

Strokovni članek

PRIMERJAVA VENTILACIJSKO PERFUZIJSKE SCINTIGRAFIJE IN RAČUNALNIŠKO TOMOGRAFSKE ANGIOGRAFIJE PLJUČ PRI PLJUČNI EMBOLIJI

Professional Article

COMPARISON OF VENTILATION PERFUSION SCINTIGRAPHY AND COMPUTED TOMOGRAPHIC PULMONARY ANGIOGRAM FOR THE DIAGNOSIS OF PULMONARY EMBOLISM

Daniela Simakovič, dipl. inž. rad.,

daniela.simakovic@gmail.com

Sebastijan Rep, dipl. inž. rad.,

sebastijan.rep@guest.arnes.si

Univerzitetni klinični center, Klinika za nuklearno medicino, Zaloška 7, Ljubljana

IZVLEČEK

UVOD: Smrtnost nezdravljene pljučne embolije je 30%. Zgodnja diagnoza in zdravljenje zmanjšata smrtnost za 2 - 8% (Dalagija et al., 2005). Diagnoza pljučne embolije mora biti potrjena z ventilacijsko-perfuzijsko scintigrafijo [VQS] ali računalniško tomografijo pljučnih arterij [CTPA] (Bajc et al., 2009). Pri vrednotenju ventilacijsko-perfuzijske scintigrafije pljuč se uporabljajo PIOPD kriteriji (Watanabe et al., 2009, cit. po Stein, 2008). **NAMEN:** V članku bova predstavila VQS in CTPA pri diagnosticiranju pljučne embolije. Med seboj sva primerjala kriterije, kot so: specifičnost in senzitivnost preiskave, radiacijske doze, dostopnost, stroški, razvoj, čas trajanja preiskav, nadaljnji razvoj. **METODA:** Metoda dela je primerjava in pregled literature. **REZULTATI:** Približno 10 - 30% od vseh pacientov s sumom na pljučno embolijo je po PIOPD kriterijih razvrščenih v skupino z visoko klinično verjetnostjo pljučne embolije (Fedullo in Tapson, 2003). Povprečna doza na celo telo pri CTPA je 2 - 10mSv, pri VQS pa 0,6 - 1,5mSv (Mendelson, 2007). Cenovno ugodnejša je CTPA, saj je 1,4 krat cenejša od VQS (Subramaniam et al., 2006). **SKLEP:** VQS in CTPA sta zanesljivi diagnostični metodi za odkrivanje pljučne embolije, vendar ima vsaka preiskava svoje omejitve, zato je priporočeno, da se med seboj dopolnjujeta.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Untreated pulmonary embolism has 30 % mortality rate. Early diagnosis and treatment lower the mortality by 2-8 % (Dalagija et al., 2005). Diagnosis of pulmonary embolism has to be confirmed with ventilation-perfusion scintigraphy [VQS] or computed tomographic pulmonary angiogram [CTPA] (Bajc et al., 2009). In evaluation of ventilation-perfusion lung scintigraphy PIOPD criteria are used (Watanabe et al., 2009, cit. after Stein, 2008). **PURPOSE:** In the article we presented VQS and CTPA for the diagnosis of pulmonary embolism. We compared criteria such as: specificity and sensitivity, radiation dose, availability, cost, development, duration of the investigation, further development. **METHOD:** We used the method of comparison and literature review. **RESULTS:** Approximately 10 - 30 % of all patients with suspected pulmonary embolism are classified

by PIOPD criteria, as high clinical probability of pulmonary embolism (Fedullo and Tapson, 2003). The average dose to the whole body for CTPA is 2 - 10mSv, while in the VQS it is 0.6 - 1.5mSv (Mendelson, 2007). CTPA has a better price range. It is 1.4-times cheaper than VQS (Subramaniam et al., 2006). **CONCLUSION:** VQS and CTPA are reliable diagnostic methods for detection of pulmonary embolism, but each has its limitations. It is therefore recommended that both investigations are used as complementary methods.

UVOD

Pljučna embolija (PE) nastane, ko embolus potuje po venah in delno ali popolno zamaši pljučno arterijo ali katero od njenih vej. Znaki pljučne embolije so odvisni od velikosti tromba in stopnje obolenja. Pljučna embolija poveča ventilacijo neprekravljenega prostora. Prizadeti del pljuč je predihan, ni pa prekravljen (Barovič, 2002). Smrtnost nezdravljene pljučne embolije je 30 %. Zgodnja diagnoza in zdravljenje zmanjšata smrtnost za 2 - 8 %. Zdravljenje ni nenevarno (Dalagija et al., 2005). Za obravnavo pacienta s sumom na pljučno embolijo sta temeljna anamneza in klinični pregled. Diagnoza temelji na kliničnih znakih in laboratorijskih testih. Med teste spadajo tudi elektrokardiogram, rentgenogram prsnih organov, plinska analiza arterijske krvi, D-dimer, ultrazvok srca in ultrazvok spodnjih okončin. Negativni test/i ne izključuje/jo pljučne embolije (Marin, 2010; Goldhaber et al., 2005). Za potrditev pljučne embolije je nekoč kot zlati standard veljala pljučna angiografija. Vendar so raziskave (Baile et al., 2000) pokazale, da ima pljučna angiografija senzitivnost le 87 % ter pozitivno napovedano vrednost 88 %. Prav tako je postopek invaziven, težko izvedljiv in težje dostopen (Bajc et al., 2009). Diagnoza pljučne embolije mora biti potrjena vsaj z enim od naslednjih testov: ventilacijsko-perfuzijsko scintigrafijo ali računalniško tomografijo pljučnih arterij, ki jo počasi izpodriva več-detektorska računalniško tomografska angiografija (angl. MDCT). Trenutno je v razvoju tudi magnetno-resonančna pulmonalna angiografija (Bajc et al., 2009).

D-dimer je beljakovina, ki nastane, ko plazmin razgraja fibrin. Negativna vrednost D-dimera ima visoko negativno napovedno vrednost za izključitev pljučne embolije. D-dimer

ni specifičen le za pljučno embolijo. V urgentnih primerih ima test D-dimera za akutno pljučno embolijo senzitivnost okoli 96,4 % in negativno napovedno vrednost 99,6 %. Kljub visoki negativni napovedni vrednosti D-dimera je potrebno nadaljevanje diagnostike pljučne embolije pri pacientih, ki imajo visoko klinično pred testno verjetnost in normalne koncentracije D-dimera (Blinc, 2006; Podbregar, 2006).

Ventilacijsko perfuzijska scintigrafija

Pri vrednotenju ventilacijsko-perfuzijske scintigrafije pljuč se že več kot dvajsetletje uporabljajo Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis (PIOPD) kriteriji. PIOPD kriteriji dosegajo 76,4 % senzitivnost in 87,1 % specifičnost. Da bi zvišali specifičnost in senzitivnost, so poskušali spremeniti standarde (PIOPD II študija). PIOPD kriteriji, s katerimi ocenjujemo ventilacijo in perfuzijo, bolje zasledijo hladna mesta (Watanabe et al., 2009, cit. po Stein, 2008). Kriterije tudi kombiniramo s kliničnimi verjetnostnimi znaki (Wells-ov model).

Tabela 1: Wells-ov model verjetnosti pljučne embolije (vir: Fedullo in Tapson, 2003, cit. po Wells et al., 2000).

Spremenljivke	Št. točk
Rizični faktorji	
Klinični znaki, ki nakazujejo globoko vensko trombozo	3
Izključitev alternativne diagnoze	3
Srčni utrip > 100 x/min	1,5
Imobilizacija ali kirurgija v zadnjih 4 tednih	1,5
Anamneza GTV ali PE	1,5
Kri v izpljunku	1
Rak	1
Klinični znaki	
Nizki (prevalenca 10 % ali manj)	<2
Srednji	2-6
Visoki (prevalenca 70 % ali več)	>6

Kot navajata Grmek in Fettich (2006), temelji kakovostna scintigrafska diagnostika pljučnih embolizmov na primerjalni oceni perfuzijskih in ventilacijskih scintigramov pljuč ter rentgenske slike pljuč, praviloma v postero-anteriorni in stranski projekciji. Obe scintigrafski preiskavi morata biti opravljeni istočasno, rentgenske slike pa naj bi bile posnete nekaj ur pred scintigrafijo.

Osnovni princip diagnosticiranja pljučne embolije temelji na edinstveni anatomiji pljuč. Vsak bronhiopulmonalni segment, ki ima obliko stožca, prekrvluje ena končna

arterija. Vrh stožca je obrnjen proti pljučnemu hilusu, baza pa proti plevralni površini. Če tromb zapre pulmonalno arterijo, ki prehranjuje določen segment, je posledica izpad prekrvavitve tega segmenta pljuč. Na perfuzijsko scintigrafski sliki ima obliko klina (Bajc et al., 2009).

Računalniško tomografska pljučna angiografija

Računalniško tomografska pljučna angiografija je uveljavljena metoda, ki v vsakdanji klinični praksi postaja prva slikovna preiskava pri sumu na pljučno embolijo. Njena glavna prednost pred ostalimi slikovnimi metodami je natančen prikaz mediastinalnih struktur in pljučnega parenhima ter neposreden prikaz tromba v pljučni arteriji (Požek, 2006). Z razvojem novih več-detektorskih (»multislice«) CT-jev, ki omogočajo tanjšo kolimacijo in hitrejše slikanje, je postala preiskava še bolj natančna in tako izpodriva klasično angiografijo pri odkrivanju pljučne embolije. Če je možnost pljučne embolije po PIOPD kriterijih nizka, se izvede krvna preiskava D-dimer. Če sta pri sumu na pljučno embolijo vrednosti D-dimera in ventilacijsko perfuzijske scintigrafije (po PIOPD kriterijih) označeni kot nizki se CTPA ne izvede (Fedullo in Tapson, 2003).

NAMEN

V članku bova predstavila ventilacijsko-perfuzijsko scintigrafijo in računalniško tomografsko angiografijo pljuč pri pljučni emboliji. Opredelili bomo pomanjkljivosti, prednosti, kontraindikacije in omejitve vsake izmed njih. Med seboj sva primerjala kriterije, kot so: specifičnost in senzitivnost preiskave, radiacijske doze, dostopnost, stroški, razvoj, čas trajanja preiskav, nadaljnji razvoj itd.

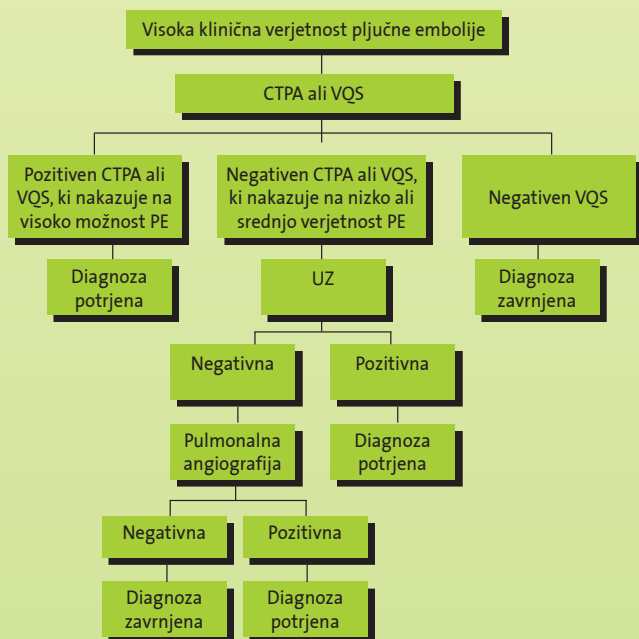
METODA

Metoda dela je primerjava in pregled literature o ventilacijsko-perfuzijski scintigrafiji, računalniško tomografski angiografiji pljuč ter pljučni emboliji. Večina literature so bili strokovni članki pridobljeni preko edukativnih in podatkovnih baz ter preko portala DiKUL (Digitalne knjižnice Univerze v Ljubljani) in MetaLib. Ključne besede (kratice), ki so bile prvotno uporabljene so: VQS, CTPA in PE. V nadaljevanju sva ciljano iskala kriterije kot so: specifičnost in senzitivnost, doze, dostopnost, stroški, razvoj, protokoli preiskav za obe preiskavi pri pljučni emboliji. Kriteriji za izločitev so bili: članki starejši od 10 let in članki, ki so zajemali premajhno število udeležencev raziskave.

REZULTATI

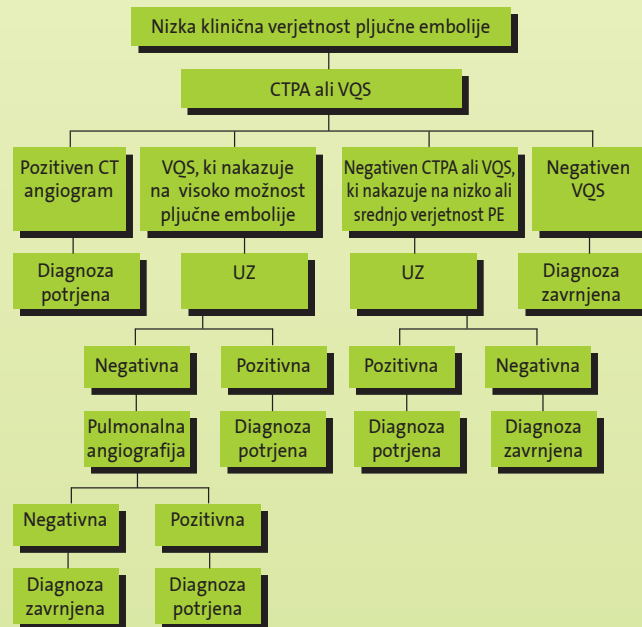
Marin (2010) pravi, da sta podlagi za obravnavo pacienta s sumom na pljučno embolijo anamneza in klinični pregled. Postavitev diagnoze temelji na kliničnih znakih (ki so pogosto netipični: bolečina v prsih, oteženo dihanje, pospešeno bitje srca, nenadna nepojasnjena utrujenost, atrijska fibrilacija, zmedenost itd.) in laboratorijskih testih (elektrokardiografija, rentgenska slika prsnega koša, plinska analiza arterijske krvi, D-dimer, ultrazvočna preiskava srca in spodnjih okončin). Za izračun verjetnosti pljučne embolije pogosto uporabimo Wells-ov model.

Klinične smernice, ki sta jih izdali American Thoracic Society in European Society of Cardiology priporočajo pristop, ki temelji na oceni kliničnih znakov pljučne embolije. Čeprav si smernici nista popolnoma enotni, naj bi bili vodilo k nadaljnji izbiri diagnostičnih testov (Fedullo in Tapson, 2003). Približno 10 – 30 % od vseh pacientov s sumom na pljučno embolijo je po PLOPD kriterijih razvrščenih v skupino z visoko klinično verjetnostjo pljučne embolije. V tej skupini je prevalenca pljučne embolije med 70 – 90 % (Fedullo in Tapson, 2003).



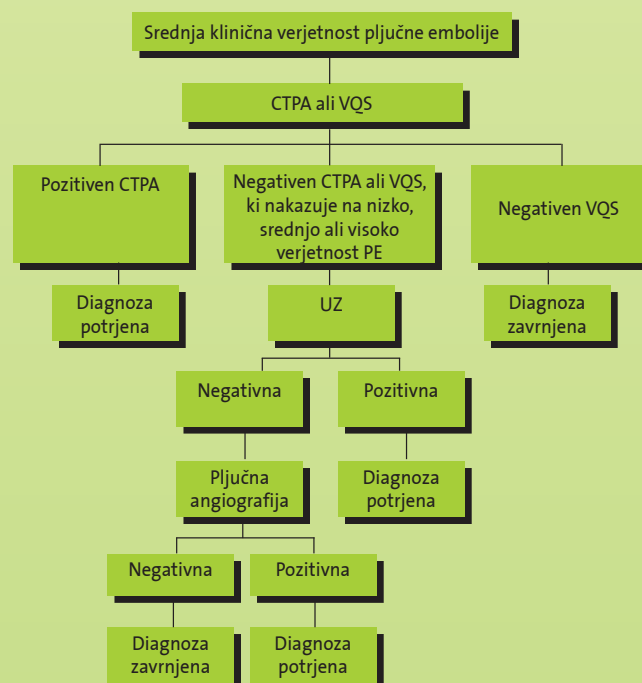
Slika 1: Model diagnostične obdelave pacienta z visoko klinično verjetnostjo pljučne embolije (Fedullo in Tapson, 2003).

Približno 25 – 65 % vseh pacientov s sumom na pljučno embolijo je po PLOPD kriterijih razvrščenih v skupino z nizko klinično verjetnostjo pljučne embolije. V tej skupini je prevalenca pljučne embolije med 5 – 10 %. Številni pristopi in študije so bile uspešno usmerjene v raziskovanje varne izključitve pljučne embolije pri pacientih z nizko klinično verjetnostjo tako, da opravimo visoko senzitivni D-dimer test. Če je negativen diagnozo izključimo, pri pozitivnem testu pa najprej opravimo ventilacijsko-perfuzijsko scintigrafijo (Fedullo in Tapson, 2003).



Slika 2: Model diagnostične obdelave pacienta z nizko klinično verjetnostjo pljučne embolije (vir: Fedullo in Tapson, 2003).

Prav tako je 25 – 65 % vseh pacientov, s sumom na pljučno embolijo, razvrščenih v skupino s srednjo klinično verjetnostjo. V tej skupini je prevalenca pljučne embolije med 25 – 45 % (Fedullo in Tapson, 2003).



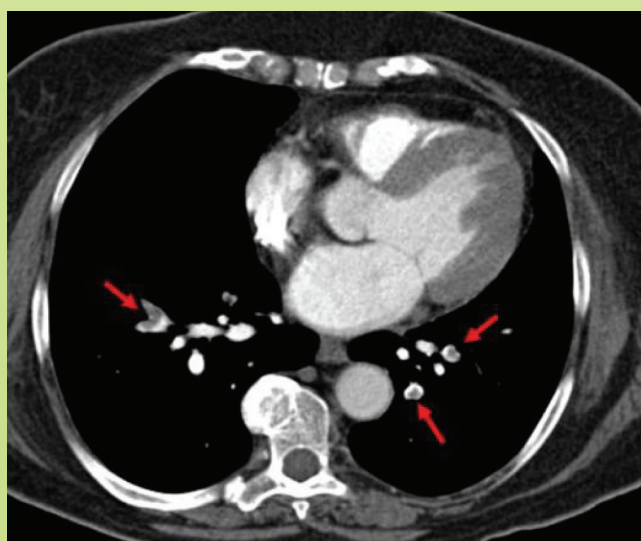
Slika 3: Model diagnostične obdelave pacienta s srednjo klinično verjetnostjo pljučne embolije (vir: Fedullo in Tapson, 2003).

Senzitivnost in specifičnost različnih diagnostičnih metod, ki se uporabljajo za ugotavljanje pljučne embolije

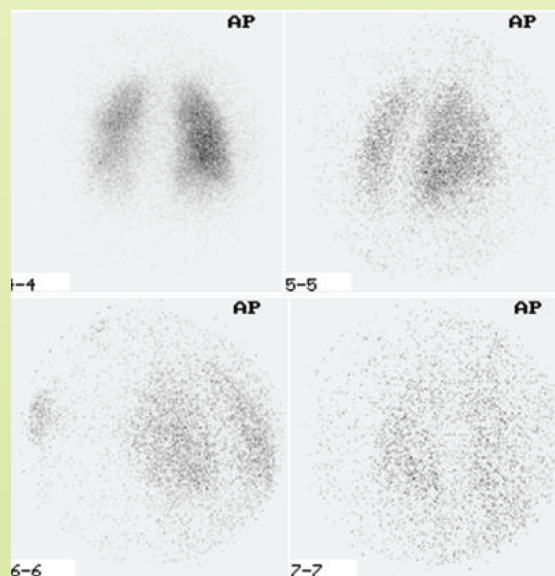
Tabela je nastala na podlagi virov: Bajc et al., 2009; Gutte et al., 2010; Subramaniam et al., 2006; Hoang et al., 2009 ter Fedullo in Tapson, 2003.

Tabela 2: Primerjava senzitivnosti in specifičnosti:

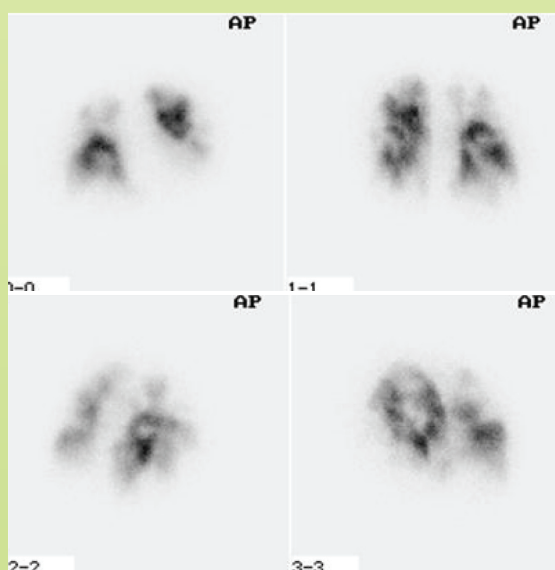
	Senzitivnost (v %)	Specifičnost (v %)
Planarna gama kamera	76	87
v subsegmentalnem delu pljuč	67	87
V/Q SPECT	97	88
+CT	97	100
samo perfuzija + CT	93	51
CT	87 - 97	78 - 100
v subsegmentalnem delu pljuč	63	89
MDCT (16-rezni)	95 - 99	99 - 100
v subsegmentalnem delu pljuč	94 (2 mm rezi) 67 (4 mm rezi)	99 (2 - 4 mm rezi)



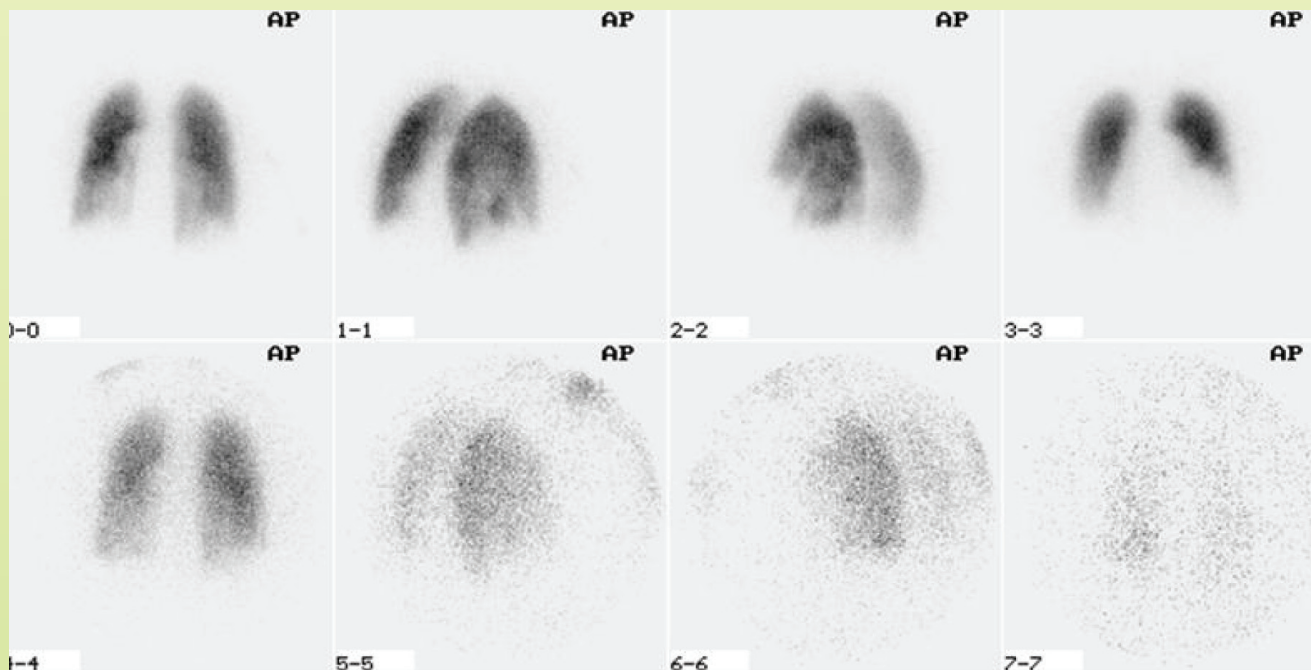
Slika 4: CTPA, puščice kažejo mesta pljučne embolije (vir: arhiv UKC Ljubljana, KNM).



Slika 5: Normalna razporeditev radiofarmaka pri ventilacijskem scintigramu pljuč (vir: arhiv UKC Ljubljana, KNM).



Slika 6: Izpadi kopičenja radiofarmaka na perfuzijski scintigrafiji nakazujejo na veliko verjetnost pljučne embolije (vir: arhiv UKC Ljubljana, KNM).



Slika 7: Normalna ventilacija in perfuzija pljuč (vir: arhiv UKC Ljubljana, KNM).

RAZPRAVA

Priporočila, opisana v nadaljevanju, so le smernice, ki naj bi bile upoštevane pri obravnavi pacientov s sumom na pljučno embolijo glede na zmožnosti ustanove, dostopnosti do aparatov, tim-a itd.

Prejete doze

Povprečna doza na celo telo pri CTPA je 2 - 10 mSv, pri VQS pa 0,6 - 1,5 mSv. Novejše študije so pokazale, da je doza na dojke (efektivna ekvivalentna doza) pri CTPA med 10 - 20 mSv, ter pri VQS le 0,28 - 0,5 mSv. The Biological Effects of Ionizing Radiation, seventh report (BEIR VII) je ocenil, da je dodatno življenjsko tveganje za raka dojke pri dozi 20 mGy za 1/1200 večje pri ženski stari 20 let, za 1/2000 pri ženski stari 30 let ter 1/3500 pri ženski stari 40 let (npr. pri ženski, stari 30 let, ki je prejela dozo 20 mSv se doda 1/2000 verjetnosti za razvoj raka dojke). Življenjsko tveganje, da ženska zbolí za rakom dojke je približno 1/8. Študije, pri katerih so za dojke uporabljali bizmutov ščitnik, so pokazale za 34 - 57 % nižjo dozo pri enakih ekspozicijah, kvaliteta in točnost preiskave sta bili enakovredni (Mendelson, 2007).

Pri MDCT je lahko doza za približno 10 - 30 % večja, predvsem s povečanjem mAs, skenirnega volumna, pitcha in širine reza. To dozo lahko dodatno zmanjšamo z individualizacijo protokolov, avtomatično kontrolo ekspozicije ter filtri. Pri SPECT-u se lahko odločimo za uporabo nizko doznega CT-ja, ki pri 40 mA prispeva k dozi 2 - 8 mSv (Ali, 2009 cit. po Kubo et al., 2007).

Čas trajanja preiskave

Povprečen čas trajanja računalniško tomografske pljučne angiografije je 10 min, ventilacijsko-perfuzijske angiografije pa 45 min (Subramaniam, 2006).

Finančni vidiki

Izračun lahko variira med različnimi inštitucijami in državami, vendar okvirni izračuni kažejo, da je cenovno ugodnejša računalniško tomografska pljučna angiografija, saj je 1,4 krat cenejša od ventilacijsko-perfuzijske angiografije in 2 - 8 krat cenejša od pljučne angiografije (Subramaniam et al., 2006).

Pomankljivosti in prednosti preiskav

Pomankljivosti planarne gama kamere so: nizka resolucija, gibalni artefakti ter (zaradi anatomske lege) slabše vidni medialni segmenti pljuč. Prednosti SPECT kamere so: okrepljena resolucija v 3D, ki omogoča prepoznavanje segmentalnih in subsegmentalnih arterij pri perfuziji. Pomankljivost SPECT-a je nedostopnost ob vseh urah in vse dni v tednu (Bajc et al., 2009).

Tehnične prednosti spiralnega CT-ja so: takojšnja pripravljenost, minimalna invazivnost, hitrost, minimalni stroški vzdrževanja, podatki o zapisu prejšnjih preiskav, dostopnost 24 ur na dan (Subramaniam et al., 2006). Eno detektorski CT ima najvišjo negativno napovedno vrednost predvsem zaradi detektorskega sistema, ki omogoča kolimacijo le med 3 in 5 mm. Detektorski sistem pri več detektorskem CT omogoča kolimacijo med 3 in 1 mm, kar v primerjavi z eno detektorskim za 40 % poveča detekcijo na subsegmentalnem nivoju. Najpogostejši vzroki, zaradi katerih včasih z eno detektorskim sistemom pljučne embolije ne diagnosticirajo so: slab ali prepozen maksimalni kontrast, artefakti zaradi gibanja pacienta, zaradi dihanja ali zaradi bitja srca ter zvišan šum v odvisnosti od debeline skeniranega objekta. Večino teh napak odpravi več detektorski spiralni CT saj ima hitrejši skenirni čas in tako dovoljuje akvizicijo med najvišjo kontrastno polnitvijo. Krajši čas skeniranja prav tako znatno zmanjša gibalne artefakte (Hoang et al., 2008).

Pri evalvaciji pacienta s sumom na pljučno embolijo naj bi upoštevali zaporedje preiskav, ki potekajo od ne-invazivnih in nizko-doznih proti invazivnim in visoko-doznim. Priporočila so le smernice, ki naj bi bile upoštrevane pri obravnavi pacientov s sumom na pljučno embolijo glede na zmožnosti ustanove, dostopnosti do aparatov, tim-a, itd. Ne-invazivne metode naj bi pripomogle k natančnosti diagnosticiranja pljučne embolije, vendar niti en ne-invaziven diagnostični test ni dovolj senzitivni ali specifični za diagnosticiranje pri vseh pacientih. Ne glede na razlike med inštitucijami bi se, glede na klinični sum, lahko vedno najprej odločili za nižje dozno preiskavo (Fedullo in Tapson, 2003).

Pomembno je upoštevati omejitve, ki jih ima vsaka preiskava in ob tem izbrati najboljšo možno obravnavo pacienta. Čeprav je CTPA minimalno invazivna, bolj dostopna, cenejša, stroški vzdrževanja so nižji, je njena pomanjkljivost visoka dozna obremenitev pacienta. Preiskave tudi ni možno opraviti pri pacientih z alergijo na kontrastna sredstva, z ledvično odpovedjo, z vstavljenim zgornjim vena cava filtrom, pri pacientih po miokardnem infarktu (v zadnjem mesecu), pri zelo nemirnih ter pretirano debelih pacientih ter pri tistih, ki ne morejo iztegniti rok nad glavo (Subramaniam et al., 2006; Hoang et al., 2008).

Če je na razpolago SPECT, je za diagnosticiranje ta metoda najprimernejša, saj ima najvišjo senzitivnost in specifičnost. Kombinacija SPECTA z nizko doznim CT-jem je manj primerna, ker obremenjujemo pacienta z višjo doz. Največja omejitev SPECT-a so nedostopnost ter visoki stroški vzdrževanja.

SKLEP

Ventilacijsko perfuzijska scintigrafija in računalniško tomografska pljučna angiografija sta zanesljivi diagnostični metodi za pljučno embolijo, vendar ima vsaka preiskava svoje omejitve, zato je priporočeno, da se med seboj dopolnjujeta. Pri zbiranju gradiva sva opazila, da je večina avtorjev, ki so opravljali študije zajela zelo majhno število preiskovancev ter v svoje primerjalne študije neenakovredno uvrščala oba diagnostična postopka. Pri nadaljnjem raziskovanju bi želela primerjati SPECT (z ali brez nizko dozne CT-ja) ter več detektorski CT-ja (64 ali več) ali celo magnetno resonančno pljučno angiografijo (MRPA).

LITERATURA

Ali L (2009). Radiation dose /radiation Protection in SPECT/CT. Faculty of allied Health Sciences. Kuwait.

Baile EM, King GG, Muller NL, D'Yachkova Y, Coche EE, Pare PD (2000). Spiral Computed tomography is comparable to angiography for the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Respir Crit Care Med* 161: 1010-5.

Bajc M, Neilly JB, Miniati M, Schuemichen C, Meignan M, Jonson B (2009). EANM guidelines for ventilation/perfusion scintigraphy. *Eur J Nucl Mol Imaging* 36: 1356-70.

Barovič V (2002). Patologija, patološka fiziologija in osnove interne medicine. Ljubljana: DZS, 68-69, 159.

Blinč (2006). Odkrivanje in zdravljenje venske tromboze. V: Zbornik predavanj 5. Golniški simpozij, Golnik, Brdo pri Kranju, 9.-14. oktober 2006. Bolnišnica Golnik – Klinični oddelek za pljučne bolezni in alergijo, 47-52.

Dalagija F, Bešlić Š, Đurovič V (2005). Multislice computed tomography of pulmonary embolism: spectrum of findings. *Institute of radiology. Radiol Oncol* 39(2): 101-14.

Fedullo PF, Tapson VF (2003). The evaluation of suspected pulmonary embolism. *N Eng J Med* 349(13): 1247-56.

Goldhaber SZ, Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS (2005). Pulmonary thromboembolism. *Harrison's Principles Of Internal Medicine* 16: 1561-65.

Grmek M in Fettich J (2006). Mesto scintigrafije v diagnostiki pljučne embolije. V: Zbornik predavanj 5. Golniški simpozij, Golnik, Brdo pri Kranju, 9.-14. oktober 2006. Bolnišnica Golnik – Klinični oddelek za pljučne bolezni in alergijo, 53-4.

Gutte H, Mortensen J, Jensen CV, Johnbeck CB, Recke P, Petersen CL in sod. (2010). Detection of pulmonary embolism with combined ventilation-perfusion SPECT and low-dose CT: head-to-head comparison with multidetector CT angiography. *J Nucl Med* 50:1987-92.
Hoang JK, Lee WK, Hennessy OF (2008). Multidetector CT pulmonary angiography features of pulmonary embolus. *J of Med & Rad Onco* 52: 307-17.

Marin A (2010). Pljučna embolija, zapora pljučne arterije. PZA, 6. 1. 2010.

Mendelson R (2007). Diagnostic Imaging Pathways - Pulmonary Embolism in Pregnancy. Australia: Department of Health Western Australia. http://www.imagingpathways.health.wa.gov.au /includes/dipmenu/pe_preg/teaching.html. <10.9.2010>

Podbregar (2006). Hemodinamsko pomembna pljučna tromboembolija. V: Zbornik predavanj 5. Golniški simpozij, Golnik, Brdo pri Kranju, 9.-14. oktober 2006. Bolnišnica Golnik – Klinični oddelek za pljučne bolezni in alergijo, 60-7.

Požek (2006). Vloga CT angiografije v diagnostiki pljučne embolije. V: Zbornik predavanj 5. Golniški simpozij, Golnik, Brdo pri Kranju, 9.-14. oktober 2006. Bolnišnica Golnik – Klinični oddelek za pljučne bolezni in alergijo, 57.

Subramaniam RM, Blair D, Gilbert K, Sleight J, Karalus N (2006). Computed tomography pulmonary angiogram diagnosis of pulmonary embolism. *Australian Radiology* 50: 193-200.

Watanabe N, Fettich J, Kuck NO, Kraft O, Mut F, Choudhury P in sod. (2009). Prospective comparison of PISAPED and PIOPED scintigraphic interpretations for acute pulmonary thromboembolism. *J Nucl Med* 50: 1392.