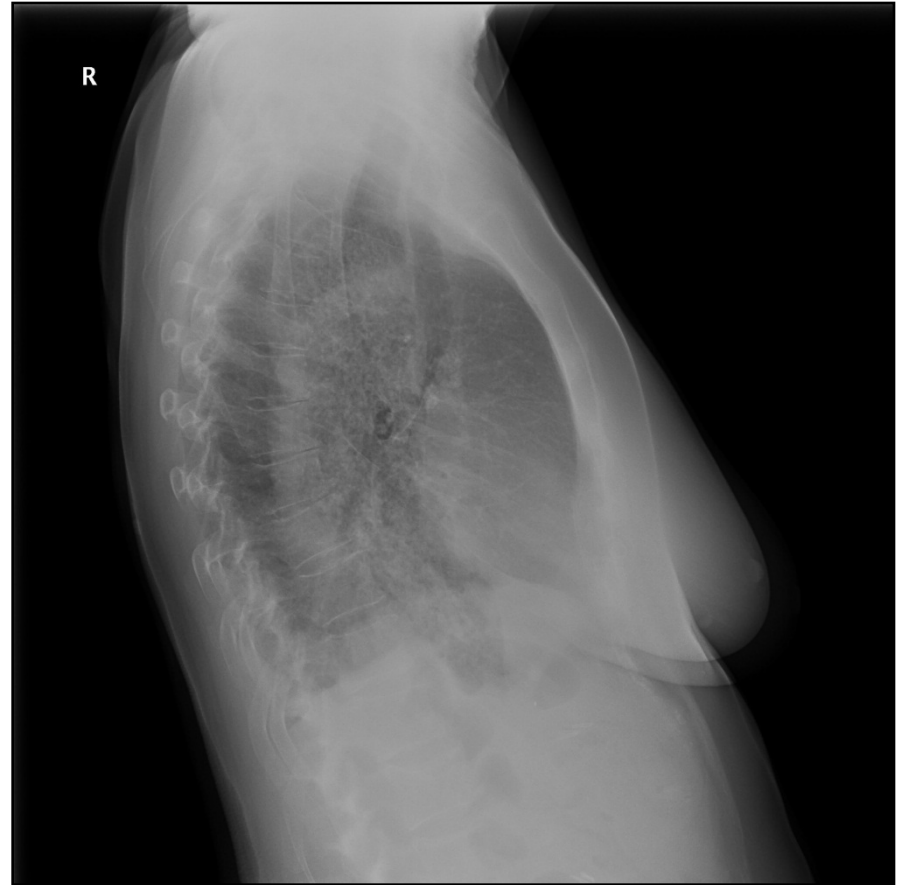
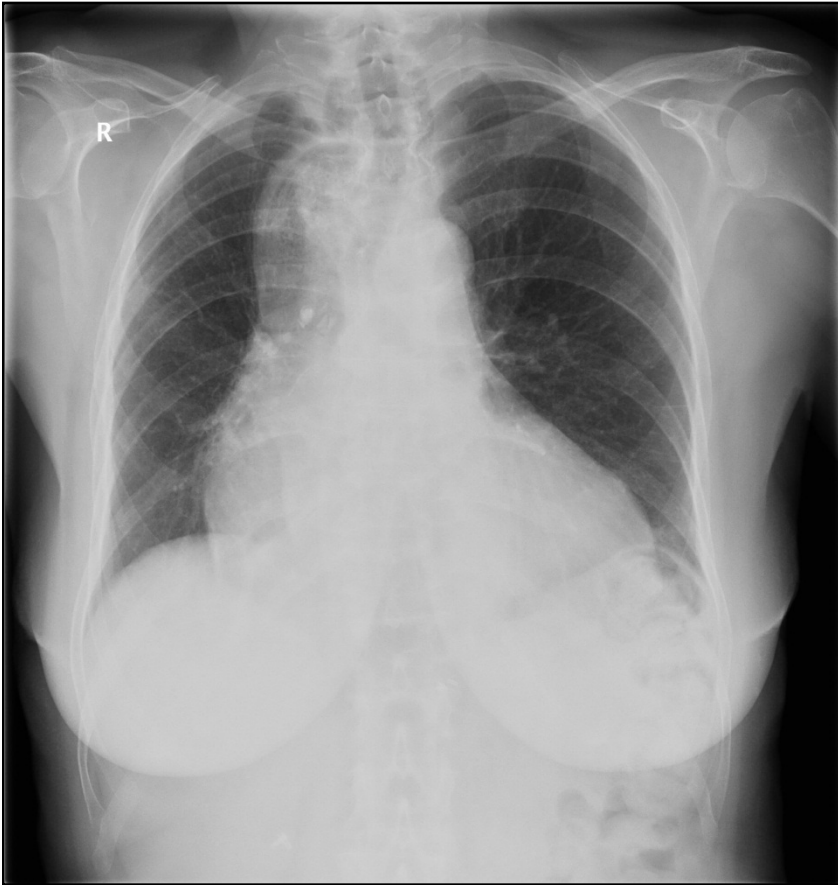
lymfom, výpotek vpravo



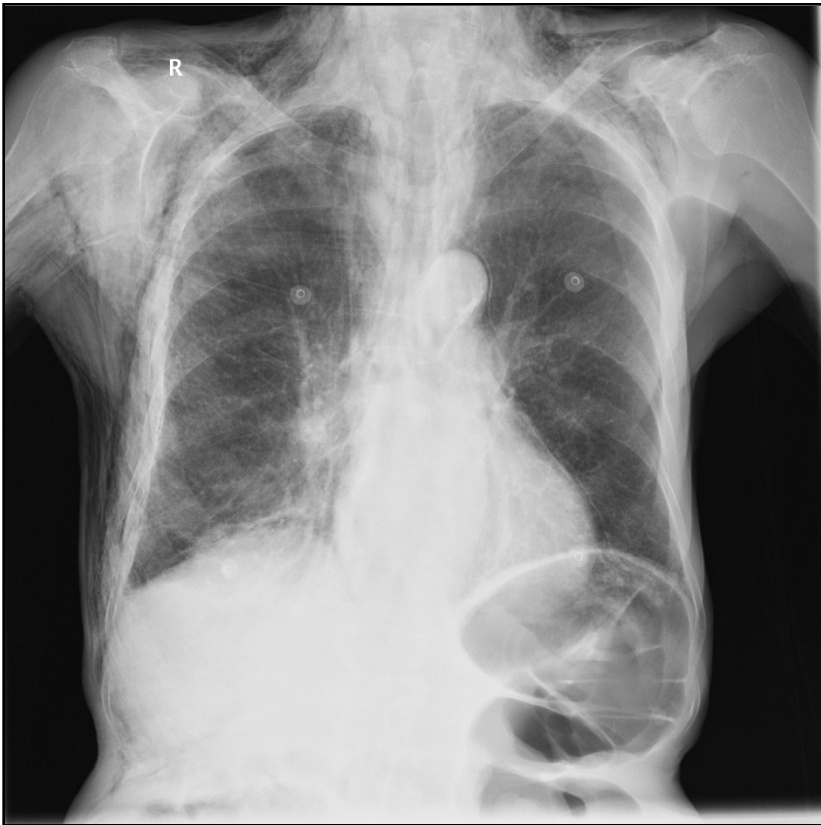
gastrektomie, tubulizovaný jícen



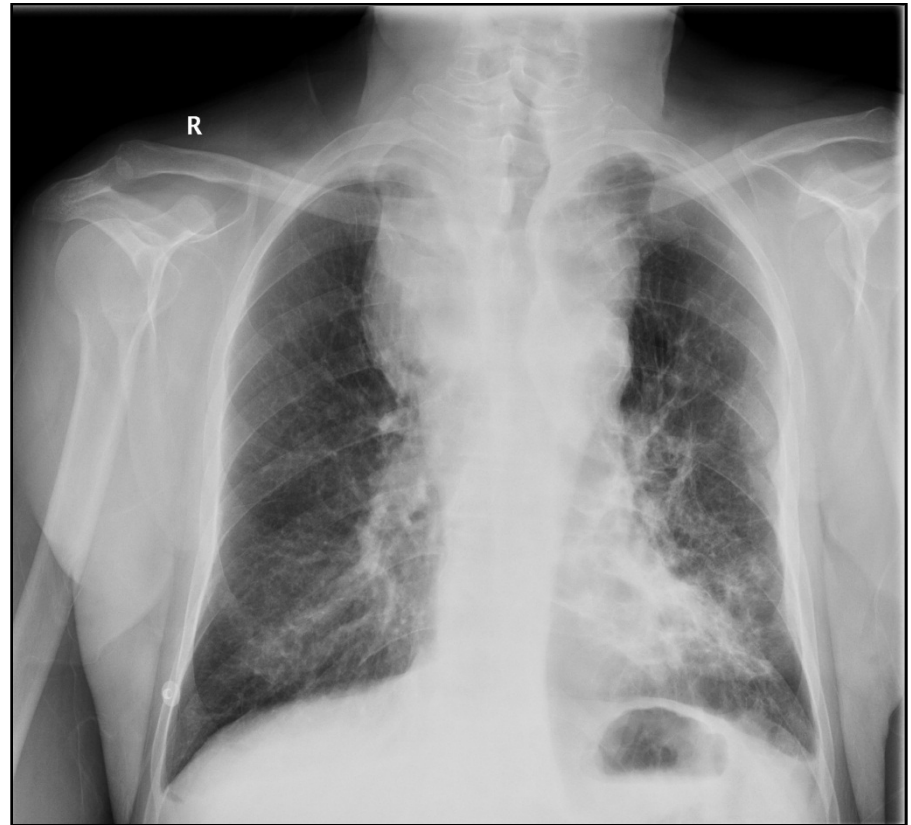
# achalazie



# nález v mediastinu



pneumomediastinum, podkožní  
emfyzém



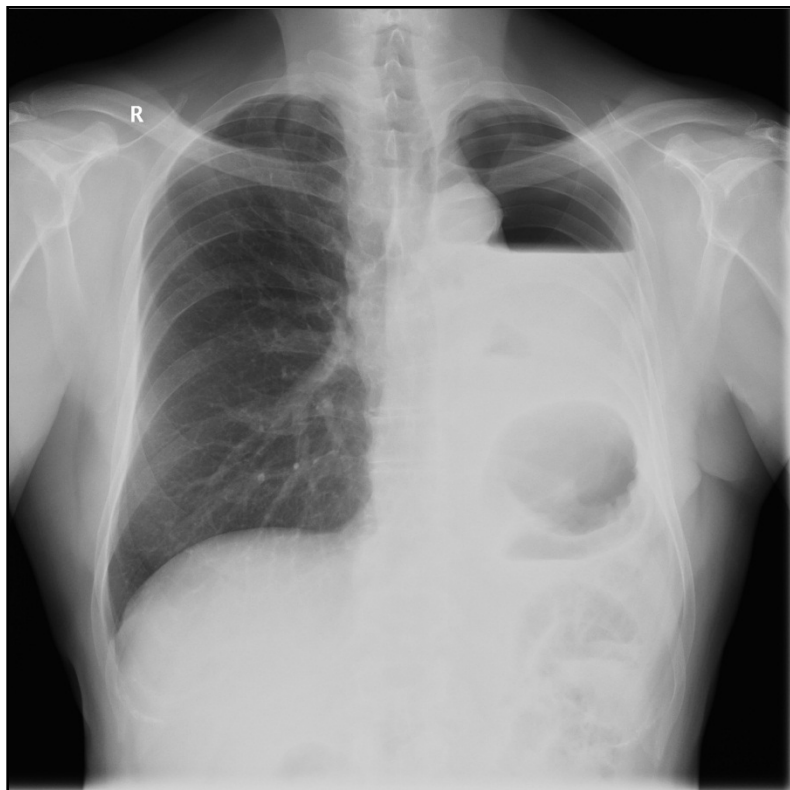
mediastinální lymfadenopatie

# bránice

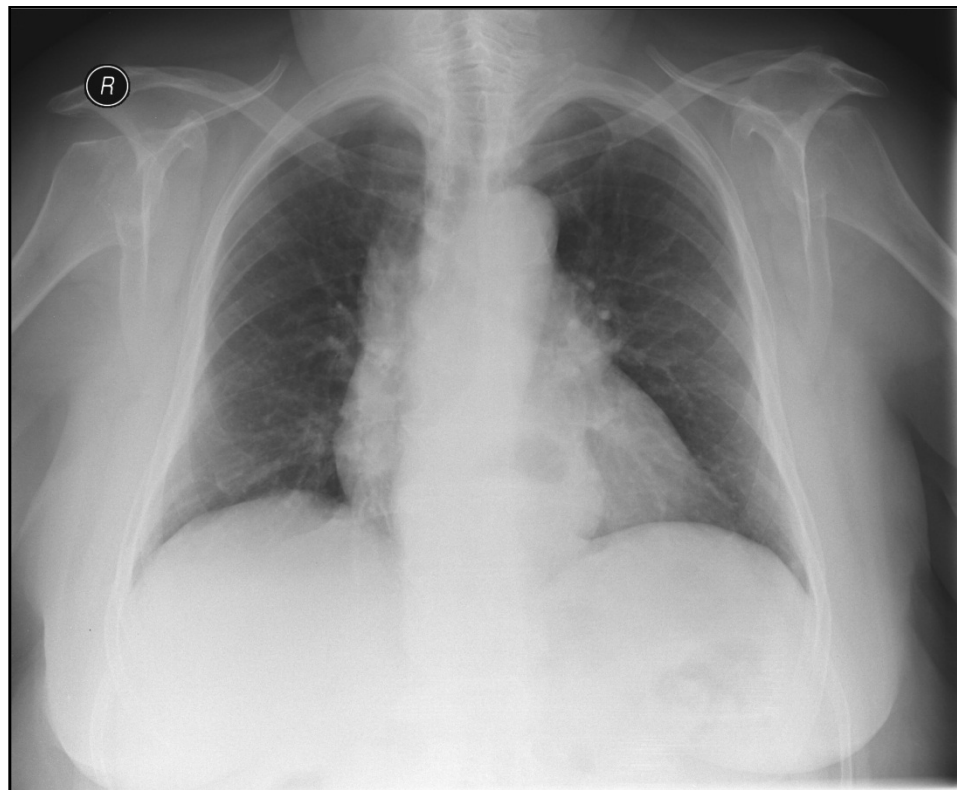
- vyšší postavení
  - exspirace, žaludek, střevo, paréza n. phrenicus, nádory
- otupení zevního úhlu
  - tekutinou - transudát méně než 30g/l bílkovin (srdeční selhání, ascites), exsudát (nádor, infekce, cévní, kolagenózy), hemoragický, chilózní (obstrukce ductus thoracicus), intraabdominální příčiny (abces, pankreatitida)
    - na PA 300ml, bočná projekce 25ml
  - adheze
- deprese
  - emfyzém, tenzní PNO
- brániční kýly – vrozené, traumatické, hiátové



# bránice



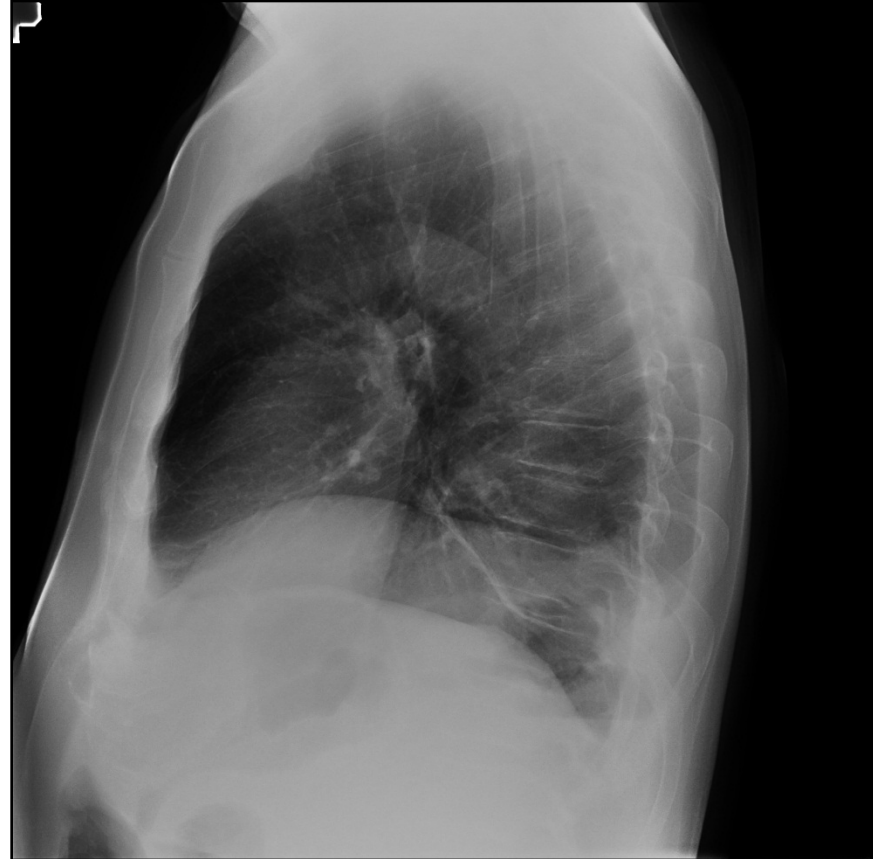
pneumonektomie vlevo, vysoký stav  
levé bránice, výpotek vlevo



hiátová hernie



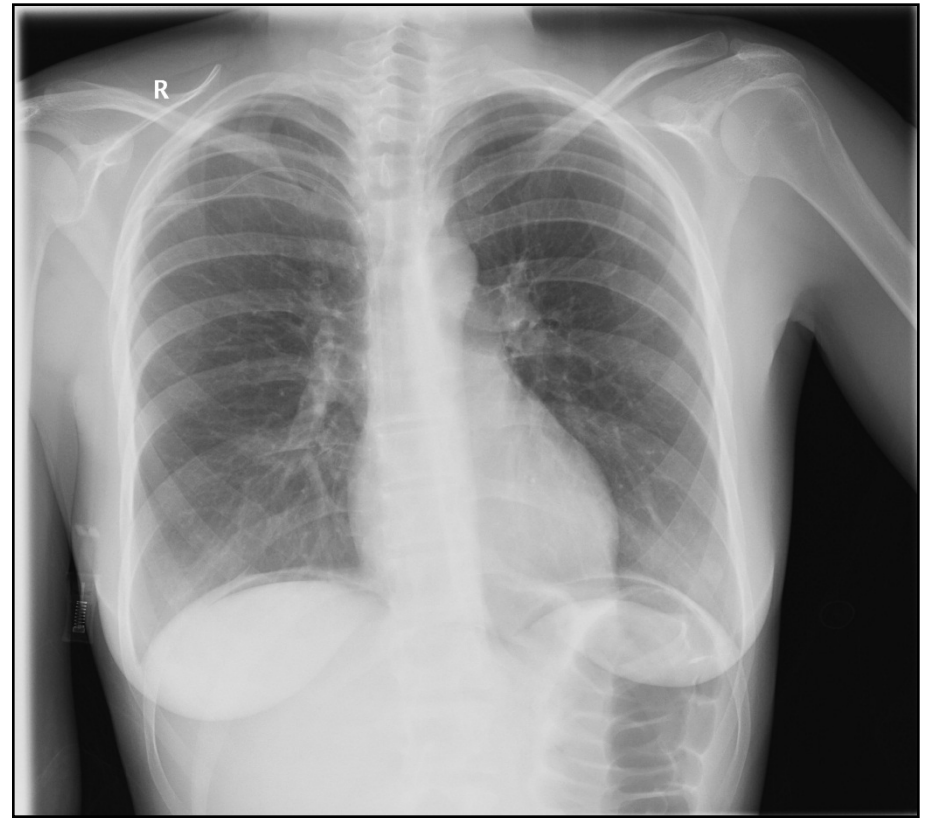
# abscesy jater



# bránice - nálezy



Chilaiditiho syndrom



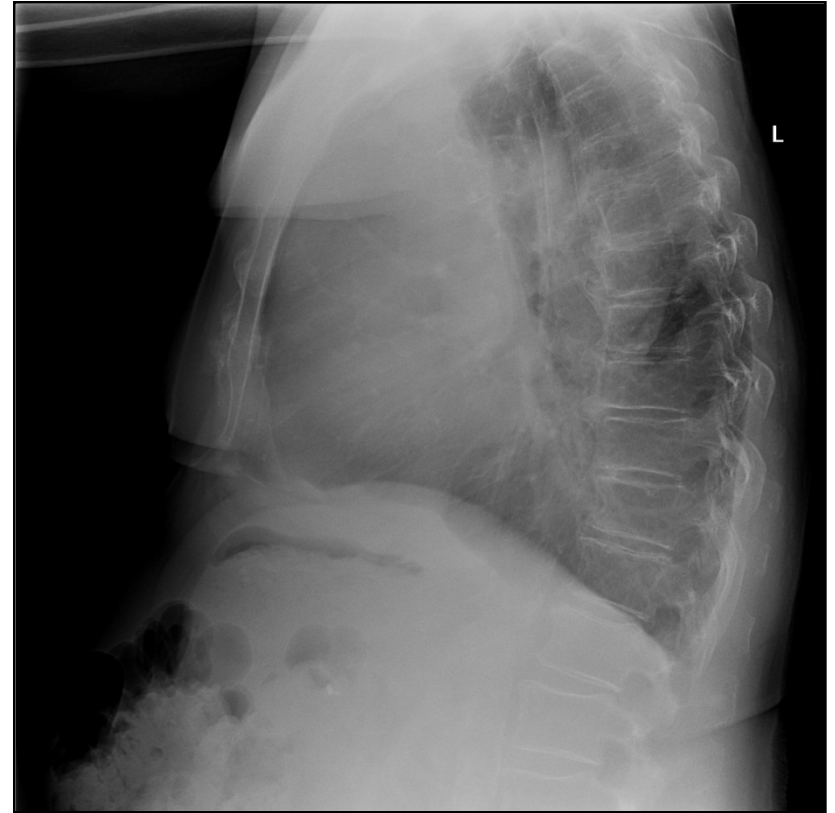
pneumoemdiastinum

# pleura

- ztluštění
  - zánětlivé (empyém, TBC)
  - nádorové (mezoteliom, mts., Pancoastův tumor)
    - mezoteliom –ztluštění obou listů, hemoragické výpotky, bolest
  - po inhalaci azbestu (hyalinóza, azbestová pleuritida), talku
  - jiné (např. RA)
- kalcifikace
  - pleuritis calcarea - nejčastěji po výpotku, např. po pleuritis tuberculosa či po azbestové pleuritidě
  - vícečetné u hyalinózy / azbestózy



# mesoteliom





# hyalinóza

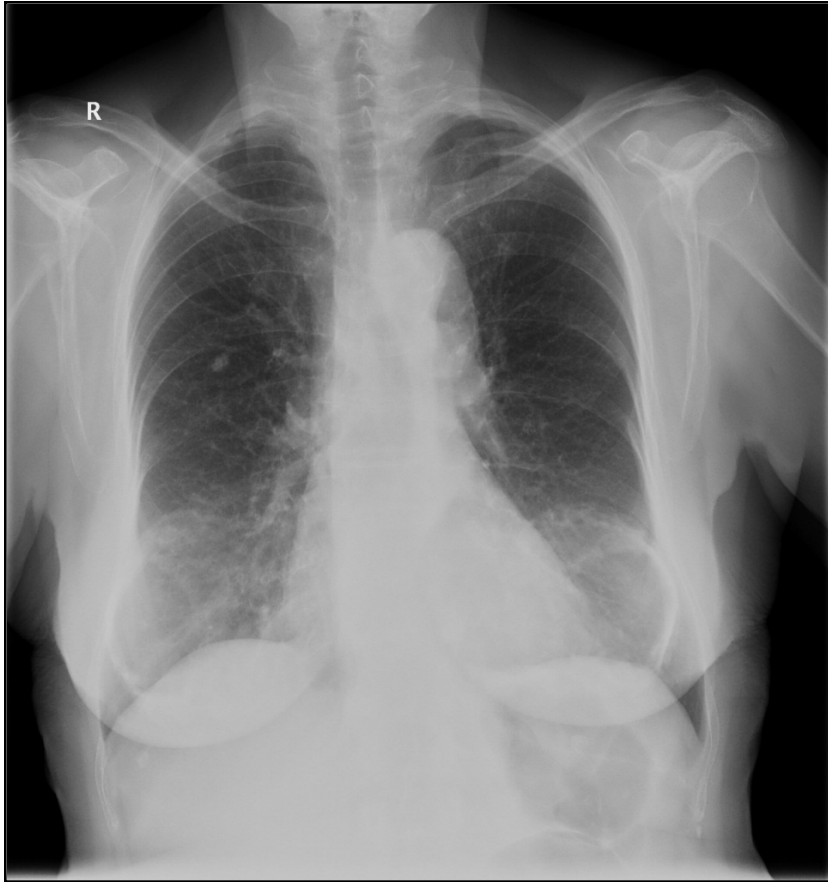


# hrudní stěna

- nádory
  - mezenchymální, neurogenní, cévní
  - kostí – osteolytické / osteoplastické (mts., Ewingův sarkom)
- poranění
  - hematom, zlomeniny
- infekce
  - tbc, aktinomykóza



# hrudní stěna - nálezy

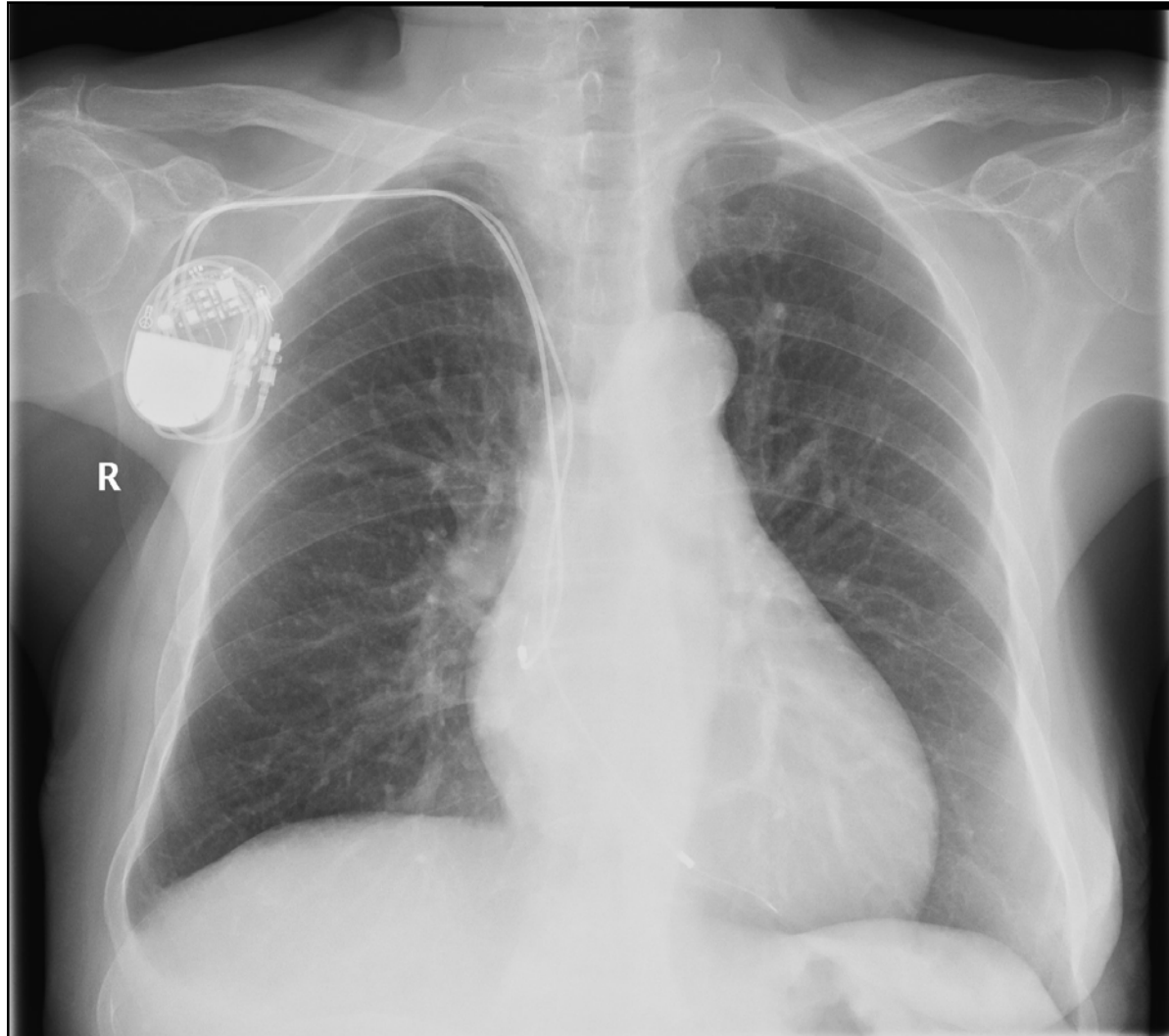


prsní implantáty

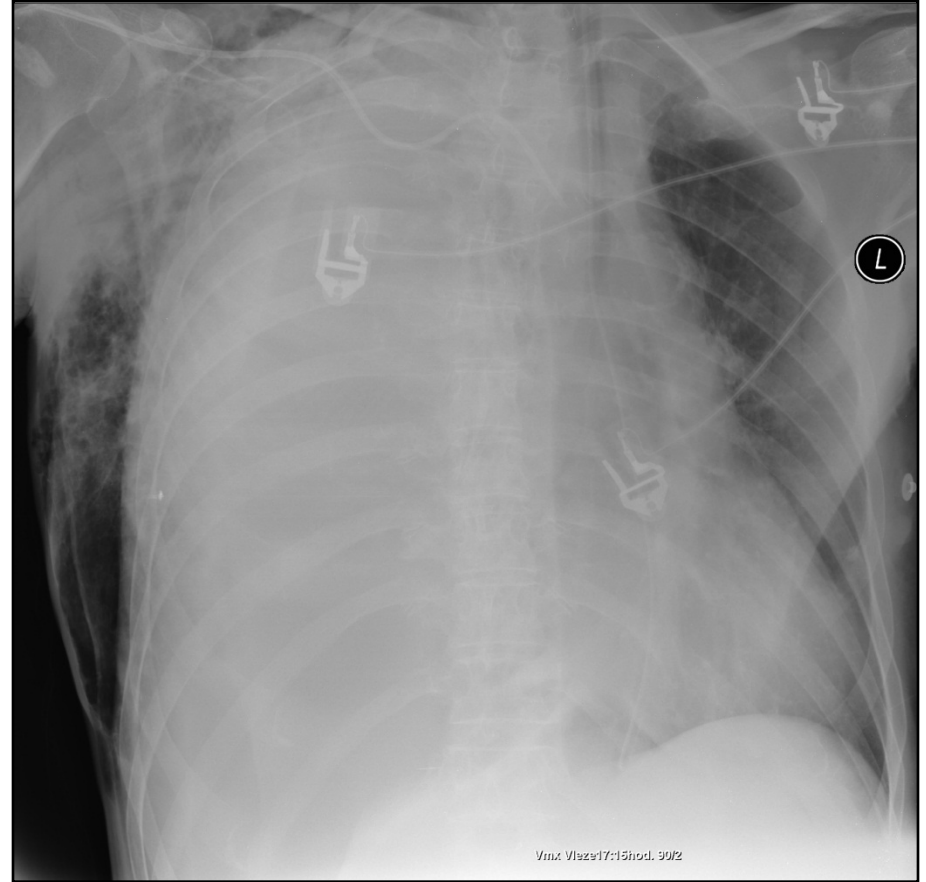
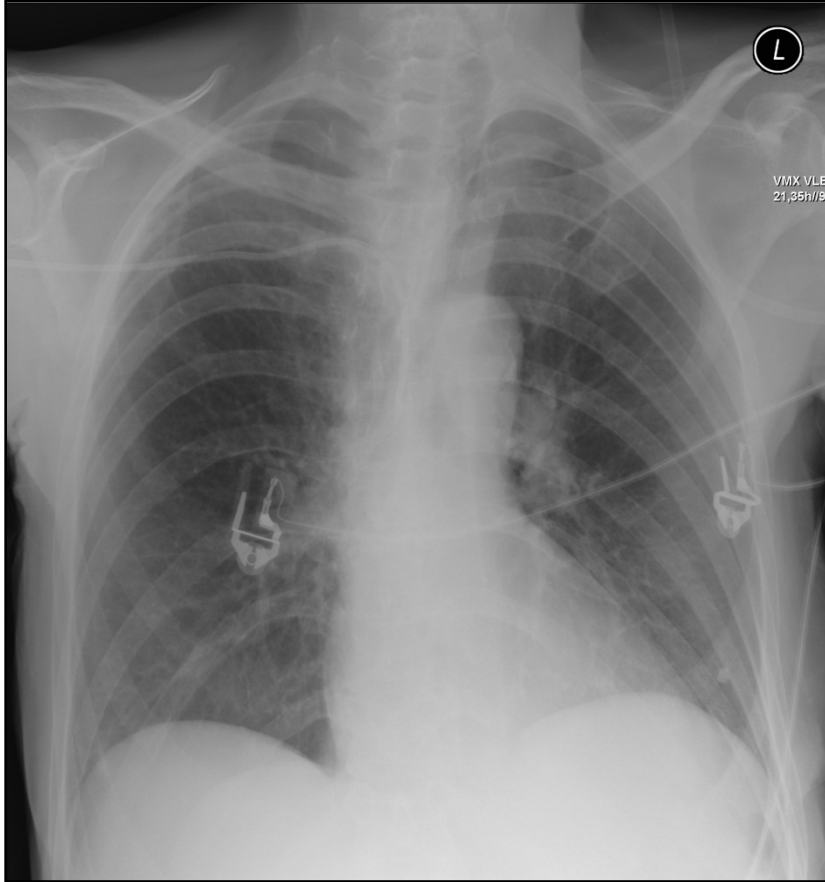


fraktura žebra vpravo, pneumotorax

# mastektomie

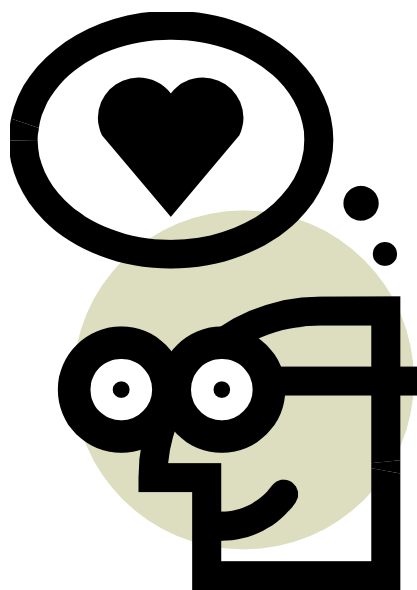


# chybně zavedený CVK



podkožní emfyzém a masivní fluidothorax po zavedení CVK do pleurální dutiny





Neumann Aleš

LFMU a FN Brno

přednosta prof. MUDr. V. Válek, CSc., MBA

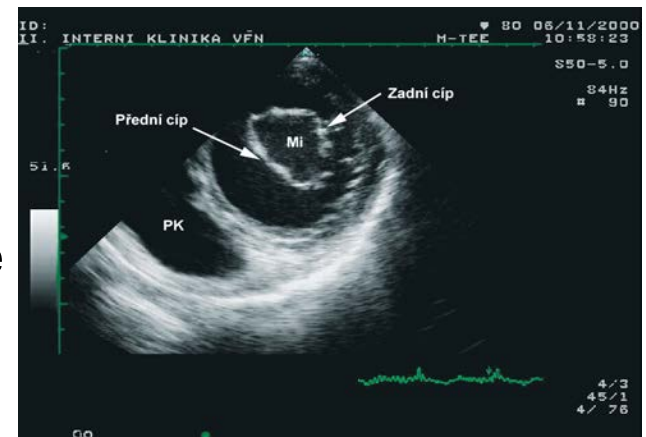
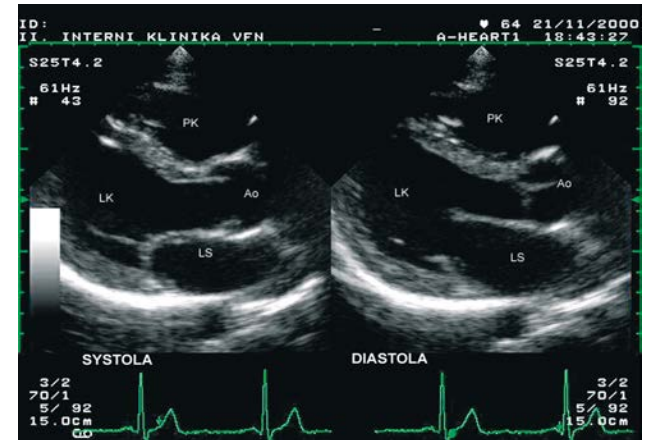
# vyšetřovací metody

- fyzikální vyšetření
- echokardiografie
- invazivní vyšetřovací metody
  
- RTG
- CT
- MR



# echokardiografie

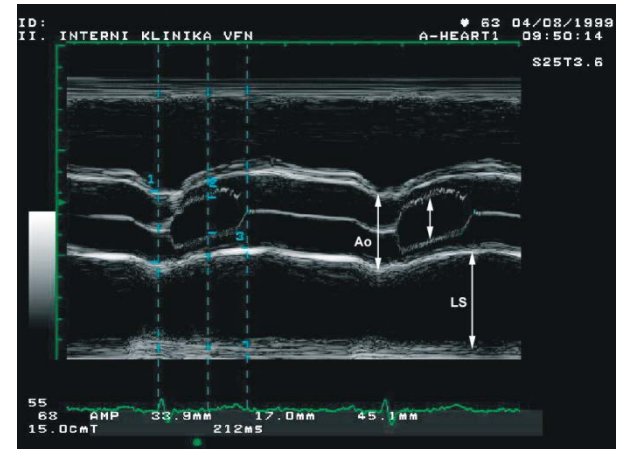
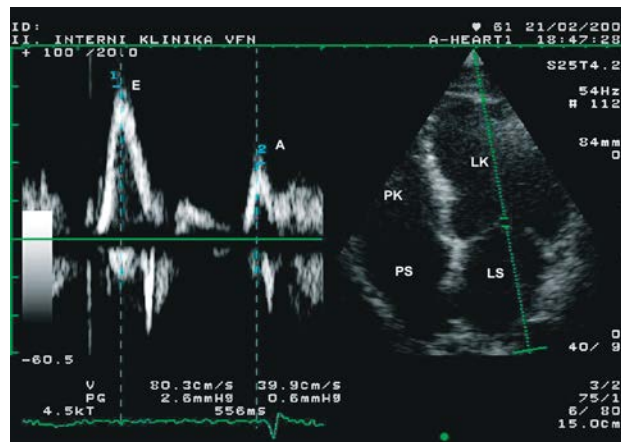
- doménou kardiologie
- limitace tkáněmi oblopujícími srdce
- sektorová sonda
  - dvourozměrný i dopplerovský záznam
  - parasternální přístup zleva
    - dlouhá a krátká osa
    - srdeční hrot
      - 2, 4 a 5 dutinová projekce
- transezofageální UZ
  - ouška síní, hrudní aorta, umělé chlopně
  - mezisíňové septum, plicní žíly





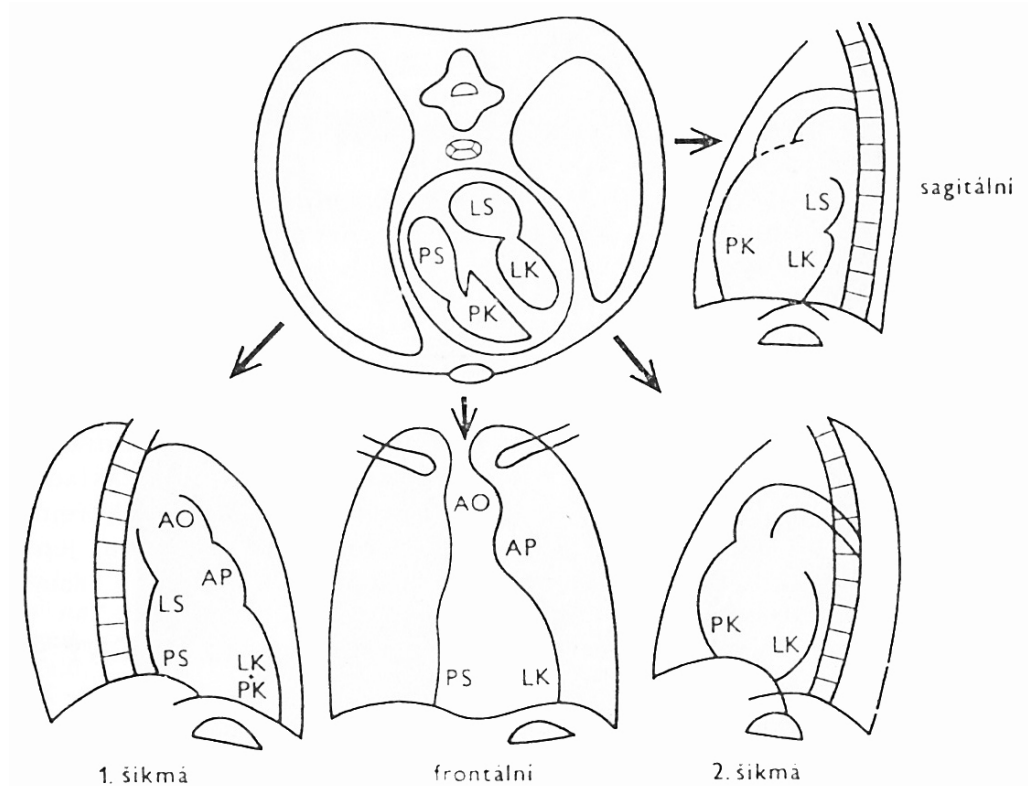
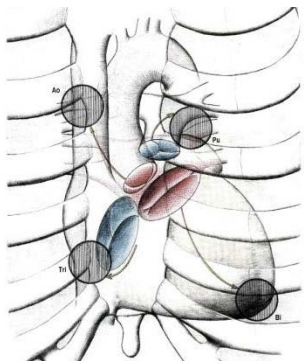
# echokardiografie

- morfologie srdečních oddílů
- chlopně – kvantifikace průtoku
- funkční vyšetření
- poruchy kinetiky
- intrakardiální a perikardiální patologie



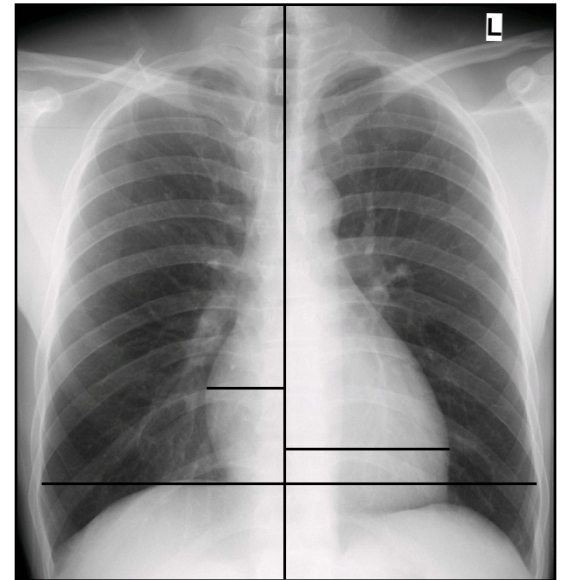
# RTG

- zadopřední projekce v nádechu, bočná projekce
  - posouzení velikosti obou komor a levé síně, aorty
- šikmé projekce
  - boxerská
    - obě komory
  - šermířská
    - pravá šikmá, první
    - levá síň

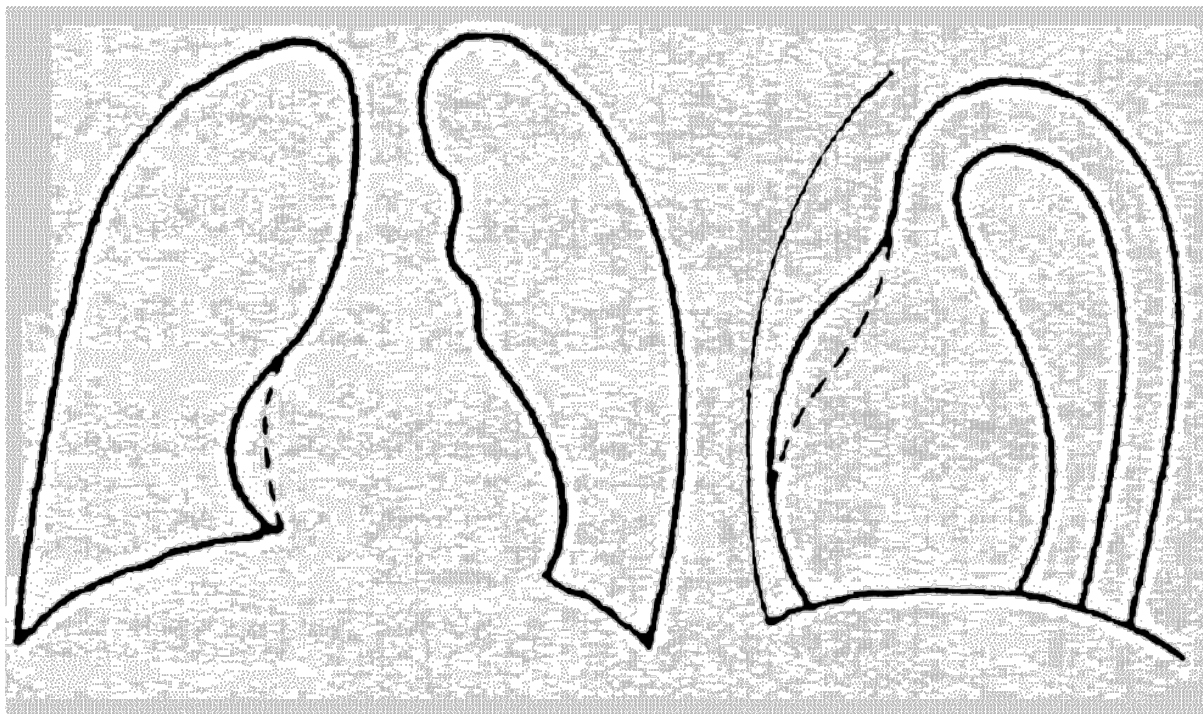


# RTG

- odráží věrně hemodynamické poměry
- hodnocení přítomnosti a stupně plicní kongesce
- hodnocení velikosti a tvaru srdečního stínu
  - kardiotorakální index - prognosticky významný faktor
    - $< 0.5$  - normální
    - $0.51 - 0.59$  – hraničně zvětšené srdce
    - $> 0.6$  – zřetelně zvětšené srdce

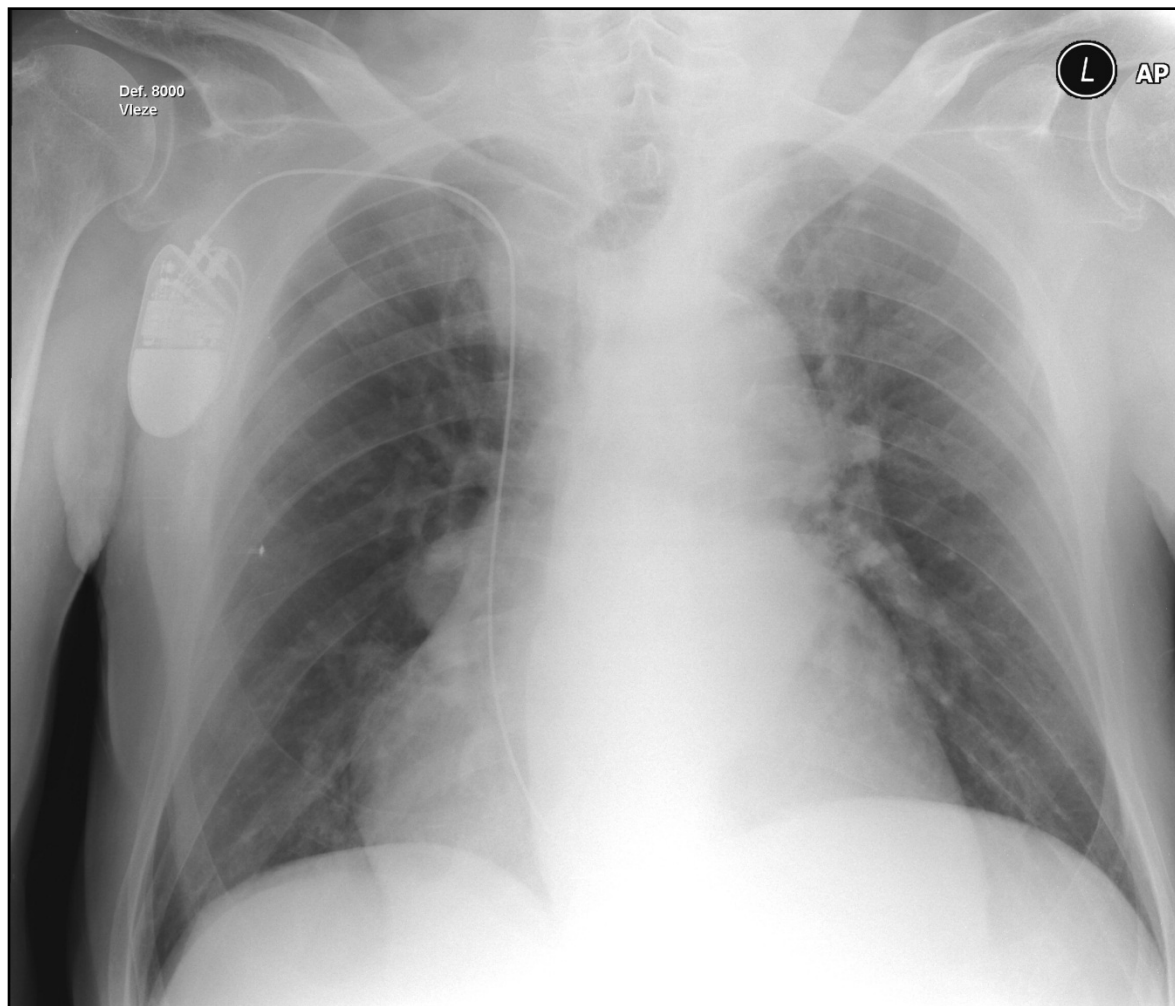


# zvětšení jednotlivých srdečních oddílů pravá síň

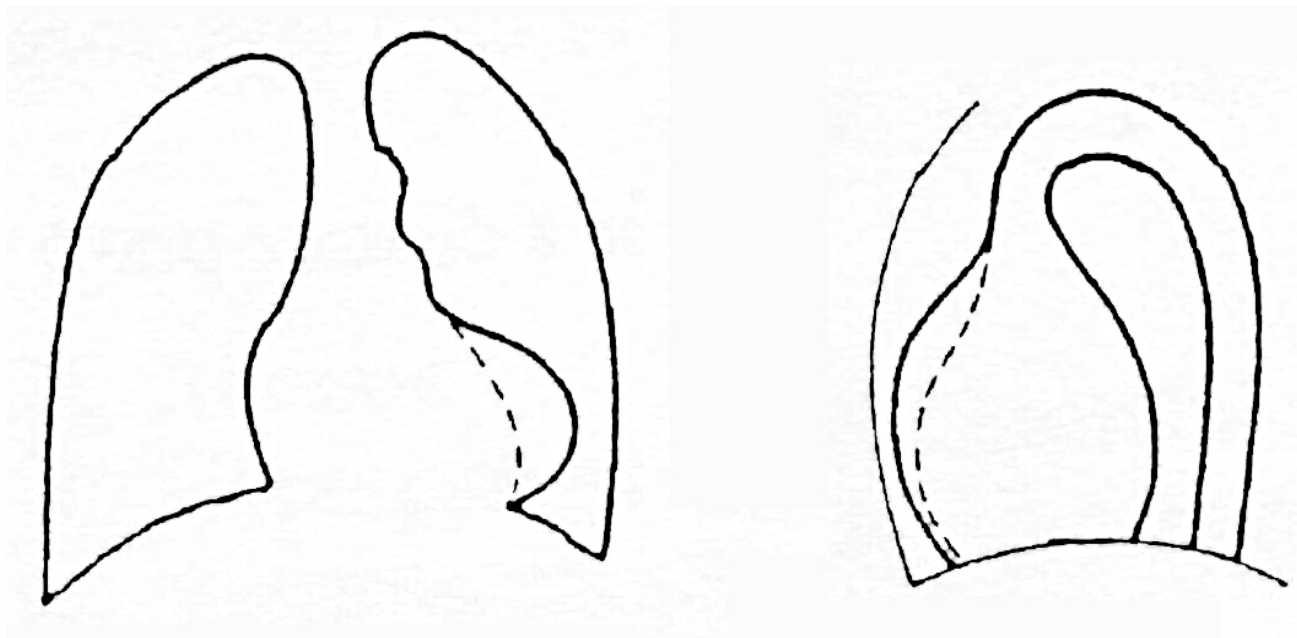


- příčiny:
  - objemové přetížení (ASD, trikuspid.vada,...)
  - tlakové přetížení (trikuspid.stenosa, myxom první síně,...)
  - sekundárně při selhávání PK

# zvětšená pravá síň



# zvětšení jednotlivých srdečních oddílů pravá komora



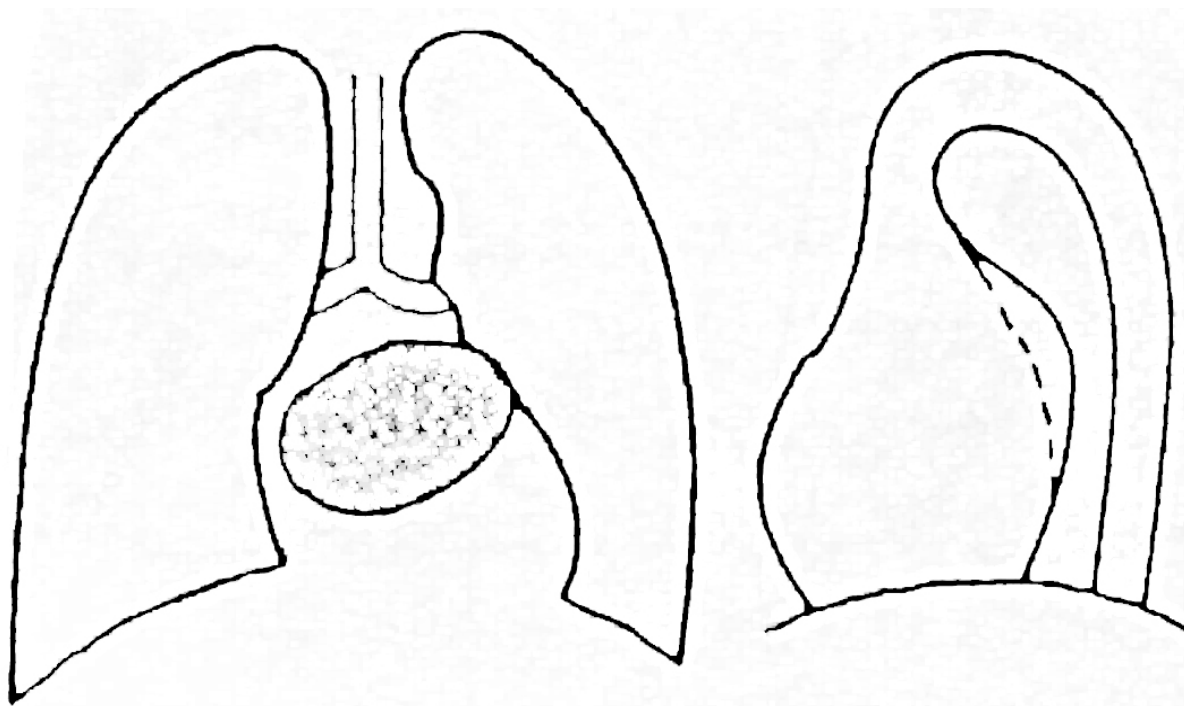
- příčiny:
  - sekundárně při levostranném selhání (mitr. vady)
  - plicní arteriální hypertenze, plicní venosní hypertenze
  - chronické plicní on.
  - tlakové přetížení při stenóze plícnice
  - objemové přetížení (ASD, VSD)

# zvětšená pravá komora



# zvětšení jednotlivých srdečních oddílů

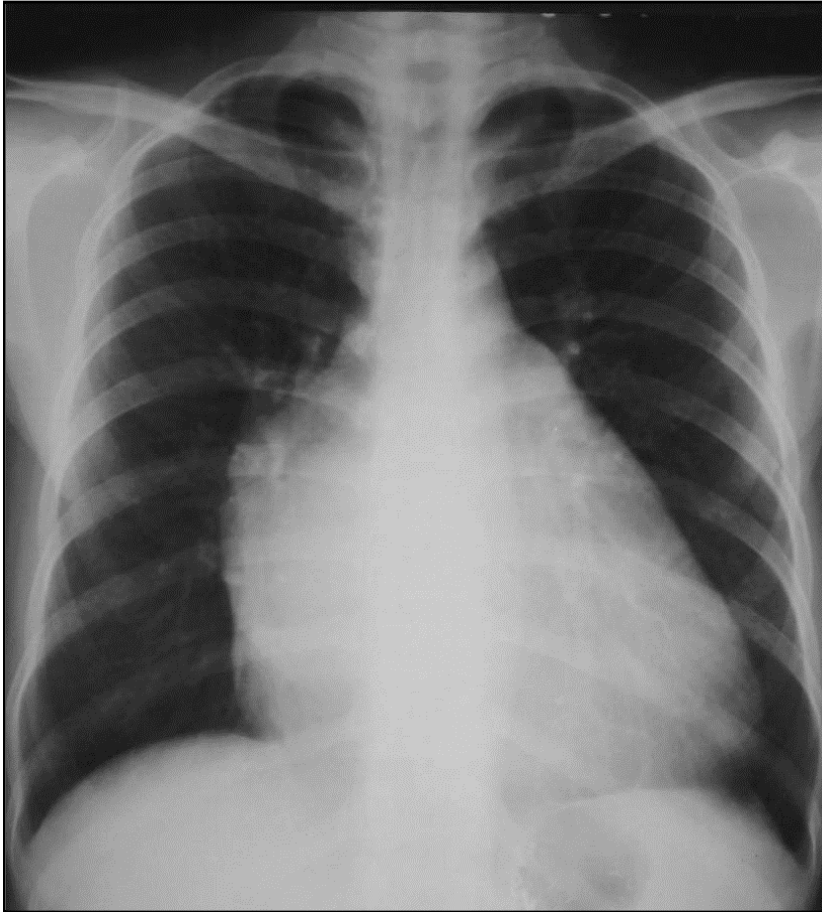
## levá síň



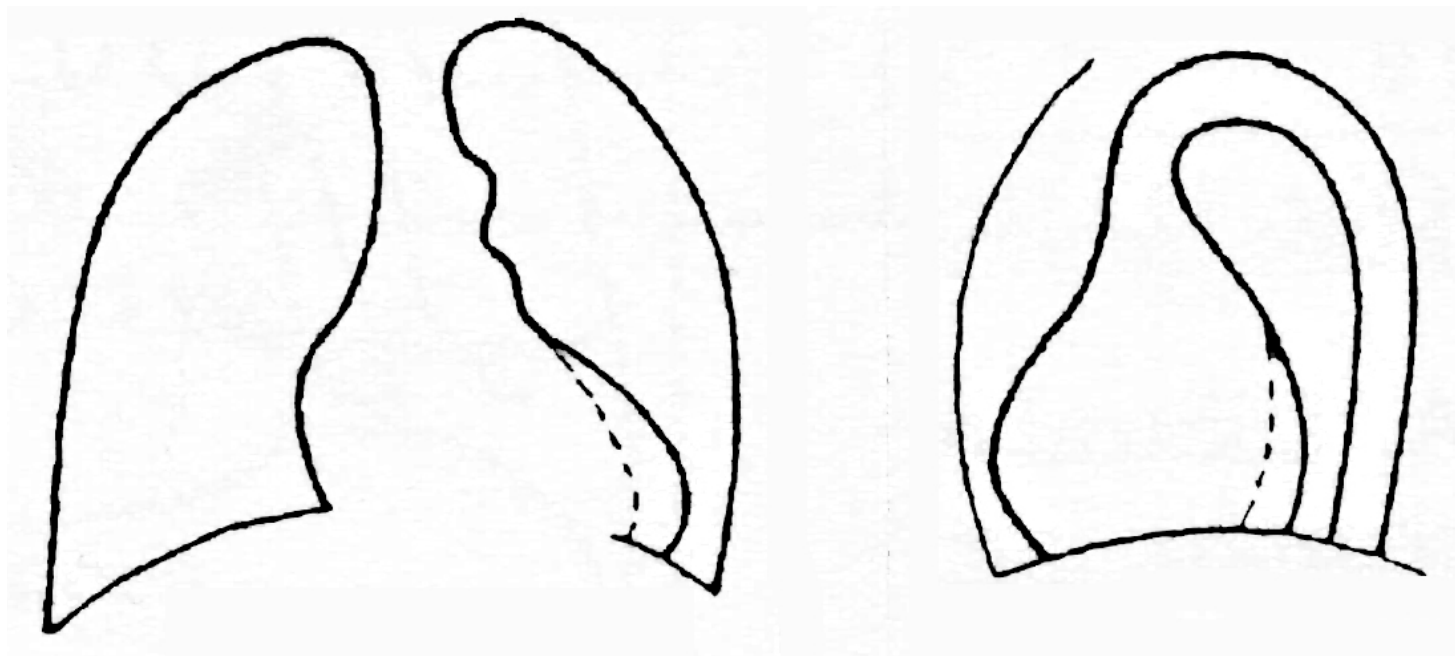
- příčiny:
  - objemové přetížení (mitr. insuficience, VSD,... )
  - tlakové přetížení (mitr. stenóza, myxom levé síně,...)



# zvětšená levá síň

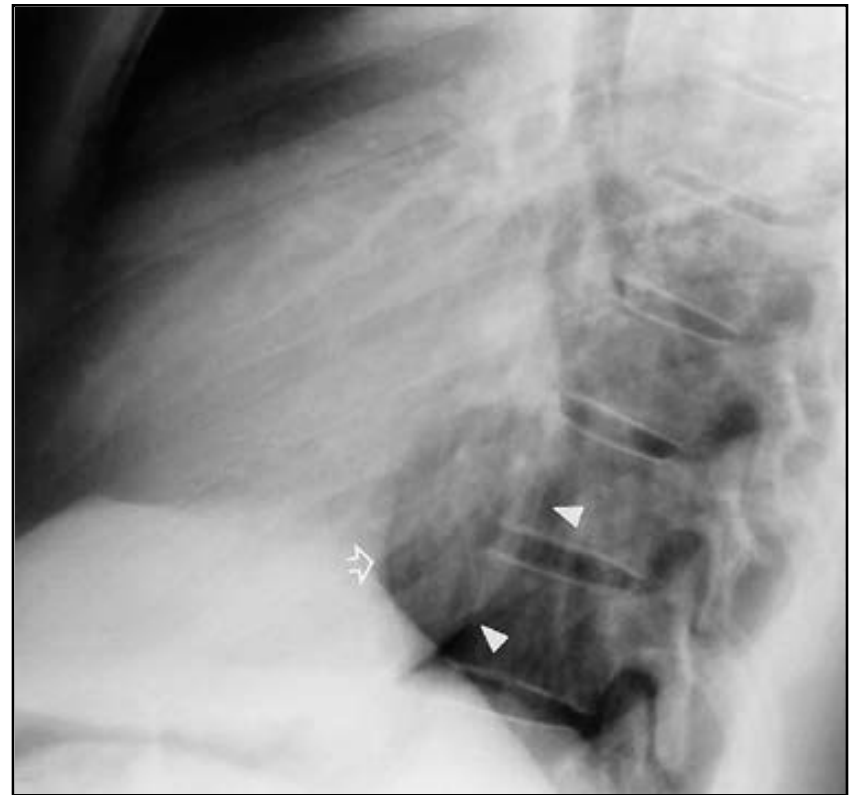
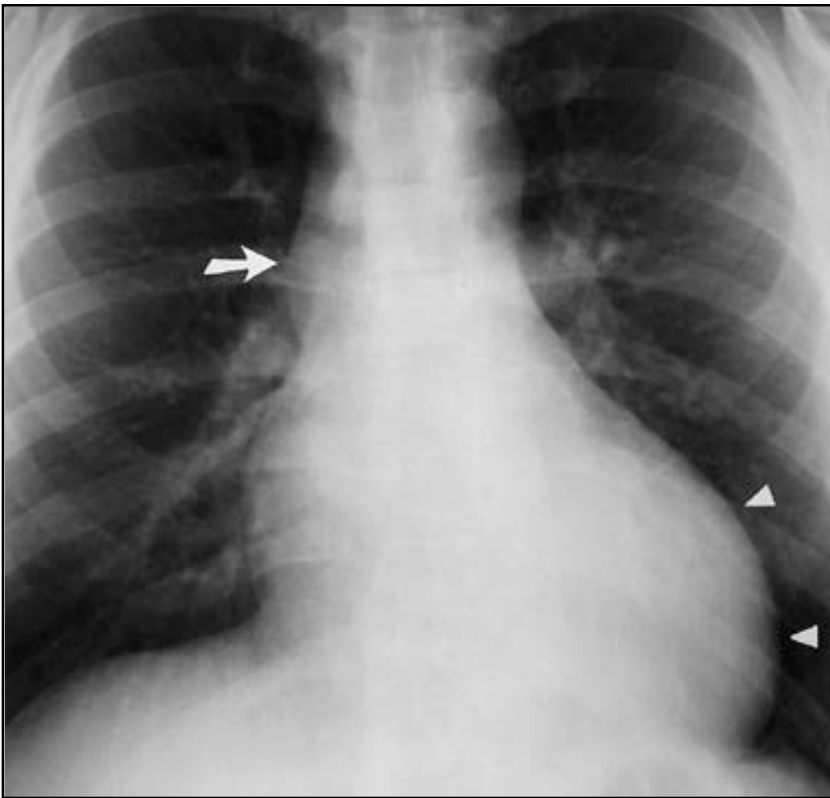


# zvětšení jednotlivých srdečních oddílů levá komora



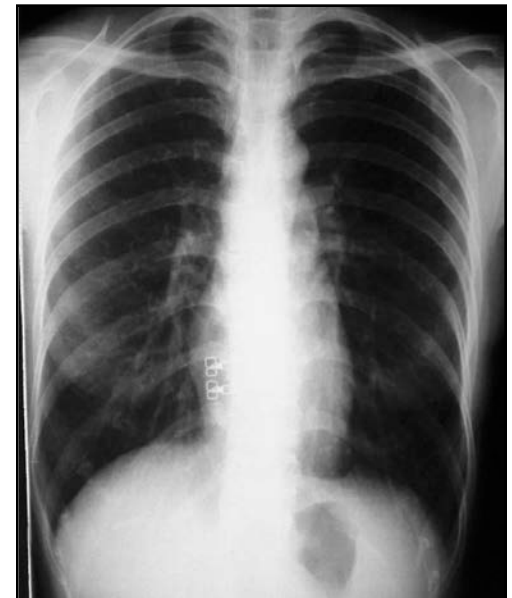
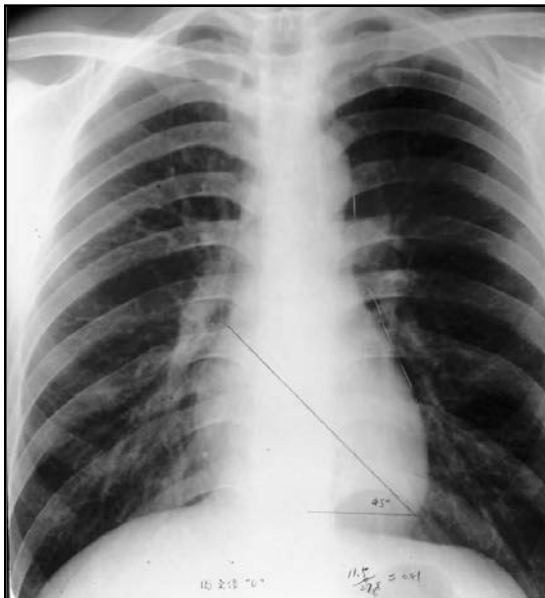
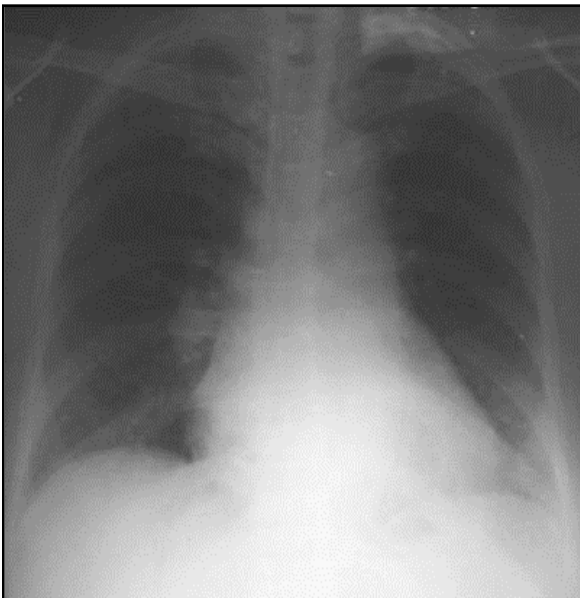
- příčiny:
  - myokardiální (kardiomyopatie, myokarditida)
  - objemové přetížení (ao insuficience, mitr. insuf, VSD,...)
  - tlakové přetížení (dilatace je konečné stadium – ao. stenózy, hypertenze, koarktace aorty)
  - velký objem protékající krve (anemie, hyperparatyreosa, a - v pístěl, Pagetova choroba)

# zvětšená levá komora



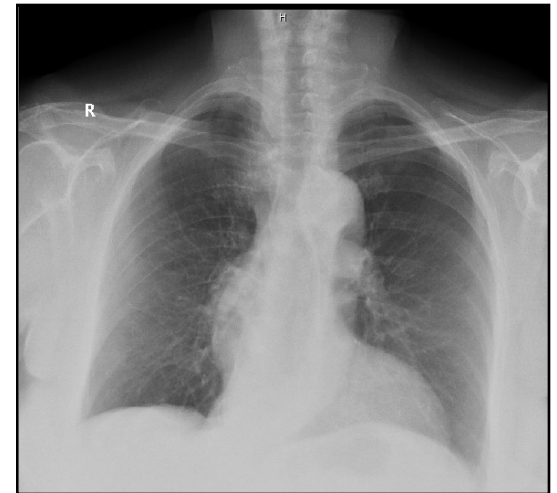
# tvár srdečního stínu

- závisí na poloze
  - horizontální
  - šikmý
  - kapkovitý



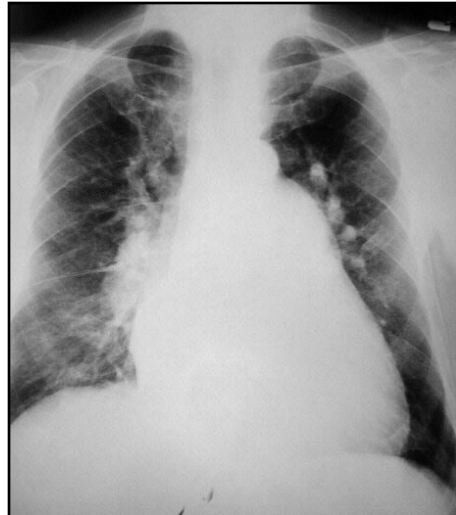
# tvár srdečního stínu

- aortální tvar (boot shape)
  - dilatace asc. aorty a levé komory - aortální regurgitace, TOF



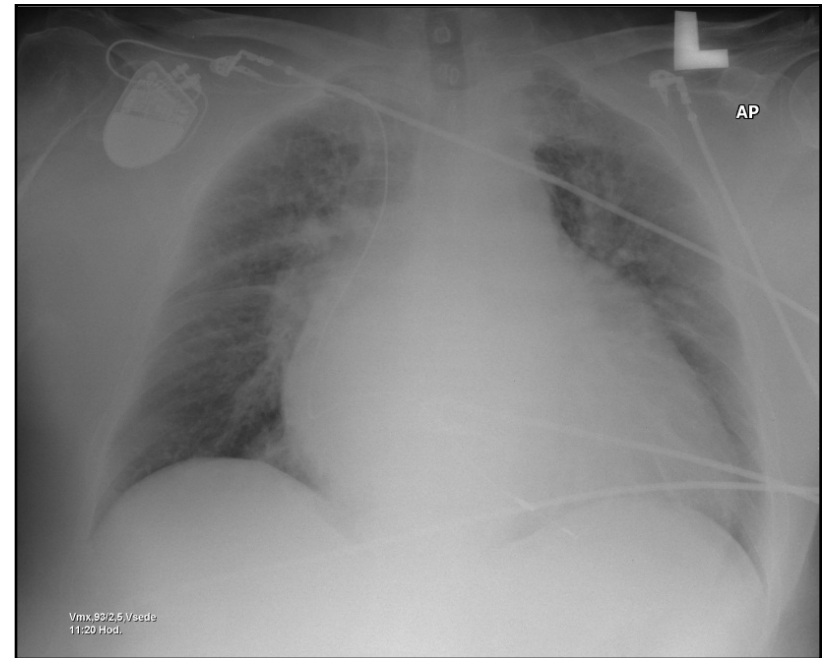
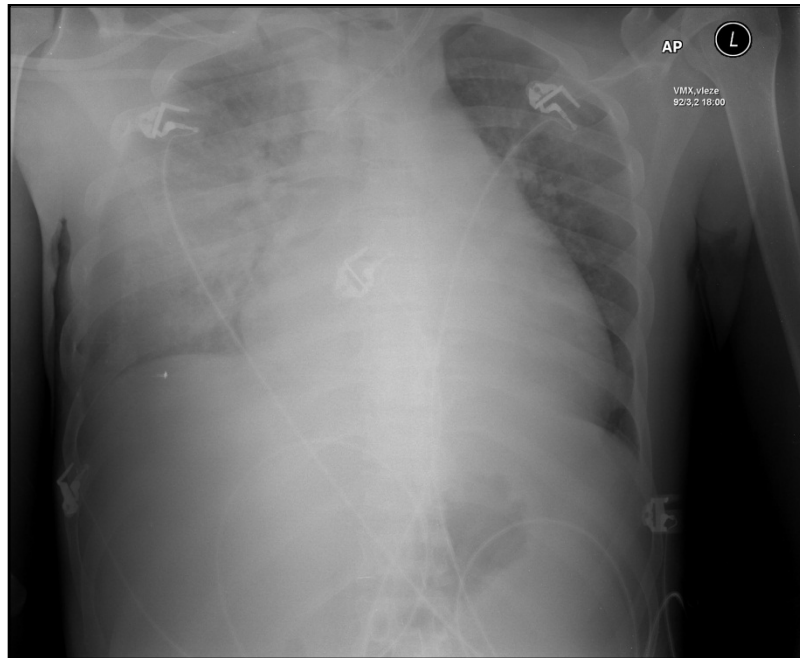
# tvár srdečního stínu

- mitrální tvar
  - trojúhelníkovitý - dilatace PS, PK, LS

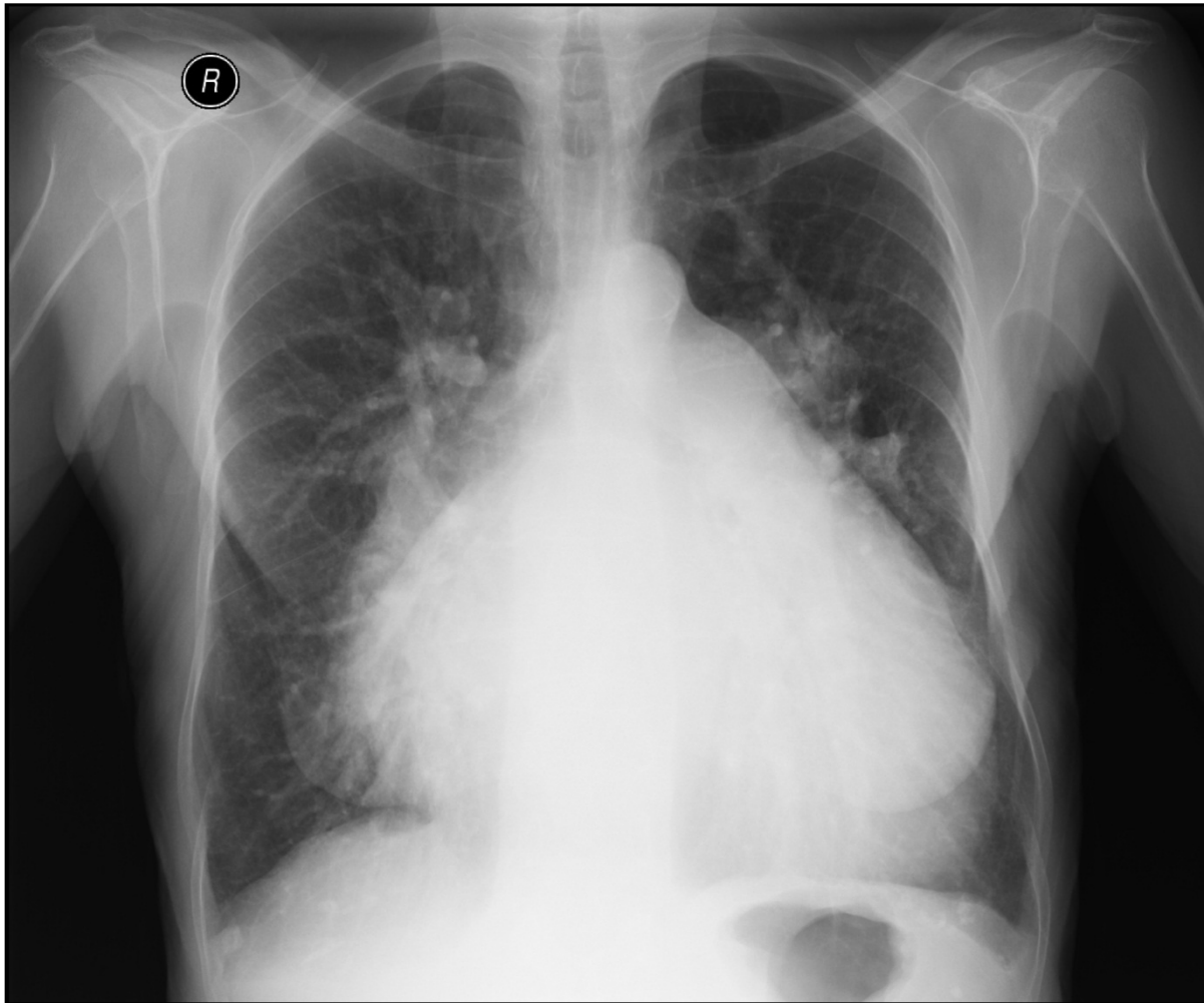


# tvár srdečního stínu

- vakovité srdce
  - perikardiální výpotek
- kulovité
  - myokarditida – zvětšení levé i pravé komory

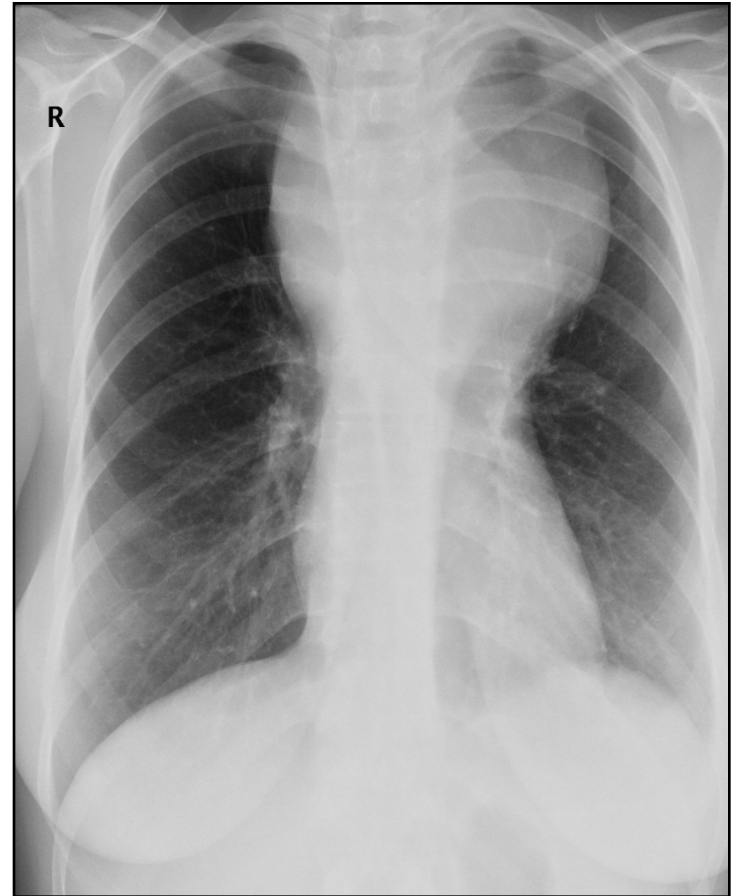
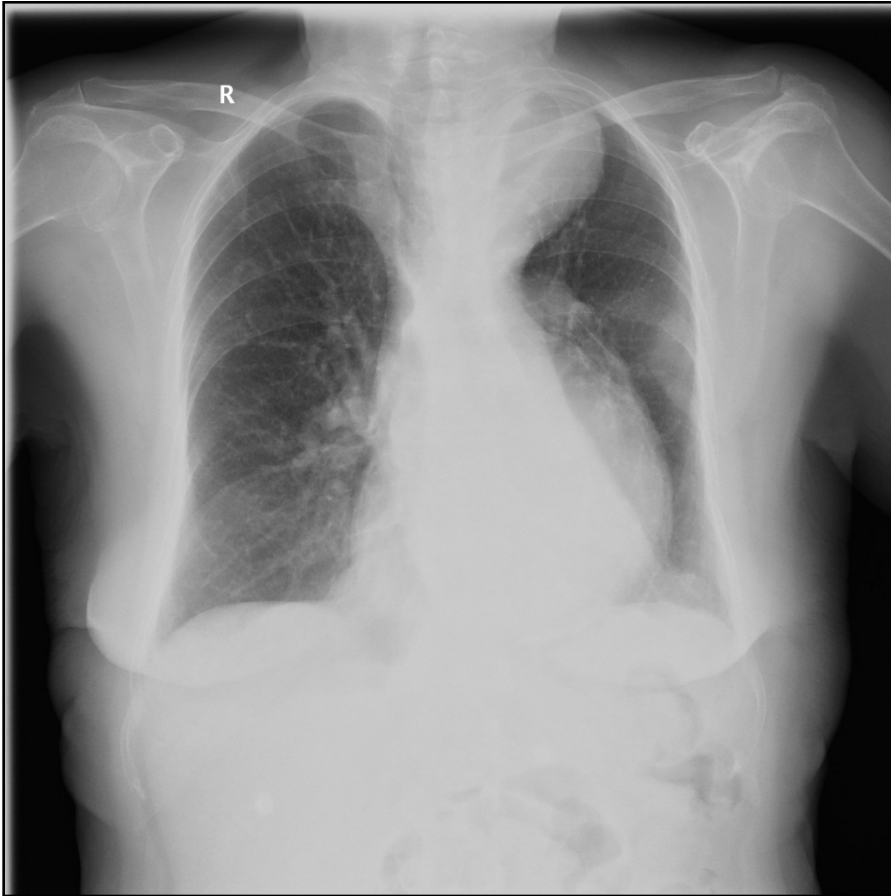


# defekt septa síní, Eisenmengerův syndrom, PH

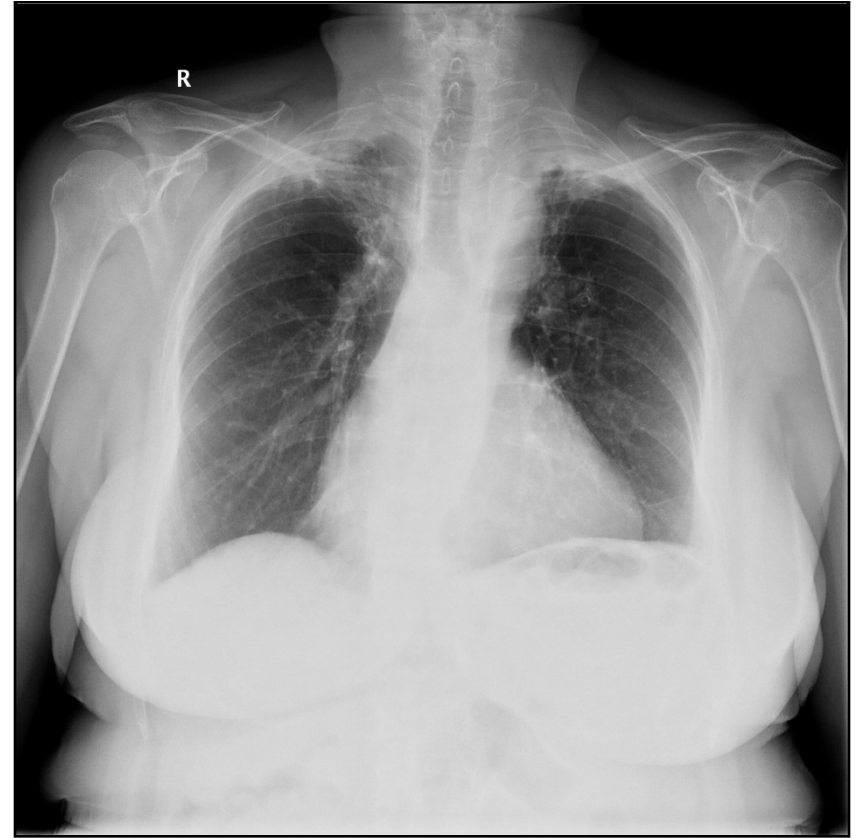




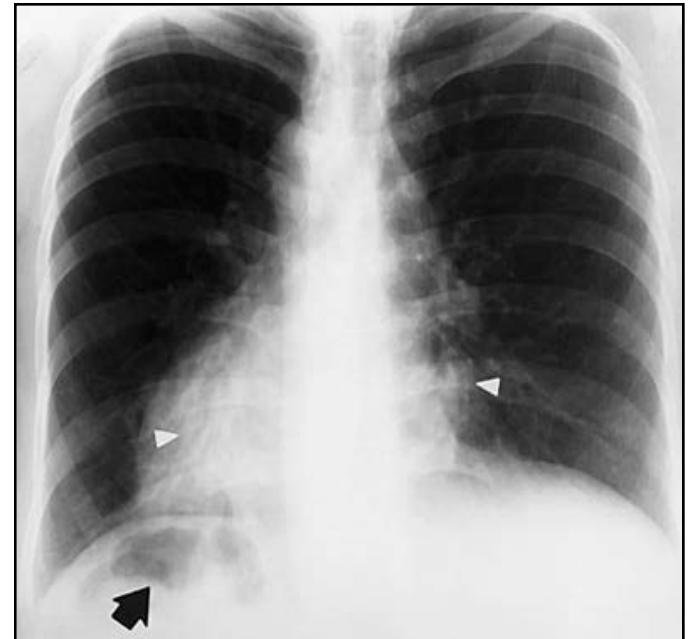
# aneurysma aorty vs. lymfadenopatie



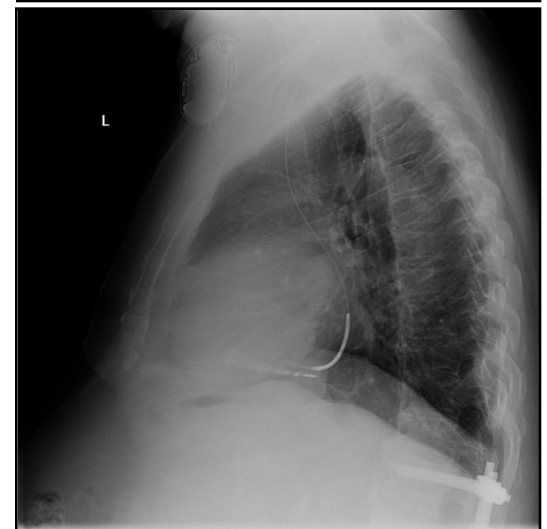
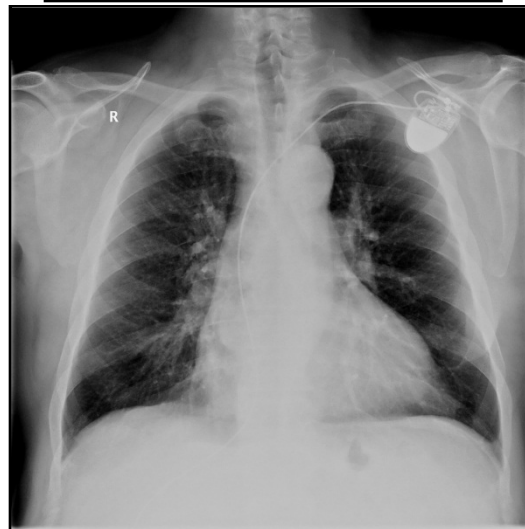
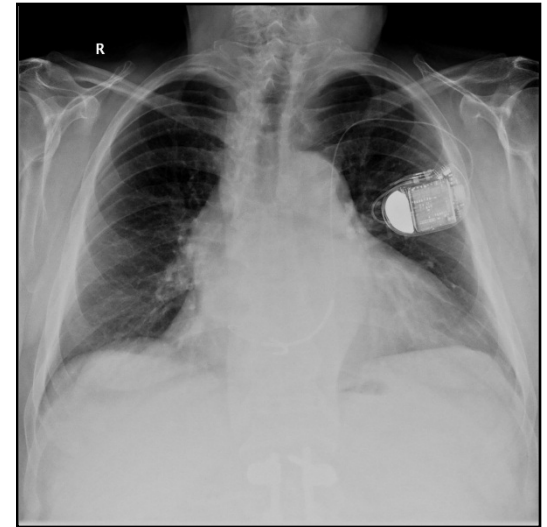
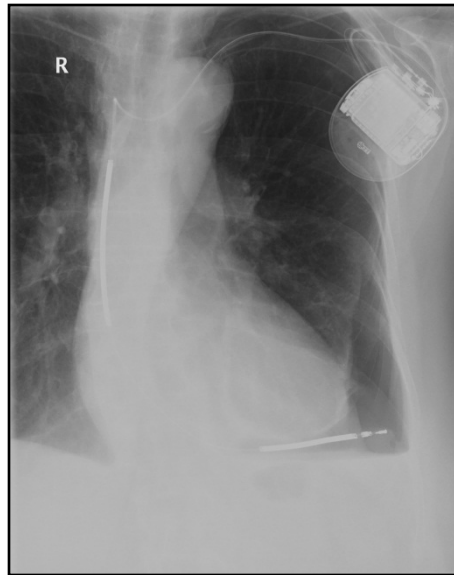
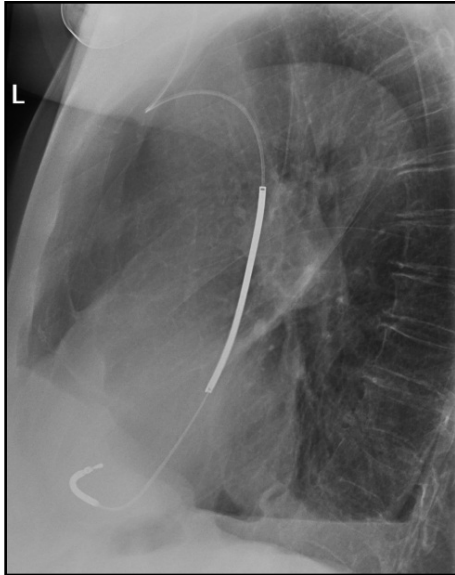
# elongace aorty



# dextrokardie, situs inversus



# kardiostimulátor



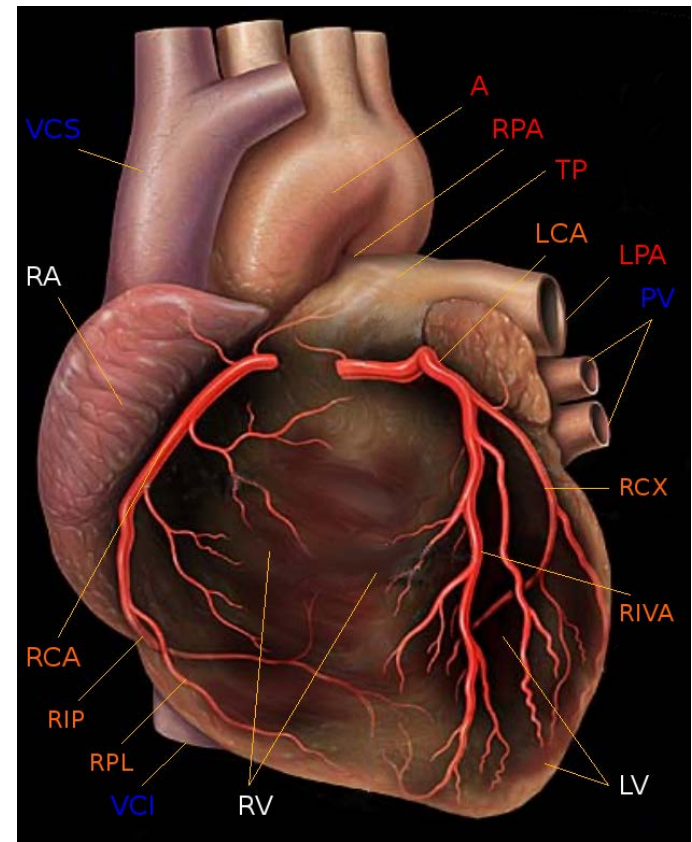
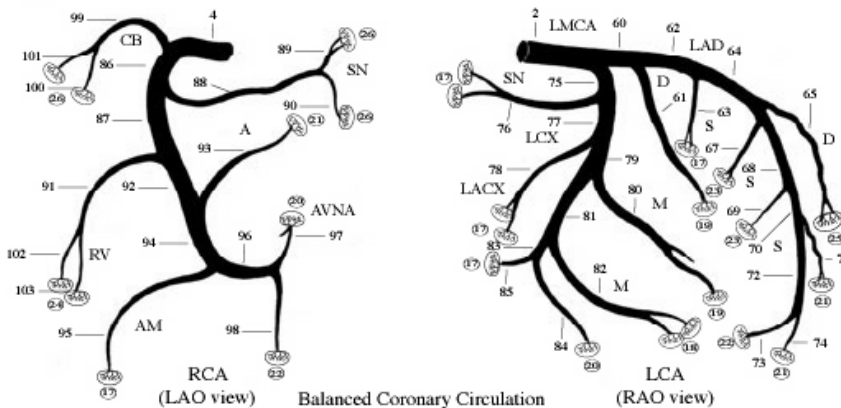
# CT srdce

- pohybující se struktury – srdce, dýchání, pohyb stolu
- lumen koronárních tepen – max. šíře 4,5mm
- co nejnižší prostorové a temporální rozlišení (ideální cca 20ms)
  - EBCT (50ms)
  - nejnovější přístroje 0,3mm a cca 75ms
- partial volume effect
  
- artefakty
  - rozmazání (šíře vrstvy, špatné technické nastavení mAs)
  - pruhy, dlaždice (kontrastní látka)
  - schody (srdeční frekvence, pohyb)



# anatomie

- **Left Main or left coronary artery (LCA)**
  - Left anterior descending (LAD)
    - diagonal branches (D1, D2)
  - Circumflex (Cx)
    - Marginal branches (M1,M2)
- **Right coronary artery (RCA)**
  - Acute marginal branch (AM)
  - AV node branch
  - Posterior descending artery (PDA) - dominance



# diagnostika - koronarografie

- vulnerabilní plát – histologicko-patologická
- katetrizační koronarografie
  - invazivní
  - terapeutické výkony
- MDCT koronarografie
  - celkový pohled na hrudník
  - kalcifikace



# CT protokol

- protokol pro vyšetření srdce – koronarografie, stent (jiný algoritmus)
- synchronizace s EKG
  - prospektivní triggering
    - jedna fáze
  - retrospektivní gating
    - výpočet několika fází stahu (v %)
- rozsah: vzestupná aorta – bránice, část plic
- kontrastní látka – např. Visipaque 320 – isoosmolární, nejvyšší viskozita
  - 90ml, rychlost 5-6 ml/s
  - bolus tracking – sestupná aorta, difference cca 120
- beta blokátor, nitroglycerin





# indikace CT

- **detekce CAD**
  - symptomatický pac. + střední pravděpodobnost postižení (test, např. Framingham Risk Score) a nejasné EKG či zátěžový test
  - akutní bolest + střední pravděpodobnost postižení (test) a beze změna na EKG a v serologii
  - detekce CAD u pac. s nejasným stress testem
  - zhodnocení koronárních anomálií
- **hodnocení struktury a funkce**
  - srdečních anomálie



# indikace CT

- **intrakardiální a extrakardiální struktury**
  - u pacientů s nejasným nálezem na ECHO, MR
  - podezření na aortální disekci či plicní embolii
  - intrakardiální masa
  - zhodnocení perikardu
  - zhodnocení plicních či koronárních žil



# kontraindikace CT

- kontrastní látka
  - alergie, renální insuficience, hyperthyreóza, paraproteinémie, akutní ischemická cévní mozková příhoda
- srdeční rytmus
  - ideální stav: pravidelný rytmus a frekvence do 65/min.
- celkový stav pacienta
  - neklid, dechová insuficience



# calcium score

- **Ca není přítomen ve zdravé cévě**
- nulová hodnota CCS u asymptomatických pacientů je silný prediktivní faktor normálního nálezu při koronarografii
- CCS velmi dobře předpovídá morbiditu a mortalitu u asymptomatických jedinců
- **zlepšuje stratifikaci rizika CHD** nezávisle nebo společně a FRS
- ACC/AHA 2007 expert cons. statement, NASCI/ESCR 2008 recommendations
  - screening doporučený pro asymptomatické jedince se středním rizikem
  - screening může být přínosný pro pacienty s atypickými kardiálními symptomy



# calcium score

- **Agatston Score** (20 řezů po 3mm, prahová hodnota 130 HU)
  - založeno na měření denzit Ca (HU x area)
  - nad 400 – zvýšené riziko infarktu a náhlé smrti
  - nad 1000 – 20% šance výskytu infarktu či náhlé smrti do 1 roku
  - nejčastěji publikovaný
- **volume scores**
  - založeno na objemu kalcifikací
- **calcium mass**
  - měřeno pomocí objemu a průměrné CT density lézí
  - nejlepší reprodukovatelnost na různých CT

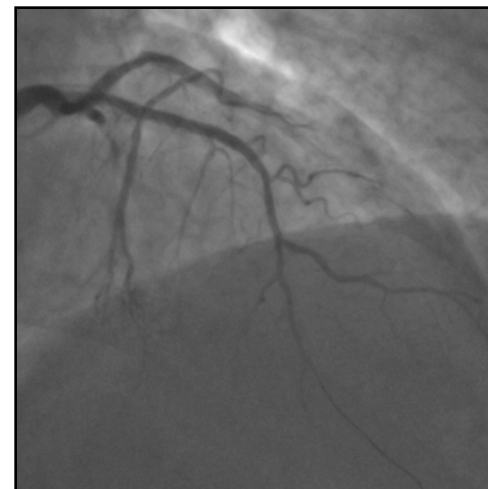
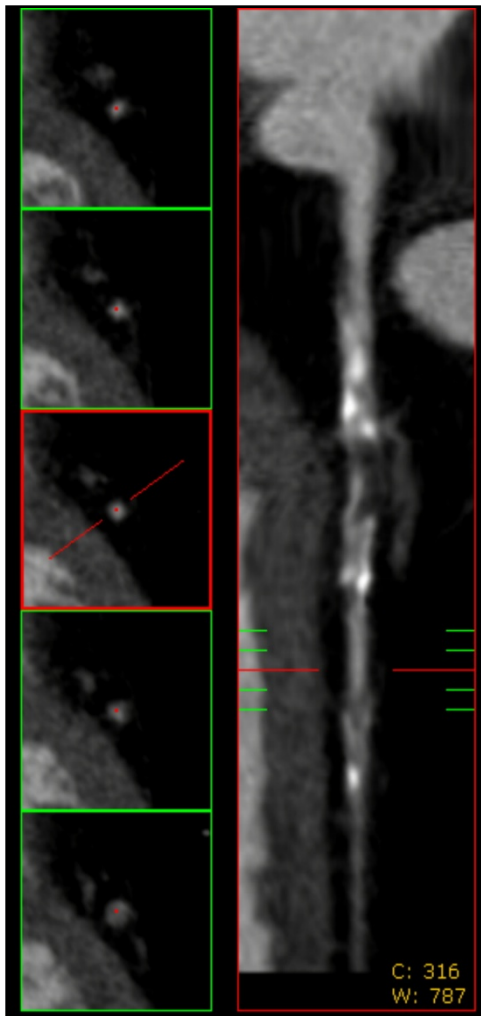
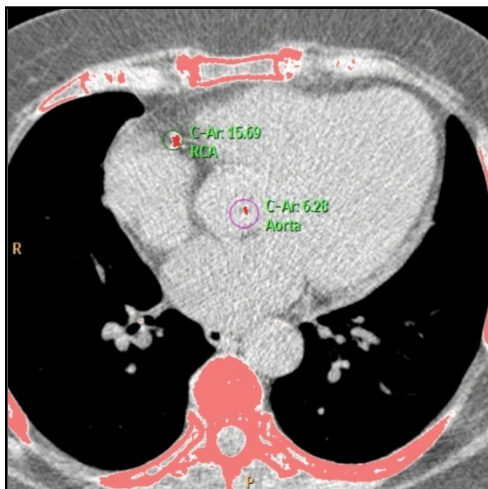


# pacient č. I

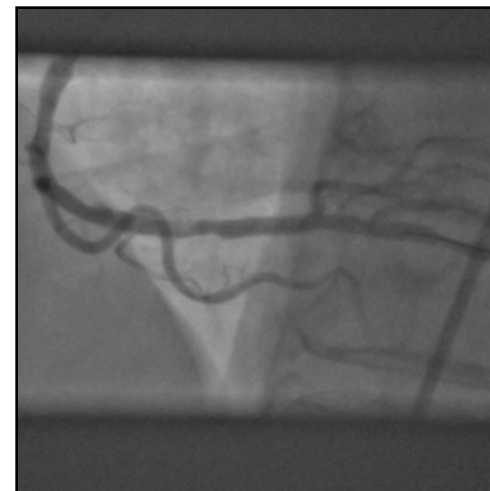
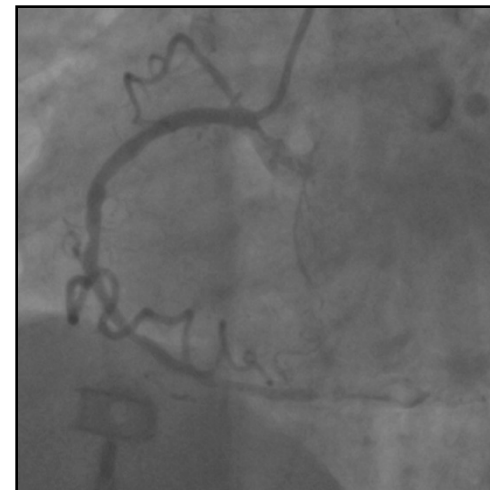
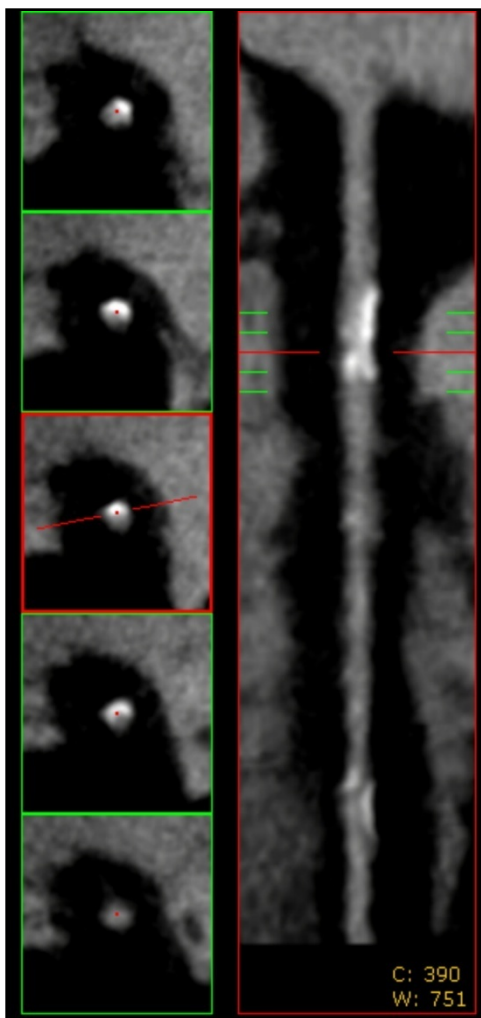
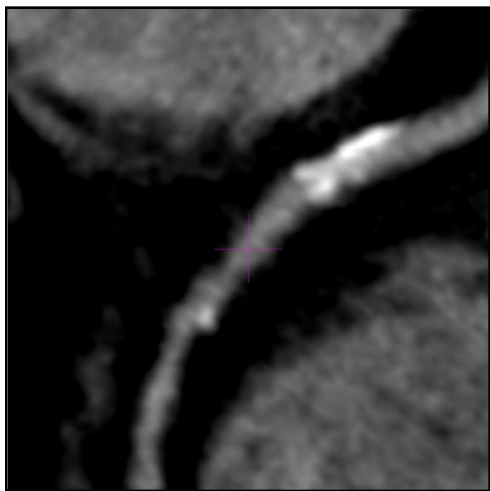
- žena, 72 let
- atypické bolesti na hrudi
- CT:
  - CCS = 386, EF = 50%, zvětšená levá komora, 50% stenóza ACD, stenóza nad 50% na prox. RIA
- koronarografie:
  - funkční uzávěr za odstupem RD1
  - Na ACD 90% stenóza v dist. části před větvením
- 2. koronarografie:
  - PCI 2 tepen, implantace 2 stentů



# pacient č. I



# pacient č. I



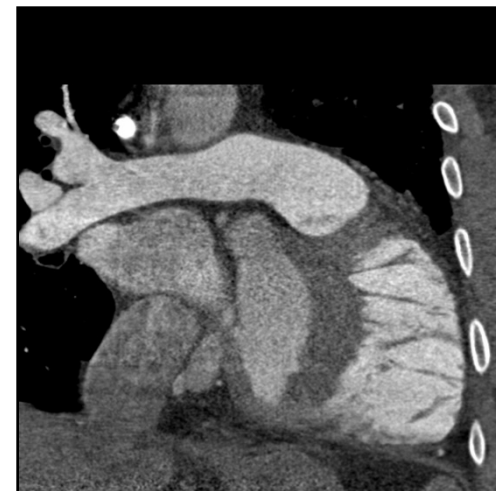
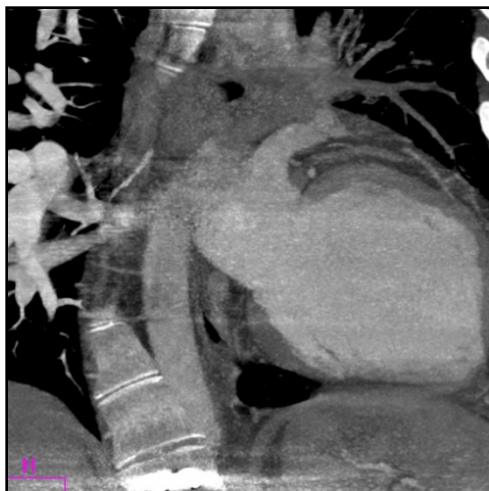
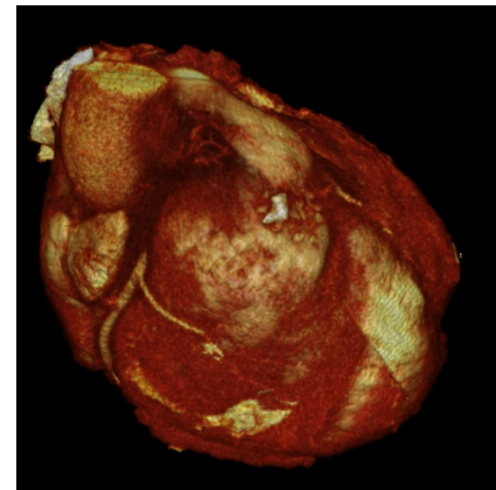


# pacient č. II

- muž, 28 let
- Fallotova tetralogie po radikální korekci s významnou PuR
- kontraindikace MR pro kovovou částici v blízkosti bulbu
- volumetrie pravé komory
  
- CT:
  - dilatace pravé komory s hypertrofií svaloviny (EDV = 430 ml)
  - rozšíření kmene plicnice,
  - ageneze levé plicní tepny, kolaterály s bronchiálními aa.
  - vlevo jen jedna plicní žíla



# pacient č. II

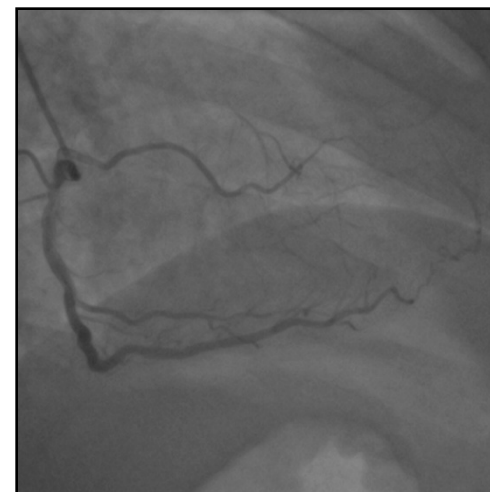
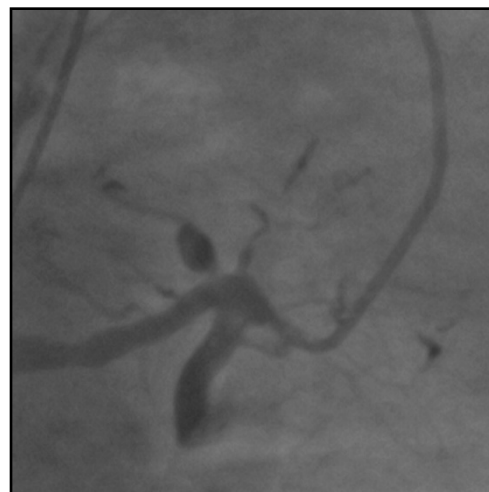


# pacient č. III

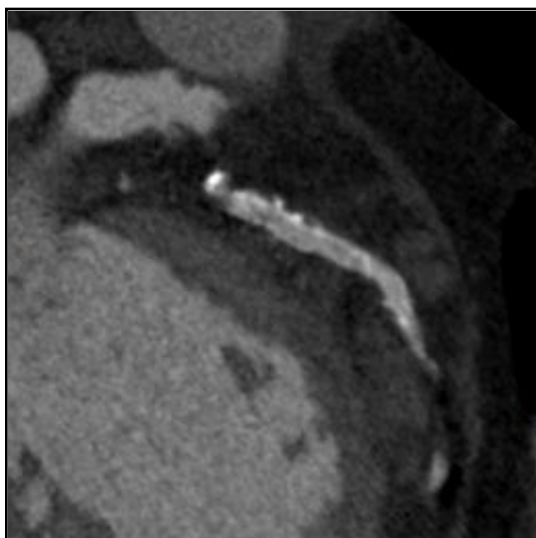
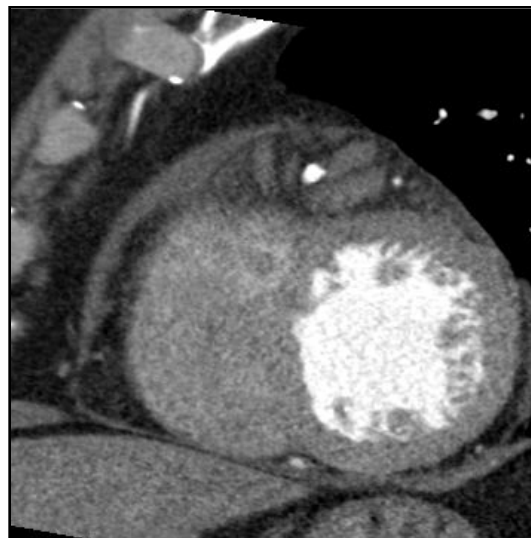
- muž, 66 let
- před případnou revaskularizací
- CT:
  - CCS = 308, EF = 64%, téměř kompletní uzávěr prox. RIA
- koronarografie:
  - uzávěr RIA v odstupu, hrubé změny RC, ACD s postižením do 30% a kolaterály k RIA



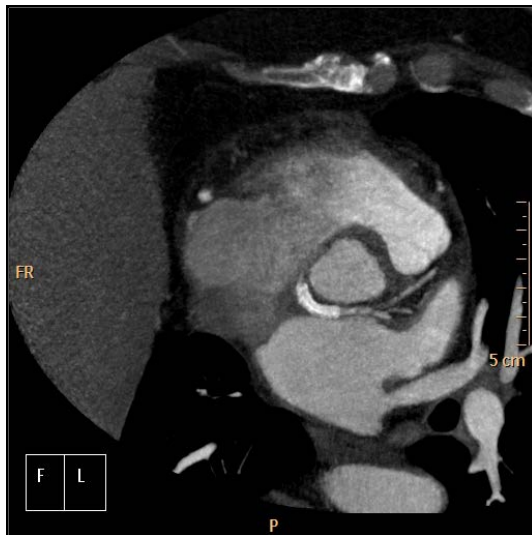
# pacient č. III



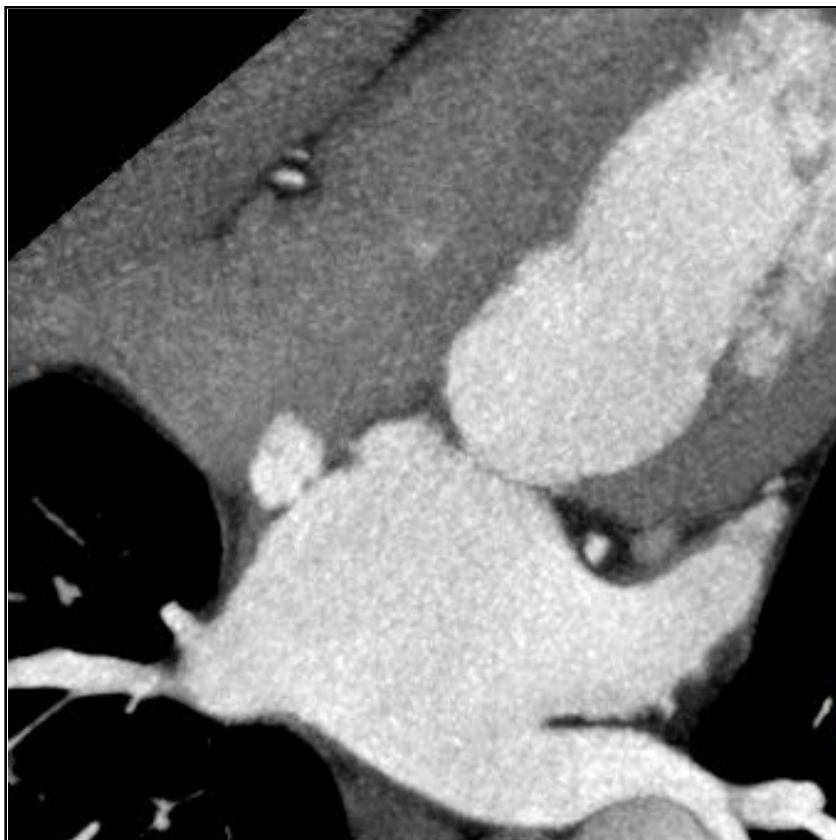
# hematom po PCI



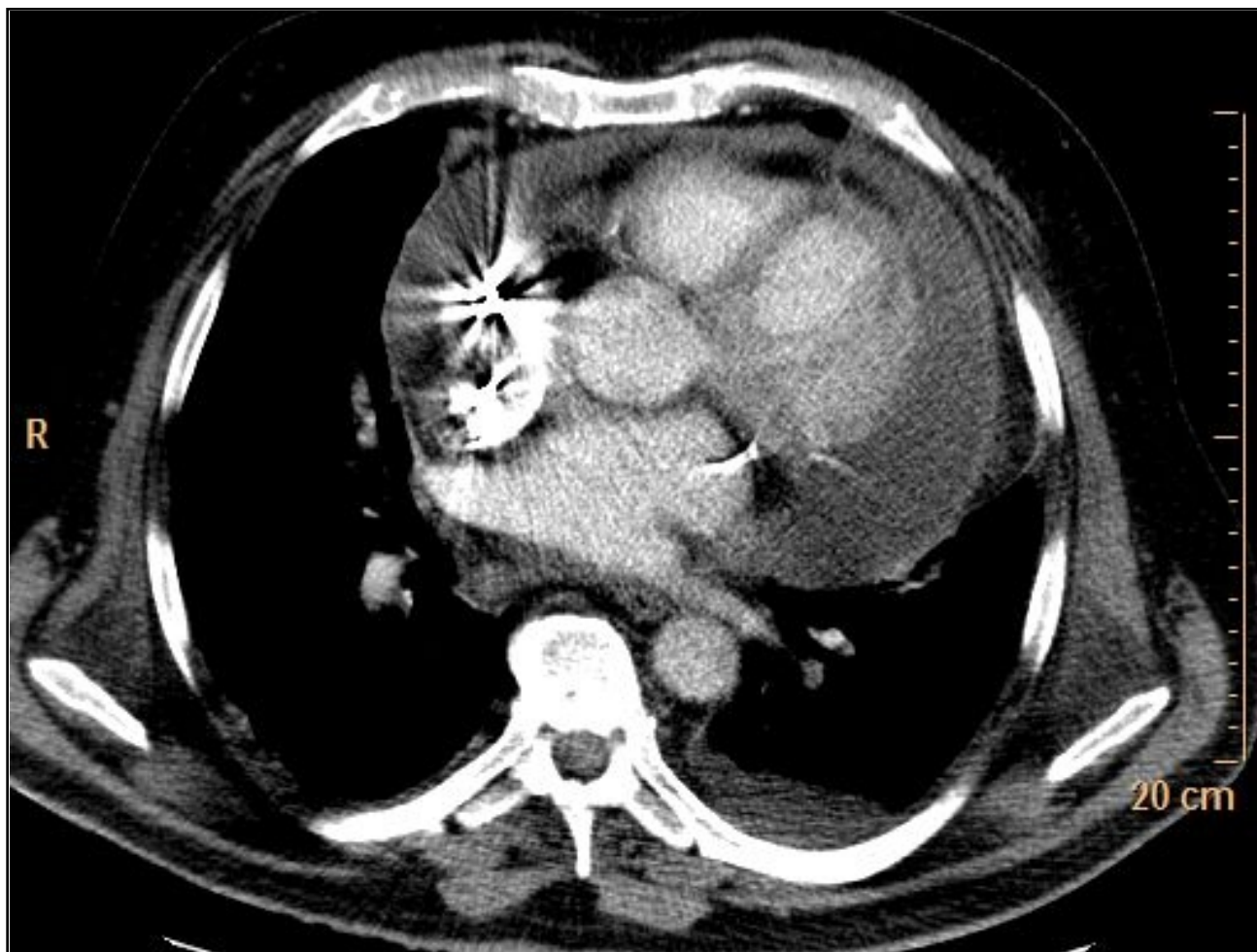
# anomální odstupy koronárních větví



# aneurysma síňového septa



# hemoperikard po zavedení el. PM

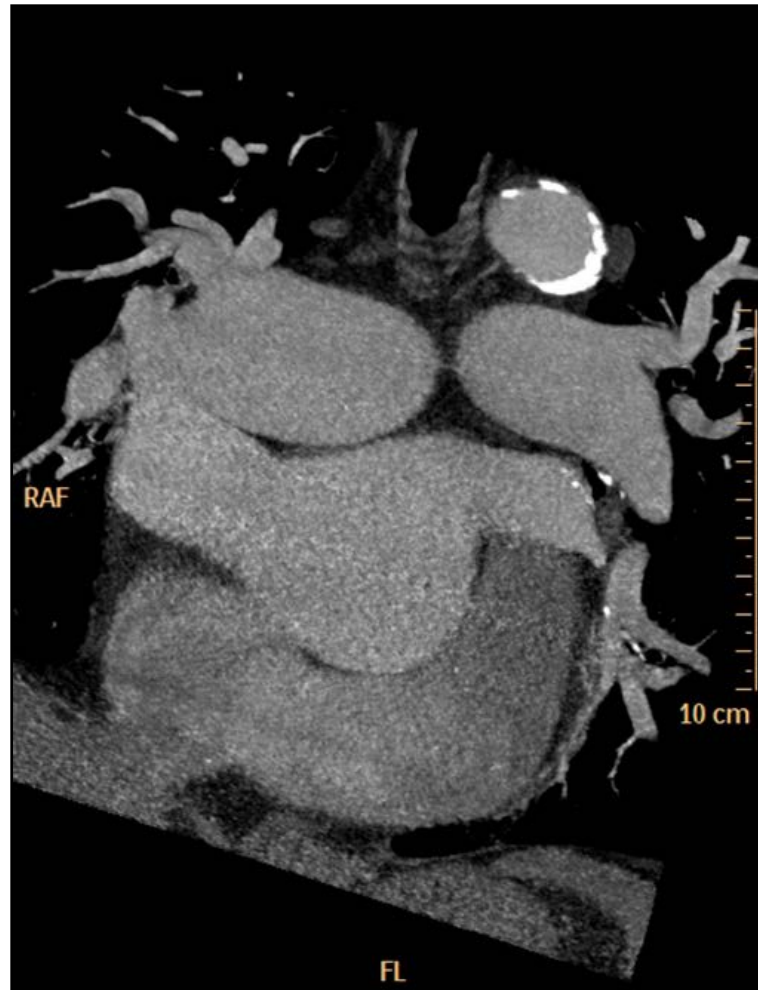




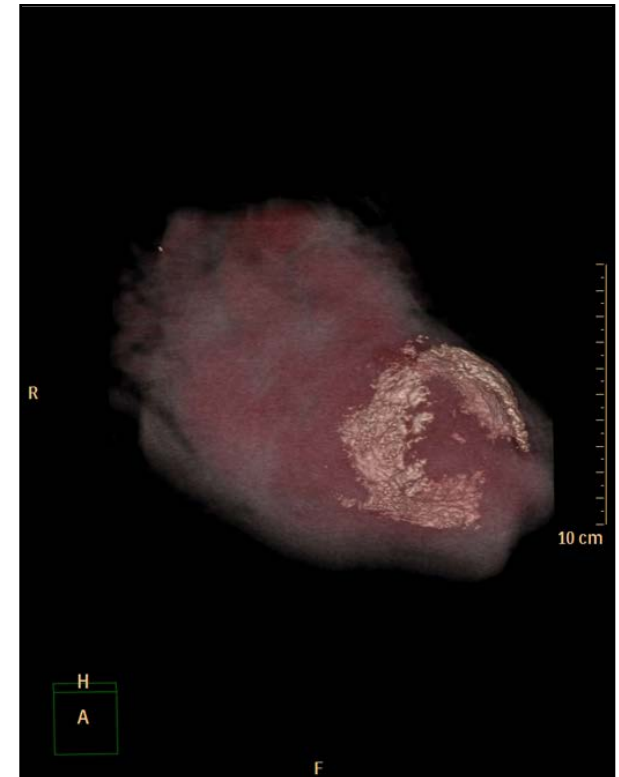
# vegetace



# VCS sin.



# kalcifikace v myokardu



tumor?



# MR - indikace

- **detekce CAD**
  - MR koronarografie, perfuze, zátěžové MR (Dobutamin)
  - střední riziko postižení + symptomy + nejasné EKG
  - koronární anomálie
- **hodnocení struktury a funkce**
  - vývojové vady srdce, chlopenní vady
  - kardiomyopatie
  - ARVD
  - myokarditis, infarkt myokardu
  - funkční zhodnocení



# indikace MR

- zhodnocení intrakardiální patologie
  - tumor / trombus
  - perikardiální masa
  - aortální disekce
  - plicní žíly
- viabilita a detekce jizvy
  - detekce myokardiální nekrózy po infarktu
  - viabilita před revaskularizací



# kontraindikace MR

- kardiostimulátor, ICD
- kochleární implantát
- cévní svorky intrakraniálně z neznámého materiálu
- cizí těleso v orbitě nebo v oku metalického nebo neznámého původu
- implantovaný kovový materiál před méně než 2 měs. pacienti závislí nebo vybavení jiným pomocným elektronickým zařízením
- naprostá nespolupráce s pacientem



# kontraindikace MR

- klaustrofobie
- první 3. měsíce těhotenství
- chlopenní náhrady - artefakty, abnormální funkce během vyšetření
  
- srdeční frekvence
- dechová nespoupráce





# naše možnosti

- funkční vyšetření
  - vrozené vývojové vady, chlopenní vady
- průkaz infarktu či ischemie myokardu
- viabilita
- myokardita
- kardiomyopatie, ARVD, systémové onemocnění
- intrakardiální patologie, perikard



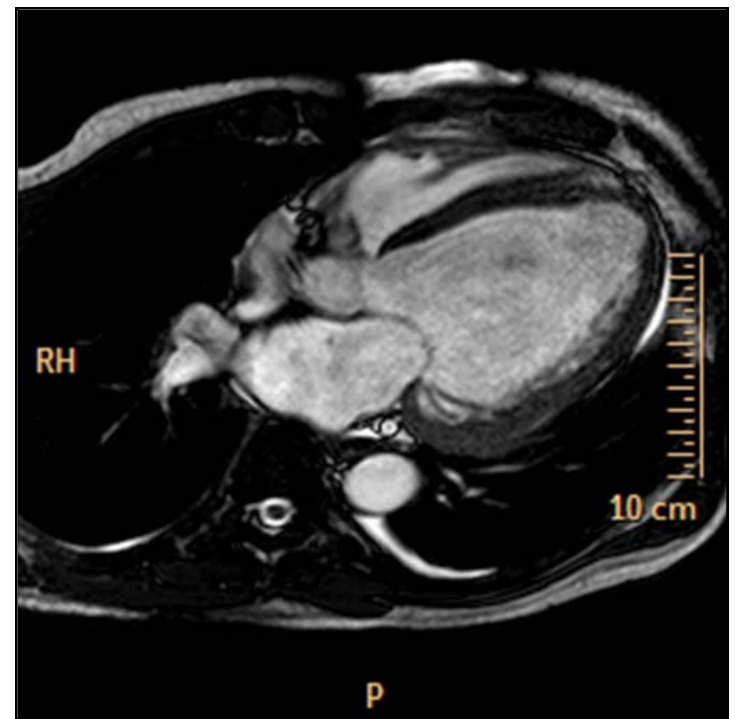
# techniky MR zobrazení myokardu

- dynamické zobrazení
- statické zobrazení
- MR angiografie
- funkční MR s využitím PC
  
- identifikace jednotlivých fází srdečního cyklu díky EKG-synchronizaci
- výsledný obraz vzniká z dat získaných během několika srdečních cyklů z krátkého zadržetí dechu
- nepravidelnosti R-R intervalů při arytmiích vedou ke vzniku zobrazovacích artefaktů



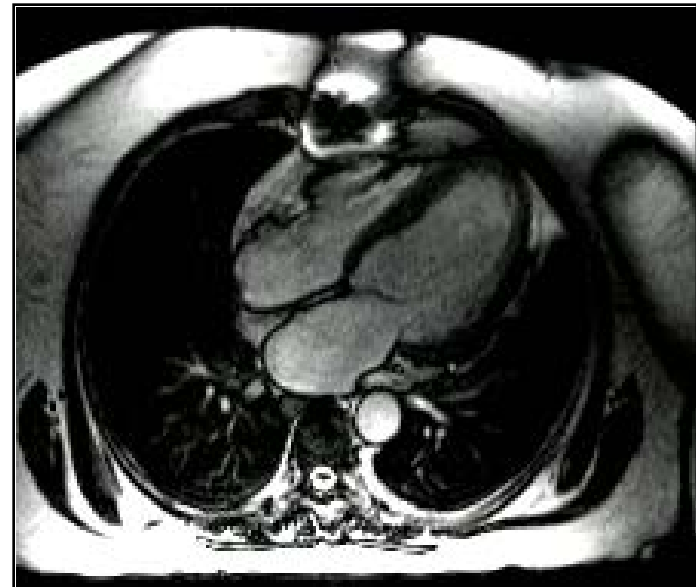
# dynamické MR (cardiac cine)

- obdoba echokardiografie
- zobrazení v libovolných anatomických vrstvách
- hodnocení
  - kinetiky myokardu
  - plochy chlopenních ústí
  - orientačně proudění krve
- není ale zatím možné zobrazení v reálném čase



# statické zobrazení myokardu

- hodnocení struktury a perfuze myokardu
- akvizice dat na konci diastoly
- způsob zobrazení závisí na typu onemocnění - T1 vážení zvýrazní tukovou tkáň, T2 vážení lokální zvýšení obsahu vody v myokardu (akutní nekróza, zánětlivé infiltrace)



# funkční MR

- obdobou dopplerovské ultrasonografie
- měření rychlosti proudění v cévách a na chlopních
- měření hemodynam. parametrů
  - srdeční výdej
  - zkraty
  - chlopenní vady apod.



# hodnocení funkce a masy myokardu

- volba sekvencí, které poskytují přesné zobrazení endokardu a epikardu
- série dynam. zobrazení v krátké ose (od baze k hrotu)
  - umožňuje přesný výpočet objemu komor v jakékoli fázi srdečního cyklu
  - vysoce reprodukovatelné určení EF



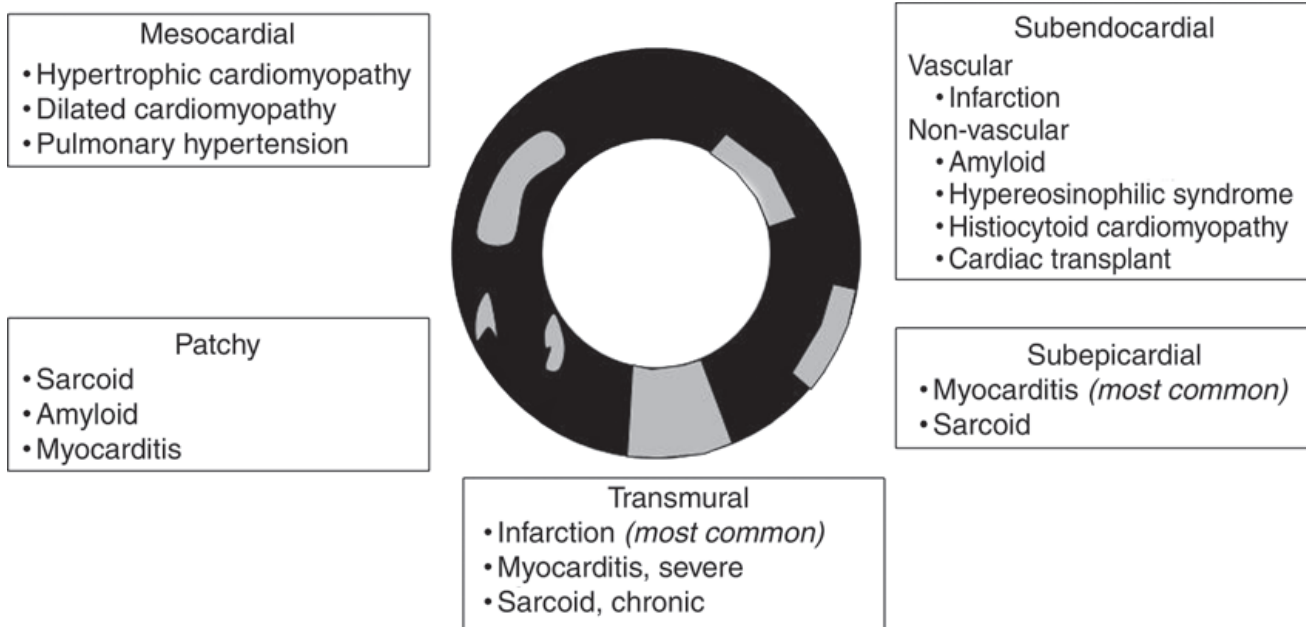
# postkontrastní odložené skeny – delayed (late) enhancement

- ireverzibilně poškozené myokardiální buňky, popř. fibrózní tkáň jizvy, vychytávají molekuly extracelulní kontrastní látky – chelátu gadolinia
- zkrácení relaxačního času (T1) a v důsledku toho je vysoký signál na T1-vážených obrazech
- aby kontrast byl co nejvyšší (rozdíl intenzity signálu mezi dvěma tkáněmi) používá se IR sekvence, která nuluje signál zdravého myokardu
- často je třeba měnit inverzní čas (TI)



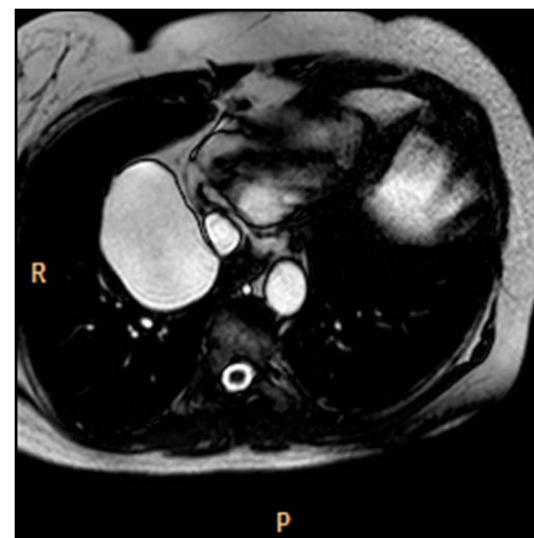
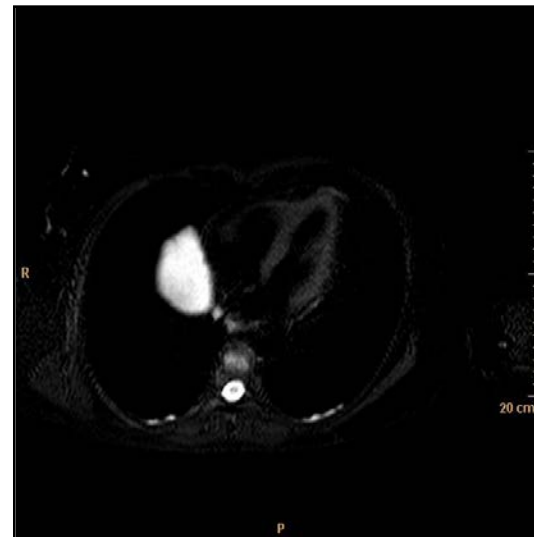
# postkontrastní odložené skeny – delayed (late) enhancement

- myokard
  - subendokard, subepikardl, mesokard
- ischemické postižení
- neischemické postižení



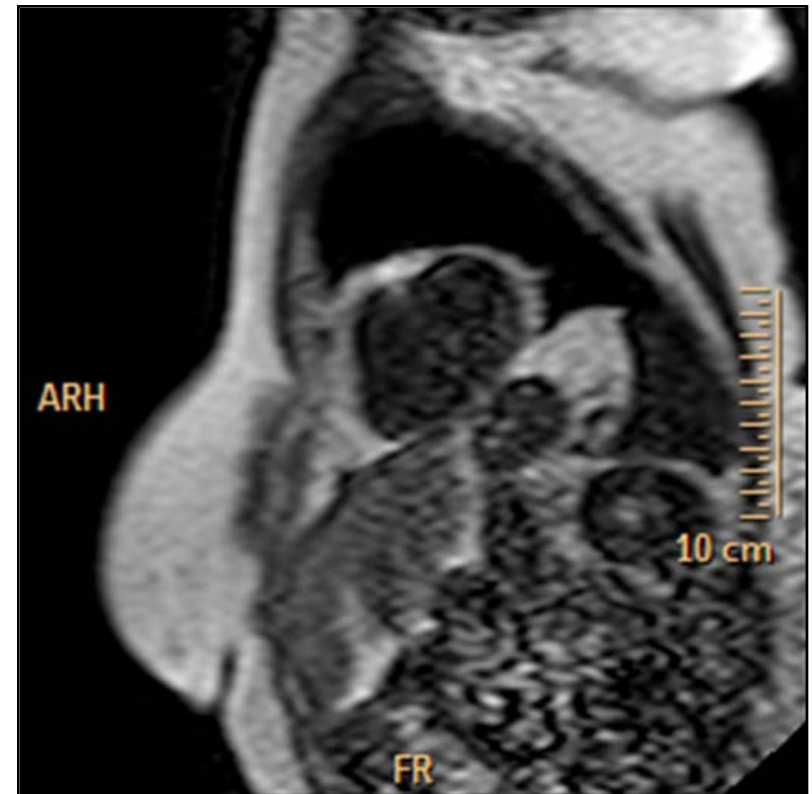


# perikardiální cysta



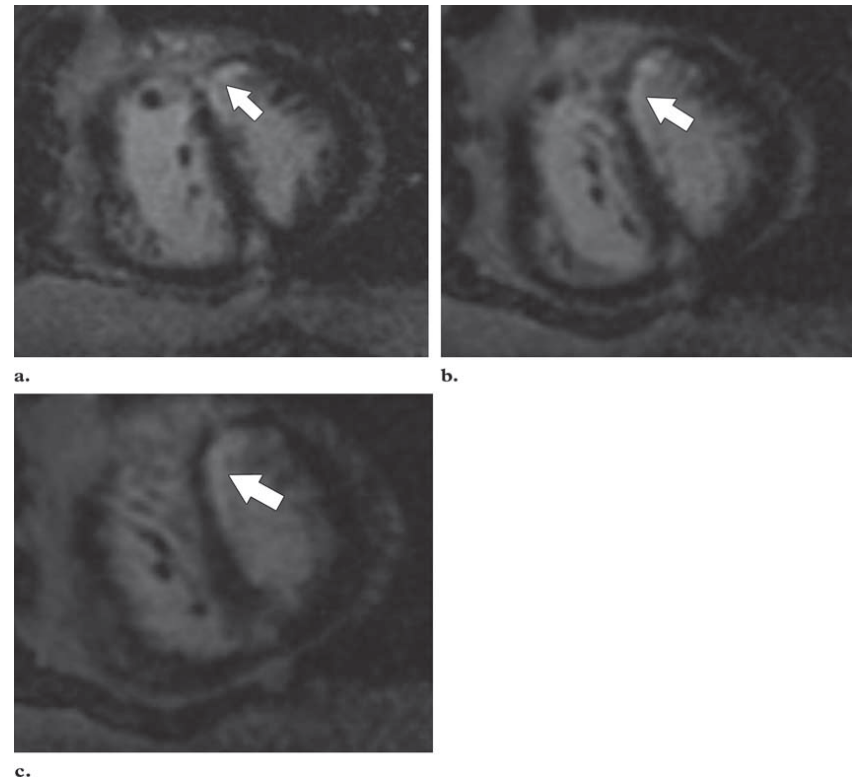
# ICHS

- **průkaz ischemie myokardu**
  - reversní postižení
  - změny kinetiky LK s farmakologickou zátěží dobutaminem
  - hodnocení perfuze
    - série statických vyšetření po podání k.l.i.v.
    - podáním adenosinu umožní přesnější diagnostiku významných stenóz koronárního řečiště
    - odlišení ischemie od irreverzibilních změn poskytne následné postkontrastní zobrazení

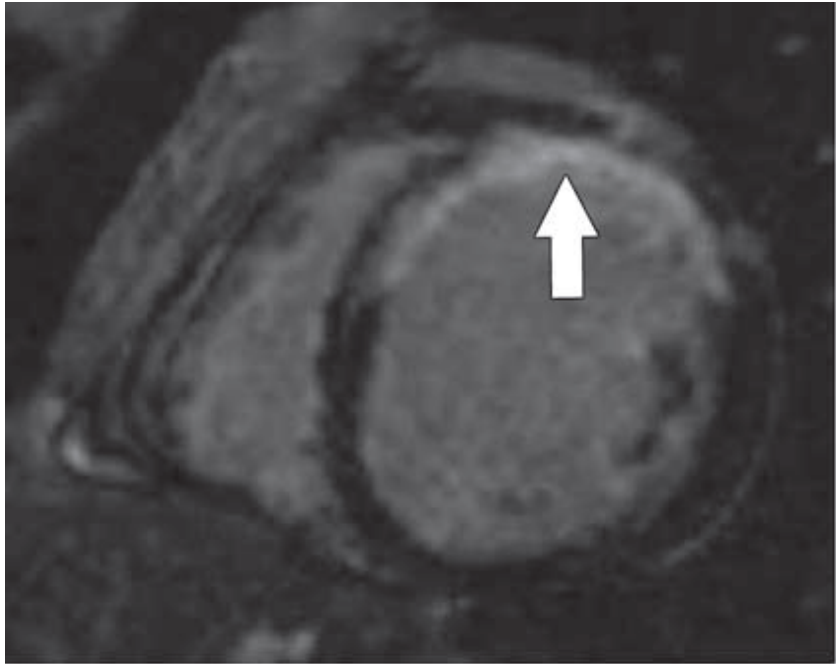


# ICHS

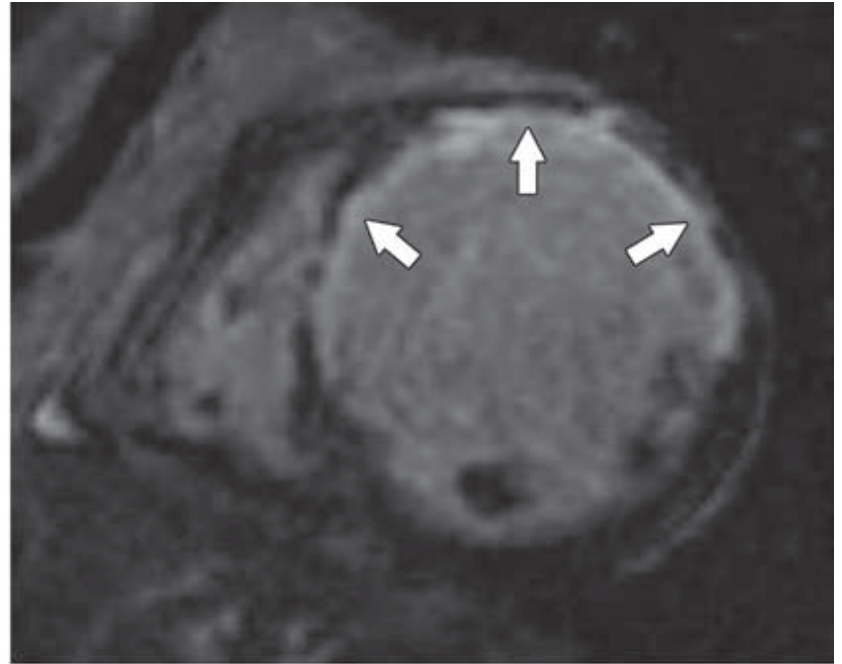
- **diagnostika infarktu myokardu**
  - ireversibilní postižení
  - akumulaci paramagnetické k.l. v oblastech akutní nekrosy i fibrosní jizvy
- **určení viability myokardu**
  - zátěžová dynamická MR – založena na průkazu kontraktilní rezervy myokardu vyvolané inotropní stimulací
  - postkontrastní MR zobrazení – hodnocení viability na základě transmurálního rozsahu k.l. zvýrazněné (irreverzibilně změněné) tkáně



# IM



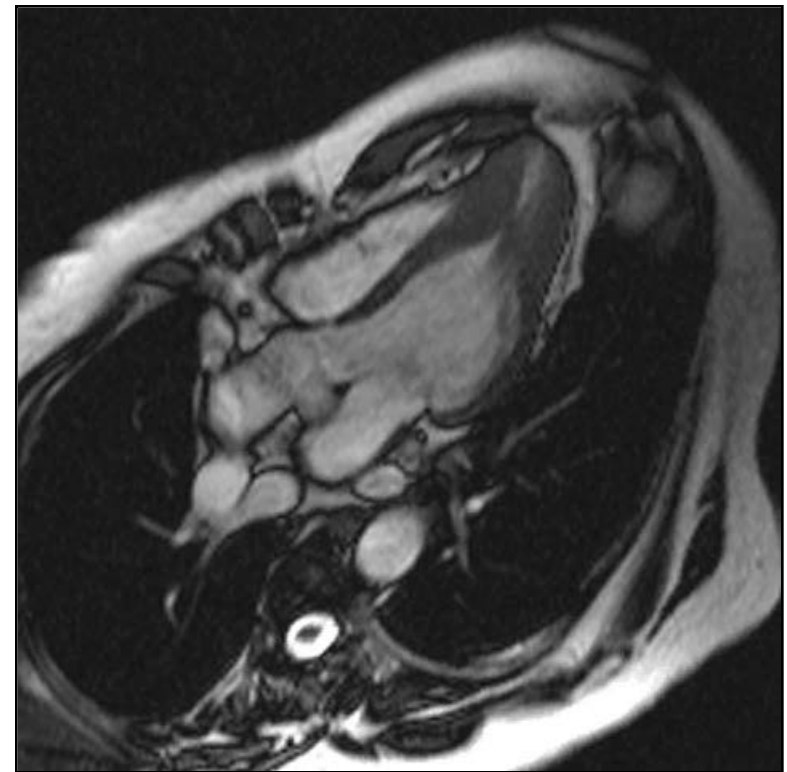
a.



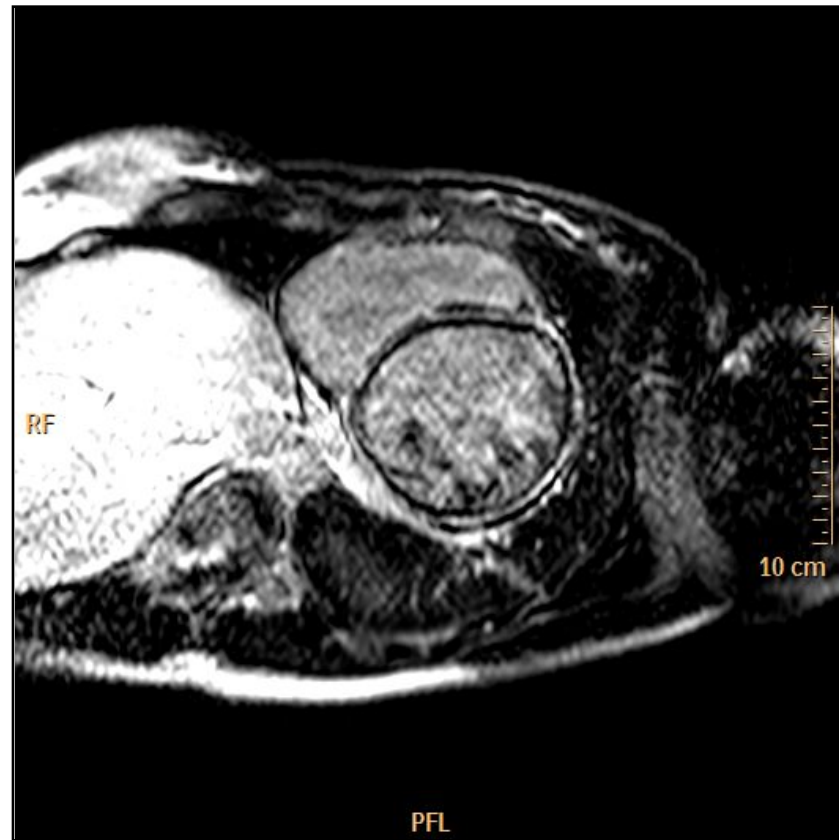
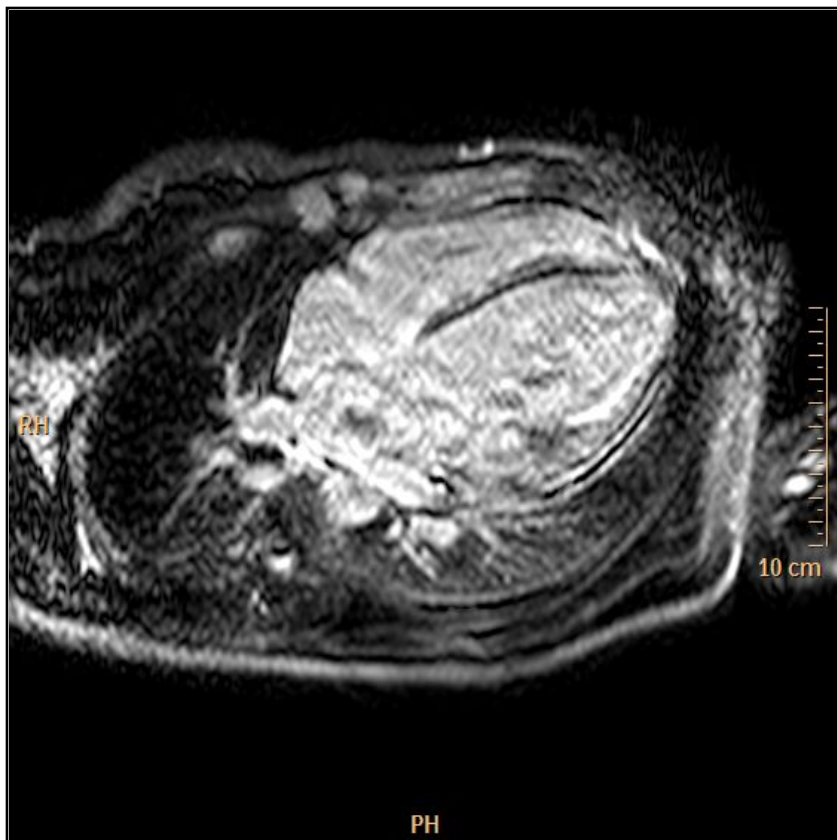
b.

# neischemické kardiomyopatie

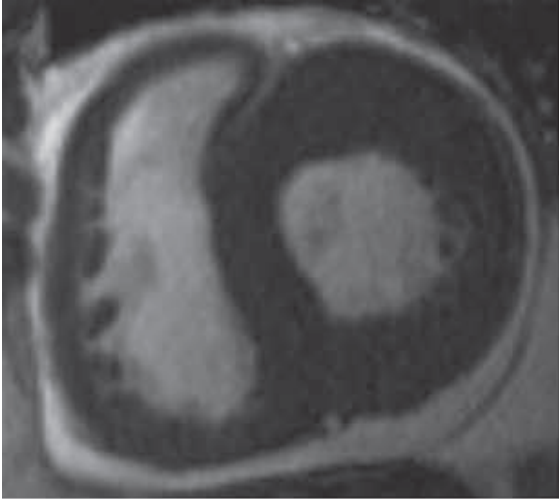
- hypertrofická
- dilatační
- ARVD
- restriční
  
- nezařazené
  - noncompaction
  - fibroelastóza
- specifické



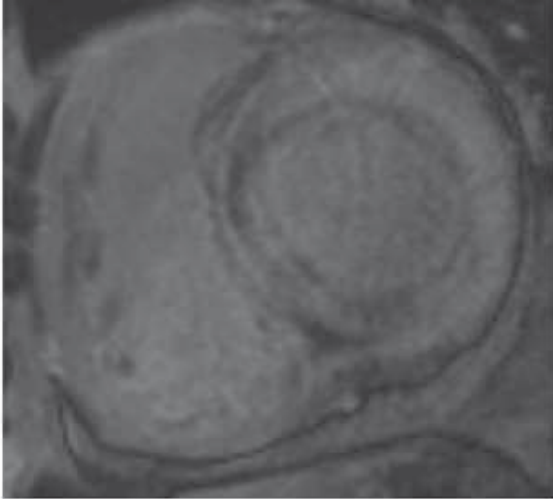
# difuzní postižení myokardu



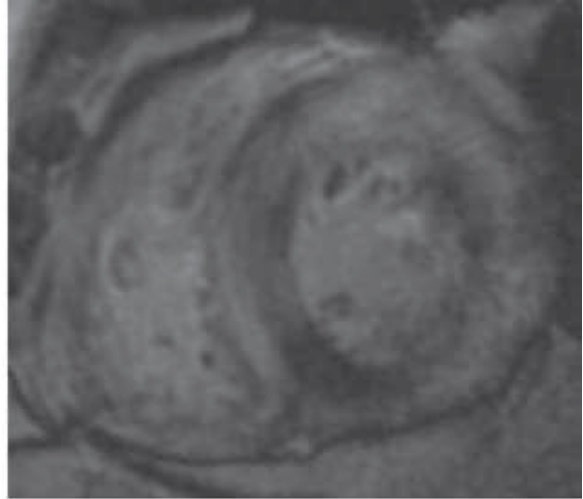
# amyloidosa



**a.**

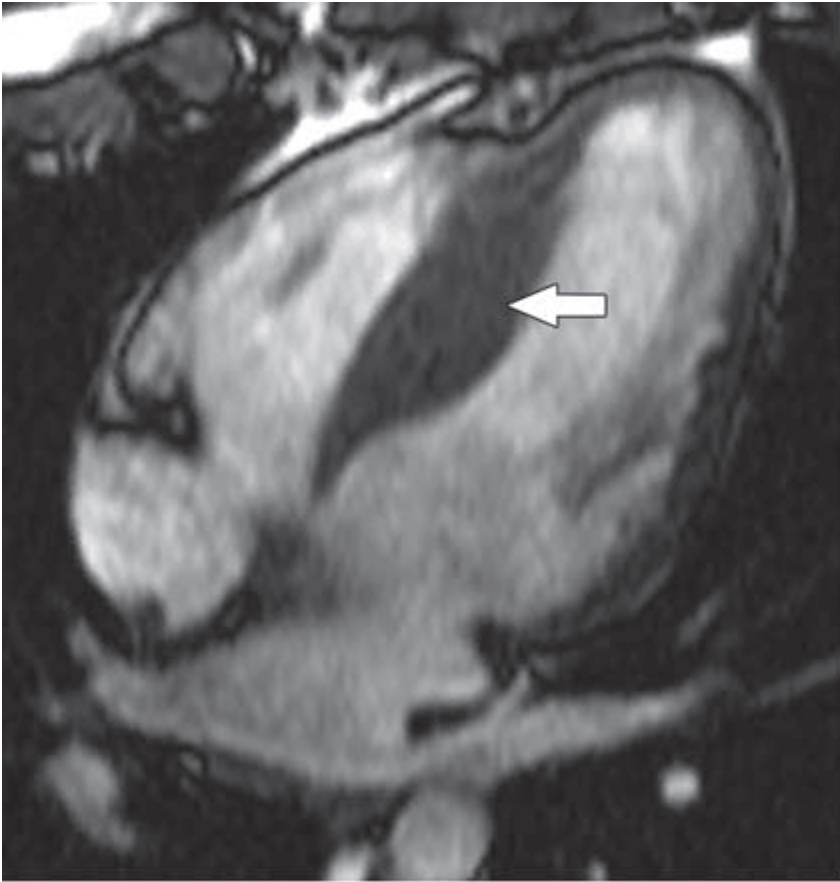


**b.**



**c.**

# hypertrofická septální kardiomyopatie



a.



b.

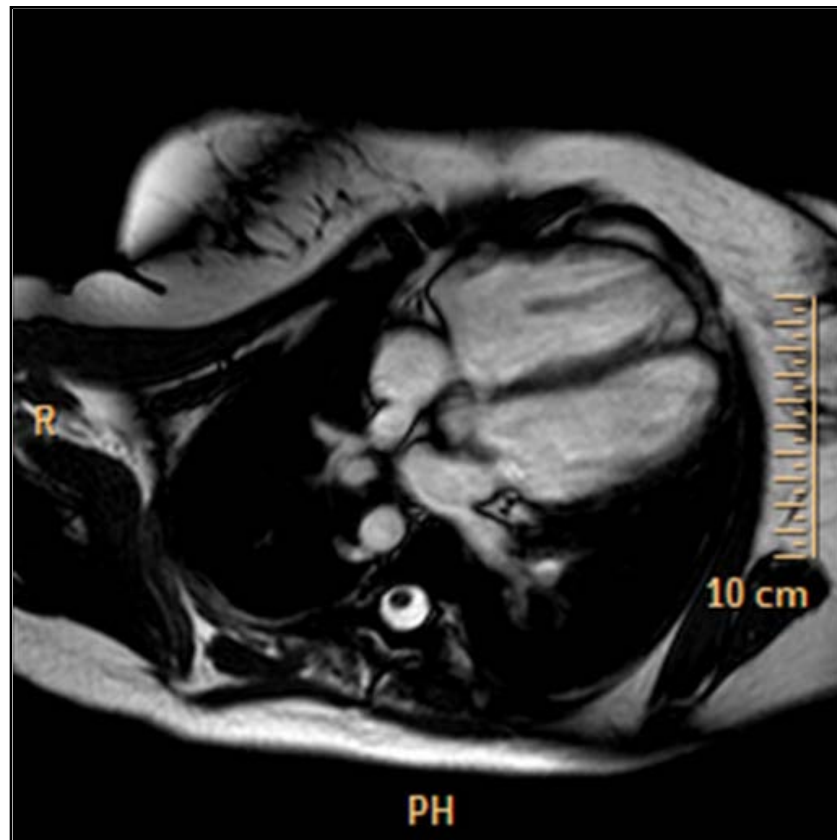
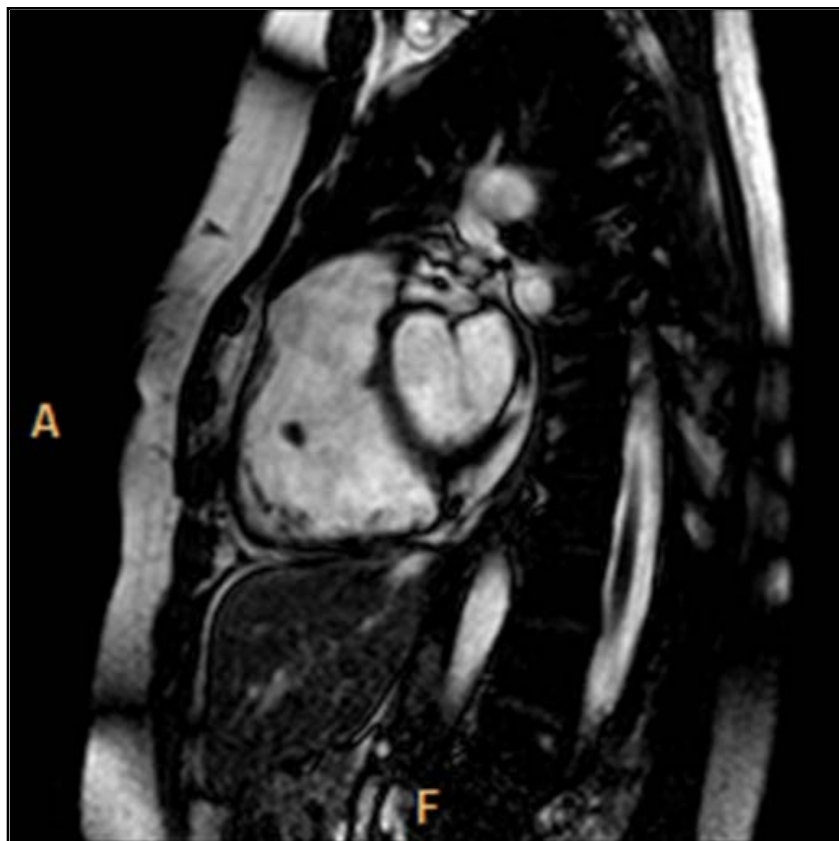


# chlopenní vady

- stejné principy jako ECHO
- tam, kde je ECHO nepřínosné či u diskrepance mezi UZ a katetrizačním nálezem
- omezené časoprostorové rozlišení MR neumožní kvalitní zobrazení diskrétní chlopenní patologie (např. vegetace)

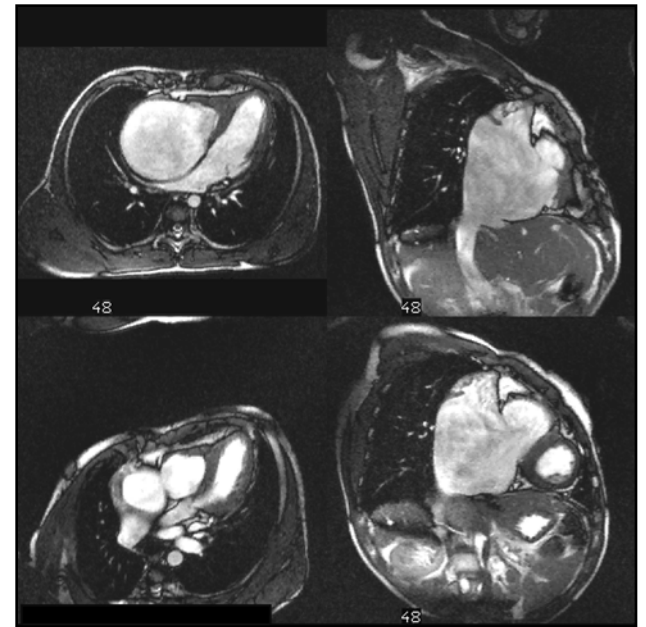


# pulmonální regurgitace



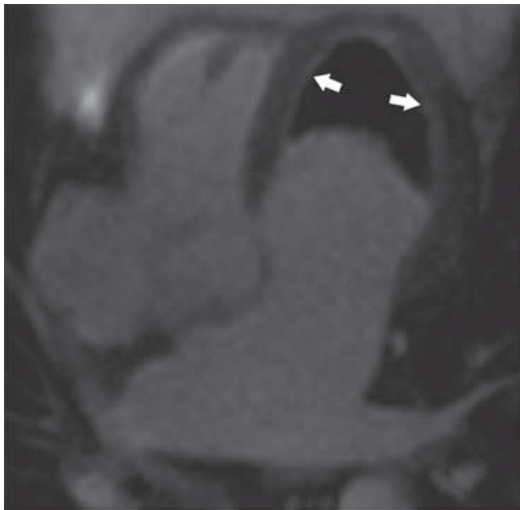
# VVV

- přesná anatomie srdečních oddílů i souvisejících cév
- zejm. u komplexních vad, které nemusí být dobře vyšetřitelné echokardiograficky
- funkční MR - možnost měřit hemodynam. parametry

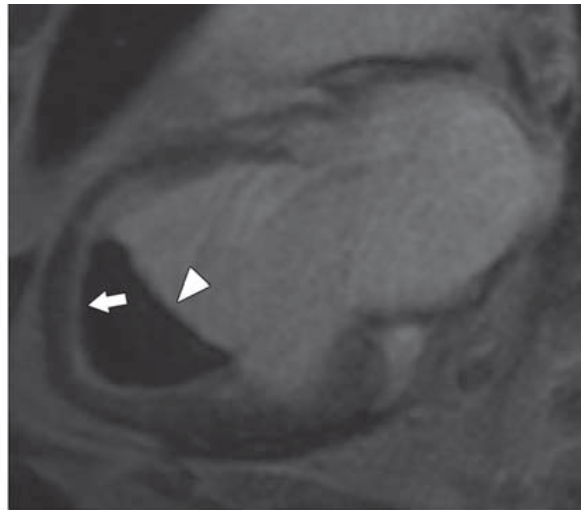


# tumory, tromby

- přesná lokalizace a rozsah
- tkáňová charakteristika může přispět v dif.dg.



a.

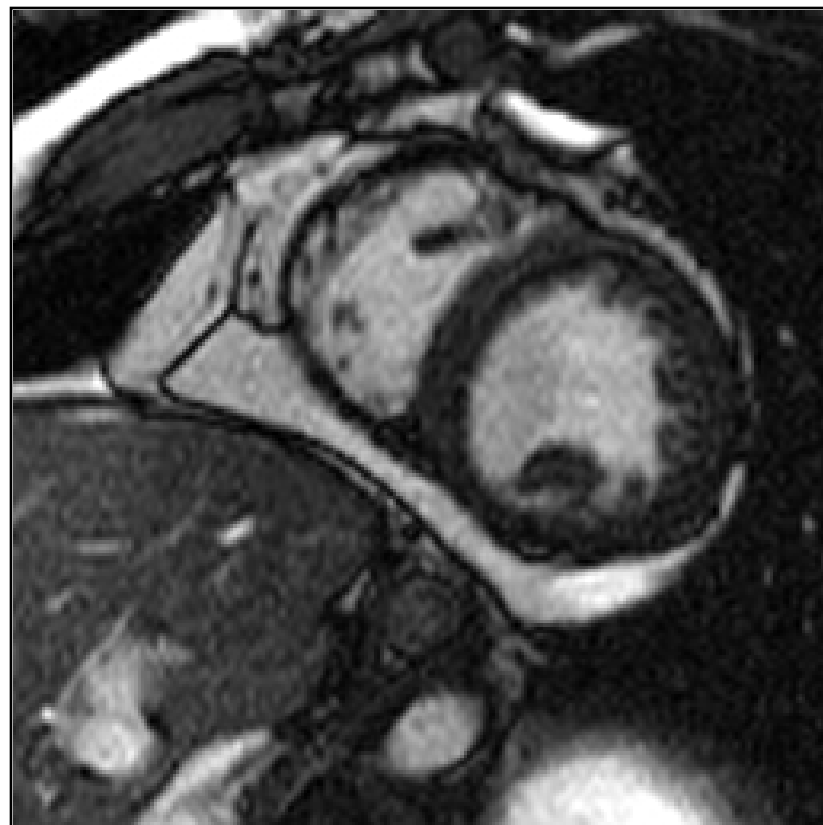


b.

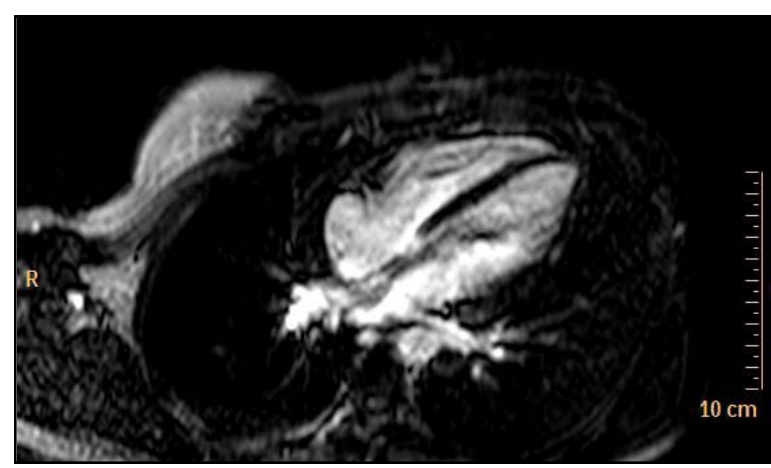
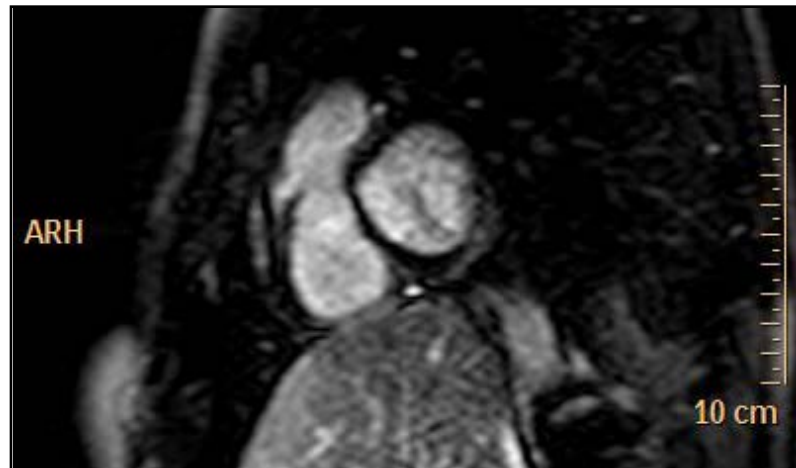
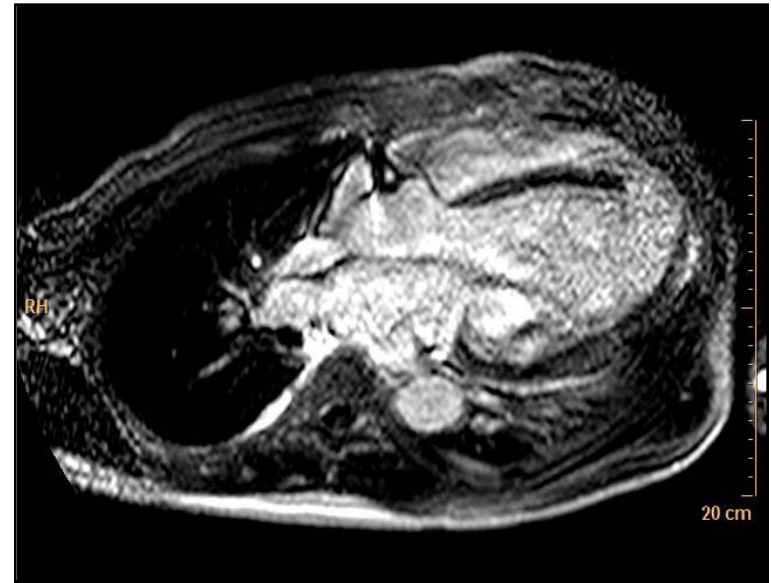
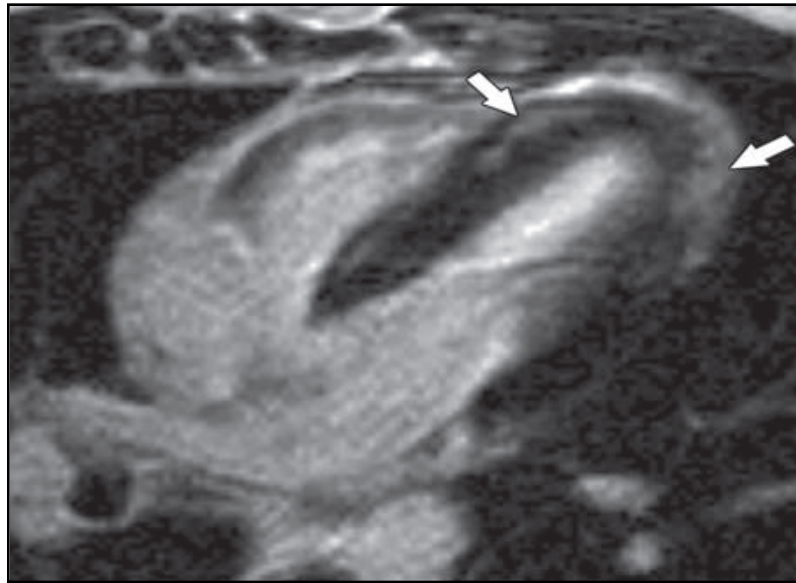


# onemocnění perikardu

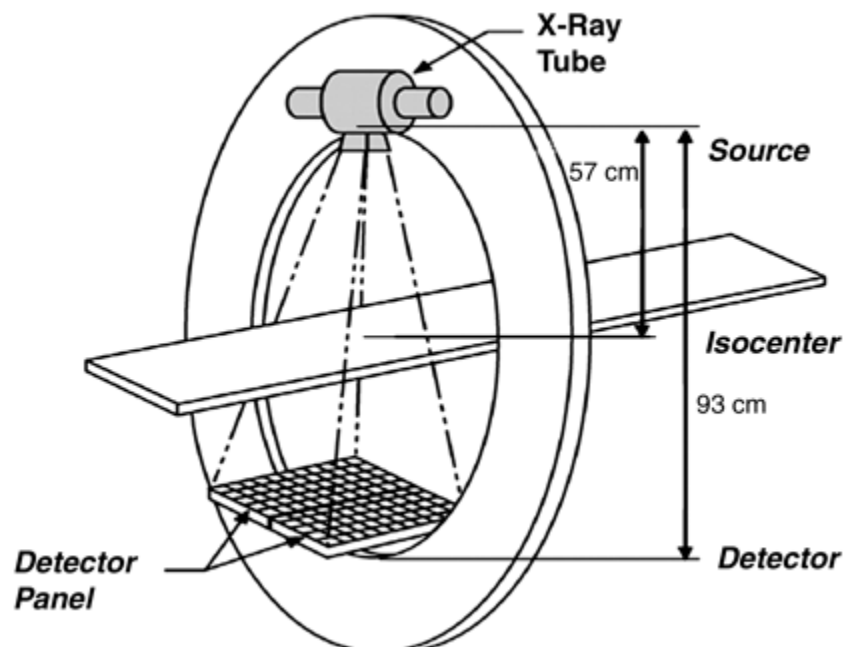
- u výpotku ECHO
- MR u nejasné anatom. lokalizace kolekcí či cyst
- v hodnocení tloušťky perikardu je MR (stejně jako CT) přesnější než ECHO, MR ale nezobrazí  $\text{Ca}^{++}$
- význam u perikard. tumorů – stanovení rozsahu



# myokarditida



# intervence - hrudník



Neumann Aleš, Nebeský Tomáš

LFMU a FN Brno

přednosta prof. MUDr. V. Válek, CSc., MBA

# intervenční metody

- diagnostické
  - biopsie, aspirace,...
- terapeutické
  - drenáž, ablace, obstríh,...
  - biopsie a drenáže doposud tvoří většinu těchto výkonů
- naváděcí metoda:
  - skiaskopie
  - UZ
  - **CT**
  - MR





# intervenční metody

- CT řízené intervenční metody jsou dnes běžnou součástí nabízené palety výkonů na specializovaných pracovištích
- výhody CT řízených výkonů
  - možnost přesné rozvahy a topograficko-anatomické orientace
  - zvolení nejvhodnější přístupové cesty a nejlepšího místa odběru
  - odhalit komplikace
- nevýhody
  - cena a délka výkonu
  - radiační zátěž



# příprava, obecné kontraindikace

- správná klinická indikace
- rozvaha strategie výkonu, zvážení rizik
- příprava nemocného – informovaný souhlas
- INR < 1,3, APTT < 40, trombocyty > 70 000
- lačný pacient s doprovodem
- zklidnění nemocného (informovanost , a to i farmakologicky



**biopsie**



# biopsie - historie

- první perkutánní biopsie v oblasti hrudníku ještě před možnostmi nějakého zobrazení, Leyden 1882 punkcí potvrzuje infekci
- v 60. letech Nordenstrom a Zajicek (Karolinska Hospital) popularizují techniku transthorakální biopsie tenkou jehlou
  - snižují významně komplikace jako je PNO, avšak počet nehodnotitelných odběrů a falešně negativních nálezů u nádorových procesů se pohyboval mezi 35 - 50%
- zdokonalující se technika CT včetně real time CT
  - umožňuje bioptovat plicní léze v daleko větší míře ( menší léze, nepříznivě uložené,...



# biopsie

- **indikace:**
  - léze větší než 5mm, jejíž histologie je neznámá a je rozhodující pro další terapii pacienta
    - k určení primárního maligního/nemaligního onemocnění, metastázy, recidivy, residua
    - stanovení stadia onemocnění
  - získání materiálu za účelem
    - kultivace u zánětlivých procesů – konsolidací
    - detekce fungální DNA -PCR
  - stanovení např. markerů, hormonální závislosti, analýzy DNA
- **kontraindikace**
  - nesouhlas pacienta s výkonem, koagulopatie, velikost < 5mm
  - relativní – buly, pneumonektomie, emfyzém, PNO



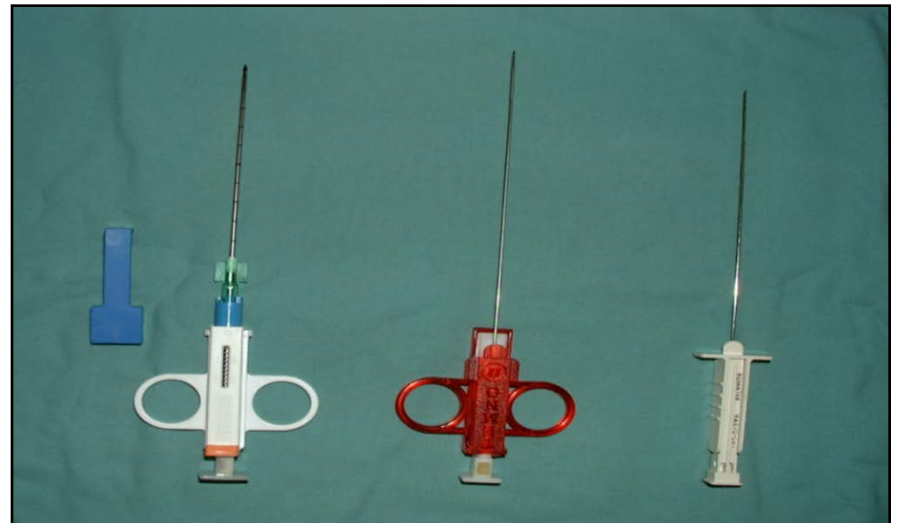
# biopsie – klinické rysy

- plicní rakovina
  - vysoká incidence, nejvyšší mortalita
- histologie, dělení dle biologických vlastností
  - malobuněčný karcinom - SCLC
  - nemalobuněčný karcinom - NSCLC
- vícečetné plicní uzly
  - v 70% mts.



# instrumentárium

- FNAB
- Tru Cut
- vakuové systémy
- BIP „dělo“



# lokalizační drát





# biopsie

- pleurální, plicní, mediastinální leze
- bioptická jehla by měla být
  - co možná nejnižšího gauge (bezpečnost), správné rigidity, dostatečného vnitřního lumen ( pro vyš. cytol. i histol. ), ostrá
- FNAB
  - léze 5-10mm, možnost velkého krvácení, nepříznivé uložení
  - cytologie
  - nízká senzitivita pro benigní léze
- Core Cut
  - léze pod 15mm obtížně
  - histologie
  - coaxiální technika



# biopsie - postup

- rozvaha
  - zda míra rizika intervenčního výkonu s případnými komplikacemi nepřevažuje přínos,
  - alternativy - mediastinoskopie, thorakoskopie, otevřený výkon x biopsie
- farmakologické ovlivnění rizikových faktorů jako je kašel a dechová nedostatečnost
- co nejkratší průnik zdravou plící
- neprocházet interlobiem
- punkce vedená kolmo k pleuře, v rovině řezu
- pomalé vytažení jehly

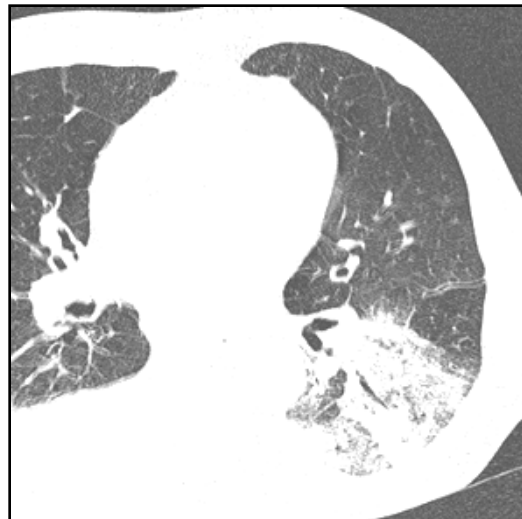
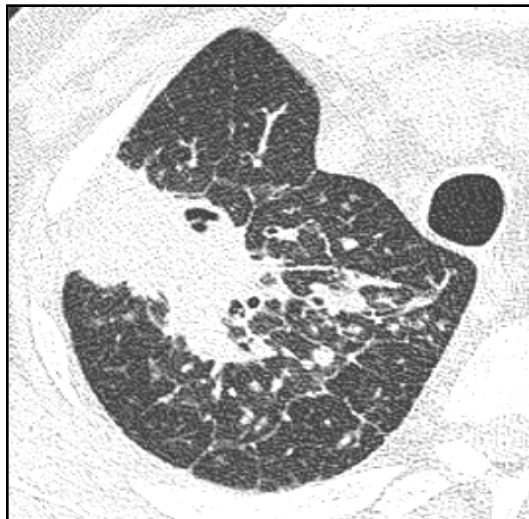
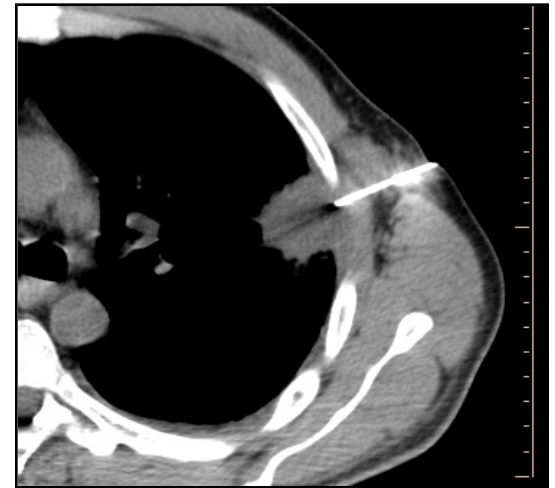
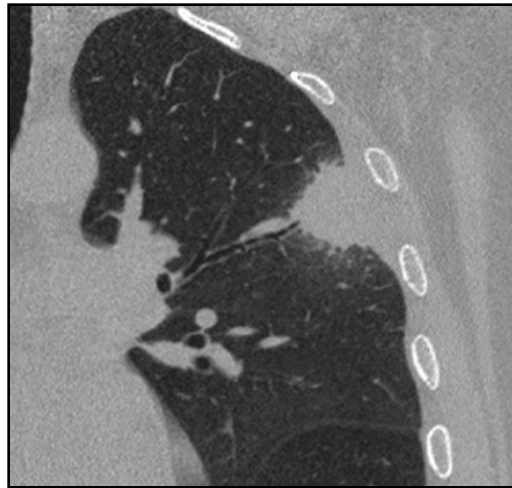
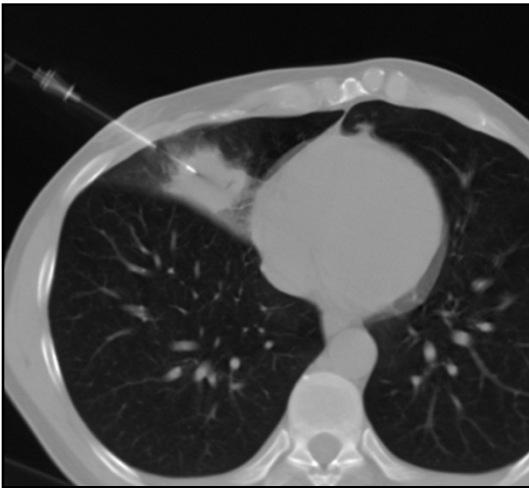


# biopsie - postup

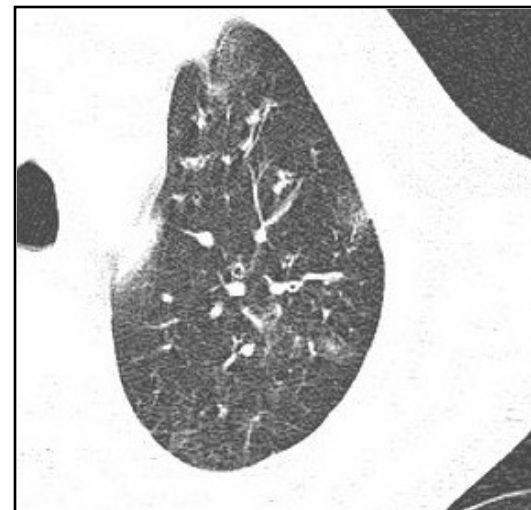
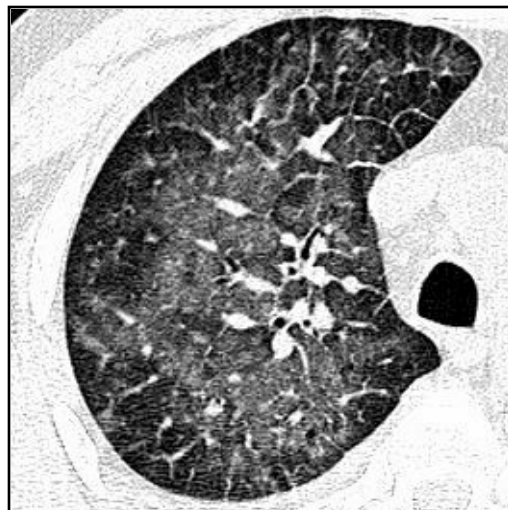
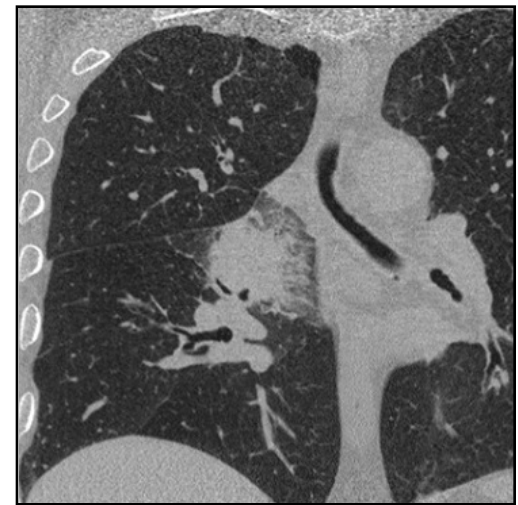
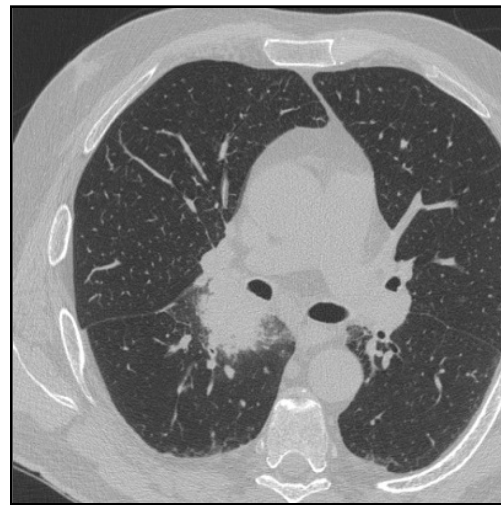
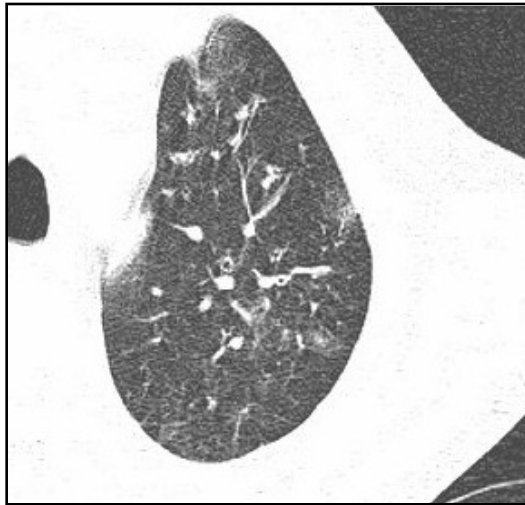
- punkci provádíme v mírném nádechu
- jehlu se styletem je po jeho odstranění nutno ucpat
- 95% alkohol pro fixaci nátěrů
- 10% formalin pro materiál na histol. vyšetření, možno posílat fragmenty tkáně nad 3 mm
- sterilní zkumavky pro mikrobiol. vyšetření



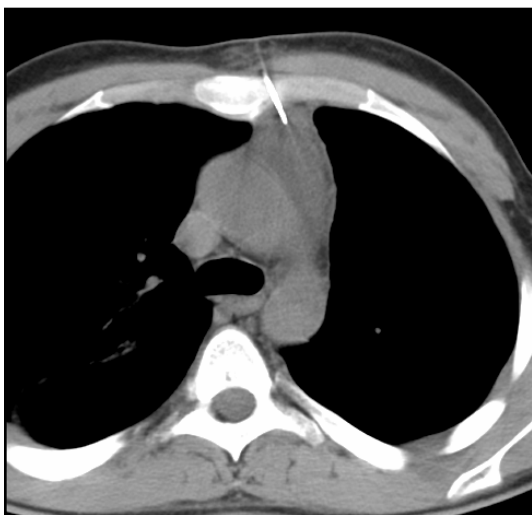
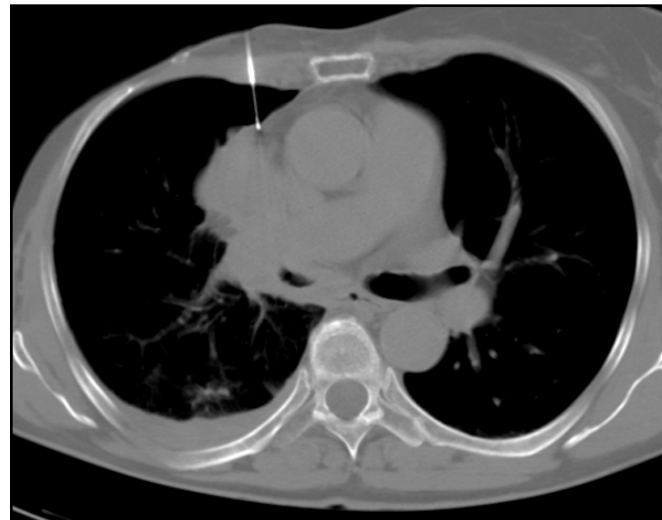
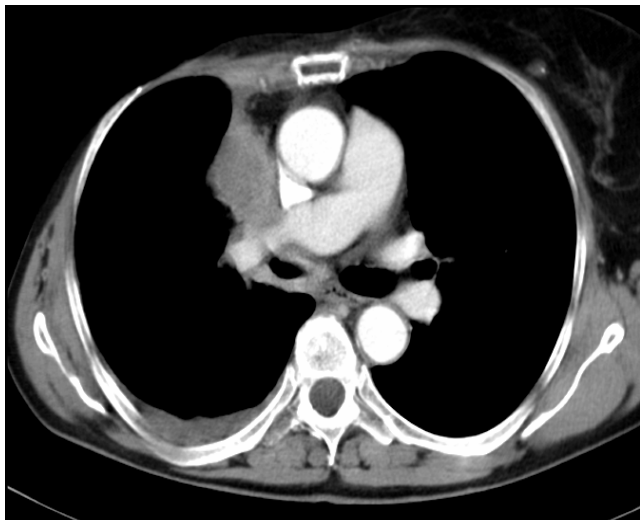
# vhodné k biopsii



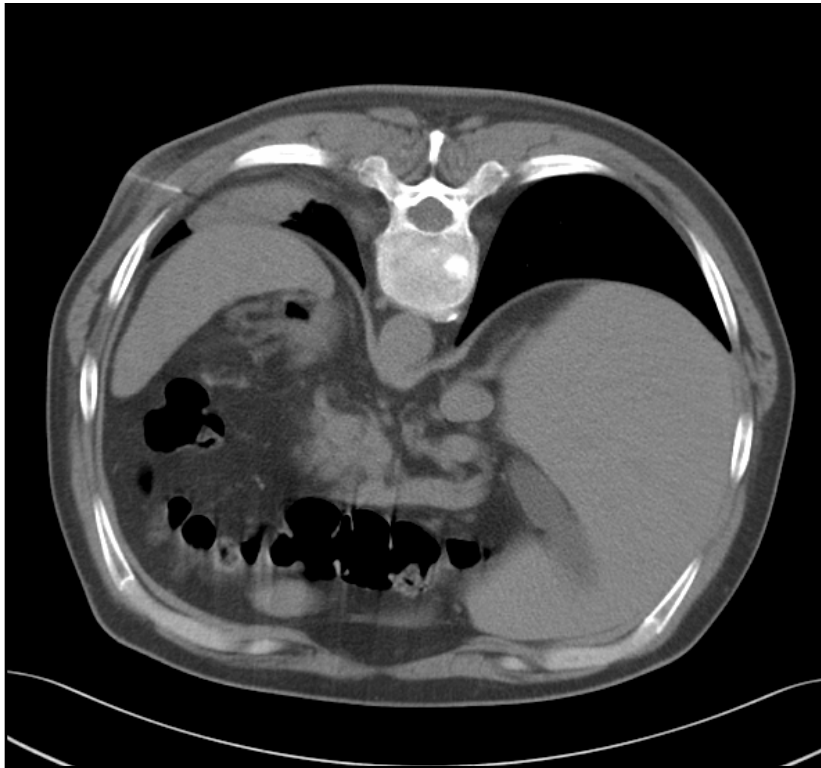
# nevhodné k biopsii



# biopsie - směr



# biopsie - cesta

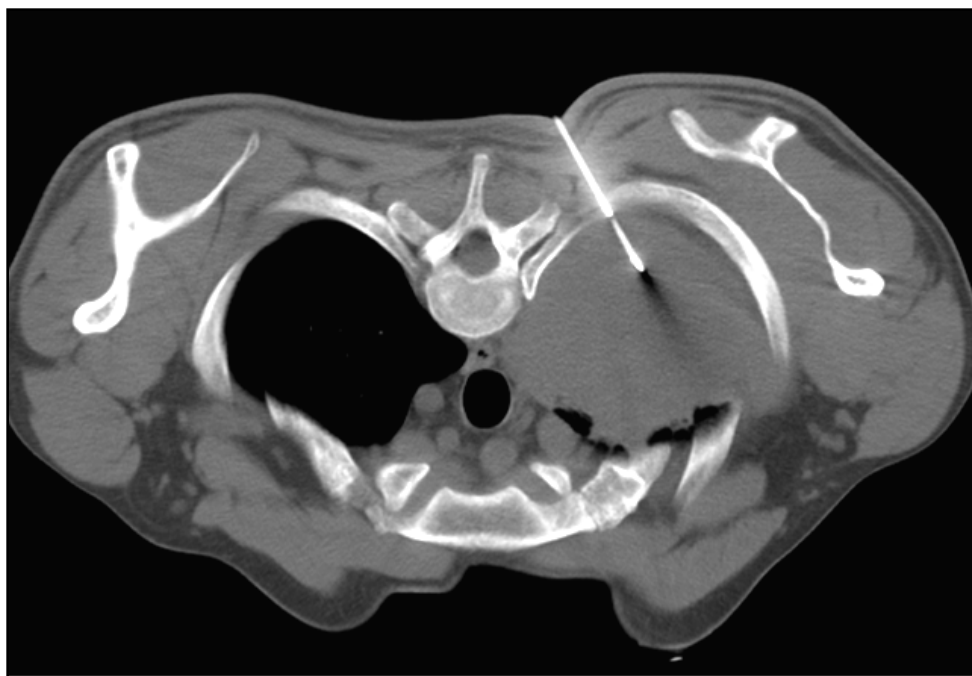


# biopsie - cesta





# biopsie – cesta, paravertebrálně



# biopsie – sledování po výkonu

- kontrolní 2-3 CT řezy bezprostředně po provedení punkce
- poloha pacienta v polosedě na zádech, s místem punkce co nejnižže
- sledování saturace, puls, tlak
- snímek plic vstoje 1 hod. (4 hod.) po výkonu
  - většina komplikací se projeví do 1 hod. po výkonu
  - snímek plic za 24 hod. v případě částečného PNO
- pacient musí být dále sledován
  - bolest na hrudi, dušnost,...



# komplikace

- PNO
  - 15 – 60% (Hisahi, Dondelinger)
- hemoragie (do plic, stěny hrudní)
  - do 10 % (Dondenliger)
- hemoptoe
  - do 8% (Dondelinger)
- implantované metastázy v průběhu punkčního kanálu
- vzduchová embolie
- smrt
  - 0,02 % (Westcot)



# komplikace

- závislost na:
  - uložení léze - orgán, přístupová cesta, okolní struktury,...
  - počtu odběrů
  - tloušťce punkční jehly
  - koagulopatii
  - zkušenostech provádějícího lékaře



**drenáž**



# indikace

- patologické kolekce tekutinové a částečně tekutinové
  - kolekce způsobující tlak na okolí
  - hnis (empyém, mezikličkový absces)
  - sterilní kolekce chronického rázu (maligní výpotek)
- spolupráce klinika, chirurga a radiologa je nezbytná
- CT řízené aspirace nebo drenáže kolekcí tekutiny
  - plnohodnotná alternativa chirurgického výkonu
  - vyšší bezpečnost a efekt než u výkonů prováděných naslepo
  - jakákoliv kolekce v hrudníku může být aspirována nebo drénována
- kontraindikace stejné jako u biopsií



# instrumentárium

- pleuracan s jímačem
- drény
  - jedno / dvoucestné



# drenáž - postup

- CT vyšetření ( nativ, k.l. i.v. ),
  - nutno získat co nejvíce informací, značka
- naplánování vstupu, cesty a uložení drénu
  - cesta - přímá (co nejkratší) linie, nutno se vyhnout cévám
  - gravitační efekt
  - pohodlí nemocného
- premedikace, lokální anestezie
- sterilní podmínky
- incize (event. vytvoření přístupového kanálu)
- aspirace obsahu (jehla 22 G, i silnější – může sloužit pro zavedení vodiče)
- fixace





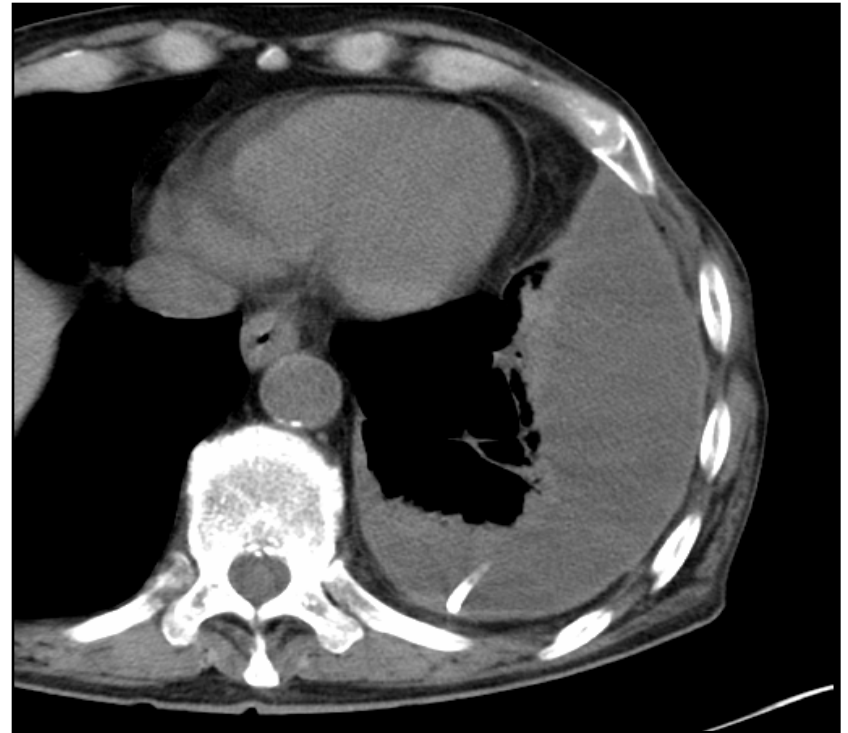
# drenáž - technika

- troakarová technika
  - dnes nejčastěji používaná metoda pro svou jednoduchost a rychlost
- metoda dle Seldingera
  - s využitím vodiče a dilatátoru
  - při anatomicky složitější situaci



# drenáž - vstup

- ideálním místem vstupu je anterolaterální přístup



# komplikace

- závažné – jsou vzácné (5% - Ghaye B, Eur Respir 2001)
  - masivní krvácení (do preformované dutiny / kolem drénu)
  - perforace dutých orgánů
- lehké
  - mírné krvácení
  - kožní infekce
  - bolest v místě inserce
  - kinking (či jiné mechanické poškození drénu)
- cave:
  - rychlé odstranění výpotku, hrozí edém reexpandované plíce

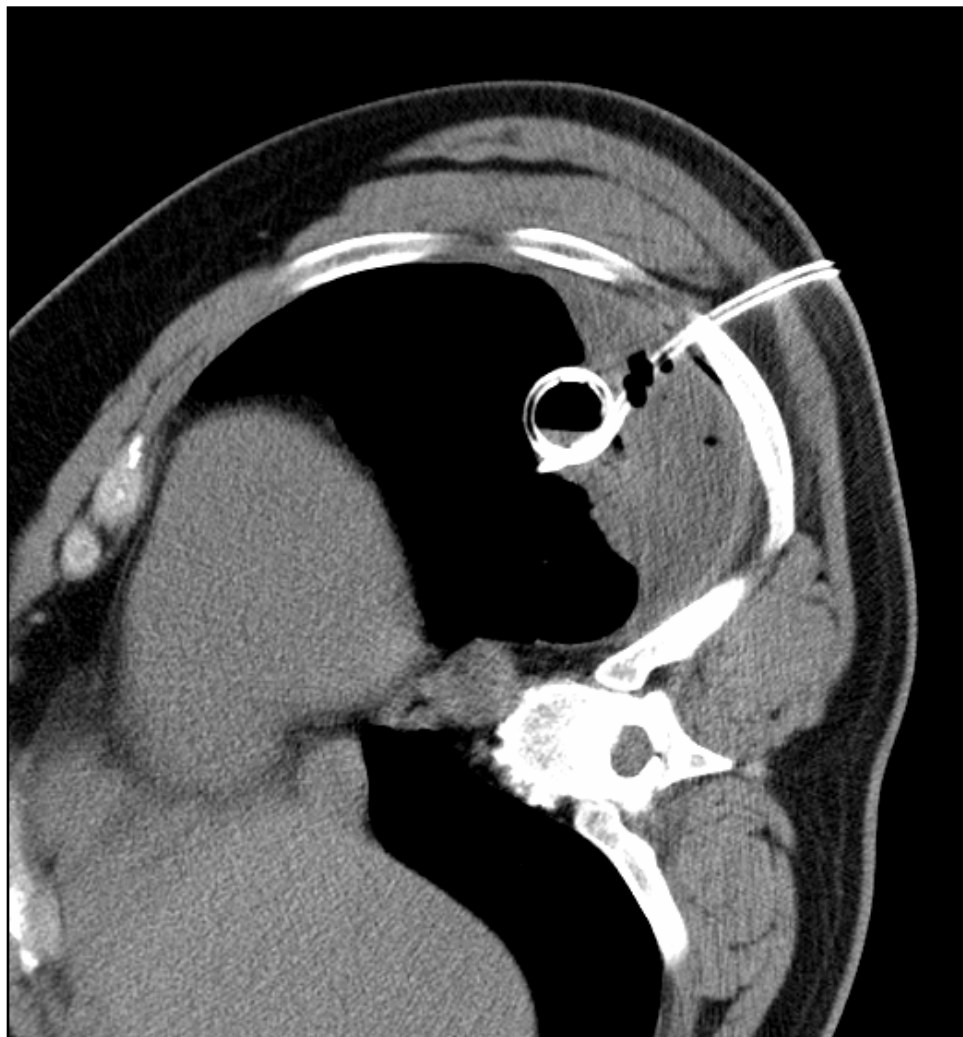


# drenáž – péče o drén

- pasivní drenáž
  - gravitace + nitrobřišní tlak
- aktivní sání
  - hustý obsah, empyémy
- proplachy drénu
  - 2 – 4 x denně malým množstvím fyziolog. roztoku, kontinuální
- kontrola pozice drénu – úprava
- aplikace
  - fibrinolytická agens ( strepto a urokinasa), ATB, talek, bleomycin...
- ukončení
  - klinické zlepšení, klesající sedimentace, afebrilie, kompletní regrese / odpad menší jak 5-10ml po dva dny



# drenáž – kontrola polohy



# drenáž

- špatné načasování, nevhodný přístup



- optimální přístup a načasování



# empyém

- empyém – indikace k drenáži odvisí od stadia vývoje
  - exudativní f. - tekutina bohatá na protein nevyžaduje drenáž
  - fibrino-purulentní f. – viskózní tekutina se zmnožením bb. – vyžaduje drenáž
  - fibroblastická – organizující se f. se zesílením pleury – vyžaduje dekortikaci
- včasná drenáž zabrání přechodu do poslední fáze, fibroblastické zesílení opouzdření empyému (pleury) je nejčastější příčinou neúspěšné drenáže



# plicní kolekce – absces

- většinou je velký, v kontaktu s pleurou (7 – 14 F)
- úspěšnost 70-100 % (do 14 dní - van Sonnenberg E, Radiology 1991)
- kompletní kolaps dutiny po abscesu za 4 - 5 týdnů
- komplikace
  - vzácně vznik pseudoaneuryzmatu ve stěně abscesu při náhlé dekompresi
  - chirurgické řešení u nezvladatelné hemoptýzy nebo u extenzivní nekrotizující pneumonie





# maligní výpotek

- většinou hemoragický
- výpotek, který se opakovaně doplňuje, se obvykle drénuje drény nižšího kalibru - 8 F
- aplikace talku, chemoterapeutika (pleurální sklerotizace)
- kompletní regrese ve 48 – 81%, částečná v 95%



# hemotorax

- potraumatický hemotorax je léčen velkými hrudními drény
- přetrvávající kolekce se septací resp. lokulizací je indikací pro CT řízenou drenáž (i více drénů)
- asi 1 týden po úraze možno opatrně aplikovat fibrinolytikum (kontraindikací je nekontrolované, intrapleurální krvácení)



**RFA**



# princip RFA

- metoda lokální terapeutické destrukce tkáně využívající tepelného účinku procházejícího elektrického proudu o frekvenci řádově stovek kHz
- teplo způsobí v konečném důsledku koagulační nekrózu
- buňky umírají při teplotě 49°C během několika minut vlivem denaturace bílkovin a destrukce cytoplazmatu
- při 60°C dochází k okamžitému odumírání
- při teplotě 105° C dochází k vaporizaci a tvorbě plynu, který zabraňuje šíření tepla do okolních tkání

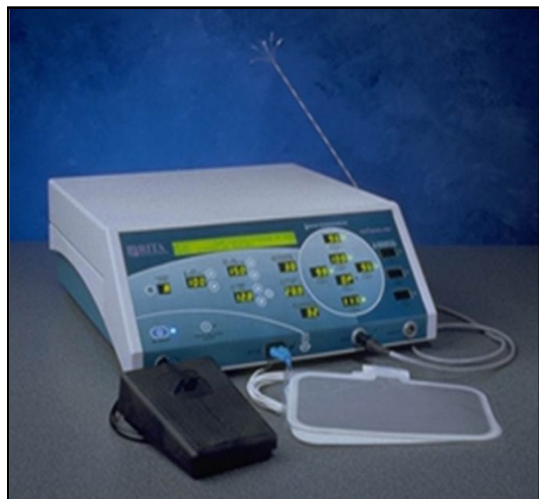


# princip RFA

- heat-sink effect - cévy v okolí odvádí teplo potřebné k dosažení konečné teploty - ty v plicích okolo  $T_u$  většinou chybí
- insulating effect – vzduch v okolní plicní tkáni způsobuje, že teplo - energie se koncentruje uvnitř  $T_u$  ( je potřeba méně energie k dosažení teploty způsobující koagulační nekrózu )
- plicní maligní léze se jeví jako vhodné pro RF ablace, a to zvláště ty, které jsou po celém obvodu lemovány vrstvou plicního parenchymu



# instrumentarium



# RFA plic

- eliminace rizika celkové anestezie, často u pacientů s plicním onemocněním (chronická obstrukční choroba plicní, malá funkční rezerva)
- indikace - neresekovatelné plicní malignity
- plicní karcinom
  - 30% pac. s NSCLC v T1, T2 neoperovatelných
  - NSCLC v 80% bez mts.
  - starší pacienti s komorbiditami
- plicní metastázy
  - lepší přežití při odstranění všech mts.
  - opakované resekce zlepšují přežití



# RFA plic - příprava

- pacient je hospitalizovaný
- pod dohledem a za asistence lékaře ARO
  - analgosedace při obleněném vědomí v lokální anestezii
  - epidurální anestezie
  - nebo v celkové anestezii (vyjímečně)
- příprava jako na jakoukoliv elektrochirurgickou léčbu včetně uzemnění
- monitorujeme TK, EKG, pulzní oximetrii, pulz





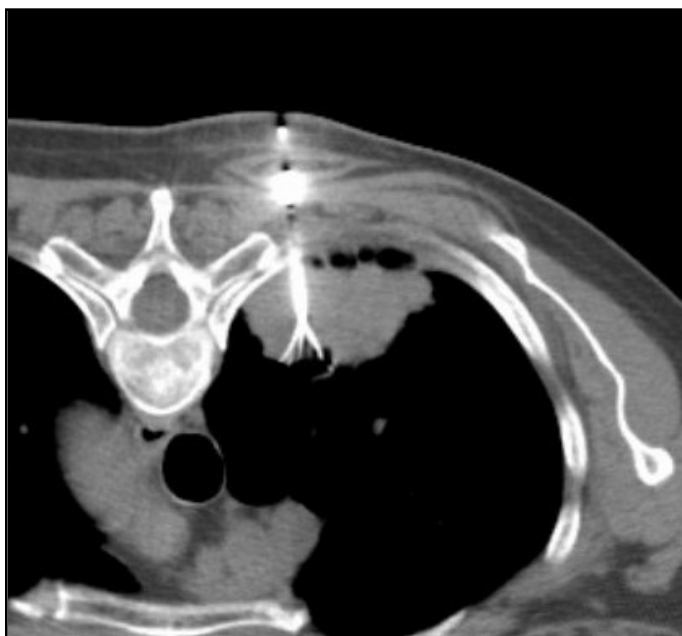
# RFA plic - technika

- minimalizace počtu vpichů
- co nejkratší parenchymatózní přístup
- technika inzerce RFA jehly je obdobná jako u plicních biopsií
- zavedení jehly v podélné ose Tu
- dosažení teploty 60 st. C, max. doba sezení je 12 minut



# RFA plic - zavedení

- zavedení jehly v krátké ose, ale co nejkratším přístupem

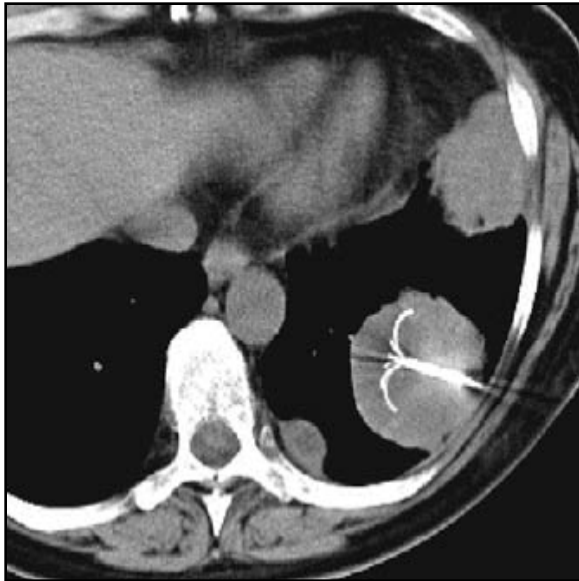


- zavedení jehly v podélné ose, vhodnější

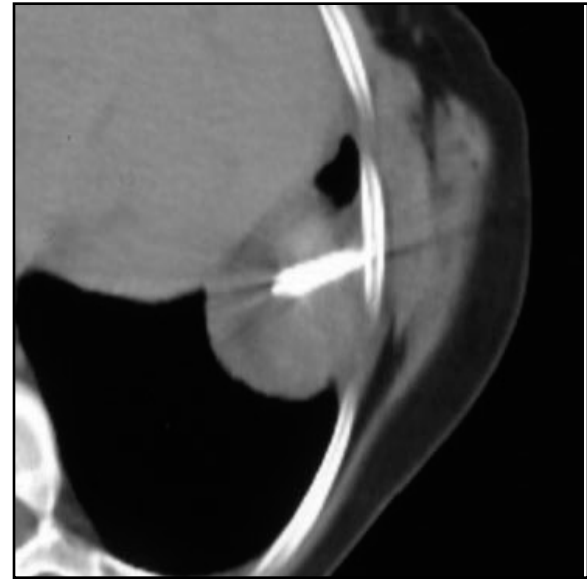


# RFA plic - možnosti

- systém RITA s vytvořením multiarray deštníku
- expandibilní části RITA jehly umožňuje volit jehly dle velikosti a tvaru Tu



- systém Radionics s vnitřně chlazeným hrotem
- variabilita délky aktivního hrotu



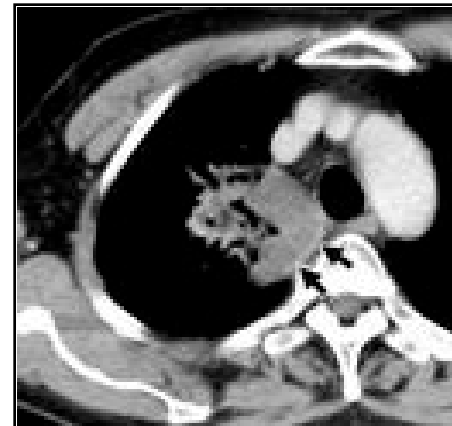
# RFA plic – postup

- u větších Tu je nutno s ablací započít na periferii a postupně jehlu povytahovat
- přesah vějíře jehly Tu nezpůsobuje problém vzhledem k insulating effectu



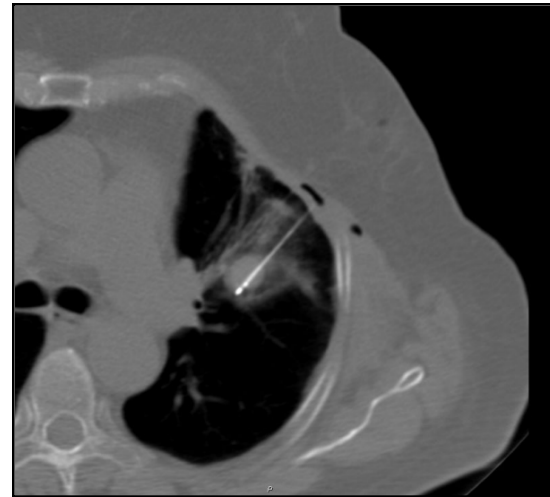
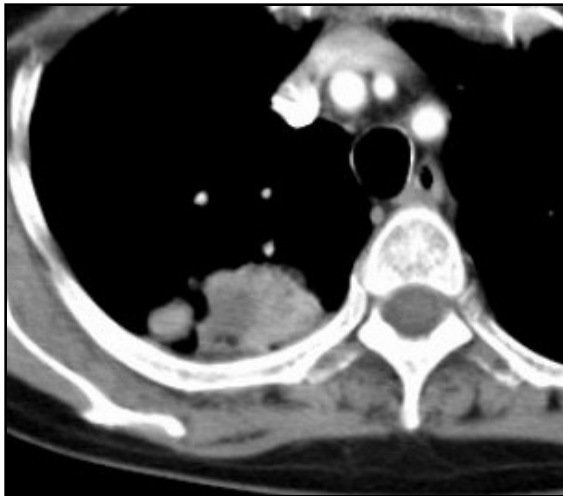
# RFA plic - postup

- kontrolní CT po RFA
- nativ
  - lehké zvýšení denzity v okolí punkčního kanálu
  - snížení denzity Tu
  - GGO okolo Tu
- postkontrastní
  - bezprostředně po RFA nesyťící se zona v periferii Tu (dobré znamení)
  - rim enhancement 24 hod po RFA (neablovaná tkáň)

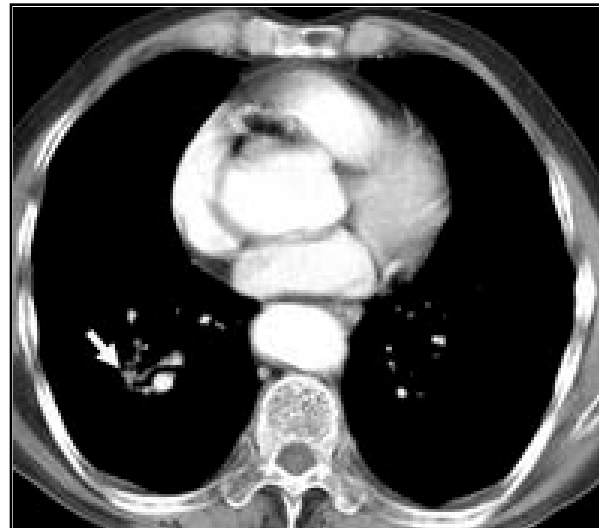
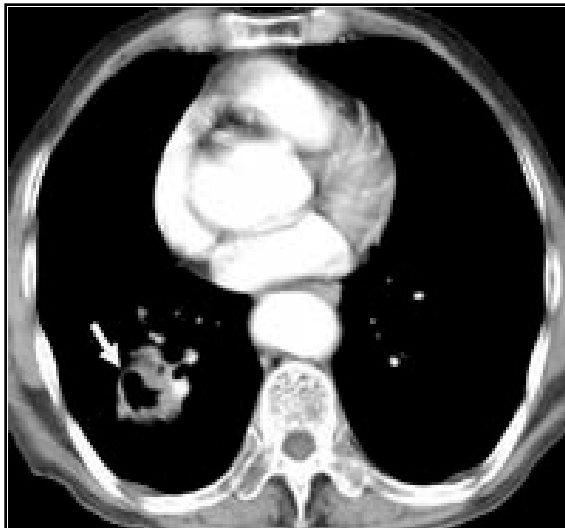


# RFA - postup

- malé tumory (kolem 3 cm a méně)
  - halo sign GGO v šíři 0,5 cm je vedle téměř nulového sycení známkou dobře provedené ablace
- velké tumory (5 cm a více)
  - je obtížné dosáhnout kompletního léčebného efektu
- dceřinná ložiska je nutné ablovat zvlášť



# RFA plic - postup



# RFA plic - follow up

- CT s k.l. i.v.
  - ihned po ukončení RFA 24 hod. po RFA
  - 1 týden po RFA
  - 1 - 3 měsíce po RFA
  - každé 3 měsíce v prvním roce
- umožní vcelku exaktní posouzení recidivy nebo progresse onemocnění





# RFA plic - komplikace

- komplikace – oproti RFA jater jsou čtenější (0,2% mortality, 1,7% morbidity - Solbiati et al.: Radiology 2004)
- až v 76%, závažné 10% (vyžadují intervenci)
- PNO, výpotek
- ARDS
- subkutánní emfyzém
- obstruktivní pneumonie – absces
- krvácení
- teplota, kašel, hemoptýza, bolest myalgie



# RFA plic - komplikace

- pokud je Tu uložen v blízkosti velkých cév nebo bronchů hrozí nekontrolované krvácení či vytvoření bronchopleurální píštěle
- heat-sink effect toto riziko krvácení snižuje
  
- kontraindikace – relativní
  - zcela nespolupracující pacient
  - nevhodně uložený Tu, příliš velký Tu
  - větší počet ložisek (např. metastáz)



# RFA plic

