VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s., PRAHA 5

RADIODIAGNOSTICKÉ METODY PLICNÍCH ONEMOCNĚNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PETRA KVĚŠKOVÁ

Stupeň kvalifikace: bakalář

Komise pro studijní obor: radiologický asistent

Vedoucí práce: MUDr. Lenka Patlejchová

Praha 2012

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.
se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00

Kvěšková Petra
2. A RA

Schválení tématu bakalářské práce

Na základě Vaší žádosti ze dne 6. 4. 2011 Vám oznamuji schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Radiodiagnostické metody plicních onemocnění

Radiodiagnostic Methods in Pulmonary Disease

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Lenka Patlejchová

V Praze dne: 1. 9. 2011

prof. MUDr. Zdeněk Seidl, CSc.
rektor

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma „Radiodiagnostické metody plicních onemocnění“ vypracovala samostatně a všechny použité zdroje jsem uvedla v seznamu použité literatury.

Souhlasím s tím, aby byla má bakalářská práce použita ke studijním účelům.

V Praze dne 25. března 2012 …….

Kvěšková Petra

Poděkování

Děkuji vedoucí práce MUDr. Lence Patlejchové za trpělivost, odborné vedení, připomínky, které mi ochotně poskytla při vypracovávání mé bakalářské práce.

ABSTRAKT

KVĚŠKOVÁ, Petra. *Radiodiagnostické metody plicních onemocnění.* Vysoká škola zdravotnická, o. p. s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: MUDr. Patlejchová Lenka, Kladno. 2012. 53 stran, 5 stran příloh.

V současné době se onemocnění plic vyskytuje na předních místech statistik onemocnění světové populace. Vhodně zvolená vyšetřovací metoda může sloužit k určení včasné diagnózy a následně i odpovídající léčby. Téma práce bylo zaměřeno na využití moderních zobrazovacích metod v diagnostice plicních onemocnění.

V teoretické části byly popsány v dnešní době využívané zobrazovací metody. Mezi tyto metody patří skiagrafie, ultrasonografie, výpočetní tomografie, scintigrafie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie a metody intervenční radiologie. Pozornost byla věnována i jednotlivým plicním onemocněním. V poslední době se začala využívat i metoda PET/CT, ale z důvodu finanční a časové náročnosti se nestala běžnou vyšetřovací diagnostickou metodou. V praktické části práce byl vytvořen ucelený přehled jednotlivých diagnostických vyšetřovacích postupů. Zároveň uvádíme jejich popis a základní rozdělení. Okrajově je zmíněna i anatomie a fyziologie příslušných orgánů.

Klíčová slova:
Angiografie. Magnetická rezonance. Nativní snímek hrudníku. Plicní onemocnění. Rentgenové záření. Scintigrafie. Ultrasonografie. Výpočetní tomografie.

ABSTRACT

KVĚŠKOVÁ, Petra. Radiodiagnostic Methods In Lung Deseases. Medical University. Qualificational level: bachelor's degree. Supervisor: MUDr Patlejchová Lenka, Kladno. 2012. 53.pages, 5 pages of supplement.

The pulmonary deseases are at present in foreground among deseases of the whole world population. Appropriately chosen diagnostic method can help to establish an early diagnose and subsequently start a propper treatment. The theme of this work was focused on using modern diagnostic methods of pulmonary deseases.

Today used diagnostic methods were subscribed in theoretical part. That includes conventional x-rays, ultrasonography, coputed tomography, scintigraphy, magnetic rezonance, PET and methods of interventional radiology. I focused also on particular pulmonary deseases. The PET/CT invesatigation is lately used but it is quite demanding in the terms of time anf finance. That is why it did not become a common investigation method yet.

In practical part there created a complete summary of diagnostic methods. This work includes the subscription of diagnostic methods ans their basic sorting. Anatomy and physiology of corresponding body parts and organs are mentioned just marginally.

Key words:
Angiography. Pulmonary deseases. Magnetic resonance. Native thoracography. X-rays. Scintigraphy. Ultrasonoghraphy. Computed tomography.

SEZNAM ZKRATEK

BCA	bronchogenní karcinom
CT	výpočetní tomografie (computed tomography)
CTA	výpočetní tomografie angiografie
FDG	fluoro-2-deoxy-D-glukóza
KL	kontrastní látka
MHz	megahertz
MIP	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
PET	pozitronová emisní tomografie
RTG	rentgenové záření
TEP	totální endoprotéza
USG	ultrasonografie
VRT	objemová rekonstrukce

OBSAH

ÚVOD 10
1. NYNĚJŠÍ STAV 11
1.1 Zobrazovací metody 11
1.1.1 Skiagrafie 11
1.1.2 Výpočetní tomografie 12
1.1.3 Metody nukleární medicíny 14
1.1.3.1 Scintigrafie 14
1.1.3.2 PET/CT 15
1.1.4 Digitální subtrakční angiografie 16
1.1.5 Ultrasonografie 17
1.1.6 Magnetická rezonance 18
1.2 Anatomie dýchacích cest 19
1.2.1 Horní cesty dýchací 19
1.2.2 Dolní cesty dýchací 20
1.3 Plicní onemocnění 22
1.3.1 Vrozená onemocnění 23
1.3.2 Nádory 23
1.3.2.1 Nádory plic a bronchů 24
1.3.2.2 Nádory pleury 25
1.3.3 Záněty dýchacího ústrojí 26
1.3.3.1 Záněty bronchů a trachey 26
1.3.3.2 Záněty plic 27
1.3.3.2.1 Povrchové záněty plic 27
1.3.3.2.2 Intersticiální nehnisavá pneumonie 30
1.3.4 Změny dušnosti plic 31
1.3.5 Porucha plicní cirkulace 32
1.3.6 Další onemocnění plic 33

2. CÍL PRÁCE 34

3. METODIKA 35

4. VÝSLEDKY 36
4.1 Nativní snímek hrudníku 37
4.1.1 Zadopřední přehledný snímek hrudníku 37
4.1.2 Boční snímek hrudníku 37
4.2 Výpočetní tomografie 38
4.3 Metody nukleární medicíny 40
4.3.1 Scintigrafie plicní ventilace 41
4.3.2 Perfuzní plicní scintigrafie 42
4.3.3 PET/CT 44
4.4 Digitální subtrakční angiografie 45
4.5 Ultrasonografie 47
4.6 Magnetická rezonance 47

5. DISKUSE 49

6. ZÁVĚR 51

SEZNAM LITERATURY 52

PŘÍLOHY

ÚVOD

Tématem této bakalářské práce jsou „Radiodiagnostické metody plicních onemocnění“. Na vyšetřovací metody plicních onemocnění má velký vliv technický pokrok v zobrazovacích diagnostických metodách. Průlom ve vyšetřovacích metodách zaznamenalo vyšetření výpočetní tomografií. Neustálým zdokonalováním a zaváděním nových konstrukčních prvků postupně došlo k vytlačení dříve rutinních vyšetřovacích metod (skiaskopie, bronchografie, tomografie) nebo k jejich omezení (angiografie). Díky vyspělosti přístrojové techniky lze včas určit vhodnou diagnózu a následně i cílenou léčbu.

Došlo i ke zdokonalení kvality používaných kontrastních látek a následně ke snížení zdravotního rizika pro samotné pacienty.

Cílem této bakalářské práce je zmapování moderních radiodiagnostických metod, jejich vzájemné porovnání a určení jejich výhod a nevýhod.

1 NYNĚJŠÍ STAV

V posledních letech se zvýšil výskyt plicních onemocnění. Zobrazovací metody v oboru diagnostiky plicních onemocnění mají nepostradatelnou roli. I přes značný technický pokrok v oboru radiologie je prostý snímek hrudníku metodou první volby, jelikož poskytuje základní informaci za nízkou cenu a při minimální radiační zátěži. Při podezření na patoligii nebo pro její upřesnění na prostém snímku plic a při nevysvětlitelném klinickém nálezu je možné indikovat CT vyšetření. Mezi další metody ozřejmující případné onemocnění lze řadit radioizotopové metody, angiografické metody, ultrasonografické metody či magnetickou rezonanci.

1.1 Zobrazovací metody

Mezi základní moderní radiodiagnostické metody sloužící k zobrazení plicních onemocnění patří :

1.1.1 Skiagrafie

Rentgenové záření bylo objeveno 8. 11. 1895 Wilhelmem Conradem Röntgenem ve fyzikálním ústavu ve Würzburgu. Röntgen při pokusech s katodovými trubicemi objevil dosud neznámé záření. 28. 12. 1895 publikoval svoji práci „Über eine neue Art von Strahlen“ („O novém druhu záření“). Záření nazval zářením X. Roku 1901 byla udělena Wilhelmu Conradu Röntgenovi vůbec první Nobelova cena za fyziku. Na jeho počest byly paprsky X nazvány Röntgenovými paprsky (CHUDÁČEK, 1993, s. 15).

Pro zhotovení RTG snímku je zapotřebí tří komponentů: rengenka jako zdroj záření, objekt zájmu a záznamové médium. Výsledkem je dvojrozměrný obraz trojrozměrného objektu – pacienta. Tohoto výsledku dosáhneme pomocí rentgenového záření (elektromagnetické vlnění o velmi krátké vlnové délce 10^{-8}–10^{-12} nm), které je neviditelné, šíří se rychlostí světla, ve vakuu ubývá se čtvercem vzdálenosti. Záření prochází hmotou, v níž se částečně absorbuje. Množství absorbovaného záření závisí na složení hmoty (protonovém čísle, hustotě a tloušťce), kterou prochází, a na kvalitě

záření. V hmotě vyvolá ionizaci a excitaci atomů. Záření způsobí tzv. fotochemický efekt a vyvolá luminiscenci – vznik viditelného světla – tzv. luminiscenční efekt (NEKULA A KOL, 2005).

Na počátku historie oboru radiodiagnostiky se vyvolávání filmů provádělo ručně. V současné době jsou využívány vyvolávací automaty, ve kterých jsou automaticky nastaveny řízené procesy, kdy sada válečků uvnitř vyvolávacího automatu reguluje posun filmu během vyvolávacího procesu. Nejprve projde film *vývojkou*, v níž jsou redukovány ionty stříbra za vzniku viditelného obrazu. Dále přechází film do *ustalovače*, kde je zbaven zbytkového stříbra. Dalším nezanedbatelným krokem je důkladné *propláchnutí* filmu *ve vodě*, kterým dojde k odstranění zbylých chemikálií. Posledním nezbytným krokem je *sušení* filmu za pomoci teplého vzduchu (CHUDÁČEK, 1993).

V současné době se do popředí dostává digitální radiografie před radiografií analogovou. U digitální radiografie získáme snímky v digitální podobě. Tuto metodu dělíme na přímou a nepřímou digitalizaci.

Při nepřímé digitalizaci se používají podobně jako při analogovém zobrazení RTG kazety, pouze filmový materiál je nahrazen paměťovými fóliemi. Latentní obraz, který je zanesen na paměťovou fólii, je zviditelněn pomocí speciálního čtecího zařízení. Výsledný RTG obraz je možné upravovat dle potřeby radiologa (např. upravit jas a kontrast apod.). Tento proces nazýváme postprocesing.

Naopak u přímé digitalizace je rentgenové záření zachyceno na matici detektorů bez použití RTG filmu nebo paměťové fólie. Následně dojde k jeho převedení na elektrický signál, který je vzápětí upraven a pomocí příslušného softwaru převeden na digitální RTG obraz, jenž se poté archivuje.

Neexistuje absolutní kontraindikace. Relativní kontraindikací je těhotenství, velmi důležité je vykrývání pohlavních orgánů a štítné žlázy ochrannými prostředky a dosáhnutí co nejmenší skiagrafické nebo skiaskopické dávky (NEKULA, 2005).

1.1.2 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie vznikla na podkladě možnosti digitálního zpracování dat získaných při tomografickém vyšetření. Do praxe byla tato metoda zavedena již v 70. letech minulého století. Allan McLeod Cormack položil teoretický základ výpočetní tomografie. Godfrey Newbold Hounsfield v roce 1972 sestrojil první klinický CT přístroj. CT přístroje 1.–3. generace využívají k získání tomografického řezu koordinovaný pohyb dvou ze tří prvků systému (tj. rentgenky a detektorů záření), které se pohybují (rotují) kolem oblasti zájmu. U CT přístrojů 4. generace byly detektory statické, pohybovala se pouze rentgenka. Tato generace CT se pro svoji geometrickou nepřesnost v medicíně neprosadila (VÁLEK aj., 1998). Vývoj pokročil následným sestrojením tzv. multi-slice CT, což jsou nelokální přístroje se 2 či více (až 46) řadami detektorů, které zároveň snímají data z více vrstev vyšetřované tkáně (VÁLEK, 1998).

Princip výpočetní tomografie je podobně jako u konvenčního snímkování založen na zeslabování svazku rentgenového záření při průchodu vyšetřovaným objektem, tedy na principu denzitometrie. Svazek záření je vycloněn ve tvaru vějíře, jehož šířka určuje šířku zobrazované vrstvy. Záření po průchodu pacientem dopadá na detektory uložené v kruhové výseči. V detektorech je registrováno množství dopadajícího záření a je převedeno na analogový elektrický signál, který je posléze zpracován do digitální podoby (analogově-digitální převodník), tedy do hrubých dat. Tato data jsou pomocí softwaru zpracována na výsledný obraz (NEKULA A KOL, 2005).

Výsledný obraz je složen z dvourozměrné sítě čtverečků (matice – matrix). Plocha CT řezu je rovnoměrně rozložena na čtvercové prvky. Velikost matice udává, z kolika pixelů se výsledný obraz CT skládá. Nejčastěji se používá matice 512 x 512. Někdy i matice 1024 x 1024. Čím je matice vyšší, tím je také vyšší prostorové rozlišení, a tedy i jemnější rekonstruovaný obraz. Ve skutečnosti se vyšetřuje objem, nikoli plocha. Získaná vrtsva má určitou tloušťku, a proto výsledný obraz nemá tvar čtverce, ale kvádru (voxel). Výsledný voxel je závislý na velikosti a tloušťce samotné vrstvy (VÁLEK, 1998).

Výsledný obraz je možno zpracovat na MPR (multiplanární rekonstrukce) rekonstrukce vytvořené z trojrozměrného objemu. Nejčastěji se využívá rovina frontální a sagitální. Mezi další rekonstrukce proveditelné na CT spadá MIP (maximum intensity projection) rekonstrukce, kdy dochází k zvýraznění struktur s vyšší denzitou (kosti, cévy naplněné KL atd.), dále pak MiniP (minimum intensity projection), která naopak

využívá denzity jednotlivých pixelů odpovídajících co nejmenší denzitě (nejčastěji využívaná při vyšetřování dýchací soustavy, zejména tracheobronchiálního stromu) (SCHOEPF, 2004). Mezi využívané rekonstrukce patří i VRT (volume rendering technique), která slouží k rychlému a přehlednému prostorovému zobrazení. Je možné aplikovat i virtuální endoskopii, která se využívá k zobrazení dutých orgánů (tlusté střevo, dýchací cesty atd.) (FERDA, 2009).

Rozlišovací schopnost je oproti analogovému obrazu omezená. Je určena velikostí zobrazovacího pole a maticí. Těžiště CT není založeno na rozlišení geometrickém, ale na rozlišení kontrastů. Možností přesného stanovení denzity jednotlivých tkání má CT před analogovým zobrazováním významnou a důležitou převahu. Denzita je míra oslabení záření v jednotlivých částech vyšetřovaného objektu a uvádí se v Hounsfieldových jednotkách (HU). Hodnota vody odpovídá 0 HU, kost + 1000 HU a hodnota vzduchu – 1000 HU. Jednotlivé denzity tkání jsou stavebními kameny následných rekonstrukcí (VÁLEK A KOL, 1998).

Při popisu nálezů na CT skenů se užívají termíny: hypodenzní (s nižší denzitou – na CT obrazu se jeví jako tmavší), izodenzní (se stejnou denzitou) a hyperdenzní (s vyšší denzitou – na CT obrazu světlejší). Mezi hyperdenzní ložiska řadíme čerstvé krvácení nebo cévní dysplazie. K hypodenzním ložiskům patří většina nádorů, ischemie, záněty. Délka vyšetření závisí na rychlosti přístroje, rozsahu vyšetřované oblasti a případné aplikaci KL.

1.1.3 METODY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Nejvíce využívanou metodou v oboru nukleární medicíny aplikované v diagnostice plicních onemocnění je scintigrafie plic, a to hlavně k ozřejmění plicní embolie, dále je možné využít i hybridní metody PET/CT, a to většinou aplikované u onkologických onemocnění, jako je primární plicní tumor, např. bronchogenní karcinom plic.

1.1.3.1 Scintigrafie

Scintigrafie patří do samostatného lékařského oboru nukleární medicíny, který se zabývá aplikací radiofarmak pro diagnostické a terapeutické účely. Diagnostické metody v nukleární medicíně se rozdělují na vyšetření in vivo a in vitro.

Při vyšetření in vivo se do těla aplikují radiofarmaka a neinvazivním způsobem se studují fyziologické a biochemické změny v těle. Při scintigrafickém vyšetření se sleduje prostorová distribuce radiofarmak v těle a jejich výsledný obraz. Radiofarmaka užívaná při scintigrafii in vivo se do těla aplikují pomocí otevřených zářičů (roztok, plyn), jenž při své přeměně emitují záření gama. Gama záření se v těle absorbuje pouze částečně, lze ho registrovat i pomocí přístrojů se scintilačními detektory umístěnými v blízkosti těla.

Při vyšetření in vitro se využívá radioaktivních látek ke stanovení koncentrace např. hormonů v krvi. Při této metodě se pracuje pouze se vzorkem krve, kdy pacient nepřijde do styku s radioaktivní látkou. Radionuklid se opět měří pomocí scintilačních detektorů (URBÁNEK, 2002).

1.1.3.2 PET/CT

V poslední době se do popředí dostává moderní hybridní zobrazovací metoda v nukleární medicíně PET/CT, která umožňuje záznam jak anatomického, tak i funkčního zobrazení dané oblasti. Tato metoda je výhodnější než superpozice snímků z důvodu odstranění počítání složitých geometrických úprav obrazů. Je založena na kompletaci dvou základních metod, a to pozitronové emisní tomografii a výpočetní tomografii (URBÁNEK, 2002).

Tomografické zobrazení se v nukleární medicíně označuje pojmem emisní tomografie, na rozdíl od transmisní tomografie rentgenové (CT) je záření emitováno ze zdroje uvnitř pacienta. Jsou známy dvě metody: jednofotonová emisní tomografie (*single photon emission computed tomography*, SPECT) a pozitronová emisní tomografie (*positron emission tomography*, PET). Obě metody se liší přístrojovým vybavením, zpracováním výsledků a klinickými aspekty. SPECT je tomografickou variantou běžné planární scintigrafie, oproti tomu PET je samovolná vyšetřovací

metoda, která slouží pro zobrazení funkčních dějů s obrovským diagnostickým potenciálem (URBÁNEK, 2002).

Pro vyšetření SPECT se využívají stejná radiofarmaka a podobné vyšetřovací metody jako u planární scintigrafie. Vyšetření SPECT jsou většinou statická, dynamická vyšetření se výrazně nerozšířila. Snímání v mnoha projekcích trvá dlouhou dobu a pokud se během snímání změnila distribuce radiofarmaka velmi rychle, není možno provést dynamické vyšetření (URBÁNEK, 2002).

Hlavní výhodou SPECT oproti scintigrafii planární je vyšší kontrast snímků a možnost kvantifikace množství radiofarmaka ve tkáni (při tomografickém zobrazování se neuplatňuje sumační efekt, který snižuje výsledný obraz jako při planárním zobrazení). Oproti tomu šum je u planárních zobrazovacích metod statický. Šum u SPECT obrazu je o řád vyšší, je dán zpětnou rekonstrukcí tomografického obrazu z velkého množství snímaných projekcí. V klinické praxi SPECT se využívají rotační scintilační kamery s jednou nebo více detekčními hlavami. Tyto detekční hlavy se během vyšetření otáčejí kolem dlouhé osy pacienta a postupně zaznamenávají projekce vyšetřované oblasti z různých úhlů (URBÁNEK, 2002).

Princip pozitronové emisní tomografie spočívá v detekci záření vycházejícího z radiofarmaka, které je pacientovi podáno i.v. před vyšetřením. Nejvíce používaným radiofarmakem je FDG (2-[$_{18}$F] fluoro-2-deoxy-D-glukóza), která je stejně jako glukóza transportována do buňky, kde je přeměněna na 2-FDG-6-fosfát, jenž se už dále neúčastní metabolických pochodů a dochází k jeho hromadění v samotné buňce. Kupí se zejména v buňkách metabolicky aktivních, a to hlavně nádorových, ale i zánětlivých, jež mají zmnožené transportní mechanismy pro glukózu. $_{18}$F se v nich rozpadá a emituje pozitron, který ve tkáni interaguje s elektronem za vzniku dvou fotonů záření gama o energii 511 keV. Obě kvanta se z místa anihilace pohybují opačným směrem. Po dopadnutí obou těchto kvant na krystaly PET detektoru je zaznamenán bod, který je součástí výsledného obrazu (PRAKTICKÁ RADIOLOGIE, 2007).

1.1.4 Digitální subtrakční angiografie

Obecně angiografie znamená zobrazení cév. Angiografii lze rozdělit na arteriografii (zobrazení tepenného řečiště) a flebografii (zobrazení žilního systému). Základem digitální subtrakční angiografie je digitalizace skiaskopického obrazu a následná počítačová subtrakce obrazu před a po aplikaci kontrastní látky. Subtrakce vede k odstranění nežádoucích struktur (zejména skeletu) patrných na nativním obrazu. Angiografická vyšetření jsou prováděna na specializovaných pracovištích, kdy základem je angiografický komplet (NEKULA A KOL, 2005).

1.1.5 Ultrasonografie

Ultrasonografie je vlnění vázané na hmotu. Využívá odrazu ultrazvukových vln od tkání s různou akustickou impedancí. Ultrazvuk se absorbuje, odráží a rozptyluje při průchodu hmotou. Ultrazvuk používaný v lékařské diagnostice má frekvenci od 2–15 MHz, pro zobrazení povrchových struktur se využívá frekvence 5–15 MHz, k zobrazení hlubších struktur se používá sonda o frekvenci 2–5 MHz. K odrazu dochází na rozhraní různě hustých tkání. Nejlépe se šíří v kapalinách, v plynech a pevných látkách je výrazně tlumen. Proto orgány za skeletem nebo plynem nelze vyšetřovat, neboť dochází k odrazu téměř všech ultrazvukových vln. Zdrojem ultrazvuku je piezoelektrický krystal, který se nachází ve vyšetřovací sondě. Tento krystal působením střídavého proudu deformuje svůj tvar. Opačný princip je využíván k zachycení odrazů – ech. Tato intenzita odrazu informuje o velikosti rozdílu rozhraní tkání a času od vyslání signálu k jeho návratu a vzdálenosti od zdroje (NEKULA A KOL, 2005).

Nejčastěji používaným typem ultrazvukového obrazu je *dynamický B-mode*. Tento obraz vzniká zachycením velkého množství vedle sebe umístěných odrazů, kterým je v závislosti na intenzitě přiřazen na monitoru příslušný stupeň šedi. Při popisu těchto obrazů se používá termín *hyperechogenní* (na obraze světlejší), *izoechogenní, hypoechogenní* (na obraze tmavší – homogenní tkáně) a *anechogenní* (na obraze černé – tekutiny). Jedná se o vyšetření v reálném čase.

Dalším typem ultrazvukového obrazu je *M-mode*, využívá se v echokardiografii. Výsledkem je soubor křivek zaznamenávajících pohyb. Často je také používána *dopplerovská technika*, která využívá dopplerovského jevu. Tento jev je založen na

změně frekvence mechanického vlnění při odrazu od pohybujícího se objektu. Výsledkem je křivka nebo barevný záznam (NEKULA A KOL, 2005).

1.1.6 Magnetická rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí patří mezi neinvazivní vyšetřovací metody od konce 70. let, kdy se začala postupně praktikovat v lékařství. Základem magnetické rezonance je magnetické pole, které se nachází v okolí každé elektricky nabité částice, která jako každá jiná pohybující se částice elektricky nabitá vykazuje tzv. magnetický moment. Využívá se prvků s lichým nukleonovým číslem, jelikož prvky se sudým nukleonovým číslem si vzájemně magnetický moment spárováním nukleonů vyruší (VÁLEK, 1996).

Nejvíce využívaným prvkem v MR je ^{1}H, který je obsažen ve 2/3 lidské tkáně a jehož magnetický moment je relativně silný, proto jsou jeho změny dobře měřitelné. Využívá se pouze atomového jádra, které se skládá z protonů a neutronů. Protony mají kladně nabitý náboj, který neustále rotuje okolo vlastní osy. Tento pohyb nazýváme spin. Spin vyvolává magnetické pole nukleonů, které je charakterizováno magnetickým momentem. Bez působení vnějšího silného magnetického pole se protony pohybují zcela nahodile. Umístíme-li analyzovanou tkáň do silného magnetického pole, zorientují se magnetické momenty do paralelního a antiparalelního postavení, kdy antiparalelní postavení je energeticky náročnější. Tkáň tedy vykazuje magnetický moment, kdy protony rotují nejen okolo své vlastní osy (spin), ale i po pomyslném plášti kužele (precese), kdy jednotlivé tkáně mají rozdílnou biochemickou strukturu, tím i různou hustotu protonu. Vnější silné magnetické pole překrývá magnetické momenty vyšetřované tkáně, a tudíž jsou magnetické momenty tkáně nezjistitelné.

Po aplikaci energie pomocí radiofrekvenčního impulzu dojde k vychýlení magnetického momentu z původního směru a k synchronizaci precese všech protonů o stejné frekvenci, jako měl vysílaný elektromagnetický impulz. Po skončení pulzu dochází k návratu do původního stavu, tento čas je označován jako relaxační čas. Čas nutný k návratu vychýleného magnetického momentu označujeme jako relaxační čas T1 a precesi jako čas T2. Signál, který získáme po sérii radiofrekvenčních impulzů, registrujeme pomocí přijímacích cívek. Cívky slouží k vysílání a přijímání signálů.

Dělíme je na permanentně zabudované cívky v gantry přístroje, které nejsou okem viditelné, a na povrchové cívky (NEKULA, 2007).

Povrchové cívky se přikládají přímo na vyšetřovanou část těla a jsou různě tvarované dle vyšetřovaného objektu. Mezi nejpoužívanější povrchové cívky patří hlavová cívka, krční páteřní cívka, speciální cívky jako ramenní, kolenní, prsní atd. (NEKULA, 2007).

Při popisu vyšetření se užívají termíny: hyperintenzivní (vysoká intenzita signálu, výsledný obraz je světlý), hypointenzivní (nízká intenzita signálu, výsledný obraz je tmavý) a signální (bez signálu, výsledný obraz je černý). Tyto termíny vyjadřují intenzitu signálu tkáně (VÁLEK, 2006).

1.2 Anatomie dýchacích cest

Dýchací cesty slouží k okysličení krve a uvolňování CO_2, uplatňují se při tvorbě a modulaci hlásek a navazují na ústrojí čichové. Anatomicky lze rozdělit dýchací systém na dva oddíly: vlastní orgán dýchací a dýchací cesty (HOLÍBKOVÁ, 2008). Dýchací cesty lze rozdělit na horní a dolní dýchací cesty (ČIHÁK, 2002).

1.2.1 Horní cesty dýchací

Horní cesty dýchací tvoří dutina nosní s vedlejšími nosními dutinami a nosohltan.

Dutina nosní (cavitas nasi): vlastní dutina nosní má kostěné ohraničení a je rozdělena nosním septem (septum nasi) na dvě poloviny. Z laterálích stěn dutiny nosní odstupují skořepy nosní, které dělí dutinu nosní na tři nosní průchody (meatus nasi inferior, medius a superior). Sliznice dutiny nosní dělí podle funkce dutinu na horní oblast čichovou a dolní oblast respirační, kde se nachází vysoce prokrvená sliznice krytá cylindrickým řasinkovým epitelem (HOLÍBKOVÁ, 2008).

Vedlejší dutiny nosní (sinus paranasales): dutiny nosní jsou rozděleny dle uložení na sinus frontales, maxillares, sphenoidales a ethmoidales. Jsou vystlány cylindrickým

epitelem, samotná dutina obsahuje vzduch a ústí do jednotlivých průchodů dutiny nosní (HOLÍBKOVÁ, 2008).

Nosohltan (nasopharynx): jedná se o nejkraniálnější část hltanu, kde se nenachází žádná svalovina (ČIHÁK, 2002).

1.2.2 Dolní cesty dýchací

Dolní cesty dýchací jsou tvořeny hrtanem (larynx), průdušnicí (trachea), průduškami (bronchi) a vlastním dýchacím orgánem – plícemi (pulmonis). Dolní dýchací cesty vznikají nezávisle na horních cestách dýchacích (ČIHÁK, 2002).

Hrtan (larynx): je dlouhý asi 6 cm a má tvar přesýpacích hodin. Je složen z nepárové chrupavky štítné (cartilago thyroidea), prstencové (cartilago cricoidea), příklopky hrtanové (epiglottis) a z párových chrupavek hlasivkových (cartilagines arytenoideae). Jednotlivé chrupavky jsou vzájemně propojeny pomocí vazů a kloubů tak, že tvoří pružný celek. Dutina hrtanová se skládá z horní rozšířené části (vestibulum laryngis), střední části, která se zužuje ve štěrbinu hlasivkovou (rima glottidis), kde jsou napnuty nepohyblivé komorové řasy (plicae vestibulares) a pohyblivé řasy hlasové (plicae vocales). Při fonaci jsou rozechvívány vzduchem hlasové řasy a vzniká tón. Hlasové vazy a šíři hlasivkové štěrbiny ovládají příčně pruhované svaly hrtanu, které jsou inervovány z n. vagus (HOLÍBKOVÁ, 2008).

Průdušnice (trachea): je dlouhá asi 12 cm a začíná ve výši těla šestého krčního obratle a sestupuje do mezihrudí, kde se v oblasti čtvrtého hrudního obratle dělí ve dvě průdušky (bronchus principalis dx. et sin.), které se zanořují do plic. Samotná trachea se skládá z chrupavek tvaru podkovy, doplněná je vzadu vazivově-svalovou zadní stěnou (HOLÍBKOVÁ, 2008).

Průdušky (bronchi): tvoří tzv. bronchiální strom, který se dělí na dva hlavní bronchy (bronchi principales): bronchy lalokové (bronchi lobares) a bronchy segmentové (bronchi segmentales) (ČIHÁK, 2002).

Plíce (pulmo): plíce jsou párový orgán, ve kterém se uskutečňuje zevní dýchání. Barva plic je v dětství růžová později černě mramorovaná, což je způsobeno vdechovanými částečkami prachu. Plíce jsou odděleny mediastinem. Mediastinum

(mezihrudí) je prostor mezi levou a pravou pleurální dutinou, rozprostírá se od hrudní páteře k hrudní kosti.

Na každé plíci popisujeme vrchol (*apex pulomonis*), který vystupuje nad horní otvor hrudníku (*apertura thoracis superior*), širokou bazi (*basis pulmonalis*), naléhající na bránici, vypouklou plochu žeberní (*facies costalis*) a plochu mezihrudí (*facies mediastinalis*). Zde se nachází plicní stopka (*radix pulmonalis*) pro cévy, nervy a průdušky, na příčném řezu plicní stopky se nalézá plicní hilus (*hilum pulmonalis*), obkroužený proťatým přechodem parietální a viscerální pleury. V přední části je zářez pro srdce (HOLÍBKOVÁ, 2002). Hluboké štěrbiny dělí pravou plíci na tři a levou plíci na dva laloky (*lobi pulmonalis*). Každý plicní lalok se skládá z deseti plicních segmentů a segmentových bronchů (ČIHÁK, 2002).

Hlavní průdušky se dělí postupně na průdušky pro jednotlivé plicní laloky, segmenty, subsegmenty až na tenkostěnné průdušinky pro lalůčky plicní a alveolární chodbičky pro sklípky plicní, kde dochází k výměně plynů. Plicní sklípky (*alveoli pulmonalis*) jsou polokruhovité kanálky. Jejich stěna tvoří tenký dýchací epitel se sítí vlásečnic napojených na malý krevní oběh.

Na povrchu plic se nachází tenká blána – poplicnice (*pleura viscerelis*), která přechází v zevní nástěnný list, pohrudnici (*pleura parietalis*). Mezi oběma listy je dutina pohrudniční s minimálním množstvím vazké tekutiny, jež zabraňuje tření obou listů při dýchání.

V dutině pohrudniční je nižší tlak, než je atmosférický, což umožňuje rozpínání plic při nádechu (HOLÍBKOVÁ, 2008).

Dýchací systém je složen ze systému umožňujícího výměnu plynů (plíce) a z pumpy, která plíce ventiluje. Jsou známy tři základní funkce: ventilace, difuze a perfuze.

- **Plicní ventilace**: zabezpečuje výměnu vzduchu mezi atmosférou a plicními alveoly. Dýchání se děje na základě zvětšování a zmenšování dutiny hrudní. Hlavní metodou, která umožňuje vyšetření plicní ventilace, je spirometrie. Ta nám ukazuje základní ukazatele funkce plic (vitální kapacitu, procento vitální kapacity za 1 s atd.).

- **Plicní difuze**: přestavuje transport kyslíku a oxidu uhličitého alveolo-kapilární membránou z alveolů do kapilár a naopak z kapilár do alveolů. Po skončení klidového expiria zůstává v plicích přibližně 2,5 l vzduchu. Klidné dýchání nezpůsobí proto velké změny ve složení alveolárního vzduchu.

  Dospělý člověk v klidu spotřebuje za minutu v průměru asi 0,25 l kyslíku a vytvoří asi 0,2 l oxidu uhličitého. V 1 l krve se rozpustí asi 3 ml kyslíku. Srdce ve skutečnosti přečerpá v klidu 5 l krve/min a při maximální zátěži 40 l/min.

- **Perfuze**: představuje plicní cirkulaci, která má rozhodující význam pro transport kyslíku hemoglobinem v červených krvinkách.

  Hlavním úkolem regulačních funkcí je zajistit rovnováhu mezi metabolickou potřebou organismu a ventilací plic (JIRÁK, 2009).

  Plíce mají dvojí oběh, výživný (nutritivní, velký) a funkční (malý, plicní). Malý plicní oběh zajišťuje saturaci kyslíkem, velký oběh zajišťuje výživu a okysličení plic.

  Nutritivní oběh zajišťuje rami bronchiales, které jsou součástí hrudní aorty, mezižeberních tepen a aortálního oblouku, část krve odvádí venae bronchiales, odvod zbylé krve zajišťují anastomózy, které vyrovnávají objemové nesrovnalosti mezi malým a velkým oběhem (ČIHÁK, 2002).

  Funkční oběh tvoří arteria pulmonalis dextra et sinistra. Arteria pulmonalis zajišťuje výměnu plynů mezi krví a vzduchem. Okysličená krev je odváděna pomocí venae pulmonales dexter et sinister do levé síně srdeční (ČIHÁK, 2002).

  Inervaci plic zajišťuje nervus vagus a truncus sympaticus, senzitivní vlákna v plicích jsou prakticky zanedbatelná (ČIHÁK, 2002).

1.3 Plicní onemocnění

Plicní onemocnění zahrnuje onemocnění, vrozená, získaná, zánětlivá, onemocnění na podkladě poruchy imunitního systému, .ale především onemocnění

nádorová (karcinom plic, je v ČR ze všech nádorových onemocnění nejčastější příčinou úmrtí u můžů) (ZATLOUKAL, 2001)

1.3.1 Vrozená onemocnění

Mezi nejčastější vrozená plicní onemocnění patří :

Tracheomalacie

Může být vrozená nebo získaná. Vrozená slabost tracheálních chrupavek a atrofie elastických vláken, která ztrácejí svůj tonus (tracheální dystonie). Důsledkem jsou obstrukce a stenózy u novorozence, ale celkově s dobrou prognózou.

Získaná tracheomalacie může vzniknout např. po pneumonektomii, po úrazu, po vdechnutí horkého vzduchu atd. U dospělých má vliv na tracheomalacii kouření, předčasná degenerace chrupavek, tlakové změny při periferních obstrukcích dýchacích cest. V současnosti lze pozorovat tracheomalacii po opakované léčbě laserem v tracheální oblasti (MAČÁK, 2004).

Tracheo-ezofageální píštěl

Píštěle mohou být vrozené nebo získané. Vrozené jsou někdy spojeny s atrézií jícnu. Píštěle získané jsou většinou u nádorových procesů (nádory jícnu, bronchu a průdušnice). Ve výjimečných případech k nim může dojít i iatrogenně v souvislosti s endoskopickým zákrokem (MAČÁK, 2004)

1.3.2 Nádory

Nádorová transformace je přeměna normální buňky v buňku nádorovou. Jejím dělením vzniká celý nádor, který představuje klonální proliferaci. Podstatou transformace je přeměna (mutace) určitých genů – protoonkogenů na onkogeny. Podle biologické povahy dělíme nádory na benigní a maligní.

Benigní (nezhoubné) nádory rostou pomalu a expanzivně, mechanicky roztlačují okolní tkáň, většinou mají vazivové pouzdro a nezakládají dceřiná ložiska. Jsou dobře rozlišitelné, mají podobné složení jako tkáň, ze které vycházejí.

Maligní (zhoubné) nádory rostou rychle, infiltrují do okolní tkáně, nejsou opouzdřené a zakládají metastázy. Složením se málo podobají tkáni, z níž vznikly, a proto jsou málo diferencované. Nádory sarkomatozní povahy se šíří krevní cestou, nádory karcinomatozní se šíří pomocí lymfatické tkáně (FAKAN, 2005).

1.3.2.1 Nádory plic a bronchů

Mezi nejčastější nepravé plicní nádory patří chondrohamartom. Pravé nádory dělíme na epitelové, mezenchymální a lymfoproliferativní.

- **Epiteliální nádory**

  Benigní nádory se nacházejí pouze v omezené míře, mezi nejčastěji se vyskytující benigní nádory patří bronchiální papilomy a adenomy.

  Nejčastějším maligním nádorem je bronchogenní karcinom. Podle uložení rozlišujeme karcinom pulmomediastinální, který vzniká u bifurkace trachey, karcinom hilový, karcinom centrální, karcinom periferní.

  Z terapeutického hlediska je důležité rozlišení, je-li karcinom malobuněčný s neuroendokrinní diferenciací, nebo karcinom nemalobuněčný.

- **Malobuněčný karcinom** je dlouho latentní, roste snadno a rychle a v době prezentace většinou pomocí lymfatických uzlin nadklíčkových, mediastinálních a hilových metastazuje do okolních tkání. Krevní cestou se šíří do jater, mozku, nadledvin, kostí atd. Proto je většinou inoperabilní a léčí se pouze chemoterapií a aktinoterapií.

- **Nemalobuněčný karcinom** (karcinom dlaždicobuněčný, adenokarcinom, bronchioloalveolární a velkobuněčný). Tento typ karcinomu plic roste pomalu, je většinou operabilní dle klinického stadia s následnou chemo- a aktinoterapií. Prorůstá do okolí a šíří se uzlinami. Uzliny v mediastinu mohou utlačovat horní dutou žílu a následně vytvářet syndrom horní duté žíly (otok obličeje, krku, modré

zabarvení kůže). Také mohou utlačovat nervus recurrens, který inervuje hlasivky. Důsledkem toho je omezená hybnost hlasivek a následný chrapot. Nádory vyrůstající z periferní části plic se hromadně označují jako tzv. Pancoastův tumor. Zvláštní skupinu tvoří bronchiální karcinoid jako neuroendokrinní nádor s různým stupněm malignity, často postihující mladší populaci (FAKAN, 2005).

- **Mezenchymální nádory**
  Jedná se o velmi vzácné nádory jak benigního, tak i maligního charakteru, např. fibrózní histiocytom nebo sklerotizující hemangiom.

- **Lymfoproliferativní léze**
  Jedná se o skupinu zahrnující procesy s primární plicní lokalizací, např. primární plicní hyperplazie.

- **Metastázy jiných nádorů**
  Nejčastějšími nádory metastazujícími do plic jsou nádory prsu, štítné žlázy, ledvin a jícnu (MAČÁK, 2004).

1.3.2.2 Nádory pleury

Pleura bývá postižena jak primárními, tak i sekundárními nádory benigního nebo maligního charakteru**.** Nejběžnějším projevem nádorů pleury je výpotek v pleurálním prostoru.

Nejčastějším primárním maligním nádorem pleury je maligní mezoteliom. Patří mezi nejzhoubnější a nejhůře léčitelný nádor pleury. Vznik tohoto nádoru se dává do souvislosti nejčastěji při kontaktu s azbestem, projevujícím se až po mnoha letech. Benigní nádory jsou velmi vzácné a z části asymptomatické, např. benigní fibromezoteliom po chirurgickém odstranění často recidivuje a vedle benigní formy existuje vzácně i maligní varianta.

Mezi další primární nádory pleury méně často se vyskytující patří synoviální sarkom, ektopický thymom, lymfom, angiosarkom nebo liposarkom.

Sekundární nádory pleury jsou převážně metastatickým projevem primárních plicních nádorů (MAČÁK, 2004).

1.3.3 Záněty dýchacího ústrojí

Zánět je specifická reakce vaskularizovaných tkání na poškození. Tím může být vliv fyzikální, chemický a biologický. Zvláštní skupinu tvoří zánět alergický. Mikroskopické znaky jsou – kromě poškození tkáně škodlivinou – exsudace a proliferace. K celkovým projevům patří zvýšená tělesná teplota, zrychlená sedimentace erytrocytů, leukocytóza a zvýšená hladina zánětlivých proteinů akutní fáze (např. C-reaktivní protein).

Záněty dělíme dle rychlosti vzniku na akutní a chronické, dle příčiny na aseptické a infekční, dle typu exsudátu na serózní, katarální, hnisavé, fibrinózní a gangrenózní. Dále dělíme záněty dle lokalizace zánětu na hluboké (serózní dutiny) a povrchové záněty (sliznice, kůže) (FAKAN, 2005).

1.3.3.1 Zánět bronchů a trachey

Zánět bronchů a trachey dělíme na:

- **Akutní bronchitis (zánět průdušek)**
  postihuje velké a střední bronchy. Projevuje se většinou jako infekční, virový nebo katarální zánět.

- **Chronická bronchitis**
  vzniká často po opakované akutní bronchitidě nebo kontinuálním působením infekce nebo dráždivých látek (nejčastěji kouření).

- **Asthma bronchiale**
  je nejzávažnější atopie. Při záchvatu dušnosti dochází ke spasmu bronchiální svaloviny, následně k otoku sliznice a ke zvýšení sekrece hlenu, kde se hromadí eozinofilní leukocyty, které lze prokázat ve sputu. Alergenem jsou často rostlinné pyly, plísně nebo roztoči (FAKAN, 2005).

- **Asthmoidní bronchitis (neatopické astma)**
  je podobné jako astma bronchiale, projevuje se nepřiměřeně velkou reakcí dýchacích cest na nespecifické stimuly, jako je např. chlad, infekce u starých lidí (FAKAN, 2005).

- **Bronchiolitis obliterans (organizovaná bronchiolotis)**
  jedná se o onemocnění, které vzniká po některých infekčních chorobách, jako je např. chřipka. Samotné bronchioly jsou ucpány granulační tkání fibrinového exsudátu.

- **Tuberkulózní bronchitis**
  mykobakterie se dostávají do bronchů po provalení obsahu nacházejícího se v kavernách (FAKAN, 2005).

1.3.3.2 Záněty plic

Zánět plic dělíme dle různých hledisek:

- podle příčiny, která zánět vyvolává (bakterie, viry, patogenní plísně atd.)
- podle cesty, kterou se infekce dostává do plic (bronchogenní, hematogenní, lymfogenní)
- podle lokalizace zánětlivého exsudátu na povrchové (alveolární) a hluboké (intersticiální)
- podle rozsahu zánětu: pokud zánět zasahuje celý plicní lalok, mluvíme o lobární pneumonii; pokud je zasažena celá plíce, mluvíme o alární pneumonii; ložiskový zánět bývá u pneumonie
- podle druhu zánětu na katarální, fibrinózně hnisavý, hemoragický, granulomatózní (tuberkulózní) (MAČÁK, 2004).

1.3.3.2.1 Povrchové záněty plic

Rozeznáváme dva typy povrchového zánětu plic, oba typy jsou vyvolávány bakteriemi.

- **Fibrózní pneumonie**

  většinou postihuje náhle celý plicní lalok. Tento typ pneumonie se projevuje na RTG snímku zastřením celého plicního laloku (lobární) nebo celé plíce (alární). Zánět nejčastěji vyvolává mikrob Streptococcus pneumoniae, méně často stafylokok, Klebsiella pneumoniae, Haemophilus influense (MAČÁK, 2004).

  Zánětlivý exsudát je převážně tvořen fibrinogeny. Po jeho sražení na fibrin (histologicky odpovídá krupóznímu zánětu) plíce ztuhne, je těžká, prosáklá, kapiláry jsou dilatované. Svojí konzistencí připomíná jaterní parenchym, často postihující zdravé lidi (FAKAN, 2005).

- **Bronchopneumonie**

  toto zánětlivé onemocnění plic často navazuje na virové onemocnění, jako je např. chřipka. Exsudátem je hnis s minimálním množstvím fibrinu. Příčinou jsou řady mikrobů (pyogenní koky, streptokoky, Haemophilus, Legionella). Pneumokoková infekce často postihuje osoby oslabené či s chronickým onemocněním. Z tohoto důvodu je bronchopneumonie běžnou nozokomiální chorobou. Na jejím vzniku se mohou uplatňovat chemické i mechanické vlivy.

  Bronchopneumonie se často vyvíjí okolo zánětlivě změněných bronchů a postupně se rozšiřuje do plochy. Zánětlivá exsudace ve sklípcích je tvořena většinou granulocyty, ty fagocytují mikroby a plicní tkáň je překrvená a z velké části prosáklá (MAČÁK, 2004).

- **Hypostatická bronchopneumonie**

  s tímto typem pneumonie se setkáváme u dlouhodobě ležících pacientů, u klientů po úrazech, kteří jsou celkově zeslabeni. Zánět se často nachází paravertebrálně v dolních lalocích (MAČÁK, 2004).

- **Nozokomiální pneumonie**

  definujeme ji jako záněty vznikající v průběhu hospitalizace. Vyskytuje se hlavně u nemocných léčených imunosupresivní terapií, déle trvající antibiotickou léčbou nebo infekcí vpravenou do organismu invazivní metodou (FAKAN, 2005).

- **Aspirační bronchopneumonie**

  za příčinu označujeme vdechnutí (aspiraci) potravy (zvratků) a mikrobů z ústní dutiny. Tato bronchopneumonie se vyskytuje u pacientů po operacích,

v bezvědomí nebo u osob, které mají z jiných důvodů potlačené obranné reflexy (FAKAN, 2005).

- **Adnátní pneumonie (bronchopneumonie fetalis)**
  jedná se o vdechnutí infikované plodové vody u fetu. Zánět může pokračovat i po porodu u novorozence (MAČÁK, 2004).

- **Sarkoidóza**
  jde o granulomatózní onemocnění podobající se svou morfologií tuberkulóze. V centru uzlíku však nebývá kaseifikační nekróza. Zánětem může být postižena kterákoliv tkáň (slezina, lymfatické uzliny atd.). Toto onemocnění je způsobeno abnormální imunologickou rekcí na různé alergeny či antigeny (MAČÁK, 2004).

- **Tuberkulóza**
  je granulomatózním zánětem. Původcem této infekce je ve většině případů Mycobacterium tuberculosis. Do organismu se dostává inhalační cestou.

  Primárním (preimunním, dětským) typem tuberkulózy rozumíme typ tuberkulózy, která vzniká u mladých dospělých, výjimečně u dětí. Často tento stav nastává bez vědomí postiženého. Dochází k vdechnutí bacilu a jeho usazení v plicních sklípcích, kde se pomnoží. Po několika dnech dojde ke kaseifikační nekróze. Toto ložisko nazýváme primární infekt. Současně dojde k postižení svodné lymfatické uzliny a cévy. Postižená lymfatická uzlina a primární infekt vytváří primární komplex. Většinou dojde ke zvápenatění ložiska (MAČÁK, 2005).

  O sekundární (postprimární, tuberkulóza dospělých) tuberkulóze se hovoří jako o stavu, který vzniká rozvinutím infekce z primárního infektu. V České republice je aktuální TBC dospělých, která postihuje podvrcholovou (apikální) partii plic. Může se šířit jako miliární, acinární, až lobulární a lobární TBC. Po nahlodání bronchu tuberkulózním granulomem dojde ke zkapalnění nekrotické hmoty a následně ke vzniku kaverny. Dříve nebo později tato kaverna může erodovat tepnu v blízkosti bronchu a dojde k hemoptoe a následně k zadušení vlastní krví nebo vykrvácení.

Rupturou kaverny na povrch plíce vznikne tuberkulózní pneumotorax. Plicní TBC ohrožuje nemocné hematogenním a porogenním rozsevem a sekundární amyloidózou (FAKAN, 2005).

- **Plicní syfilis**
  je výjimečný infekt, který se projevuje jako gumma v terciálním stadiu získané infekce, případně může být vrozený z matky na plod (MAČÁK, 2004).

1.3.3.2.2 Intersticiální nehnisavá pneumonie (atypická pneumonie, pneumonitida)

Zánětlivý exsudát je převážně tvořen lymfocyty hromadícími se v mezisklípkových septech. Plicní sklípky jsou bez exsudátu. Mezisklípková septa jsou značně rozšířena, vázne difuze plynů, pacienti jsou dušní. Většinou se jedná o virovou infekci (chřipkový virus, spalničkový virus atd.) a vzniká převážně u dětí. Intersticiální pneumonie často nacházíme jako komplikaci u nemocných AIDS. Atypické neinfekční alergické pneumonie bývají často označovány jako pneumonitidy.

Mezi neinfekční alergické pneuomonitidy řadíme:

- *Farmářská plíce*
  k tomuto onemocnění dochází při vdechnutí prachu z navlhlého teplého sena, které obsahuje mikroorganismy Micropolyspora faeni.

- *Nemoc chovatelů holubů*
  dochází zde ke vdechování alergenů z trusu ptáků a prachu z ptačího peří. Nemoc se projevuje tzv. intersticiálním lymfoplazmocytárním zánětem. V chronickém stadiu vzniká intersticiální fibróza a bronchiolitida (MAČÁK, 2004).

1.3.4 Změna vzdušnosti plic

Rozeznáváme dvě zásadní změny: nevzdušnost plic a zvýšená vzdušnost plic. Sníženou vzdušnost plic nazýváme kolaps neboli atelektáza. Zvýšenou vzdušnost plic označujeme jako rozedmu neboli emfyzém plic (FAKAN, 2004).

a**) Atelektáza plic:**

- *Atelektáza fetální*

  vyskytuje se většinou u nedonošených plodů, kdy po porodu plicní sklípky naléhají na sebe, ale nedojde k jejich rozvinutí. Novorozenci bývají dušní a ve velkém množství umírají na asfyxii. Příčinou bývá především nedostatek surfaktantu (fosfolipid produkovaný granulárními pneumocyty, které snižují povrchové napětí, čímž dochází k rozvinutí plicních sklípků), dále nezralost plodu, zablokování plicních sklípků aspirovanými částečkami plodové vody atd.

- *Atelektáza získaná*

  vzniká buď kompresí plicního parenchymu zánětlivým výpotkem v okolí ložisek plicní fibrózy, nebo obstrukcí bronchu např. nádorem. Nedostatek surfaktantu se objevuje i u dospělých. Tento stav nazýváme tzv. syndromem akutní dechové tísně (ARDS). Vzniká např. u některých infekčních onemocnění, ale i u traumatických nebo šokových stavů, které přitom nepostihují přímo plíce (MAČÁK, 2004).

b) Emfyzém plic:

- *Akutní emfyzém*

  vzniká roztrháním intraalveolárních přepážek při dušení (laryngospasmus, tonutí).

- *Chronický emfyzém*

  je velmi častý, dochází k destrukci mezisklípkových přepážek včetně kapilár v nich probíhajících. Tím se zmenšuje celkový průsvit malého krevního oběhu, v důsledku toho dochází k plicní hypertenzi (FAKAN, 2005).

- *Intersticiální bulózní emfyzém*

  zde dochází ke zvětšení plicního objemu, kdy nastává zánik mezisklípkových sept a jejich spojení ve větší dutiny. Při silnějším postižení se dutiny vyklenují a vytváří tzv. bubliny neboli buly. Celý tento proces také nazýváme bulózní

emfyzém. Dochází opět k úbytku mezisklípkových sept, a tím i počtu kapilár. Z tohoto důvodu probíhá výměna plynů na omezené ploše. Vzácně může dojít i k prasknutí buly a následně k pneumotoraxu (MAČÁK, 2004).

Na plicní emfyzém má vliv kouření a znečištěné ovzduší. Mezi další příčiny emfyzému se řadí např. stárnutí plicního parenchymu, dlouhodobé zvýšení tlaku vzduchu v plíci. Emfyzém se často objevuje u lidí s chronickou bronchitidou nebo bronchiektáziemi (MAČÁK, 2004).

1.3.5 Porucha plicní cirkulace

Mezi poruchy plicní cirkulace řadíme plicní embolii, plicní infarkt, plicní hypertenzi a plicní edém.

Plicní embolie je stav, kdy dochází k vniknutí embolu do plicní tepny a jejích větví. Známe několik typů embolií. Nejčastější embolií bývá *tromboembolie* (ucpání tepny pomocí krevní sraženiny). Jsou však známy i další typy embolií, např. *tuková embolie* (vzniká většinou u uzavřených dislokovaných zlomenin, kdy je poškozena okolní tuková tkáň a otevřenou venou se tukové kapénky dostávají krevním řečištěm do plic), *vzduchová* (vzniká po porodu nebo při operacích v okolí krku, kdy je negativní krevní tlak nasáván do cév) atd. (MAČÁK, 2004).

Pojem edém představuje stav, kdy dochází k nahromadění tekutiny v mezibuněčném prostoru nebo v tělních dutinách. Plicní edém jsou stavy stupňované dušnosti, při kterých jsou plicní sklípky zaplněny tekutinou. Dochází k vykašlávání řídkého sputa, které se mísí se vzduchem v dýchacích cestách (MAČÁK, 2004).

Nejčastější příčinou plicního edému je selhávání levé komory srdeční, dále bývá na počátku zánětu plic, při uremii a při vdechnutí toxických plynů. Tekutina se hromadí v plicních sklípcích, což vede k omezení respirační plochy a následnému dušení (FAKAN, 2005).

1.3.6 Další nemoci pleury a plic

Mezi nejčastější traumatická poranění hrudníku patří:

- **Haemothorax**
  je nahromadění krve do pohrudniční dutiny. Vzniká často po traumatickém poranění nebo rupturou aneuryzmatu aorty.

- **Hydrothorax**
  je nahromadění nezánětlivé tekutiny v pohrudniční dutině, nejčastěji při poruchách oběhu.

- **Pneumotorax**
  je nahromaděný vzduchu v pohrudniční dutině. Především vzniká po traumatickém poranění hrudní stěny nebo po emfyzematozním protržení.

- **Ventilovaný pneuomotorax**
  je způsoben poraněním, kdy se vzduch dostává do pohrudniční dutiny při vdechu, ale nedochází k jeho jeho vypuzení (MAČÁK, 2004).

- **Kontuze plic**
  je provázena krvácením nebo exsudací edémové tekutiny do intersticie i alveolů. Kontuze plic mohou být mnohočetné na více místech (NEKULA, 2005).

- **Laterace plic**
  znamená roztržení plicního parenchymu provázené ve většině případů kontuzním poraněním plic (NEKULA, 2005).

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je zmapování dostupných moderních radiodiagnostických metod v diagnostice plicních onemocnění. Od základních vyšetřovacích metod po složité a finančně náročné metody, včetně jejich výhod a nevýhod.

3 METODIKA

Hlavní metodou k vytvoření uceleného souboru používaných radiodiagnostických postupů při diagnostice plicních onemocnění bylo studium dostupné odborné literatury. Soubor těchto postupů byl vytvořen i na základě osobních zkušeností, které jsem získala v rámci studia během praktické výuky.

4 VÝSLEDKY

Mezi základní metody lze zahrnout :

4.1 Nativní snímek hrudníku

Základem vyšetření hrudníku zůstává RTG snímek hrudníku ve dvou projekcích – *zadopřední a boční*. V minulosti byly využívány šikmé projekce, snímky v lordickém postavení, případně i stereoskopické snímky. V nynější době lze snímky zadopřední a levý boční z technického hlediska považovat za dostatečné vyšetření. Je možné provádět pouze zadopřední projekce, a to za určitých podmínek (hromadná preventivní vyšetření). Je nutné vykrytí gonád.

Lze využít tzv. tvrdou techniku (100–150 kV), nebo měkkou techniku (50–100 kV). V současné době se více využívá tzv. tvrdá technika, při níž je menší rozdíl v denzitě a kontrastu, kvalita snímku je stálejší, dochází k odstranění sekundárního záření, kratší expoziční čas vede k ostřejšímu obrazu, je zde jasnější plicní vaskularizace, naopak je ale horší rozlišení parenchymových lézí.

Standardizace základního vyšetření hrudníku je velmi důležitá. Z technického hlediska je podstatná ohnisková vzdálenost 150 cm z důvodu kratšího expozičního času, pulzace velkých cév a srdce. U pacientů neschopných zadržet dech mohou dýchací pohyby negativně ovlivnit ostrost výsledného obrazu (VYHNÁNEK, 1998).

Indikace na RTG vyšetření plic:

- déle trvající respirační příznaky
- orgánové systémové onemocnění
- trvající zvýšená tělesná teplota
- předoperační vyšetření
- trauma (NEKULA, 2005).

4.1.1 Zadopřední přehledný snímek hrudníku (dorzoventrální)

Není nutná žádná příprava pacienta. Jedná se o nejčastější RTG vyšetření. Snímek se zhotovuje v inspiriu. Na správném snímku musí být znát kontury prvních čtyř hrudních obratlů a projasnění trachey v oblasti Th 3–4 a její bifurkace.

Kontraindikace: gravidita, těžký zdravotní stav pacienta.

Provedení vyšetření: pacient nalehne hrudníkem na vertigraf, ruce má v bok dorzální stranou k tělu, ramena svěšená dolů, bradu opřenou o horní okraj vertigrafu. Centrální paprsek směřuje kolmo na průsečík dolních úhlů lopatek s páteří v oblasti Th 5. Horní okraj kazety (flat panelu) je 2 cm nad processus spinosus C7, nebo 4 cm nad rameny (CHUDÁČEK, 1993).

Ve výjimečných případech se provádí snímek jak v inspiriu, tak i expiriu z důvodu prokázání změny cirkulace vzduchu v plicích (bronchostenóza) nebo při pátrání po drobném pneumotoraxu (VYHNÁNEK, 1993).

U klientů upoutaných na lůžko se provádí snímek vleže v předozadní projekci. Zmenšení ohniskové vzdálenosti vede k projekčnímu zkreslení poměrů velikosti nitrohrudních orgánů a překrytí bazálních částí plic, často značné části dolních laloků a ventrální části bránice; volná tekutina v pleurální dutině se rozlévá v nejníže uložené části, tedy dorzálně, a způsobuje zastínění hemithoraxu. Tyto RTG snímky často mívají sníženou výpovědní hodnotu (VYHNÁNEK, 1993).

4.1.2 Boční snímek hrudníku (laterolaterální)

Tato projekce doplňuje informace o prostorovém uložení a lokalizaci eventuálních nitrohrudních lézí. Umožňuje zhodnocení velikosti srdečních komor, levé síně a informuje nás o průběhu a šíři aorty. Na dobře provedeném snímku je vidět ostře manubrium sterni, hrudní páteř, kontury bránice a žebra (NEKULA, 2005).

Kontraindikace: gravidita, těžký zdravotní stav pacienta.

Provedení vyšetření: pacient stojí bokem k vertigrafu. Horní končetiny jsou vzpaženy. Centrální paprsek směřuje kolmo do středu kazety. Kazeta (flat panel) je horním okrajem 2 cm pod processus spinosus C7.

Tam, kde není podezření na lokalizaci eventuální léze, provádíme snímek v levé boční projekci (CHUDÁČEK, 1993).

4.2 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

CT vyšetření se v posledních letech stalo rozhodující vyšetřovací metodou v diagnostice plicních onemocnění. Nejčastěji je indikováno při nálezu patologických změn nebo při podezření na patologické změny na prostém snímku hrudníku. CT hrudníku se provádí i u negativního nálezu na prostém snímku hrudníku, je-li nutno vyloučit méně výrazné léze. CT je také využíváno pro řízení biopsií nitrohrudních lézí nebo drenáží tekutinových kolekcí (NEKULA, 2005).

Příprava pacienta: pacient musí být na lačno (4 hodiny před vyšetřením), nutná protialergická příprava, písemný souhlas s vyšetřením a aplikací KL. V dnešní době se většinou používají i.v. nefrotropní neionické jodové kontrastní látky.

Kontraindikace:

- gravidita
- alergie na KL (je-li nutná aplikace KL k ozřejmění diagnózy)
- onemocnění štítné žlázy (hypertyreóza, tyreotoxikóza)
- porucha funkce ledvin

Hlavní indikace při patologickém nebo suspektním nálezu na RTG snímku hrudníku:

- staging plicního tumoru
- upřesnění nálezu solitárního plicního uzlu
- difuzní infiltrativní plicní onemocnění
- rozšíření mediastina
- nález abnormálního hilu
- pleurální změny nebo rozlišení pleurálních změn od postižení plicního parenchymu

Hlavní indikace při normálním nálezu na RTG hrudníku:

- detekce metastáz do plic
- pátrání po neznámém zdroji infekce
- podezření na disekci aorty

- prokázání plicní embolie
- hemoptýza nebo podezření na bronchiektázie
- suspekce na intersticiální plicní proces nebo emfyzém plic

CT vyšetření hrudníku lze provést konvenční nebo spirální technikou. V dnešní době se upřednostňuje spíše spirální technika vyšetření (NEKULA, 2005).

Provedení vyšetření: pacient leží na zádech na vyšetřovacím stole, ruce, je-li to možné, má natažené za hlavou. Nejprve je zhotoven základní digitální snímek (topogram) a určí se rozsah vyšetření. Rozsah vyšetření je v rozmezí od vrcholu plic po bázi plic. V některých případech (staging primárního plicního tumoru) je rozsah vyšetřovací oblasti rozšířen až na oblast nadledvin, nebo je naopak zkrácen (plicní embolie) od vrcholu oblouku aorty po úroveň plicních žil.

Následuje vlastní vyšetření v transverzální rovině. Vyšetření se provádí v inspiriu, pokud není klient schopen pro svůj zdravotní stav zadržení dechu, doporučuje se minimální klidné dýchání. Po základním nativním vyšetření, je-li to nutné, se aplikuje intravenózně bolus KL. Výhodou aplikace KL je především spolehlivější rozlišení cév od jiných struktur v mediastinu a v hilech (tumor, uzliny), nezbytné je při vyšetřování cév (ELIÁŠ, 1998).

Skenuje se ve směru kraniokaudálním, jednotlivé vyšetřovací vrstvy mají šíři 4–10 mm. Množství KL se aplikuje pomocí injektoru o objemu 70–110 ml rychlostí 2,5–3,5 ml/s (ELIÁŠ, 1998).

CT angiografie v oblasti hrudníku je specifická metoda, která slouží především k diagnostice plicní embolie jak chronické, tak akutní. Při CTA je směr skenování kaudokraniální, šířka vyšetřovací vrstvy je 3 mm a aplikujeme KL pomocí metody bolus timing. Po provedení vyštřetření následuje přepočet po 1 mm a MPR rekonstrukce (ELIÁŠ, 1998).

U embolů v hlavních a lobárních větvích plic je senzitivita 100 % a specificita 96 %. Senzitivita u embolů v subsegmentálních větvích klesá na 63 % (KRAJINA, 1999).

HRCT (high resolution computed tomography) je vyšetřovací metoda, která slouží k vyšetření plicního parenchymu s vysokou rozlišovací schopností. Tato technika je vhodná pro diagnostiku difuzních inersticiálních plicních procesů, bronchiektázií

a plicního emfyzému, provádí se bez aplikace KL. Vyšetření není naopak vhodné pro hodnocení plicních metastáz nebo mediastina. Při technice HRCT se zhotovují vrstvy tenké 1–2 mm, zpracované rekonstrukčním algoritmem dovolujícím vysoké prostorové rozlišení (NEKULA, 2005).

CT virtuální bronchoskopie je nově rozvíjená metoda, která slouží k virtuální bronchografii, kde lze pomocí postprocesingového zpracování získat statický a dynamická pohled do trachey a bronchů, a tím získat obraz napodobující klasickou bronchoskopii (NEKULA, 2005).

4.3 METODY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Metody nukleární medicíny v pneumologii poskytují informace:

- o distribuci plicní ventilace
- o distribuci kapilární plicní perfuze
- o funkci řasinkového epitelu dýchacích cest – mukociliární clearance (cystická fibróza, bronchiální astma)
- o permeabilitě, která charakterizuje kvalitu alveokapilární membrány (ARDS, intersticiální plicní proces)
- je možné získat i informace o průkazu nitrohrudní infekce nebo malignitě (URBÁNEK, 2002).

4.3.1 Scintigrafie plicní ventilace

V současné době se využívají v ČR radiofarmaka typu radioaktivního plynu (^{81m}Kr) nebo radioaktivního aerosolu (^{99m}Tc – DTPA). Radioaktivní plyn krypton vzniká v generátoru přeměnou z mateřského radionuklidu ^{81}Rb přeměnou na ^{81m}Kr. Aerosol obsahující DTPA značenou ^{99m}Tc vzniká v ultrazvukovém nebulizátoru (KAŃKOVÁ, 2007).

Samotné vyšetření je pro pacienta nenáročné a bez jakékoli přípravy.

Hlavní indikace:

- plicní embolie (doplňující vyšetření plicní perfuzní scintigrafie)
- k stanovení plicních funkcí před plánovaným thorakochirugickým zákrokem
- ke stanovení reziduálních plicních funkcí po resekční operaci plic
- podezření na poruchu průchodnosti periferních dýchacích cest a ztrátu dušnosti

Kontraindikace:

- gravidita
- laktace

Typy vyšetření: *statická plicní scintigrafie* (^{81m}Kr) – pacient vdechuje radioaktivní plyn z generátoru po celou dobu snímání a je současně snímán v jednotlivých projekcích scintilační kamerou. Doba samotného snímání se pohybuje řádově okolo několika minut. Obraz je kvalitní, bez artefaktů z tělesného pozadí. Nevýhodou této metody je velmi krátký poločas rozpadu mateřského radionuklidu ^{81}Rb (4,6 hod.), proto se tato metoda využívá omezeně pro svoji finanční náročnost. Výhodou je naopak velmi krátký fyzikální poločas ^{81m}Kr a následná minimální radiační zátěž pro pacienta i obsluhující personál.

statická ventilační scintigrafie plic aerosolem – pacient vsedě vdechuje aerosol z ultrazvukového inhalátoru, který je vpouštěn do inhalátoru, jehož částice se usazují v plicních alveolech. Po inhalaci (5–10 min) dochází k dostatečné aktivitě radiofarmaka v plicních alveolách a následně ke snímání obrazu distribuce radiofarmaka v základních 4–6 projekcích (přední, zadní, levá zadní šikmá, pravá zadní šikmá, popřípadě i levá a pravá boční). Je nutné, aby pacient vdechoval i vydechoval aerosol pouze do inhalátoru. Výsledný obraz je v zásadě stejný jako při scintigrafii plynů, navíc se však manifestuje aktivita, která utkvěla na sliznici velkých dýchacích cest nebo pronikla do jícnu žaludku. Vyšetření je každodenně dostupné.

dynamická ventilační plicní scintigrafie – pacient je napojen na uzavřený okruh a vdechuje radionuklid, který se nachází v uzavřeném okruhu spirometru. Samotné vyšetření se skládá ze 3 částí: v první fázi (*wash-in*) při hlubokém vdechu pacienta se registruje distribuce aktivity v různých částech plic. Ve druhé fázi (*ekvilibrium*) pacient po dobu 3–5 minut vdechuje směs radioaktivního plynu a vzduchu z uzavřeného okruhu. Aktivita v plicích je zaměřena na regionální alveolární objem. V poslední části

(*wash-out*) je uzavřený okruh otevřen a registruje se vydechování nahromaděné aktivity z plic.

4.3.2 Perfuzní plicní scintigrafie

Vyšetření spočívá v aplikaci suspenze makroagregátu lidského albuminu značeného techneciem ^{99m}Tc (MAA). Optimální velikost částic je přibližně 10–30 (50) μm, počet aplikovaných částic nesmí přesáhnout 200 000–500 000.

Při průchodu plícemi při intravenozní aplikaci se tyto částice zachytí v plicích v důsledku dočasné mikroembolizace malých arteriol a kapilár, kde jsou radionuklidové částice kumulovány. Jelikož je obstrukce přibližně u každé desetitisícé kapiláry, nemůže aplikace vést k významnějšímu tlaku v plicnici, a tím ani k ohrožení života pacienta. Po několika hodinách jsou nárazy erytrocytů při proudění krve částice radionuklidů rozbity na menší fragmenty, které projdou kapilárním řečištěm a dále jsou odstraněny z krevního oběhu pomocí fagocytujících buněk retikuloendotelového systému (URBÁNEK, 2002).

Hlavní indikace:

- podezření na plicní embolii
- rozhodování o operabilitě bronchiálního karcinomu
- rozlišení mezi primární a sekundární plicní hypertenzí

Kontraindikace:

- gravidita
- laktace

Způsob provedení: bezprostředně před aplikací je obsah stříkačky promíchán z důvodu homogenizace částic. Aplikace se provádí většinou vleže (z důvodu možného ovlivnění distribuce radiofarmaka v důsledku odlišného hydrostatického tlaku v plicním řečišti) nebo vsedě. Aplikuje se přímo do žíly pacienta nebo pomocí zavedení i.v. kanyly. Během aplikace radiofarmaka nesmí dojít k aspirace krve do stříkačky, jinak hrozí tvorba sraženin, a tím znehodnocení samotného vyšetření. Pacient během aplikace

klidně a zhluboka dýchá, kapiláry jsou méně náchylné ke kolapsu. Samotné snímání se provádí pomocí scintilační kamery vsedě nebo vstoje, aby plíce byly v době snímání maximálně rozvinuty. Snímá se ve 4–6 projekcích (URBÁNEK, 2002).

Plicní embolizace, těžký emfyzém, pneumonie, BCA často vedou k určitým abnormalitám perfuzního schématu, které nejsou typické a často neumožňují jednoznačnou diagnostiku, z tohoto důvodu bývá perfuzní scintigrafie doplněna i o ventilační scintigrafii.

Je možné provádět i vyšetření plicní permeability, která určuje rychlost úniku inhalovaných aerosolových částic a kapalných částic (nebulizovaná ^{99m}Tc) o průměru menším než 1 μm. Bezprostředně po inhalaci aerosolu se provádí dynamická studie (pacient je napojený na uzavřený okruh spirometru s radionuklidem, který je po inhalaci otevřen, a dochází k registraci „vydechovací“ aktivity plic).

Větší prognostický význam má sledování změn v průběhu onemocnění a následné léčby než informace z jednorázového vyšetření.

Další metodou je vyšetření mukociliární clearance, kdy se inhaluje aerosol o průměru větším než 5 μm (nebulizovaný MAA koloid) a dochází k depozici částic na povrchu epitelu tracheobronchiálního stromu (URBÁNEK, 2002).

4.3.3 PET/CT

Metoda PET/CT je moderní vyšetřovací metoda založená na sloučení dvou diagnostických metod využívaných v oboru radiodiagnostiky, a to počítačové tomografie a pozitronové emisní tomografie. Jelikož funkční změny (např. přeměna buňky na buňku nádorovou) se projevují dříve než změny anatomické, je možné zachytit patologický proces při PET vyšetření dříve než pomocí počítačové tomografie a naopak, anatomické poměry jsou při vyšetření počítačovou tomografií dobře patrné oproti PET vyšetření.

Příprava pacienta: pacient je lačný, dostatečně hydratovaný, premedikovaný, pokud možno bez větší fyzické zátěže několik dní před plánovaným vyšetřením. Pacient je lačný z důvodu intravenozní aplikace KL a následné možné aspirace žaludečního obsahu, ale i z důvodu zajištění nízké glykémie a inzulinémie před podáním radiofarmaka. Nedodržení těchto základních pravidel může vést ke zhoršení kontrastních poměrů jednotlivých scanů mezi akumulujícím ložiskem a fyzickým pozadím (PRAKTICKÁ RADIOLOGIE, 2010).

Hlavní klinické indikace:

- diagnostika maligních lézí
- plánování radioterapie
- hodnocení rozsahu onemocnění
- hodnocení reakce na léčbu (chemoterapie, radioterapie)
- odlišení recidivy onemocnění od změn způsobených léčbou

Indikace nejčastějších onemocnění:

- bronchogenní karcinom
- zánětlivá onemocnění plic (sarkoidóza, tuberkulóza)
- horečky neznámého původu

Kontraindikace:

- gravidita
- alergie na KL
- laktace
- onemocnění štítné žlázy (hypertyreóza, tyreotoxikóza)
- porucha funkce ledvin

Před samotným vyšetřením je pacientovi aplikováno radiofarmakum FDG a je odeslán do čekárny, kde vyčká cca 60 minut, což je přibližný akumulační čas aplikovaného radiofarmaka. Poté následuje samotné vyšetření včetně aplikace kontrastní látky (VYBÍRAL, 2007).

Pomocí počítačové techniky se provádí fúze obrazu z PET a CT. Převažující diagnostickou indikací na PET/CT jsou pacienti s onkologickou diagnózou, v menším počtu se zánětlivým onemocněním. Vzhledem k finanční náročnosti a k omezenému počtu tohoto hybridního přístroje v ČR je nutno zvážit vhodnou indikaci tohoto vyšetření (URBÁNEK, 2002).

4.4 Digitální subtrakční angiografie

Prudký rozvoj diagnostických metod v oblasti plicních onemocnění změnil samotné postavení angiografie. Angiografie přestala být nenahraditelnou zobrazovací metodou. Stala se přísně výběrovou metodou pro svoji náročnost finanční, technickou, časovou a v neposlední řadě i fyzickou a psychickou pro samotného pacienta. Přes značný pokrok v oboru zobrazovacích metod zůstává angiografie metodou invazivní.

Příprava pacienta: pacient musí být na lačno (4 hodiny před vyšetřením), je nutná protialergická příprava, písemný souhlas s vyšetřením a aplikací KL. V dnešní době se většinou používají i.v. nefrotropní neionické jodové kontrastní látky. Vhodná je hydratace před i po angiografii jako prevence nefrotoxicity intravaskulárních jodových kontrastních látek. Velký zřetel je nutno brát na koagulační hodnoty pacienta před

vyšetřením, na onemocnění štítné žlázy (hypertyreóza, tyreotoxikóza), poškození ledvin (kreatinin nad 150–200 mmol/l) a pacienty s diabetem (KRAJINA, 1999).

Obvykle pro provedení angiografie stačí následující koagulační hodnoty:

- protrombinový čas (INR) – slouží k diagnostice koagulačních poruch. Angiografii provádíme do hodnoty 1,3.
- aktivovaný parciální tromboplastinový čas (APTT) – testuje funkci vnitřní a společné cesty koagulační kaskády. Slouží též k monitorování léčby heparinem. Fyziologická hodnota je v rozmezí 25,9–40 s.
- počet krevních destiček – pro angiografii je požadován počet 75 x 10^9 a více. Nižší hodnoty mohou způsobit nepředvídané krvácení.
- dále je nutné vyloučit vrozená onemocnění se sklonem ke krvácení (hemofilie atd.)
- u nemocných s prokázaným diabetes melitus *I typu* se plánované vyšetření provádí v dopoledních hodinách při podání poloviční dávky inzulinu a pomalé infuzi glukózy. U diabetu *II typu* se doporučuje vysadit metforminové deriváty 48 hodin před podáním KL kvůli jejich nefrotoxicitě.

Hlavní indikace k vyšetření pomocí DSA:

- plicní embolie (v dnešní době s rozvojem CTA značně omezena)
- hemoptýza
- vaskulární projevy plicních onemocnění (plicní arteriovenozní malformace, sekvestrace plic, anomální plicní žilní návrat, stenóza plicnice atd.) (KRAJINA, 1999).

Konraindikace jsou stejné jako při CT vyšetření. Vzhledem k tomu, že angiografie zůstává stále invazivní metodou, je nutné brát zřetel i na koagulační hodnoty a stavy s tím spojené.

Provedení vyšetření: pacient leží na vyšetřovacím stole, který je součástí angiolinky. Po dobu celého vyšetření jsou monitorovány základní životní funkce (EKG, saturace, TK). Samotná angiografie se provádí nejčastěji punkcí a. femoralis communis, ale je možné použít většinou z důvodu nehmatné pulzace i přístup z a. axilaris nebo i a.

radialis. Poté se provede samotné angiografické vyšetření oblasti zájmu dle klinické indikace (KRAJINA, 1999).

V současnosti se nejvíce uplatňuje bronchiální angiografie, kdy nejčastější indikací k vyšetření je hemoptýza. Zdrojem hemoptýzy mohou být bronchiální arterie, systémové nebronchiální kolaterály a větve plicnice. Klinickou příčinou mohou být chronické záněty, tumory, cévní malformace nebo stavy po resekci plic.

Plicní angiografie, která se využívá hlavně k indikaci plicní embolie, se v dnešní době uplatňuje minimálně. Indikuje se až při negativním nebo nejasném nálezu na CT. Hrudní aortografie se provádí nejčastěji k průkazu vrozených vad, disekce nebo aneuryzmatu (NEKULA, 2005).

Nevýhodou této metody jsou možné komplikace v místě punkce, jako je hematom, pseudoaneuryzma nebo arteriovenózní píštěl. Angiografie se díky rozvoji ostatních diagnostických metod v oboru radiologie v dnešní době většinou využívá pouze za předpokladu následného endovaskulárního výkonu (KRAJINA, 1999).

4.5 Ultrasonografie

Tato metoda nemá žádné omezení v přípravě pacienta. Výtěžnost metody je omezená především díky vzdušnosti plic, kterou se ultrazvuk nešíří. Ultrazvuk (sonografii) lze použít pro diagnostiku např. u změn pleury, zejména při sledování výpotků a jejich eventuální cílené punkci, ale také při zobrazování oblasti horní hrudní apertury (retrosternální struma) nebo pohybu bránice.

Kontraindikace není známa, používá se sonda o 2–5 MHz. (NEKULA, 2005).

4.6 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je v diagnostice plicních onemocnění využívána omezeně, a to pouze především jako doplňující metoda k zodpovězení specifických problémů, které nevyřešilo CT vyšetření (NEKULA, 2005).

Pacient přichází na vyšetření bez jakékoli přípravy. Vyšetření se provádí vleže na zádech, kdy je na oblast hrudníku upevněna povrchová flexibilní cívka. Samotné vyšetření probíhá v inspiriu dle pokynů obsluhujícího radiologického asistenta. Podle potřeby a určení vyšetřujícího lékaře je možno aplikovat taktéž KL.

Hlavní indikace:

- přesnější zhodnocení prorůstání tumorů do sousedních orgánů (prorůstání do stěny hrudní či mediastina)
- postižení regionálních uzlin
- lokalizace Pancoastova tumoru

Kontraindikace:

- kardiostimulátor
- elektronicky řízené implantáty
- cévní svorky z feromagnetického nebo neznámého materiálu
- kovová cizí tělesa
- relativní kontraindikací je gravidita v prvním trimestru těhotenství, stenty, svorky, TEP, a to 6 týdnů od implantace (NEKULA, 2007).

5 Diskuse

Podle předloženého přehledu je patrné, že existuje celé spektrum zobrazovacích metod sloužících k diagnostice plicních onemocnění. Mezi metody patří nativní skiagram hrudníku, výpočetní tomografie, digitální subtrakční angiografie, metody nukleární medicíny, ultrasonografie a magnetická rezonance. Při výběru vhodné metody je nutné brát zřetel na celkový stav pacienta, a to jak fyzický, tak i psychický, na jeho spolupráci, časovou náročnost vyšetřovací metody, invazivnost vyšetření, ale i dostupnost jednotlivých vyšetřovacích modalit.

Pro diagnostiku plicních onemocnění je i v dnešní době metodou první volby prostý snímek hrudníku. Vzhledem k technickému pokroku se v současnosti upřednostňuje snímkování v digitální podobě. Výhodou této metody je především vyšší kvalita výsledného obrazu a možnost jeho dodatečné úpravy. Díky následné úpravě obrazu prakticky odpadá opakované snímkování. Další výhodou vyplývající z technického pokroku je i menší radiační zátěž pacienta. Nezanedbatelnou výhodou je i absence vyvolávacího automatu, kde nezbytnou součástí byla i nutnost ekologického zpracování použitých chemikálií specializovanou firmou. V neposlední řadě je výhodou i archivace snímků (DVD, CD) a možnost jejich zasílání v elektronické podobě na jiná pracoviště.

Dostupnou metodou je i CT vyšetření, jehož výhodou je schopnost rekonstrukce dle softwarového vybavení, taktéž rychlost, přesnost a dostupnost vyšetření. Nevýhodou této metody je vyšší radiační zátěž a možná nežádoucí reakce organismu po aplikaci KL. Vzhledem k výtěžnosti vyšetření převažují však výhody nad nevýhodami.

Mezi další metody využívající ionizačni záření patří scintigrafie. Vzhledem ke krátkým poločasům rozpadu používaných radiofarmak je radiační zátěž relativně nižší, výhodou je i neinvazivnost metody a její dostupnost. Nevýhodou je delší doba vyšetření a v některých případech omezená interpretace výsledků.

Ionizující záření využívá i hybridní metoda PET/CT. Její nevýhodou je vyšší radiační zátěž, pořizovací cena přístroje a vyšetření, nízká dostupnost, doba vyšetření a možná nežádoucí reakce organismu po aplikaci KL. Předností je zobrazení jak funkční, tak i anatomické a možnost fúze obrazu. Výhodou jsou i zde možné postprocesingové rekonstrukce obrazu.

Digitální subtrakční angiografie je v dnešní době využívána minimálně. Nevýhodou této metody je radiační zátěž a možné komplikace spojené s vyšetřením (pseudoaneuryzma cévy, hematom v místě vpichu, srdeční arytmie atd.). Nevýhodou je i doba vyšetření a nutná hospitalizace před a po výkonu. Kladem je možnost okamžité návaznosti endovaskulárních metod dle nálezu během vyšetření.

Mezi metody nevyužívající ionizační záření patří magnetická rezonance a ultrasonografie. Obě se využívají v omezené míře. Nevýhoda magnetické rezonance je doba vyšetření, vysoká cena, hlučnost, horší dostupnost MR přístrojů a striktně dané kontraindikace (kardiostimulátor, kochleární implantáty atd.). Výhodou jsou možné rekonstrukce obrazu k ozřejmění nálezu. Naopak ultrasonografie má výhodu v dostupnosti vyšetření, bezbolestnosti a délce vyšetření, ale i v ceně. Nevýhodou této metody je subjektivní hodnocení, které závisí na zkušenosti lékaře. Záporem může být výtěžnost vyšetření pro habitus pacienta (obezita).

Porovnáme-li všechny dostupné zmiňované metody, jejich výhody a nevýhody, je metodou první volby i přes technický pokrok prostý snímek hrudníku. Druhou nejvytíženější metodou je výpočetní tomografie pro svoji dostupnost i efektivnost. Třetí nejpoužívanější je scintigrafie plic. Metody, jako je MR a ultrasonografie, jsou pouze doplňující a jejich využití je omezené. V neposlední řadě hybridní metoda PET/CT je pro svoji pořizovací cenu a nedostupnost zatím využívána nejméně.

6 Závěr

Cílem práce bylo sestavit kompletní přehled dostupných moderních radiodiagnostických metod využívaných k diagnostice plicních onemocnění a porovnat jednotlivé zobrazovací metody včetně jejich výhod a nevýhod.

Na podkladě získaných informací byl vytvořen přehledný soupis dostupných metod, včetně jejich srovnání z hlediska radiační zátěže, dostupnosti i finanční náročnosti, ale i výtěžnosti vyšetření. Zároveň je nutné konstatovat, že zobrazovací metody se neustále vyvíjejí a zdokonalují. Proto PET/CT se do budoucna může stát běžnou vyšetřovací metodou. Ostatní metody se vzájemně doplňují.

Seznam literatury

ČIHÁK, R.; GRIM, M. 2002. *Anatomie 2.* Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2002, dotisk 2009. 488 s. ISBN 80-247-0143-X

ELIÁŠ, P.; MÁCA, P.; NEUWIRTH, J.; VÁLEK, V. 1998. *Moderní diagnostické metody. II. díl Výpočetní tomografie* 1. vydání. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998. 84 s. ISBN 80-7013-294-9

FAKAN, F. 2005. *Přehled patologie pro bakalářské zdravotnické obory*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Karolinum, 2005. 112 s. ISBN 97880-246-1054-2

FERDA, J. aj. 2009. *Multidetektorová výpočetní tomografie technika vyšetření*. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 213 s. ISBN 978-80-6-7262-608-3

HOLÍBKOVÁ, A.; LAICHMANN, S. 2008. *Přehled anatomie člověka*. Dotisk 4. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. 140 s. ISBN 80-244-1480-5

CHUDÁČEK, Z. 1993. *Radiodiagnostika*. 1. vydání. Martin, SR : Edícia učebnic pre zdravotnícke skoly, 1993. 439 s. ISBN 80-217-0517-X

JIRÁK, Z. aj. 2009. *Fyziologie pro bakalářské studium na FZS OU*. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií, 2009. 250 s. ISBN 978-80-7368-234-7

KRAJINA, A.; HLAVA, A. 1999. *Angiografie*. 1. vydání. Hradec Králové: NUCLEUS, 1999. 552 s. ISBN 80-901753-6-8

MAČÁK, J.; MAČÁKOVÁ, J. 2004. *Patologie*. 1. vydání Praha: Grada Publishing, 2004. 347 s. ISBN 80-247-0785-3

NEKULA, J.; HEŘMAN, M.; VOMÁČKA, J.; KOCHER, M. 2005 *Radiologie*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. 205 s. ISBN 80-244-0259-9

NEKULA, J.; CHMELOVÁ, J. 2007 *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 68 s. ISBN 978-80-7368-335-1

Praktická radiologie. PET/CT v diagnostice zánětů. NOVOTNÁ. M., 2010. Vydání Společnost radiologických asistentů ČR, 2010. 42 s. ISSN 1211-5053

Praktická radiologie. PET/CT – zobrazování hybridním přístrojem. VYBÍRAL, P., 2007. Vydání Společnost radiologických asistentů ČR, 2007. 34 s. ISSN 1211-5053

SCHOEPF, U. J. 2004 *Multidetector - row CT of the thorax.*Springer – Verla Berlin Heidenberg, 2004. S.480 ISBN 3-540-43774-6

URBÁNEK, J. aj. 2002. *Nukleární medicína*. Jilemnice : Gentiana Jilemnice, 2002. 154 s. ISBN 80-86527-05-0

VÁLEK, V.; ŽIŽKA, J. 1996. *Moderní diagnostické metody – III. díl Magnetická rezonance*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnicví Brno, 1996. 45 s. ISBN 80-7013-225-6

VYHNÁNEK, L. aj. 1998. *Radiodiagnostika Kapitoly z klinické praxe*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1998. 486 s. ISBN 80-7169-240-9

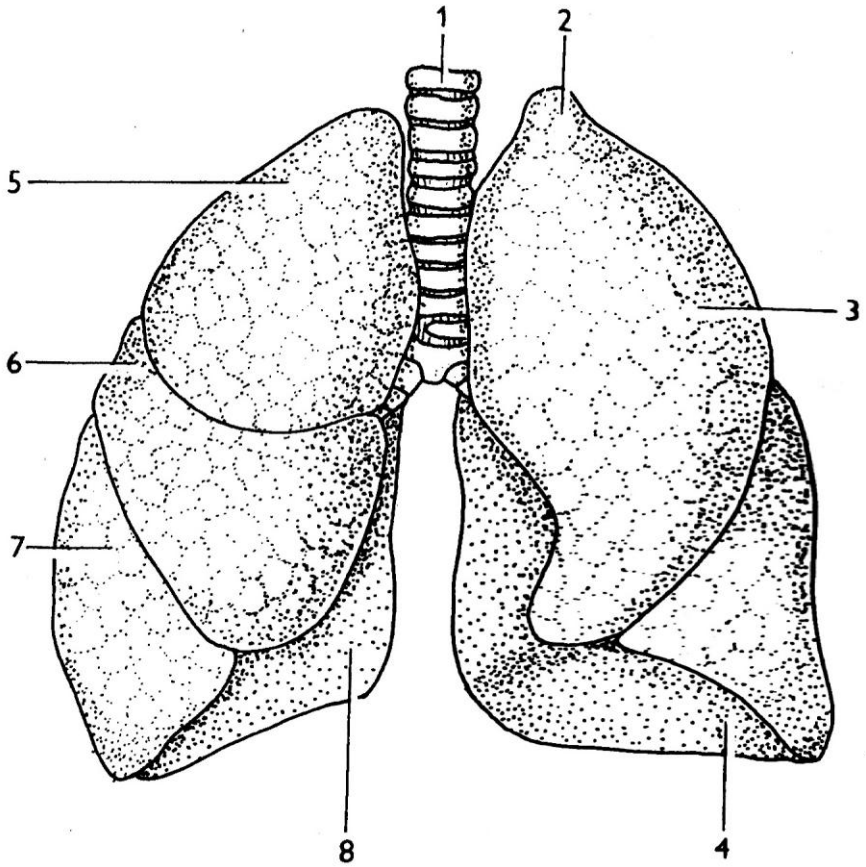
ZATLOUKAL, P.; PETRUŽALKA, P. aj. 2001. *Karcinom plic*. Praha: Grada Publishing, 2001. 400 s. ISBN 80-761-819-9

PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha č. 1 Anatomie plic
Příloha č. 2 Prostý snímek plic, fyziologický nález
Příloha č. 3 Prostý snímek plic s naléhavým podezřením na plicní tumor
Příloha č. 4 CT sken se známkami plicního abcesu
Příloha č. 5 CTA vyšetření, známky masivní plicní embolie

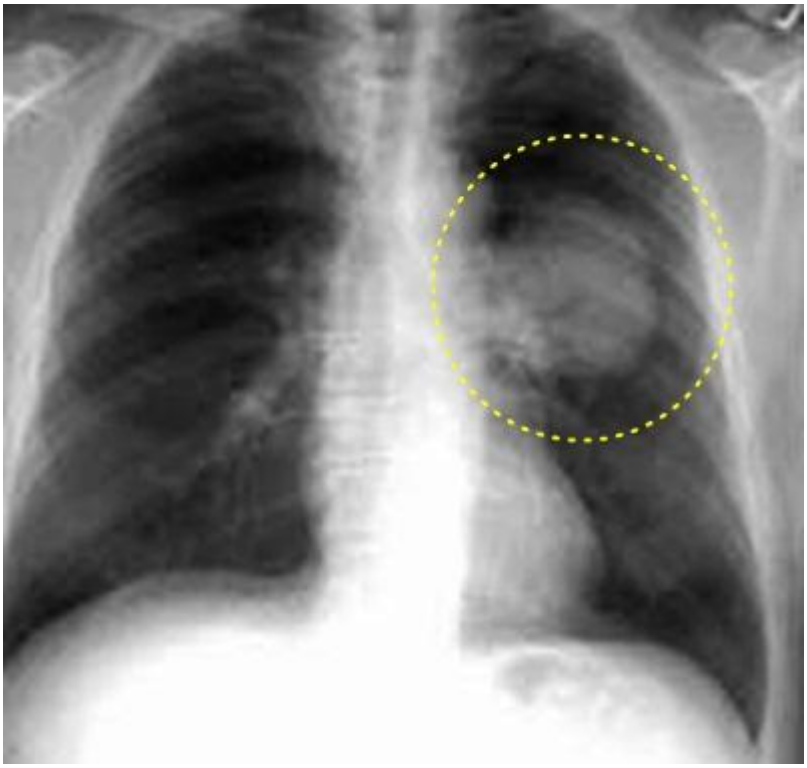
Příloha č. 1 Anatomie plic



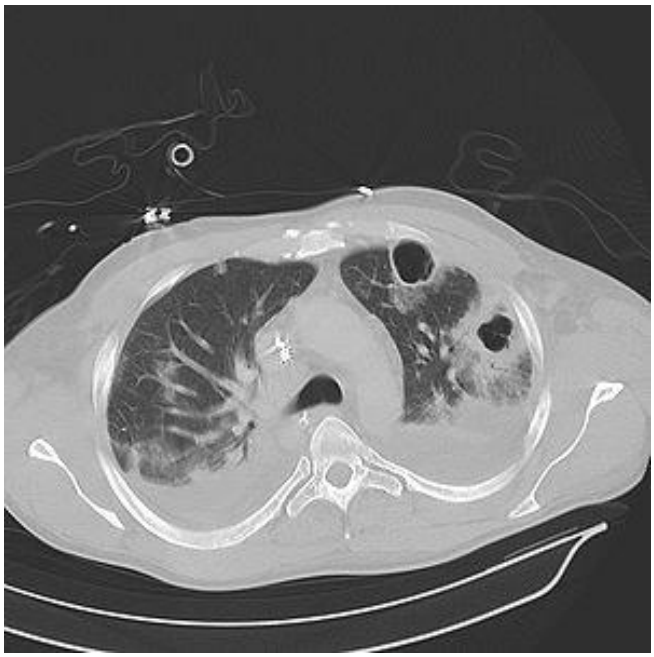
1 – trachea, 2 – apex pulmonalis, 3 – lobus superior, 4 – lobus inferior, 5 – lobus superior, 6 – lobus medius, 7 – lobus inferior, 8 – basis pulmonalis

Příloha č. 2 Prostý snímek plic, fyziologický nález

Příloha č. 3 Prostý snímek plic s naléhavým podezřením na plicní tumor



Příloha č. 4 CT sken se známkami plicního abcesu



Příloha č. 5 CTA vyšetření, známky masivní plicní embolie

CT přístroj

Zdroj: www.fgico.com/images/ct-c3000.jpg

PET/CT přístroj

Zdroj: www.med.nyu.edu/di/petCt/faqs.html.jpg

MR přístroj

Zdroj: www.olung.cz/images/content/rtg.jpg