

# Keuhkoperfuusion ja ventilaation gammakuvaus: suositus

## 1. Tavoite

Opastaa isotooppilääketieteen henkilökuntaa tutkimusta koskevassa neuvonnassa, tutkimuksen suorittamisessa, tulosten tulkinassa ja raportoinnissa.

## 2. Taustatiedot ja määritelmät

Keuhkoventilaation gammakuvaus aerosolilla

Keuhkoventilaation gammakuvaus kaasulla

Keuhkoperfuusion gammakuvaus

Keuhkoembolian gammakuvaus (perfuusio ja ventilaatio)

## 3. Yleisimmät indikaatiot

Yleisin on keuhkoemboliadiagnostiikka, harvemmin keuhkoresektio, keuhkonsiirto, oikea-vasen oikovirtaus.

## 4. Suoritus

### A. Esitiedot

1. Raskaus ja imetys

2. Kliininen historia näiltä osin, jos on todettu tai esiintynyt

- oikea-vasen oikovirtaus
- pulmonaarihypertensio
- rintakipu tai hengenahdistus
- astma, COPD ym. keuhkosairaudet
- veriyskä
- synkope
- oireet syvien laskimoiden tukoksista
- ehkäisylääkitys
- viimeisimmät leikkaukset
- aikaisemmat keuhkoemboliat
- syöpä
- sydämen vajaatoiminta
- muut aikaisemmat sairaudet, jos merkitystä tutkimuksen kannalta
- tupakointi
- suonensisäisten huumeiden käyttö.

3. Aikaisempien tutkimusten tulokset

- takykardian esiintyminen, EKG-löydökset, happiosapaine
- rintakehän tutkimukset, thx-röntgen, TT, yms.
- sydäntutkimukset (sydämen ultraäänitutkimukset)
- jalkojen tutkimusten löydökset (venografia, ultraääni)

4. Yhteenveto aikaisemmista keuhkojen gammakuvauksista

5. Rintakehän röntgenkuvan löydökset

- tiivistymät
- atelektaasit (ilmattomat alueet)
- effuusiot (nestepurkaumat)
- massat
- suurentunut sydän
- vähentynyt verisuonitus.

Rintakehän röntgenkuva voi olla ja usein onkin normaali keuhkoemboliapotilaalla.

6. Maininta antikoagulantti- tai trombolyyysihoidosta

7. Lähettävän lääkärin arvio keuhkoembolian todennäköisyydestä saattaa olla avuksi

## **B. Potilaan valmistelu**

1. Röntgenkuva
  - suora- ja sivukuva
  - potilailla, joilla ei muutoksia oireissa alle 1 vrk vanha kuva
  - potilailla, joilla muuttuvat oireet alle 1 tunnin vanha kuva
2. Injektio laskimoon (perfuusion gammakuvaus)
  - ennen injektiota potilasta pyydetävä yskäisemään ja hengittämään 3-4 kertaa syvään
  - potilas makuullaan tai mahdollisimman lähellä makuuasentoa.

## **C. Varotoimet**

Potilailla, joilla on pulmonaarihypertensio tai oikea-vasen oikovirtaus tai kriittisesti sairaat (tehohoito) sekä lapsilla tulee käyttää pienempää albumiinipartikkeleiden määrää (n. 100 000 - 200 000 kpl).

## **D. Radiolääkkeaineet**

1. Perfuusio
  - a) teknetium-99m-MAA
  - b) biologinen puoliintumisaika keuhkoista 1.5 - 3.0 tuntia
  - c) 40 - 150 MBq (1 - 4 mCi), lapsille 0.5 - 2.0 MBq/kg (20 - 80  $\mu$ Ci/kg) vähintään 7 - 8 MBq (200  $\mu$ Ci)
  - d) partikkeleiden lukumäärä 200 000 - 700 000, lapsilla iän mukaan (katso Table 11.2, Treves, ST. Pediatric Nuclear Medicine, 2nd ed. New York, NY: Springer-Verlag; 1995:168)
  - e) liuos tulee sekoittaa ennen leimausta ja injektiota (partikkelit laskeutuvat pohjalle)
2. Aerosolit
  - a) teknetium-99m-DTPA
  - b) 900 - 1300 MBq (25 - 35 mCi) nebulisaattoriin, josta potilaan keuhkoihin noin 20 - 40 MBq (0.5 - 1.0 mCi)
  - c) yleensä ensin ventilaatio ja sitten perfuusio - jälkimmäisessä pulssitaajuus vähintään nelinkertainen.
3. Hiilipöly
  - a) teknetium-99m-hiilipöly
  - b) annostelun aikana suositellaan tutkittavaa kuvaamaan gammakameralla takaprojektioista niin, että pulssimäärä on enimmillään 2 500 pulssia sekunnissa.

## **E. Kuvaus**

1. Kuvausjärjestys
  - a) rintakehän röntgenkuva tulee ottaa ja tulkita ensiksi
  - b) ventilaatiokuvaus tehdään yleensä ennen perfuusiokuvausta, vaihtoehtoisesti perfuusio ensin ja sitten tarvittaessa ventilaatio
  - c) perfuusiokuvaus ensin - huonot puolet:
    - tausta-aktiivisuutta ventilaatiokuvaan
    - päätös ventilaatiokuvauksesta tehtävä pian
  - d) perfuusiokuvaus ensin - hyvät puolet:
    - jos perfuusio on normaali tai löydökset sopivat rtg-kuvaan voidaan ventilaatiokuvaus jättää tekemättä
    - jos perfuusiopuutos näkyy vain tietyssä projektiossa, saattaa yksi ventilaatioprojektio riittää.
2. Ventilaatio aerosolilla
  - a) aerosoli hengitetään suun kautta nenän ollessa suljettuna
  - b) etuna aerosolissa verrattuna kaasuihin on se, että on mahdollista kuvata samat projektiot kuin perfuusiossa
  - c) annostelu istuallaan, tarvittaessa makuulla
  - d) ventilaatiokuvaus onnistuu myös potilasvuoteessa
  - e) aerosolin haittana on joskus sen kasaantuminen turbulენტisten virtausten takia aiheuttaen huonon kuvanlaadun.
3. Perfuusio
  - a) yskäisyyn ja 3-4 syvään hengittämisen jälkeen ruiskutetaan Tc-99m-MAA hitaasti 3 - 5 hengitysjakson aikana laskimoon potilaan ollessa makuulla
  - b) injektio voidaan antaa myös hyvin huuhdeltavissa olevan katetrin kautta, mutta ei katetrin kautta, jossa on suodatin (esim. lääkekatetri)
  - c) suositeltavaa on kuvata potilaan ollessa pystyasennossa (istuallaan), jotta rintakehän tilavuus olisi mahdollisimman suuri ja hengitysvirtaus pieni; käytännössä yleensä kuvataan kuitenkin potilas makuulla

- d) planaarikuvat tulee ottaa useasta suunnasta, joista suositeltavat ovat: anteriorinen, posteriorinen, molemmat takaviistot, molemmat etuviistot ja molemmat sivut; potilaskohtaisesti voi ottaa myös harvempia suuntia esim. jos löydös on ilmiselvä jo muutenkin tai potilaan kunto tai hoidot estävät kaikkien projektioiden ottamisen.

#### 4. Kuvauslaite

Laajakenttäinen gammakamera joko korkean erotuskyvyn kollimaattorilla tai yleiskollimaattorilla. Energiaikkuna (20 %) fotopiikin kohdalle.

#### 5. Kuvausparametrit

Yksipäisellä kameralla kuvataan eri projektiot esim. seuraavasti:

Kuvataan ensin AP-projektioon esim. 600 000 pulssia ja muut projektiot sitten samalla ajalla.

Sivuprojektioissa voi olla lyhyempi kuvausaika, mutta arvioinnin kannalta on tärkeää että kuvausajat sivuprojektioissa ovat samat. Muuten kuvat voivat olla harhanjohtavia, jos keuhkojen perfuusiomäärissä on suuri puoliero. Käytännössä toista sivuprojektiota kerätään ensin esim. 400 000–500 000 pulssia ja toinen sitten samalla ajalla.

Useampipäistä kameraa käytettäessä kuvataan yleensä kaikki 8 projektiota samalla ajalla.

#### 6. Huomioitavaa

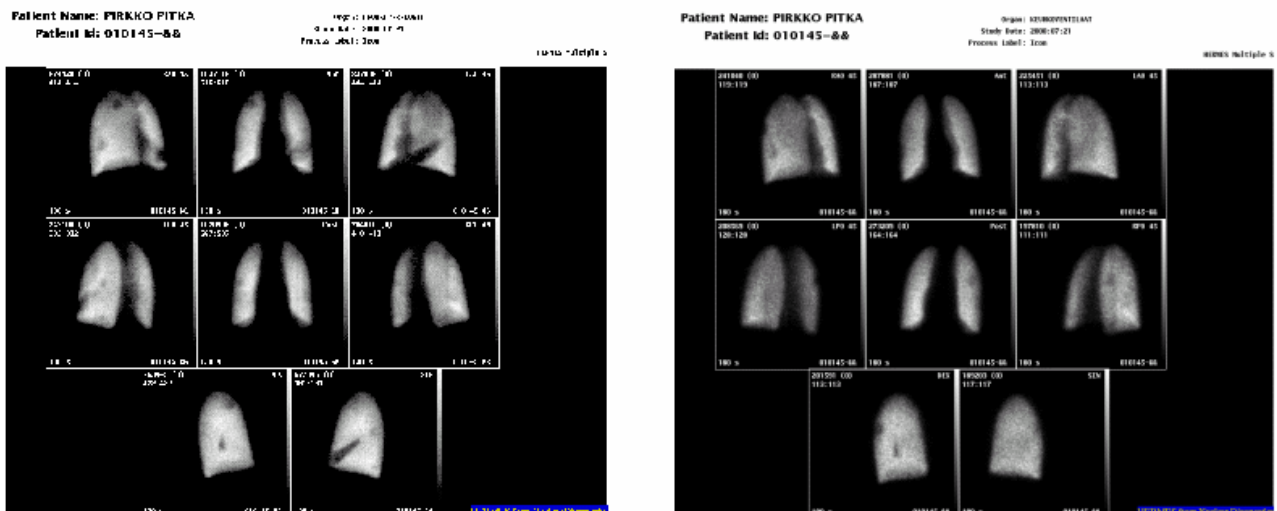
Potilaat, joilla on obstruktiivinen keuhkosairaus, keuhkoputkia laajentava hoito ennen gammakuvausta saattaa vähentää ventilaatiopuutosalueita ja siten lisätä tutkimuksen tarkkuutta.

### F. Röntgenfilmi-, paperi- ja päätetulostus

- käytä ensisijaisesti röntgenfilmitulostinta tai korkeatasoista lääketieteelliseen käyttöön tarkoitettua sublimaatiotulostinta; lasertulostimen sävytoisto ei riitä luotettavaan analysointiin
- käytä riittävän suuria, kuva-alan peittäviä kuvia
- käytä harmaa- tai väriasteikon koko kirkkaus ja tummuus kuvissa hyödyksi; myös kahden eri tummuusasteen kuvat saattavat selkeyttää muutosten näkymistä
- merkitse kuviin projektiot, kerätyt pulssimäärät ja kuvausajat
- pyri esittämään ventilaatio- ja perfuusiokuvat samoissa projektioissa helpottamaan vertailua
- jos mahdollista käytä aina samaa kuvien loogista esitysjärjestystä riippumatta kuvausjärjestyksestä (kuva 1); se helpottaa löydösten hahmottamista ja lausumista
- käytä segmenttikarttaa jos mahdollista.

### G. Tulkinta/lausunto

Usein tulkinnassa käytetään PIOPED-tutkimusaineiston tuloksia pohjana (Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis) mutta myös muuntyyppistä terminologiaa ja toisenlaisia arviointiperusteita on olemassa. Tässä suosituksessa on päädytty suosittelemaan modifioituja PISA-PED kriteereitä (Taulukko 1).



Kuva 1: mallituloste: erään laaduntarkkailukierokseen osallistuneen sairaalan kuvat uudelleen järjesteltyinä loogiseen järjestykseen.

Taulukko 1: modifioidut PISA-PED kriteerit.

<i>Normaali</i>	Ei perfuusiopuutosalueita.
<i>Lähes normaali</i>	Perfuusiopuutosalueet pienempiä tai yhtä suuria kuin seuraavat radiologiset löydökset: laajentunut sydän, laajentunut aorta, hilukset ja välikarsina, koholla oleva palleakaari, sopen pyöristymä, pleuraplakit, neste
<i>Epänormaali, sopii keuhkoemboliaan (PE+)</i>	Yksi tai useampia kiilamaisia perfuusiopuutosalueita, jotka eivät selity thoraxin röntgenkuvalla. Kiilamaisia "yliperfuusioalueita" myös usein mukana (löydökset noudattavat segmentaalista jaoittelua).
<i>Epänormaali, todennäköisesti ei keuhkoemboliaa (PE-)</i>	Yksi tai useampia EI-kiilamaisia perfuusiopuutosalueita, joko selitettävissä thoraxin röntgenkuvalla tai ei. Kiilamaisia "yliperfuusioalueita" ei yleensä esiinny.

Tässä luokituksessa siis jo yksi segmentaalinen tyypillinen defekti luokitellaan emboliaksi kun PIOPED kriteereissä korkean todennäköisyyden ryhmässä vaadittiin joku seuraavista:

- a) kaksi tai useampia suuria ( 75 % segmentistä) segmentaalisia perfuusiopuutosalueita ilman vastaavia muutoksia ventilaatio- tai rtg-kuvissa
- b) yksi suuri ja kaksi keskikokoista (25 - 75 % segmentistä) segmentaalista perfuusiopuutosaluetta ilman vastaavia muutoksia ventilaatio- tai rtg-kuvissa
- c) neljä keskikokoista perfuusiopuutosaluetta ilman vastaavia muutoksia ventilaatio- tai rtg-kuvissa.
- a) Lisäksi kannattaa huomioida seuraavat seikat:
  - a) jos hyvin tehdyn keuhkoperfuusion gammakuvausten löydös on normaali, se sulkee pois keuhkoembolisaation; täytyy myös muistaa että kaikkien segmenttien näkyminen edellyttää vähintään kuutta projektiota
  - b) arvioinnissa löydösten segmentaalisuuteen tulee paneutua kunnolla; tuoreet emboliset defektit ovat usein tarkkarajaisia ja segmentaalisia; vanhemmat emboliat ovat usein epätarkempia mutta segmentaalisia
  - c) jos on käytettävissä vanha perfuusiokuva (tai ventilaatiokuva), kannattaa siihen aina verrata. Multipplein keuhkoembolisaation korjaantuminen tulisi varmistaa kontrollitutkimuksella varsinkin nuoremmilla potilailla (mahdollisten keuhkoinfarktien laajuus).
  - d) COPD:ssä defektit ovat usein epätarkkarajaisia, ne eivät rajoitu segmentteihin ja joskus niissä on segmenttien periferiassa parempi perfuusio kuin segmenttien proksimaaliosissa eli defektit eivät noudata verenkiertopuuston rakennetta; hyvällä kameralla kuvattaessa COPD muutokset näyttävät yleensä erilaisilta kuin emboliamuutokset
  - e) yllä olevat todennäköisyydet koskevat yleisintä laskimoperäistä emboliaa; muita segmentaarisia muutoksia voivat aiheuttaa tuumoriemboliat ja septiset emboliat, jotka yleensä kuitenkin ovat hyvin pieniä ja multippleita muutoksia; muita harvinaisuuksia ovat ilmaemboliat (esim. traumapotilaat).

## Lähteet:

Parker JA, Coleman RE, Siegel BA et al.:

Procedure Guideline for Lung Scintigraphy: 1.0. J Nucl Med 1996; 37:1906-1910

Miniati M, Pistolesi M, Marini C, Di Ricco G, Formichi B, Prediletto R, Allesscia G, Tonelli L, Sostman HD, Giuntini C.

Value of perfusion lung scan in the diagnosis of pulmonary embolism: results of the Prospective Investigative Study of Acute Pulmonary Embolism Diagnosis (PISA-PED). Am J Respir Crit Care Med 1996 Nov; 154(5):1387-93