

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Tomáš Drábek

Radionuklidová diagnostika plicní embolie

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Miroslava Budíková, Ph.D.

Olomouc 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 6. dubna 2017

podpis

Děkuji MUDr. Miroslavě Budíkové, Ph.D. a MUDr. Ivě Metelkové, Ph.D. za odbornou pomoc při tvorbě bakalářské práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	bakalářská
Téma práce:	Radionuklidová diagnostika plicní embolie
Název práce:	Radionuklidová diagnostika plicní embolie
Název práce v AJ:	Radionuclide diagnostics of pulmonary embolism
Datum zadání:	2016-06-01
Datum odevzdání:	2017-00-00
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor práce:	Tomáš Drábek
Vedoucí práce:	MUDr. Miroslava Budíková, Ph.D.
Oponent práce:	MUDr. Iva Metelková, Ph.D.
Abstrakt v ČJ:	Bakalářská práce sumarizuje aktuální validní poznatky o příčinách a rizicích vzniku plicní embolie, o radiofarmacích používaných při diagnostice plicní embolie a o radionuklidových vyšetřovacích metodách, kterými jsou perfuzní a ventilační scintigrafie plic. Popisuje indikace, kontraindikace, aplikovanou aktivitu radiofarmak, přístrojové vybavení, průběh vyšetření a vyhodnocování používaných radionuklidových studií. Informace jsou získané rešeršní činností z validních publikací a článků.
Abstrakt v AJ:	The bachelor thesis summarizes current valid information about the causes and risks of development pulmonary embolism, radiopharmaceuticals used for diagnosis of pulmonary embolism and about radionuclide methods, which are perfusion and ventilation pulmonary scintigraphy. It describes indications, contraindications, applied activity of radiopharmaceuticals, machine equipment, process of examination and interpretation of applied radionuclide methods. Information is gained by research activity from valid publications and articles.
Klíčová slova v ČJ:	plícní embolie, radiofarmakum, perfuzní scintigrafie, ventilační scintigrafie, plíce

Klíčová slova v AJ:

pulmonary embolism, radiopharmaceutical, perfusion scintigraphy, ventilation scintigraphy, lungs

Rozsah:

46 stran/ 4 přílohy

Obsah

Úvod	7
Popis rešeršní činnosti	9
1 PLICNÍ EMBOLIE	10
1.1 Anatomické poznámky	10
1.2 Epidemiologie	11
1.3 Etiologie	11
1.4 Patofyziologie	12
1.5 Formy plicní embolie	13
1.6 Rizikové faktory	15
1.7 Prognóza	17
1.8 Léčba	17
1.9 Hluboká žilní trombóza	18
2 RADIOFARMAKA POUŽÍVANÁ PRO PERFUZNÍ / VENTILACNÍ SCINTIGRAFIÍ..	20
2.1 Radiofarmaka využívané při perfuzní scintigrafii plic	20
2.2 Radiofarmaka využívaná při ventilační scintigrafii plic	22
3 RADIONUKLIDOVÁ DIAGNOSTIKA	26
3.1 Přístrojové vybavení	26
3.2 Příprava pacienta	27
3.3 Perfuzní scintigrafie plic	28
3.4 Ventilační scintigrafie plic	32
Závěr	36
Referenční seznam	37
Seznam zkratk	40
Seznam příloh	42
Přílohy	43

Úvod

Plicní embolie (PE) je jednou s nejčastějších onemocnění kardiovaskulárního systému spolu s ischemickou chorobou srdeční a arteriální hypertenzí.

Toto téma je stále aktuální, a proto je důležité získávat nové poznatky, které by mohly napomoci k včasnému a účinnému zásahu.

PE představuje závažný zdravotní problém, který provází stále značná kontroverze související s diagnostickými postupy a jejich interpretací. Ústav zdravotnických informací a statistiky v ČR uvádí, že v roce 2012 bylo v České republice hospitalizováno 8757 pacientů s touto diagnózou, z nich 9,1 % zemřelo (799). Mortalita tohoto onemocnění, za totožné časové období, je v porovnání s infarktem myokardu téměř dvojnásobná (5,3%).

V průběhu jednoho roku se v Spojených státech amerických přibližně u 600 000 pacientů objeví závažná forma klinického obrazu (PE), z čeho až 120 000 zemře bez stanovení diagnózy.

U pacientů postižených hlubokou žilní trombózou se až v 25 – 30 % případech vyvine embolizace do plicnice.

Problémy diagnostiky PE souvisí s nespecificitou klinických příznaků a s relativně invazivní povahou definitivní diagnostické procedury – plicní angiografií (tato metoda je také finančně nákladná).

Radionuklidové vyšetřovací metody jsou upřednostňovány z důvodu bezpečnosti, relativně snadného provedení a vysoké senzitivity. I přesto, že se v poslední době dostává v rámci diagnostiky do popředí spirální CT, perfuzní i ventilační radionuklidová studie plic zůstává základní vyšetřovací metodou.

Oba typy nukleárně medicínských studií se opírají o 35 – leté spolehlivé zkušenosti v oblasti diagnostiky PE, o velké množství revidovaných dat, interpretační kritéria a prakticky neexistující morbiditu související s provedením vyšetření.

Za tuto dobu se vyšetřovací postupy zlepšily a začaly respektovat přístrojové vybavení či zobrazovací algoritmy. Ventilační/ perfuzní scan je navíc relativně nenáročný na finanční zdroje. (Taylor, Schuster, Alazraki et al., 2000, s. 27) (Záňová,

Monhart, 2015, str. 1010) (Bajc, Miniati, Jögi, 2013, str. 1432) (Le Roux, Galarneau, Laroche et al., 2015, str. 1212)

Bakalářská práce byla tvořena na základě otázek:

- Jaké jsou aktuální validní poznatky o příčinách a rizicích vzniku PE?
- Jaké jsou aktuální validní poznatky o RF používaných při radionuklidových vyšetřeních PE?
- Jaké jsou aktuální validní poznatky o radionuklidových metodách používaných při diagnostice PE?

Cílem BP je sumarizovat aktuální dohledané validní poznatky o radionuklidové diagnostice plicní embolie.

Cíl je specifikován v dílčích cílech:

Cíl 1: sumarizovat aktuální dohledané validní poznatky o příčinách a rizicích vzniku PE; Cíl 2: sumarizovat aktuální dohledané validní poznatky o RF používaných při vyšetření PE; Cíl 3: sumarizovat aktuální dohledané validní poznatky o radionuklidových metodách používaných při PE.

Vstupní literatura:

1. WIDIMSKÝ, Jiří, MALÝ, Jaroslav a kol. 2005. *Akutní plicní embolie a žilní tromboza, Patogeneze, diagnostika, léčba a prevence*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton. 381 s. ISBN 80-7254-639-2
2. KUPKA, Karel, KUBINYI, Josef, ŠÁMAL, Martin a kol. 2007. *Nukleární medicína*. 1. vydání. Příbram: P3K. 185 s. ISBN 978-80-903584-9-2
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2006. *Nuclear Medicine Resources Manual*. 1. vydání. Vienna: IAEA. 532 s. ISBN 92-0-107504-9
4. TAYLOR, Andrew, SCHUSTER, David, ALAZRAKI, Naomi. 2000. *A Clinician's Guide to Nuclear Medicine*. 1. vydání. USA: Society of Nuclear Medicine, Inc. 400 s. ISBN 0-932004-72-5
5. NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miroslava. 2009. *Přehled anatomie*. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. 416s. ISBN 978-80-7262-612-0

Popis rešeršní činnosti

Při vyhledávání byla zadávána klíčová slova: plicní embolie, radiofarmakum, perfuzní scintigrafie, ventilační scintigrafie, plíce. Anglicky: pulmonary embolism, radiopharmaceutical, perfusion scintigraphy, ventilation scintigraphy, lungs.

Na vyhledávání validních a aktuálních článků byla použita databáze EBSCO, přístupná skrz FZV UPOL. Kritérii pro vyhledávání článků byly: validnost, relevantnost, aktuálnost. Vyhledávány byly pouze články v českém, anglickém a slovenském jazyce. Bibliografické zdroje byly vyhledány v systému Vědecké knihovny v Olomouci.

Výsledkem rešerše bylo 22 článků v angličtině, 5 v češtině a 0 v slovenštině. Pomocí Google Scholar byl nalezen Věstník MZ ČR a 3 internetové stránky. Po zohlednění selekčních kritérií byly použity 4 články v anglickém jazyce a 2 v českém jazyce.

1 PLICNÍ EMBOLIE

Je-li pacientovi diagnostikována plicní embolie, znamená to pro něj velmi závažný život ohrožující stav, který může vyústit až v úmrtí. Tento stav bývá způsoben náhlou obstrukcí a následnou neprůchodností arteria pulmonalis (plicnice) nebo některé z jejích větví. Za uzávěrem těchto tepen stojí především krevní sraženina. Mezi příznaky plicní embolie se nejčastěji objevuje náhle vzniklá dušnost a s ní zrychlené dýchání, bolest na hrudi, kašel, který může být doprovázen i vykašláváním krve, zmodrání rtů a prstů, synkopa, nízký krevní tlak a zrychlená tepová frekvence. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 13) (IKEM, Kardiocentrum, [online])

1.1 Anatomické poznámky

Dýchací cesty tvoří dutina nosní (lat. cavum nasi), hrtan (lat. larynx), průdušnice (lat. trachea), průduška (lat. bronchus), plíce (lat. pulmones), kde se nachází průdušinky (lat. bronchiolus) a plicní sklípky (lat. alveoli).

Plíce jsou párový orgán v hrudní dutině, tvarem připomínající komolý kužel. Jejich barva je v dětském věku růžová, s postupem času se barva mění na šedočernou z důvodu vdechování prachu. Houbovitá konzistence je dělá pružné a měkké na pohmat, díky čemu se tvarem přizpůsobují okolním strukturám a je na nich možné najít otisky. Průměrná hmotnost pravé i levé plíce spolu je přibližně 750 g.

Báze plic nasedá na brániční klenbu, zevní plocha naléhá na hrudní stěnu a vnitřní plocha je přivrácená do mediastina, zde se nachází i plicní hilus. V něm do plic vstupuje hlavní bronchus, a. pulmonalis (eventuálně v. pulmonalis) a aa. bronchiales.

Pravá plíce se skládá ze tří laloků (horní, střední, dolní) a levá ze dvou laloků (horní, dolní). Interlobární plochy jsou místem, kde se jednotlivé laloky dotýkají. Plicní laloky se dále rozdělují na plicní segmenty – základní makroskopická stavební a funkční jednotka. Segment představuje oblast plic, která je vyživovaná jednou větví a. pulmonalis a ventilovaná jedním bronchem. Pravá plíce má deset segmentů, levá jich má osm.

Bronchiální strom se uvnitř plic dále rozvětňuje, koncovým úsekem jsou plicní sklípky. Alveolární stěna je tvořena jednovrstevným plochým respiračním epitelem.

V respiračním epitelu se nachází granulózní a membránózní pneumocyty. Oba typy pneumocytů nasedají na bazální membránu, která je společná s bazální membránou krevních kapilár, ty se nacházejí na vnějším povrchu alveolů. V této části dýchací soustavy dochází k vlastnímu dýchání.

Dýchací systém zabezpečuje především výměnu plynů mezi vnějším prostředím a plicemi, tento proces představuje vnější dýchání, a také výměnu plynů mezi vnitřním prostředím (krví) a tkáněmi, která se označuje jako vnitřní dýchání. Zmiňovanými plyny jsou kyslík (O₂) a oxid uhličitý (CO₂). (Naňka, Elišková, 2009, str. 173 – 185)

1.2 Epidemiologie

Výskyt plicních embolií není přesně známý. V České Republice se předpokládá zhruba 10 000 nově zjištěných případů ročně. Nicméně přesné epidemiologické studie chybí, jelikož klesá počet provedených pitev zemřelých a tím se zkresluje obraz výskytu. Studie využívající vyšetření plicního perfúzního scanu u pacientů s hlubokou žilní trombózou navíc ukazují, že výskyt němých plicních embolií činí 40 – 50%. Z toho vyplývá, že skutečný výskyt plicní embolie může být výrazně vyšší.

Plicní embolie se nejčastěji objevuje ve věkové skupině 60 - 70 let. Vykazuje vysokou mortalitu. Jestliže není plicní embolie rozpoznána a léčena, mortalita výrazně stoupá. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 3,[online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 13)

1.3 Etiologie

Za embolizací do plicnice stojí nejčastěji uvolněný trombus z žilního systému, který je vmeten až do arteriálního řečiště plic. Takové tromby se utváří v 85% v hlubokých žilách dolních končetin, a to jak v proximálních, tak v popliteálních. Dalším možným zdrojem trombů, způsobujících plicní embolii, bývají žíly pánevní, ledvinné, dolní dutá žíla, pravé srdce aj.

Výjimečně ale může být obstrukce části plicního cévního řečiště způsobena i jinou příčinou, a to např. tukem a kostní dřeninou při rozsáhlých úrazech, vzduchem při potápění nebo plodovou vodou při porodu. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 13, 19) (IKEM, Kardiocentrum, [online])

1.4 Patofyziologie

Závažnost a následky akutní plicní embolie závisí především na rozsahu obstrukce cévního řečiště plic a na předchozím stavu srdce a plic. Velikost a stupeň cévní obstrukce předurčuje závažnost plicní hypertenze. Aby vznikla plicní hypertenze u pacientů bez předchozích srdečních či plicních onemocnění, musí být vyvolána 50 % obstrukce plicní cirkulace. U pacientů s již dřívějším onemocněním plic a také u kardiaků stačí vyvolat i menší obstrukci plicního cévního řečiště k vyvolání plicní hypertenze.

Při náhlém zvýšení tlaku v plicnici a pravé srdeční komoře dochází k dilataci pravé komory a hrozí pravostranné srdeční selhání. Akutní zvýšení tlaku v pravé komoře může zapříčinit posunutí mezikomorového septa směrem do levé komory. Takové posunutí septa má za následek diastolickou dysfunkci levé komory, která má tudíž zhoršené diastolické plnění a z tohoto důvodu klesá minutový srdeční výdej. Tento pokles může vést k synkopě a někdy ke kardiogennímu šoku.

Náhlá hypotenze v aortě a vzestup plicního tlaku v pravém srdci může způsobit ischemii pravé komory snížením prokrvení arteria coronaria dextra a zvýšením nároku na přívod kyslíku způsobené zvýšením zátěže.

Embolizace do plicnice vede také k respiračním obtížím, konkrétně k hyperventilaci. Ta je vyvolána podrážděním receptorů v plicních arteriolách. Z plicní embolie se uvolňují histaminy a serotonininy, které zapříčiňují konstriktu alveolárních duktů a terminálních bronchiolů, zvyšuje se tak odpor dýchacích cest. Vznikají atelektázy kvůli ztrátám surfaktantu v postižené oblasti plic. Velice častým důsledkem vzniku poruchy vztahu ventilace – perfuze při větší plicní embolii bývá hypoxémie. Důsledkem hyperventilace dochází ke snížení arteriálního tlaku CO_2 , což může dospět až k obrazu respirační alkalózy provázené hypoxémií. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 55 – 59)

1.5 Formy plicní embolie

Klasifikace:

- Akutní masivní plicní embolie
- Akutní malá plicní embolie
- Akutní submasivní plicní embolie
- Subakutní masivní plicní embolie
- Chronická trombembolická plicní hypertenze

(Widimský, Malý a kol., 2005, str. 65)

Akutní masivní plicní embolie – vyznačuje se oběhovou nestabilitou. Má nejzávažnější prognózu z možných forem plicní embolie. Úmrtnost, i včetně léčených případů akutní masivní plicní embolie, se pohybuje kolem 20 %. Při této formě plicní embolie dochází k masivní obstrukci cévního řečiště plic a ta může vést k náhlé smrti, která nastává přibližně u 10 % všech plicních embolií. Může také nastat akutní cor pulmonale, které je charakteristické dilatací pravé srdeční komory, zvýšenou tepovou frekvencí, přítomností cvalového rytmu (trojdobý rytmus) nebo zvýšeným žilním tlakem. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 65) (Homolka, 2003, [online])

Akutní malá plicní embolie – projevuje se zrychleným dýcháním (24 dechů/min. a více) a zrychlenou tepovou frekvencí (100 tepů/min. a více). V případech ještě menší plicní embolie se může objevit jen lehce zvýšená teplota nebo se nemusí projevat vůbec. I přes to, že název této formy plicní embolie možná svádí k podceňování, musí být řádně léčen, jelikož může vygradovat v pozdější masivní plicní embolii.

Akutní submasivní plicní embolie – klinický průběh se vyznačuje hemodynamickou stabilitou, vyskytuje se pouze zrychlená tepová frekvence a dýchání. Při ultrasonografickém vyšetření srdce jsou však zjevné známky dysfunkce pravé komory. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 66)

Subakutní masivní plicní embolie – je vyvolána četnými emboliemi menších měřítek. Projevuje se především snižováním fyzické výkonnosti a pomalu narůstající námahovou dušností.

Chronická trombembolická plicní hypertenze – vzniká po opakovaných nedagnostikovaných a neléčených menších embolizacích do plicnice. Na rozdíl od

subakutní plicní embolie je však doba zhoršování dušnosti podstatně delší, v řádech měsíců až roků. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 68)

Netrombotické formy plicní embolie:

Tuková plicní embolie – vzniká nejčastěji u pacientů, kteří prodělali rozsáhlá traumata, zvláště s frakturami dlouhých kostí a pánve. Tehdy se do krevního řečiště mohou uvolnit drobné tukové kapénky. Ty se vzájemně spojují s krevními destičkami a fibrinem a vytváří větší částičky. Výrazná část těchto tukových částic embolizuje plíce, menší část z nich se může dostat i do velkého oběhu. Tuková plicní embolie se projevuje především náhlou dušností, zrychleným dýcháním, bolestí na hrudi. Mohou se také objevit tachykardie, náznaky pravostranného selhání či petechie, což jsou drobné krevní výronky do kůže. U 85 % nemocných se vyskytují také neurologické příznaky – zmatenost, neklid, nadměrná strnulost a dokonce až kóma. Diagnostika se provádí pomocí RTG snímku srdce a plic, kde jsou nalezeny oboustranné infiltráty zapříčiněné permeabilním plicním otokem. Dalšími možnostmi jsou vyšetření moči, krve či sputa, kde se mohou vyskytovat tukové částičky. Léčba probíhá především za pomoci kortikoidů, diuretik a také inhalace kyslíku. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 62, [online])

Vzduchová embolie – může být důsledkem centrální žilní katetrizace, císařského řezu, neurochirurgického zákroku vsedě, penetrujícího zranění plic. K této komplikaci může dojít také po transthorakální biopsii plicní tkáně či barotraumatu při náhlé dekompresi. Projevuje se kašlem, který bývá s krátkým expiriem a namáhavým inspiriem. Dále se demonstruje závratěmi, bolestí na hrudi, kardiovaskulárním kolapsem, velmi dobře slyšitelným chrčivým zvukem, jenž je způsoben směsí krve a vzduchu v pravé komoře. Vzduchovou embolii diagnostikujeme především pomocí echokardiografie a RTG srdce a plic v levé bočné poloze, na snímku se ukáže hladina v pravé komoře. Terapie by měla probíhat okamžitě po zjištění této komplikace. Pacient se ukládá na levý bok, hlavou dolů. Tato poloha má zaříditi transport vzduchové bubliny z výtokové části pravé komory až do pravé síně. Má také zabránit přesunu bubliny do mozkového oběhu. Pomocí přímé perkutánní punkce, mimotělního oběhu nebo především katetrizací s více otvory je snaha odstranit vzduch z pravého srdce. Nedílnou součástí terapie je též inhalace 100 % kyslíku. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 63, [online])

Amniová embolie – tato komplikace má vysoké procento úmrtnosti, nicméně je poměrně vzácná. Toto vážné riziko nastává krátce po porodu nebo přímo během něj a úmrtnost rodiček je až 80 %. Mortalita plodu se pohybuje kolem 40 %. Mezi rizikové faktory se řadí pokročilý věk matky, multipara, velký plod, odloučení placenty, ruptura dělohy. Při porodu nebo krátce po něm dochází až u 70 % postižených k těžkému edému plic a ke kardiorepirační zástavě. Tato vzácná forma plicní embolie může také vést k diseminované intravaskulární koagulaci, při které se vytváří vícečetné krevní sraženiny. Jediný způsob podpůrné léčby je okamžité vyprázdnění dělohy, podpora oběhu a dýchání a léčba diseminované intravaskulární koagulace.

Ostatní plicní embolie – nádorová plicní embolie, septická plicní embolie, paradoxní plicní embolie, žlučová embolie aj. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 63, [online])

1.6 Rizikové faktory

Na vzniku trombů a následně vzniklé plicní embolii se podílí klinické a laboratorní rizikové faktory.

Klinické rizikové faktory:

Operační zákroky – výrazným rizikovým faktorem jsou rozsáhlé chirurgické výkony v oblasti břicha a pánve nebo také ortopedické výkony, jako náhrady kyčelního či kolenního kloubu, zvláště u pacientů starších 40 let. U operací tohoto typu je riziko vzniku žilní trombózy 30 – 50 %. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 20)

Traumata – nejvyšší riziko výskytu trombózy hrozí při úrazech hlavy, páteře a pánve. Nebezpečné jsou také zlomeniny dolních končetin, které mohou být spjaty s následnou imobilizací. Svou roli při vzniku trombů ale také hraje věk pacienta a zavedený centrální žilní katetr. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 22)

Maligní nádory – pacienti s trombembolicou nemocí mívají v 15 – 20 % doposud nepoznané maligní onemocnění. Výskyt trombembolie stoupá po podstoupení chemoterapie, hormonální terapie nebo po prodělané operaci. Dalšími faktory, které zvyšují riziko vzniku trombembolické nemoci u nádorových

onemocnění jsou např. imobilizace, zvýšené koncentrace koagulačních faktorů, zavedený centrální žilní katetr. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 22)

Těhotenství a šestinedělí – riziko vzniku tromboembolické nemoci je u těhotných žen 10 krát větší v porovnání se ženami stejného věku, které gravidní nejsou. U 100 000 těhotných žen je pozorováno 60 případů plicních embolií a 1 úmrtí. Pravděpodobnost výskytu tromboembolické nemoci se zvyšuje u těhotných žen starších 35 let a vážících nad 80 kg. Riziko se také zvyšuje, jestliže má žena tromboembolickou nemoc v osobní či rodinné anamnéze. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 25)

Věk – riziko trombózy se zásadně zvyšuje s věkem. U pacientů do 40 let věku je výskyt tromboembolií 1/10 000, kdežto u pacientů nad 75 let věku výskyt stoupá na 1/100. Není zcela jasné, čím je tato závislost způsobena, nejpravděpodobněji však jde o kombinaci více faktorů, jako snížení pohyblivosti, pokles svalové tenze, změny cévní stěny, častější nemocnost aj. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 25)

Mezi další klinické rizikové faktory se řadí např. pooperační sepse, která je doprovázena zvýšenou srážlivostí krve, dále perorální antikoncepce, obezita, srdeční selhání, náhlá cévní mozková příhoda, imobilizace aj. (Widimský, Malý a kol., 2005)

Laboratorní rizikové faktory:

Laboratorní rizikové faktory dělíme na získané a vrozené, přičemž získané se vyskytují asi 10 krát častěji než vrozené. Tato rizika se však vyskytují pouze asi u 10% všech plicních embolií a žilních trombóz.

Deficit antitrombinu – je to vrozený deficit, který je autozomálně dominantně dědičný. Trombózy se vyskytují u dětí a mladých osob. Četnost tohoto deficitu činí 1/5000.

Dalšími nejčastějšími laboratorními rizikovými faktory jsou:

- Deficit proteinu C a S
- APC rezistence
- Stav po splenektomii časně po operaci
- Porucha fibrinolýzy

(Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 4-5, [online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 41 – 53)

1.7 Prognóza

Prognóza plicní embolie je stanovena podle rozsahu obstrukce plicních cév, stavem kardiopulmonálního systému před plicní embolií, vysokým věkem pacienta a také přítomností jiných onemocnění např. srdeční selhání, maligní onemocnění, cévní mozková příhoda, chronická obstrukční plicní nemoc aj.

Krátkodobá prognóza – závisí především na závažnosti aktuálního klinického stavu pacienta a na rychlosti provedení diagnózy a zahájení terapie od chvíle vzniku plicní embolie. Jestliže je plicní embolie nepoznaná a tudíž neléčená, prognóza je výrazně horší, mortalita je 2 – 3 krát vyšší.

Dlouhodobá prognóza – je výrazně ovlivněna věkem pacienta nad 75 let a přítomností jiného onemocnění např. ischemickou chorobou srdeční, chronickou plicní nemocí či onkologickým onemocněním.

Během hospitalizace ve zdravotnickém zařízení určuje prognózu zejména funkce pravé komory a celkový hemodynamický stav pacienta. Před propuštěním pacienta je třeba provést kontrolní např. echokardiografické vyšetření. Jestliže se i po 3 měsících, co je podávána antikoagulační léčba, vyskytnou známky dysfunkce pravé komory nebo plicní hypertenze, provádí se opět další zobrazovací vyšetření, shodně se zobrazovací metodou, která byla provedena v akutní fázi – plicní scan nebo CTA. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 31, [online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 145)

1.8 Léčba

Antikoagulační léčba – je nejčastějším typem terapie pacientů postižených plicní embolií. Podáváním heparinu (nejčastěji) dochází ke snížení srážlivosti krve. Tyto medikamenty jsou podávány zpočátku intravenózně nebo subkutánně, později v tabletách (Warfarin). Délka léčby se pohybuje v rozmezí 3 měsíců až celoživotně a je nutné pravidelně kontrolovat účinnost pomocí krevních testů. (Widimský, Malý,

Eliáš et al, 2007, str. 45, [online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 202) (IKEM, Kardiocentrum, [online])

Trombolytická léčba – je využívána výhradně u těžkých forem plicní embolie. Lék je aplikován ve formě několika hodinové infuze, která má za úkol rozpustit již vytvořenou krevní sraženinu. Tento způsob terapie se používá skutečně pouze u závažných, život ohrožujících stavů, protože i přesto, že je účinnější než antikoagulační léčba, existuje zde výrazně vyšší riziko krvácivých komplikací. Může docházet ke krvácení do kůže a vnitřních orgánů, včetně krvácení do mozku. (IKEM, Kardiocentrum, [online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 179)

Plicní embolektomie – je využívána ve výjimečných případech např. jestliže nezabírá trombolytická léčba nebo nemůže být indikována. Označuje odstranění trombu z plicnice chirurgickou cestou. Další možností je katetrizace z tříselné žíly. (IKEM, Kardiocentrum, [online])

Kavální filtry – jsou navrženy a konstruovány tak, aby se o ně zachytávaly uvolněné tromby s průměrem větším, než 3 mm. Zavádějí se katetrizační technikou přes tříselnou žílu do dolní duté žíly. Této metody se využívá zejména v případě opakovaných plicních embolií. Zavedení kaválních filtrů však neznamená ústup od antikoagulační léčby. Naopak, pokud není známa kontraindikace či nesnášenlivost pacienta na antikoagulační léčbu, je doporučována souběžná kombinace této léčebné a preventivní techniky, zvláště kvůli řadě komplikací, které mohou kavální filtry vyvolat. Existuje zde riziko plicní embolizace z trombu usazeného přímo na filtru, dále perforace dolní duté žíly, trombóza filtru, trombóza dolní duté žíly aj. (Widimský, Malý, Eliáš et al, 2007, str. 48-49, [online]) (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 267) (IKEM, Kardiocentrum, [online])

1.9 Hluboká žilní trombóza

Neboli flebotrombóza je onemocnění postihující hluboký žilní systém úplnou nebo částečnou obstrukcí žilního řečiště krevní sraženinou (trombem). Trombus nejčastěji pochází z hlubokého žilního systému dolních končetin a pánve. Za vytvořením uzávěru žilního řečiště stojí faktory zahrnující tzv. Virchowovu triádu: změny koagulace – hyperkoagulace, poruchy cévní stěny a zpomalení krevního toku.

Pro flebotrombózu jsou typickým projevem otoky a bolestivost, změny teploty a barvy v místě postižení. Příznaky jsou velice často nevýrazné nebo mohou být zkresleny jiným onemocněním. Pro zjištění diagnózy je možnost využití hned několika zobrazovacích metod. Mezi ně patří duplexní ultrazvukové vyšetření žil (dvojrozměrné zobrazení s dopplerovským mapováním), MR – flebografie, CT – flebografie, izotopová flebografie aj. Je – li diagnostikována flebotrombóza, je zahájena antikoagulační léčba a jelikož zde existuje i riziko eventuální plicní embolie, indikuje se vyšetření k jejímu případnému potvrzení. (Widimský, Malý a kol., 2005, str. 19, 154, 170) (Musil, 2009, str. 231) (I.A.E.A., 2006, str. 261)

2 RADIOFARMAKA POUŽÍVANÁ PRO PERFUZNÍ / VENTILIAČNÍ SCINTIGRAFII

RF jsou přípravky sloužící k terapeutickým nebo diagnostickým účelům. Jejich účinnou složkou jsou radionuklidy, jež jsou zdrojem ionizujícího záření. Radionuklidy, které jsou využívány na oddělení nukleární medicíny, jsou uměle připravovány v jaderných reaktorech nebo cyklotronech. Pro některé krátkodobé radionuklidy se využívají i sekundární zdroje – radionuklidové generátory. V takových generátorech samovolnou radioaktivní přeměnou mateřského prvku, připraveného v cyklotronech nebo jaderných reaktorech, vzniká prvek dceřiný, který má vhodné atributy pro aplikaci pacientovi. (Koranda a kol., 2014, str. 17)

2.1 Radiofarmaka využívaná při perfuzní scintigrafii plic

Nejdůležitějším požadavkem na RF pro perfuzní scintigrafii plic je správná velikost částic. Vyšetření je založeno na mikroembolizaci, neboli uvíznutí drobných částic v plicním řečišti. Velikost částic perfuzního RF je podmíněná průměrem kapilár. Aby RF uvízlo v plicním řečišti při prvním průtoku a bylo tak schopné zobrazit perfundovaný plicní parenchym, musí mít jeho částice velikost větší, než je průměr kapilár (7 – 9 μm). Velikost částic perfuzního radiofarmaka však nemůže být řádově větší, distribuce by byla nehomogenní, protože částice by uvízly v prekapilárním řečišti (průměr cca 35 μm). (Koranda a kol., 2014, str. 84)

Kupka stanovuje ideální velikost v rozmezí 10 – 15 μm . Velmi důležitý je také samotný počet aplikovaných částic, optimálně by neměl přesáhnout 300 000 – 500 000. Věstník MZ ČR uvádí, že maximální doporučený počet částic je stanovený na 700 000 pro dospělou osobu, 50 000 pro novorozence a 165 000 pro jednoleté dítě. Aplikace 200 000 – 300 000 částic odpovídá obstrukci frakce plicního řečiště o objemu 0,1 – 0,3 %. (Kupka, Kubyni, Šámal a kol, 2007, s. 79) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 44, [online]) (Koranda a kol., 2014, str. 84)

Aplikace minimálně 100 000 částic zabezpečí dosažení kvalitního scintigramu s homogenním rozložením RF v perfundovaném parenchymu. Embolizace se při

takovém množství objeví v 1500 plicních arteriolách. (Koranda a kol., 2014, str. 84) (I.A.E.A., 2006, str. 261)

K embolizaci dojde jen u každé desetitisíci kapiláry, takže nedochází k vzestupu krevního tlaku v arterii pulmonalis a ani k hemodynamické reakci. Vyšetření mohou absolvovat také pacienti s plicní hypertenzí či pravolevým zkratem. Částice po čase podléhají mechanickému a enzymatickému štěpení, výsledné fragmenty získají velikost, díky které projdou lumenem kapilár. Poločas úniku z plic je závislý na původní velikosti vpravených částic a je v intervalu 4 až 8 hodin. (Kupka, Kubyni, Šámal a kol, 2007, str. 79)

Radiofarmaka, která se používají nejčastěji, jsou techneciem značené makroagregáty albuminu ($^{99m}\text{Tc} - \text{MAA}$). Preparát obsahuje částice o velikosti 5 – 100 μm z čehož je 60 – 80 % o velikosti 10 – 30 μm . Aplikace je intravenózní do periferní žíly. RF putuje s krevním tokem skrz pravou síň a pravou srdeční komoru do plic, kde jsou částice odfiltrovány kapilárním řečištěm plic. Jejich depozice je úměrná regionální plicní perfuzi. Biologický poločas $^{99m}\text{Tc} - \text{MAA}$ v plicích je 4 – 6 hodin. (Koranda a kol., 2014, str. 84)

Na toto vyšetření je možné použít i techneciem značené mikrosféry. Jejich používání doporučuje i Mezinárodní Agentura pro Atomovou energii. Albuminové mikrosféry jsou sice méně dostupné, avšak zabezpečují lepší homogenitu distribuce. (Kraft, Pekárek, 2014, str. 64) (I.A.E.A., 2006, str. 261)

U pacientů s plicní embolií se na scintigramu objeví místo se sníženou radioaktivitou jako fotopenický efekt. Nevýhodou je však nízká specifita vyšetření, jelikož defekt vychytávání RF může být způsobený i např. pneumonií, výpotkem, emfyzémem anebo abnormalitami dýchacích cest vyšetřovaného pacienta. (Taylor, Schuster, Alazraki et al., 2000, str. 29)

Doporučená aktivita je 200 MBq při planárním vyšetření a 300 MBq při SPECT vyšetření (podání vyšší aktivity může být ve zvlášť zdůvodnitelných případech). Hodnota aktivity podávaná dětským pacientům se musí řídit doporučeními Evropské asociace společností nukleární medicíny (EANM). (Věstník MZ ČR, 2007, str. 44, [online])

IAEA uvádí optimální aktivitu 40 – 150 MBq pro dospělého. Aktivita podávaná dětem je určena na 0,5 – 2,0 MBq/kg hmotnosti, minimální celková dávka je stanovena na 7 – 8 MBq. Taylor udává hodnotu vhodné aktivity pro dospělého 80 – 180 MBq. (I.A.E.A., 2006, str. 261) (Taylor, Schuster, Alazraki et al., 2000, str. 29)

Nádobou s radiofarmakem by se mělo před podáním zatřást, jelikož s postupem času dochází k usazování částic na dně. Injekční stříkačka by měla být před aplikací obrácená. (I.A.E.A., 2006, str. 261)

Radiofarmakum se aplikuje pacientovi vleže, během podávání indikátoru se doporučuje, aby vyšetřovaný klidně a zhluboka dýchal. Podanou aktivitu radiofarmaka je nutné zapsat do pacientovy zdravotnické dokumentace. (Kupka, Kubynyi, Šámal a kol, 2007, str. 79) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 44, [online])

2.2 Radiofarmaka využívaná při ventilační scintigrafii plic

RF využívaná pro ventilační scintigrafii plic je možné rozdělit na aerosoly a radioaktivní plyny.

Kvalitní zobrazení je opět závislé na optimální velikosti částic, aerosoly se musí vychytat hlavně v plicích alveolech. Interval vhodných rozměrů je 0,1 – 0,5 μm . U částic větších než 2 – 3 μm dochází často k sedimentaci v průdušnici a průduškách, což má za následek zhoršenou kvalitu zobrazení plicní ventilace. U částic menších než 0,1 μm dochází k nedostatečnému vychytávání v alveolech a příliš velká část aerosolu je znova vydechnuta.

Používané aerosoly se dají rozdělit do dvou skupin, na aerosoly kapalné fáze a pevné fáze. Nejznámějším aerosolem pevné fáze je Technegas, v České republice se ale prakticky nevyužívá. Kapalné aerosoly se získávají pomocí ultrazvukových nebulizátorů z roztoku $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – DTPA (diethylenetriaminopentaacetát). (Koranda a kol., 2014, str. 84 – 85)

Kupka doplňuje, že tento typ radiofarmak se používá méně, užívá se hlavně v případech, kdy není k dispozici radioaktivní plyn.

Nevýhodou je nízká aktivita v plicích, která má za následek prodloužení vyšetření, z důvodu, že jen 1 – 2 % částic jsou deponována v plicích alveolách. Dalšími nevýhodami jsou arteficiální centrální depozice částic, především ve velkých

bronších, vyskytující se hlavně při zvýšené bronchiální rezistenci a nutnost velmi dobré spolupráce pacienta při inhalaci.

Aerosol producing equipment (APE) je tryskový systém, který produkuje suchý aerosol s průměrem částic 0,3 – 0,4 μm . Suchý vzduch je následně smíchaný s techneciem značeným diethylentriaminopentaacetátem suspendovaným v alkoholu. Výhodou tohoto systému je produkce radioaktivních částic o menší velikosti, což zabezpečuje lepší průnik do plicních sklípků a tím pádem, menší centrální depozici. (Kupka, Kubynyi, Šámal a kol, 2007, str. 79)

Radioaktivní plyny se v současné době využívají v České republice víc než aerosoly. Nejpoužívanější radioaktivní plyn je $^{81\text{m}}\text{Kr}$ (Krypton). Vytváří se v generátoru, kde mateřský radionuklid ^{81}Rb (Rubidium) podléhá přeměně na $^{81\text{m}}\text{Kr}$, kterého poločas rozpadu je velmi krátký – 13 sekund. Výhodou tohoto krátkého poločasu je velmi nízká radiační zátěž pacientů. I přes krátkou dobu poločasu je tento plyn dostatečný na provedení kvalitního ventilačního scintigramu. Poločas rozpadu je však krátký i u mateřského radionuklidu (^{81}Rb), a to jen 4,6 hodin. Takový generátor se dá používat jen během doby jedné pracovní směny. Nevýhodou generátoru je také jeho finanční náročnost, což komplikuje, na rozdíl od tekutinových aerosolů, permanentní dostupnost vyšetření ventilační scintigrafie s použitím $^{81\text{m}}\text{Kr}$. (Koranda a kol., 2014, str. 84 – 85)

Velkou výhodou použití tohoto plynu je, že je možné současně provést perfuzní i ventilační scintigrafii plic. Energetický rozdíl technecia a kryptonu je postačující, aby se dal rozlišit a současně snímat scintilační kamerou.

Dalším využívaným radioaktivním plynem je ^{133}Xe (Xenon). Při jeho použití je možné zobrazit distribuci plicní ventilace a taktéž získat důležité informace o některých dalších parametrech ventilace. Jeho použití je ale možné jen na specializovaných pracovištích, protože jeho využití vyžaduje speciální zařízení, kterým je spirometr. Spirometr musí mít upravený vstup pro xenon a upravený výstup na vychytávání radioaktivního plynu a též speciální režim radiační ochrany pracovníků nukleární medicíny. (Kupka, Kubynyi, Šámal a kol, 2007, str. 77 – 78)

Xenon je pro lidské tělo fyziologičtější, ale ^{133}Xe i $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – DTPA aerosoly jsou považovány za dostatečně klinicky efektivní a jejich použití závisí na preferencích jednotlivých pracovišť. (Taylor, Schuster, Alazraki et al., 2000, str. 29 – 30)

Manuál nukleární medicíny poznamenává, že v mnohých krajinách světa jsou ^{133}Xe a $^{81\text{m}}\text{Kr}$ nedostupné a tím pádem jsou aerosoly upřednostňovanější. Například ve Spojených státech amerických se nejčastěji využívá $^{81\text{m}}\text{Kr}$ a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – aerosoly kvůli zlé dostupnosti ^{133}Xe a jeho vysoké ceně. (I.A.E.A., 2006, str. 262) (Schiepers, 2006, str. 67)

Kupka uvádí jako samostatnou skupinu RF využívaných při ventilační scintigrafii plic i uhlíkové aerosoly. Jejich vlastnosti jsou často obdobné jako vlastnosti radioaktivních plynů, proto se někdy označují jako pseudoplyny. Patří sem techneciem značené uhlíkové částice v proudu argonu s výrobním názvem $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – TECHNEGAS. Jejich výhodou je, že mají 10 – 15 krát menší velikost než preparáty vyráběné pomocí nebulizátoru, pronikají bez omezení do plicních sklípků. Vyráběné jsou v přístroji, kde se grafitová nádobka naplněná roztokem $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – Technecistanu, v atmosféře čirého argonu zahřívá na vysokou teplotu (2500 °C). Mezi nevýhody použití Technegasu patří vysoká cena a relativně velká absorbovaná dávka v plicích. (Kupka, Kubynyi, Šámal a kol, 2007, str. 78)

Aplikovaná aktivita musí zaručit optimální diagnostickou informaci a zároveň co nejnižší radiační zátěž pacienta. Aktivita $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – aerosolů zodpovídá DRÚ 1000 MBq (aktivita v nebulizátoru). Aplikovaná aktivita ^{81}Kr zodpovídá DRÚ 6000 MBq (aktivita v generátoru). ^{133}Xe nemá stanovenou DRÚ a toto RF není v současnosti v České republice registrované.

Diagnostická referenční úroveň (DRÚ) je hodnota aktivity pro pacienta vážícího 70 kg. Ta by v běžné praxi neměla být překročena. Nesmí být však chápána jako limit, může být vyšší, například u pacientů s větší hmotností, anebo i ve výjimečných případech, které musí být zdůvodněné pacientovým stavem. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 46, [online]) (Kupka, Kubynyi, Šámal a kol, 2007, str. 29)

IAEA uvádí, že z aktivity 900 – 1300 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – DTPA aerosolů v nebulizátoru se do plic dostane jen 20 – 40 MBq. (I.A.E.A., 2006, str. 262)

Když se aerosol aplikuje dětským pacientům, je nutné zvolit aktivitu na dolní hranici mezi aktivitami používaných na daném pracovišti. Podávaná aktivita by se měla stanovit s ohledem na doporučení EANM anebo podle jeho rozšířené verze.

Vzhledem k rozdílné účinnosti přípravy radiofarmak, kdy je proměnlivý poměr mezi inhalovaným objemem a aktivitou použitou k přípravě radiofarmaka, se nestanovuje množství radiofarmaka, které pacient inhaluje.

Aktivita potřebná k přípravě RF, způsob jeho přípravy a počet vyšetření musí být zaznamenaný v pacientově dokumentaci. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 46, [online])

3 RADIONUKLIDOVÁ DIAGNOSTIKA

Díky scintigrafickým vyšetřením v nukleární medicíně se získávají cenné informace o fyziologických a patofyziologických procesech v těle, nikoliv o anatomických detailech. Pro tyto účely jsou mnohem vhodnější jiné zobrazovací metody (např. CT, MRI či ultrasonografie). V porovnání s CT angiografií, což je také způsob, jak detekovat embolizaci do arteria pulmonalis, vykazuje scintigrafie vyšší senzitivitu při relativně nižší specifitě. (Koranda a kol., 2014, str. 7, 86)

3.1 Přístrojové vybavení

V nukleární medicíně je zdrojem ionizujícího záření pacient sám, díky vpravenému radiofarmaku. Toto záření gama je snímáno pomocí scintilační kamery, jejíž součástí jsou scintilační detektory, které jsou založeny na převodu ionizujícího záření na světlo, a vyhodnocovací zařízení – počítač. Scintilační detektor se skládá ze scintilačního krystalu, souboru fotonásobičů a kolimátoru.

NaI(Tl) – jodid sodný aktivovaný thaliem je nejčastěji využívanou detekční látkou ve scintilačních krystalech. Za krystalem jsou rozloženy fotonásobiče. Fotonásobiče zajišťují detekci světla ze scintilačního krystalu a jeho převedení na elektrický signál.

Filtr, který propouští jen fotony, které letí v žádaném směru, se nazývá kolimátor. Pro planární a tomografickou scintigrafii jsou doporučeny různé typy kolimátorů.

Mnohoo otvorové kolimátory – používají se nejčastěji, obsahují tisíce paralelních otvorů, které probíhají kolmo ke scintilačnímu krystalu. Jejich funkcí je propouštět pouze fotony, které letí v kolmém směru na detekční plochu krystalu.

Jednoo otvorové kolimátory typu pinhole – má tvar trychtýře a obsahuje pouze jeden otvor. Jestliže se zobrazovaný objekt vyskytuje v malé vzdálenosti od tohoto typu kolimátoru, poskytuje obrazy s velmi dobrou rozlišovací schopností. Obraz je zvětšený a převrácený.

Kolimátory typu LEHR – vysoké rozlišení, nízká citlivost

Kolimátory typu LEAP – střední rozlišení, střední citlivost

Kolimátory typu HS – vysoká citlivost

Kolimátory pro zářiče nízkých energií – do 160 keV (např. ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I)

Kolimátory pro zářiče středních energií – do 300 keV (např. ^{111}In)

Kolimátory pro zářiče vysokých energií – nad 300 keV (např. ^{131}I)

(Koranda a kol., 2014, str. 24, 27, 28)

3.2 Příprava pacienta

Dle IAEA příprava pacienta před perfuzní / ventilační scintigrafií plic vyžaduje zhotovení RTG snímků plic. Ty by měly být zobrazené v anterior – posterior, posterior – anterior a laterální projekci. AP snímek vleže je akceptovatelný pouze v případě, pokud pacient nezvládne vydržet ve vzpřímené poloze. Důvod je vyloučení přítomnosti patologií, díky čemu se může předejít daleko dražším vyšetřením, RTG snímek je potřebný také pro korelaci perfuzního ventilačního scanu.

Zhotovení těchto snímků je adekvátní v rámci jednoho dne, kdy se provádí i samotná scintigrafie, pokud u pacienta nedochází k akcelerovaným změnám symptomů a projevům onemocnění. Jestliže u nemocného dochází k evoluci klinického stavu, je potřebné zhotovit snímek do jedné hodiny před perfuzní / ventilační scintigrafií plic.

Po obstarání rentgenových snímků neexistují žádné požadavky na přípravu pacienta. Vyšetřovanému se neordinují žádné omezení ve smyslu příjmu potravy a tekutin. (I.A.E.A., 2006, str. 262) (Taylor, Schuster, Alazraki et al., 2000, str. 30)

International Atomic Energy Agency ve své publikaci doplňuje, že pacientovi by se mělo před aplikací radiofarmaka určeném na perfuzní scintigrafii plic říci, ať zakašle a pár krát se zhluboka nadechne. Nemocný by měl být po dobu aplikace radiofarmaka v poloze vleže na zádech, jestliže mu to zdravotní stav nedovoluje např. z důvodu ortopnoe, musí být v poloze co nejpodobnější, jelikož distribuce radioaktivních částic je do velké míry ovlivněná gravitací.

Pokud jsou vyšetřovány ženy ve fertilním věku, je třeba se nejprve ujistit, zda nejsou těhotné, eventuálně, zda nekojí. Pozitivní odpověď by vedla k minimalizaci radiační zátěže, např. perfuzní studie by byla provedená s poloviční aktivitou, ventilační studie by mola být zcela vynechána.

Před započítím vyšetření je důležité poznat pacientovu klinickou historii. Relevantní informace, kterým by se měla věnovat zvýšená pozornost, jsou:

- pravo – levé zkratky
- dyspnoe
- bolesti na hrudníku
- vážná pulmonální hypertenze
- synkopa
- vykašlávání krve (hemoptýza)
- příznaky trombózy žil na dolních končetinách
- podstoupení chirurgického výkonu v nedávné minulosti
- výskyt embolizace v minulosti
- rakovina
- kongestivní selhání srdce
- základní onemocnění
- kouření anebo užívání omamných látek intravenózně
- absolvování dlouhých letů

Existují i další faktory, kterým by měla být věnována pozornost. Při fyzikálním vyšetření se kromě vitálních funkcí zjišťuje i stav dolních končetin. (I.A.E.A. 2006, str. 262 – 263)

Ministerstvo zdravotnictví ve svém věstníku neudává žádné speciální náležitosti v přípravě pacienta. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 46, [online])

3.3 Perfuzní scintigrafie plic

Indikace a kontraindikace – nejčastější a hlavní indikací pro scintigrafická vyšetření jsou vyloučení či potvrzení právě embolizace do plic. Méně častou indikací může být průkaz pravo – levého plicního zkratu nebo bronchogenního karcinomu, což

je nejběžnější karcinom plic. Způsobuje snížení nebo úplnou absenci pulmonární krve proudící do postiženého bronchiálního segmentu.

Je – li pacientovi diagnostikována embolizace do arteria pulmonalis, neexistuje absolutní kontraindikace pro toto vyšetření. Jsou zde jen relativní kontraindikace – gravidita a laktace, kdy je po vyšetření nutné přerušit kojení na 12 hodin, odsát mateřské mléko a znehodnotit jej.

Věstník MZ ČR uvádí, že kontraindikací pro aplikace radiofarmaka je gravidita. Podle § 60 vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. je však možné diagnostické vyšetření spojené s ozářením provést i u gravidní ženy jestliže se jedná o neodkladný případ; při tom je nutné vždy zvlášť pozorně zvažovat nezbytnost získávání požadované informace pomocí ionizujícího záření a volit jen takovou techniku, která zajistí maximální možnou ochranu plodu. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 11, 44, [online]) (I.A.E.A., 2006, str. 261)

Frank vysvětluje, že těhotenství zůstává jen relativní kontraindikací, z důvodu, že pro plod je nebezpečnější samotná embolizace a. pulmonalis než radiační riziko související s vyšetřením. Zároveň jsou veškeré aplikované mikrosféry zachyceny v plicích.

Radioaktivní částice by se neměly aplikovat do již existující kanyly v periferní žíle. Na konci této kanyly se vždy vyskytuje mála krevní sraženina, mikrosféry by se na ní zachytávaly a po odtrhnutí by vytvářely shluky v plicích.

Jestliže má pacient pravo – levý zkrat, třeba dbát na to, aby mu bylo aplikováno menší množství značených částic, čím se minimalizuje systémová distribuce. (Frank, 2009, str. 101)

Přístrojové vybavení – pro zobrazování distribuce radiofarmaka při perfuzní scintigrafii plic je potřebné přístrojové vybavení zahrnující scintilační kameru s kolimátorem typu LEHR, popřípadě LEAP kolimátorem. U imobilních pacientů, které je třeba vyšetřit vleže, je vhodné používat dvoudetektorové kamery, jelikož se zkracuje doba vyšetření. SPECT zvyšuje citlivost detekce subsegmentárních výpadků. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 44, [online])

Průběh vyšetření – před započítím vyšetření je nutné ověřit si identitu pacienta, osobní a zdravotní data, která jsou na žádance o vyšetření. Nedílnou součástí je také poučení a informování pacienta o průběhu vyšetření a získání jeho podpisu, čímž souhlasí s vyšetřením. Trpí – li pacient chronickou obstrukční bronchopulmonální chorobou, je vhodné zvážit podání bronchodilatancií před plicní scintigrafií. Tato vyšetřovací metoda byla uvedena do praxe před padesáti lety. (Miniatti, 2015, str. 187) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 44, [online]) (Vlček a kol., 2010, str. 88)

Při perfuzní scintigrafii plic, která slouží k detekci a monitoringu plicní embolie, je ležícímu pacientovi intravenózně vpraveno radiofarmakum. Je skutečně nutné, aby při aplikaci ležel, jelikož by mohlo dojít k ovlivnění plicní perfuze v důsledku odlišného hydrostatického tlaku v různých částech plic. Pacient musí během následující minuty ležet. Samotné snímání perfuze, které může probíhat až několik minut po aplikaci, je doporučováno provádět ve stoje nebo aspoň vsedě pro větší rozvinutí plic a tudíž kvalitnější zobrazení eventuálních lézí. Snímání se provádí ve 4 – 6 jednotlivých projekcích (přední, zadní a bočné šikmé).

Doporučená hodnota energetického fotopíku je 140 keV. Scintigrafické vyšetření je zahájeno po 2. minutě od aplikace radiofarmaka. Matice, která se používá při zhotovení statického scintigramu je 256 x 256.

Toto vyšetření je možné doplnit jednofotonovou emisní tomografií SPECT, která může odkrýt případné drobné subsegmentální léze, které planárním vyšetřením nebyly poznány. Při vyšetření SPECT, za použití dvoudetektorové kamery a ze zdravotních důvodů na straně vyšetřovaného je možné použít i polohu pacienta vleže. SPECT vyšetření vyžaduje 60 nebo 120 projekcí při celkovém úhlu rotace 360° s dobou záznamu jedné projekce (15 – 20 sekund), s použitím matice 128 nebo 64 x 64. (Koranda a kol., 2014, str. 86) (Kupka, Kubinyi, Šámal a kol., 2007, str. 79) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 45, [online]) (Sinzinger, Rodrigues, Kummer, 2013, str. 50)

Interpretace – schéma rozmístění aktivity v plicním parenchymu může být modifikováno:

- srovnáním nebo otočením apikobazálního perfuzního gradientu
- stranovou asymetrií v intenzitě perfuze v pravé i levé plíci nebo jejich segmentů, případně nepřítomností zobrazení celé plíce

- ložiskovými heterogenitami distribuce perfuze
- defekty perfuze subsegmentárního, segmentárního či dokonce lobárního rozsahu

Obraz plicní perfuze může být narušen:

a) známkami místní redukce či absence perfuze:

- při přímém postižení arteriálního řečiště plic trombembolickým uzávěrem nebo jako důsledek aplazie či hypoplazie jedné z periferních větví a. pulmonalis
- při utlačování řečiště plic nádorem nebo zánětlivou infiltrací
- při utlačování plicní tkáně vzduchovým puchýřem, pleurálním výpotkem nebo zvětšeným srdcem
- při kongenitálních plicních arterio – venózních spojkách
- při hypoxii na alveolární úrovni, která vede k vazokonstrikci u alveolární hypoventilace, atelektázy nebo bronchiální obstrukce

b) známkami srovnání nebo otočení perfuzního gradientu během prekapilární či postkapilární plicní hypertenze.

Pravděpodobnost přítomnosti plicní embolie –

Vysoká pravděpodobnost plicní embolie (nad 80 %) je tehdy, jestliže:

- mají pacienti bez kardiologického onemocnění dva a více středně velké nebo velké defekty se zachovanou ventilací (mismatch)
- mají pacienti s kardiologickým onemocněním (nebo nejistí pacienti) čtyři a více výpadků střední velikosti nebo velké perfuzní defekty se zachovanou ventilací (mismatch)

Střední pravděpodobnost plicní embolie (20 – 80 %) je tehdy, jestliže:

- obrazy nejsou hodnoceny jako s vysokou nebo nízkou pravděpodobností
- mají nemocní jeden defekt perfuze s narušenou ventilací (match)
- mají nemocní jeden perfuzní defekt střední velikosti se zachovanou ventilací a negativním RTG snímkem plic

Nízká pravděpodobnost plicní embolie (do 20 %) je tehdy, jestliže:

- mají vyšetřování nesegmentární plicní defekty (rozšíření hilů, kardiomegalie)
- mají vyšetřování perfuzní s abnormalitou na RTG snímku plic, která je větší svým rozsahem
- mají perfuzní defekty, kde se vyskytují také ventilační abnormality (jsou stejného či většího rozsahu) za předpokladu, že RTG zobrazení plic není pozitivní a že lze prokázat i určité oblasti zcela normální plicní perfuze
- mají vyšetřování vícečetné drobné perfuzní defekty při normálním nálezu na RTG zobrazení plic

Normální nález je tehdy, jestliže:

- nejsou pacientovi prokázány žádné defekty perfuze (hranice na RTG snímku plic jsou identické s hranicemi perfundované plicní tkáně)

3.4 Ventilační scintigrafie plic

Indikace a kontraindikace - nejčastější indikací ventilační scintigrafie plic je diagnostika plicní embolie. Toto vyšetření má však využití i při hodnocení plicní funkce předoperačně, zjišťování permeability alveolárních kapilár po nehodě způsobené inhalací dýmu, mukociliární funkce či funkčním hodnocení plic po transplantaci. Perfuzní a ventilační scintigrafie se uplatňují i jako neinvazivní vyšetření s cílem vyhodnotit stav pacientů se zánětem průdušek nebo s nějakým dalším obstrukčním chronickým plicním onemocněním. Vyšetření neprovází žádná absolutní kontraindikace. Relativní kontraindikace jsou těhotenství, kdy je možné provést vyšetření z vitálních indikací (nutné je co nejvíc snížit aktivitu podávaného radiofarmaka) a laktace. U kojících žen je třeba dbát na řádné odůvodnění a posouzení naléhavosti vyšetření. Třeba zvážit, zda není možné odložit vyšetření na dobu, kdy pacientka už kojit nebude a zvolit vhodné radiofarmakum, dle jeho míry sekrece do mateřského mléka. (I.A.E.A., 2006, str. 261) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 11, 46, [online])

Přístrojové vybavení – potřebné přístrojové vybavení na provedení ventilační scintigrafie plic zahrnuje scintilační kameru s LEHR kolimátorem, popřípadě LEAP

kolimátorem. Pokud se při vyšetření používá radioaktivní plyn ^{81m}Kr , je daleko vhodnější kolimátor pro střední energie. Dvoudetektorová kamera se využívá během vyšetření imobilních pacientů, kteří inhalují ^{99m}Tc – aerosoly vleže, její výhodou je, že zkracuje celkovou dobu vyšetření.

SPECT zlepšuje detekci subsegmentálních defektů.

Přístroje, které vytvářejí techneciem značené aerosoly, jakými jsou generátor či ventilační systém pro ^{133}Xe , jsou též nutností. Důležité je, aby ventilační systém, do něhož vchází radiofarmakum, které je potom inhalované pacientem, zabezpečoval i odvod vydechovaného radiofarmaka mimo vyšetřovací místnost. (Věstník MZ ČR, 2007, s. 46, [online])

IAEA uvádí, že na vyšetření, je kromě LEHR kolimátoru vhodný i kolimátor pro nízké energie a gamakamera s velkým FOV.

Samozřejmostí je počítač s adekvátním softwarem pro SPECT zobrazování (při tomto typu zobrazování je vhodné použít LEGP kolimátor, za účelem, zkrácení akvizičního času). (I.A.E.A., 2006, s. 262)

Průběh vyšetření – stejně jako u perfuzní scintigrafie plic je nezbytné ověřit identitu, osobní a zdravotní data pacienta a také ho poučit o vyšetření a získat podpis stvrzující souhlas s vyšetřením. Jestliže byl již před ventilační scintigrafií plic proveden RTG snímek plic, je třeba jej zajistit pro lékaře nukleární medicíny, který výsledek ventilační scintigrafie hodnotí. (Věstník MZ ČR, 2007, str. 46, [online])

Statická ventilační scintigrafie plic pomocí ^{81}Kr – před započítáním každého vyšetření je samozřejmostí výměna antimikrobiálního filtru. Při této vyšetřovací metodě pacient vdechuje za pomoci třicestného ventilu radioaktivní plyn ^{81}Kr , který je vháněn do ventilačního okruhu generátorem. Vdechuje jej po celou dobu vyšetření, zatímco scintilační kamera snímá distribuci radiofarmaka ve 4 – 6 jednotlivých projekcích. Pacientem vydechovaný plyn je odváděn mimo vyšetřovací místnost. (Koranda a kol., 2014, str. 86) (Věstník MZ ČR, 2007, str. 46, [online])

Toto vyšetření trvá několik minut, snímky bývají zpravidla kvalitní, bez artefaktů centrálních depozic, tělesného pozadí či kontaminace radioaktivními slinami. Radiační zátěž jak vyšetřovaného, tak radiologického asistenta je nízká, vzhledem k velmi

krátkému fyzikálnímu poločasu rozpadu radioaktivního plynu kryptonu. Je obvyklé, provádět současně ventilační i perfuzní vyšetření. V téže době, kdy se snímá vdechovaný ^{81}Kr , v jiném okně analyzátoru kamery se snímá obraz rozprostření perfuze po předchozí aplikaci radiofarmaka $^{99\text{m}}\text{Tc}$ – makroagregátu albuminu. (Kupka, Kubinyi, Šámal a kol., 2007, str. 78)

Statická ventilační scintigrafie plic pomocí aerosolů – vyšetřovaný vdechuje vsedě radioaktivní aerosol. Částice těchto aerosolů se usazují a ulpívají v plicích alveolech. Snímání obrazu distribuce alveolární ventilace začíná po dosažení dostatečné aktivity v plicích. Obvykle je to po 10 – 15 minutách inhalace aerosolu. Snímá se ve 4 – 6 základních projekcích (přední, zadní, pravá zadní šikmá, levá zadní šikmá, případně i pravá a levá bočná).

Plicní scan pomocí aerosolů není v zásadě příliš rozdílný od scanu získaného pomocí radioaktivních plynů. Nevýhodou však je, že se navíc projevuje arteficiální aktivita, která ulpěla na sliznici velkých dýchacích cest nebo pronikla do jícnu a žaludku. To může způsobovat problémy při interpretaci nálezu. Od tohoto způsobu vyšetření se postupně upouští i přesto, že je každodenně dostupné. Jeho nevýhody převyšují tuto výhodu. (Kupka, Kubinyi, Šámal a kol., 2007, str. 78, 79)

Dynamická ventilační scintigrafie plic – vyšetřovaný je napojen na uzavřený okruh spirometru, jenž obsahuje ^{133}Xe . Scintilační detektor je nastaven na oblast plic v zadní projekci.

Toto vyšetření má 3 části:

- wash – in – při hlubokém vdechu je dynamickou scintigrafií registrována distribuce aktivity v různých částech plic. Sklon histogramu, který odráží závislost změny aktivity na průběhu vdechu, je mírou regionální ventilace.
- ekvilibrium – pacient vdechuje směs vzduchu a radioaktivního plynu z uzavřeného okruhu po dobu 3 – 5 minut.
- wash – out – po otevření uzavřeného okruhu se registruje průběh vydechování aktivity z plic. Sklon křivky je obdobně jako v první fázi mírou regionální ventilace.

Interpretace – u chronické bronchopulmonální obstrukční choroby dochází ke zpomalenému průniku ^{133}Xe do oblasti postižení, rovnovážný stav nastane až po několika minutách a prodloužená je i wash – out fáze. Ve velkých vzduchových puchýřích může xenon zůstat i delší dobu než 10 minut. Obrovskou nevýhodou tohoto vyšetření je, že skýtá informace pouze z jedné projekce, zpravidla posterior. (Kupka, Kubinyi, Šámal a kol., 2007, str. 78)

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální dohledané validní poznatky o radionuklidové diagnostice plicní embolie. Jeho uskutečnění bylo v rámci práce naplněné.

Plicní embolie je život ohrožující stav, způsobený nejčastěji krevní sraženinou uvolněnou z hlubokých žil dolních končetin. Trombus je unášen krevním tokem přes pravé srdce do a. pulmonalis nebo do některé z jejích větví.

Dalším zdrojem embolizace mohou být, drobné tukové kapénky, vzduchová bublina, nádory, žluč atd. Mezi rizikové faktory patří např. operační výkony, úrazy, maligní nádory, těhotenství a šestinedělí, věk.

Klinický obraz zahrnuje tachypnoe, dušnost, bolest na hrudi, kašel, hypotenze, tachykardie, cyanóza a synkopa.

V rámci terapie hraje nezastupitelnou roli antikoagulační léčba, která je zpočátku aplikovaná ve formě i.v. injekce, později se podává per os ve formě tablet.

Prognóza závisí hlavně na rozsahu obstrukce plicnice nebo jejích větví.

Nejčastější používané RF využívané v rámci diagnostiky PE pomocí perfuzní scintigrafie jsou ^{99m}Tc – MAA (makroagregáty albuminu). Důležitá je velikost jejich částic, ^{99m}Tc – MAA obsahuje z 60 – 80 % částice o velikosti 10 – 30 μm . Toto RF se aplikuje i.v. do periferní žíly. MZ ČR doporučuje aktivitu 200 MBq při planárním vyšetření a 300 MBq při SPECT.

Další možností je použití techneciem značených mikrosfér (zabezpečují lepší homogenitu distribuce).

Na diagnostiku PE pomocí ventilační scintigrafie se používají buď radioaktivní aerosoly (pevné/ kapalné fáze), radioaktivní plyny (^{133}Xe , ^{81m}Kr) anebo uhlíkové aerosoly (Technegas). Radioaktivní plyny se v současnosti na našem území používají častěji. Hlavním zástupcem je ^{81m}Kr (Krypton), který se inhaluje přes trojcestný ventil. Velkou výhodou použití tohoto plynu je velmi krátký poločas rozpadu (13 s) a s tím spojená nízká radiační zátěž.

Radionuklidové metody používané na diagnostiku PE se rozdělují na perfuzní scintigrafii plic a ventilační scintigrafii plic, která se dále dělí na dynamickou ventilační scintigrafii a statickou ventilační scintigrafii. Perfuzní a ventilační scintigrafie má i v dnešní době (spirálních CT) velký význam a přínos pro diagnostiku plicní embolie.

Referenční seznam

Elektronické a bibliografické zdroje:

- 1) IKEM – Kardiocentrum, [online] [citace 27. 12. 2016]. Dostupné z: <https://www.ikem.cz/cs/plicni-embolie/a-445/>
- 2) WIDIMSKÝ, Jiří, MALÝ, Jaroslav a kol. 2005. *Akutní plicní embolie a žilní trombóza, Patogeneze, diagnostika, léčba a prevence*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton. 381 s. ISBN 80-7254-639-2
- 3) HOMOLKA, Jiří. 2003. *Cor pulmonale*. [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 1. LF a VFN. I. Klinika TRN. [citace 2. 1. 2017]. Dostupné z: <http://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/cor-pulmonale-156494>
- 4) MUSIL, Dalibor. 2009. Hluboká žilní trombóza – minimum pro praktické lékaře. *Medicína pro praxi*. [online]. Olomouc: Interní a cévní ambulance. 6(5). 231-234 s. ISSN: 1803-5310. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2009/05/02.pdf>
- 5) WIDIMSKÝ, Jiří, MALÝ, Jaroslav, ELIÁŠ, Pavel et al. 2007. *Doporučení diagnostiky, léčby a prevence plicní embolie*. [online]. Praha: Česká kardiologická společnost. 82 s. [citace 4. 1. 2017]. Dostupné z: http://www.kardio.cz/data/upload/Doporuceni_diagnostiky_lecby_a_prevence_plicni_embolie_verze_2007.pdf
- 6) KUPKA, Karel, KUBINYI, Josef, ŠÁMAL, Martin a kol. 2007. *Nukleární medicína*. 1. vydání. Příbram: P3K. 185 s. ISBN 978-80-903584-9-2
- 7) KORANDA, Pavel a kol. 2014. *Nukleární medicína*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 201 s. ISBN 978-80-244-4031-6
- 8) Věstník Ministerstva Zdravotnictví České Republiky. 2007. [online]. Praha: MZ ČR. 127 str. [citace 29. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.vf.cz/data/files/nrs-nm-navrh-26-9-2007-194-268-cz.pdf>
- 9) KRAFT, Otakar, PEKÁREK, Jan. 2014. *Radiofarmaka*. 1. vydání. Ostrava: X-MEDIA servis s.r.o. 93 s. ISBN 978-80-7465-523-5
- 10) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2006. *Nuclear Medicine Resources Manual*. 1. vydání. Vienna: IAEA. 532 s. ISBN 92-0-107504-9

- 11) TAYLOR, Andrew, SCHUSTER, David, ALAZRAKI, Naomi. 2000. *A Clinician's Guide to Nuclear Medicine*. 1. vydání. USA: Society of Nuclear Medicine, Inc. 400 s. ISBN 0-932004-72-5
- 12) MINIATI, Massimo. 2015. Perfusion lung scintigraphy for pulmonary embolism. *Thrombosis Research*. [online]. Florence: Department of Experimental and Clinical Medicine, University of Florence, 136(2), 187-188 s. [citace 25. 2. 2017]. ISSN 0049-3848. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0049384815300141>
- 13) BAJC, Marika, MINIATI, Massimo, JÖGI, Jonas et al. 2013. Perfusion SPECT in patients with suspected pulmonary embolism. *European Journal of Nuclear Medicine & Molecular Imaging*. [online]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 40(9), 1432-1437 s., [citace 19. 3. 2017]. ISSN 1619-7070. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=22&sid=b1753001-0516-46d6-b4e0-5874f7b4641f%40sessionmgr120&hid=124>
- 14) SCHIEPERS, Christiaan. 2006. *Diagnostic Nuclear Medicine*. 2. revidované vydání. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 355 s. ISBN 3-540-42309-5
- 15) VLČEK, Petr a kolektiv. *Praktická cvičení z nukleární medicíny*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 2010. ISBN: 978-80-246-1819-7
- 16) FRANK, W. John. 2009. *Nuclear Medicine For Medical Students And Junior Doctors*. 1. vydání. Praha: Karlova univerzita v Praze. 178 s. ISBN neudává
- 17) NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miroslava. 2009. *Přehled anatomie*. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. 416 str. ISBN 978-80-7262-612-0
- 18) LE ROUX, Pierre – Yves, PELLETIER – GALARNEAU, Matthieu, DE LAROCHE, Romain et al. 2015. Pulmonary Scintigraphy for the Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism: A Survey of Current Practices in Australia, Canada and France. *Journal of Nuclear Medicine*. [online]. Brest: Université Européenne de Bretagne, Université de Brest, EA3878 (GETBO) IFR 148, CHRU de brest, Service de Médecine Nucléaire, Brest, France; Peter MacCallum Cancer Centre, University of Melbourne, Melbourne, Victoria, Australia; The Ottawa Hospital, University of Ottawa, Ottawa, Canada. 56(8), 1212 – 1217 s., [citace 4. 4. 2017]. ISSN 1535-5667. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=31&sid=2554d72d-0beb-46dc-9abf-a2df41900ba3%40sessionmgr4006&hid=4002>

- 19) ZÁŇOVÁ, Mária, MONHART, Zdeněk. 2015. Regionální registr plicní embolie. *Vnitřní Lékařství*. [online]. Znojmo: Interní oddělení Nemocnice Znojmo. 61(12). 1010 – 1014 str. [citace 04. 3. 2017] ISSN 1801-7592. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=23c3726b-e678-4641-b68a-5e30cc72ed3d%40sessionmgr120>
- 20) SINZINGER, Helmut, RODRIGUES, Margarida, KUMMER, Friedrich. 2013. Ventilation/perfusion lung scintigraphy. Multiple application besides pulmonary embolism. *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*. [online]. Vienna: Department of Nuclear Medicine, Medical University of Vienna, Vienna, Austria. Department of Nuclear Medicine, Hanusch Hospital, Vienna, Austria. Emeritus, Department of Internal and Pulmonary Medicine, Wilhelminen Hospital, Vienna, Austria. 16(1) 50 – 55 s. [22. 3. 2017] ISSN 1790-5427. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=35&sid=2554d72d-0beb-46dc-9abf-a2df41900ba3%40sessionmgr4006&hid=4002>

Seznam zkratek

a.	arteria
aa.	arterie
aj.	a jiné
AP	anterior/posterior
APC	aktivovaný protein C
APE	aerosol producing equipment
CT	výpočetní tomografie
CTA	angiografie pomocí výpočetní tomografie
CO2	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
DRÚ	diagnostická referenční úroveň
DTPA	diethylentriaminopentaacetát
EANM	Evropské asociace společností nukleární medicíny
FOV	field of view
HS	kolimátor s vysokou citlivostí
I	jód
IAEA	Mezinárodní Agentura pro Atomovou energii
In	indium
i.v.	intravenózně
keV	kiloelektronvolt
Kr	krypton
lat.	latinsky
LEAP	kolimátor se středním rozlišením a střední citlivostí

LEGP	kolimátor na běžné použití – nízkoenergetický
LEHR	kolimátor s paralelními otvory a vysokým rozlišením
MAA	makroagregáty albuminu
MBq	megabequerel
MR	magnetická rezonance
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
NaI(Tl)	jodid sodný aktivovaný thaliem
O₂	kyslík
PE	plicní embolie
per os	podání léku orálně
Rb	rubidium
RF	radiofarmakum
RTG	rentgen
sb.	sbírka
SPECT	jednofotonová emisní výpočetní tomografie
Tc	technecium
Tl	thalium
v.	vena
Xe	xenon
μm	mikrometr

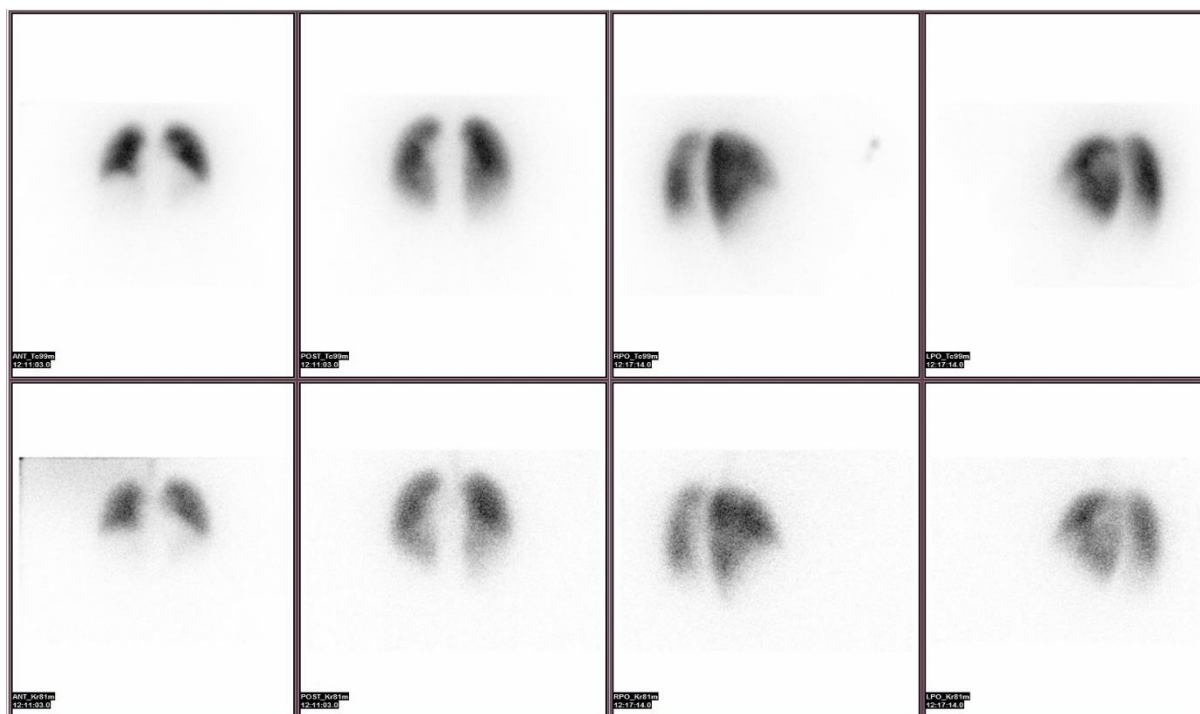
Seznam příloh

Příloha č. 1: Perfuzní a ventilační scintigrafie plic – normální nález.....	43
Příloha č. 2: Perfuzní a ventilační scintigrafie plic – embolizace do a. pulmonalis.....	44
Příloha č. 3: SPECT perfuze plic – potvrzení embolizace do a. pulmonalis.....	45
Příloha č. 4: Perfuzní a ventilační scintigrafie plic – bronchopulmonální onemocnění...	46

Přílohy

Příloha č. 1

Obrázek č. 1

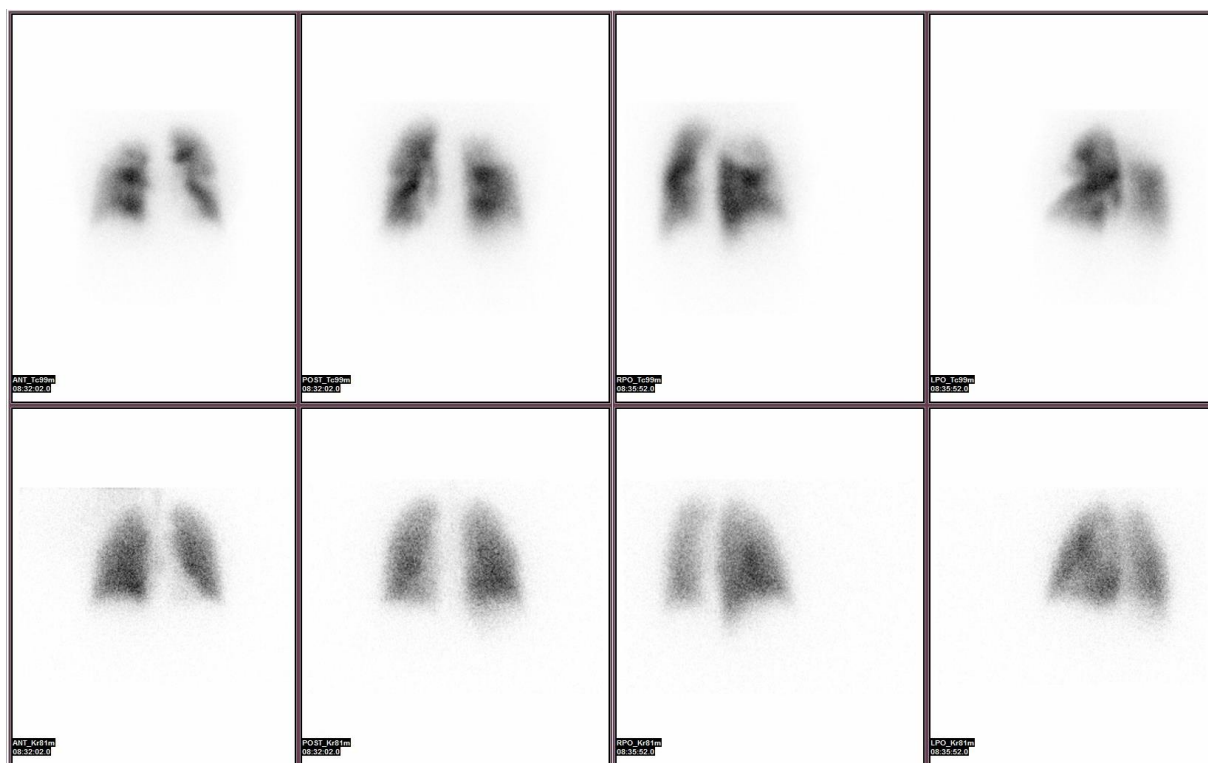


Homogenní depozice radiofarmaka na perfuzním i ventilačním skenu na 4 statických scintigramech (projekce přední, zadní, pravá zadní šikmá a levá zadní šikmá) – normální nález na scintigrafii plicní perfuze a ventilace.

(zdroj: Klinika nukleární medicíny: Fakultní nemocnice Olomouc)

Příloha č. 2

Obrázek č. 2



Vícečetné segmentální a subsegmentální defekty perfuze v obou plicích, které jsou normálně ventilované (projekce přední, zadní, pravá zadní šikmá a levá zadní šikmá) – nález svědčí pro embolizaci do art. pulmonalis oboustranně.

(zdroj: Klinika nukleární medicíny: Fakultní nemocnice Olomouc)

Příloha č. 3

Obrázek č. 3

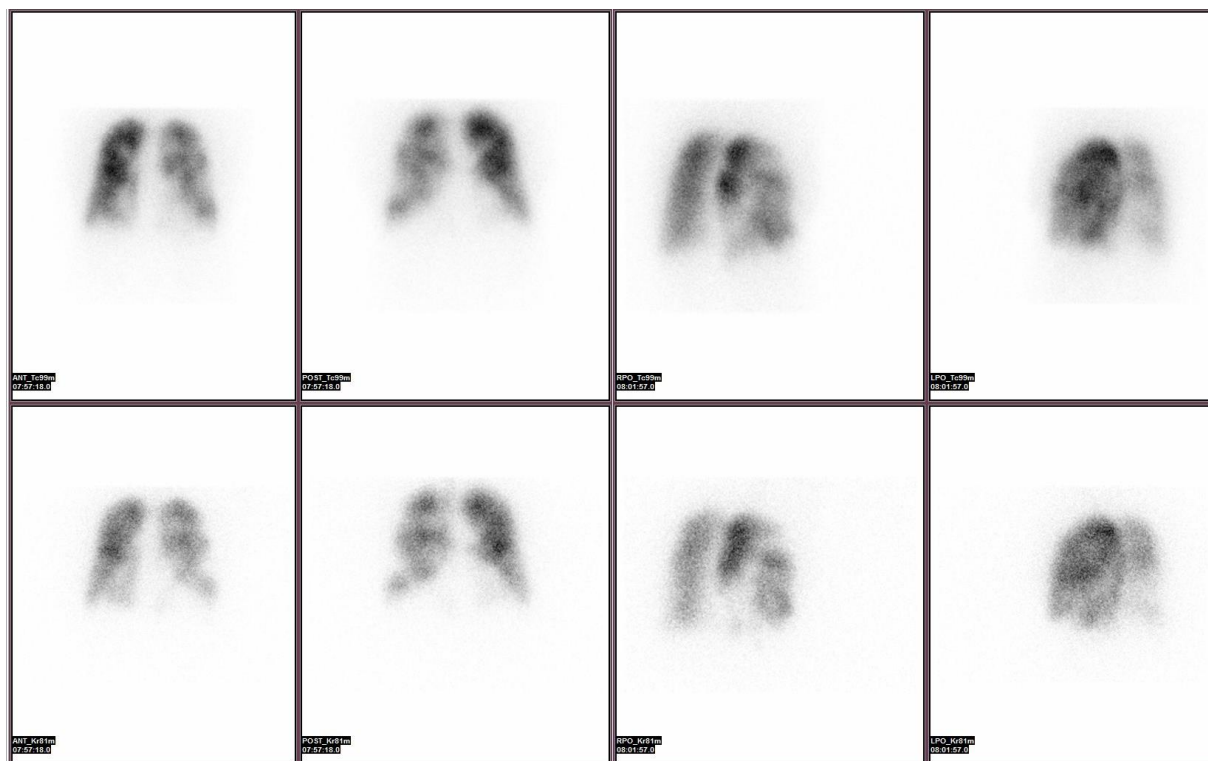


Vícečetné defekty perfuze v obou plicích klínovitého tvaru (SPECT perfuze plic u téže pacientky) – nález potvrzuje dg embolizace do plicnice oboustranně.

(zdroj: Klinika nukleární medicíny: Fakultní nemocnice Olomouc)

Příloha č. 4

Obrázek č. 4



Vícečetné subsegmentální a segmentální defekty perfuze a ventilace v souhlasných lokalizacích – nález nesvědčí pro embolizaci do plicnice, ale pro bronchopulmonální onemocnění.

(zdroj: Archiv kliniky nukleární medicíny: Fakultní nemocnice Olomouc)