

# Ultraäänen käyttö puudutuksissa

Hannu Kokki

Ultraääni on keskeinen kuvantamismenetelmä useimmilla lääketieteen erikoisaloilla. Anestesiologiassa ultraääntä on hyödynnetty yleisesti sekä sydänkirurgiassa että verisuoni- ja nesteontelopistoissa. Puudutusten apuna ultraääntä on käytetty 30 vuoden ajan. Viimeisten kymmenen vuoden aikana laitteet ovat kehittyneet teknisiltä ominaisuuksiltaan, käytön helppoudeltaan ja hinnaltaan sellaiselle tasolle, että ultraäänellä on mahdollisuus vakiintua osaksi jokapäiväistä työskentelyä myös puudutuksissa. Sentraalisten puudutusten käyttö tulee vähenemään, joten perifeeristen puudutusten osaamista tarvitaan aiempaa laajemmin. Ultraääni on oiva apu perifeeristen puudutusten opettelussa ja opettamisessa. Vaikka ultraäänen avulla onnistuminen ei paranisikaan, vaikeat puudutukset helpottuvat ja potilasturvallisuus paranee.

**U**ltraääni on >20 kHz taajuista pitkittäistä aaltoliikettä väliaineessa. Ihmisen korva ei kuule ultraääniä, mutta lepakot pystyvät suunnistamaan ultraäänen avulla.

Ultraääntä on käytetty lääketieteellisessä diagnostiikassa 1950-luvulta asti, ja sikiö- ja sydäntutkimuksissa ultraäänellä on ollut vakiintunut asema 40 vuoden ajan. Tekniikan kehityttyä, kuvan laadun parannuttua, laitteiden pienentyttyä ja yksinkertaistuttua, ja ennen kaikkea hintojen laskettua kohtuulliselle tasolle, ultraäänen käyttö on laajentunut nopeasti uusille lääketieteen erikoisaloille.

Tärkein syy ultraäänitutkimuksen suosioon on sen turvallisuus. Lääketieteellisessä kuvantamisessa käytetty ultraääni on pulssimaista, joten sen kudoksille luovuttama energia on vähäistä. Ultraäänessä ei käytetä myöskään säteilyä, joten diagnostisesta ultraäänestä ei uskota aiheutuvan vaaraa potilaille eikä henkilökunnalle. Ultraäänen mahdollisia haittavaikutuksia on selvitetty erilaisissa solumalleissa. 1970-luvun alusta tehdyissä tutkimuksissa saatuja viitteitä mahdollisista haitallisista vaikutuksista soluihin ja sikiönkehitykseen ei ole voitu toistaa. Ensimmäisinä haitoista varoittelee Macintosh ja Davey peruivat myöhemmin alkujaan varauksellisen kantansa.<sup>1</sup> Ultraäänen

liittyvä paikallinen lämmöntuotto ja painevaihtelun aiheuttamat ilmakuplien muodostuminen kudoksissa on muistettava myös kuvantamistutkimuksissa. Puudutusten yhteydessä lämmönnoussulla ja kuplanmuodostumisella ei kuitenkaan lie ne kliinistä merkitystä. Nykyään ultraäänikuvantamista pidetään yleisesti yhtenä turvallisimmista tutkimusmenetelmistä.

## Lääketieteellisen ultraäänen historiasta

Ultraäänen historia ulottuu 1700-luvulle, jolloin italialainen pappi ja biologi Lazzaro Spallanzani tutki lepakoiden kykyä lentää pimeässä. Hän havaitsi lepakoiden pystyvän lentämään silmät peitettyinä, mutta suut tukittuna lepakot törmäilivät esteisiin. Spallanzani arveli lepakoiden ”näkevän” korvillaan tai ainakin käyttävän korvia etäisyyksien arviointiin. Spallanzanin pohtima mysteeri selvisi lopulta 1938, jolloin Harvardin tutkijat Griffin ja Galambos osoittivat lepakoiden tuottavan ultraääntä, jota ne käyttivät apuna suunnistaessaan pimeässä.<sup>2</sup>

Tärkeä henkilö ultraäänen varhaisessa historiassa on itävaltalainen matemaatikko ja fyysikko Doppler. Hän kuvasi vuonna 1842 äänen muutoksen, joka aiheutuu nopeasti ohikiitävästä esineestä:

kohdetta lähestyvä esine aiheuttaa korkeamman äänentaajuuden kuin siitä loittoneva esine. Merkitävä askel ultraäänien kehityksessä oli ranskalaisen Currien veljesten kuvaama pietsosähköinen-ilmio. Tätä pidettiin niin merkittävänä, että veljeksistä Pierre Currie pääsi osalliseksi vuoden 1903 fysiikan Nobelin palkinnosta yhdessä vaimonsa ja Henri Becquerelin kanssa. 1900-luvun alussa ultraääntä kehitettiin merenkulun ja sodankäynnin apuvälineeksi. Titanicin upottua ultraäänien avulla tunnistettiin jäävuoria, ja maailmansodissa ultraäänellä etsittiin vihollisen sukellusveneitä. Lääketieteessä ultraääntä alettiin käyttää 1930-luvulla. Alkuun ultraääni oli terapeuttisena apuna neurokirurgiassa ja myöhemmin kuntoutuksessa erilaisissa fysikaalisissa hoidoissa.

Ultraäänien käyttöön perustuvan kuvantamisen isänä pidetään itävaltalaisista neurologi Dussikia, joka julkaisi ensimmäisiä kokeiluja ultraäänien käytöstä aivojen kuvantamisessa 1942 ilmestyneessä kirjoituksessaan ”Über die möglichkeit hochfrequente mechanische schwingungen als diagnostisches hilfsmittel zu verwerten”. 1950-luvulla ultraäänien käyttö laajeni yrityksistä kuvantaa keskushermostoa sydän- ja verenkiertoelimistön tutkimuksiin. Silmälääkärit, heidän joukossaan maailmanlaajuisesti arvostetut suomalaiset professorit Arvo Oksala ja Antti Lehtinen, olivat aktiivisia lääketieteellisen ultraäänien kehittäjiä ja käyttäjiä jo 1950-luvulla.<sup>3</sup>

Ultraäänien käytöstä puudutusten apuna ensimmäinen julkaisu on vuodelta 1978.<sup>4</sup> Ja Granden jälkeen yksi merkittävimmistä ultraääninavusteisten puudutusten pioneereista on itävaltalainen Kapral.<sup>5</sup> Vuosituhannen vaiheen jälkeen ultraääninavusteisten puudutusten käyttö on yleistynyt nopeasti, ja useissa sairaaloissa siitä on muodostunut jokapäiväinen rutiini (Matti Kassila, henkilökohdainen tiedonanto).

## Ultraäänien perusteista

Ultraääniksi nimitetään ääntä, jonka taajuus on korkeampaa kuin mitä ihmiskorva pystyy kuulemaan, eli sen taajuus on > 20 kHz. Lääketieteellisessä kuvantamisessa käytetään taajuuksia 2–15 MHz.

Ultraääninavusteisesti on useita eri tapoja muodostaa kuva. Puudutuksissa käyttökelpoisin on kaksiulotteinen 2D-kuva, verisuonirakenteita voi tunnistaa tarvittaessa Dopplerilla. 2D-kuvantamisessa hyödynnetään B-näyttöä (brightness), jossa vastaanotetut kaiut muuttavat näytön kirkkautta.

Doppler-mittaus perustuu nimensä mukaisesti Doppler-ilmiöön. Doppler-kuvauksella ei voida muodostaa kuvaa, vaan sillä saadaan mitattua vain veren virtausnopeus ja -suunta. Nämä esitetään tavallisen ultraäänikuvan päällä väreinä, anturia kohti tuleva veri näytetään erivärisenä kuin siitä pois päin menevä. Yleisimmin käytetään sinistä ja punaista väriä.

Koska ultraääni on atomien mekaanista aaltoliikettä, se tarvitsee edetäkseen väliaineen. Tyhjiössä ultraääni ei etene. Ultraäänien eteneminen riippuu väliaineesta, sen tiheys vaikuttaa äänen etenemisnopeuteen ja vaimenemiseen. Ultraäänikuva muodostuu äänen heijastuessa kahden erisuurisen vastuksen omaavan aineen rajapinnalta; mitä suurempi vastuksen ero aineiden välillä on, sitä terävämpänä rajapinta kuvautuu. Heijastunut kaiku on suurimmillaan äänen osuessa rajapintaa vasten kohtisuoraan.

Kaasuissa ja luissa ultraääni etenee erittäin huonosti, joten luiden, kaasuonteloiden ja näiden takana olevien kohteiden kuvantaminen ei onnistu ultraääninavusteisesti. Sen sijaan nesteessä ja useissa kiinteissä aineissa ultraääni etenee hyvin. Ultraääntä läpäisevien kiinteiden kudosten ja nesteiden rajapinnoissa tapahtuvan äänen heijastumisen, sironnan ja taittumisen ansioista ultraäänellä voidaan kuvantaa useimpia sisäelimiä ja esimerkiksi kohtuontelossa nesteen ympäröimänä olevaa sikiötä.

Ihmiskudosten tiheys on melko vakio, mutta kudosten erilaiset elastiset ominaisuudet aikaansaavat eroja vastukseen. Kudosten elastisuus riippuu lähinnä kudoksen kollageenipitoisuudesta. Eliministö koostuu pääosin vedestä ja valkuaisaineista, ja nämä vaikuttavat keskeisesti kudosten ultraääninominaisuuksiin. Vedessä ultraääni etenee suhteellisen vapaasti, joten vesipitoiset rakenteet näkyvät kuvassa tummina. Valkuaisaineista kollageeni on yleisin ja sen elastisuusvakio tuhatkertainen pehmeään kudokseen verrattuna. Tiiviit, kollageenipitoiset rakenteet näkyvät kuvassa vaaleina. Hermot ovat pehmeitä kudoksia ja niiden kollageenipitoisuus on matala. Jotta hermo kuvantuisi hyvin ultraäänikuvassa, kaiun on osuttava siihen mahdollisimman kohtisuorasti.

Käytetyllä taajuudella on keskeinen merkitys ultraääninavusteisten puudutusten yhteydessä. Kun ultraäänianturin taajuus kasvaa, rakenteiden erotuskyky paranee, mutta etenemä huononee. Yksinkertaistetusti ilmaistuna, 10–15 MHz anturilla pystyy erottamaan pieniä, pinnallisia kohteita tarkasti, mutta niillä ei pysty kuvantamaan tyy-

dyttävästi syvällä, yli 6 cm syvyydessä olevia kohteita. Matalampia taajuuksia tuottavalla 2–5 MHz anturilla voi kuvantaa jopa 20 cm syvyydessä olevia kohteita, mutta matalien taajuuksien erotuskyky ei riitä ohuiden hermojen tunnistamiseen. 2–5 MHz syväanturi kuvantaa lihakset ja isot verisuonet hyvin, 10–15 MHz pinta-anturilla voi erottaa pieniä perifeerisiä hermoja.

Ultraäänellä aikaansaatu atomien aaltoliike tuottaa lämpöä, joten kuvantamisen lisäksi ultraääntä käytetään lääketieteessä myös hoitavana menetelmänä. Ultraääntä käytetään muun muassa fyysikaalisena hoitona, ultraääniveitsenä neurokirurgiassa ja kurkunalueen leikkauksissa, ja kohdenetulla ultraäänilämpökäsittelyllä voidaan hoitaa muuten vaikeasti saavutettavia pehmytkudosten syöpäkasvaimia.

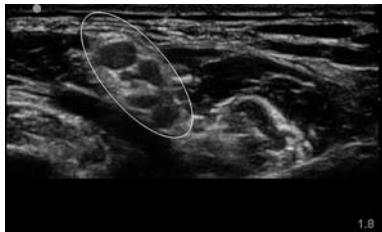
## Perifeeristen hermojen visualisoituminen

Hermon rakenteesta riippuen ne erottuvat ultraäänikuvassa erinäköisinä. Kun hermon ympärillä on runsaskaikuinen, sidekudoksen muodostama kehä, hermo näkyy kirkkaana, vaaleana rakenteena (kuva 5). Vähäkaikuinen hermon keskusta erottuu ultraäänien näytössä tummana rakenteena (kuva 1). Hermosykimppujen muodostama hermopunos, esimerkiksi kaulahermopunos solisluun ylä-

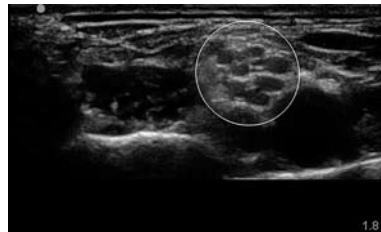
puolella, näyttää rakkulaiselta, hunajakennomaiselta rakenteelta (kuva 3). Anisotropia, ilmiö, jossa hermon näkymä riippuu anturin suunnasta, on tärkeä apu ultraääniavusteisissa puudutuksissa (kuva 5). Koska hermot ovat pehmeää kudosta, ultraääni kaiun on osuttava niihin mahdollisimman kohtisuorasti, jotta hermo kuvantuisi hyvin. Anisotropian avulla voidaan tunnistaa esimerkiksi onko rakenne todennäköisesti hermo vai jänne, hermossa anisotropia -ilmiö on selvempi kuin jänneissä. Toinen keino erottaa hermo ja jänne on seurata rakennetta: jänne muuttuu lopulta lihakseksi.

Hermon muoto muuttuu, kun sen kulkua seurataan ultraäänianturin avulla. Pakaratasolla soikeaksi kuvantuva lonkkahermo muuttuu muotoaan välillä kolmiomaiseksi, sitten litteäksi jakautuakseen polvitaiteen yläpuolella pyöreäksi sääri- ja pohjehermoksi. Välillä hermon kulkua on helppo seurata koko sen kulkureitin matkalta, mutta esimerkiksi kyynärtaiteessa selkeästi kuvantuva keskihermo häviää välillä näkyvistä kun se kulkee kyynärvarren lihasten alta ja läpi. Rannetta kohti siirryttäessä keskihermo on taas helposti tunnistettavissa.

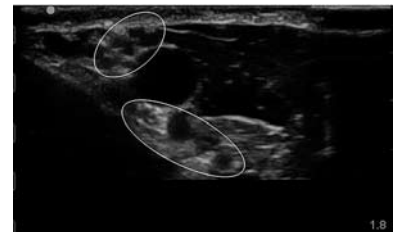
Osalla ihmisistä hermot kuvantuvat ultraäänellä selkeästi, mutta joillakin potilailla on vaikea tunnistaa isojakaan hermoja. Samalla yksilölläkin voi olla yllättäviä eroja kehon eri puolten välillä, vaikka hermot olisivat helposti tunnistettavissa toises-



Kuva 1: Hartiapunos kuvantuu selkeästi etummaisesta ja keskimäisestä kylkiluunkannattajalihaksen välissä mustina pisteinä.



Kuva 2: Hartiapunos kuvantuu solisvaltimon päällä hunajakennomaisesti.



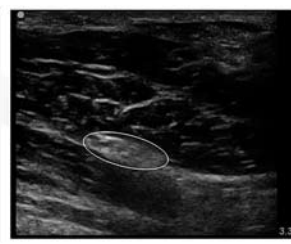
Kuva 3: Korkealla kainalossa hartiapunos kuvantuu kahtena juosteena.



Kuva 4: Alempana kainalossa hartiapunos jakautuu keski-, kyynär- ja varttinähermon muodostaviksi juosteiksi.



Kuva 5. Peitetyn aukon hermon etummainen haara kuvantuu vaaleana lihaksen päällä kun ääni osuu siihen kohtisuoraan. Kun anturia kääntää 10°, anisotropia -ilmiöstä johtuen rakenteiden erottaminen on vaikeampaa.



sa raajassa, toisessa raajassa niiden kuvantaminen voi olla vaikeaa. Nykyaikaisilla, puudutusta varten suunnitelluilla ultraäänilaitteilla ja oikein valituilla antureilla hermojen paikantamisen on kuitenkin yleensä kohtuullisen helppoa. Samoin puudutteen ruiskuttaminen hermon viereen ja ympärille saa hermon kuvantumaan selkeästi. Nesteenä ääntä hyvin läpäisevän puudutteen ja kiinteärakenteisen hermon rajapinta heijastaa ultraääntä paremmin kuin kudosten keskellä ilman ympäröivää nestettä oleva hermo.

## Hermojen paikantamien puudutuksissa

Keskeiset menetelmät paikantaa puudutettavia hermoja ovat (i) sokea menetelmä, (ii) anatomisten maamerkkien tunnistaminen, (iii) neulalla tapahtuva kudostakenteiden tunnistaminen, (iv) neulalla aikaansaadut harhatuntemukset ja (v) hermostimulaattorilla aikaansaadut lihassupistukset.

Kaikkia näitä menetelmiä kannattaa hyödyntää myös ultraääniavusteisissa puudutuksissa. Ultraääni-avusteisten puudutusten tehokas hyödyntäminen edellyttää maamerkkien tunnistamista, siksi puuduttaja joutuu kertaamaan topografista anatomiaa.

Kaulapunos kulkee etummaisen ja keskimmäisen kylkiluunkannattajalihaksen välissä. Kun ultraäänellä onnistuu hahmottamaan ensin nämä kaksi lihasta, hermopunos löytyy niiden välistä helposti mustina, rivissä olevina pisteinä. Peitetyn aukon hermon (n. obturatoriuksen) etuhaara kulkee ulomman peitetyn aukon lihaksen päällä ja takahaara lihaksen sisällä. Kun ultraäänellä tunnistaa nivusesta lihaksen, hermot löytyvät sitten helposti vaaleina juosteina lihaksen päältä ja sisältä.

Kudostakenteiden läpäisystä aiheutuva vastuksen muutos kannattaa huomioida esimerkiksi reisihermo- ja rectustuppi-puudutuksessa. Jos puudutusneula aiheuttaa tuntoharhan, tämä kannattaa huomioida, sillä neula on saattanut läpäistä hermotupen.

Ainakin aloittaessaan ultraääniavusteisten puudutusten käyttöä puuduttajan kannattaa hyödyntää myös hermostimulaattoria.<sup>6</sup> Stimulaattorin avulla voi varmistaa, että ultraäänellä tunnistettu rakenne on juuri se hermo, jonka halutaan puuduttavan. Karheapintainen muovilla päällystetty stimulaationeula on myös helpompi erottaa ultraäänellä kuin sileä teräsneula, joka aiheuttaa vain vähän äänen sirontaa. Stimulaationeulan jatkoletku helpottaa ruiskun käsittelyä ja puudutteen ruiskutusta.

Letku pitää kuitenkin muistaa täyttää puudutteil-la, sillä vähäisetkin ilmakuplat vaikeuttavat kohteiden kuvantumista. Puuduteruisku kannattaa antaa avustajalle, sillä puuduttaja joutuu pitämään toisessa kädessä ultraäänianturia ja ohjaamaan puudutusneulaa toisella kädellään.

## Ultraäänen asema puudutuksissa

Ultraäänen käyttö helpottaa ja parantaa puudutusten oppimista ja opettamista.<sup>7</sup> Kun haluaa oppia tai opettaa uusia puudutuksia, ultraääni on korvaamaton apu rakenteen paikantamisessa ja puudutusneulan kulun seuraamisessa. Ultraäänen avulla voi lisäksi seurata puudutteen leviämistä hermorakenteen ympärille, joten puudutuksen teknisestä onnistumisesta saa välittömästi mielikuvan. Merkittävin rajoitus opettamisessa on osajien puute, vain harvalla anesthesiologilla on laajempaa kokemusta ultraääniavusteisista puudutuksista. Ja hekin, jotka ultraääntä käyttävät, ovat itseoppineita ”mestareita” vailla systemaattista koulutusta ja osaamisen testaamista.

Ultraäänen käyttö vaatii hyvää silmä-käsi yhteistyötä ja puuduttajan on osattava työskennellä molemmilla käsillä. Näitä taitoja täytyy harjoitella, osalla silmä ja käsi toimivat helposti yhteistyössä, osalle kolmiulotteinen hahmottaminen kaksiulotteisen kuvan avulla on vaikeampaa. Opettamiselle lisävaatimuksen aiheuttaa kuvantamisen ainutkertaisuus. Ultraäänikuvantaminen on reaaliaikaista toimintaa, siinä tarkastellaan liikkuvaa kuvaa. Sitä mitä ultraäänellä näkee, on vaikea tallentaa kopiaitavaksi kuvaksi. Joka tapauksessa se, että ultraääniavusteisessa puudutuksessa näkee mitä tekee, helpottaa puuduttamista.

Ultraäänen käyttö parantaa puudutusten turvallisuutta.<sup>8</sup> Ultraäänen avulla voi välttää her-



Joanna Tuukkanen

Ultraääniopetusta kongressin yhteydessä.

monsissäiset pistot ja puuduteruiskutukset. Tämä on merkittävä etu muihin paikannusmenetelmiin verrattuna. Kun ultraäänen avulla näkee myös ympäröivät rakenteet, kuvantamisen avulla voi välttää tahattomat verisuonten, keuhkopussin, vatsaontelon ja muiden ympäröivien kudosten pistot. Ultraäänen avulla voi välttää myös tahattomat verisuoniruiskutukset. Aineen häviämättömyyden lain mukaisesti kudoksiin ruiskutetun puudutteen pitää näkyä ultraäänikuvassa mustana lätäkkönä. Ellei lätäkköä muodostu, puudute on karannut verisuoneen. Tämä on luotettavampi menetelmä kuin aiemmin käytetty toistuva aspiraatio, joka ei tunnista kaikkia verisuonipistoja eikä tahattomia verisuoniruiskutuksia.<sup>9</sup>

Tutkimustulokset eivät tue käsityksiä, joiden mukaan puudutusten onnistuminen paranisi ultraäänen käytön avulla.<sup>10</sup> Taitava klinikko pääsee useimmissa puudutuksissa korkeisiin onnistumisprosentteihin ilman ultraääntä. Vastaavasti myös ultraääniavusteisia puudutuksia joutuu paikkaamaan lisäpuudutuksilla tai lääkityksillä. Vaikka ultraääni ei parantaisikaan onnistumista, joissakin tilanteissa se helpottaa puuduttamista. Jos potilaan anatomiassa on merkittäviä poikkeavuuksia, ultraääni helpottaa puudutusneulan suuntaamista kohti puudutettavaa hermoa.

Luotettavat tutkimustulokset siitä, että ultraääniavusteisesti puuduttaessa tarvittaisiin pienempiä puuduteannoksia kuin perinteisemmissä menetelmissä, puuttuvat. Ultraääniavusteisissa puudutuksissa käytetään usein sangen pieniä puudutemääriä, mutta mikään ei estä pienentämästä annosta myöskään perinteisissä menetelmissä. Sain minä interskaleenisen pleksuksen puutumaan 10 ml 7,5 mg/ml ropivakaiinia jo ennen ultraäänen käyttöäkin. Samoin nopeampi puuduttaminen, nopeampi puutuminen ja pidempi puutumuksen kesto ovat osoittamatta. Silloin kun hermo löytyy helposti, perinteiset menetelmät ovat nopeita ja luotettavia, mutta vaikeissa puudutuksissa ultraäänen käyttö helpottaa anatomian hahmottamista.

Mutta ultraääniavusteisesti puudutuksen voi pistää mistä haluaa, kunhan vaan hermo näkyy. Samoin ultraääniavusteinen puuduttaminen ei vaadi potilaalta mitään tiettyä asentoa, eikä hänelle aiheudu puuduttamisesta kivuliaita lihasspasmuksia. Kuvantaminen auttaa puuduttajaa hahmottamaan toimintaympäristöä ja helpottaa potilaan oloa. Potilas voi seurata puuduttamista näytöltä. Tämä mahdollisuus on helpottanut merkittävästi esimerkiksi lasten puuduttamista: kun yhdessä lapsen kanssa jännää saako neulan kärjen mustan

pallon viereen, ja saako siihen lätäkön ympärille, lapsi unohtaa ihopistosta aiheutuneen pienen kivun nopeasti. Ihopisto nippasee, mutta syvemmältä tähän kipua ei juuri tunnu.

## Yhteenveto

Ultraäänen käyttö lääketieteessä vakiintui 1950-luvulla. Nykyisin sitä käytetään yleisesti eri erikoisaloilla, ja anestesiologiassa ultraääntä käytetään säännöllisesti sydänkirurgiassa, nesteontelo- ja laskimopistoissa sekä rakon virtsamäärän arvioinnissa. Viimeisten vuosien kehitys puudutuksiin soveltuvissa ultraäänilaitteissa on ollut nopeaa; laitteet paranevat, käyttö yksinkertaistuu ja hinnat halpevat. Ultraäänilaitteen hankinta ei ole enää kiinni hinnasta eikä suorituskyvystä. Uusimmissa laitteissa on jo muun muassa autofokus-toiminto, joten rutiinikäytössä riittää kun osaa laitteen käynnistettyään säätää kuvaussyvyyttä. Koska yhdellä anturilla ei pääse näkemään sekä syvälle että tarkasti, puudutuksissa ja laskimopistoissa käytettävä ultraäänilaitte kannattaa hankkia kahdella anturilla: (i) pinnallisia pieniä hermoja hyvin kuvantavalla 10–15 MHz pinta-anturilla ja (ii) syvempiä kohteita kuvantavalla 5–10 MHz syväanturilla. □

### Kirjallisuus:

1. Macintosh IJ, Davey DA. Chromosome aberrations induced by an ultrasonic fetal pulse detector. *Br Med J* 1970; 4: 92–3.
2. Griffin DR, Galambos R. The sensory basis of obstacle avoidance by flying bats. *J Exp Zool* 1941; 86: 481–506.
3. Oksala A, Lehtinen A. Diagnostics of detachment of the retina by means of ultrasound. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1957; 35: 461–7.
4. Ila Grande P, Foster PA, Pretorius LK. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1978; 50: 965–7.
5. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, ym. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994; 78: 507–13.
6. Wright B: A new use for block-aid monitor. *Anesthesiology* 1969; 30: 336–7.
7. Hopkins PM. Ultrasound guidance as a gold standard in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2007; 98: 299–301.
8. Marhofer O, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005; 94: 7–17.
9. Reinikainen M, Hedman A, Pelkonen O, Ruokonen E. Cardiac arrest after interscalene brachial plexus block with ropivacaine and lidocaine. *Acta Anaesthesiol Scand*. 200; 47: 904–6.
10. Denny NM, Harrop-Griffiths W. Editorial I: Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005; 94: 1–3.

Hannu Kokki

LT, dosentti, erikoislääkäri

Operatiiviset tukipalvelut ja tehohoito, KYS

Farmakologia ja toksikologia, KY

Leikkaussali 2, KYS

hannu.kokki[at]kuh.fi