

Johdanto

Kaikukuvantaminen parantaa erilaisten toimenpiteiden tarkkuutta, vähentää komplikaatioita, lisää potilastyytyväisyyttä ja usein sen avulla säästetään myös aikaa (Bauman ym. 2009). Kaikukuvausta voidaan käyttää apuna lähes aina, kun neula upotetaan pehmytkudokseen. Kaikukuvausta voidaan käyttää joko toimenpidealueen kartoitukseen ennen toimenpidettä tai reaaliaikaisesti kudoksessa olevan neulan, kohteen ja anatomisten rakenteiden havainnoimiseen. Esimerkiksi askites- ja pleurapunktio onnistuvat usein sopivan pistopaikan kartoittamisella, mutta tarvittaessa nekin voidaan tehdä jatkuvassa ultraääniohjauksessa. Mahdollisia ultraääniavusteisia toimenpiteitä ovat muun muassa perifeerisen laskimon ja arterian kanylointi, keskuslaskimo- ja suprapubisen katettrin asettaminen, abskessin ja vierasesineiden paikallistaminen, erilaiset puudutukset sekä lumbaali-, rakko-, askites- ja pleurapunktio (Noble & Nelson 2011, Ma ym. 2014).

Ultraääniavusteisten toimenpiteiden haasteena on kolmiulotteisen tehtävän hallitseminen kaksiulotteisen kuvan avulla. Myös neulan ja anturin sujuva koordinointi voi olla aluksi hankalaa. Varmuus kuitenkin paranee nopeasti kokemuksen karttuessa. Schoenfeldin ym. (2011) tutkimuksessa koulutettavat kanyloivat ultraääniavusteisesti potilaita, joille perinteinen perifeerisen laskimon kanylointi ei ollut onnistunut. Ultraääniavusteisena kanylointi onnistui 45,8 % tapauksista, kun koulutettavalla oli 0 – 3 aiempaa onnistunutta kanylointia. Kun onnistuneita kanylointeja oli kertynyt yli 10, onnistuneiden yritysten osuus oli 86,8 %.

Ennen toimenpidettä on syytä varmistua siitä, että toimenpiteelle on olemassa perusteltu indikaatio. Yleisesti ottaen vähäistä nestemäärää, esimerkiksi pleuranestettä, ei kannata punktoida. Potilaan tulee olla yhteistyökykyinen tai riittävästi sedatoitu, mikäli toimenpide on välttämätön. Lisäksi on huomioitava vuotoriski, joka voi johtua potilaan perussairauksista tai vuotoriskiä lisäävästä lääkityksestä. Esimerkiksi pleurapunktiossa INR-arvon tulee olla yli 1,7 ja trombosyyttien määrän yli $50 \times 10^9/l$ ja vastaavasti askitespunktiossa INR > 1,7 ja Tromb > $100 \times 10^9/l$ (Mäkijärvi ym. 2016). Eri antikoagulaatiolääkitysten tauottamiseen liittyvä varoaika on huomioitava. Näitä on kuvattu tarkemmin Akuuttihoito-oppaassa ja usein myös sairaaloiden omissa hoito-ohjeissa.

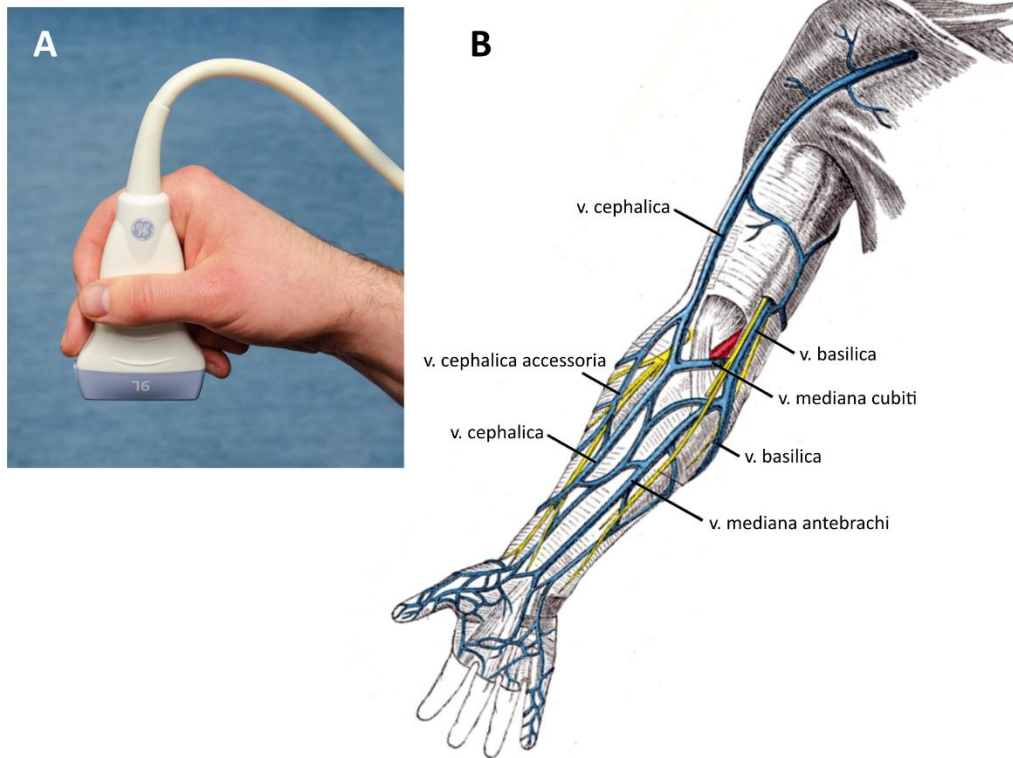
Perifeerisen laskimon kanylointi

Perifeerisen laskimon kanylointi on yksi lääkärin perustaidoista. Toisinaan kanyloitavan laskimon paikantaminen tai kanyylin asettaminen voi osoittautua haasteelliseksi. Synnä voi olla esimerkiksi potilaan lihavuus, arpeutuneet laskimot (esim. aiemmat runsaat kanyloinnit tai suonensisäisten huumeiden käyttö), dehydraatio, kudosturvotus tai jokin krooninen sairaus. Ultraäänilaitteen avulla voidaan paikantaa syvemmilläkin kudoksessa oleva laskimo ja ohjata neula tarkasti kohteeseen (Noble & Nelson 2011).

Shokoohin ym. (2013) tutkimuksessa suurehkon sairaalapäivystyksen henkilökunta koulutettiin ultraääniohjatus kanyloinnin käyttöön. Tämä oli ainut merkittävä muutos hoitokäytäntöihin kuuden vuoden tutkimusjaksolla, jonka aikana keskuslaskimokatetrien käyttö väheni 80 %. Tutkimuksessa ei otettu kantaa siihen, missä määrin vähennys oli koulutusohjelman ansiota. On kuitenkin ilmeistä, että kun hankaluuksia tuottava perifeerinen kanylointi saadaan suoritettua kaikukuvantamisen avulla, voidaan välttyä merkittävästi haastavammalta ja riskialttiimmalta keskuslaskimokatettrin asettamiselta.

Ultraääniavusteista kanylointia varten valitaan lineaarianturi. Anturin ja ultraäänilaitteen näytön suunta-merkkien tulee osoittaa samaan suuntaan. Aluksi kaikukuvantamalla etsitään kanyloitavaksi sopiva suoni kyy-närvarren tai -taipeen alueelta. Lähtökohtaisesti valitaan mahdollisimman pinnallinen ja distaalinen laskimo,

jolloin mahdolliset seuraavat kanyloinnit voidaan tehdä proksimaalisemmin. Vena cephalica olkavarressa ja vena mediana cubiti kyynärtaipessa ovat yleensä hyviä kohteita (kuva 1B).

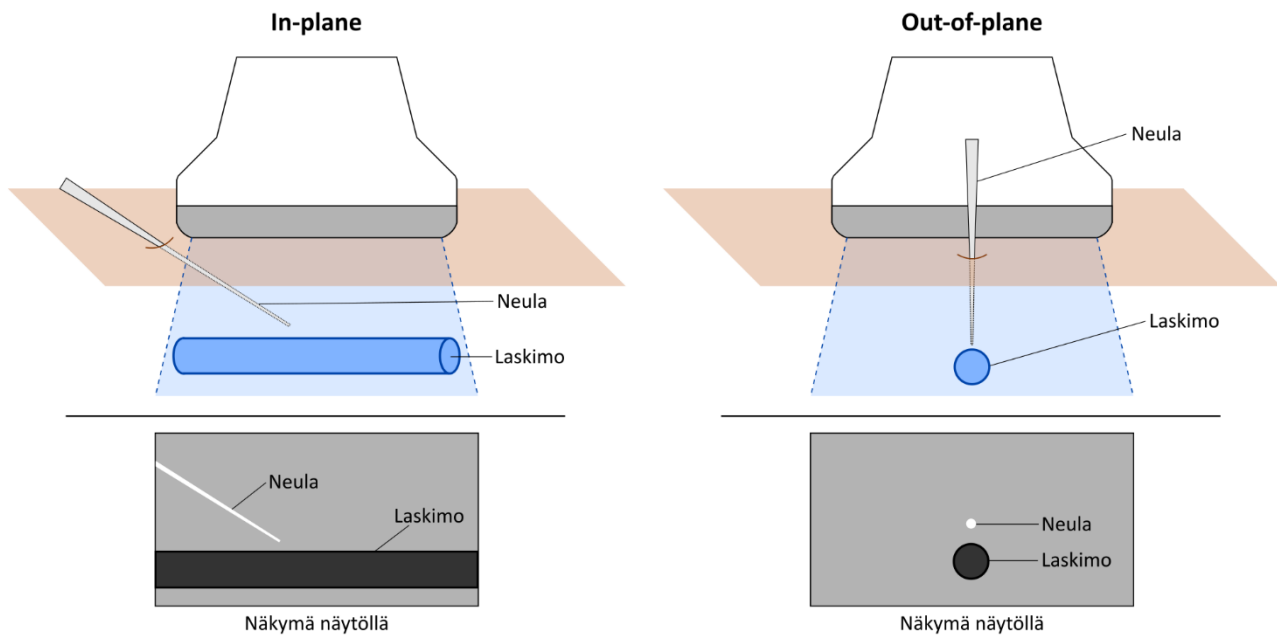


Kuva 1. A) Hyvä ote anturista on tärkeä ultraääniavusteisen toimenpiteen suorittamisessa. Kolme ensimmäistä sormea pitelevät anturia ja loput sormet sekä kämmensyrjä vakauttavat otteen potilaan ihoa vasten. B) Yläraajan pinnallinen laskimojärjestelmä. Kyynärvarren laskimoissa tavataan runsaasti anatomisia variantteja. Kuva: Henry Gray (public domain).

Oleellista on tunnistaa laskimo oikein, jotta vältetään valtimopistokselta. Laskimo puristuu yleensä helposti kasaan anturilla painettaessa. Pinnallisia laskimoita etsittäessä ja kanyloitaessa onkin tärkeää pitää anturin kosketus hyvin kevyenä, jotta laskimo ylipäätään löydetään. Toisaalta hypotensiivisellä potilaalla myös pienet valtimot saattavat puristua varsin helposti. Valtimossa nähdään kuitenkin pulsaatiota ja sen seinämät ovat laskimon seinämiä paksummat. Epäselvissä tapauksissa voidaan doppler-toiminnolla tunnistaa valtimon pulsaatio. Laskimossa virtaus on tasaista ja rauhallista (Ma ym. 2014).

Kanylointia tehtäessä pyritään mahdollisimman hyvään steriiliteettiin. Suunniteltu pistoskohta steriloidaan ja pidetään puhtaana ultraäänigeelistä, sillä tavallinen ultraäänigeeli ei ole steriiliä. Tarvittaessa voidaan käyttää steriiliä geeliä ja anturin päällä steriiliä suojapussia. Myös suojapussin ja anturin väliin laitetaan geeliä. Anturi voidaan suojata myös asettamalla se suuren steriilin hanskan peukalo-osaan, mikäli varsinaisia suojapusseja ei ole saatavilla (Ma ym. 2014).

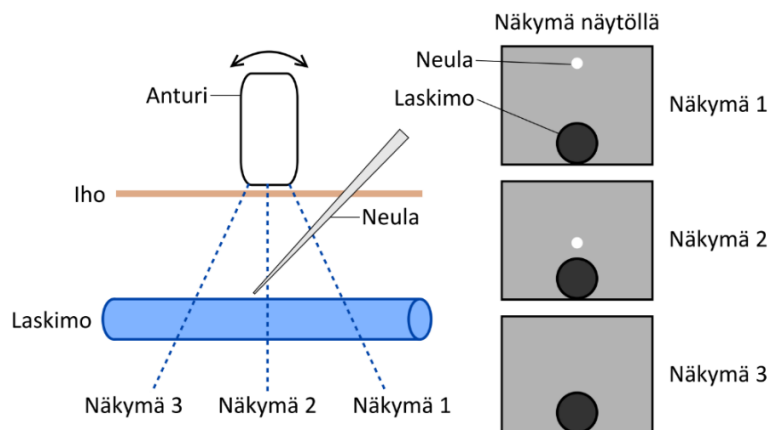
Ultraääniavusteisessa kanyloinnissa ja toimenpiteissä yleensä voidaan käyttää joko niin sanottua *in-plane*- tai *out-of-plane*-tekniikkaa (kuva 2). Molemmilla tekniikoilla on omat etunsa ja haasteensa. *In-plane*-tekniikalla neula pystytään kuvantamaan kokonaisuudessaan, mutta toimenpiteen koordinointi on hankalaa, koska ohut neula pitää saada osumaan luottokortin paksuiselle ultraääniaaltojen kuvantamispinnaalle.



Kuva 2. *In-plane*- ja *out-of-plane*-tekniikat ja niitä vastaavat näkymät ultraäänilaitteen näytöllä.

Tässä ohjeessa esitellään tarkemmin *out-of-plane*-tekniikka, joka on yleensä helpommin opittavissa. Ennen toimenpidettä kohdelaskimon yläpuolelle asetetaan staasi, joka laajentaa laskimon ja tekee sekä kuvantamisesta että kanyloinnista helpompaa. Oleellista on myös rauhalliset ja tarkat liikkeet mahdollistava ote anturista (kuva 1B). *Out-of-plane*-tekniikassa anatomiset rakenteet ja kanyylin neula kuvautuvat poikkileikkeinä. Tärkeää on keskittää sekä kohdesuoni että neula ultraäänianturin ja näytön kuvan keskelle. Lähestymiskulma valitaan suonen syvyyden mukaan. Syvää laskimoa (> 1 cm) kanyloitaessa on syytä valita normaalia pidempi kanyyli (Noble & Nelson 2011, Ma ym. 2014).

Out-of-plane-tekniikan haasteena on usein neulan kärjen paikantaminen, joka kuitenkin onnistuu anturia varovasti kallistamalla tai liikuttamalla (kuva 3). Neulan kärki on kohdassa, jossa neulan kirkaskaikuinen poikkileike katoaa. Kanyyliä viedään rauhallisesti syvemmälle kudokseen ja neulan kärki pidetään koko ajan kuvakontrollissa. Laskimon pinta antaa usein hieman periksi ennen läpäisyä. Kun kärki nähdään laskimossa ja kanyylin tippakammioon ilmaantuu verta, neulaa vedetään hieman ulos ja kanyyli asetetaan paikoilleen normaaliin tapaan (Noble & Nelson 2011, Ma ym. 2014).

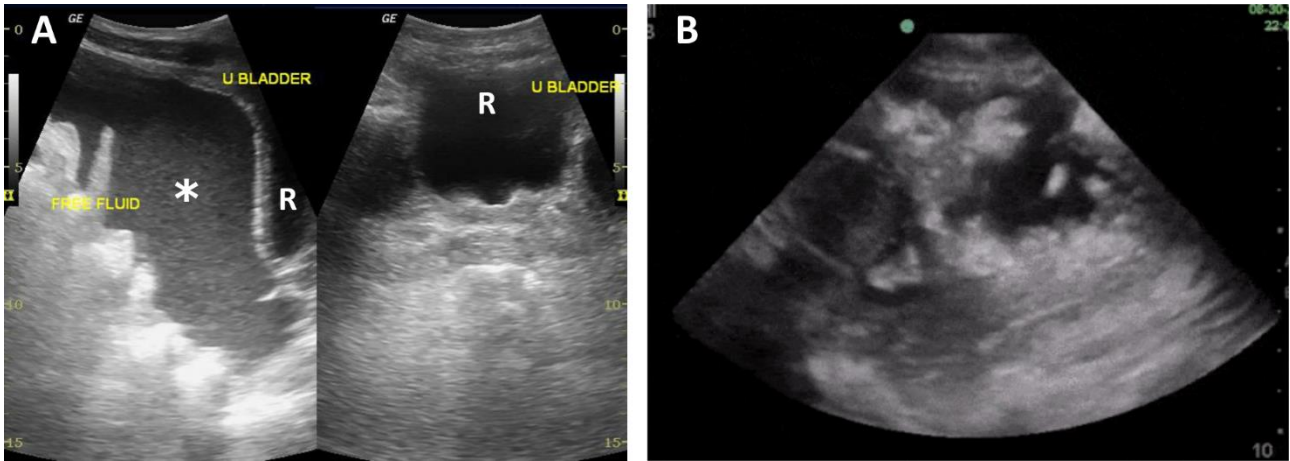


Kuva 3. Anturia varovasti kallistamalla tai iholla liikuttamalla voidaan paikantaa neulan kärjen sijainti *out-of-plane*-tekniikkaa käytettäessä.

Askitespunktio

Askitespunktion indikaatioita ovat diagnostinen näytteenotto ja runsaan nesteen terapeutinen poisto potilaan voinnin helpottamiseksi. Ultraääntä pidetään askitesnesteen toteamisen kultaisena standardina ja jo noin 100 ml nestekertymä on yleensä helppo havaita. Onnistuneeseen punktioon vaaditaan yleensä kuitenkin vähintään 300–500 ml nestekertymä (Ma ym. 2014). Pistokohdan pienimmästä nestepatjan paksuudesta voidaan arvioida nesteen määrää: jokainen 1 cm nestekerrosta vastaa karkeasti yhtä litraa nestettä (Irshad ym. 2009). Ultraääniohjattuna askitespunktio onnistuu useammin kuin perinteisellä tekniikalla (onnistuneiden punktioiden osuus 95 % vs. 65 %) ja komplikaatioriski on vähäisempi (Nazeer ym. 2005).

Askitesnesteen toteamista ja punktiota varten valitaan 3,5 – 5 MHz konvekssi- eli vatsa-anturi. Vatsanpeitteiden paksuus voi vaihdella huomattavasti, mikä pitää huomioida punktiovälineitä valittaessa. Usein toimenpide onnistuu paksulla infusioneulalla ja -letkulla. Vatsaontelon sisäinen neste hakeutuu painovoiman mukaisesti, ja jo vähäinen nestemäärä voidaan havaita eFAST-tutkimuksella. Punktiota varten tutkitaan myös vatsaontelon alaneljännekset. Runsas askitesneste näkyy tummana, vähäkaikuisena kerroksena heti vatsanpeitteiden alapuolella (kuva 4). Toisinaan nesteessä nähdään partikkeleita (Ma ym. 2014).



Kuva 4. A) Rungas askiteskertymä (tähti) vatsaontelossa virtsarakon (R) lähetytyillä. Tässä tapauksessa askitesnestessä on runsaasti partikkeleita ja se näyttyy rakossa olevaa nestettä kirkaskaikuisempuna. Kuva: Maulik S. Patel, Radiopaedia.org, rID: 29199. B) Askitesnestettä ja nesteessä kelluvia suolenmutkia. Kuva: The POCUS Atlas.

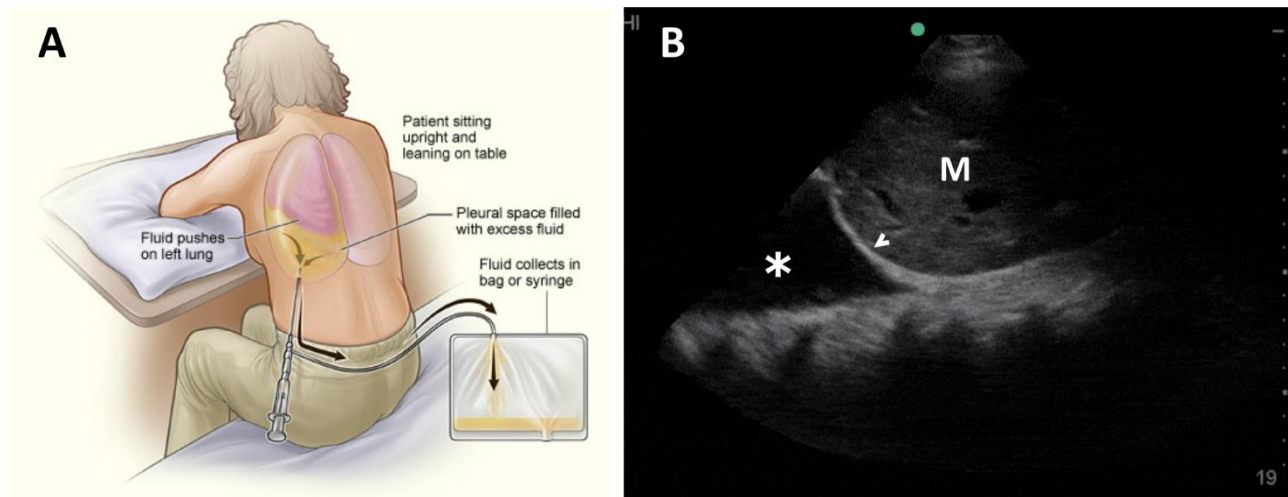
Punktiopaikaksi haetaan kohta, jossa nähdään mahdollisimman paksu nestekertymä ja toisaalta vatsaontelon seinämä on mahdollisimman ohut. Usein hyvä kohta löytyy vatsan oikeasta tai vasemmasta alaneljänneksestä suunnilleen napa-alueelta. Nestekertymän paksuuden tulisi olla vähintään 3 cm, jotta punktio on turvallista suorittaa. Nestettä voidaan ohjata suunnitellulle punktiopaikalle kääntämällä potilas puolittaiseen kylki-asentoon. Pistopaikka kartoitetaan huolellisesti pitkittäis- ja poikittaissuunnassa ja merkitään iholle. Vatsanpeitteiden paksuus mitataan ultraäänilaitteen näytöltä. Suunnittelussa punktiopaikassa on syytä lopuksi säätää kuvan syvyys pieneksi ja tarkistaa doppler-toiminnolla, ettei kohdassa ole merkittäviä vatsanpeitteiden verisuonia (Ma ym. 2014, Kunnamo 2018).

Itse toimenpide voidaan suorittaa yleensä ilman ultraääniohjausta, kun nestekerros on todettu riittävän paksuksi. Tärkeää on, ettei potilas liiku pistopaikan kartoituksen ja varsinaisen punktion välissä. Punktiopaikka puhdistetaan ja punktioreitti puudutetaan. Tämän jälkeen punktioneula työnnetään kohtisuoraan vatsaonteloon. Potilasta voi pyytää pullistamaan vatsaansa ulos, jolloin punktio helpottuu ja riski osua syviin rakenteisiin edelleen vähenee. Infuusioletku voidaan liittää esimerkiksi virtsankeruupussiin. Infusioneula kiinnitetään paikoilleen teippaamalla ja se voidaan tukea pystyasentoon sideharsorullalla. Punktion voi suorittaa myös puuduttamatta, jos käytetään paksua laskimokanyyliä (Ma ym. 2014, Kunnamo 2018).

Pleurapunktio

Myös pleurapunktio voidaan tehdä näytteenottona diagnostiikan tukena tai terapeuttisena toimenpiteenä, kun runsas pleuraneste aiheuttaa potilaalle oireita. Gordonin ym. (2010) meta-analyysin mukaan kaikukuvantamisen käyttö pleurapunktion tukena on merkittävin ilmarintariskiä vähentävä tekijä.

Pleurapunktio tehdään yleensä vasta kun pleuranestettä on kertynyt melko runsaasti. Tällöin dorsaalinen lähestymistapa on käyttökelpoisen. Toimenpidettä varten potilas on istuvassa asennossa, kädet korokkeella ja pää lepää käsien ja tyynyn päällä (kuva 5A). Kaikukuvantamalla kartoitetaan koko pleuranestekertymän laajuus selkäpuolelta kylkiluuväleistä. Neste näkyy jälleen tummana patjana pintakudoksen, lihaskerroksen ja pleurarajapinnan alapuolella. Punktio voidaan suorittaa turvallisesti, kun suunnitellulla punktiokohdalla nähdään vähintään 10 mm nestepatja. Pallean sekä maksan tai pernan sijainti tarkistetaan. Lisäksi on syytä kiinnittää huomiota rakenteiden, esimerkiksi nestekertymän alapuolella nähtävän keuhkon, liikkeeseen hengityssyklin mukana (Ma ym. 2014).



Kuva 5. A. Potilaan asemointi pleurapunktio-toimenpiteessä. Kuva: National Heart, Lung and Blood Institute (public domain). B. Pleuranestekertymä (tähti) vatsaontelon oikeassa yläneljänneksessä. Kuvassa nähdään myös pallea (nuolenkärki), maksa (M) sekä selkärankaa kuvan alalaidassa. Kuva: The POCUS Atlas.

Kun punktiopaikka on kartoitettu ja merkitty, voidaan punktio yleensä suorittaa ilman ultraääniohjausta. Potilaan tulee ehdottomasti pysyä liikkumattomana ultraäänikartoituksen ja toimenpiteen aikana. Alue puhdistetaan huolellisesti ja punktiokanava puudutetaan mikäli käytetään suurikaliiperista punktioneulaa. Puudute- ja myöhemmin punktioneula suunnataan ultraäänianturilla määritetyn parhaan tulokulman mukaisesti, yleensä kohtisuoraan kylkiluuväliin nähden huolehtien siitä, että neula ei osoita ainakaan ylöspäin. Neula viedään rauhallisesti sisään merkityn kylkiluuvälin alemman kylkiluun yläpinnan välittömässä läheisyydessä koko ajan puuduttaen ja aspiroiden, kunnes ruiskuun saadaan aspiroitua pleuranestettä. Puudutuksen jälkeen varsinaisella punktioneulalla edetään saman periaatteen mukaisesti. Ilmarinnan ja keuhkopöhön riski kasvaa, kun pleuranestettä poistetaan kerralla suuria määriä. Niinpä nestettä saa kerrallaan poistaa korkeintaan 1 500 ml. Mikäli pleuranestettä on tarkoitus ottaa vain näytteeksi, toimenpide voidaan tehdä ilman puudutusta ohuella 21 gaugen neulalla ja 20 ml:n ruiskulla (Kaarteenaho ym. 2013, Ma ym. 2014).

Rakkopunktio ja suprapubisen katetrin asennus

Rakkopunktio ja suprapubisen katetrin asennus noudattavat samoja periaatteita kuin pleura- ja askitespunktio. Kaikukuvantamalla voidaan tarkistaa rakon riittävä täyteisyys toimenpidettä varten ja ohjata neula paksuimman nestekerroksen kohdalle. Yksinkertainen keino arvioida rakon riittävää täyteisyyttä on painaa anturilla kevyesti rakkoa. Mikäli se painuu herkästi kasaan, rakko ei ole tarpeeksi täynnä suprapubisen katetrin asennusta varten. Diagnostista rakkopunktiota varten rakossa tulisi olla kuitenkin vähintään 2 cm nestekerros. Lisäksi kaikukuvantamalla nähdään mahdolliset anatomiset poikkeavuudet rakossa ja näin vältetään komplikaatioita. Kun turvalliset olosuhteet ja sopiva punktiopaikka on varmistettu ja merkitty, alue puhdistetaan ja punktioneula viedään rakkoon. Ohuella neulalla punktoidessa ihonalaista puudutusta ei tarvita, mutta tarvittaessa voidaan käyttää geelipuudutetta (Ma ym. 2014, Kunnamo & Pohjonen 2018).

Suprapubista katetria asennettaessa punktiokanava on syytä puuduttaa. Puuduteneulalla voidaan aspiroida rakon sisältöä ja varmistaa oikea paikka ja syvyys. Iholle tehdään puudutuksen jälkeen pieni viilto, joka helpottaa suuren neulan vientiä ihon läpi (Ma ym. 2014, Kunnamo & Pohjonen 2018). Rakon kuvantamista on käsitelty seikkaperäisesti virtsateiden kuvantamista käsittelevissä oppimateriaaleissa.

Lähteet

Bauman M, Braude D, Crandall C. Ultrasound-guidance vs. standard technique in difficult vascular access patients by ED technicians.

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

Gordon CE, Feller-Kopman D, Balk EM ym. Pneumothorax following thoracentesis: A systematic review and metaanalysis. Archives of Internal Medicine 2010;170:332 – 339.

Ishad A, Ackerman SJ, Anis M ym. Can the smallest depth of ascitic fluid on sonograms predict the amount of drainable fluid? Journal of Clinical Ultrasound 2009;37:440 – 444.

Kaarteenaho R, Brander P, Halme M ym. (toim.). Keuhkosairaudet – Diagnostiikka ja hoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2013.

Kunnamo I. Askitespunktio infuusioneulan avulla. Lääkärin käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2018 (päivitetty 7.10.2014). www.terveysportti.fi.

Kunnamo I, Pohjonen S. Perkutaaninen kystostomia. Lääkärin käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2018 (päivitetty 7.10.2014). www.terveysportti.fi.

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

Nazeer SR, Dewbre H, Miller AH. Ultrasound-assisted paracentesis performed by emergency physicians vs the traditional technique. American Journal of Emergency Medicine 2005;23:363 – 367.

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

Schoenfeld E, Boniface K, Shokoohi H. ED technicians can successfully place ultrasound-guided intravenous catheters in patients with poor vascular access. American Journal of Emergency Medicine 2011;29:496 – 501.

Shokoohi H, Boniface K, McCarthy M ym. Ultrasound-guided peripheral intravenous access program is associated with a marked reduction in central venous catheter use in noncritically ill emergency department patients. *Annals of Emergency Medicine* 2013;61:198 – 203.