

Johdanto

Ilmarinta voi syntyä spontaanisti, vamman tai toimenpiteen seurauksena. Kun keuhkopussiin pääsee ilmaa, sen negatiivinen paine häviää osittain tai kokonaan, mikä johtaa keuhkokudoksen kasaanpainumiseen. Ilmarinta vaatii usein kiireellisiä hoitotoimenpiteitä. Paineilmarinta on erityisen kiireellinen tilanne. Se syntyy, jos ilmaa pääsee virtaamaan keuhkopussiin sisäänhengityksen mukana läppämekanismiin tavoin. Tällöin keuhkopussiin kehittyy ylipaine, joka voi romahduttaa hemodynamiikan ilman painaessa sydäntä ja suuria suoniamia (Kaarteenaho ym. 2013).

Maaten otettua keuhkojen natiivi-röntgen-kuvaa on perinteisesti käytetty traumapotilaan arvioinnissa. Makuukuva on kuitenkin varsin epätarkka ilmarinnan toteamisessa, koska anteriorisesti asettunut ilmavaippa on vaikea havaita. Vierikaikukuvantamisen on todettu olevan natiivikuvaa tarkempi sekä toteamaan että poissulkemaan ilmarinta (Rowan ym. 2002). Kansainvälisten suositusten mukaan kaikukuvantamista tulisikin käyttää potilaan arvioinnissa, kun ilmarinta on yksi vaihtoehtoisista diagnooseista. Erityisesti tämä pätee kriittisesti sairaan potilaan kohdalla, koska tutkimus on nopea eikä yleensä vaadi potilaan siirtämistä. Ilmarinnan arviointi on myös oleellinen osa traumapotilaille usein tehtävää eFAST-tutkimusta (Volpicelli ym. 2012).

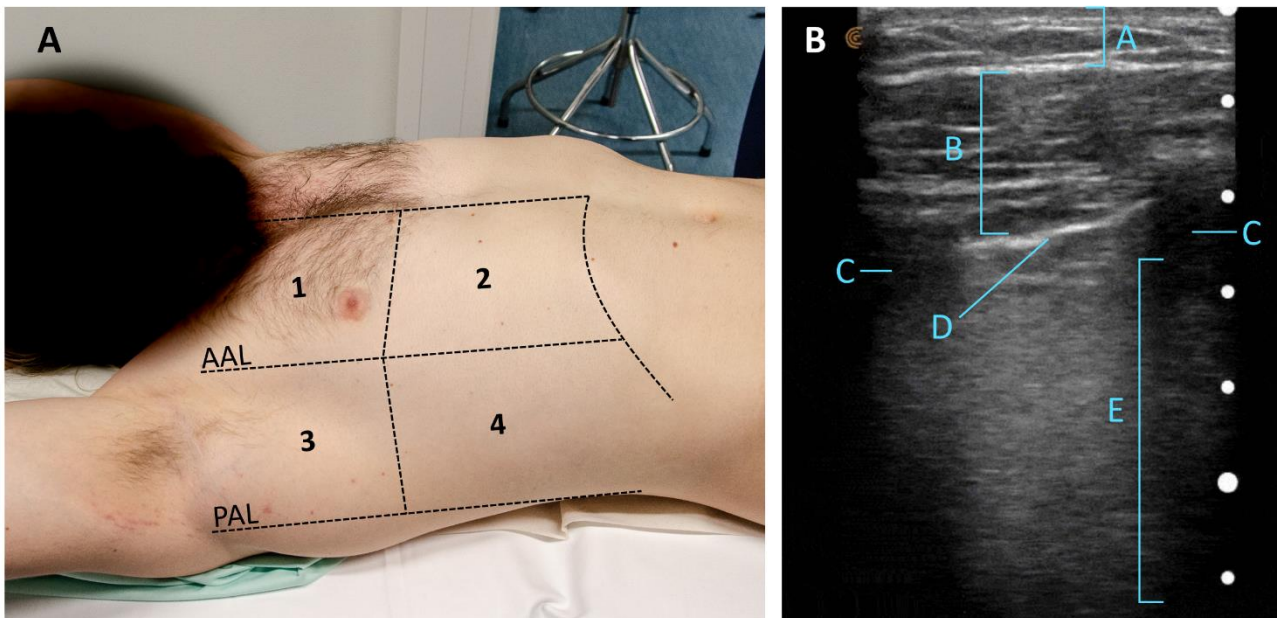
Ilmarinnan arvioiminen

Ilmarinnan arvioinnissa voidaan käyttää kaikkia tavanomaisia antureita, mutta usein tulkinta on helpointa lineaarianturilla. Modernit ultraäänilaitteet on optimoitu hävittämään kaikuartefakteja, joita pyritään käyttämään hyväksi keuhkoja kuvannettaessa. Niinpä laitteesta on syytä valita keuhko-ohjelma aina, kun sellainen löytyy. Tutkittaessa potilas makaa selällään (kuva 1A) ja anturia pidetään aksillaarisuunnassa. Rintakehä jaetaan neljään alueeseen, joista jokaisesta haetaan kuvan 1B mukainen näkymä kylkiluuvälissä (Volpicelli ym. 2006). Ilmarintaa arvioitaessa etsitään järjestelmällisesti neljää eri kaikumerkkiä (kuva 2). Tässä tekstissä käytetään kaikumerkkien englanninkielisiä nimiä, koska ne ovat vakiintuneet myös suomalaisen käyttöön. Näitä ovat:

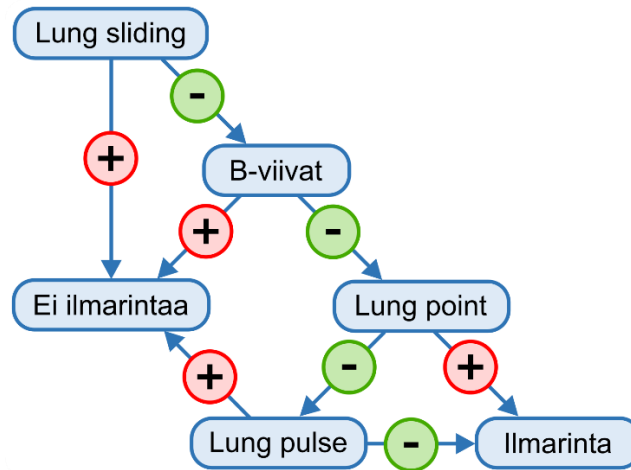
- Lung sliding nähdään dynaamisena kirkaskaikuisen pleurarajapinnan (kuva 1B kohta D) sahaavana tai väreilevänä liikkeenä hengityksen tahtiin. Se syntyy viskeraali- ja parietaalipleuran liikkeestä toisiaan vasten. Mikäli pleuralakvojen välissä on ilmaa, *lung slidingia* ei nähdä. *Lung slidingin* näkyminen tutkittavalla alueella poissulkee ilmarinnan. Sen puuttuminen ei kuitenkaan varmista diagnoosia, koska se voi puuttua myös muissa patologioissa, kuten atelektaasissa ja keuhkofibroosissa (Lumb & Karakitsos 2015).
- B-viivat (*B-lines, comet tails*, kuva 3B) ovat kaikuartefakteja, jotka syntyvät alveolitasolla, kun ultraääniaalto osuu ilman ja nesteeseen tai pehmytkudoksen rajapintaan. Ne nähdään pleurarajapinnasta alkavina lasersäteiden kaltaisina ja hengityksen tahtiin liikkuvina melko kirkaskaikuisina pystyviivoina. Keuhkopussissa oleva ilma estää ultraääniaaltojen kulun keuhkokudokseen – B-viivojen havaitseminen siis poissulkee ilmarinnan tutkittavalla alueella. Terveessä keuhkossa voidaan nähdä yksittäisiä B-viivoja. Mikäli yhdessä kylkiluuvälissä nähdään kolme tai useampia yhtäaikaista B-viivoja, viittaa tämä lisääntyneeseen nesteeseen alveolitasolla, tavallisimmin sydämen vajaatoiminnan aiheuttamaan keuhkopöhöön (Ma ym. 2014).
- Lung point on ilmarinnalle spesifinen löydös, jossa kaikukuvassa nähdään vierekkäin sekä ilmarinnan (puuttuva *lung sliding*) että terveen keuhkon löydökset (*lung sliding*, A- ja/tai B-viivat). Tämä löydös

varmistaa ilmarintadiagnoosin ja *lung pointia* (eli ilmarinnan ja terveen keuhkon rajaa) seuraamalla voidaan määrittää ilmarinnan laajuus rintaontelossa. Kookkaassa lähes koko keuhkon käsittävässä ilmarinnassa *lung pointia* ei välttämättä nähdä lainkaan (Volpicelli ym. 2012, Lumb & Karakitsos 2015).

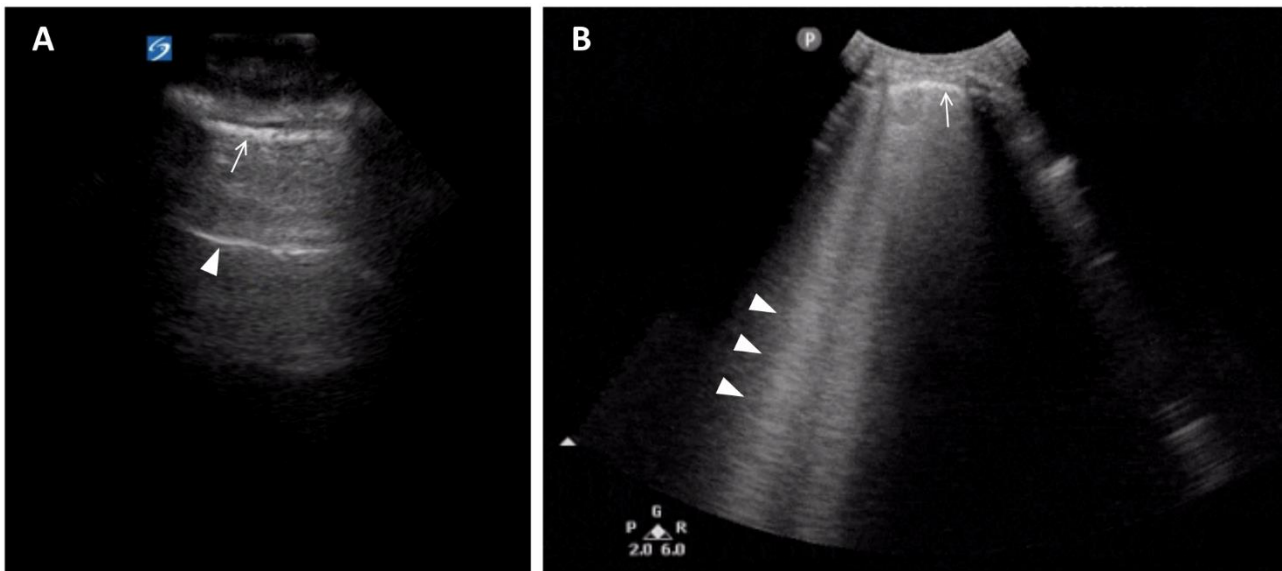
- *Lung pulse* nähdään pleurarajapinnan rytmisenä liikkeenä sydämen sykkeen tahtiin. *Lung pulse* näkyy yleensä selviten, kun potilas pidättää hengitystään (tai ei muusta syystä hengitä). Se voi näkyä myös M-moodissa. *Lung pulsea* ei nähdä, mikäli keuhkon pinnan päällä on kaikuasteen luova ilmakerros, jollainen ilmarintatilanteessa syntyy (Fox 2011, Lumb & Karakitsos 2015).
- *A-viivat* (*A-lines*, kuva 3A) ovat horisontaalisia kaikuartefaktoja, pleurarajapinnan kerrannaiskaikuja ilmatäyteisessä keuhkossa. Niitä voidaan nähdä normaalissa terveessä keuhkossa, mutta myös sellaisissa patologioissa, joihin ei liity nesteiden kertymistä keuhkoon tai pleuratilaan (mm. ilmarinta, COPD, keuhkoembolia). Lisäämällä kaikonäkymän syvyyttä voidaan nähdä useita säännöllisin välimatkoin toistuvia A-viivoja (Ma ym. 2014).



Kuva 1. A) Ilmarintaa arvioitaessa rintakehä jaetaan neljään alueeseen, ja tutkimus suoritetaan kullekin alueelle. AAL = anteriorinen aksillaarilinja, PAL = posteriorinen aksillaarilinja. B) Normaali kaikonäkymä rintakehän pinnalta kylkiluuvälistä. A = ihonalaiskudos, B = lihaskerros, C = kylkiluu, D = pleurarajapinta, E = kylkiluun heittävä kaikuvarjo, F = A-viiva. Kuva: The POCUS Atlas.

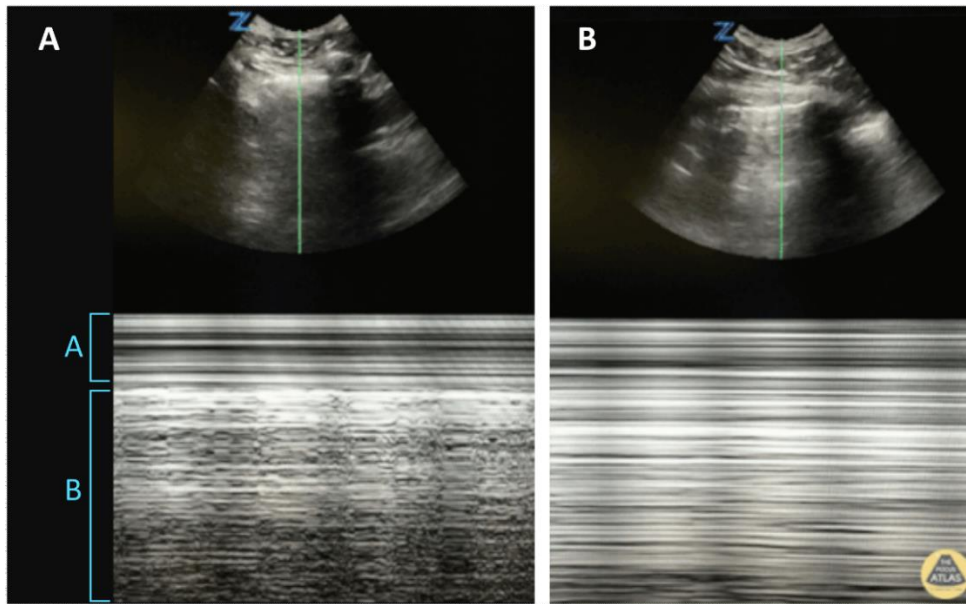


Kuva 2. Ilmarinnan poissulkemisen ja toteamisen vuokaavio. *Lung slidingin*, B-viivojen tai *lung pulsen* havaitseminen poissulkevat ilmarinnan tutkittavan kylkiluuvälin kohdalla, mutta vain *lung pointin* havaitseminen tai kaikkien muiden kaikkumerkkien puuttuminen varmistaa sen olemassaolon (Volpicelli ym. 2012).



Kuva 3. A) Pleurarajapinta (nuoli) ja A-viiva (nuolenkärki) eli pleurarajapinnan kerrannaiskaikuarterfakti. B) Pleurarajapinta (nuoli) ja B-viivoja (nuolenkärjet). Kuvat: The POCUS Atlas.

Lisäksi ilmarinnan arvioinnissa voidaan hyödyntää ultraäänilaitteen *M-modea* (kuva 4). M-moodin käyttö parantaa tutkimuksen diagnostista tarkkuutta, kun tutkimuksen tekijä on melko kokematon (alle 250 tehtyä ilmarintatutkimusta) (Avila ym. 2018). *Lung slidingia* vastaa *seashore sign*, jossa rintakehän pintakerrokset muodostavat aallokkomaisen kuvion, pleurarajapinta nähdään kirkaskaikuisena horisontaalisena viivana ja tämän alla pleurojen ja keuhkon normaalin liikkeen aiheuttama artefakti muistuttaa hiekkarantaa (kuva 3A). *Lung slidingin* puuttuessa pleurarajapinnan alapuolella nähdään vain rintakehän pintakerrosten kerrannaiskaikuja. Tätä kutsutaan *barcode* tai *strathosphere signiksi* (kuva 3B). *Lung pointin* kohdalla M-moodin kuvassa nähdään hengityksen tahdissa vaihteleva *seashore sign* ja *barcode sign*.



Kuva 4. A) *Seashore sign* terveessä keuhkossa. Rintakehän pintakerrokset piirtyvät M-moodissa ”aallokkona” (A) ja sen alla liikkuva keuhkokudos ”hiekkana” (B). C) *Barcode* tai *strathosphere sign* viittaa ilmarintaan. Kuvassa nähdään vain rintakehän pintakerros ja sen kerrannaiskaikuja. Kuvien lähde: <http://www.thepocusatlas.com>.

Lähteet

Avila J, Smith B, Mead T ym. Does the addition of M-mode to B-mode ultrasound increase the accuracy of identification of lung sliding in traumatic pneumothoraces? *Journal of Ultrasound in Medicine* 2018;37:2681 – 2687.

Fox JC. *Atlas of Emergency Ultrasound*. Cambridge: Cambridge University Press 2011.

Kaarteenaho R, Brander P, Halme M ym. *Keuhkosairaudet – Diagnostiikka ja hoito*. Kustannus Oy Duodecim 2013.

Lumb P, Karakitsos D. *Critical Care Ultrasound*. Philadelphia: Elsevier-Saunders 2015.

Ma OJ, Mateer JR, Reardon RF ym. *Ma and Mateer’s Emergency Ultrasound*, 3. painos. New York: McGraw-Hill Education / Medical 2014.

Noble VE, Nelson B. *Manual of Emergency and Critical Care Ultrasound*, 2. painos. Cambridge: Cambridge University Press 2011.

Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D ym. Traumatic pneumothorax detection with US: correlation with chest radiography and CT – initial experience. *Radiology* 2002;225:210–14.

Volpicelli G, Mussa A, Garafalo G ym. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *American Journal of Emergency Medicine* 2006;24:689 – 696.

Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M ym. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Medicine* 2012;38:577 – 91.