



Bodo Wagner
LL, erikoislääkäri
Uppsalan yliopistollinen
sairaala, Anestesia ja
tehohoito



Jan Adamski
LL, erikoislääkäri, EDIC, DESA
Satakunnan keskussairaala
janski01[a]hotmail.com



Antti Pehkonen
LL, erikoislääkäri
Satakunnan keskussairaala



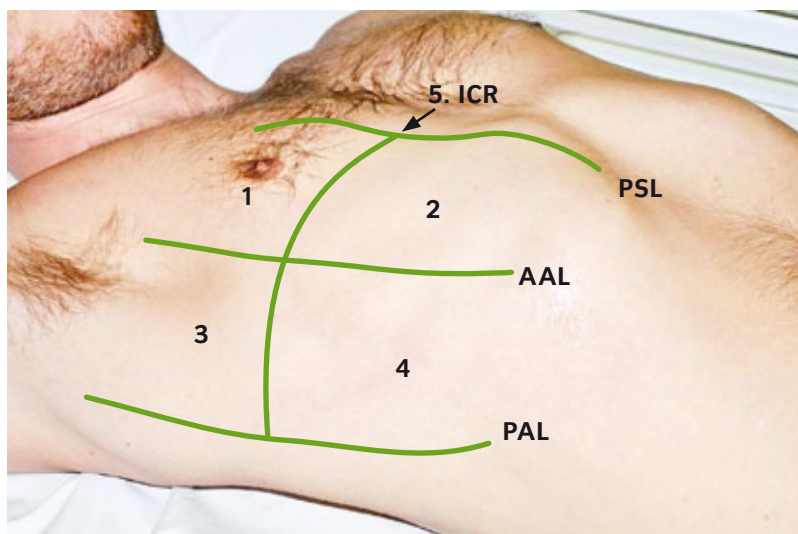
Keuhkojen ultraäänitutkimus akuuttitilanteissa –mahdollisuuksia ja rajoituksia

Keuhkojen ultraäänitutkimuksesta on tullut arvokas työkalu varsinkin kriittisesti sairaan potilaan hoidossa.

Viime vuosien aikana akuuttihoidon parissa työskentelevien lääkäreiden (esim. anestesia- ja tehohoitolääkärien) suorittama eri elinten ultraäänitutkimus on yleistynyt kansainvälisesti, ja tämä trendi näyttää jatkuvan. Käsite ”Critical Care Ultrasound” kuvastaa kriittisesti sairaiden potilaiden ultraäänitutkimusta, ja sen kenttä on laajenemassa. Joillakin teho-osastoilla tutkitaan nykyään lähes kaikkia elimiä ultraäänien avulla. Ultraäänien käytön etuja ovat mm. potilasläheisyys (”Point-of-care”), tutkimuksen nopeus, reaaliaikaisuus ja menetelmän turvallisuus. Ongelmana on mahdollinen potilasriippuvainen tutkimuksen haastavuus ja tekijän arvioinnin subjektiivisuus.

Keuhkojen tutkimisessa on kliinisen tutkimisen lisäksi perinteisesti käytetty radiologisia tutkimuksia, kuten röntgenkuvaus, tietokonetomografia, magneettikuvaus. Akuuteissa tilanteissa näihin menetelmiin liittyy monenlaisia ongelmia (laite- ja henkilökuntariippuvuus, säderasitus, potilaiden kuljettaminen tutkimukseen ym.).

Usein tutkimusten tulokset jäävät myös epäspesifeiksi. Keuhkojen tutkiminen ei ollut pitkään mahdollista ultraäänien avulla keuhkojen korkean ilmapitoisuuden aiheuttamien artefaktujen vuoksi (1). *Critical care* -ultraäänitutkimuksen merkittävä pioneeri, ranskalainen tehohoitolääkäri Daniel Lichtenstein julkaisi kuitenkin aiheesta jo 1990-luvulla rohkaisevia artikkeleita. Hänen mukaansa tutkimuksen hyöty syntyy nimenomaan eri keuhkopatologisten artefaktujen tulkinnasta (2). Maailmalla keuhkoultraäänitutkimusta käytetään nykyään jo ensi- ja tehohoidossa, traumakirurgias- sa, neonatologiassa ja pediatriassa, sekä keuhko- ja sisätaudeissa (3,4). Keuhkoultraäänien käyttöä on ehdotettu myös välineeksi keuhkoihin kohdistuvien hoitojen monitorointiin (5,6). Vuonna 2012 julkaistiin ensimmäiset kansainväliset suositukset keuhkoultraäänitutkimukseen liittyen (7). Tämän artikkelin tarkoitus on esitellä keuhkoultraäänitutkimuksen perusteita, mahdollisuuksia ja rajoituksia.



Kuva 1. Keuhkoultraäänitutkimuksen kuvausalueet ("Volpicelli-alueet"), PSL = parasternaalilinja, AAL = anteriorinen aksillaarilinja, PAL = posteriorinen aksillaarilinja, ICS = intercostal space (7, 12).

Keuhkoultraäänitutkimuksen työkaluja ja niiden käyttö

Keuhkoultraäänitutkimuksessa voidaan käyttää erilaisia antureita (konveksia vatsa-, lineaarista pinta- tai *phased array* -sydänanturia), mutta tutkittaessa aikuisia 5 MHz:n mikrokonvex-anturi on nykyään suosituin (7,8). Ainakin tutkimuksen alussa käytetään anturia usein pitkittäissuunnassa, suorassa kulmassa kylkiluiden kulkusuuntaan. On tarkoituksenmukaista, että keuhkoja tutkitaan vain tietyiltä standardipaikoilta. Kansainvälinen suositus ehdottaa standardipaikoiksi neljä kenttää keuhkojen kummallakin puolella (kuva 1) (7). Keuhkoultraäänitutkimuksessa tärkein kuvausmuoto on kaksiulotteinen (2D-moodi), mutta joissain tilanteissa tulkintaa voidaan laajentaa M-moodilla. Tietyissä tutkimuksissa myös väriduppleria on käytetty erotusdiagnostiikkaan (7). Anturista riippuen pystyy ultraäänellä tutkimaan eri syvyydellä sijaitsevia muutoksia. Anatomias- ta johtuen suurin osa merkittävistä patologisista muutoksista kriittisesti sairailta potilailla ulottuvat kuitenkin keuhkojen pintaan (9-11).

Keuhkoultraäänitutkimuksen perusteet

Lichtensteinin mukaan keuhkojen ultraäänikuvan tulkitseminen perustuu tyypillisten kuvien ymmärtämiseen. Sen mukaan ultraääni käyttäytyminen kudoksissa riippuu kudoksen neste-ilmasuhteesta. Ultraääni läpäisee nestettä

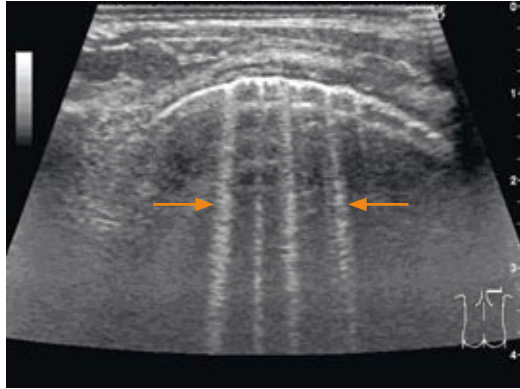
lähes häiriöttä, siksi neste näkyy ultraäänikuvassa mustana. Esimerkiksi pleuranesteessä ilma-neste-suhde on lähes yksi ja siksi se näkyy tummana. Keuhkoissa esiintyy sekä neste- että ilmapitoisia alueita. Alveoleissa oleva ilma estää ultraäänien penetraation, siksi läpäisevyys on nolla ja alue näkyy ultraäänikuvassa valkoisena. Fysiologisessa kudoksessa ja patologisissa tiloissa suhde on jotain nollan ja yhden väliltä (8).

Toinen ilmiö perustuu siihen, miten ultraäänialto käyttäytyy kohdatessaan akustisia rajapintoja. Kun ultraäänialto kohtaa pintoja joissa ilma-neste-suhde muuttuu voimakkaasti, syntyy mm. heijastumista, taittumista ja hajoamista, ja sen seurauksena kehittyvät erilaisia artefakteja. Osa artefakteista ovat tyypillisiä eri patologisille tilanteille, ja siksi niitä hyödynnetään löydösten tulkin- nassa, vaikka kaikkien artefaktien fysikaalisia syntymekanismeja ei ole vielä täysin selvitetty (13). Keuhkoultraääneen avulla toisin sanoen kuvataan ja tulkitaan pleu- ratilojen ja keuhkokudosten ilma/ neste-pitoisuus-erojen aiheuttamia patomorfologisia ilmiöitä.

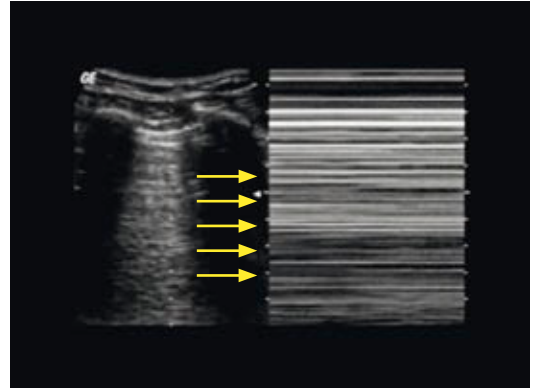
Nämä ilmiöt sekä todelliset morfologiset löydökset että artefaktat, on nimetty ja luokiteltu vuosien varrella. Näillä on merkitystä havaintojen tulkin- nassa. Sen perusteella voidaan näitä

Ultraäänien käytön etuja ovat mm. potilasläheisyys, tutkimuksen nopeus, reaaliaikaisuus ja menetelmän turvallisuus.

>>



Kuva 2. B-linjat lähtevät pleuralinjasta suoraan alaspäin ilman merkillistä tummentamista.



Kuva 3. Ilmarinta. M-asetuksessa viivakoodikuvio (*Stratosphere sign*) viittaa siihen, että pleuralinjan alla ei ole keuhkokudosta, vaan ilmaa (keltaiset nuolet). Ei hiekkamaista kuviota, kuten normaalikeuhkon rantakuviossa.

kuviot tunnistaa yksittäisistä kuvista, tai vain ajan funktiona, jaetaan ilmiöt liikkumattomiksi (staattisiksi) tai liikkuviksi (dynaamisiksi) (13).

Keuhkoultraäänitutkimuksen merkittävimmät tyyppilöydökset ovat Lichtensteinin ja kansainvälisten suositusten terminologian mukaan seuraavat (7,8):

Pleuralinja (*Pleural line*): Pitkittäissuunnassa kuvautuva viivamainen voimakaskaikuihin (vaalea) linja kahden kylkiluun välillä, joka on vaakasuorassa parietaaliseen ja viskeraalseen pleuraan. Se on ensimmäinen ja tärkein löydös keuhkojen tunnistamiseen ultraäänitutkimuksella.

Lepakkomerkki (*Bat sign*): Pitkittäissuunnassa kuvautuva kuvio joka syntyy ylimmäisen- ja alimmaisen kylkiluun katveesta (tumma) ja näiden välissä kulkevasta pleuralinjasta. Se on keuhkoultraäänitutkimuksessa ensimmäinen osoitus keuhkojen pinnan löytymisestä.

A-linjat (*A-lines*): Voimakaskaikuiset pleuralinjan suuntaiset viivat, jotka esiintyvät pleuralinjan alla. Fysiikallisesti ne ovat pleuralinjan toistoartefakteja ja ne löytyvät myös terveestä keuhkosta.

Komeetanpyrstö-artefaktat (*Comet-tail artifacts*): Ryhmä erilaisia voimakaskaikuisia artefakteja, jotka kulkevat kohtisuorassa pleuralinjan suhteen, ja antavat komeetanpyrstömäisen ilmentymän. Ne voivat lähteä pleuralinjasta tai syvemmältä

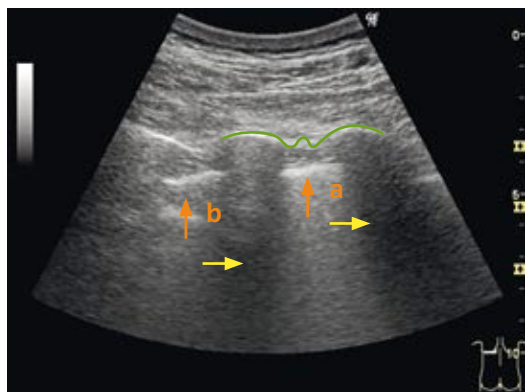
keuhkokudoksesta. Tärkein komeetanpyrstöartefakta on B-linja, mutta on olemassa lukuisia muitakin (esim. E-, I-, R-, tai W-linjat).

B-linjat (*B-lines* tai *lung-rockets*, joissakin julkaisuissa kutsuttu myös *comet-tail-artifacts*): Kuuluu komeetanpyrstöartefaktaryhmään. Tiukan määritelmän mukaan ne lähtevät pleuralinjasta tarkkarajaisina ja kuvautuvat laserin kaltaisina. Näillä on sama kaikuvoimakkuus kuin pleuralinjoilla, ja ne kulkevat kuvan alimmaisen reunan ylitse. B-linjat liikkuvat vaakasuunnassa hengityksen mukaan edestakaisin (kuva 2). Vaikka B-linjat voivat olla patologisia muutoksia, niiden löytäminen tarkoittaa kuitenkin myös, että ainakaan sillä alueella ei voi olla ilmarintaa. B-linjojen patologinen merkitys riippuu niiden lukumäärästä ja leveydestä.

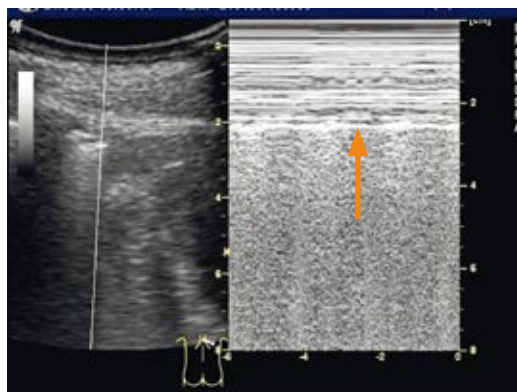
Pleuraliuku (*Pleural sliding, lung sliding*): Pleuralinjassa esiintyvä ilmiö, jossa keuhko näyttää liikkuvan hengityksen mukaan edestakaisin. Se on merkki normaalista keuhkojen liikkuvuudesta.

Rantakuvio (*Sea-shoresign*): Normaalin keuhkon kuvio M-moodissa. Viskeraalisen pleuran ulkopuoliset kerrokset eivät liiku lateraalisesti hengityssyklin aikana ja ilmenevät siksi M-asetuksessa horisontaalisina viivoina, muistuttaen rauhallisia meriaaltoja. Pleuralinjan alapuolella hengityksen mukainen keuhkojen horisontaalinen liikkuminen tulee M-asetuksessa esiin karkean hiekkannäköisenä kuvana. Tämä artefakta osoittaa, että keuhko ulottuu parietaaliseen pleuraan.

Ultraäänen käytön ongelmana on mahdollinen potilasriippuvainen tutkimuksen haastavuus ja tekijän arvioinnin subjektiivisuus.



Kuva 4. Keuhkojen kuva ultraäänitutkimuksessa: kahden kylkiluun varjot (vaakasuuntaiset keltaiset nuolet), pleuralinja (pystysuuntainen nuoli a) ja A-linja (pystysuuntainen, oranssivärinen nuoli b), vihreä linja kuvastaa lepakkomerkin.



Kuva 5. Ultraäänikuva normaalista keuhkosta M-asetuksella: rantakuvio. Nuolen (pleuralinja) yläpuolella näkyy useita vaaleita ja tummia linjoja, jotka muistuttavat meren aaltoja. Pleuralinjan alla kuva muuttuu karkeaksi, ja se muistuttaa hiekkaa.

Viivakoodikuvio (*Barcode-sign*): Jos keuhko ei liiku parietaalisen pleuralehden alla (kuten esim. ilmarinnassa), niin M-asetuksella puuttuu hiekkakannaköinen kuvio ja kuvassa näkyy tummia ja vaaleita horisontaalisia viivoja muistuttaen viivakoodia. Tätä kutsutaan myös nimellä ”stratosphere sign” (kuva 3).

Ilma-bronkogrammi (*Air-bronchogram*): 2D-kuvassa voidaan löytää oksankaltaisia voimakaskaikeita alueita. Tämä on yleensä patologinen merkki, joka syntyy ilman jäädessä bronkiolien sisään sitä ympäröivän keuhkokudoksen ilmapitoisuuden ollessa vähentynyt, kudoksen ollessa tiivistynyt (*consolidation*). Kuvio viittaa pneumoniaan.

Dynaaminen ilmabronkogrammi (*Dynamic airbronchogram*): Tämä on ilmabronkogrammin erikoismuoto. Tässä tilanteessa pleuralinjan alla näkyy konsolidoitua keuhkoa, ja sen keskellä valkoisia pistemäisiä kuvioita, jotka sisäänhengityksen aikana liikkuvat ulospäin. Tämä kuvio viittaa pneumoniaan.

Keuhkoraja (*Lung point*): Se on ilmarinnassa paikka, jossa terveen ja patologisen keuhkon kuvio vaihtuu B-asetuksella hengitystahdin mukaan. Myös M-asetuksella voidaan ilmarinnan raja-alueella nähdä syklistä vaihtelua rantakuvion ja viivakoodikuvion välillä.

Keuhkopulssi (*Lung pulse*): Ilmiö, jossa pleuralinjan alainen keuhkokudos liikkuu sydämen sykkeen tahdissa (pulsoi). Tämä kuvio voimistuu, jos potilas ei hengitä tai osa keuhkosta on atelektasissa.

Havaittu keuhkopulssi pleuralinjan alla puhuu ilmarintaa vastaan tutkitulla alueella, koska vain keuhkokudos voi aiheuttaa tämän ilmiön pleuralinjaan saakka.

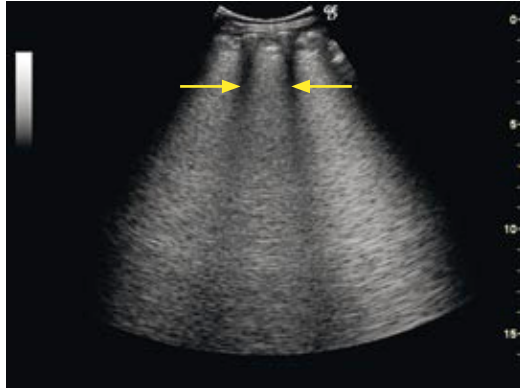
Kudoksen kaltainen keuhkokuvio: Mitä vähemmän keuhkokudoksessa on ilmapitoisuutta, sen enemmän ultraäänikuvaa muistuttaa tavallista kuduskuvaa, koska ilman aiheuttamat artefaktat eivät häiritse ultraääniaallon kulkua. Usein ultraäänikuvaa keuhkosta muistuttaa silloin maksaa (*hepatisation*). Tämä kuvio viittaa ns. alveolaariseen syndroomaan.

Normaali keuhkoultraäänikuvaa

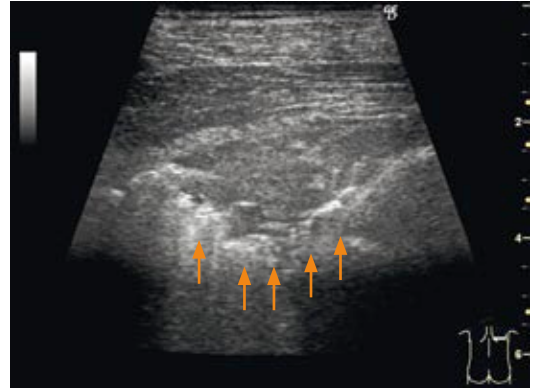
Tervekeuhkoisilla ultraäänikuvaa on yleensä hyvin samanlainen eri ihmisten välillä. Pinnallisten rintakehäkudosten alla näkyy kylkiluiden aiheuttama voimakas heijastus, ja sen alla syntyy pitkä tumma varjo. Normaalisti pleuralinja aiheuttaa heijasteartefaktoja (*reverberation artifacts*). Kylkiluiden välissä ultraäänialto penetroituu kohtuullisen hyvin syvemmälle, mutta terveen keuhkon alveolien ilmapitoisuus aiheuttaa epäsäännöllisiä heijaste-artefaktoja. Pitkittäissuunnassa otetussa kuvassa tämä kokonaisuus (kylkiluut + kylkiluiden varjo + pleuralinja) muodostaa ns. lepakkomerkin (*Bat-sign*) (kuva 4). Terveissä keuhkoissa näkyy usein myös A-linjoja. Hengitysliikkeen mukaan voidaan havaita pleuraliuku (*lung-sliding*), joka

Keuhkoultraäänitutkimuksen diagnostiikka perustuu eri kuvioiden ja niistä muodostuvien kokonaisuuksien tulkintaan.

>>



Kuva 6. Konvex-anturilla identifioitu "interstitial syndrome". Keltaiset nuolet osoittavat kylkiluiden varjoihin, näiden välissä kenttä on tasaisen vaalea ("B-pattern").



Kuva 7. Alveolaarinen oireyhtymä. Kudoksenkaltainen keuhkokuvio ("tissue-like texture") – keuhkon kudoksen konsolidaation alue pleurاران alapuolella

M-asetuksessa tulee esiin tyypillisenä rantakuivana (*seashore sign*) (kuva 5) (13-15).

Keuhkoultraäänitutkimuksen diagnostiikka perustuu eri kuvioden ja niistä muodostuvien kokonaisuuksien tulkintaan.

Patologiset muutokset

Pleuratilan syndroomat

Normaalisti ultraäänitutkimuksella ei pysty erottamaan parietaalista ja viskeraalista pleuralehteä. Pleuralinja tulee esiin vain ohuena vaaleana viivana. Mikäli parietaalisen lehden alla on jotain muuta kuin keuhkoa (nestettä tai ilmaa), kuva muuttuu täysin. Tämän kuvan muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan pleuratila-syndroomaksi (*pleural syndrome*), mahdolliset patologiset tilat sen taustalla ovat pleuraneste ja ilmarinta. (16)

Pleuraneste

Pleuraneste sijaitsee parietaalisen ja viskeraalisen pleuralehden välissä. Lähes kaikissa tapauksissa, joissa on kehittynyt pleuranestettä, löydetään echovapaata aluetta, ts. tasaisen tummaa aluetta pleuralinjaa syvemmältä. Nestemäiset kollektiot laskevat painovoiman mukana alas, joten parhaiten nestekertymät löytyvät rintakehän alimmista osista. Istuvassa asennossa tutkimuksen herkkyys lisääntyy. Pleuranesteen ympäröimän keuhkokuudoksen ilmapitoisuus on alentunut, ja se on komprimoitunutta. M-asetuksessa tämä tulee esiin "rantaviivan" sinusaltomaisena ulkonäköä,

jonka vuoksi sitä kutsutaan sinusoidmerkiksi (*sinusoid sign*).

Ultraäänitutkimus on tavallista röntgenkuvaa huomattavasti herkempi osoittamaan pleuranesteen (7,17-19). Sillä voidaan myös laskea pleuranesteen määrä, määrittää turvallinen punktiopaikka ja myös torakosenteesi voidaan tehdä ultraääniohjauksessa (8).

Ilmarinta

Ilmarinta on suhteellisen yleinen komplikaatio teho-osastolla, ja myös ensiavussa sitä voi nähdä viikoittain. Akuuttivaiheessa otetuissa röntgenkuvissa jopa 30 % voi jäädä ilmarinta huomaamatta (jopa tensioutilanteessa). Tämä korostuu mekaanisesti ventiloituilla potilailla (8). Jos keskuskaskimokatetri laitetaan leikkaussalissa ennen leikkausta, voi kestää kauan ennen kuin kontrollikuva päästään ottamaan. Tässäkin tilanteessa ultraäänitutkimus on hyödyllinen työkalu. Kun ilmarinta on todettu, ultraääntä voidaan käyttää myös oikean punktiopaikan löytämisessä.

Kehossa ilma pyrkii nousemaan ylöspäin, joten ilmarinta havaitaan helpoimmin rintakehän ylimmissä osissa. Alueella, jossa pleuratiloissa on ilmaa, ultraääniallot eivät pääse penetroitumaan syvemmälle, joten kuva on tasaisen harmaa. B-asetuksella havaitut pleuralinjat viittaavat toimivaan keuhkoon (B-linjat, pleuraliuku tai keuhkopulssi) ja puhuvat ilmarintaa vastaan kyseisellä alueella. Näiden kuvioden puuttuminen puhuu ilmarinnan puolesta. Jos ultraäänilöydösten perusteella epäillään ilmarintaa, niin se voidaan keuhkoraja löytämällä vahvistaa. Havaittu keuhkoraja vahvistaa ilmarinnan. M-asetuksella havaittu rantakuvio puhuu ilmarintaa vastaan, viivakoodikuvio (kuva

Tervekeuhkoisilla ultraäänikuva on yleensä hyvin samanlainen eri ihmisten välillä.

Ultraäänitutkimus on tavallista röntgenkuvaa huomattavasti herkempi osoittaman pleuranesteen.

3) sen puolesta. Keuhkorajan kohdalta voidaan M-asetuksella löytää samasta kuvassa sekä ranta- että viivakoodikuvio (8,21).

Ilmarinnan vahvistaa todettu (7):

- Keuhkoliukumisen puuttuminen
- B-linjojen puuttuminen
- Keuhkopulssin puuttuminen
- Keuhkorajan löytäminen

On vahvaa näyttöä siitä, että ilmarinnan osoittamiseen ja poissulkemiseen ultraäänitutkimus on herkempi ja luotettavampi kuin makuuasennossa otettu thorax-röntgenkuva. Tästä syystä ultraäänitutkimus suositellaan tehtäväksi aina, kun ilmairinta on mahdollinen erotusdiagnosi. (7,20,21).

Interstitiaali syndroma (Interstitial syndrome)

On olemassa lukuisia patologisia tiloja, jotka aiheuttavat sonograafisen interstitiaali-syndrooman (keuhkopöhö, pneumonia, pneumoniitti, atelektaasi, keuhkokontuusio, keuhkoinfarkti, pulmonaalifibroosi, neoplasiat) (kuva 6). Se syntyy tilanteessa, jossa keuhkojen ilmapitoisuus vähenee, kun solujen ulkoinen tila samaan aikaan leviää (esim. interstitiaalisen nestepitoisuuden lisääntymisen seurauksena). B-linjat ovat tämän tilan tyypillinen tunnusmerkki. B-linjojen patologinen merkitys kasvaa, jos yhdessä näkökentässä (kahden kylkiluun välissä) löytyy yli kolme B-linja-kuviota, ja jos näiden leveys kasvaa. Tätä kuviota voidaan kutsua moninkertaiseksi B-linja kuvioksi (*multiple B-lines*), ääritapauksissa voidaan nähdä vain tasaisen vaalea alue (*B-pattern*) (8,16,22).

Interstitiaalisen syndrooman diagnostiikan kulmakivet ovat:

- patologinen B-kuvio yhdessä tutkimuskentässä ja yhdellä anturinasennolla
- kaksi tai enemmän positiivista löydöstä (patologinen B-kuvio) molemmin puolin
- löydökset mahdollisesti tarkennettu ns. 28 kylkivälitekniikalla, jolla tutkitaan joka kylkiväli erikseen (7)

Suosituksissa keuhkoultraäänitutkimus on esitetty perustekniikaksi interstitiaali-syndrooman evaluaatioon (*first line diagnostic approach*). Sen on katsottu olevan ylivoimainen perinteiseen röntgenkuvan verrattuna sekä syndrooman vahvistamisessa, että poissulkemisessa. Myös erotusdiagnostiikassa (laaja parenkymaalinen keuhkotauti/kardiogeeninen keuhkopöhö/ARDS) ultraäänien käyttö voi olla hyödyllistä, mutta se vaatii korkeatasoista osaamista ja kokemusta (7,8,23).

Alveolaarinen oireyhtymä (alveolar/lung syndrome)

Monet häiriöt, jotka kohdistuvat keuhkokudokseen, aiheuttavat keuhkojen ilmastoitumisen vähenemistä, jolloin keuhkokudoksen tila pienenee ja tiivistyy (infektio, keuhkoembolia, keuhkosyöpä, kompressio- tai obstruktioatelektiaasi ja keuhkokontuusio). Tyypillisiä kuvioita ovat laajat vähäkaikuiset alueet, jotka muistuttavat esim. maksakudoksen ultraäänikuvaa (*tissue-like echotexture*) (kuva 7) (8).

Lisätutkimuksilla voidaan vielä erottaa patologiaa analysoimalla aluerajojen syvyys ja laatu, esim. ns. komeetanpyrstöartefaktujen läsnäolo, ns. ilmat tai nestebrokogrammin (*air-fluid bronchogram*)

>>

läsnäolo. Erotusdiagnoostiikan hyöty on useasti osoitettu, mutta se voi olla teknisesti vaativaa (4,11,16,22,24). Tapauksessa, jossa konsolidaatiot ovat syvemmillä, ultraäänitutkimuksella ei tietenkään pääse kuvaamaan kaikkia kiinnostuksen kohteita.

Yhteenveto

Keuhkojen ultraäänitutkimuksesta on tullut arvokas työkalu monessa kliinisessä tilanteessa varsinkin kriittisesti sairaan potilaan hoidossa. Sen käyttö saa kasvavaa suosiota maailmalla. Tekniikka on suhteellisen helppo opetella eikä sen kouluttaminen vaadi pitkää ajanjaksoa (30). Myös Suomessa ultraäänitutkimusta käytetään jonkin verran keuhkojen tutkimiseen. Kouluttautumisen ongelmana kuitenkin on asiantuntevien opettajien puuttuminen, joita löytyy riittävästi tällä hetkellä vain ulkomailta.

Viime vuoden marraskuun alussa järjestettiin Turussa koulutustapahtuma, jossa opetettiin mm. keuhkoultraäänitutkimuksen perustaitoja. Pääkouluttaja oli Tanskasta, ja hän työskentelee usabcd (*Ultrasound-Airway-Breathing-Circulation-Dolor,*

usabcd.org) –ryhmän parissa. Myös puolalaiset asiantuntijakollegat (W. Kosiak, W. Wierzejski ja N. Buda) ovat viime vuosina pitäneet aiheeseen liittyviä luentoja ja käytännön opetuksia Suomessa (kuva 8). Tarkoitus on pitää samanlaisia koulutuksia tulevaisuudessakin.

Maailmanlaajuinen organisaatio WIN-FOCUS (*World Interactive Network Focused On Critical Ultra Sound*) tarjoa korkeatasoisia keuhkoultraääneneen liittyviä koulutuksia (winfocus.org) ympäri maailmaa. Siellä voi saada myös opettajapätevyyden. ■

Kirjoittajilla ei ole sidonnaisuuksia.

**Suosituksissa
keuhkoultraäänitutkimus
on esitetty perustekniikaksi
interstitiaali-syndrooman
evaluaatioon.**



Kuva 8. Wojciech Wierzejski, Wojciech Kosiak, Jan Adamski ja Antti Pehkonen Satakunnan keskussairaalassa keväällä 2013.

Viitteet

1. Weinberger SE, Drazen JM. Diagnostic tests in respiratory diseases. Kirjassa: Harrison TR (toim) Harrison's principles of internal medicine, 14th ed 2001. McGraw-Hill, New York, s 1453-6.
2. Lichtenstein D. Pulmonary echography: a method of the future in emergency medicine and resuscitation. *Rev Pneumol Clin.* 1997; 53: 63-8.
3. Soldati G, Sher S. Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Minerva Anestesiol* 2009; 75: 509-17.
4. Kosiak W. Ultrasound: the stethoscope in anesthesiology and critical care medicine - myth or reality? Part 2: Clinical usefulness of chest ultrasound in diagnosis of pneumothorax, pulmonary edema, pulmonary thromboembolism and infectious diseases in critical care medicine. *Anestezjol Rat* 2010; 3: 361-72.
5. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, ym. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183: 341-7.
6. Via G, Storti E, Gulati G, ym. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *Minerva Anestesiol* 2012; 78: 1282-96.
7. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas P, ym. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577-91.
8. Lichtenstein D. Kirjassa: Whole body ultrasonography in the critically ill. Springer-Verlag, Heidelberg 2010, ss. 117-202, 315-20.
9. Webb WR. Thin-section CT of the secondary pulmonary lobule: anatomy and the image-the 2004 Fleischner lecture. *Radiology* 2006; 239: 322-38.
10. Heitzman ER, Markarian B, Berger I, Dailey E. The secondary pulmonary lobule: a practical concept for interpretation of chest radiographs. I. Roentgen anatomy of the normal secondary pulmonary lobule. *Radiology* 1969; 93: 507-12.
11. Lichtenstein DA, Lascols N, Meziere GA, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2004; 30: 276-81.
12. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, ym. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 2006; 24: 689-96.
13. Kosiak W. Ultrasound: the stethoscope in anesthesiology and critical care medicine - myth or reality? Part 1: Ultrasound image of normal lungs and first attempt to chest ultrasound examination. *Anestezjol. Rat.* 2010; 2: 231-8.
14. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, ym. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Anesthesiology* 2004; 100: 9-15.
15. Zanobetti M, Poggioni P, Pini R. Can chest ultrasonography replace standard chest radiography for evaluation of acute dyspnea in the emergency department? *Chest* 2011; 5: 1140-47.
16. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 165-71.
17. Kocijancic I, Vidmar K, Ivanovi-Herceg Z. Chest sonography versus lateral decubitus radiography in the diagnosis of small pleural effusions. *J Clin Ultrasound* 2003; 31: 69-74.
18. Remerand F, Dellamonica J, Mao Z, ym. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside. *Intensive Care Med* 2010; 36: 656-64.
19. Yang PC, Luh KT, Chang DB, ym. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159: 29-33.
20. Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Medicine* 2010; 37: 224-32.
21. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, ym. Handheld thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (eFAST). *J Trauma* 2004; 57: 288-95.
22. Lichtenstein DA, Meziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008; 134: 117-25.
23. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovascular Ultrasound* 2008; 6: 16.
24. Tutino L, Cianchi G, Barbani F, ym. Time needed to achieve completeness and accuracy in bedside lung ultrasound reporting in Intensive Care Unit. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2010; 18: 44.