

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Jana Fišerová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Jana Fišerová

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

**ZOBRAZOVACÍ METODY V DIAGNOSTICE AKUTNÍ
PLICNÍ EMBOLIE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Jindřiška Adámková, DiS.

PLZEŇ 2015

Prohlášení

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

V Plzni dne:

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji paní Mgr. Jindřišce Adámkové za cenné rady, připomínky a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Dále také děkuji panu Ing. Pokornému za jeho odbornou pomoc, panu MUDr. Malánovi a MUDr. Schmiedhuberovi za poskytování podkladů pro výzkumnou část.

Anotace

Příjmení a jméno: Fišerová Jana

Katedra: Záchranářství a technických oborů

Název práce: Zobrazovací metody v diagnostice akutní plicní embolie

Vedoucí práce: Mgr. Jindřiška Adámková, DiS.

Počet stran – číslované: 54

Počet stran – nečíslované: 22

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 20

Klíčová slova: akutní plicní embolie, zobrazovací metody, (CT) výpočetní tomografie, perfuze plic, radiační dávka

Souhrn:

Tato bakalářská práce je zaměřena na zobrazovací metody v diagnostice akutní plicní embolie. V teoretické části je popsána epidemiologie, vznik, rizikové faktory, klinické projevy a léčba plicní embolie, poté navazuje diagnostická část, věnující se metodám a algoritmům využívaných při diagnostice plicní embolie. Teoretická část tedy komplexně popisuje problematiku daného onemocnění. V praktické části jsme pomocí kvantitativního výzkumu porovnávali a zkoumali metody používané v diagnostice plicní embolie. Data jsme získali z nemocničního systému WinMedicalc FN Lochotín. U zobrazovacích metod jsme porovnávali počet vyšetření daných metod v období od 1.1.2013 do 1.9.2014, zaměřili jsme se na jejich efektivitu a na radiační zátěž pacienta z daných vyšetření. Praktická část bakalářské práce nám přináší ucelený pohled na diagnostické možnosti plicní embolie.

Annotation

Surname and name: Fišerová Jana

Department: Paramedical rescue work and Technical studies

Title of thesis: Imaging methods in the diagnosis of acute pulmonary embolism

Consultant: Mgr. Jindřiška Adámková, DiS.

Number of pages – numbered: 54

Number of pages – unnumbered: 22

Number of appendices: 5

Number of literature items used: 20

Keywords: acute pulmonary embolism, imaging methods, (CT) Computed tomography, lung perfusion, radiation dose

Summary:

This bachelor thesis is focused on imaging in the diagnosis of acute pulmonary embolism. In the theoretical section describes the epidemiology, occurrence, risk factors, clinical manifestations and treatment of pulmonary embolism, after a follow-up diagnostic section devoted to methods and algorithms used in the diagnosis of pulmonary embolism. The theoretical part of it comprehensively describes the issue of the disease. In the practical part, we used quantitative research explored and compared the methods used in the diagnosis of pulmonary embolism. Data were obtained from hospital system WinMedicalc FN Lochoťín. For imaging, we compared the number of examinations of the methods in the period from January 1, 2013 to September 1, 2014, we focused on their effectiveness and patient radiation dose from a given examination. Practical part gives us a comprehensive view of the diagnostic capabilities of pulmonary embolism.

OBSAH

ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PLICNÍ EMBOLIE.....	12
1.1 Charakteristika choroby	12
1.2 Epidemiologie výskytu plicní embolie	12
1.3 Rizikové faktory plicní embolie	12
1.4 Patofyziologie a klinické projevy plicní embolie	16
1.5 Léčba a prevence plicní embolie	21
1.6 Diagnostika plicní embolie – nezobrazovací metody	23
1.6.1 Diagnostické algoritmy	23
1.6.2 EKG.....	25
1.6.3 D-dimery.....	25
1.6.4 Hemodynamické vyšetření	25
1.6.5 Ostatní.....	25
2 DIAGNOSTIKA PLICNÍ EMBOLIE - ZOBRAZOVACÍ METODY	26
2.1 Optimalizace dávky záření.....	26
2.2 RTG hrudníku	27
2.2.1 Princip vzniku RTG snímku	27
2.2.2 Projekce	28
2.2.3 Hodnocení snímku.....	29
2.2.4 Kontraindikace.....	29
2.3 Ultrasonografie	29
2.3.1 Princip ultrasonografie	30
2.3.2 Echokardiografie	30
2.3.3 Duplexní ultrazvukové vyšetření.....	30
2.4 Spirální CT angiografie (CT pneumoangiografie, PCTA, CTA)	31
2.4.1 Princip CT	31
2.4.2 Konstrukce tomografu	31
2.4.3 CT obraz	32
2.4.4 Parametry vyšetřovacího protokolu.....	33
2.4.5 Průběh vyšetření	35
2.4.6 Kontraindikace vyšetření.....	36
2.5 Plicní angiografie.....	36
2.5.1 Technické vybavení.....	37
2.5.2 Průběh vyšetření	37

2.5.3	Kontrastní látka	38
2.5.4	Kontraindikace.....	38
2.6	Plicní scintigrafie plic	38
2.6.1	Princip scintigrafie.....	38
2.6.2	Radiofarmakum	39
2.6.3	Perfuzní scintigrafie plic.....	39
2.6.4	Ventilační scintigrafie plic.....	40
2.6.5	Izotopová venografie	41
PRAKTICKÁ ČÁST		43
3	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	43
4	METODIKA	44
5	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	45
5.1	Cíl 1.....	45
5.2	Cíl 2.....	54
5.3	Cíl 3.....	57
DISKUZE		61
ZÁVĚR.....		63
POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY.....		64
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK		66
SEZNAM TABULEK		68
SEZNAM OBRÁZKŮ		69
SEZNAM GRAFŮ		70
SEZNAM PŘÍLOH		71
PŘÍLOHY		72

ÚVOD

Žilní embolie patří mezi tři nejčastěji se vyskytující kardiovaskulární onemocnění. Pokud je akutní plicní embolie neléčena, pohybuje se její mortalita až kolem 30%. U 11% případů nastává u pacientů s akutní plicní embolií smrt. Diagnostika u pacientů s tímto onemocněním hraje velkou roli. Pokud je plicní embolie včas diagnostikována a léčena, její mortalita klesá více než o polovinu, a to na 8%. (4)

Plicní embolie se v dnešní moderní době stala záležitostí celé společnosti. Je to způsobené vlivem rizikových faktorů, které se týkají širokého věkového spektra obyvatelstva. Lidé mladšího věku jsou vystaveni většímu riziku např. užíváním hormonální antikoncepce nebo v případě, pokud trpí obezitou. Může je také postihnout tzv. Economy class syndrom, kterým trpí lidé např. při cestě letadlem, kde jsou delší dobu imobilizováni, a který je také jedním z rizikových faktorů. Mezi další tyto faktory patří např. chirurgické operace, rozsáhlá traumata nebo malignity. Incidence plicní embolie se také zvyšuje v přímé závislosti na věku. (3)

Diagnostika plicní embolie je proměnlivou záležitostí. Medicínské technologie jsou stále vyvíjeny a zdokonalovány. Diagnostika plicní embolie jde s tímto pokrokem ruku v ruce. Dříve se přítomnost embolie potvrdovala převážně plicní angiografií, dnes není potřeba provádět tak invazivní zákrok, protože tuto metodu lze nahradit CT angiografií či perfuzní scintigrafií plic. I tyto metody však mají své nedostatky. V této bakalářské práci se snažíme o ucelený náhled na diagnostické možnosti tohoto onemocnění a snažíme se o objektivní a přehledné srovnání těchto metod.

Úvodní část této bakalářské práce je věnována samotné plicní embolii. Jsou zde popsány faktory vedoucí k jejímu vzniku a také samotný vznik tohoto onemocnění, dále také to, jak se plicní embolie rozděluje podle její závažnosti a jak probíhá její léčba.

Navazující část práce je věnována diagnostice plicní embolie. Jsou zde popsány pomocné diagnostické metody a také algoritmy, využívané v případě podezření na toto onemocnění. V podstatné části této práce jsou zpracovány jednotlivé zobrazovací metody v dané problematice. Jsou zde popsány principy, postupy, výhody a nevýhody jednotlivých vyšetření.

Praktická část této práce je zaměřena na porovnání jednotlivých zobrazovacích metod. Zkoumány byly dvě nejstěžejnější diagnostické metody v dané diagnostice, tedy

perfuzní scintigrafie plic a CT angiografie. Vyhodnocením statistického sběru dat bylo možné porovnat radiační dávky a výpovědní hodnoty těchto vyšetření.

TEORETICKÁ ČÁST

1 PLICNÍ EMBOLIE

1.1 Charakteristika choroby

Plicní embolie, dále jen PE je zapříčiněna tzv. tromboembolickou nemocí. Ta zahrnuje všechny stavy, při kterých dochází k obstrukci plicnice nebo některé z jejích větví krevní sraženinou neboli trombem. Místo vzniku trombu je téměř vždy v žilním systému nebo v pravém srdci. Z trombu se odtržením od stěny cévy stává putující embolus, který poté embolizuje do plicnice, kde způsobuje PE. (1) Příčinou vzniku embolie nemusí být pouze trombus, ale ve vzácných případech také plodová voda při porodu, tuk a kostní dřeň při rozsáhlých úrazech, vzduch při potápění atd. (2)

„Žilní tromboembolie je třetím nejčastějším kardiovaskulárním onemocněním. Vykazuje významnou mortalitu. Neléčená akutní plicní embolie vykazuje významnou mortalitu (kol 30%), zatím co rozpoznaná a léčená plicní embolie má mortalitu kol 8%. Zhruba 11% akutních plicních embolií končí náhlou smrtí. Z pacientů umírající na plicní embolie zmírají dvě třetiny do dvou hodin.“ (4, s. 3)

1.2 Epidemiologie výskytu plicní embolie

Získat přesné údaje o incidenci a mortalitě PE je z mnoha důvodů nemožné. Mezi hlavní důvody patří nespolehlivá klinická diagnóza a to, že PE může probíhat asymptomaticky a potvrzení důvodu úmrtí jsou nepřesná. (1) Roční incidence se přibližně pohybuje kolem 50-200 případů na 100 000 obyvatel. V České republice se výskyt pohybuje kolem 10 000 osob ročně. Skutečný výskyt je však určitě vyšší, a to z důvodu bezsymptomatického průběhu nemoci, tzv. němé embolie. Většina případů PE postihuje věkovou skupinu kolem 60 -70 let. (5)

1.3 Rizikové faktory plicní embolie

Na vzniku trombů a následné PE se podílí faktory klinické a laboratorní. Mezi klinické patří:

Chirurgické operace

Velkým rizikovým faktorem vzniku trombózy a PE jsou ortopedické operace, rozsáhlé břišní a pánevní operace. U osob nad 40 let se riziko výrazně zvyšuje. Výskyt

žilní trombózy při operacích se pohybuje zhruba kolem 30-50%. Míra rizika je dána různými faktory: typ a trvání chirurgického výkonu, druh anestezie, rozsáhlé trauma, operace v oblasti pánve či břicha, varixy dolních končetin, malignita, věk, nadváha, peroperační a pooperační infekce, gravidita, užívání perorální antikoncepce, hydratace, dlouhotrvající srdeční obtíže. (3)

Maligní nádory

Mezi nádorovým onemocněním a tromboembolickou nemocí je vzájemná souvislost. Výskyt tromboembolie je zvyšován po podstoupení chemoterapie nebo hormonální terapie. Dalším rizikem u nádorového onemocnění je např. snížená fibrinolýza, operační zákrok, imobilizace, zvýšené koagulační parametry a zavedený centrální žilní katetr. V souvislosti s patogenezi má význam i uvolňování nádorových tromboplastinů. (3)

Traumata

Výskyt trombózy je zaznamenán hlavně u úrazů hlavy, páteře a pánve. Trombóza také vzniká při zlomeninách dolních končetin. Závislost postižení tromboembolizou je pravděpodobně úzce spjata s věkem, zavedením centrálního žilního katetru a imobilizací delší než 3 dny. (3)

Věk

Riziko vzniku tromboembolie stoupá s věkem. U pacientů nad 40 let je incidence tromboembolismů 1/10 000 obyvatel, u pacientů nad 75 let se četnost zvyšuje na 1/100. Pravděpodobně je to zapříčiněné snížením mobility, poklesem svalového napětí, změnou cévní stěny nebo větší koncentrací koagulačních faktorů. (3)

Těhotenství

Riziko žilní trombózy a následné PE je u těhotných žen v porovnání s ženami netěhotnými přibližně 10x větší. Na 100 000 těhotných žen připadá 60 postižených plicní embolií a 1 úmrtí. U žen ve věku nad 35 let, s tělesnou hmotností větší než 80 kilogramů a pozitivní anamnézou TEN, pravděpodobnost výskytu trombóz roste. (3)

Antikoncepce

Užívání perorální antikoncepce je dalším důvodem zvýšeného výskytu žilních trombóz. Studie WHO uvádí, že se užíváním perorální antikoncepce zvyšuje riziko 4x.

Užívání perorální antikoncepce je u žen v nízké věkové skupině hlavní příčinou tromboembolismů. (3)

Hormonální substituční léčba

Četnost žilní trombózy u žen podstupujících hormonální substituční léčbu je stejná jako u žen užívajících hormonální antikoncepci, hlavní příčinou je nejspíše vyšší věk žen po klimakteriu, léčící se HRT. (3)

Imobilizace

Při dlouhodobé imobilizaci dochází k poruše funkce svalstva dolních končetin jako pumpy pro žilní průtok. Tato situace nastává u osob upoutaných delší dobu na lůžko, ale také u osob na dlouhých cestách dopravním prostředkem, kde nemají dolní končetiny dostatek místa a pohybu, oficiální název pro tento jev je Economy class syndrom, který není v dnešní době ničím neobvyklým. (3)

Srdeční selhání

Mezi faktory zapříčiňující vznik trombóz během léčby srdečního selhání patří imobilizace, věk, venostáza, snížená fibrinolýza a konkomitující terapie. (3)

Náhlá cévní mozková příhoda

K větší četnosti tromboembolické nemoci u CMP přispívá mnoho faktorů. Patří mezi ně např. stáza v paretické končetině, imobilita, věk, centrální žilní katetr a zvýšená koncentrace proteinových koagulačních faktorů. (3)

Obezita

Při nadměrné obezitě dochází ke snížení fibrinolytické aktivity a kapacity. Přibližně u poloviny nemocných s žilní trombózou je vyšší koncentrace PAI-1, příčinou je nadměrná produkce viscerálním tukem. (3)

Trombóza nebo plicní embolie v anamnéze:

Pokud má již pacient v anamnéze trombózu či PE, zvyšuje se tak pravděpodobnost jejich dalšího výskytu. (3)

Dalšími klinickými faktory jsou: Chronická zánětlivá střevní onemocnění, Crohnova nemoc a pooperační sepse. (3)

Mezi laboratorní rizika, která jsou přítomná asi jen u 10% všech žilních trombóz a plicních embolií řadíme např.:

Deficit antitrombinu

Deficit antitrombinu je autosomálně dominantně dědičné onemocnění, které je až v 50% spojené s výskytem tromboembolické nemoci. (2)

Deficit proteinu C a S

Tento deficit je doprovázen výskytem trombóz u dětí a mladých osob. Jeho četnost se pohybuje kolem 1 na 10 000 obyvatel. (4)

APC rezistence

APC rezistence znamená odolnost k aktivovanému proteinu C, která je způsobena mutací faktoru V-Leiden. (4)

Stav po splenektomii

Tento stav nastává v časně pooperační fázi. (4)

Porucha fibrinolýzy

Tato porucha je charakterizována zvýšenými hodnotami inhibitoru plazminogenového aktivátoru PAI-1. (4)

Výskyt smrtící PE dle Widimského (2002):

Vysoké riziko hrozí u velkých operací, u nemocných starší 40 let, při žilní trombóze nebo plicní embolii v anamnéze, při rozsáhlé břišní a pánevní chirurgii a u maligních onemocnění. **Výskyt úmrtí zapříčiněný těmito faktory se pohybuje kolem 1-5 %.**

Střední riziko nastává při operacích u osob starších 40 let trvající více než 30 minut, dále při závažném vnitřním onemocnění, při srdeční chorobě, u zánětlivého střevního onemocnění a u maligního nádoru. **Výskyt úmrtí se pohybuje kolem 0,1-0,7 %.**

Nízké riziko obnáší nekomplikované operace u nemocných mladších 40 let, u kterých se nevyskytují další rizikové faktory, dále menší operace u nemocných mladších 40 let, také bez dalších rizikových faktorů. **Výskyt úmrtí dosahuje 0,01%. (3)**

1.4 Patofyziologie a klinické projevy plicní embolie

Vznik trombózy vychází z Virchowovy triády, tedy stázy krve, porušení cévní stěny a změny ve vlastnostech protékající krve. Tromby se tvoří u většiny případů v žilách dolních končetin. Pokud se jedná o případ masivní PE, jsou zdrojem embolů nejčastěji iliakální a femorální žíly nebo pánevní žíly po gynekologických operacích. Následkem aplikované centrální žilní katetrizace dochází ke vzniku trombózy v horní duté žíle. Mnohočetné PE často způsobují čerstvé tromby, které jsou náchylné k fragmentaci při průchodu kontrahující se pravou komorou. U masivní PE je lumen kmene plicnice nebo jejích větví uzavírán nebo částečně ucpán tromby, které mohou vyplňovat i dutinu pravé komory. To, že nemocný prodělal řadu tromboembolických příhod, naznačuje přítomnost organizovaných sraženin. (1)

Závažnost akutní PE je dána velikostí plicní cévní obstrukce vyvolané embolií a na předchozím stavu srdce a plic. Stupeň cévní obstrukce ovlivňuje závažnost plicní hypertenze. U nemocných s dřívějším plicním onemocněním nebo kardiaků stačí k vyvolání plicní hypertenze i menší obstrukce plicního řečiště. U pacientů bez předchozího prodělaného plicního nebo srdečního onemocnění dojde k hypertenzi po 50% obstrukci plicního cévního řečiště. Akutně vzniklá plicní hypertenze při plicní embolii může mít za následek dilataci pravé komory a pravostranné srdeční selhání. Klesající minutový výdej srdce způsobuje pokles krevního tlaku, synkopu a někdy i kardiogenní šok. Zvýšená práce pravé komory za sníženého koronárního průtoku krve jako důsledek vysokého tlaku v pravé síni, může vést k subendokardiální ischemii pravé komory, ke které u některých nemocných přispívá i ateroskleróza věnčitých tepen. Embolizace plic vede také k hyperventilaci, kterou vyvolává podráždění "stretch" receptorů v plicních arteriolách. Důsledkem uvolnění serotoninu a histaminu dochází ke konstriktci alveolárních ductů a terminálních bronchiolů, zvyšuje se tak odpor dýchacích cest. Ztráta surfaktantu v postižené oblasti plíce má za následek vznik atelektáz. Klesá arteriální tlak kyslíku a důsledkem hyperventilace dochází k poklesu arteriálního tlaku CO_2 , tento stav může dospět až do podoby respirační alkalózy provázené hypoxémií. (4)

Podle klinického obrazu rozdělujeme plicní embolii na několik forem:

Akutní malá plicní embolie

Akutní malá PE nastává uzavřením méně než poloviny plicního oběhu malým embolem. Často nevyvolá žádné příznaky PE. (1) Projevuje se zrychleným a vzhledem k doprovázené pohrudniční bolesti povrchoým dýcháním (24 dechů/min a více) a tachykardií (tepová frekvence 100/min a vyšší). Menší plicní embolie může být dokonce němá nebo se projeví pouze nepatrným zvýšením teploty. Přítomnost němé PE byla prokázána u nemocných s hlubokou žilní trombózou rutinně prováděným perfuzním plicním scanem u 40-50% diagnostikovaných. Zatím však není jasné, zda by se mělo cíleně pátrat po PE u nemocných s hlubokou žilní trombózou. (4)

Někdy se první symptomy objeví až po prodělání **plícniho infarktu**, ke kterému dochází při ucpání středně velkých plicních tepen. Plicní infarkt způsobuje ostrou pohrudniční bolest, která stěžuje dýchání a může dojít také k vykašlávání krve. Při embolizaci dochází k nekróze plicní tkáně jen zřídka, protože plíce mají tři možné zdroje kyslíku: plicní tepny, bronchiální tepny a dýchací cesty. (1)

Subakutní masivní plicní embolie

Subakutní masivní PE je poměrně vzácná příhoda, kterou způsobují malé mnohočetné nebo středně velké emboly, které se akumulují a následně vedou k pomalé obstrukci plicního oběhu. Subakutní masivní PE se projevuje tachypnoí, tachykardií a hemodynamickou stabilitou. Postupně dochází k zhoršení tolerance fyzické námahy a může být přítomen suchý kašel a centrální cyanóza. Krevní tlak a tepová frekvence jsou normální, protože je v normě i srdeční výdej. Občas se mohou projevit známky plicního infarktu, ke kterému došlo při nárůstu obstrukce. V pokročilých stádiích nastává pravostranné selhání a dochází k poklesu srdečního výdeje. Další PE může změnit subakutní masivní PE na akutní. (1)

Akutní masivní plicní embolie

Akutní masivní PE je nejdramatičtější forma PE, mortalita i léčené PE se pohybuje kolem 20%. Při náhlé masivní obstrukci plicního cévního řečiště může dojít k náhlé smrti. Náhlá smrt nastává přibližně u 10% případů. Akutní masivní PE charakterizuje hemodynamická nestabilita. Může být doprovázena hypotenzí (systolický tlak 90 mm Hg a nižší nebo pokles systolického tlaku o 30-40 mm Hg a více u hypertoniků), synkopou a

kardiogenním šokem. (4) „Akutní masivní plicní embolie může způsobit akutní cor pulmonale, vyznačující se přítomností známek akutního selhání pravé srdeční komory, mezi něž patří vznik akutní dilatace pravé srdeční komory, tachykardie, přítomnost cvalového rytmu, systolický šelest z trikuspidální insuficience a zvýšený žilní tlak (náplň krčních žil v poloze polosedě je zvýšená) a někdy je pozitivní i hepatojugulární reflux.“ (4, str.7)

Chronická tromboembolická plicní hypertenze

Chronická tromboembolická plicní hypertenze je relativně vzácná choroba, která většinou vzniká po nediodagnostikovaných a neléčených menších plicních embolizacích, které způsobují obstrukci velkých a středně velkých plicních tepen. K těmto embolizacím dochází během několika měsíců až let. Hlavními důsledky je zvýšený odpor výdeje pravého srdce a špatná výměna plynů. To vede k namáhavé dušnosti a ke snížení tolerance zátěže. Dalším důležitým příznakem jsou tachypnoe, kašel a vykašlávání krve. Tlak krve a tepová frekvence jsou normální, do té doby, než dojde k pravostrannému selhání se zvýšeným žilním tlakem, systolickým šelestem, zvětšení jater, ascitu a periferním otokům. Průběh nemoci je většinou pozvolný po dobu několika let a její začátek je proto těžce rozpoznatelný. CTEPH vede k pravostrannému srdečnímu selhání a smrti. (1)

Tabulka 1:Klinické formy plicní embolie

PE	Anamnéza	Cévní obstrukce	Symptomy	Známky
Akutní malá	krátká, náhlý vznik	<50%	dušnost, hemoptýza, pleurodynie	třecí šelest, zvýšení teplota
Akutní masivní	krátká, náhlý vznik	>50%	dušnost, angína	cyanóza, hypotenze, P2, tachykardie, tachypnoe, zvýšený žilní tlak
Subakutní masivní	několik týdnů	>50%	dušnost	hyperventilace, P2
Chronická tromboembolická plicní hypertenze	měsíce až roky	>50%	intolerance zátěže	hypoventilace, cyanóza, P2

Pozn. P2- rozštěp 2. ozvy se zesílenou pulmonální komponentou

(1)

Akutní PE nemusí vznikat pouze jako následek tromboembolické nemoci, může být způsobena mnoha dalšími činiteli. Mezi netrombotické plicní embolie patří:

Tuková plicní embolie

Tuková PE nastává, když se do krevního řečiště uvolní drobné tukové kapénky, které se sloučí s krevními destičkami a fibrinem za vzniku větších částec. Tento děj nastává většinou u nemocných s rozsáhlými zraněními, hlavně u fraktury pánve a dlouhých kostí. Většina tukových částic embolizuje plíce, zbytek může postihnout velký oběh. Podstatné klinické změny způsobené tukovou embolizací jsou vyjimečné (1-2%). Mezi klinické projevy lze zařadit náhle vzniklou dušnost, tachypnoi, tachykardii, projevy pravostranného selhání, petechie, zmatenost, křeče a dokonce až kóma. Příznaky vznikají na základě poruchy mikrocirkulace plic, CNS a kůže. Tukovou embolii můžeme diagnostikovat RTG snímkem plic, kde se objeví oboustranné infiltráty způsobené permeabilním plicním otokem, který vznikl z hydrolyzovaného tuku lipázou a endoteliální dysfunkcí. Dále diagnostikujeme pomocí moče, krve a sputa, kde je možné najít tukové částičky. Pomocí CT je potřeba vyloučit patologii mozku, srdeční tamponádu, tenzní pneumotorax aj. Léčíme podáváním kortikoidů, diuretik a pomocí oxygenoterapie. (3)

Amniová embolie

Amniová embolie zapříčiňuje 10% všech úmrtí rodiček. Procenta se stále zvyšují, protože klesá podíl jiných příčin. (1) Riziko vzniku nastává při porodu nebo krátce po něm. Jedná se o poměrně vzácnou komplikaci, která má vysoké procento úmrtnosti. Mezi rizikové faktory patří intrauterinní smrt plodu, ruptura dělohy, odloučení placenty nebo předčasná separace blan. U postižených rodiček nastává během porodu nebo těsně po něm kardiovaskulární kolaps. Amniová embolie způsobuje diseminovanou intravaskulární koagulaci (DIC), tedy mnohočetné krevní sraženiny. Jedinou podpůrnou léčbou je okamžité vyprázdnění dělohy, podpora dýchání, oběhu a léčba DIC. (3)

Vzduchová embolie

Vzduchová embolie může vzniknout jako následek katetrizace centrálních žil, hemodialyzačních katetrů, císařského řezu, neurochirurgického zákroku vsedě, penetrujícího zranění plic nebo barotraumat. Riziko vzniku je během těhotenství a těsně po porodu. Následkem embolie dochází ke kardiovaskulárnímu kolapsu, klidové dušnosti. Dalším příznakem je chrčivý zvuk, který je způsoben směsí vzduchu a krve v pravé

komoře. Proniknutí embolie do oběhového systému a mozku vede k poruchám vědomí případně ke křečím. Dojít může také k plicní hypertenzi, systémové hypotenzi a hypoxémii, poškození endotelu, zvýšení permeability mikrocirkulace, a tak ke vzniku ARDS, tedy syndromu akutní dechové tísně. U nemocných se zraněním krku a hrudníku a nepřiměřenému stavu vzhledem k jejich zranění je velice důležité provést diagnózu k vyloučení vzduchové embolie. Vyšetřujeme pomocí RTG snímku plic, který je realizován na levém boku, kde se zobrazí hladina v pravé komoře. Nejvhodnějším vyšetřením je echokardiografie, pro její citlivost a praktičnost. Léčba spočívá v kardiopulmonální resuscitaci a v inhalaci 100% kyslíku. Je doporučováno, aby se provedl pokus o odstranění vzduchu z pravé komory centrálním žilním katetrem s více otvory nebo pomocí přímé perkutánní punkce či pomocí mimotělního oběhu. Tímto způsobem je možné odstranit přibližně 50% vzduchu. Poloha hlavou dolů a na levé straně pomáhá k přemístění bubliny vzduchu z pravé části pravé komory do hrotu pravé komory a do pravé síně a zabraňuje vstupu vzduchu do mozkového oběhu. (3)

Paradoxní embolie

Pro vznik paradoxní embolie je podstatná přítomnost defektu síňového septa či foramen ovale a zvýšený krevní tlak v pravé síni oproti síni levé. Vzduch, plyn nebo tromb pronikne z žilního systému do velkého oběhu. Taková situace nastává u chronické nebo akutní plicní hypertenze, občas při kašli nebo Valsalvově manévru při otevřeném foramen ovale. Jsou známé případy, u kterých velké plynové embolie způsobené žilní vzduchovou embolií do mozku pronikly do mozkových tepen, ačkoli nebyl při pitvě prokázán nitrosrdeční zkrat nebo zkratový mechanismus. Léčba se shoduje s léčbou vzduchové embolie. (3)

Septická plicní embolie

Septická plicní embolie není častým jevem. Nejčastěji se vyskytuje při břišním abscesu nebo abscesu v pánvi při anaerobní infekci. Případ embolizace se vyskytuje i ve spojitosti s endokarditidou trikuspidální chlopně či chlopně plicnice. Septická tromboembolie postihuje narkomany, u kterých se tvoří v místech vpichu návykových látek. Postihuje také nemocné se zhoubnými nádory, kteří jsou léčeni cytostatiky, zdrojem jsou trvalé katetry. Embolie se na RTG snímku hrudníku zobrazuje jako mnohočetné zastínění, ostře i nepravidelně zaostřené. V případě velkých septických embolů je možný

vznik akutní plicní embolie. Klinicky se nemoc projevuje jako infekční pleuritida s vykašláváním sputa. (3)

Nádorová plicní embolie

K embolizaci nádorových buněk může dojít u karcinomu prsu, ledvin, jater, prostaty, žaludku a u trofoblastických nádorů či myxomů pravé síně. K diagnostice je využíváno CT, echokardiografie a nápomocné je i cytologické vyšetření krve. (3)

Jiné příčiny plicní embolie

Dojít může např. k žlučové embolii, masivní embolizaci echinokokových cyst, škrobu, laktózy a celulózy. Embolizovat mohou také cizí tělesa nebo injikovaná rtuť. (1)

1.5 Léčba a prevence plicní embolie

Léčba PE probíhá zásadně v nemocnici na interním oddělení. Ambulantní léčba je akceptovatelná pouze u lehčích forem plicní embolie bez zvýšení srdečních troponinů a bez dysfunkce pravé komory, ale až po zkráceném hospitalizování. (3)

Podpůrná léčba

Pacientům s normálním krevním tlakem a nízkým minutovým srdečním výdejem je indikován dobutamin nebo dopamin, zvyšující minutový srdeční výdej. Pacientům s hypotenzí je podáván noradrenalin. Pacient by měl současně inhalovat nazální cestou kyslík za optimální koncentrace 28-40%. Inhalace kyslíku oxigenuje periferní tkáň u hypoxemických nemocných. Pokud je potřeba použít k léčbě mechanickou ventilaci, je nutné omezit její negativní hemodynamické důsledky. Hlavní snaha při léčbě akutní plicní embolie je snaha o odstranění obstrukce v plicním řečišti. Mezi další cíle léčby patří snížení mortality, ústup příznaků, prevence opakované tromboembolie a prevence posttrombotického syndromu. (3)

Antikoagulační léčba

Antikoagulační léčba je používána u většiny případů. Podávanými léky (nejčastěji heparin) je snižována srážlivost krve. Léky jsou podávány nejprve nitrožilně nebo podkožně, později v tabletách. Léčba musí být pravidelně kontrolována krevními testy. Doba léčby se pohybuje v rozmezí 3 měsíců až po celý život. (2)

Trombolytická léčba

Trombolytická léčba je jedinou aktivní farmakologickou metodou léčby trombóz a embolie. (3) Je využívána u závažnějších případů PE, kdy je nutné rozpustit krevní sraženinu. Lék se aplikuje v podobě několika hodinové infuze. Léčba je účinná, avšak oproti antikoagulační léčbě výrazně nebezpečnější, protože je zvýšena krvácivost a může nastat dokonce i krvácení do mozku. U vysokého rizika vzniku krvácení nebo při neúspěšné trombolytické léčbě lze použít jiné formy léčby. Viz dále (2)

Plicní embolektomie

Plicní embolektomie znamená odstranění embolu z plicnice chirurgickou cestou nebo cestou katetrizační (vpich do tříselné žíly), kdy je možné embolus mechanicky rozrušit, jedná se o tzv. perkutánní mechanickou tromboektomii. (2)

Kavální filtr

Kavální filtry mají jak léčebnou, tak preventivní funkci. Jsou navrženy tak, aby zachytávaly emboly o průměru větším než 3 mm. Filtry se umisťují do dolní duté žíly. V roce 1976 formulovali Greenfield, Proctor, Williams a Wakefield indikační kritéria, která jsou dodnes respektována. Patří mezi ně opakovaná PE při adekvátní antikoagulační léčbě, plicní embolizace postihující pacienta s kontraindikací antikoagulační léčby, opakovaná plicní embolizace doprovázená plicní hypertenzí a cor pulmonale, pacient po plicní embolektomii, septické plicní embolizaci, uzávěr plicního cévního řečiště z přibližně 50%, vlající trombus, postupující ileofemorální žilní trombóza během adekvátní antikoagulační léčby a pacient, kterému je indikována náhrada kyčelního kloubu nebo prostatektomie s dalšími riziky tromboembolie a také pacienti po kraniocerebrálním nebo míšním poranění. (3)

Prevence

Mezi fyzikální metody snižující výskyt PE se řadí časně vstávání a časná rehabilitace po operacích, cvičení (dorzální a plantární flexe), elastické antitrombotické punčochy, intermitentní elastická komprese nafukovacími punčochami.

Farmakologická prevence spočívá v užívání např. nízkomolekulárního heparinu, mini dávky heparinu, rheodextranu, warfarinu a kyseliny acetylsalicylové. (3)

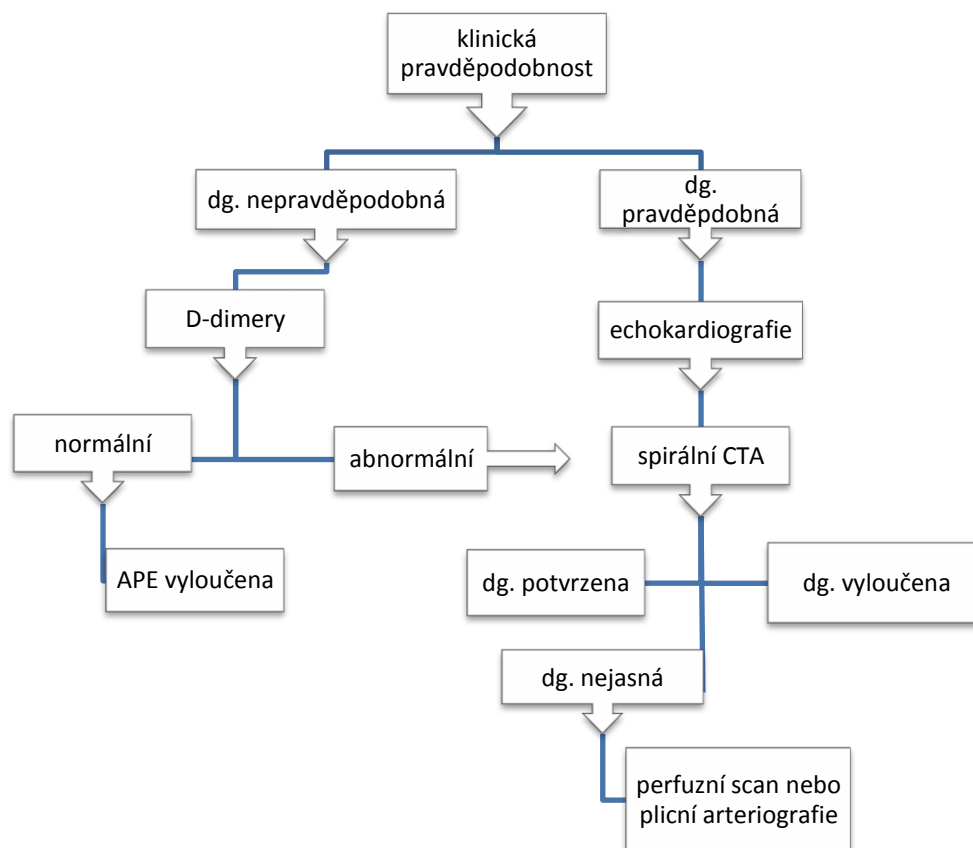
1.6 Diagnostika plicní embolie – nezobrazovací metody

1.6.1 Diagnostické algoritmy

Podle směrnic České kardiologické společnosti se 3 základní algoritmy v ambulantní diagnostice rozdělují podle toho, zda se jedná o plicní embolii hemodynamicky stabilní nebo nestabilní. Jelikož se jedná o ambulantní diagnostiku, vyšetření probíhá hlavně pomocí D-dimerů, duplexní sonografie žil dolních končetin a plicní scintigrafie.

Při hemodynamicky stabilizované PE je vhodný algoritmus: test D-dimerů k vyloučení žilní tromboembolie, pacienti s pozitivním testem jsou vyšetřeni duplexní sonografií, kvůli zjištění přítomnosti trombů, nakonec následuje vyšetření pomocí plicní scintigrafie u pacientů s předchozím pozitivním testem. (3)

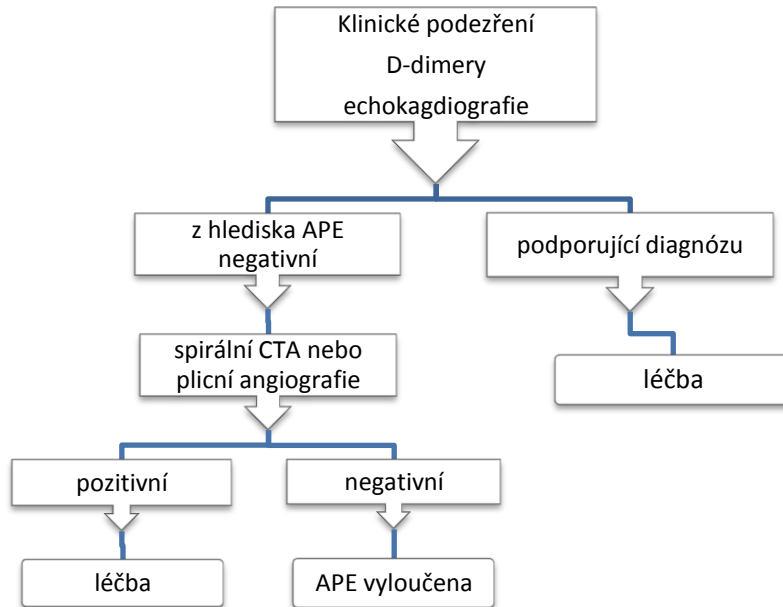
Obrázek 1: Algoritmus diagnostiky akutní plicní embolie hemodynamicky stabilizované



(6)

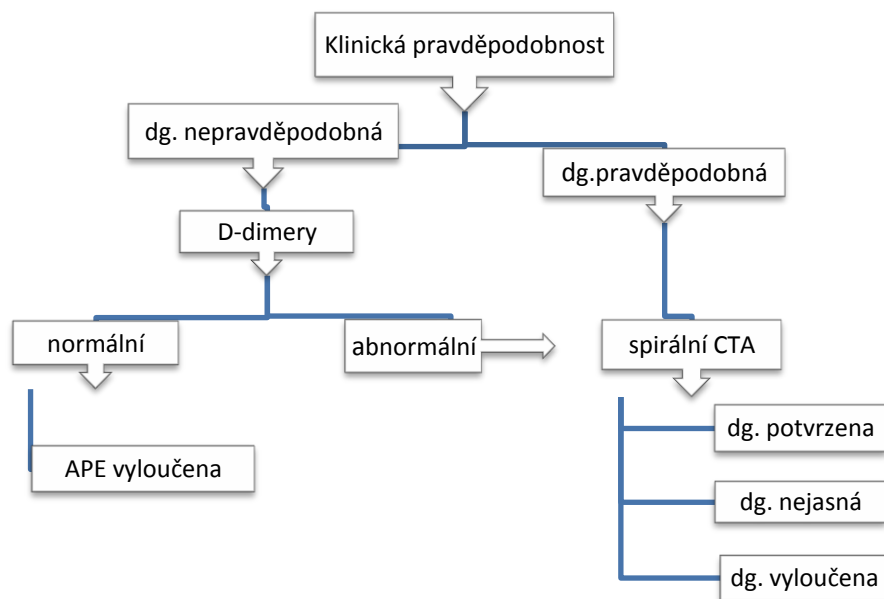
U hemodynamicky nestabilní PE se k vyšetření využívá nejprve EKG a echokardiografie, zaznamenávající změnu při kardiogenním šoku, pravostranném srdečním selhání, synkopě či hypotenzi. Podle potřeby následuje vyšetření plicní angiografií. (3)

Obrázek 2: Algoritmus diagnostiky plicní embolie hemodynamicky nestabilní



(6)

Obrázek 3 Algoritmus diagnostiky plicní embolie opírající se o spirální CT



(6)

1.6.2 EKG

PE se při EKG projevuje negativní vlnou T_3 . Je to nejčastější změna u PE, která se objevuje u 68% nemocných, také se podle ní posuzuje její závažnost. Mezi další změny poukazující na PE patří např. blok pravého Tawarova raménka, obraz $P_{2,3}$ pulmonale. (3) Diagnostika pomocí EKG se využívá hlavně kvůli vyloučení jiných diagnóz, převážně perikarditidy a infarktu. (1)

1.6.3 D-dimery

D-dimery jsou produktem štěpení fibrinu plazminem. Pomocí D-dimerů se při ambulantním vyšetření vylučuje diagnóza PE či trombózy, avšak testy mohou být pozitivní na další diagnózy (záněty, nekrózy, nádorová onemocnění...) Specificita vyšetření je ovlivněna věkem, u osob nad 80 let stanovení D-dimerů nemá velkou výpovědní hodnotu, to samé platí u osob s maligním onemocněním. Vyšetření je málo specifické, ale i přes to využívané, převážně v případě ambulantních pacientů.

1.6.4 Hemodynamické vyšetření

Významná PE může být příčinou vzniku cor pulmonale, které je poté prokázáno hemodynamickým vyšetřením. V případě PE se hemodynamika změní zvýšením tlaku v pravé síni a plicnici a snížením srdečního indexu. Toho vyšetření je nejvíce využíváno při rozlišování např. akutního infarktu myokardu a srdeční tamponády od PE.

1.6.5 Ostatní

Dalšími doplňujícími metodami vyšetření je stanovení srdečních biomarkerů, měření krevních plynů atd.

2 DIAGNOSTIKA PLICNÍ EMBOLIE - ZOBRAZOVACÍ METODY

Zobrazovací metody v diagnostice plicní embolie hrají zásadní roli. Díky vhodné volbě zobrazovací metody, je v dnešní době diagnostika PE spolehlivější a rychlejší. Posty na předních místech zobrazovacích metod se postupem času stále mění. Změny vycházejí z technologických pokroků, díky kterým se diagnostické přístroje neustále modernizují a zdokonalují.

Vývoj zobrazovacích metod

V minulosti byla na prvním místě v diagnostice PE plicní angiografie. Dnes je využívána spíše jako léčebná metoda. Její místo nahradila v podstatě neinvazivní CT angiografie, která dokáže také velmi přesně zobrazit obstrukci nebo defekt náplně v cévním řečišti. V dnešní době je i poměrně dobrá dostupnost tohoto vyšetření. To je příčinou ústupu i perfuzní plicní scintigrafie. Pomocí tohoto vyšetření jsou diagnostikováni především pacienti s intolerancí kontrastní látky nebo s nemožností ozáření vyšší radiační dávkou, pacienti postižení renální insuficiencí a pacienti nemocnice, která není vybavena výpočetní tomografií nebo vlastní pouze jednovrstevnou tomografií, která není k diagnostice PE vhodná, kvůli nižší senzitivitě. (4, 17)

2.1 Optimalizace dávky záření

Pokud je potřeba k vyšetření použít zdroje ionizujícího záření, je zapotřebí, aby klinický přínos převažoval nad radiačním rizikem. Lékařské ozáření z umělých zdrojů tvoří celkové ozáření populace z jedné šestiny. Zbylé ozáření pochází z přírodního pozadí.

Hodnota jediné dávky vztažené k celkovému radiačnímu riziku je hodnota efektivní dávky. Efektivní dávku získáme součtem dávek na určitý počet jednotlivých tkání. Každá tkáň má svůj váhový faktor, který je odvozen z její relativní radiosenzitivity. Protože je efektivní dávka vyjádřena jedním číslem, je možné porovnávat radiační zátěž vyšetření různého charakteru a odhadovat riziko stochastických účinků. Její jednotkou je Sievert [Sv]. (12, 19)

Vyšetření výpočetní tomografií tvoří téměř polovinu kolektivní dávky všech rentgenologických vyšetření. Z tohoto důvodu je důležité, aby byly indikace k vyšetření

rozumně zdůvodněny a byly využity techniky minimalizující obdrženu radiační dávku při zachování dostačující výpovědní hodnoty vyšetření. (19)

Tabulka 2: Přehled typických efektivních dávek zobrazovacích metod v diagnostice PE

Vyšetřovací metoda	Typické efektivní dávky (mSv)	Ekvivalentní počet snímků při RTG vyšetření plic	Přibližná doba, za kterou by člověk obdržel ekvivalentní dávku ozáření z přírodních zdrojů
plíce (1 PA snímek)	0,02	1	3 dny
CT hrudníku	8	400	3,6 roku
plicní ventilace (Xe-133)	0,3	15	7 týdnů
Plicní perfuze (Tc-99m)	1	50	6 měsíců

(7)

2.2 RTG hrudníku

RTG snímek hrudníku není pro diagnózu PE nejvhodnější, a to z důvodu jeho nízké senzitivity a specifity. Změny v denzitě způsobené PE jsou totiž velmi jemné. Tato metoda se využívá hlavně pro vyloučení jiných diagnóz. Abnormality na snímku poukazující na plicní embolii: elevace bránice na postižené straně, atelektáza, prominence plicnice, zvětšený hilus, plicní infiltrát, pleurální výpotek a srdeční dilatace a klínovité zastínění (3, 14)

2.2.1 Princip vzniku RTG snímku

RTG záření je pronikavé elektromagnetické záření, které má velmi krátké vlnové délky a vysoké frekvence. Prochází hmotou i vakuem. Jeho intenzita slábne se čtverem vzdálenosti od zdroje, jeho šíření je přímočaré, ionizuje.

Záření vznikající v rentgence prochází přes vyšetřovaný objem, během toho se část záření absorbuje v závislosti na šířce a hustotě tkáně, rozptyluje se a zbylá část prochází objemem a je zobrazována. V dnešní době se k zobrazení používají nejčastěji elektronické detektory. RTG obraz vzniká expozicí RTG záření, rozdílná absorpce tkáně určuje

intenzitu šedi na obraze. Výsledný obraz zobrazuje velikosti, tvary a uspořádání tkání a orgánů, včetně patologických procesů. (7)

Rentgenka

Rentgenka je dioda zapojená v obvodu s vysokým napětím kolem 20-200kV. Její součástí je katoda a anoda, mezi kterými je silné elektrické pole dané vysokým napětím. Žhavá katoda emituje elektrony, které jsou urychlovány právě elektrickým polem. Pro dosažení dobré ostrosti a rozlišení je elektronový svazek fokusován do ohniska. Po dopadu elektronů na anodu dojde k jejich prudkému zbrzdění. Nepatrná část jejich kinetické energie se přemění na dva druhy RTG záření: charakteristické a brzdné. Podstatnější zbytek energie se přeměňuje na teplo. RTG záření opouští anodu a je vyzářeno z trubice ven. Anoda je vyrobena z těžkého materiálu, nejčastěji wolframu. Anoda se plynule otáčí kolem své osy, aby svazek záření dopadl pokaždé na jiné místo a nedocházelo tak k přehřívání ohniska. Vysoce výkonnostní rentgenky jsou navíc chlazeny chladicí kapalinou, která se nachází uvnitř anody. Aby se zabránilo pronikání RTG záření do okolí, je rentgenka stíněna olovem. RTG záření pak vychází z nestíněného výstupního okénka, poté do kolimačního systému, z nastavitelných clon. Clony vymezují geometrický tvar svazku záření, který se volí podle vyšetřované oblasti těla. (7)

2.2.2 Projekce

Zadopřední – PA projekce – (základní projekce)

Na snímku musí být zachyceny celé plíce od hrotů k bránicím a také oba kostofrenické úhly. Během snímkování stojí pacient čelem u vertigrafu. Pacient by měl hrudníkem co nejvíce naléhat na vertigraf a natáčet k němu uvolněná ramena. Lokty jsou tlačeny do stran a dopředu. Horní okraj kazety/detektoru je 4 cm nad rameny nebo 2 cm nad processus spinosus C7. Ohnisková vzdálenost je 150 cm, aby se zabránilo zvětšení srdce na snímku. Zvětšení je závislé na vzdálenosti ohniska rentgenky a vyšetřovaného objektu. Čím menší je tato vzdálenost, tím větší je zkreslení objektu na snímku. Proto se při snímkování plic volí ohnisková vzdálenost větší než 100. Centrální paprsek míří kolmo na střed spojnice dolních úhlů lopatek. Pacientovi je dán povel, aby se před expozicí zlehka nadechl a pak nedýchal. Běžně používané expoziční napětí se pohybuje kolem 60-70 kV. Pokud je potřeba zkrátit čas expozice a tím tak zamezit pohybové neostrosti či zmenšit absorbovanou dávku záření, využívá se k tomu tzv. tvrdá technika, tedy vysokoenergetické záření s velkou penetrací a malou absorpcí. Napětí při této technice se pohybuje kolem 125

kV. Výsledný RTG snímek je tmavší a méně kontrastní, než při použití běžného napětí. (7, 15, 18)

Bočná projekce (základní projekce)

Pacient stojí nebo sedí bokem k vertigrafu, ruce má nad hlavou. Horní okraj kazety/detektoru se nachází 2 cm pod processus spinosus C7. CP míří na střed hrudníku. Ohnisková vzdálenost je 150 cm. Použité napětí se pohybuje kolem 60-70 kV, při použití tvrdé techniky kolem 125 kV. (18)

Snímek v leže

Snímek v leže se provádí u imobilních pacientů. Horní okraj kazety/detektoru by se měl nacházet 3 cm nad rameny. CP míří na střed hrudní kosti. Ohnisková vzdálenost je 150 cm. Na snímku v leže se rozšiřuje srdce i cévy, ve kterých dochází k redistribuci krve. (7)

2.2.3 Hodnocení snímku

Pokud je na RTG snímku plíce tmavější, může to být následkem PE. Aby se diagnóza potvrdila je potřeba vyloučit pneumotorax nebo CHOPN, jejich následkem je totiž také ztmavnutí plíce. Embolus uvnitř arteria pulmonalis má za následek postižení pouze segmentů zásobované touto tepnou, nebude tak příčinou generalizovaných změn. Pokud bude tmavá oblast segmenty přesahovat a zároveň se nebude jednat o masivní PE, u které to neplatí, nejde o PE. Dále je potřeba zhodnotit zbytek plíce, kvůli možnosti snížené perforace postiženého místa, která vede k hyperperfuzi zbývajících částí plíce a zvýšení denzity cévních stínů. PE zapříčiňuje dilataci plicnice, komory a síně. Rozšíření může být i srdeční stín, je proto potřeba věnovat plicnici a srdečnímu stínu pozornost. Protože PE způsobuje ztmavnutí plíce vzácně, je potřeba zamyslet se nad pravděpodobnějšími příčinami tmavé plíce. (14)

2.2.4 Kontraindikace

Kvůli ionizujícímu záření je relativní kontraindikací těhotenství. Platí to hlavně pro první 4 měsíce těhotenství. Kvůli naprostému vyloučení těhotenství se provádí plánovaná rentgenová vyšetření v prvních 10 dnech menstruačního cyklu. (12)

2.3 Ultrasonografie

Ultrazvukové vyšetření má mnoho výhod, jednou z nich je možnost libovolného opakování, díky jeho neinvazivnosti, je dostupné a je možné ho použít u pacientů na lůžku. Díky technickým pokrokům se stále zvyšuje jeho specifická a senzitivita. Tyto vlastnosti lze použít i při diagnostice PE. Při vyšetření se zobrazují embolizované echogenní defekty

v plicním řečišti a hledají eventuální zdroje embolizace. Hlavní snaha je zjistit, jaký měla embolizace dopad na funkci a morfologii srdce. (3)

2.3.1 Princip ultrasonografie

Ultrazvuk vznikající v tzv. piezoelektrických krystalech je vysílán sondami do těla pacienta. Frekvence ultrazvuku využívaného v medicíně se pohybuje kolem 2-18 MHz. Šíření ultrazvukové vlny ve tkáních není konstantní. Je ovlivněno akustickou impedancí. Pokud mají dvě tkáně rozdílnou akustickou impedanci, dochází na jejich rozhraní k částečnému odrazu ultrazvukové vlny. Senzor poté registruje intenzitu odražených signálů a dobu, za jakou se po vysílání vrátí zpět do senzoru. (7)

2.3.2 Echokardiografie

Echokardiografie patří u nemocných s podezřením na PE k základnímu vyšetření. Provádí se ultrazvukovou sondou přes hrudník, tedy transtorakální vyšetření (TTE), druhá varianta spočívá v zavedení sondy do jícnu a žaludku, tedy transezofageální vyšetření (TEE). (3)

Hodnocení vyšetření

Při tomto vyšetření se zjišťuje velikost pravé komory v parasternální dlouhé ose. Dále se zjišťuje poměr mezi velikostí pravé a levé komory v diastole. Při plicní embolii je možná dilatace pravé komory, dále se může zmenšovat rozměr levé komory, kvůli obstrukci plicního řečiště a naopak velikost levé komory se může zvětšovat. Při PE se může vyskytnout paradoxní pohyb mezikomorového septa a porucha stahů volné stěny PK. Tyto poruchy kinetiky jsou v echokardiografii nejspecifičtější známkou PE. Embolizaci také naznačuje změna ve velikosti dolní duté žíly a dilatace plicnice. Závažnost PE odhadujeme podle stupně plicní hypertenze, která se dá zjistit jednak dvourozměrnou echokardiografií nebo Dopplerovskou. Přímou identifikovat embolus v plicnici a jejích větví je obtížné, v některých případech se to povede. Často lze objevit i příčinu trombózy. (3)

2.3.3 Duplexní ultrazvukové vyšetření

Plicní embolie a hluboká žilní trombóza spolu velice úzce souvisí. Plicní embolie má totiž podle studií až v 90% případů původ v hluboké žilní trombóze, pátrání po ní má tak velmi opodstatněný důvod. Spojením duplexního ultrazvukového a echokardiografického vyšetření lze při diagnostice PE dosáhnout až 100% senzitivity.

DUZ je neinvazivní metoda, při které je možné zobrazit morfologii cévního systému a lze zjistit jeho stav. Je možné zobrazit cévní struktury a proud krve v nich. (3)

2.4 Spirální CT angiografie (CT pneumoangiografie, PCTA, CTA)

Spirální CT angiografie, (konkrétněji CT pneumoangiografie), je v dnešní době považována za nejspolehlivější a nejvhodnější metodu v diagnostice centrální i periferní PE. Přímou zobrazuje cévní řečiště plic rychleji než klasické CT. Její specifická a senzitivita při tomto vyšetření se pohybuje kolem 100%. Specifický nálezn PE se projevuje jako defekt v kontrastní náplni tepny nebo jejím úplným uzávěrem. (1, 3) Výhodou PCTA je i průkaz jiných onemocnění plic a mediastina, zobrazení srdce, velkých cév a ostatních struktur, které mohou vysvětlit klinické obtíže pacienta.

CTA má větší senzitivitu než ventilačně perfuzní scintigrafie, její použití je však spojeno s větší radiční zátěží pro pacienta. (4)

2.4.1 Princip CT

Systém rentgenka a detekční soustava se otočí kolem pacienta o 360°, přičemž zhotoví jednu vrstvu vyšetřované oblasti. Každá vrstva je snímána pod mnoha různými úhly. Při průchodu tkání jsou RTG paprsky zeslabovány. Množství prošlého záření je zaznamenáváno detektory, poté převedeno na elektrický signál, který je odeslán do počítače, kde je zrekonstruován obraz snímkové vrstvy. CT nám takto poskytuje trojrozměrné zobrazení vyšetřované oblasti. (7, 12) CT angiografie je metoda vyšetřující kardiiovaskulární systém pomocí výpočetní tomografie a kontrastní látky. (10)

2.4.2 Konstrukce tomografu

Výpočetní tomograf se skládá ze 4 hlavních částí. Ze zobrazovací soustavy, která je složena ze zdroje RTG záření a detekčního systému, vyšetřovacího stolu a zdroje vysokého napětí. Součástí detekčního systému je rotor, který je v dnešní době vybaven kartáčovým povrchem z karbonových vláken a je zbaven kabeláže. Díky tomu může detekční soustava rotovat a to za nepřetržité komunikace statické části gantry a rotoru. Další částí detekčního systému je rentgenka. Během vyšetření dochází k velkému příkonu, proto musí být schopna vydržet vysokou tepelnou zátěž. Pomocí kolimátoru je primární svazek záření kolimován do tvaru kužele, který dopadá na detektorovou soustavu, tvořenou detektory. Pro analogový záznam jsou použity ultracitlivé keramické detektory. Pro přímý digitální záznam se využívají polovodičové detektory, typu plochého panelu, tzv. flat panelu. Počet detektorů se pohybuje kolem 1024. (10)

Současné CT přístroje vycházejí z třetí generace výpočetních tomografů, jejichž způsob skenování je spirální (helikální). Konstrukce detektorové soustavy je

nejzásadnějším prvkem pro indikaci CTA, hrubá data jsou získávána pomocí této soustavy. Akvizicí dat dochází k vytvoření tzv. datové stopy, v případě využití jednořadého systému je jen jedna. Při použití víceřadých systémů vzniká datových stop několik. Standardní počet stop se v současnosti pohybuje kolem 64 datových stop. Detektorový pás je rozdělen na elementové řady, uspořádané vede sebe v ose Z, paralelně s rovinou otáčení rotoru. Toto rozdělení umožňuje získání více datových stop najednou a datové pole může být tvořené z jedné nebo více datových stop. Detektorovou soustavu multidetektorových systémů tvoří několik pásů detektorových elementů. Jednoduše řečeno, MDCT snímají několik vrstev najednou. (16, 20)

2.4.3 CT obraz

Základním principem výpočetní tomografie je princip denzitometrický. Detekčním systémem je změřen úbytek záření pohlcený prostředím mezi rentgenkou a detektory. Mnohonásobnými projekcemi jsou získávána data o pohlcení záření ve tkáni. Míra celkového zeslabení v jednotlivých bodech prostoru je vyhodnocena pomocí výpočtu založeným na Fourierově transformaci. Matematicky je vytvořena matice obrazových bodů, tedy pixelů. Ve skutečnosti mají tvar hranolů. Jejich výška je dána kolimací a nazýváme je voxely. Zobrazení v jednom řezu je tedy určeno čtyřrozměrnou maticí. Poloha v ose X je prvním rozměrem, poloha v ose Y druhým. Šířka kolimace určuje třetí rozměr - Z. Čtvrtým bodem je míra zeslabení záření v bodě prostoru, tedy denzita. Denzita je definována Hounsfieldovou stupnicí, její jednotkou je Hounsfieldova jednotka - HU. Stupnice rozděluje úsečku na 4096 stupňů. Na stupnici jsou určeny dva základní body - 1000 HU pro hodnotu denzity vzduchu a 0 HU je určena pro denzitu vody. Kovy a neřaděné kontrastní látky dosahují hodnoty 3096. Denzity tkání se nacházejí v intervalu - 1000 až 3096 HU. Rozdíly v denzitě jednotlivých bodů jsou zobrazovány ve stupnici šedi. Zobrazením celého intervalu stupňů šedi dojde k nekvalitnímu zobrazení jednotlivých struktur lidského těla. Proto se používají tzv. okénka – windows. Charakterizuje střed intervalu a šíře. Z Hounsfieldovy stupnice se vždy vybere podinterval, kterému se přidělí stupně šedi. Takto je možné zobrazit jednotlivé struktury tkání rozdílné denzity. (10)

Pro získání obrazu existuje několik základních strategií vyšetření. Nejzákladnějším z nich je vyšetření krokové neboli incrementové. Princip vytvoření jednotlivého axiálního obrazu spočívá v získání dat a následné rekonstrukci vrstvy po vrstvě. Dynamické krokové vyšetření spočívá ve snímání vrstev v co možná nejkratším časovém odstupu a souběžné aplikaci KL. Při CT angiografii se využívá tzv. dynamické sériové vyšetření, během

kterého se např. získávají informace o cirkulačním čase pro cílené podání KL. Jednotlivé scany jsou snímány v různých časových intervalech během jediné pozice stolu. Při CT angiografii je využíváno spirálního způsobu vyšetření. Princip vyšetření spočívá ve volumetrickém načtení izotropního pole hrubých dat, ze kterého jsou zpětně zrekonstruovány axiální obrazy. Takto je podstatně zkrácena celková doba vyšetření a množství podané KL se snižuje. Provedením vyšetření ve více fázích po nástřiku lze zobrazit dynamickou perfuzi KL. CTA je způsob spirálního vyšetření, během kterého se cíleně aplikuje bolus KL pro zobrazení cév. V závislosti na průsvitu cév je volena šířka kolimace. (10)

2.4.4 Parametry vyšetřovacího protokolu

Nastavením primárních parametrů je ovlivněno načtení hrubých dat, tedy i pozdější kvalita zrekonstruovaného obrazu. Sekundární parametry ovlivňují kvalitu obrazu nastavením rekonstrukce hrubých dat. Mezi primární parametry patří:

Expozice

Kvalitu obrazu zásadně ovlivňuje nastavení mAs. Nastavení proudu bezprostředně ovlivňuje množství kvantového šumu, který snižuje rozlišovací schopnost zobrazení. Nastavení napětí ovlivňuje obraz jen minimálně. Hodnoty napětí se pohybují kolem 120-140 kV. Hodnoty proudu se pohybují v rozmezí 250 až 400 mAs, podle druhu vyšetření. při vyšetření např. HRCT plic, je nutné snížit hodnotu proudu přibližně na 100 mAs, u důvodu snížení expoziční dávky. Tato technika se nazývá low-dose technique. (10)

Kolimace

Kolimace přímo udává šířku zobrazované vrstvy, její velikost volíme podle velikosti vyšetřované oblasti. Čím menší oblast zájmu, tím menší volíme hodnotu kolimace. Hodnoty kolimace se pohybují od 0,5 do 10 mm. Větší kolimace se volí např. při vyšetření hrudníku a břicha, naopak menší kolimace do 1mm se volí u vyšetření HRCT plic a skeletu. (10)

Rotační perioda

Doba, za kterou se systém rentgenka a detektorová soustava otočí o 360 úhlových stupňů je právě rotační perioda. (10) Přibližná doba jedné otáčky může trvat 375 ms až 1 s. (16) Krátké doby rotace se využívají u rychle se pohybujících struktur, jako je např. ascendentní aorta a aorta a u neklidných pacientů. S využitím rychlého posunu stolu

elektrokardiografickým ratingem lze dosáhnout periody zobrazení kolem 100 ms. Perioda zobrazení je doba, během které jsou pořízena data pro jeden axiální obraz. (10)

Pitch

Pitch neboli faktor stoupání udává poměr rychlosti posunu stolu a kolimace. Tento faktor je možné využít pouze u spirálního vyšetření, obvyklé hodnoty pitch se pohybují od 1-24. Vyšší hodnoty zkracují dobu vyšetření a zároveň snižují periodu zobrazení. Vyšší hodnoty dále zužují efektivní šíři vrstvy. Efektivní šíře vrstvy je vrstva, která je zobrazena ostře. (10)

Mezi sekundární parametry řadíme:

Matrix

Obraz je složen z bodů, které tvoří matici. Matrix udává počet bodů matice. Při rekonstrukci obrazu se primární matice transformuje na tzv. přepočítávanou matrix. Větší geometrickou rozlišitelnost získáme použitím jemnější matice. (10)

Velikost zobrazovaného pole – field of view

Pro sběr dat je důležité optimální zvolení prostoru. Prostor by měl být zvolen tak, aby byly body matrix využity na vlastní objekt zájmu a ne na okolní prostor či nezajímavé struktury. Tímto se optimalizuje prostorové rozlišení, protože strukturu objektu je možné popsat až do velikosti 2x2 pixely. Pokud je zvolen příliš velký scanovací prostor, zvětší se velikost pixelu a tím se sníží rozlišovací schopnost. (10)

Rekonstrukční algoritmus – kernel, filtr

Kvůli odlišným denzitám tkání se používají různé rekonstrukční algoritmy. Vysokofrekvenční algoritmy se využívají u tkání, jejichž denzity netvoří spojitě spektrum, jako jsou např. plicní a kostní tkáně. Vysokofrekvenční algoritmy zvýrazní přechody denzit a jsou vhodné pro vyšetření s vysokou rozlišovací schopností, jako je např. HRCT plic a kosti skalní. Měkkotkáňové nízkofrekvenční algoritmy se používají při vyšetření dutiny břišní, mediastina a krku. (10)

Rekonstrukční increment

Rekonstrukční increment udává o kolik se jednotlivé obrazy překrývají. Pokud je kolimace 10 mm a rekonstrukční increment 8, překrývají se jednotlivé obrazy o 2 mm. Pro kvalitní zobrazení by se mělo překrývání pohybovat kolem 50%. (10)

Hlavním úkolem vyšetřovacích parametrů je správné vyšetření určitého orgánového systému.

Tabulka 3: Protokol k CT angiografii plic

<i>rozsah</i>	<i>celý objem plic</i>
<i>Kv/referenční kvalita mAs</i>	<i>100-120 kV/120mAs</i>
<i>kolimace/ faktor stoupání</i>	<i>0,6-0,75 mm/1,5</i>
<i>šíře vrstvy/increment</i>	<i>0,6-0,75mm/0,4-0,6 mm</i>
<i>rekonstrukční algoritmus</i>	<i>Pro CTA, pro HRCT</i>
<i>fáze zobrazení/zpoždění</i>	<i>naplnění plicnice i aorty/ 25-30s</i>

(11, str.124)

Tabulka 4: Hodnocení

<i>šíře vrstvy</i>	<i>1 mm</i>
<i>okénko</i>	<i>C-600, W 1600; C50, w 350</i>
<i>Roviny MPR</i>	<i>AX, COR, SAG</i>
<i>MIP/MinIP</i>	<i>minimální význam</i>
<i>VRT rekonstrukce</i>	<i>stínované</i>
<i>další postprocessing</i>	<i>detekce embolů</i>
<i>dokumentace nálezů</i>	<i>MPR</i>

(11, str.124)

2.4.5 Průběh vyšetření

Před vyšetřením je nutné zjistit alergologickou anamnézu a stav ledvinných funkcí. Také je potřeba znát všechna závažná onemocnění pacienta. Pacient musí alespoň 6 hodin před vyšetřením lačnit. U pacientů s alergií následuje vhodná premedikace. Před vyšetřením musí pacient podepsat informovaný souhlas.

Pacient je uložen na vyšetřovací stůl tak, aby byli vyšetřované orgány, v našem případě plíce, v ose kolmé na rovinu gantry, poté je připojen k přetlakovému injektoru. Vyšetřovací scan je v rozsahu od kopulí bránice k jebulu.

Pro diagnostiku PE je nejvhodnější spirální CT s dobou rotace do 1 sekundy. Každé vyšetření je zahájeno nativním scanem hrudníku, který umožňuje zhodnocení parenchymu,

pleurálních prostorů a mediastina. Poté už se provádí CT angiografie plicního arteriálního řečiště. Větvení plicnice až po subsegmentální tepny horních a dolních laloků je snímáno jedinou spirální expozicí. Optimálním syčením cév intravenózně podanou KL, vhodnou volbou kolimace v poměru rychlosti posunu stolu a minimalizováním pohybových artefaktů lze dosáhnout vysoké výpovědní hodnoty vyšetření.

Při CT angiografii se používá jodová kontrastní látka, pokud možno nízkosmolální, snižující riziko výskytu komplikací. Objem aplikované KL se pohybuje kolem 100 ml a koncentrace je kolem 370-400 mgJ/ml. Aplikuje se v podobě monofázického bolu rychlostí 3 ml/s pomocí automatického injektoru do kubitální žíly.

Zpoždění expozice od začátku aplikace KL odpovídá cirkulačnímu času a je závislé na srdečním výdeji nemocného, většinou se jedná o 15-20 s. (10, 15) Pro přesnější určení cirkulačního času, tedy doby, během které se do vyšetřované cévy dostane KL z místa aplikace, lze využít techniku bolus timing či bolus tracking. Bolus timing odvozuje nejvhodnější čas aplikace z předchozího podání malého množství KL, bolus tracking se po dostatečném naplnění cévy spustí automaticky. (13) Pacient zadržuje během expozice dech v inspiru. Scanování probíhá kaudokraniálním směrem. (10)

2.4.6 Kontraindikace vyšetření

CT angiografii nemůže podstoupit pacient, který je alergický na KL a je u něho vysoká pravděpodobnost ledvinného selhání. Vyšetřen nemůže být ani neklidný pacient, který nevydrží být v klidu po dobu vyšetření, tedy 20-25 minut. Relativní kontraindikací je i těhotenství. (10)

2.5 Plicní angiografie

Plicní angiografie se postupem času stala bezpečnější metodou, např. díky používání Seldingerovy katetrizační techniky, kontrastních látek s menším množstvím nežádoucích účinků, speciálních katetrů atd. Indikace k vyšetření se odvozují podle zdravotního stavu pacienta, dosažitelnosti neinvazivních testů, podle možnosti využití CTA, a podle potřeby správné diagnózy. Všeobecně se plicní angiografie indikuje při negativním nebo nejednoznačném nálezu při použití CTA, je také vhodná u nemocných s vysokým podezřením na PE, u kterých neměla plicní scintigrafie dostačující výsledky. Důležitou roli hraje plicní angiografie při masivní plicní embolii, hlavně u pacientů s hemodynamicky nestabilní PE. U těchto pacientů se může provést katetrová trombektomie ihned na základě jednoznačného potvrzení diagnózy angiografií. U těchto pacientů

s kontraindikací léčby trombolitiky jde o předstupeň léčebného a život zachraňujícího zákroku. (3)

2.5.1 Technické vybavení

Hlavní součásti intervenčního sálu je angiografický přístroj a tlakový injektor. Dále se zde pracuje s přístrojem na monitorování tlaku a EKG, pulzním oxymetrem, defibrilátorem, monitory na prohlížení snímků, ochrannými pomůckami před ionizujícím zářením atd. Angiografickým přístrojem je v dnešní době většinou myšleno C- rameno s flat panelem a rentgenkou. C rameno rotuje kolem úložné desky s pacientem různými směry, lze tak dosáhnout mnoha projekcí pod různými úhly. Úložná deska se může pohybovat jak horizontálně, tak vertikálně. (15)

2.5.2 Průběh vyšetření

Před vyšetřením musí být pacient o všem poučen a musí podepsat informovaný souhlas. Je potřeba znát hodnoty hemokoaguace a funkce ledvin, užívané léky, alergickou anamnézu. Pacient musí před zákrokem minimálně 4 hodiny lačnit, ale zároveň by měli být hydratovaní. Tekutiny mohou popíjet do 1 hodiny před zákrokem. (15) Během angiografie jsou pacienti pečlivě monitorováni. Dále musí být připraven kyslík a defibrilátor, kvůli možnému bloku levého Tawarova raménka a následné systolii nebo úplného A-V bloku, při manipulaci s katetrem v PK. Pacienti by měli před plicní angiografií podstoupit flebologické vyšetření žil dolních končetin, kvůli zjištění dalšího případného zdroje embolie a k správnému určení žilního přístupu pro angiografii. Nejčastější přístupem je femorální žíla nebo vnitřní jugulární žíla a žíla v loketní jamce. Nejvíce se využívají katétry o velikosti 4-7 F. Vyšetření se má provádět v předozadní a v přední šikmé projekci, kvůli dostačujícímu vyloučení PE. Vyšetření je zaznamenáno digitálně, díky tomu má vysokou rozlišovací schopnost a lze provést digitální substrakční angiografii. (3, 15) Při DSA je klasické snímkování nahrazeno digitálním záznamem obrazu. Princip spočívá v počítačovém odečtení obrazů před a po nástřiku KL. Odečtením se odstraní struktury na nativním obraze, díky tomu se zobrazí pouze cévy naplněné KL. (12) Kontrastní látka je vstříkována do kmene plicnice za rychlosti kolem 3 m/s. (1, 7) Po vstřiku se může zobrazit např. defekt v kontrastní náplni plicních tepen, úplný uzávěr větví plicnice, tzv. amputace větve, může být přerušena dynamika toku krve s přetrváváním arteriální náplně v postižených částech plic v době, kdy v nezasazené části plic je již fáze žilního odtoku. Odhaleny mohou být emboly do velikosti 2 mm. Superselektivním vstřikem za současného použití zvětšovací techniky lze zobrazit i emboly o velikosti 0,5-1 mm. (3)

2.5.3 Kontrastní látka

Při angiografii se používají pozitivní jodové KL. Pro angiografii jsou vhodné nízkosmolální KL, které mají přibližně 2krát vyšší osmolalitu oproti krvi a jsou tak pacienty lépe snášeny. (7)

2.5.4 Kontraindikace

Mezi relativní kontraindikace se řadí alergie na jodovou kontrastní látku, selhání ledvin, těhotenství, známý trombus v PK, blokáda levého Tawarova raménka, selhání srdce a závažná trombocytopenie. (3)

2.6 Plicní scintigrafie plic

Plicní scintigrafie je stále aktuální a přínosná diagnostická metoda, která dlouhou dobu zaujímala přední místo v diagnostice akutní plicní embolie. Její hlavní a nejčastější indikace je diagnostika právě embolizace do a. pulmonalis. Optimálně se používá jako doplňující vyšetření, dodatečně potvrzující diagnózu. Vyšetření je velmi senzitivní, avšak pro detekci PE málo specifické. Specifická perfuzního scanu je nízká, protože pozitivní nález diagnostikuje pouze porucha perfuze a ne PE. Doplněním ventilačním či inhalačním scanem, který může detailněji určit důvod poruchy perfuze, se specifická vyšetření zvyšuje. Negativní scan provedený 1. den vzniku příznaků spolehlivě vylučuje diagnózu APE, jedná se tak o ideální screeningovou metodu. (3, 9)

2.6.1 Princip scintigrafie

Základní princip vyšetření v nukleární medicíně spočívá v detekci záření detektorem a následným zpracováním získaných dat. Zdrojem záření je radionuklid, který je obsažen v radiofarmaku. Radionuklid je nestabilní jádro atomu, které při své přeměně vysílá různé druhy ionizujícího záření. V diagnostice je důležité, zvolit vhodný typ záření, takové, které proniká tělem do zevního prostředí. Anihilační záření je využíváno při vyšetření pomocí PET. Při použití jednofotonových zářičů se při přeměně uvolní právě jeden foton, který je detekován systémem SPECT. Po aplikaci radiofarmaka do organismu je možno záření emitované radionuklidem detekovat detektorem, měřit ho nebo zobrazit jeho distribuci. Takto je možné získat informace o funkci jednotlivých orgánů a tkání. V současné době lze využít v nukleární medicíně i tomografické systémy, které vytvářejí trojrozměrné obrazy distribuce radiofarmaka v těle. Obrazy ale nejsou vytvářeny v reálném čase, kvůli jejich následnému zpracování. Výhodou je vytvoření obrazu mnoha řezů současně. Díky tomu můžeme zobrazit řadu různě tenkých řezů orgánem a představit si tak

prostorovou distribuci radiofarmaka v orgánu. Je možné ho zobrazit jako prostorový útvar a nahlížet na něj z různých úhlů.

Detekce ionizujícího záření probíhá pomocí detekčních přístrojů. Existují různé typy: scintilační, ionizační, polovodičové. Skládají se z kolimátoru, vlastního detektoru a elektronické aparatury. Záření je odstíněno olověným pouzdrem a usměrněno olověným kolimátorem tak, aby se do detektoru dostaly pouze fotony letící v požadovaném směru. Fotony jsou v detektoru zčásti nebo zcela absorbovány. Absorbací se vyvolá měřitelný fyzikální jev, který je poté zpracováván v elektronické aparatuře. V nukleární medicíně je využívána především scintilační detekce. Scintilační detektor obsahuje krystalický scintilátor a fotonásobič. Ve scintilátoru vyvolá ionizující záření excitaci molekul scintilační látky, díky tomu dojde k luminiscenci, vzniklé viditelné světlo je detekováno a zároveň zesíleno fotonásobičem. Intenzita scintilace je úměrná absorbované energii fotonu. Může se tak detekovat pouze určitá energie fotonů. V elektronické aparatuře se nastaví tzv. diskriminační obvod, který propustí pouze část určitého energetického pásma. (8)

2.6.2 Radiofarmakum

Radiofarmaka jsou léky, které obsahují chemické nebo biologicky aktivní látky. Jejich nejpodstatnější složkou je radionuklid, který je zdrojem ionizujícího záření. Jsou podávána v malém množství, které nemá vliv na organismus. (8) Při perfuzní scintigrafii plic se používá makroagregát lidského albuminu značený radioizotopem ^{99m}Tc , tedy ^{99m}Tc -MAA, druhé používané radiofarmakum jsou mikrosféry albuminu ^{99m}Tc . Dospělým je aplikována aktivita přibližně 40-180 MBq, objem aplikovaného radiofarmaka by neměl být větší než 1 ml. Velikost jednotlivých částic se pohybuje v rozmezí 10-50 μm . RF se vychytává v prekapilárách plic s průsvitem kolem 8 μm , kde dochází k mikroembolizaci, která nezpůsobuje hemodynamické reakce. Poločas úniku částic z plic se pohybuje v intervalu 4-8 hodin. (9)

2.6.3 Perfuzní scintigrafie plic

Perfuzní scintigrafie je nápomocná při zhodnocení kapilární perfuze plic. Dokáže totiž zobrazit hypoxickou plicní prekapilární vazokonstrikci, způsobenou hypoxií, kterou zapříčiňuje hypoventilace části plic. (17)

Provedení vyšetření

Pacient může být vyšetřen bez předchozí přípravy. Jedinou relativní kontraindikací je těhotenství. Pokud se ale sníží aplikovaná dávka na minimum, není těhotenství důvodem

ke zrušení vyšetření. V případě laktace by mělo být kojení přerušeno na dobu 12-24 hodin. Při aplikaci RF musí ležet pacient na zádech, aby neměla na distribuci RF vliv gravitace. Snímkování může být provedeno bez časového odstupe po aplikaci, pacientova poloha už není limitována. Data získáváme ze 4-6 planárních projekcí, nejdůležitější jsou projekce přední, zadní a levé a pravé zadní šikmé.(9)

Hodnocení vyšetření

Důležitými znaky je rozložení RF v plicním parenchymu, velikost srdečního stínu, a postavení plicních bází. Pokud je rozložení RF v plicním parenchymu homogenní, bez segmentárních či subsegmentárních poruch perfuze, jedná se o negativní nález, tím se pravděpodobnost výskytu čerstvé PE snižuje pod 4%. Pozitivní nález je charakterizován detekcí jednoho či více klínových výpadků perfuze na jedné či obou stranách, které svým vrcholem směřují k hilovým částím plicního křídla. Nejčastější je výpadek jednoho segmentu, ale výpadek může postihovat i více segmentů, celý plicní lalok, či celé plicní křídlo. V opačném případě se může PE objevit jako subsegmentární porucha perfuze. Nález je vhodné porovnat s hladinou D-dimerů nebo RTG snímkem plic. Nález může být také diskutabilní a to, když jsou perfuzní výpadky netypické, objevují se perfuzní nehomogenity v plicním parenchymu a nebo se jedná o kombinaci primárních a sekundárních perfuzních změn. Sekundární změny provází především CHOPN, emfyzém, chronická bronchitida, fibróza, sarkoidóza, nádory atd. V tomto případě je nutné doplnit scintigrafii další vyšetřovací metodou.

V případě nejasných perfuzních poruch je nápomocný prostý RTG snímek, avšak nejrychlejší a nejefektivnější získání výsledků je doplnění vyšetření CT angiografií. Perfuzní scintigrafie by se měla provést i po ukončení léčby, kvůli zhodnocení reparační. (9)

2.6.4 Ventilační scintigrafie plic

Jak už bylo řečeno, jedná se o doplňující vyšetření perfuzní scintigrafie, které lépe specifikuje změny perfuze. Využívá se i při podezření na poruchu průchodnosti periferních dýchacích cest, k posouzení plicní ventilace před transplantací atd. Radiační zátěž pacienta je velmi malá a relativní kontraindikací je pouze těhotenství. (9)

Statická ventilační scintigrafie plic

U statické ventilační scintigrafii plic se nejčastěji využívá jako radiofarmakum plynný ^{81m}Kr a $^{99m}\text{Tc-DTPA}$. Krypton je získáván z Rb generátoru. Jeho velkou nevýhodou

je krátký poločas rozpadu a poměrně vysoká cena. Vyšetření se i přes jeho kvalitní výstupní hodnotu používá omezeně. Ventilaci je možné provést ihned po perfuzní scintigrafii, díky rozdílné energii fotonů Kryptonu a Technicia. Provádějí se 4 základní projekce, během kterých pacient inhaluje Krypton, který je vymýván z generátoru pomocí O₂. Výsledné scintigramy jsou kvalitní. Radiační zátěž pacientů i personálu je nepatrná.

Vyšetření pomocí ^{99m}Tc-DTPA má větší radiační zátěž, nižší kvalitu, ale zároveň je méně nákladné. Pacient vdechuje aerosol z ventilačního přístroje. Ten je složen z nebulizátoru, sedimentačního vaku, vdechového a výdechového ventilu, jímače exhalovaného vzduchu a masivního stínění. Po skončení inhalace se dělají 4 standardní planární záznamy plic. Aby se dosáhlo menší velikosti inhalovaných částic a tak zkvalitnění snímků, využívá se modifikovaný systém APE, který rozpouští Tc-DTPA v alkoholu a pod tlakem ho mísí se suchým vzduchem. (9)

Dynamická ventilační scintigrafie plic

Při dynamickém vyšetření se používá ¹³³Xe. Umožňuje nám zhodnotit např. plicní kapacitu, reziduální plicní objem, výměnnou frakci vzduchu v alveolech a výměnný objem vzduchu. Pacient vdechuje ze spirometrické dýchací aparatury směs vzduchu a radioaktivního plynu. Snímky jsou pořizovány jen v zadní projekci, kdy pacient vdechuje radioaktivní směs xenonu a vzduchu, jedná se o fázi wash-in, po dosažení rovnováhy v plicích, je přívod xenonu uzavřen a pacient už dýchá pouze čistý vzduch. Dýchá tak dlouho, než vydýchá veškerý xenon, tato fáze se nazývá wash-out. Při tomto vyšetření je nutná spolupráce pacienta. (9)

2.6.5 Izotopová venografie

Dříve kombinovaná metoda s perfuzní scintografií plic, která verifikuje zdroj případné PE na úrovni hlubokého žilního řečiště dolní končetiny a posuzuje perfuzní poměry na úrovni plicního parenchymu. Používané RF je stejné jako při scintigrafii, avšak není aplikováno do kubitálních žil, ale do žilního řečiště dolních končetin. RF protéká řečištěm dolních končetin do dolní duté žíly a přes pravé srdce do plic, kde mikroembolizuje kapiláry. Vyšetření se provádí se zaškrčenou dolní končetinou nad kotníkem a pod kolenem a poté bez škrtdidel, aby došlo k odlišení hlubokého a povrchového žilního systému. Vyšetření se hodnotí porovnáním scintigramů se škrtdily a bez nich. Pokud se průtok krve zastaví či stagnuje a plní se kolaterály, poukazuje to na uzavěr cévy. (9)

Hodnocení vyšetření

Důkazem uzávěru hlubokého žilního systému je přerušení náplně žil v jejich průběhu a přítomnost kolaterální žilní cirkulace. Porovnáním scintigramů s použitím škrtidel a bez jejich použití je dosaženo rozlišení hlubokého a povrchového žilního systému. Tímto způsobem může být zjištěna insuficience žilních spojek mezi hlubokým a žilním systémem. (17)

PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cíl 1: Zpracovat přehled diagnostických zobrazovacích metod v indikaci akutní plicní embolie, jejich výhody a nevýhody.

Cíl 2: Porovnat četnost vyšetření CT angiografie a scintigrafie plic v diagnostice akutní plicní embolie ve FN Lochotín v časovém období od 1.1.2013 do 4.9.2014.

Cíl 3: Porovnat radiační zátěž jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice akutní plicní embolie.

Hypotéza 1: Nejvyšším přínosem moderní technologie současné doby v diagnostice akutní plicní embolie je MDCT.

Hypotéza 2a: Předpokládáme, že je častěji využívána CT angiografie v dané indikaci.

Hypotéza 2b: Domníváme se, že diagnóza akutní plicní embolie nebyla u většiny pacientů potvrzena.

Hypotéza 2c: Předpokládáme, že se průměrný věk pacientů, u kterých byla provedena diagnostika akutní plicní embolie, pohybuje nad hranicí 60 let.

Hypotéza 2d: Domníváme se, že nejčastější indikací k vyšetření pro podezření na akutní plicní embolii je zvýšená hladina D- dimerů.

Hypotéza 3: Předpokládáme, že průměrná efektivní dávka nepřevyšuje hodnoty efektivních dávek z Věštníku MZ 11/2003.

4 METODIKA

Pro bakalářskou práci jsme zvolili výzkum kvantitativní. Během tohoto výzkumu byla získaná data statisticky zpracována. Sběr dat probíhal v době odborné praxe v zimním semestru, tedy od 3.11 - 19.12 2014, ve FN Lochoťín v Plzni. Všechna data byla získána z nemocničního informačního systému WinMedicalc. Před sběrem dat nám bylo poskytnuto souhlasné stanovisko k tomuto sběru.

Pro náš výzkum byl vybrán náhodný vzorek respondentů. Jediným kritériem výběru bylo to, aby byl pacient diagnostikován pro potenciální průběh PE, a to ve zkoumaném období.

Práce je doplněna obrazovou přílohou, která se vztahuje k pacientům z výzkumu a je taktéž získána z WinMedicalcu.

5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

5.1 Cíl 1

Zpracovat přehled diagnostických zobrazovacích metod v indikaci akutní plicní embolie, jejich výhody a nevýhody.

Z údajů v teoretické části této bakalářské práce jsme sestavili tabulku, ve které jsou porovnány zobrazovací metody používané v diagnostice PE. Jejich vlastnosti jsou vyjádřeny porovnáním se zbylými zobrazovacími metodami v tabulce.

Tabulka 5: Vlastnosti zobrazovacích metod v diagnostice PE

	specifická	senzitivita	radiační zátěž	kontra-indikace	časová náročnost	dostupnost
CT angiografie	↑	↓	↑	↑	↓	↓
perfuzní scintigrafie plic	↓	↑	↑	↑	↓	↑
RTG snímek plic	↓	↓	↓	↑	↓	↑
echokardio-grafie	↑	↑	↓	↓	↓	↑
plicní angiografie	↑	↑	↑	↑	↑	↓

Zdroj: vlastní

vysvětlivky: ↑ - vyšší, vysoká ; ↓ - nižší, nízká

Tabulka 6: Výhody/nevýhody vyšetření

	VÝHODY	NEVÝHODY
CT angiografie	vysoká specifická dobrá efektivita rychlost zobrazení dalších příčin obtíží	radiační zátěž možná alergická reakce kontraindikace
perfuzní scintigrafie plic	vysoká senzitivita dostupnost	nízká specifická radiační zátěž
RTG snímek plic	rychlost dostupnost	radiační zátěž nízká specifická nízká senzitivita kontraindikace
Echokardiografie	rychlost dostupnost neinvazivnost bez radiační zátěže	menší senzitivita
Plicní angiografie	vysoká specifická vysoká senzitivita možnost okamžité léčby	invazivnost radiační zátěž riziko při operaci

Zdroj: vlastní

H1: Nejvyšším přínosem moderní technologie současné doby v diagnostice akutní plicní embolie je MDCT.

U 70letého pacienta trpícího dušností byla provedena CT pneumoangiografie (dále pak už jen CT angiografie), která vyloučila PE. Díky vysoké specificitě vyšetření však bylo zjištěno, že dušnost byla dána kombinací několika faktorů, a to diferenciálním městnáním v malém oběhu, významným bilaterálním prosáknutím a infiltráty v obou plicních lalocích.

Obrázek 4: Plicnice bez defektů



Zdroj: FN Lochotín

Obrázek 5: Plicnice bez defektů



Zdroj: FN Lochotín

Na obou snímcích je vidět, že je plicnice bez defektů v náplni, PE byla tedy vyloučena.

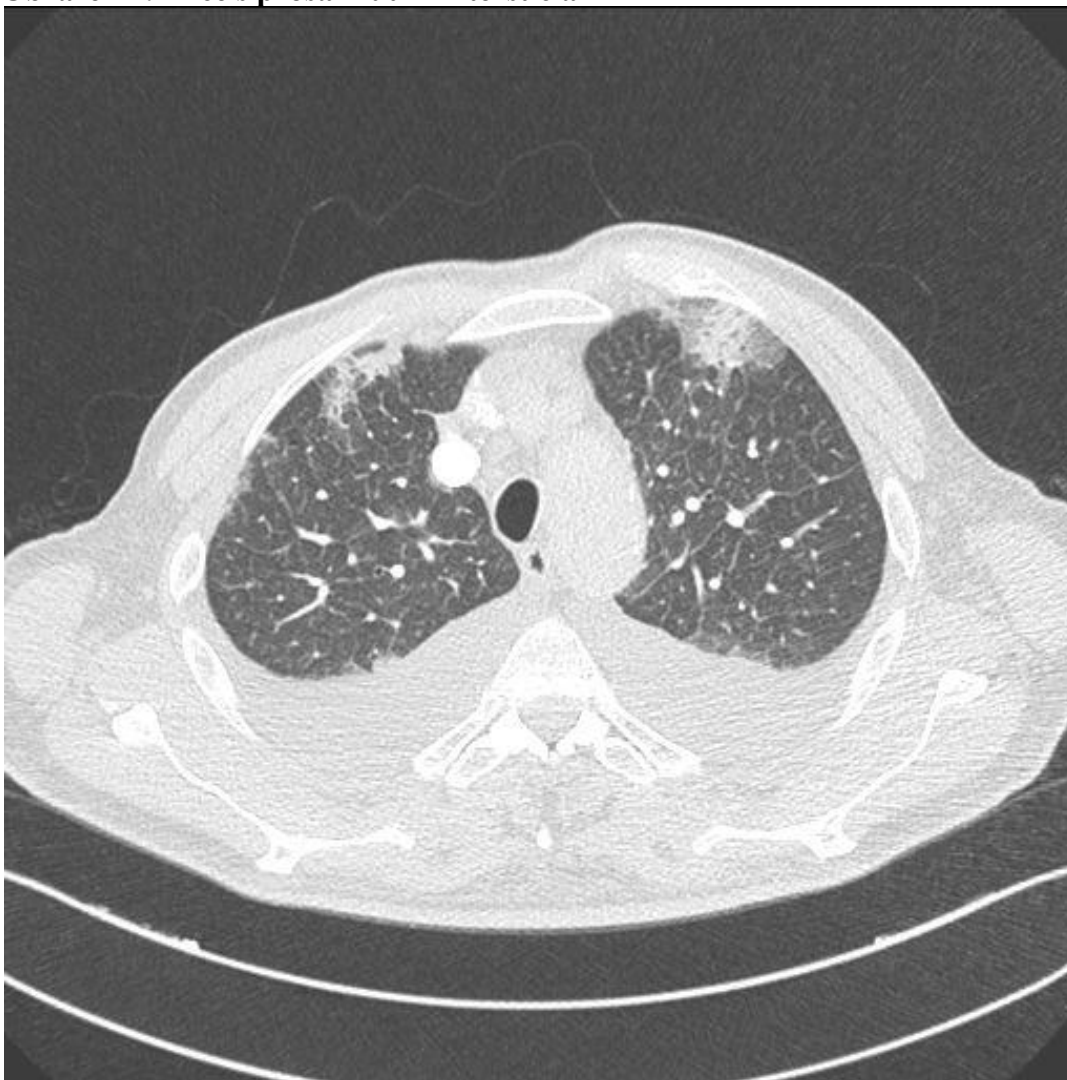
Obrázek 6: Koronární řez



Zdroj: FN Lochotín

Na tomto snímku jsou vidět koronární plíce s čárovitými infiltráty.

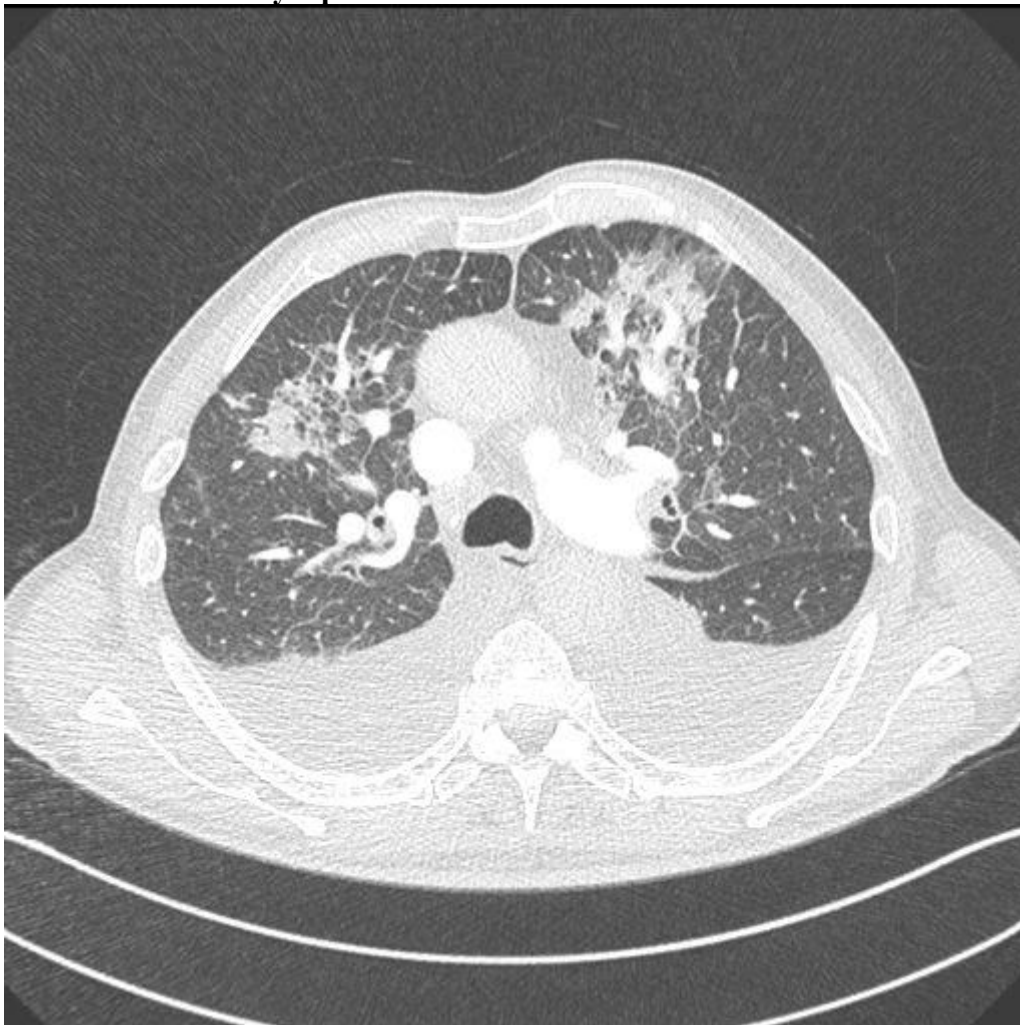
Obrázek 7: Plíce s prosáknutím intersticia



Zdroj: FN Lochotín

Tento snímek dokazuje přítomnost významného bilaterálního prosáknutí intersticia při kardiální subkompenzaci.

Obrázek 8: Infiltráty v plicích



Zdroj: FN Lochotín

Na tomto snímku jsou zřetelně vidět infiltráty v obou horních plicních lalocích ventrálně.

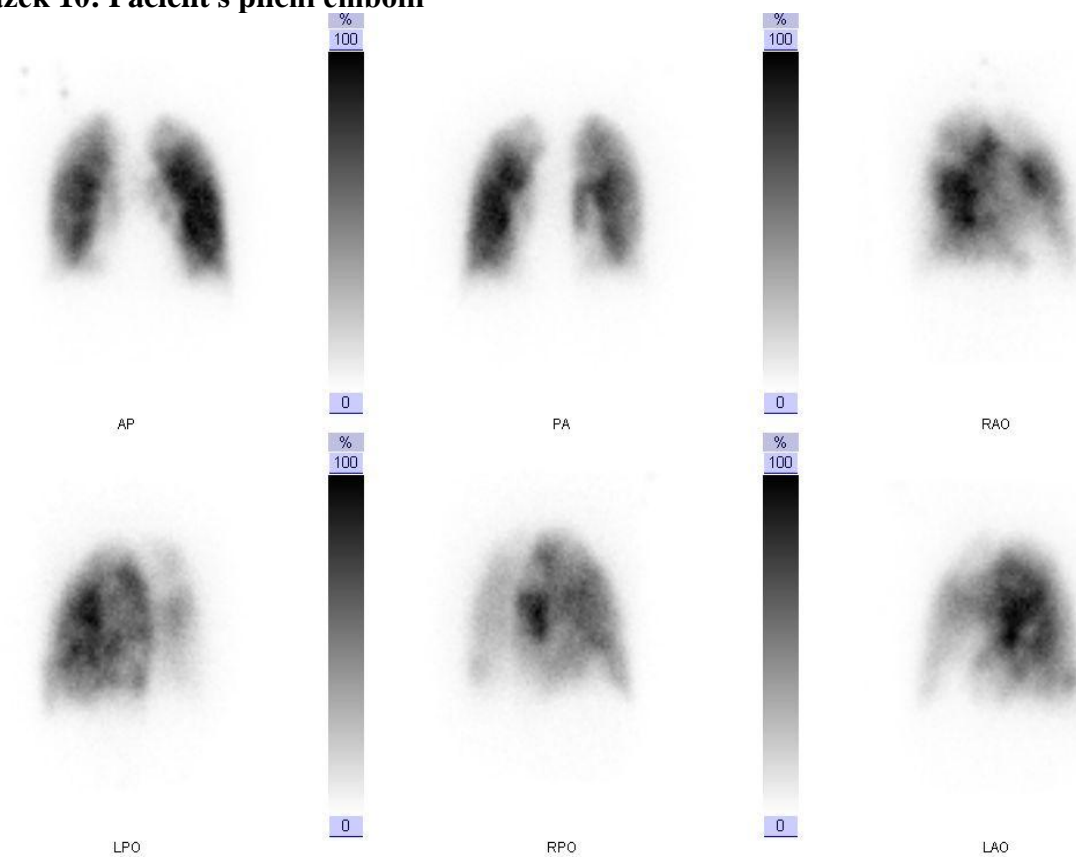
U 74letého pacienta byla diagnostika PE provedena pomocí CT angiografie i perfuzní scintigrafie plic. Na snímcích můžeme porovnat specificku a senzitivitu jednotlivých vyšetření.

Obrázek 9: Pacient s plicní embolií



Zdroj: FN Lochotín

Obrázek 10: Pacient s plicní embolií



Zdroj: FN Lochotín

Na obou snímcích vidíme PE způsobenou subsegmentárními emboly v dolních plicních lalocích.

5.2 Cíl 2

Porovnat četnost vyšetření CT angiografie a scintigrafie plic v diagnostice akutní plicní embolie ve FN Lochotín v časovém období od 1.1.2013 do 4.9.2014.

Tabulka 7: Četnost vyšetření

perfuzní scintigrafie plic		CT angiografie	
kontrolní vyšetření po léčbě PE	58	kontrolní vyšetření po léčbě PE	1
diagnostika PE	139	diagnostika PE	636
celkem	197	celkem	637

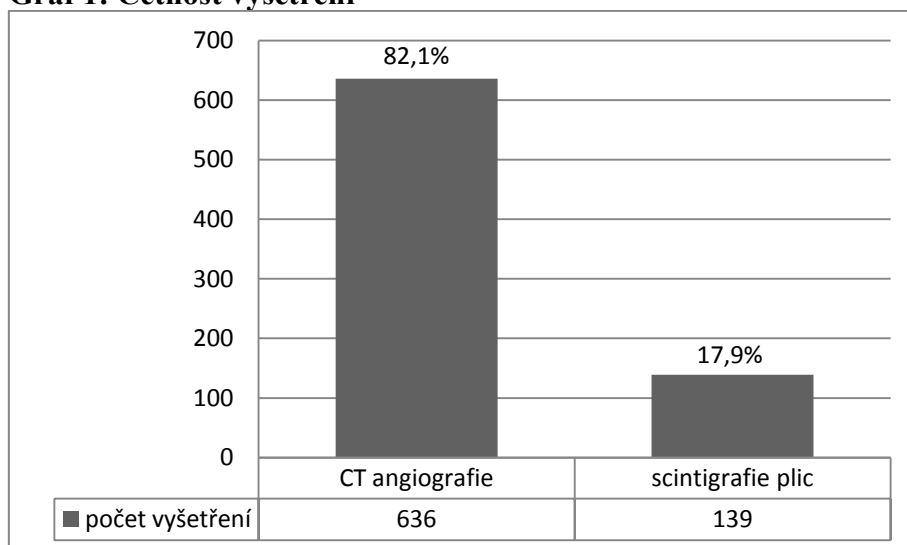
Zdroj: FN Lochotín

V období od 1.1.2013 až 4.9.2014 bylo provedeno celkem 197 perfuzních scintigrafií plic. Značnou část tvořila kontrolní vyšetření, provedená po určité době léčby PE. Ve sledovaném období bylo tedy provedeno 139 diagnostických scintigrafií plic.

Ve stejném sledovaném období bylo provedeno pomocí CT angiografie 1 kontrolní vyšetření. Diagnostika PE byla provedena u 637 vyšetření CT angiografií.

H2a: Předpokládáme, že je častěji využívána CT angiografie v dané indikaci.

Graf 1: Četnost vyšetření



Zdroj: FN Lochotín

Ze zjištěných dat plyne, že poměr daných vyšetření je poměrně rozdílný. Většinu, tedy 82,1% vyšetření zastupuje CT angiografie. Scintigrafie plic zastupuje zbylých 17,9% vyšetření. Pro srovnání jsme zjistili, že před 10 lety se poměr vyšetření výrazně lišil. V roce 2003 bylo provedeno celkem 1860 perfuzních scintigrafií plic. CT angiografií bylo provedeno podstatně méně.

H2b: Domníváme se, že diagnóza akutní plicní embolie nebyla u většiny pacientů potvrzena.

Tabulka 6: Četnost potvrzených/vyloučených diagnóz

perfuzní scintigrafie plic			CT angiografie		
diagnóza	počet vyšetření	%	diagnóza	počet vyšetření	%
potvrzena	16	11,5	potvrzena	167	26,2
vyloučena	25	18	vyloučena	468	73,6
neurčena	98	70,5	neurčena	1	0,2

Zdroj: FN Lochotín

Z tabulky vyplývá, že u většiny případů nebyla diagnóza PE potvrzena.

Také bylo zjištěno, že 18% provedených vyšetření pomocí scintigrafie plic nemohlo být diagnostikováno. Bylo tedy zapotřebí doplnit vyšetření dalšími modalitami, např. CT angiografií, ventilační scintigrafií plic nebo RTG snímkem. V případě CT angiografie nebylo možné spolehlivě určit diagnózu pouze u jednoho vyšetření.

H2c: Předpokládáme, že se průměrný věk pacientů, u kterých byla provedena diagnostika akutní plicní embolie, pohybuje nad hranicí 60 let.

Věk pacientů byl zjišťován od všech pacientů 139 pacientů, kteří byli vyšetřováni scintigrafií plic pro podezření z PE a také u všech 637 pacientů vyšetřovaných CT angiografií.

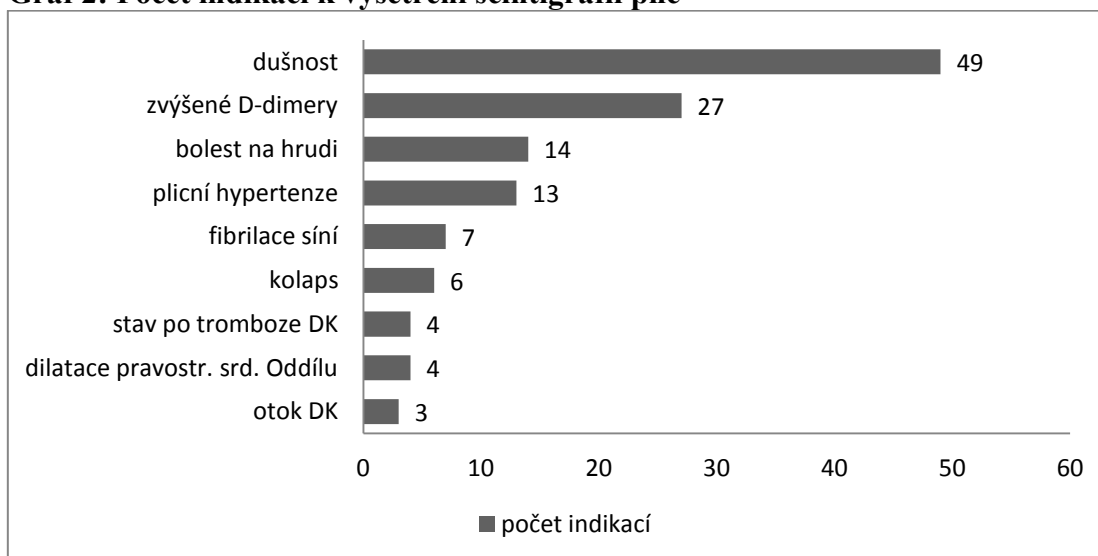
Tabulka 8: Věk pacientů

perfuzní scintigrafie plic		CT angiografie	
nejnižší věk	20 let	nejnižší věk	18
nejvyšší věk	92 let	nejvyšší věk	96
průměrný věk	65,14 let	průměrný věk	64,99 let
celkový průměr: 65 let			

Zdroj: FN Lochotín

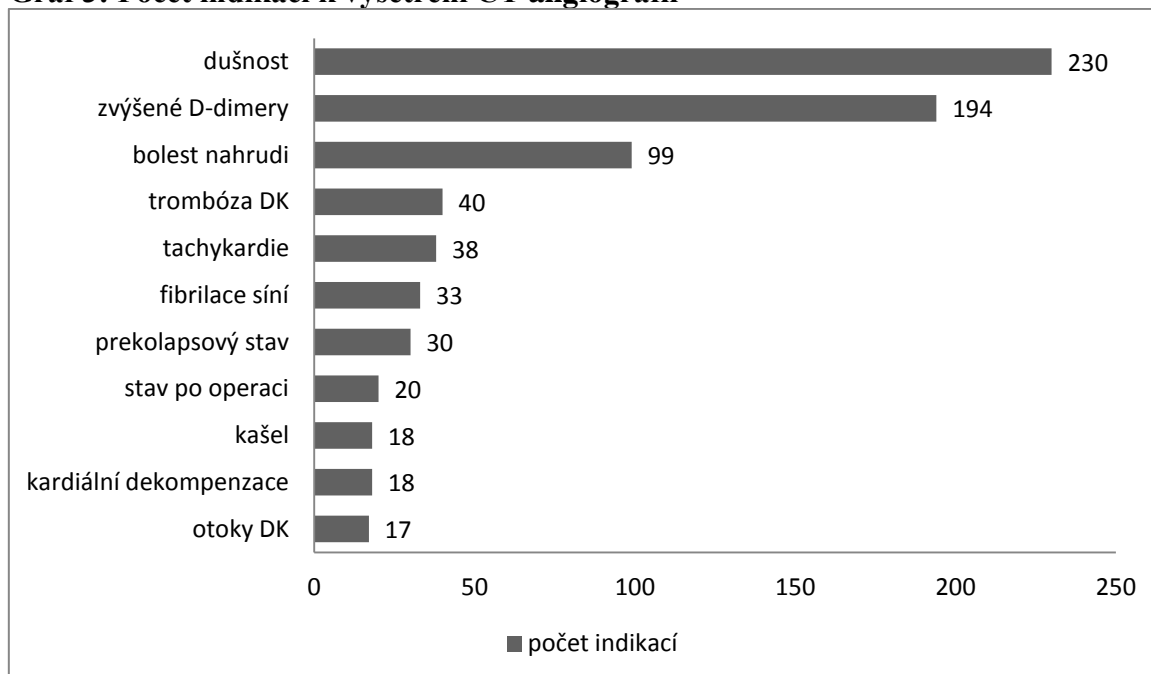
Předpokládaná hypotéza, že se průměrný věk pohybuje nad věkovou hranicí 60 let, byla potvrzena. Zjistili jsme, že se průměrný věk respondentů pohybuje kolem 65 let.

H2d: Domníváme se, že nejčastější indikací k vyšetření zobrazovací metodou pro podezření na vzniklou plicní embolii je zvýšená hladina D-dimerů.

Graf 2: Počet indikací k vyšetření scintigrafií plic

Zdroj: FN Lochotín

Graf 3: Počet indikací k vyšetření CT angiografií



Zdroj: FN Lochotín

Dalšími méně zastoupenými indikacemi byly: imobilizace, hypertenze, změna na EKG, pozitivní troponin, PE v anamnéze, dilatace PKS, tachyarytmie, žilní insuficience, synkopa, bolesti na bedrech, užívání hormonální antikoncepce.

Z grafu č. 2 vyplývá, že z celkového počtu 139 vyšetření pomocí scintigrafie plic byla nejčastější indikací k vyšetření dušnost pacienta. Zvýšené D-dimery byly druhou nejčastější indikací.

Graf č. 3 také vyvrací naši hypotézu. Z 637 vyšetření bylo provedeno 230 vyšetření na základě přítomné dušnosti pacienta. Druhou nejčastější indikací byly zvýšené D-dimery.

5.3 Cíl 3

Porovnat radiační zátěž jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice akutní plicní embolie.

Pro zjištění průměrné efektivní dávky bylo náhodným výběrem určeno 100 respondentů, kteří byli vyšetřeni pomocí scintigrafie plic, u kterých byla zjištěna efektivní dávka z protokolu vyšetření.

Tabulka 9: Efektivní dávky při vyšetření scintigrafií plic

10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1,65	1,74	1,66	1,73	2,15	1,73	1,55	2,08	1,71	1,85
2,46	1,82	1,86	2,11	1,75	1,58	1,73	1,75	1,71	1,71
2,13	2,86	1,89	1,78	1,75	2,26	1,61	1,71	1,64	2,02
1,71	1,69	1,76	1,74	1,63	1,52	1,6	1,54	2,06	1,83
2,13	1,71	1,72	2,09	1,75	1,87	2,07	2,31	1,38	2,37
1,79	1,77	1,86	2,92	2,42	1,77	1,65	1,64	1,89	1,73
1,6	1,99	1,69	2,24	1,8	1,5	1,53	1,66	1,71	1,6
1,38	1,91	1,67	1,66	1,76	1,63	1,94	2,33	2,53	2,11
1,64	2,17	1,73	1,75	1,86	1,77	2,5	1,76	1,82	1,68
1,79	1,58	1,63	2,34	1,69	1,77	1,69	1,75	1,77	1,63
Průměrná efektivní dávka: 1,38 mSv									

Zdroj: vlastní

Průměrná efektivní dávka při vyšetření scintigrafií plic je 1,38 mSv.

Efektivní dávku u pacientů, kteří podstoupili vyšetření CT angiografií byla vypočítána následujícím způsobem: v pacientově protokolu z vyšetření jsme zjistili tzv. total DLP [mGy/cm], které jsme poté vynásobili konstantou E_{DLP} [mSv/mGy.cm].

Př: total DLP....157 mGy/cm

E_{DLP}0,017 mSv/mGy.cm

$157*0,017= 2,669$ mSv

Tabulka 10: Efektivní dávky při vyšetření CT angiografií

10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2,669	8,687	2,618	2,703	3,961	2,21	2,38	2,856	3,281	3,417
2,737	2,89	2,941	2,38	3,468	1,987	3,332	2,346	7,786	1,751
2,822	3,247	5,304	2,329	4,114	2,227	3,57	2,788	2,771	3,009
3,4	3,263	7,684	1,938	2,771	3,077	2,367	3,502	2,176	3,672
2,737	3,519	3,485	2,125	2,652	3,468	2,924	3,213	2,125	2,924
3,009	4,097	4,505	2,431	2,805	3,196	3,434	2,635	2,669	2,618
3,332	2,771	3,196	4,879	4,165	2,193	2,924	2,89	2,737	2,193
2,142	2,533	3,366	1,853	3,043	2,21	3,196	3,621	3,077	3,026
3,638	2,567	5,372	3,145	2,278	3,077	3,485	3,332	3,264	2,686
3,349	6,698	4,437	2,703	3,128	2,873	3,621	1,989	2,533	3,179
Průměrná efektivní dávka: 3,197 mSv									

Zdroj: vlastní

Po výpočtu efektivních dávek na 100 pacientů a jejího následného zprůměrování jsme zjistili, že se průměrná hodnota efektivní dávky při vyšetření CT angiografií pohybuje kolem 3.197 mSv.

Po porovnání dávek z obou vyšetření jsme zjistili, že je efektivní dávka při vyšetření perfuzní scintigrafií plic dvakrát menší, než při vyšetření CT angiografií. Její hodnota dosahuje 43% hodnoty efektivní dávky z vyšetření CT angiografie.

Ve zkoumaném období také podstoupila CT angiografie 31letá těhotná žena ve 26. týdnu těhotenství, a to z důvodu náhlé dušnosti. Byla u ní provedena nízkodávková CT angiografie s odcloněním plodu podle protokolu minimalizující radiační zátěž. Její total DPL bylo 85 mGy/cm, efektivní dávka na pacientku byla tedy 1.445 mSv. Efektivní dávka byla snížena více než o polovinu zjištěné průměrné efektivní dávky. PE nebyla prokázána.

H3: Předpokládáme, že průměrná efektivní dávka nepřevyšuje hodnoty efektivních dávek z Věštníku MZ 11/2003.

Tabulka 11: Hodnoty efektivních dávek

	efektivní dávka z Věštníku MZ	zjištěná efektivní dávka
perfuzní scintigrafie plic	1 mSv	1,38 mSv
CT angiografie	8 mSv	3,197 mSv

Z tabulky vyplývá, že námi zjištěná průměrná efektivní dávka při provedení perfuzní scintigrafie plic nepatrně převyšuje efektivní dávku uvedenou ve Věštníku MZ 11/2003. Zjištěná efektivní dávka provedených CT angiografií nepřevyšuje efektivní dávku ve Věštníku MZ 11/2003.

DISKUZE

Cílem této bakalářské práce bylo komplexní zhodnocení diagnostických metod v případě podezření na plicní embolii. Cíle byly vybírány tak, aby jejich výsledky zhodnotily aktuální stav a možnosti dnešních pokročilých zobrazovacích metod v této problematice.

První cíl jsme splnili sestavením tabulky, kde jsme na základě teoretické části posoudili jednotlivé zobrazovací metody. Zaměřili jsme se na jejich vlastnosti, které se projevují při diagnostice daného onemocnění. Výsledkem je ucelený přehled vztažený na právě zmíněné metody.

Díky sérii snímků z CT angiografie, jsme si mohli potvrdit naši hypotézu, že je multidetektorová výpočetní tomografie vysokým přínosem v moderní technologii diagnostikující plicní embolii. Na snímcích byla embolie vyloučena, ale díky vysoké specificitě tohoto vyšetření byly diagnostikovány jiné příčiny pacientových obtíží. Použitím pouze perfuzní scintigrafie by to nebylo možné, protože ta dokáže zaznamenat pouze poruchy perfuze plic a nelze tak zjistit jiné příčiny onemocnění.

Ve druhém cíli jsme se zaměřili na četnost jednotlivých vyšetření v období od 1.1. 2013 do 4.9.2014. Zjistili jsme, že bylo v tomto období provedeno celkem 197 perfuzních scintigrafií plic, z čehož bylo 58 provedeno v rámci kontroly po léčbě PE. Četnost CT angiografií značně převýšila četnost předchozího vyšetření. Provedeno bylo totiž 637 vyšetření z čehož pouze jedno bylo kontrolní. Můžeme tedy říci, že se jako kontrolní vyšetření převážně používá perfuzní scintigrafie plic. Předpokládaná vyšší četnost vyšetření CT angiografie byla jednoznačně potvrzena. Avšak také jsme zjistili, že v roce 2003 bylo provedeno podstatně více perfuzních scintigrafií. S rozvojem MDCT se však poměr těchto dvou vyšetření začal měnit. Také jsme předpokládali, že diagnóza plicní embolie nebyla ve většině případů potvrzena. Zjistili jsme, že v případě scintigrafie plic bylo potvrzeno 16 diagnóz, 25 vyloučeno a v 98 případech nebylo možné diagnózu spolehlivě určit a bylo nutné vyšetření doplnit dalšími modalitami, např. RTG snímkem hrudníku, CT angiografií, ventilační scintigrafií plic. Pomocí CT angiografie bylo potvrzeno 167 diagnóz, 468 bylo vyloučeno a u jedné nebyla diagnóza spolehlivě určena. Z této statistiky vyplývá, že výpovědní hodnota CT angiografie v diagnostice plicní embolie je podstatně vyšší než u scintigrafie plic. Dále jsme předpokládali, že se průměrný věk pacientů pohybuje nad hranicí 60 let. Tuto hypotézu jsme potvrdili, když jsme zjistili,

že je průměrný věk všech sledovaných respondentů 65 let. Také jsme potvrdili, že plicní embolie postihuje i mladší jedince, nejmladším z nich byla 18letá pacientka. Výskyt v tomto věku totiž může být zapříčiněn např. užíváním hormonální antikoncepce, obezitou atd. Další naše domněnka byla vyvrácena. Domnívali jsme se, že je nejčastější indikací k vyšetření zobrazovací metodou pro podezření na vzniklou PE zvýšená hladina D-dimerů. Nejčastější indikací v případě scintigrafie plic byla dušnost. Jako indikace byla uvedena ve 49 případech z celkového počtu 137 vyšetření. Zvýšená hladina D-dimerů byla druhou nejčastější indikací, a to ve 27 případech. V případě CT angiografie byla také nejčastější indikací dušnost, která byla zaznamenána u 230 případu ze 637. Druhá nejčastější indikace ve 194 případech byla také zvýšená hladina D-dimerů.

Naším třetím cílem bylo porovnat radiační dávky CT angiografie a perfuzní scintigrafie plic. Dávka byla zjišťována u 100 náhodně vybraných respondentů. Zjistili jsme, že je hodnota průměrné efektivní dávky u vyšetření pomocí scintigrafie plic 1,38 mSv. Také jsme spočítali, že průměrná efektivní dávka při vyšetření CT angiografií činí 3,197 mSv. Při provedení nízkodávkové CT pneumoangiografie těhotné ženě, byla dávka snížena díky použití protokolu minimalizující radiační zátěž více než o polovinu, na 1.445 mSv.

Zjištěné efektivní dávky jsme porovnali s efektivními dávkami uvedenými ve Věštníku MZ 11/2003. Hodnota efektivní dávky CT angiografie nepřevýšila hodnotu z Věštníku MZ. Efektivní dávka z vyšetření scintigrafie plic nepatrně převýšila uvedenou dávku o 0,38mSv. Protože velikost efektivní dávky u jednotlivého pacienta závisí také na jeho hmotnosti, je možné, že se mezi 100 náhodně vybranými respondenty nacházeli případy, které nespĺňovaly standardní model respondenta. Vzhledem k nedostatečnému počtu vyšetření, nebylo možné provést statistický výzkum jen se standardními respondenty.

ZÁVĚR

Problematika plicní embolie je záležitostí rozsáhlé věkové skupiny obyvatelstva. Diagnostika plicní embolie se stále vyvíjí. Díky vyspělejšími medicínských technologiím je diagnostika rychlejší a přesnější. Také její algoritmy byly přizpůsobeny modernizaci. Tato bakalářská práce byla zaměřena na momentální diagnostické možnosti a přístupy.

Cílem bakalářské práce bylo získání celkového pohledu na problematiku týkající se plicní embolie. Práce se především zaměřuje na zobrazovací metody využívané k diagnostice tohoto onemocnění. Naším cílem bylo porovnat jednotlivé metody z pohledu jejich diagnostických vlastností a z pohledu radiační zátěže pacienta. Protože jsou momentálně stěžejními body diagnostiky tohoto onemocnění plicní scintigrafie a CT angiografie, zaměřili jsme se hlavně na tyto dvě modalit.

Všechny naše zadané cíle se nám podařilo splnit. Sestavili jsme přehled diagnostických metod užívaných v této problematice, porovnali jsme jejich vlastnosti, určili výhody a nevýhody jednotlivých vyšetření. Potvrdili jsme si, že MDCT je pro diagnostiku plicní embolie nejvyšším přínosem moderní technologie.

V dalším cíli jsme vyhodnotili četnost jednotlivých vyšetření za určité období. Zjistili jsme, že počet vyšetření CT angiografií značně převyšuje počet vyšetření pomocí scintigrafie plic. Dále jsme zjistili, že první volbou při kontrolním vyšetření po léčbě plicní embolie je scintigrafie plic, a že je efektivnější metodou CT angiografie. Nejčastější indikací k vyšetření byla dušnost a věková hranice vyšetřovaných pacientů přesáhla 60 let.

Poslední cíl byl zaměřen na porovnání efektivních dávek CT angiografie a scintigrafie plic. Po výpočtu efektivních dávek jsme zjistili, že efektivní dávka scintigrafie plic nedosahuje efektivní dávky z CT angiografie ani z poloviny. Porovnáním s efektivními dávkami uvedenými ve Věštníku MZ 11/2003 můžeme říci, že jsou námi zjištěné efektivní dávky v normě.

Tato bakalářská práce poskytuje celkový náhled na problematiku diagnostiky plicní embolie. Získáme ucelený přehled principů a vlastností jednotlivých zobrazovacích metod používaných u této diagnózy.

POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY

1. RIEDEL, Martin. Choroby plicního oběhu. 1. vyd. Praha: Galén, 2000, 295 s. ISBN 80-726-2056-8.
2. FIAMOLI, Veronika. Hereditární deficit antitrombinu. Medical tribune [online]. 2007 [cit. 2014-10-13]. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/11181>
3. WIDIMSKÝ, Jiří a Jaroslav MALÝ. Akutní plicní embolie a žilní trombóza. Vyd. 1. Praha: Triton, 2002, 303 s. ISBN 80-725-4258-3.
4. WIDIMSKÝ a spol. Doporučení diagnostiky, léčby a prevence plicní embolie. In: Česká kardiologická společnost [online]. [cit. 2014-06-26]. Dostupné z: http://www.kardio-cz.cz/resources/upload/data/128_22-plicni_embolie2008.pdf
5. KADLEC, Bohdan a Jana SKŘÍČKOVÁ. Diagnostika a léčba venózní tromboembolické nemoci. [online]. 2008 [cit. 2014-10-14]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2008/02/02.pdf>
6. WIDIMSKÝ, Jiří. Intervenční a akutní kardiologie: Nové algoritmy v diagnostice a stratifikaci nemocných s akutní plicní embolií [online]. SOLEN, s. r. o, 2007 [cit. 2014-10-05]. ISBN 1213-807X. Dostupné z: <http://www.iakardiologie.cz/pdfs/kar/2007/03/14.pdf>
7. SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-802-4741-086.
8. LANG, Otto, Milan KAMÍNEK a Helena TROJANOVÁ. Nukleární kardiologie. Praha: Galén, 2008, 130 s. Klinická kardiologie. ISBN 978-807-2624-812.
9. MALÁN, Alexander. Vybrané kapitoly z nukleární medicíny. Plzeň: Klinika zobrazovacích metod FN Plzeň, 2013
10. FERDA, Jiří, Milan NOVÁK a Boris KREUZBERG. Výpočetní tomografie. Praha: Galén, c2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.
11. FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, c2009, 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3.
12. NEKULA, Josef. Radiologie. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005, 205 s. ISBN 80-244-1011-7.

13. EDITED BY THOMAS C. GERBER, Edited by Thomas C. Birgit Kantor. Computed tomography of the cardiovascular system. London: Informa Healthcare, 2007. ISBN 18-418-4625-2.
14. CORNE, Jonathan a Jan VÁCLAVÍK. RTG hrudníku, srdce a plic: pro praxi. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 116 s., obr. ISBN 80-247-0776-4.
15. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-802-4431-260.
16. FERDA, Jiří. CT angiografie. 1. vyd. Praha: Galén, 2004, xi, 408 s. ISBN 80-726-2281-1.
17. KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL. Nukleární medicína. 1. vyd. Praha: P3K, c2007, 185, xiv s. ISBN 978-809-0358-492.
18. CHUDÁČEK, Zdeněk. Radiodiagnostika. Martin: Osveta, 1993. ISBN 80-217-0571-X.
19. Česká republika. Věštník: Ministerstva zdravotnictví České republiky. In: 2003, roč. 2003, 11. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik_3662_1782_11.html
20. Základní informace (CT). Radiologieplzen.eu: informační portál kliniky zobrazovacích metod [online]. [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/zakladni-informace/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PE.....	plicní embolie
RTG	rentgen; rentgenový
EKG	elektrokardiogram
TEN	tromboembolitická nemoc
HRT	hormone replacement therapy (hormonální substituční léčba)
CTEPH.....	chronická tromboembolický plicní hypertenze
CT	computed tomography
DIC.....	diseminovaná intravaskulární koagulace
ARDS.....	acute respiratory distress syndrome
PK	pravá komora
TTE	transtorakální echokardiografie
TEE	tranezofageální echokardiografie
dUZ.....	duplexní ultrazvukové vyšetření
KI	kontrastní látka
APE.....	akutní plicní embolie
RF.....	radiofarmakum
PET	pozitronová emisní tomografie
CHOPN.....	chronická obstrukční plicní nemoc
APE.....	aerosol production equipment
HRCT.....	high resolution computed tomography
CTA	CT angiografie
MPR.....	multiplanární rekonstrukce

MIP maximum intensity projection
VRT volume rendering technice
DSA digitální subtrakční angiografie
CMP..... cévní mozková příhoda
PET pozitronová emisní tomografie
SPECTjednofotonová emisní výpočetní tomografie
CP..... centrální paprsek
PA posterioarteriorní
DK dolní končetina
mSv milisievert

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klinické formy plicní embolie.....	18
Tabulka 2: Typické efektivní dávky zobrazovacích metod v diagnostice PE.....	27
Tabulka 3: Protokol k CT angiografii plic.....	35
Tabulka 4: Hodnocení.....	35
Tabulka 5: Vlastnosti zobrazovacích metod v diagnostice PE.....	45
Tabulka 6: Výhody/nevýhody vyšetření.....	46
Tabulka 7: Četnost potvrzených/vyloučených diagnóz.....	54
Tabulka 8: Věk pacientů.....	56
Tabulka 9: Efektivní dávky při vyšetření scintigrafií plic.....	58
Tabulka 10: Efektivní dávky při vyšetření CT angiografií.....	59
Tabulka 11: Hodnoty efektivních dávek.....	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Algoritmus diagnostiky akutní plicní embolie hemodynamicky stabilizované	23
Obrázek 2: Algoritmus diagnostiky plicní embolie hemodynamicky nestabilní	24
Obrázek 3 Algoritmus diagnostiky plicní embolie opírající se o spirální CT	24
Obrázek 4: Plicnice bez defektů	47
Obrázek 5: Plicnice bez defektů	48
Obrázek 6: Koronární řez	49
Obrázek 7: Plíce s prosáknutím intersticia	50
Obrázek 8: Infiltráty v plicích	51
Obrázek 9: Pacient s plicní embolií.....	52
Obrázek 10: Pacient s plicní embolií.....	53

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Četnost vyšetření	54
Graf 2: Počet indikací k vyšetření scintigrafií plic.....	56
Graf 3: Počet indikací k vyšetření CT angiografií.....	57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Anatomie plicnice

Příloha 2: Typické hodnoty efektivních dávek

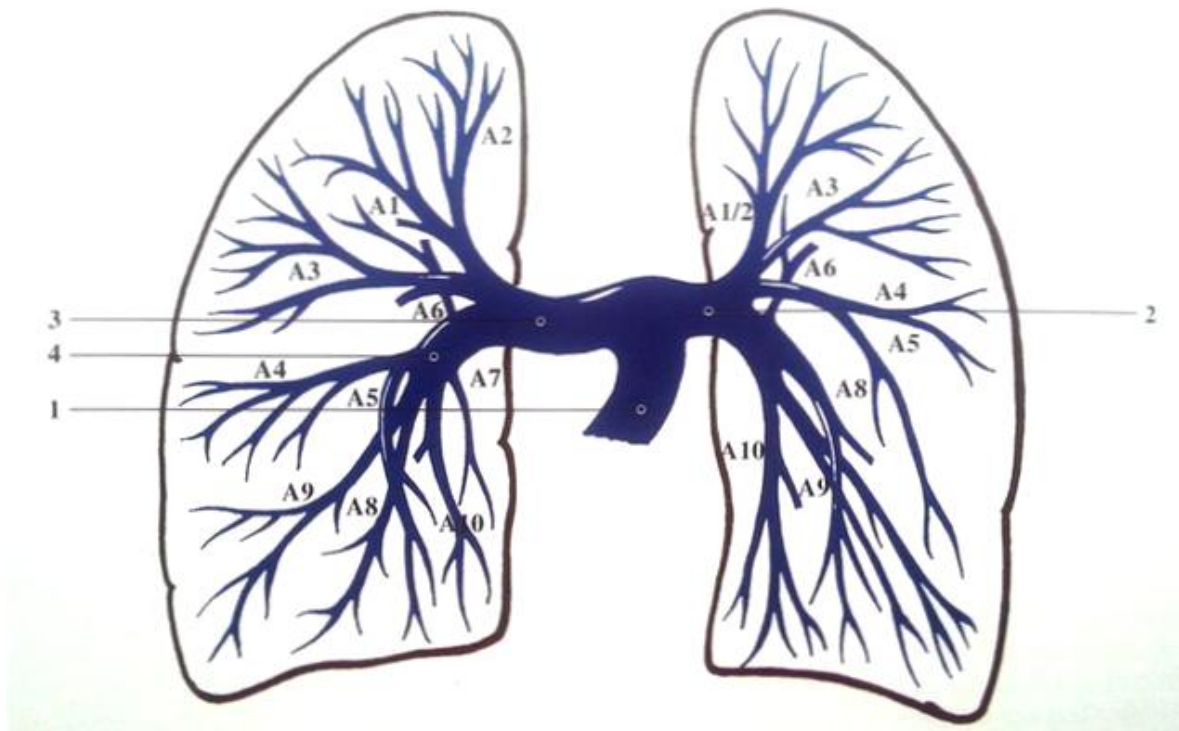
Příloha 3: RTG hrudníku - PA projekce

Příloha 4: RTG hrudníku - bočná projekce

Příloha 5: Povolení sběru informací ve FN Plzeň

PŘÍLOHY

Příloha 1



**1- a. pulmonalis – truncus; 2- r. sinister; 3- r. dexter; 4- truncus intermedius;
A1-A10- segmentární tepny**

Zdroj: FERDA, Jiří. CT angiografie. 1. vyd. Praha: Galén, 2004, xi, 408 s. ISBN 80-726-2281-1.

Příloha 2

Typické efektivní dávky z lékařských diagnostických vyšetření v devadesátých letech (1991-1995; podle NRPB, UK)

Diagnostický výkon	Typická efektivní dávka [mSv]	Ekvivalent vyjádřený v počtu snímků hrudniku	Přibližná ekvivalentní doba pobytu v přírodním radiačním pozadí ¹⁾
<i>Rentgenová vyšetření:</i>			
Končetiny a klouby (mimo kyčel)	<0,01	<0,5	<1,5 dne
Hrudník (jeden PA snímek)	0,02	1	3 dny
Lebka	0,07	3,5	11 dní
Hrudní páteř	0,7	35	4 měsíce
Bederní páteř	1,3	65	7 měsíců
Kyčel	0,3	15	7 týdnů
Pánev	0,7	35	4 měsíce
Břicho	1,0	50	6 měsíců
IVU	2,5	125	14 měsíců
Polykací akt	1,5	75	8 měsíců
Vyšetření žaludku	3	150	16 měsíců
Sřevní pasáž	3	150	16 měsíců
Irigoskopie	7	350	3,2 roku
CT hlavy	2,3	115	1 rok
CT hrudniku	8	400	3,6 roku
CT břicha a pánve	10	500	4,5 roku

<i>Radionuklidová vyšetření</i>			
Plicní ventilace (Xe-133)	0,3	15	7 týdnů
Plicní perfuse (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Ledviny (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Štítná žláza (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Kosti (Tc-99m)	4	200	1,8 roku
Dynamická scintigrafie myokardu (Tc-99m)	6	300	2,7 roku
PET hlavy (F-18 FDG)	5	250	2,3 roku

¹⁾ Průměr radiačního pozadí ve V. Británii = 2,2 mSv za rok; regionální průměry kolísají od 1,5 do 7,5 mSv za rok. Podle: B Wall, National Radiological Protection Board (NRPB, UK).
V ČR je udáván průměr radiačního pozadí 3,5 mSv za rok.

Zdroj: Česká republika. Věštník: Ministerstva zdravotnictví České republiky. In: 2003, roč. 2003, 11.
Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik_3662_1782_11.html

Příloha 3



Zdroj: vlastní

Příloha 4



Zdroj: vlastní

Příloha 5



Útvar náměstkyně pro ošetrovatelskou péči

Dr. E. Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Vážená paní
Jana Fišerová

Studentka oboru Radiologický asistent, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií, Katedra záchranářství a technických oborů

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací ve FN Plzeň, na *Oddělení radiologické fyziky* a na *Klinice zobrazovacích metod* v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem „*Zobrazovací metody v diagnostice akutní plicní embolie*“.

Podmínky, za kterých Vám bude umožněna realizace Vašeho šetření ve FN Plzeň:

- Vedoucí radiologický asistent KZM souhlasí s Vaším postupem.
- Osobně povedete svoje šetření.
- Vaše šetření nenaruší chod pracoviště ve smyslu provozního zajištění dle platných směrnic FN Plzeň, ochrany dat pacientů a dodržování Hygienického řádu FN Plzeň. **Vaše šetření bude provedeno za dodržení všech legislativních norem, zejména s ohledem na platnost zákona č. 372 / 2011 Sb.,** v platném znění.
- Sběr informací o diagnostických zobrazovacích metodách budete provádět v době Vašich, školou schválených, praktik, pod přímým vedením oprávněného zdravotnického pracovníka FN Plzeň, kterým je Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D., klinický radiologický fyzik a MUDr. Alexander Malán, lékař KZM..
- Údaje ze zdravotnické dokumentace pacientů, pokud budou uvedeny ve Vaší bakalářské práci, musí být anonymizovány.
 - Po zpracování Vámi zjištěných údajů poskytnete Zdravotnickému oddělení / klinice či Organizačnímu celku FN Plzeň závěry Vašeho šetření, pokud o ně projeví oprávněný pracovník ZOK / OC zájem a budete se aktivně podílet na případné prezentaci výsledků Vašeho šetření na vzdělávacích akcích pořádaných FN Plzeň.

Toto povolení nezakládá povinnost zdravotnických pracovníků FN Plzeň s Vámi spolupracovat, pokud by spolupráce s Vámi narušovala plnění pracovních povinností zaměstnanců, jejich soukromí či pokud by spolupráci s Vámi zaměstnanci pocítovali jako újmu. Účast zdravotnických pracovníků na Vašem šetření je dobrovolná.

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr., Bc. Světluše Chabrová
manažerka pro vzdělávání a výuku NELZP
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

Útvar náměstkyně pro oš. péči FN Plzeň
tel.. 377 103 204, 377 402 207
e-mail: chabrovas@fnplzen.cz

Zdroj: vlastní