

ULTRAÄÄNEN KÄYTTÖ ENSIHOIDOSSA

Erkki Pirhonen

Tutkielma

Lääketieteen koulutusohjelma

Itä-Suomen yliopisto

Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos/

Anestesiologia ja tehohoito

Toukokuu 2015

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO

Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Lääketieteen koulutusohjelma

Pirhonen, Erkki W.: Ultraäänen käyttö ensihoidossa

Opinnäytetutkielma, 64 sivua, 3 liitettä (6 sivua)

Tutkielman ohjaajat: LT Helena Jäntti, dos Jouni Kurola

Toukokuu 2015

Avainsanat: ensihoito, ultraääni, käyttöindikaatiot, tarpeellisuus, koulutus

Ultraäänilaitteet ovat olleet merkittävässä lääketieteellisessä käytössä 1970-luvulta lähtien. Vuosikymmenien aikana ultraäänilaitteista on kehittynyt kannettavia ja pienikokoisia. Tämä on mahdollistanut ultraäänilaitteiden käytön leviämisen potilaiden tutkimiseen sairaalan ulkopuolella. Ensihoidossa ympäri maailman on kymmenen viime vuoden aikana pyritty selvittämään ultraäänilaitteiden käytön hyötyjä. Kiinnostuksen kohteena on ollut myös kohdennettujen ultraäänitutkimusten kouluttaminen lääkäreille ja ensihoitajille.

Tässä tutkimuksessa kartoitetaan ultraäänen käyttöä suomalaisessa ensihoidossa. Aineisto on kerätty suomalaisilta ensihoidon vastuulääkäreiltä. Vastuuläkärit ovat valikoituneet kyselyyn sosiaali- ja terveysministeriöstä vuonna 2012 saadun tiedon mukaan. Kysely suoritettiin puolistrukturoituna anonyymina sähköisenä kyselynä. Tutkimuksessa selvitettiin vastuuläkäreiden mielipiteitä ultraäänen tarpeellisuudesta ensihoidossa, kenen sitä tulisi ensihoidossa käyttää tulevaisuudessa ja millaisen koulutuksen käyttäminen ensihoidossa vaatisi.

Ensihoidon vastuulääkäreistä 27 (84 %) vastasi kyselyyn. Suurinosa vastaajista piti ultraäänilaitetta hyödyllisenä ensihoidossa. Tällä hetkellä ultraäänilaitetta ensihoidossa käyttävät lääkärit. Tärkeimpinä käyttökohteina pidettiin vammaopotilasta, elvytystä ja kanylointia. Tulevaisuudessa mietitään kenttäjohtajien ja ensihoitajien kouluttamista ultraäänilaitteen käyttäjiksi. Selvää yksimielisyyttä ultraäänilaitteen koulutusvaatimuksista lääkäreille, kenttäjohtajille ja ensihoitajille ei tuloksissa tullut esiin. Tulevaisuuden haasteeksi jää yhdenmukaisen koulutusohjelman rakentaminen ultraäänen käyttämisestä suomalaisessa ensihoidossa.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

Faculty of Health Sciences

School of Medicine

Medicine

Pirhonen, Erkki W.: Pre-hospital ultrasound

Thesis, 64 pages, 3 appendixes (6 pages)

Tutors: MD Jäntti Helena, doc Jouni Kurola

May 2015

Key words: Pre-hospital emergency care, ultrasound, indication of use, necessity, education

Ultrasound devices have been in significant medical use since 1970`s. Over the decades ultrasound devices have developed portable and small. This has made possible ultrasound devices to spread out of the hospital for the patient`s examination. In the last ten years plenty of studies have been done which have tried to find out the benefits of pre-hospital ultrasound. There have also been a lot of interest to educate point of care ultrasound to physician`s and paramedic`s.

This study surveys the use of pre-hospital ultrasound in Finland. The study material has gathered from the finish pre-hospital emergency care physicians who are in charge on their region. The list of pre-hospital emergency care physicians were gotten from the department of social and health care in 2012. The study was carried out using a half structured internet questionnaire. Answers were given anonymous. The purpose of my study was gather the opinions of pre-hospital emergency care physician`s from the necessity of pre-hospital ultrasound, who should use it in the future and what kind of education pre-hospital ultrasound need`s.

The proposal response rate was 84 %. Most of the respondents felt ultrasound devices useful in the pre-hospital emergency care. At this point only physicians were using ultrasound devices out of the hospital. The main indications of ultrasound where trauma patient, resuscitation and intravenous access. In the future there is a consideration to educate also chief emergency nurses and emergency nurses to use point of care ultrasound. There were no unanimous between respondents to the educational requirements for physicians, chief emergency nurses and emergency nurses. In the future biggest challenge is to create high quality curriculum for use of the pre-hospital ultrasound in finish pre-hospital emergency care medicine.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	8
2	ULTRAÄÄNI.....	10
2.1	Yleistä	10
2.2	Ultraäänikuva	10
2.3	Nopeus	11
2.4	Taajuus	12
2.5	Resoluutio.....	12
2.6	Ultraääniaalto kudoksessa	13
2.7	Kuvavirheet	13
2.8	Ultraäänianturit.....	15
2.9	Doppler.....	17
3	ULTRAÄÄNEN KÄYTTÖKOHTEET	18
3.1	Akuuttilääketiede.....	18
3.2	Ensihoito	19
4	ULTRAÄÄNIKAAVIOT	21
4.1	FAST.....	21
4.2	FATE.....	22
4.3	PAUSE	22
4.4	TCD.....	22
4.5	CAVEAT.....	23
5	ULTRAÄÄNEN KLIINISET KÄYTTÖKOHTEET	24
5.1	Sydän.....	24
5.2	Rintakehä.....	25
5.3	Perifeeriset verisuonet.....	25
5.3.1	Verisuonten kanylointi.....	25

5.4	Aortta	26
5.5	Vatsa	26
5.5.1	Raskaus	26
5.5.2	Munuaiset ja virtsarakko	27
5.5.3	Sappirakko.....	27
5.6	Harvinaiset.....	28
5.6.1	Silmä	28
5.6.2	Murtumat.....	28
5.6.3	Vierasesine	29
6	ULTRAÄÄNIKOULUTUS	30
6.1	Kohdennettu päivystysultraäänitutkimus	30
6.2	Koulutuksen suunnittelu.....	31
6.2.1	Koulutuksen sisältö.....	31
6.2.2	Ylläpitokoulutus	32
6.2.3	Luotettavuus	32
6.2.4	Laadun varmistus.....	33
6.2.5	Käytännön harjoittelu.....	33
6.2.6	Riskienhallinta	34
7	AINEISTO JA MENETELMÄT	35
8	TULOKSET	37
8.1	Ultraäänilaitteiden tarpeellisuus ja käyttökohteet ensihoidossa	37
8.2	Ultraäänien käyttäjät ensihoidossa.....	38
8.3	Ultraäänien koulutusvaatimukset ensihoidossa	39
8.4	Ultraäänien käyttöä rajoittavat tekijät ensihoidossa	41
8.5	Ultraäänilaitteiden käyttö Suomessa.....	42
8.6	Ultraäänilaitteiden käyttökohteet Suomessa	43
8.7	Ultraäänikoulutus käyttäjille Suomessa	44

8.8	Ultraäänilaitteiden hankinnat tulevaisuudessa	45
9	POHDINTA.....	48
10	LÄHDELUETTELO.....	54
11	LIITTEET	59

1 JOHDANTO

Ultraäänen kehittäminen lääketieteelliseen käyttöön alkoi 1940-luvun lopussa. Yhdysvaltalaiset ja japanilaiset tutkijat olivat viemässä kehitystä voimakkaasti eteenpäin. 1950-luvulla kehitettiin B-tyyppin ultraääni, jonka lisäksi oli ensimmäisiä kokeiluita dopplerultraäänestä ja sydämen rakenteiden kuvantamisesta ultraäänellä. Lääketieteessä ultraäänen käyttö alkoi yleistyä 1970-luvulla, kun käyttöön tulivat ensimmäiset harmaasävyasteikot. Nykyään ultraäänitutkimus on röntgenkuvauksen jälkeen eniten käytetty diagnostinen kuvantamismenetelmä. (Shung 2006, Kendal ym. 2007)

Yhdysvalloissa ultraäänen käyttäminen akuuttilääketieteessä alkoi kehittyä 1970-luvulla. Tuolloin ultraäänellä pystyttiin osoittamaan vatsaontelon neste- ja verikertymiä. American college of emergency physicians (ACEP) järjesti ensimmäiset kurssinsa ultraäänen käyttästä akuuttilääketieteessä vuonna 1990. Heti seuraavana vuonna Society for academic emergency medicine (SAEM) ja ACEP julkaisivat ensimmäiset ohjeistukset liittyen hätätilapotilaiden kuvantamiseen ultraäänellä. Vuonna 1994 SAEM julkaisi ensimmäisen opetusohjelman hätätilapotilaiden kuvantamisesta, sen ensisijainen tarkoitus oli ohjata akuuttilääketiedettä opiskelevien lääkäreiden ultraäänikoulutusta. (Mateer ym. 1994, Kendal ym. 2007)

Ultraäänen käyttäminen sairaalan ulkopuolella on yleistynyt maailmalla. Yhtenä syynä tähän on ultraäänilaitteiden pienentyminen ja halventuminen voimakkaasti kymmenen viime vuoden aikana. Varsinkin Yhdysvalloissa, Saksassa, Ranskassa ja Italiassa on tehty ultraäänen käyttöön liittyen tutkimuksia, joissa on pyritty selvittämään käyttöindikaatioita ja tutkimusten vaikuttavuutta potilaan hoitoon kentällä. Lääkäreille ja ensihoitajille on tehty erilaisia koulutuskokeiluita sairaalan ulkopuolella tapahtuvasta ultraäänitutkimuksesta. Koulutuskokeiluissa on yritetty selvittää ultraäänen koulutettavuutta ja koulutusvaatimuksia sairaalan ulkopuolelle tehtävään tutkimukseen. Ultraäänen antamaa diagnostista hyötyä on myös tutkittu sairaalan ulkopuolella. (Nelson ja Chason 2008, Jorgensen ym. 2010)

Tulevaisuudessa ultraäänen käyttöä kentällä voivat lisätä telemetrian luomat mahdollisuudet, joilla ultraäänikuva voidaan lähettää reaaliaikaisesti sairaalaan. Vastaavasti ultraäänitutkimus voidaan suorittaa kentällä lääkärin ohjaamana luotettavasti telemetria yhteyden avulla. (Hoyer ym. 2010, Boniface ym. 2011)

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa ultraäänen käyttöä sairaalan ulkopuolella Suomessa. Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka paljon kannettavia ultraäänilaitteita käytetään Suomessa, mitkä ovat käyttöindikaatiot ja ketkä käyttävät ultraäänilaitteita sairaalan ulkopuolella. Tarkoituksena oli kerätä tietoa siitä, millä tavalla ultraäänilaitteita käyttävät henkilöt on koulutettu ja minkälaista koulutuksen tulisi olla. Selvityksen kohteena olivat myös ultraäänien käyttöä kentällä rajoittavat tekijät.

2 ULTRAÄÄNI

2.1 Yleistä

Ultraääni perustuu molekyylien liikkeeseen ja värähtelyyn tasapainoasemansa ympärillä kudoksessa. Tämä väliaineen mekaaninen aaltoliike saadaan aikaiseksi pietsosähköisellä kiteellä, joka sijaitsee ultraäänianturissa kahden elektrodin välissä. Kide saadaan värähtelemään sen ominaistajuudella, kun elektrodien väliin liitetään muuttuva sähkökenttä kiteen ominaistajuudella. Vuorotellen supistuva ja laajentuva kide siirtää värähtelyn kudoksen molekyyliin, jolloin saadaan etenevä paineaaltorintama. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

2.2 Ultraäänikuva

Ultraäänikuva syntyy, kun pietsosähköinen ilmiö tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä. Tällöin kide vastaanottaa palaavia kaikuja. Värähtelyn aiheuttama pulssi kestää 0,4–1,5 mikrosekuntia. Kahden peräkkäin lähetetyn pulssin välistä aikaa kuvataan pulssin toistotaajuudella (PRF). Edellinen pulssi täytyy vastaanottaa, ennen kuin uusi voidaan lähettää. Maksimaalinen PRF riippuu kudossyvyydestä. Tämän jälkeen anturi pystyy vastaanottamaan palaavia kaikuja. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005)

Palaavat kaiut saavat anturin kiteen värähtelemään ja ne muutetaan sähköpulsseiksi. Pulssit vahvistetaan ja muutetaan pikseleiksi, jotka muodostavat kuvan monitoriin. Syvältä palaavia kaikuja on vahvistettava, koska niiden intensiteetti on heikompi. Kaikujen voimakkuus ja amplitudin koko vaikuttavat siihen, minkä sävyisiä pikseleitä muodostuu näytölle harmaasävyasteikolla. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007)

Ultraääninäyttö perustuu harmaasävyjen vaihteluun eri asteikolla. Ultraäänilaitteessa voi olla 256 eri värisävyä harmaalle. Suuri kudoksista palaava aallon amplitudi aiheuttaa voimakkaan intensiteetin ja ultraäänikuvasta muodostuu valkosävyisempi. Vastaavasti matala amplitudinen aalto aiheuttaa heikon intensiteetin ja ultraäänikuva on tummempi. Palaavan aallon amplitudin kokoon vaikuttavat kudosten akustisten impedanssien erot. Mitä suu-

remppi on ero, sitä suurempi on palaavan kaiun voimakkuus. Palaavien kaikujen intensiteettiä voidaan vahvistaa manuaalisesti. Tällä voidaan edelleen vaikuttaa näytön kirkkauteen. Eri syvyyksiltä palaavien kaikujen intensiteetin vahvistaminen on tärkeää, jotta kuvaruudun näyttö olisi tasalaatuisempi. Ilman korjausta pinnalla olevat kohteet näkyvät kirkkaina ja syvemmillä olevat tummina. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007)

Ultraääninäyttöjä on kolme erilaista. Ne valitaan sen mukaan, mitä suureita halutaan esittää. Suuret ovat aika, paikkajakauma ja kaiun korkeus (amplitudi). A-näyttö (amplitude) on vanhin. A-näyttöä käytetään enää lähinnä apunäyttönä. B-näytössä (brightness) kaiut esitetään kuvaruudulla niiden syntypaikkaa vastaavassa kohdassa sävytettynä harmaasävyasteikolla. Jokaisen pikselin harmaasävy näytöllä riippuu palaavan kaiun amplitudista. B-näyttöä käytetään yleisesti diagnostisessa kuvantamisessa lineaari-, kaari- sekä sektoriantureiden kanssa. Se on hyvä esimerkiksi sisäelinten tutkimisessa. Anatomisen kuvan koordinaatit ovat matka ihon pinnalta ja kudossyvyys. M-näyttö (motion) mahdollistaa nopeiden liikkeiden havainnollistamisen. Se esittää rajapinnan liikettä harmaasävytettynä. Näytön koordinaatit ovat kudossyvyys ja aika. Sillä voidaan kuvantaa kudoksen tai rakenteen liikettä halutussa syvyydessä ajan funktiona. M-näytön yhteydessä käytetään sektorianturia tai yksittäiskideanturia. M-näyttö mahdollistaa esimerkiksi sydämen läppien toiminnan kuvantamisen. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

2.3 Nopeus

Ultraäänen aallolla on kudoksesta riippuvainen nopeus (taulukko 1). Nopeuteen vaikuttavat kudoksen ominaisuudet, kuten tiheys ja elastisuus. Lisäksi kudoksen lämpötila vaikuttaa ultraääniaallon etenemisnopeuteen. Nopeuden avulla ultraäänilaite laskee heijastuneen kaiun syvyyden. Pehmytkudoksessa ultraääni etenee n. 1460—1580 m/s ja luussa 2500—4700 m/s. Keskimääräinen nopeus ultraäänellä on 1540 m/s. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

TAULUKKO 1. Ultraäänen nopeus kudoksessa. (RCR 2012)

Materiaali	Ilma	Vesi	Veri	Rasva	Lihäs	Luu
Nopeus (m/s)	330	1480	1575	1459	1580	4080
Tiheys (kg/m ³)10 ³	1.2	1000	1057	952	1080	1912
Akustinen impedanssi (kg/m ² /s)10 ⁶	0,0004	1,48	1,62	1,38	1,70	7,6

2.4 Taajuus

Ultraäänen taajuudella voidaan vaikuttaa kuvan resoluutioon eli erotuskykyyn. Tämä johtuu siitä, että aallon pituus on kääntäen verrannollinen taajuuteen $c = \lambda \times f$. Korkeilla taajuuksilla anturi lähettää tiheästi useita lyhyitä aaltoja kudokseen. Lyhyet aallot kuluttavat nopeasti energiansa eivätkä etene syvälle kudoksissa. Palaavia kaikuja on runsaasti, jolloin kuvan laatu on tarkka. Matalataajuiset aallot kuluttavat vähemmän energiaa ja etenevät syvemmälle kudoksissa. Palaavia kaikuja on kuitenkin vähemmän ja kuvan laatu epätarkempi. Lääketieteessä käytettävät taajuudet ovat väliltä 1—30 MHz. Tällöin aallon pituudet vaihtelevat 1,5—0,05 mm:n välillä. Aallon pituutta pienempiä yksityiskohtia ei voida ultraäänellä havaita. Optimaalinen taajuuden valinta on tärkeää, kun halutaan kuvantaa tietystä syvyydessä sijaitsevaa tai tietyn kokoista kohdetta mahdollisimman tarkasti. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

2.5 Resoluutio

Resoluutio tarkoittaa kykyä erottaa kaksi lähekkäin sijaitsevaa pistettä erillisenä. Mitä korkeampi resoluutio on, sitä lähempänä toisiaan sijaitsevat pisteet näkyvät erillisenä ja sitä tarkempi kuva. Aksiaalisella resoluutiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa ultraäänen suuntaisesti samassa tasossa peräkkäin olevat kohteet voidaan havaita erillisenä rakenteena. Lisäämällä taajuutta voidaan parantaa aksiaalista resoluutiota. Lateraalilla resoluutiolla tarkoitetaan ultraäänen kykyä havaita kohteet, jotka sijaitsevat samassa tasossa vierekkäin kohtisuoraan ultraäänen nähden. Lateraalinen resoluutio parantuu kaventamalla ultraäänikeilaa tai säätämällä tarkennuskohta kuvasta manuaalisesti. Tällöin ultraääniaaltojen huipukohta keskittyy tutkittavaan kohteeseen. (Noble ym. 2007, RCR 2012)

2.6 Ultraääniaalto kudoksessa

Ultraääniaalto menettää energiaansa edetessään kudoksessa ja vaimentuu. Energiaa menetetään heijastumiseen, taittumiseen, absorboitumiseen ja sirontaan. Näitä aiheuttavat kudoksen laatu, rajapintojen suunta ja epätasaisuudet, kohdattujen kudospintojen määrä sekä käytetty aallon pituus. Ultraääni ei etene hyvin ilmassa, kaasussa eikä luussa. Tämä johtuu sironnasta, taittumista ja heijastumista, joita tapahtuu runsaasti niiden rajapinnoilla. Nestettäytteisissä kudoksissa ultraääni etenee hyvin, esimerkiksi virtsarakossa. Homogeenisessä kudoksessa ultraääniaalto etenee hyvin, koska se on pehmeää ja sisältää vähän erilaisia pintoja. Täysin akustisesti homogeeniset materiaalit eivät synnytä kaikuja ja näkyvät tästä syystä mustana kohtana näytöllä. Kovassa heterogeenisessä kudoksessa ultraääniaalto etenee huonosti. Kudoksia kuvannettaessa osa ultraääniaallon energiasta absorboituu, mikä aiheuttaa kudosten lämpenemistä. Muuntajalla säädellään akustista impedanssia, joka pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena. Liian korkea impedanssi aiheuttaa kudoslämpenemistä ja solutuhoa tutkittaessa potilasta. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

Ihonalaiskudos näyttää läiskäiseltä ultraäänessä ja lihaskudos marmorisoituneelta, koska lihakset ovat huonokaikuisia ja lihasfaskiat taas voimakaskaikuisia. Verisuonen sisäosa on matalakaikuinen, koska se sisältää nestettä eli verta. Luut ovat ominaisuudeltaan erittäin voimakaskaikuisia. (Noble ym. 2007)

2.7 Kuvavirheet

Ultraäänitutkimuksen kuvavirheet ovat moninaisia (taulukko 2). Voimakkaasti heijastavien rajapintojen välissä voi muodostua valekaikuja ja -kuvia. Voimakas heijastuminen tai voimakas aallon vaimentuminen voivat estää syvällä sijaitsevien kohteiden näkymisen. Kudospinnat, jotka eivät sijaitse kohtisuorassa anturiin nähden, näkyvät huonommin. Vinon rajapinnan takana oleva kohde voi siirtyä kuvassa väärään paikkaan aallon taittumisen takia. Kaarevien pintojen ja pyöreiden kohteiden laitoja on vaikea kuvantaa. Kohteiden etäisyydet voivat vääristyä, jos äänen nopeus vaihtelee paikallisesti kuvassa. (Noble ym. 2007)

Akustinen varjo voi olla diagnostisesti tärkeä tai häiritä tutkimusta. Sappikivitaudissa kivien aiheuttavat varjot ovat diagnostisia, mutta kylkiluiden aiheuttamat varjot haittaavat näkyvyyttä. Akustista varjoa esiintyy ultraääniaaltojen kohdatessa voimakkaasti heijastavan pinnan. Tällaisia ovat esimerkiksi luut ja kalsiumia sisältävät kohteet. Ilma aiheuttaa voimakasta ultraääniaaltojen sirontaa ja voi aiheuttaa akustisen varjon. (Noble ym. 2007)

Ultraääniaallon jäädessä ”kimpoilemaan” (bounce) kahden voimakkaasti heijastavan rajapinnan väliin voi syntyä jälkikaiuntaa. Tällöin syntyy kirkkaan valkoisia kaaria, joita kutsutaan A-viivoiksi. (Noble ym. 2007)

Taantumista tapahtuu, kun ultraääniaalto ylittää kudusrajan poikittain erilaisella etenemisnopeudella. Akustinen varjostuma muodostuu ultraäänien taantumiskohtaan. (Noble ym. 2007)

Ultraääniaallon heijastuessa kudusrajannoissa useasti, sen heijastumatta suoraan takaisin anturiin, syntyy peilikuvamuutos. Tämä johtaa tutkittavan kohteen oikean syvyyden vääristymiseen kuvassa. Lisäksi muodostuu valeobjekti näytölle, jota ei ole oikeasti olemassa. Anturia siirtämällä tilanne korjaantuu. (Noble ym. 2007)

Huonokaikuisen kohteen takana voi esiintyä voimakas kirkastuma, jota kutsutaan lisäartefaktaksi. Ultraääniaalto menettää vähän energiaa matalakaikuisessa kudusrajanpinnassa, mutta voimakaskaikuisesta kudusrajanpinnasta palaava kaiku on intensiteetiltään suurempi säästyneen energian takia. Esimerkiksi kystisen rakkulan tai verisuonen takana sijaitsevat kohteet näkyvät poikkeuksellisen kirkkaana ultraääninäytöllä verrattuna ympäröiviin kudoksiin. (Noble ym. 2007)

TAULUKKO 2. Kuvavirheet.

Ilmiö	Mekanismi	Kuvavirhe
Akustinen varjo	Voimakas heijastus rajapinnassa	Rajapinnan takana tumma alue
Jälkikaiunta	Kimpoilu kahden rajapinnan välissä	A-viivat
Peilikuvamuutos	Epäsuora heijastus anturiin	Valeobjekti, syvyys vääristyy
Lisäysohje	Huono kaikuisen kohteen takana	Voimakas kirkastuma

2.8 Ultraäänianturit

Ultraäänianturit valitaan tutkimukseen tutkittavan kohteen mukaan (taulukko 3). Lineaarianturia käytetään useasti vartalon alueen kuvauksissa. Anturin kiteet ovat vierekkäin ja niitä on satoja. Kiteet ehtivät lähettää ja vastaanottaa kaikuja noin 20 kertaa sekunnissa. Tämän takia muuttuvat ilmiöt kudoksessa näkyvät näyttöpäätteellä reaaliaikaisina. Lineaarianturin kuva on suorakaiteen muotoinen. Yleensä lineaariantureissa käytetään korkeita taajuuksia.

Sektorianturi on toinen yleisesti käytetty vartalon alueen kuvauksissa. Siinä voi olla useita kiteitä, jotka toimivat ryhmässä tai vain yksi kide. Muutamien kiteiden ryhmät toimivat virityspulssin avulla, mutta yksittäinen kide toimii mekaanisesti. Yksikideanturi on vähäisessä käytössä. Kideryhmät voidaan vaihteistaa, kun virittäminen aloitetaan sektorianturin toisesta reunasta. Tällöin syntyy eriaikaisia aaltorintamia, jotka suuntautuvat johonkin sektorin alueelle. Samalla vaihteistuksella voidaan valita tutkittava kudossyvyys. Fokusointi tehdään muuttamalla vastaanottavien kivien määrää palaavien kaikujen viiveen funktiona.

Kaarianturia käytetään myös vartalon alueen kuvauksissa. Siinä on useita kiteitä kuperalla pinnalla. Se antaa ihoa lähellä olevista kohteista laajempaa näkymää kuin sektorianturi. Anturin muodostama kuva on piirakan tai sektorin näköinen. Kaariantureissa käytetään matalampia taajuuksia, jolloin syvemmällä olevat kohteet näkyvät paremmin. Lateraalinen erotuskyky kuitenkin heikkenee syvemmälle mentäessä. Endoskoopianturissa on pyörivä

kide, jolla kuvataan endoskoopin akseliin nähden kohtisuoraa tasoa. (Standertskjöld-Nordenstam ym. 1991, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, RCR 2012)

TAULUKKO 3. Ultraäänianturin valinta tutkittavan kohteen mukaan. (RCR 2012)

Käyttökohde	Anturi	Taajuus
Aortta	Kaari-/sektorianturi	2—5 MHz
Vatsa	Kaari-/mikrokaari- /sektorianturi	2—5 MHz
Lantio	Kaarianturi	3—5 MHz
Sydän	Sektor-/mikrokaarianturi	2—5 MHz
FAST	Kaari-/mikrokaari- /sektorianturi	2—5 MHz
Verisuonet	Lineaarianturi	5—12 MHz
Silmä	Lineaarianturi/silmäanturi	7—15 MHz
Vierasesineet	Lineaarianturi	5—10 MHz
Murtumat	Lineaarianturi	10—15 MHz

Tutkimuksessa käytetään geeliä anturin ja ihon välillä. Tällöin ultraääniaallot siirtyvät paremmin kudoksiin ja kuvan laatu pysyy hyvänä. Ilman jääminen anturin ja ihon väliin aiheuttaa sirontaa ja anturiin palaava kaiku on heikko. Tutkittavasta kohteesta tulee aina katsoa poikittais- ja pitkittäisleike, koska ultraääni antaa kuvaa kaksikulotteisena kolmiulotteisista rakenteista. (Noble ym. 2007)

Anturia käytettäessä on tärkeää tietää, kumpi reuna näytöllä on anturin vasen ja kumpi oikea puoli. Ultraäänellä voi kuvantaa x-, y- ja z-akseleilla, mikä on hyvä pitää mielessä. Indikaattorin osoittaessa potilaan päätä kohti muodostuu pitkittäisleike. Indikaattorin osoittaessa sivulle saadaan poikittaisleike. Koronaalisuunnan leikkeessä anturi viedään potilaan sivulle lateraalisesti ja indikaattori osoittaa potilaan päähän. Kuvaruudun yläreunassa näkyvät anturia lähinnä olevat ja alareunassa kauimpana olevat rakenteet. (Noble ym. 2007)

2.9 Doppler

Doppler-tutkimuksessa käytetään spektri-, väri- tai ääni-doppleria. Spektridopplerin alamuotoja ovat pulssi- ja jatkuvadoppler. Kuvantaminen dopplerilla perustuu siihen, että anturi pystyy aistimaan sitä lähenevät ja siitä loittonevat kaiut. Nämä muutokset voidaan esittää väri-, ääni- ja graafisina muutoksina. Väridopplerissa virtaustiedot esimerkiksi verenvirtauksesta voidaan liittää 2-dimensionaaliseen B-ultraäänikuvaan, jolloin virtaussuunta koodataan väreillä. Punainen väri on virtaus kohti anturia ja sininen poispäin. Ilman liittämää B-ultraäänikuvaan pulssidoppler ilmentää esimerkiksi verenvirtauksen nopeuseroja anturin lähettämän ja vastaanottaman taajuuden erona. Tasaisella virtauksella on tietty taajuusmuutos ja pyörteisellä virtauksella rekisteröidään useita taajuuksia. Jatkovaa dopplermittausta käytetään nopeiden virtausten mittaamiseen. Edellä mainittujen lisäksi on olemassa energiadoppler, joka on väridopplerin alamuoto. Sitä voidaan käyttää pienten ja syvien virtausten tunnistamiseen. Tällöin doppler-signaalin energiaväri koodataan. Nykyään myös kudosten liikettä voidaan arvioida doppler-tekniikalla, tällöin puhutaan kudosedopplerista. (Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007)

3 ULTRAÄÄNEN KÄYTTÖKOHTEET

3.1 Akuuttilääketiede

Ultraäänen käyttökohteista on useita kansallisia suosituksia päivystyslääketieteen parissa työskenteleville (taulukko 4). Ohjeistuksien mukaan lääkäreiden tulisi hallita sydämen, aortan, rintakehän, virtsateiden, sapen ja silmän kuvantaminen. Raskauteen liittyvät ongelmat, traumat ja syvien laskimotukosten kuvantaminen ovat tärkeitä osaamisen alueita. Myös pehmyt-, luu- ja lihaskudosten tutkiminen ultraäänellä edellytetään osattavan. Ultraäänitoimenpiteistä tärkeitä hallittavia osa-alueita ovat verisuonten kanylointi, perikardiosenteesi, torakosenteesi, dreenin asennus, lumbaalipunktio, artrosenteesi, murtuman reponointi ja intubaatioputken paikan varmistus. Vierasesineiden tunnistaminen ja poistaminen ultraääniavusteisesti on hyödyllinen lisätaito. Sydämen tahdistinjohtojen kuvantaminen ja asennus voivat olla tarvittavia taitoja. IFEM (International federation of emergency medicine) julkaisi kansainvälisen suosituksen ultraäänen koulutusohjelmasta akuuttilääketieteen osaajille vuonna 2014. (CAEP 2006, ACEP 2008, CEUS 2009, RCEM 2010, ACEM 2012, RCR 2012)

Suomessa akuuttilääketieteen koulutusohjelma alkoi ensimmäisen kerran virallisesti Turussa tammikuussa 2013. Erikoistumislääkärioppaissa on mainittu, että koulutukseen sisältyy radiologiaa. Oppaissa ei ole erikseen mainintaa ultraäänikoulutuksesta, sen sisällöstä tai kestosta. Suomessa ei ole tehty virallista ohjeistusta ultraäänen käytöstä akuuttilääketieteessä tai ensihoidossa.

TAULUKKO 4. Ultraäänen käyttökohteita. (ACEP 2006, 2008 ja 2014, IFEM 2014)

Kuvauskohde	Primaaritaito	Sekundaaritaito	Toimenpiteet
Sydän	Asystole, PEA, perikardiumneeste, tamponaatio, vasemman kammion systolinen funktio	Ejektiofraktio, vasemman kammion esitäyttö, seinämien liikkeet, pulmonaalihypertensio ym.	Perikardiosenteesi, tahdistin johtojen asennus
Aortta	Vatsa-aortan aneuryisma	Vatsa- ja rinta-aortan dissekaatio	
Rintakehä	Ilmarinta, pleuraneste	Interstitiaalineneste, konsolidaatio, keuhkofibroosi ym.	Torakosenteesi, Intubaation varmistus
Verisuonet	Proksimaalinen laskimotukos, nestetäytön arvio IVC:n avulla	Distaalinen laskimotukos, kaulavaltimotukos, TCD, ym.	Valtimoiden ja laskimoiden kanylointi
Vatsa	Vatsaontelon neste, sappirakon tulehdus, virtsatiekivet, hydronefroosi,	Maksan, haiman ja pernan koko, kystat ym.	Askitesnesteen dreneeraus, cystofiksin asennus
Silmä	Verkkokalvon irtoaminen, lasiaisen irtoaminen	Näköhermon halkaisia, linssin siirtyminen, vierasesine, pupilla reaktiot, lasiaisen verenvuoto ym.	
Raskaus	Kohdun sisäinen raskaus	Munasarjakysta ja -torsio, kohdun ulkoinen raskaus	
Murtumat		Pitkien luiden murtumat, jänteiden repeämät, lihasrepeämät ym.	Reponointi
Vierasesine	Tunnistus		Poistaminen

3.2 Ensihoito

Ultraäänen käyttäminen sairaalan ulkopuolella on lisääntynyt, kun käyttöön tuli pieniä kannettavia laitteita, joissa on korkeanlaatuinen kuva. Kohdennetussa ultraäänitutkimuk-

sessä pyritään sairaalan ulkopuolella pääsääntöisesti diagnostiseen tai terapeutiseen tutkimukseen. Diagnostisella tutkimuksella voidaan vakavasti sairaiden hoitoa kohdentaa paremmin ja tutkimuksissa on pystytty osoittamaan, että ultraääni parantaa diagnostista tarkkuutta. Potilaiden luokittelu ja hoitopaikan valinta helpottuu, kun ultraääni parantaa diagnostiikkaa. Terapeutisella tutkimuksella tarkoitetaan käytännössä tehtävää toimenpidettä kuten perikardiosenteesi ja torakoseentesi. Tämän takia terapeutiseen tutkimuksen onnistumiseen vaikuttaa merkittävästi suorittajan taidot ja koulutustausta. (Lapostelle ym. 2006, Walcher ym. 2006, El Sayed ja Zaghrini 2013, Ketelaars ym. 2013)

Kohdennetun ultraäänen indikaatiot vaihtelevat alueittain ja paikallisten olojen mukaan. Käytännössä sairaalan ulkopuolella voidaan kuvantaa samoja asioita kuin päivystyspoliklinikalla. Ultraäänen käyttäminen on tutkimusten mukaan vielä vähäistä sairaalan ulkopuolella. Käyttämättömyyttä selitetään usein potilaan hoidon viivästymisellä, laitekustannuksilla ja koulutusvaatimuksilla. Tutkimuksissa on kuitenkin voitu osoittaa, että useimpien diagnostisten tutkimusten tekemiseen menee vain 2—4 minuuttia. Useasti kohdennettu tutkimus kyetään tekemään alle yhdessä minuutissa. Toisaalta ultraäänitutkimus voidaan suorittaa liikkuvassa ambulanssissa tai helikopterissa. Tutkimuksissa ei ole havaittu merkittävää eroa kestossa ja luotettavuudessa liikkuvan ja paikallaan olevan kuljetusyksikön välillä. Lisää tutkimuksia kuitenkin tarvitaan varsinkin liikkuvassa ambulanssissa tehtäviä ultraäänitutkimuksista. (Hoyer ym. 2010, Snaith ym. 2011, El Sayed ja Zaghrini 2013, Ketelaars ym. 2013, Brun ym. 2014, Taylor ym. 2014)

Ensihoitajia ja lääkäreitä on koulutettu sairaalan ulkopuolella tapahtuvan kohdennetun ultraäänitutkimuksen tekemiseen hyvin lyhyillä koulutuspaketeilla. Tutkimuksissa on todettu, että kohdennetun ultraäänikoulutuksen ei tarvitse olla pitkä ja raskas. Hyviin tuloksiin ja luotettavuuteen on päästy lyhyillä koulutuksilla. Varsinkin sydämen tamponaation, ilmarrinnan ja pulssittoman rytmin tunnistaminen on onnistunut luotettavasti. (Hoyer ym. 2010, El Sayed ja Zaghrini 2013, Chin ym. 2013)

Tutkimuksia sairaalan ulkopuolella tapahtuvan ultraäänen vaikutuksista potilaan lopulliseen selviytymiseen ei ole riittävästi tehty. On pystytty osoittamaan, että kohdennetulla ultraäänellä voidaan parantaa potilaan diagnostiikkaa, hoitoa ja kuljetuspaikan valintaa, mutta merkitys lopullisen selviytymisen kannalta vaatii lisää tutkimuksia. (Walcher ym. 2006, Ketelaars ym. 2013, Rudolph ym. 2014)

4 ULTRAÄÄNIKAAVIOT

4.1 FAST

FAST-tutkimus (focused assessment with sonography in trauma) tarkoittaa ultraäänellä tehtävää keskitettyä tutkimusta traumapotilaalle. Siinä pyritään selvittämään, onko sydänpussissa tai vatsaontelossa verta. Nykyään on käytössä niin sanottu eFAST (extended focussed assessment sonography in trauma), joka on laajennettu tutkimus. Sillä pyritään todentamaan myös mahdollinen pneumo- tai hemothorax. Lisäksi sairaalan ulkopuolella voidaan puhua traumapotilaiden tutkimuksessa PFAST:sta (prehospital focussed abdominal sonography for trauma). Siinä pyritään todentamaan mahdollinen vatsaontelon sisäinen vuoto. (Soimakallio ym. 2005, ACEP 2006, Walcher ym. 2006, Noble ym. 2007, RCR 2012)

Vatsaontelon tai rintaontelon vuotojen ja nestekertymien tutkimukseen vaikuttaa potilaan asento, koska painovoima vaikuttaa nesteiden kertymispaikkaan. Monesti traumapotilaat ovat selinmakuulla tuettuna rankalautaan tai tyhjiöpatjalle, jolloin nestekertymät pyrkivät selän puolelle. Toinen asia, joka vaikuttaa nesteiden kertymiseen, on mahdollisen vuodon nopeus ja määrä. FAST-tutkimuksella voidaan luotettavasti osoittaa esimerkiksi Morisonin syvennyksestä 250 millilitran nestepitoisuus. Muita tutkittavia syvänteitä, joihin neste ja veri kertyvät, ovat splenorenaalinen syväne, rectovesikaalinen syväne miehellä ja Douglasin syvennys naisella. Lantion alueen vuoto täyttää ensin naisilla Douglasin ja miehillä rektovesikaalisen syvennyksen. Subxiphoidaali-näkymästä kuvannetaan sydäntä ja poissuljetaan mahdollinen neste sydänpussissa. Laajemmassa eFAST-tutkimuksessa pyritään löytämään mahdollinen pleuraneste ja poissulkemaan ilmarinta. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, RCR 2012)

Keila- tai kaarianturi käytetään yleensä FAST-toimenpiteissä ja taajuutena on 2—5 MHz (taulukko 3). Pääsääntöisesti FAST voidaan tehdä yhdellä anturilla, mutta anturin valinta on kiinni tekijästä. Pinta-alaltaan isompia antureita käytetään, jotta saadaan syvemmillä olevat kudokset paremmin kuvannettua ja pienemmillä, kuten mikrokaari-anturilla, parempi kuva kylkiluiden välistä. Yleensä aikuisilla taajuutena on 3,5 MHz. Lapsilla ja pienillä aikuisilla voidaan käyttää 5 MHz:n taajuutta. Poikittais- ja pitkittäisleikkeiden katsominen

on tärkeää, koska pienelle määrälle nestettä toinen leikkeistä voi olla herkempi. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, RCR 2012)

4.2 FATE

FATE (focused assessed transthoracic echocardiography) tarkoittaa kohdennettua ultraäänitutkimusta, joka tehdään potilaalle, kun halutaan arvioida sydämen ja keuhkojen tilannetta. Sydäimestä voidaan arvioida esi- ja jälkikuormaa, sydänlihaksen ja kammioiden toimintaa sekä sydämen kokoa. Elvytyksen yhteydessä arvioidaan useasti sydämen mahdollista liikettä. Lisäksi sillä voidaan todeta mahdollinen pleuraneste ja ilmarinta. (Fredriksen ym. 2010 ja 2011)

4.3 PAUSE

PAUSE (prehospital assessment with ultrasound for emergencies) on luotu sairaalan ulkopuoliseen käyttöön ja sillä pyritään tunnistamaan joitakin henkeä uhkaavia tilanteita. Tarkoituksena on tunnistaa ilmarinta, perikardiumneste ja sydänlihaksen liikkumattomuus. Ilmarinta ja perikardiumnesteen aiheuttama tamponaatio on mahdollista yrittää hoitaa sairaalan ulkopuolella. Sydänlihaksen liikkuvuuden arviointi elvytyksen yhteydessä on hyödyllistä, koska voidaan arvioida elvytyksen hyödyllisyyttä. Liikkumaton sydän on yhteydessä huonoon ennusteeseen elvytyksen yhteydessä. (Chin ym. 2013)

4.4 TCD

TCD:llä (transcranial doppler ultrasound) pystytään kuvantamaan aivojen valtimoita. Varsinkin sisemmän kaulavaltimon (ICA) ja keskimmäisen aivovaltimon (MCA) alueet ovat olleet kiinnostuksen kohteena, koska siellä sijaitsee suurin osa tukoksista aivoinfarktin yhteydessä. TCCD (transcranial color-coded dopler) on mahdollinen, nopea ja noninvasiivinen tutkimus aivoinfarktiepäilyssä. Sillä on päästy hyvään tarkkuuteen ja herkkyyteen tutkimuksissa. Yhdistettynä aivoinfarktipotilaan oireisiin TCCD tuo lisää diagnostista arvoa. Tulevaisuudessa pitäisi pystyä luotettavasti pois sulkemaan mahdolliset aivoverenvuodot, jotta liuotushoidon aloittaminen olisi mahdollista sairaalan ulkopuolella. Syrjäseuduilla, joissa kuljetusmatkat ovat pitkiä, tämä voisi tulla kyseeseen tulevaisuudessa. (Holsher ym. 2008, Herzberg ym. 2014)

Toinen TCD:n kohde on päänvammat. TCD:llä voidaan arvioida MCA:n verenkiertoa ja aivojen hypoperfuusiota. Tutkimuksissa TCD reagoi herkemmin aivopaineen muuttumiseen kuin MAP (mean arterial pressure), jolloin terapeuttinen hoito voidaan aloittaa aikaisemmin ja mahdollisen aivovaurion pahenemista ehkäistä. (Ract ym. 2007, Tazarourte ym. 2011)

4.5 CAVEAT

Caveat (the chest, abdomen, vena cava, and extremities for acute triage) on suunniteltu suuronnettomuuksiin, kuten luonnonkatastrofit, terrori-iskut, liikenneonnettomuudet ja sotatilanteet. Sen tarkoituksena on auttaa potilasluokittelua. Primaarivaiheen luokittelussa se vie liikaa aikaa, mutta sekundaarivaiheen luokittelussa siitä voisi olla hyötyä. Tämä vaatii kuitenkin lisää tutkimuksia. Käytännössä siinä tutkitaan samat asiat kuin eFAST-tutkimuksessa, minkä lisäksi arvioidaan verenkierron tilaa ontolaskimon koon, muodon ja kokoon painumisen perusteella. Lopuksi tutkitaan raajojen luiden ja kylkiluiden mahdolliset murtumat. Tarvittaessa hoidetaan ilmarinta, jänniteilmarinta ja sydämen tamponaatio. (Stawicki ym. 2010)

5 ULTRAÄÄNEN KLIINiset KÄYTTÖKOhteET

5.1 Sydän

Sydämen ultraäänitutkimusta käytetään, kun halutaan kuvantaa sydämen rakenteet: oikea kammio, vasen kammio, väliseinä, mitraaliläppä, trikuspidaaliläppä, aorttaläppä, keuhkovaltimoläppä ja sydämen kärki. Sillä voidaan erottaa perikardiumneste pleuranesteestä ja todentaa hemoperikardium ja sydämen tamponaatio. Myös sydämen ejektiofraktio voidaan laskea tai arvioida sydämen supistavuutta silmämääräisesti tarkastelemalla. Sydäninfarktissa ja kroonisessa sepelvaltimotaudissa iskemian aiheuttama liikehäiriö voidaan todentaa ultraäänellä. Hypotension syyn selvittelyssä voidaan tarkastella sydämen toimintaa (taulukko 4). Ensihoidossa tehdään yleensä sydämen osalta kohdennettu FAST- tai FATE-tutkimus. (Soimakallio ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007, Testa ym. 2010)

Perikardiumsenteesi voidaan suorittaa ultraääniohjauksessa subxiphoidaalisesti, parasternaalisesti tai apikaalisesti. Massiivisen keuhkoemboliaepäilyn yhteydessä voidaan ultraääntä käyttää diagnostisena apuna ja harkita tulosten perusteella liuotushoidon tarpeellisuutta. Elvytystilanteissa voidaan sydämen ultraäänitutkimusta hyödyntää PEA-rytmin syyn selvittämiseen, esimerkiksi keuhkoembolian tai tamponaation yhteydessä. Elvytyksen lopettamisen yhteydessä voidaan todentaa sydämen supistumattomuus tai mahdollinen eteiskammio-läppien liike vaikka varsinaista pumppaustoimintaa ei ole. (Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, Testa ym. 2010, Reissig ym. 2011, Akyuz ym. 2015)

Sydämen ultraäänitutkimus voidaan tehdä nelilokeroisesta subxiphoidaali-ikkunasta, vasemman puoleista pitkän akselin parasternaali-ikkunasta, lyhyen akselin parasternaali-ikkunasta ja apikaalisesta nelilokeroisesta ikkunasta. (Soimakallio ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

Sydämen ultraäänianturina käytetään yleensä kaarianturia. Tarvittaessa voidaan käyttää mikrokaarianturia pienen pinta-alansa takia. Näin voidaan saada parempi näkyvyys kylkiluiden välistä kuvannettaessa. Taajuutena käytetään 2–5 MHz (taulukko 3). Veren virtausta sydämessä voidaan tutkia dopplerilla. (Soimakallio ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

5.2 Rintakehä

Keuhkojen ultraääntä pystytään hyödyntämään ilmarinnassa, veririnnassa, pleuraeffuusiossa, keuhkoödeemassa, pneumoniassa, astmassa, COPD:ssa ja keuhkoemboliassa. Lisäksi torakosenteesi voidaan tehdä potilaalle ultraääniavusteisesti (taulukko 4). (Lichtenstein D ym. 1995, 2008 ja 2014, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007)

Kuvantamisessa käytetään kaarianturia taajuudella 2—5 MHz hyvän läpäisevyyden saamiseksi rintakehällä (taulukko 3). Tarvittaessa voidaan käyttää mikrokaari- tai sektorianturia, jotta saadaan parempi näkyvyys kylkiluiden välistä. Lapsilla ja potilailla, joilla on vähän rasvakudosta, voidaan käyttää korkeampia taajuuksia. Tutkimuskenttiä on kolme: anteriorinen, lateraalinen ja posteriorinen. (Lichtenstein ym. 1999, 2008 ja 2014, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

5.3 Perifeeriset verisuonet

Valtimoiden ja laskimoiden ultraäänitutkimuksessa hyödynnetään väriduppleria ja spektriduppleria. Niillä voidaan erottaa laskimot valtimoista ja nähdä valtimoveren virtausnopeus sekä virtaussuunta. Tutkimusta hyödynnetään niin yläraajojen kuin alaraajojen valtimoiden ja laskimoiden kuvantamisessa. Laskimotukosten tutkimisessa hyödynnetään kompressioultraäänitutkimusta (taulukko 4). Sitä käytetään niin yläraajojen kuin alaraajojen laskimoissa. Valtimon- ja laskimonalueen tutkimuksissa käytetään yleensä lineaarianturia taajuuksilla 5—12 MHz (taulukko 3). (Zierler 2004, Soimakallio ym. 2005, Noble ym. 2007, Moore 2014)

5.3.1 Verisuonten kanylointi

Ultraäänitutkimusta käytetään valtimoiden ja laskimoiden paikantamiseen kanyloinnin yhteydessä (taulukko 4). Yleisimmät käyttökohteet ultraäänelle laskimoissa ovat sisemmän kaulalaskimon, perifeerisen laskimon ja reisilaskimon kanylointi. Lihavilla ihmisillä uloimman kaulalaskimon kanylointi voi olla vaikeaa, jolloin käytetään apuna ultraääntä. Perifeeristen laskimoiden anatomiset variaatiot ja laskimoiden sijainti syvällä ovat tyypillisiä syitä ultraääniavusteiseen kanylointiin. Solislaskimon kanylointi ultraääniavusteisesti on vaikeaa, koska luiset rakenteet häiritsevät näkyvyyttä. Valtimoista useimmiten kanyloi-

daan vÄrttinÄvaltimo tai reisivaltimo. VÄrttinÄvaltimoa kÄytetÄÄn nÄytteidenottamiseen ja invasiiviseen mittaamiseen. UltraÄÄnen avulla valtimoiden ja laskimoiden kanylointi onnistuu tutkimusten mukaan paremmin. (Noble ym. 2007, Constantino ym. 2010, Moore 2014)

UltraÄÄnianturiksi valitaan lineaarianturi taajuuden ollessa 5—12 MHz (taulukko 3). UltraÄÄniavusteisessa kanyloinnissa on kÄytössÄ kaksi tekniikka: staattinen ja dynaaminen. Staattisessa tekniikassa ultraÄÄnellÄ paikannetaan suoni ja kanylointi suoritetaan pinnallisia maamerkkejä hyväksikäyttäen. Dynaamisessa tekniikassa voidaan verisuoni paikallistaa poikittaisleikkeessä tai pitkittäisleikkeessä, jolloin neula näkyy kuvassa ja sen etenemistä voidaan seurata reaaliaikaisesti. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Moore 2014, Vogel ym. 2015)

5.4 Aortta

Vatsa-aortan aneurysman tutkiminen ultraÄÄnellÄ on luotettavaa. Aortan dissekaatio on vastaavasti vaikeampi todentaa ultraÄÄnellÄ. Rinta-aorttaan näkyvyys on huono, koska rintalastan luiset rakenteet häiritsevät näkyvyyttä (taulukko 4). (Tayal ym. 2003, Soimakallio ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

Vatsa-aorttaa tutkittaessa kÄytetÄÄn kaari- tai sektorianturi taajuudella 2—5 MHz (taulukko 3). Lihavilla potilailla kÄytetÄÄn matalia taajuuksia ja laihoilla korkeita taajuuksia. Tutkimus aloitetaan miekkalisÄkkeen alareunasta. SelkÄrangan varjostuman edestÄ löytyvät vatsa-aortta ja alaonttolaskimo. Alaonttolaskimon erottaa kompressiotestillä aortasta, koska se painuu kasaan heikommpipaineisena ja ohutseinÄisempÄnä rakenteena. VÄridopplera voidaan hyödyntÄÄ aortan ja alaonttolaskimon erottamiseen. Aortasta katsotaan poikittais- ja pitkittäisleikkeet. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Sue 2014)

5.5 Vatsa

5.5.1 Raskaus

Kohdun ulkoista raskautta epäiltÄessÄ pyritÄÄn todentamaan kohdun sisÄinen raskaus (taulukko 4). Tällöin etsitÄÄn ultraÄÄnellÄ ruskuaispussia, sikiöpussia, napanuoraa tai sikiön sykettä. EtsittÄvät asiat riippuvat mahdollisista raskausviikoista. Ilman löydöksiÄ, jotka

viittaavat kohdun sisäiseen raskauteen, tulee tilannetta pitää kohdunulkoisena raskautena. Varsinkin silloin, jos raskaus on mahdollinen ja potilaalla on muita oireita: vatsakipua, verenvuotoa alapäästä tai synkopee. (Morin ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

Kohdun ultraäänitutkimus tehdään vatsan päältä käyttämällä kaarianturia taajuudella 3—5 MHz (taulukko 3). Gynekologit tekevät ultraäänen sairaalassa transvaginaalisesti. Kuvauksessa katsotaan poikittais- ja pitkittäisleike lantion alueelta. Tutkimus aloitetaan häpyliitoksen kohdalta keskilinjasta. Tutkimuksessa tulisi erottua selkeästi kohtu, virtsarakko, uterovesikaalinen tila ja Douglasin kuoppa. (Morin ym. 2005, ACEP 2006, Noble ym. 2007)

5.5.2 Munuaiset ja virtsarakko

Ultraäänitutkimusta käytetään virtsateiden obstruktion syyn selvittelyyn, varsinkin raskaana olevilla ja lapsilla (taulukko 4). Heillä on syytä välttää turhia säteilyannoksia. Ultraäänellä voidaan todentaa luotettavasti hydronefroosi, joka voi olla merkki akuutista obstruktiosta virtsateissä. Epäiltäessä virtsaumpea tai neurologista ongelmaa, voidaan arvioida rakon täyttöä. Virtsatiekiviä on vaikea todentaa ultraäänellä. Cystofix on turvallista laitetta ultraääniaivusteisesti. Anturina voidaan käyttää kaari-, mikrokaari- tai sektorianturia, jolloin taajuutena käytetään 2—5 MHz (taulukko 3). Mikrokaari- ja sektorianturi ovat hyviä, kun tutkitaan munuaisia kylkiluiden välistä. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Hasani ym. 2015)

5.5.3 Sappirakko

Sappirakon ultraäänitutkimus on aiheellinen epäiltäessä sappirakon tulehdusta tai sappikiviä (taulukko 4). Tutkimuksessa pyritään löytämään sappirakosta kiviä, sappirakon seinämän paksuuntumista, yhteisen sappitien laajentuneisuutta sekä nestettä sappirakon ympäriltä. Lisäksi sappirakon tulehduksesta voidaan saada vahvistusta Murphyn testillä. Siinä ultraäänen anturilla painetaan sappirakon pohjaa, jolloin potilas tuntee voimakasta kipua sappirakon ollessa tulehtunut. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Hasani ym. 2015)

Sappirakkoa etsitään oikealta ylävatsalta. Sappirakon liikkumisen takia sen sijainti vaihtelee. Maksan päälohkon fissuuraa seurattaessa sappirakon sekä porttilaskimon pitäisi löytyä. Sappitiehyet sijaitsevat aina porttilaskimon edessä ja niiden seinämät ovat korkeakaikui-

semmat kuin porttilaskimon tai maksasuonten. Sappirakosta tutkitaan poikittais- ja pitkitäisleikkeet, jotta sappikivet eivät jäisi huomaamatta. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Hasani ym. 2015)

Ultraäänianturiksi valitaan kaari-, mikrokaari- tai sektorikaarianturi taajuudella 2—5 MHz (taulukko 3). Mikrokaarianturia on hyvä käyttää, jos sappirakkoa joudutaan tutkimaan kylkiluiden välistä. Maksavaltimo voidaan erottaa käyttämällä doppler-anturia. (ACEP 2006, Noble ym. 2007, Hasani ym. 2015)

5.6 Harvinaiset

5.6.1 Silmä

Silmän tutkimisessa ultraääni on hyödyllinen, kun kyseessä on silmän linssin vaurio, verkkokalvon irtoaminen, vierasesine silmässä tai aivovammapotilas (taulukko 4). Silmän näköhermon hermotupen (epineurium) halkaisijan mittaamisen avulla voidaan non-invasiivisesti todeta ja seurata kallonsisäisen paineen kehittymistä. Samaa ilmiötä kuvastaa papilla ödeema, mutta ultraäänellä asiaa pystytään mittaamaan ja ennakoimaan tilanteen eteneminen. (Bedi ym. 2006, Noble ym. 2007, Shirodkar ym. 2014, Mehrpour ym. 2015)

Anturiksi valitaan lineaari- tai silmäanturi taajuudella 7—15 MHz (taulukko 3). Suuri taajuus on tärkeä, koska tarkasteltavat kohteet sijaitsevat pinnallisesti. Silmästä otetaan poikittais- ja pitkitäisleikkeet, jotta mittasuhteet eivät pääse vääristymään. (Bedi ym. 2006, Noble ym. 2007)

5.6.2 Murtumat

Ultraäänitutkimusta voidaan hyödyntää murtumien alkuvaiheen diagnostiikassa. Se on nopeasti saatavilla, eikä aiheuta säteilyä potilaalle. Kylkiluun ja rintalastan murtumissa se on diagnostisesti parempi kuin röntgenkuvaus. Reponointipäätöstä luksaatiotilanteissa voidaan nopeuttaa tutkittaessa nivel ultraäänellä ilman muita kuvantamistutkimuksia (taulukko 4). (Noble ym. 2007, Hoffman ym. 2014)

Ultraäänellä etsitään luisesta korteksista katkeamista ja pyritään selvittämään mahdollinen virheasento ja sen aste. Anturina käytetään lineaarianturia taajuudella 10—15 MHz (taulukko 3). Ultraäänen taajuutta kannattaa laskea pehmytkudoksen määrän ollessa suuri. Tällöin ultraääniaallot etenevät syvemmälle kudokseen ja kuvanlaadusta tulee parempi. Katsotaan luusta poikittais- ja pitkittäisleike. Pitkittäisleike näyttää hyvin cortexin katkeamisen ja pehmytkudoksen turvotukset. Poikittäisleikkeellä arvioidaan virheasennon kulma ja sen olemassaoloa. (Noble ym. 2007, Bolandparvaz ym. 2013, Hoffman ym. 2014)

Lapsilla ultraääntä voidaan käyttää kallonmurtumien tutkimisessa ja aivoverenvuodon toteamiseen aukileen läpi. (Patel ym. 1994, Rabiner ym. 2013)

5.6.3 Vierasesine

Ultraäänitutkimusta voidaan käyttää vierasesineiden etsimiseen kehosta (taulukko 4). Metallin erottaa suoraan ja puun sekä kivet varjostumien avulla. Puu ja muut orgaaniset aineet aiheuttavat turvotusta kudoksiin tulehdusprosessin kautta, joka näkyy ultraäänitutkimuksella. (Nobel ym. 2007, Ingraham ym. 2015)

Anturina käytetään lineaarianturia, jonka taajuus tulisi olla 5—10 MHz (taulukko 3). Koko alue tutkitaan, jossa epäillään olevan vierasesineitä poikittais- ja pitkittäisleikkeillä. Etsitään kirkastumia ja varjostumia, joita esineet aiheuttavat. Tarvittaessa ultraääntä voidaan hyödyntää vierasesineen poistossa näköyhteydessä. (Nobel ym. 2007, Ingraham ym. 2015)

6 ULTRAÄÄNIKOULUTUS

6.1 Kohdennettu päivystysultraäänitutkimus

IFEM on laatinut kansainväliseen ohjeistuksen ultraäänikoulutuksen sisällöstä päivystyslääketieteen osaajille. Useat maat ovat laatineet myös kansallisia suosituksia. Esimerkiksi ACEP (2008) on laatinut kriteerit ultraäänitutkimuksista, jotka akuuttilääketieteen parissa työskentelevien lääkäreiden tulisi hallita (taulukko 4).

Päivystysultraäänen yhteydessä puhutaan usein termistä Pocus (point of care ultrasound), joka on hätätilapotilaille tehtävä kohdennettu ultraäänitutkimus. Sillä ei pyritä kaiken kattavaan radiologitasoiseen diagnostiikkaan, koska se veisi liikaa resursseja käyttötarkoitukseen nähden. Tutkimuksissa pyritään löytämään selkeitä vastauksia yksinkertaisiin kysymyksiin, kuten ”onko keuhkoissa pleuranestettä”? Tämä johtuu osittain käyttäjien taidoista, potilaan asennosta, artefaktaherkkyudesta ja nopeusvaatimuksista hätätilapotilailla. Pocus tehdään potilaan vieressä, jolloin ultraäänidiagnostiikka voidaan tehdä reaaliajassa. Tämä nopeuttaa löydösten tulkintaa ja auttaa tekemään nopeita klinisiä päätöksiä potilaan hoitamiseksi. (CAEP 2006, ACEP 2008, IFEM 2014)

ACEP (2008) luokittelee päivystysultraäänen viiteen kategoriaan: elvyttävä, diagnostinen, oire-/merkkipohjainen, toimenpidekohtainen tai monitoroiva/terapeuttinen. IFEM (2014) haluaisi jaotella kohdennetut ultraäänitutkimukset elinkohtaisesti, tautikohtaisesti ja toimenpidekohtaisesti. Nämä jaoteltaisiin edelleen ydinosattaviin asioihin ja laajennettuun osaamiseen (taulukko 4).

IFEM (2014) jakaa Pocusella tehtävän ultraäänikoulutuksen perustasoon ja vaativaan tasoon. Perustasolla tulisi osata sydämen, keuhkojen, verenkierron, vuotojen, laskimotukosten ja trauman kuvantaminen sekä toimenpiteiden tekeminen ultraäänellä. Vaativalla tasolla tulisi osata esimerkiksi laajennettu sydämen statuksen tekeminen, elinvammojen todentaminen traumaissa, laajennettu keuhkojen kuvantaminen ja laajennettu laskimotukosten kuvantaminen. Yleensä Pocusen tekeminen on helppo oppia, ja se vahvistaa kuvantamistaitoja ultraäänellä. Käytössä se on nopea, helppoa, resursseja säästävä, kuolleisuuteen vaikuttava ja diagnostiikkaa helpottava.

6.2 Koulutuksen suunnittelu

Ultraäänikoulutusta suunniteltaessa on tärkeää huomioida paikalliset olosuhteet ja tarpeet. Paikallisesti on saatettu luoda ultraäänitutkimuksia koskevat ohjeistukset, joilloin koulutetaan vain niitä kohdennettuja tutkimuksia, jotka on havaittu hyödylliseksi alueella. Aina on pidettävä mielessä muut tutkimus- ja kuvantamismahdollisuudet, jotka voivat olla ensisijaisia. Ultraäänikoulutuksen tulisi täydentää koulutettavien taitoja ja olla hyödyllinen heidän työssään. Koulutettavat oppivat samalla muutakin ultraäänidiagnostiikkaa käytännönkokemusten ja harjoittelun kautta. Silmä harjaantuu kuvien tulkintaan ja epäkohtien löytämiseen toistojen kautta. Koulutettaville tulee perustella kohdennetun ultraäänen hyödyllisyys ja vaikutus potilaan hoitoon. (IFEM 2014)

Ultraäänikoulutuksen pohjana tulisi varmistaa, että koulutettavat osaavat ultraäänen fysiikan teorian. Tärkeitä ovat kuvantamiseen liittyvät termit ja ilmiöt. Lisäksi täytyy tietää kuvan muodostumiseen vaikuttavat tekijät ja siihen liittyvät häiriöt sekä artefaktat. Ultraäänilaitteen asetukset, säädöt ja erilaisten anturien käyttöindikaatiot tulisi osata. Koulutusta voidaan helpottaa lisäämällä lääketieteen opiskelijoiden perusopintoihin ultraäänikoulutusta. Opeteltavat kuvantamiskohteet ja niiden sisältö on mainittu edellä. (ACEP 2008, RCR 2012, IFEM 2014)

6.2.1 Koulutuksen sisältö

Koulutuksen sisällön tulisi koostua luennoista, käytännön opetuksesta, testauksesta ja laadun varmistamisesta. Luennot voidaan järjestää PowerPoint-esityksinä, video- tai onlineluentoina ja verkko-opintoina. Käytännön opetuksen tulisi sisältää tekniikka-, kuvantamis- ja kuvan tulkintaharjoituksia sekä kliinisen päätöksenteon harjoittelua. Näillä harjoituksilla pyritään tekemään kuvantamisesta nopeaa ja luotettavaa. Koulutuksen jälkeisellä testauksella varmistetaan koulutettavien osaaminen. Testaus voidaan järjestää perinteisillä kirjallisilla kokeilla, jotka voivat koostua essee- ja monivalintakysymyksistä. Lisäksi voidaan järjestää simulaatiostudiossa käytännönkokeita harjoitusnukkeilla. Simulaatiostudiossa voidaan arvioida koulutettavan teknisiä taitoja (koneasetukset, oikea anturi, anturin asento, dokumentaatio), kuvantamisnopeutta, kuvantulkintataitoja ja kliinistä päätöksentekokykyä. Simulaatiostudiossa palautteen antamista auttaa harjoituksen kuvaaminen, jolloin tilanne voidaan katsoa opettävän kanssa jälkikäteen yhdessä läpi. Kuvantamistaitoja voidaan

arvioida simulaatiostudion lisäksi oikeilla potilailla, jolloin ohjaaja valvoo kuvantamistilanteen ja antaa palautteen jälkikäteen. Kuvantamistilanne voidaan nauhoittaa videolle myös oikean potilaan kanssa. Yhteinen dokumentaatiokieli ja -tyyli tulisi sopia toimijoiden välillä, jolloin tulkinnoissa ei tulisi ristiriitoja ja epäselvyyksiä. (ACEP 2008, IFEM 2014)

Jos päivystysultraäänikoulutus sisältää kaikki 11 osa-aluetta, tulisi koulutukseen varata aikaa kolme päivää. Jokaiseen päivään kuuluisi kolme kahdeksan tunnin teoriaopetusker-taa. Koulutettaessa yksi osa-alue kerrallaan aikaa tulisi varata kolmesta neljään tuntiin. Käytännönopetusta tulisi olla 2–4 tuntia yhtä koulutettavaa osa-aluetta kohden. Koulutuk-sen tulisi sisältää aiheen, laitetekniikan ja käyttöindikaatioiden esittely sekä ultraäänen fysikaalinen teoriaopetus. (ACEP 2008)

6.2.2 Ylläpitokoulutus

Päivystysultraääntä tekevien tulisi saada ylläpitokoulutusta vähintään viisi tuntia kahden vuoden välein. Päivystysultraäänikouluttajien tulisi saada ylläpitokoulutusta vähintään kymmenen tuntia kahden vuoden välein. Ylläpitokoulutusta voidaan järjestää konferens-seilla, luennoilla, käytännönopetuksella, kuvien tulkintaharjoituksilla, potilastapauksilla ja perehtymällä tutkimuksiin. (ACEP 2008, RCR 2012, IFEM 2014)

6.2.3 Luotettavuus

Luotettavan ultraäänikuvantamisen saavuttamiseksi täytyy tehdä riittävästi toistoja. Tällöin kuvantamisesta tulee laadukasta ja kuvien tulkinnasta luotettavaa ja kyky tehdä kliinisiä päätöksiä kehittyy. Riittävä kuvantamismäärä hyvän luotettavuuden saamiseksi vaihtelee ohjeistuksesta ja kuvannettavasta osa-alueesta riippuen. Vaihteluväli on 25 potilaasta aina 300 potilaaseen. Vähimmäismääränä pidetään 25 potilasta. Kokonaismäärä 150–250 kuvannettua potilasta eri osa-alueista antaa luotettavuuden päivystysultraäänen tekemiseen. Jokaista uutta osa-aluetta kohti tulisi kuvantaa 25–50 potilasta lisää. Kuvannettujen potilaiden löydökset tulisi varmentaa ohjaajan avulla. Luotettavan ultraääniohjatun toimenpi-teen tekemiseksi tulisi olla tehtynä kymmenen toimenpidettä potilaalla tai hyvänlaatuisella simulaationukella. Ongelmaksi muodostuvat yleensä kuvantamismäärät, koska asukasluku vaihtelee alueittain. Tällöin pitää etsiä vaihtoehtoisia keinoja osaamisen varmentamiseksi. Kuvantamistaidon oppiminen on yksilöllistä ja osalle riittää luotettavaan kuvantamiseen

vähempikin määrä potilaita. Aina ei voida arvioida osaamista vain numeroiden valossa. (ACEP 2008, RCR 2012, IFEM 2014)

Päivystyslääketieteeseen erikoistuville tulisi ACEP:n (2008) mukaan järjestää yhden päivän perehdytys päivystysultraäänenkäyttöön. Perehdytyksen tulisi sisältää teoria- ja käytännönopetusta. Kuvantamista pitäisi erikoistumisen aikana tehdä 80 tuntia tai kaksi viikkoa päivystyksessä. Teoria opetusta tulisi järjestää erikoistumisen aikana vähintään 20 tuntia. ACEP:n (2008) mukaan vasta 150 kuvannettua hätätilapotilasta antaa riittävän pätevyyden luotettavaan kuvantamiseen.

6.2.4 Laadun varmistus

Laadunvarmistusjärjestelmä tulee luoda alkuvaiheessa, jolloin siitä tulee osa koulutusta, harjoittelua ja suorittamista. Sillä pystytään varmistamaan lääkärin jatkuva kehittyminen työssään ja osaamisen paraneminen. Laadua voidaan tarkkailla jälkikäteen pysäytyskuvista, videoista ja dokumenteista. Kuvan tarkkuutta ja teknistä laatua voidaan arvioida esimerkiksi resoluution, kuvan laadun ja anatomisen tarkkarajaisuuden mukaan. Nimetty ohjaaja suorittaa arvion ja antaa palautteen koulutettavalle. (ACEP 2008)

6.2.5 Käytännön harjoittelu

Laadukkaiden kuvien ottamista voi harjoitella potilailla, joille tehdään toinenkin kuvantamistutkimus. Tällöin voidaan vertailla esimerkiksi omaa ultraäänilöydöstä otettuun TT-kuvaan. Opettelemalla huolellisesti ultraäänitekniikan ja eri laitteiden mekaaniset ominaisuudet voidaan kuvien laatua parantaa. Osaamista voidaan kehittää konsultoimalla kollegoita ja pyytämällä opetusta sekä ohjausta. Internetistä on ulkomaisia palveluja, jotka antavat lausuntoja otetusta ultraäänikuvasta. Niiden avulla voi saada toisen mielipiteen omaan kuvantamistutkimukseen. Ulkomaisia palveluita käytettäessä tulee varmistua, että salassapitovelvollisuus ei vaarannu. Lisäksi on kehitetty laadukkaita simulaationukkeja, joiden avulla voidaan harjoitella kuvantamista. Kuvien tulkintaa voi harjoitella internetpohjaisissa oppimisympäristöissä ja vertailemalla ultraäänikuvia muilla kuvantamismenetelmillä todettuihin löydöksiin. (IFEM 2014)

Kliinisten päätösten tekemistä voi harjoitella pre- ja postultraäänitutkimuksilla. Tällöin muilla tutkimuksilla varmistetaan tilanne. Tämä antaa mahdollisuuden kokeilla omaa osaamistaan ja jälkikäteen tehtynä ymmärtää tapahtuneen muutoksen löydöksessä. Toinen vaihtoehto on jäljittää potilaan lopullinen diagnoosi sairauskertomusten kautta ja vertailla omia kuvantamislöydöksiä. (IFEM 2014)

6.2.6 Riskienhallinta

Riskienhallinta on tärkeää huomioida potilastyössä. Tähän pystytään parhaiten vaikuttamaan, kun kohdennetun päivystysultraäänen tekijä on riittävästi koulutettu ja työskennellään yhdessä sovitun protokollan mukaan. (ACEP 2008)

7 AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto on kerätty anonyymilla puolistrukturoidulla kyselytutkimuksella. Kysely lähetettiin kaikille ensihoidon vastuulääkäreille Suomessa, jotka olivat sosiaali- ja terveystieteiden listalla 16.4.2013. Kaikkiaan listalla oli 32 henkilöä, joista 27 (84 %) vastasi kyselyyn. Kysely tehtiin sähköisesti internet-pohjaisena ja suoritettiin vuoden 2013 huhtikuun ja heinäkuun välisenä aikana.

Tutkimukseen valittiin puolistrukturoitu sähköinen kysely, jotta tavoitettaisiin mahdollisimman laajasti kyselyyn osallistujat ja lomakkeen palauttaminen onnistuisi helposti. Puolistrukturoitu lomake ei ole vastauksien suhteen liian rajoittava, jolloin osassa kysymyksistä saatiin riittävän kattavat vastaukset. Kyselylomake muodostettiin opinnäytetyön teorian ja esiin nousseiden tutkimusongelmien pohjalta. Sähköisen lomakepohjan rakentamisessa hyödynnettiin e-lomake-työkalua. Kyselylomake testattiin kolme kertaa satunnaisesti valituilla koehenkilöillä ja muutokset tehtiin palautteen perusteella. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää ultraäänilaitteen käyttökohteita ensihoidossa, kuinka paljon laitteita käytetään Suomessa, minkälaisen koulutuksen luotettava käyttö vaatisi ja kenen tulisi voida käyttää ultraääntä ensihoidossa.

Kohderyhmäksi valittiin ensihoidon vastuulääkärit Suomessa, koska heillä on kokonaiskuva alueensa ensihoidon järjestämisestä, käytettävistä välineistä, alueella tapahtuvasta koulutuksesta ja tulevaisuuden tarpeista.

Tutkimukseen valittiin kvantitatiivinen lähestymistapa, jossa on tärkeää perehtyä aiemmin tehtyihin tutkimuksiin ja verrata omia tuloksia niihin. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa myös käsitteiden määrittäminen tarkasti on tärkeää. (Hirsjärvi ym. 2007)

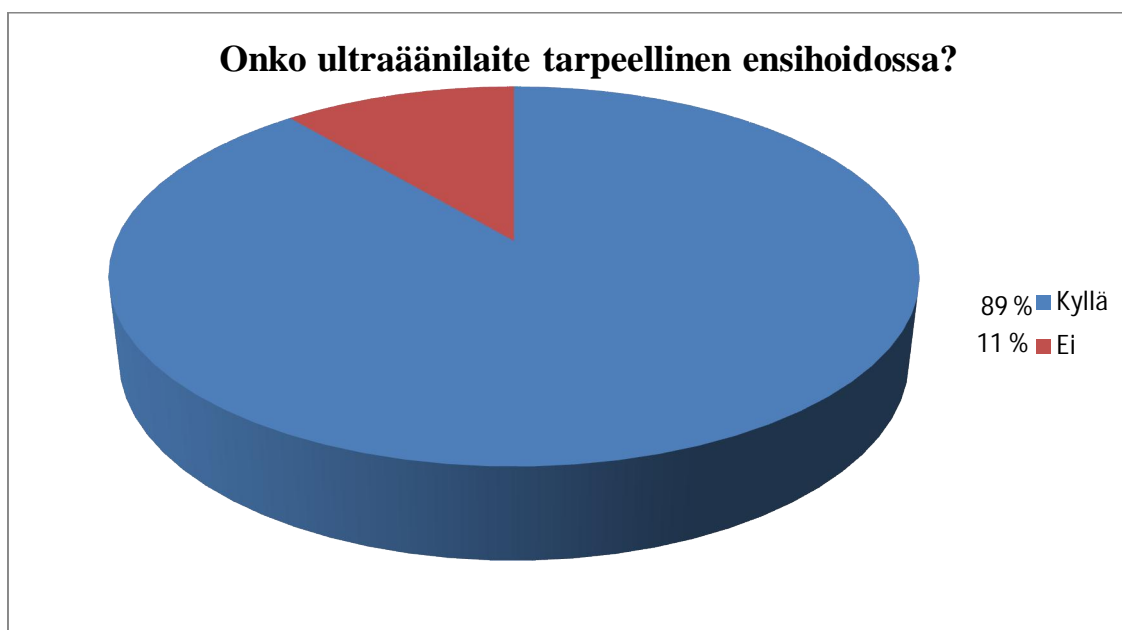
Tutkimusaineisto analysoitiin tilastollisesti saatujen vastausten pohjalta vuosien 2013 ja 2015 välisenä aikana. Tulosten esittämisessä apuna käytettiin tilastollisia kuvaajia ja taulukoita. Vastauksista muodostettiin havaintomatriisit Microsoft Excel ohjelmalla. Ohjelman käyttö on perusteltua, jotta saadaan mahdollisimman selkeä ja kattava analyysi tuloksista. Strukturoidut kysymykset esitetään prosentteina ja frekvensseinä taulukoissa ja kuvaajissa.

Avoimet kysymykset esitetään sanallisessa ja frekvenssimuodossa. Vastauksia analysoitaessa kyselylomakkeen kohdat jaettiin useampaan kategoriaan. (Tuomi ja Sarajärvi 2009)

8 TULOKSET

8.1 Ultraäänilaitteiden tarpeellisuus ja käyttökohteet ensihoidossa

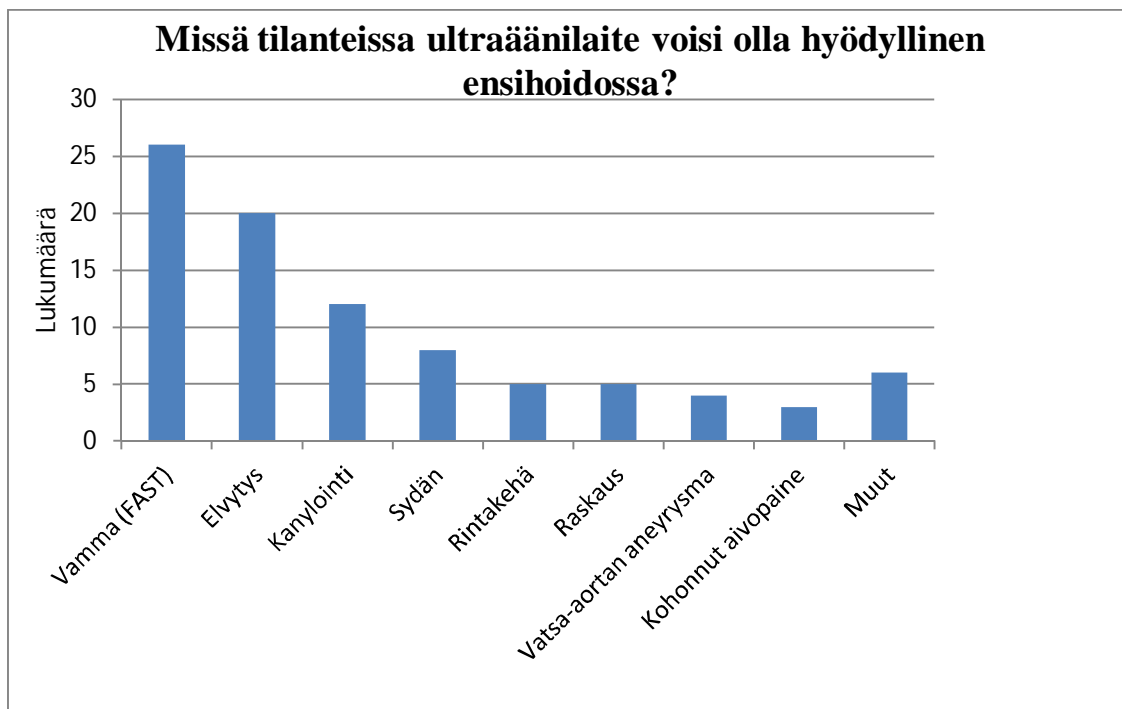
Tutkimukseen osallistui 27 ensihoidon vastuulääkäreitä Suomesta. Vastuulääkäreistä 24 (89 %) piti ultraäänilaitetta tarpeellisena ensihoidossa. Vastaavasti 3 (11 %) vastuulääkäreitä ei pitänyt ultraäänilaitetta tarpeellisena ensihoidossa (kuvio 1).



KUVIO 1. Ultraäänen tarpeellisuus ensihoidossa.

Vastaajista 26 (96,3 %) piti vammapotilaan kuvantamista ultraäänilaitteella FAST-tyyppisesti hyödyllisenä ensihoidossa. Elvytyksessä 20 (74 %) vastaajaa piti ultraäänen käyttöä hyödyllisenä. Kanyloinnin oli 12 (44 %) vastaajaa nostanut tärkeäksi käyttökohteeksi ultraäänelle. Sydämen kuvantamisesta muussa kuin elvytyksen yhteydessä pidettiin kahdeksan (29,6 %) vastaajan mielestä tärkeänä ensihoidossa. Sydämen kohdalla mainittiin seuraavanlaisia käyttöindikaatioita: tamponaatio, shokki, eyeball, rintakipu, sydämen vajaatoiminta ja läppäviat. Rintakehän kuvantamisessa ultraäänellä oli viisi (18,5 %) vastaajaa erikseen nostanut käyttöindikaatioksi: ilmarinnan, veririnnan, pneumonian, pleurojen kuvantamisen, keuhkoembolian ja FATE-protokollan. Raskaana olevan potilaan kuvantaminen ensihoidossa oli viiden (18,5 %) vastaajan mielestä hyödyllistä. Käyttöindikaatioiksi mainittiin alapäävuoto ja alavatsakipu. Erikseen nostettiin esiin istukan ja sikiön sydämen

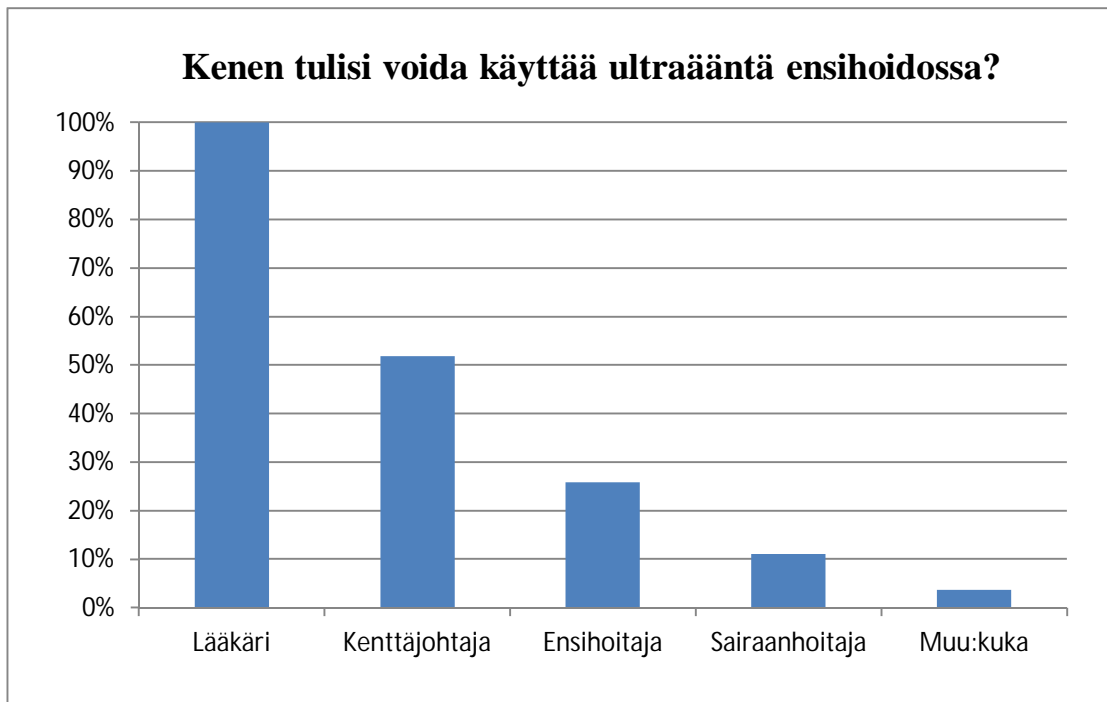
kuvantaminen. Vatsa-aortan aneyrysmen kuvantaminen ensihoidossa nostettiin esiin neljän (14,8 %) vastaajan toimesta. Kohonneen aivopaineen toteaminen ultraäänellä ensihoidossa koettiin kolmen (11,1 %) vastaajan mielestä hyödyllisenä. Muita yksittäisiä esiin nousseita käyttökohteita ensihoidossa ultraäänelle oli sappikivet, trakean kuvantaminen, vatsakipui- nen potilas, kaulasuonet, intubaation varmistaminen ja raajan verenkierto (kuvio 2).



KUVIO 2. Ultraäänen käyttöindikaatiot ensihoidossa.

8.2 Ultraäänen käyttäjät ensihoidossa

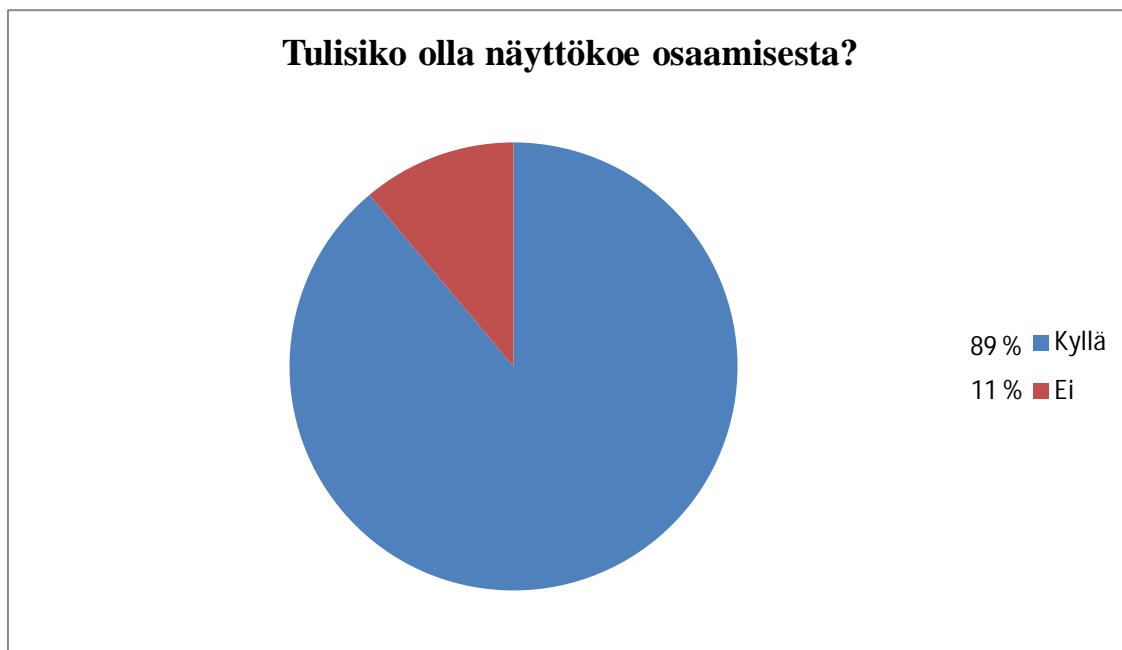
Vastaajista 27:n (100 %) mielestä lääkärin tulisi voida käyttää ultraääntä ensihoidossa. Kenttäjohtajan tulisi voida käyttää ultraääntä 14 (51,9 %) vastaajan mielestä. Ensihoitajan tulisi voida käyttää ultraääntä 7 (25,9 %) vastaajan mielestä. Kolmen (11,1 %) vastaajan mielestä sairaanhoitajan tulisi voida käyttää ultraääntä ensihoidossa. Muu: kuka-kohdassa oli esiin nostettu hoitotason sairaankuljettaja ja lääkäri ultraäänen käyttäjinä (kuvio 3).



KUVIO 3. Kenen haluttaisiin käyttävän ultraääntä ensihoidossa?

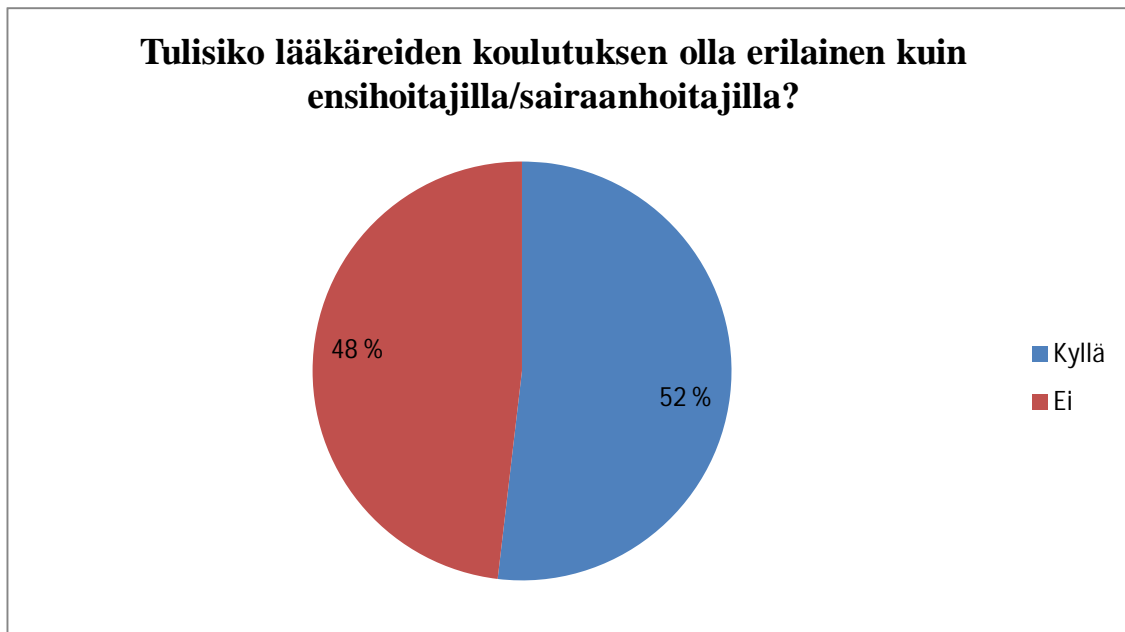
8.3 Ultraäänen koulutusvaatimukset ensihoidossa

Teoriaopetuksen määrä keskiarvona oli vastaajien keskuudessa 17,6 tuntia. Pienin esitetty määrä teoriaopetusta oli neljä tuntia ja suurin määrä 40 tuntia. Kaksi vastaajista ei osannut sanoa, kuinka paljon teoriaopetusta tulisi järjestää. Harjoituspotilaita tulisi valvotusti kuvantaa vastaajien mielestä keskiarvallisesti 41,8 kappaletta. Pienin ehdotus määräksi oli kuusi kappaletta ja suurin 200 kappaletta. Vastaajista 24:n (88,9 %) mielestä koulutuksessa tulisi olla näyttökoe osaamisesta. Kolmen (11,1 %) vastaajan mielestä ei tarvita näyttökoetta (kuvio 4).



KUVIO 4. Näyttökokeen tarpeellisuus.

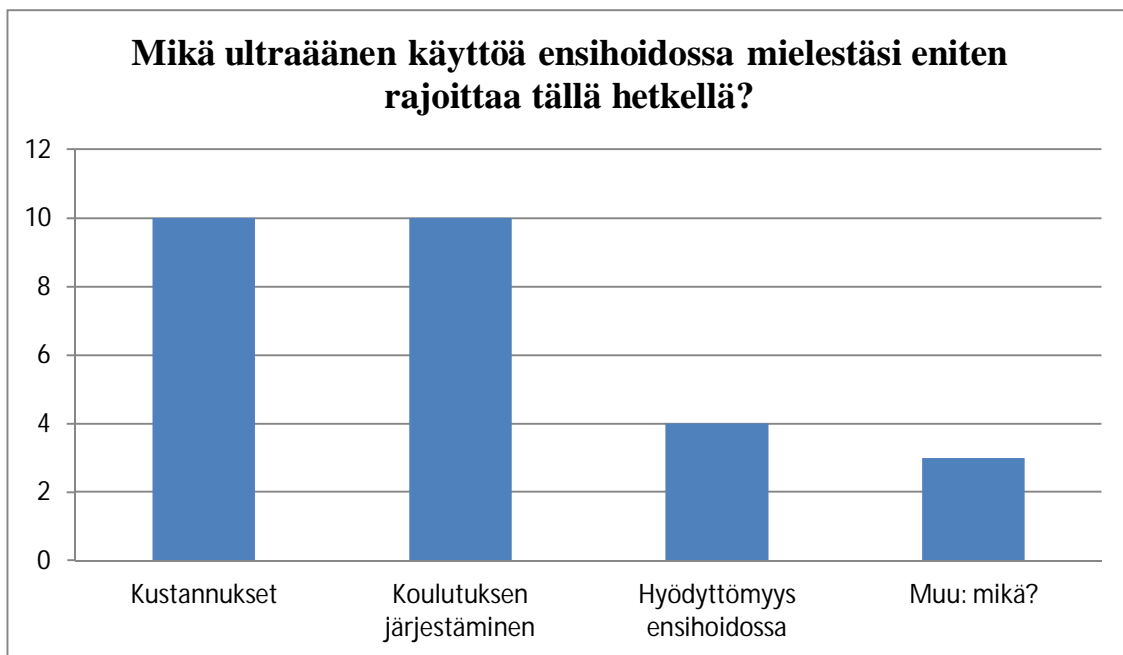
Kaikkien vastaajien (100 %) mielestä tulisi järjestää jatkossa ylläpitokoulutusta ultraäänen käyttäjille ensihoidossa. Lisäkoulutusta tulisi järjestää vastaajien mukaan keskiarvollisesti 6,7 tuntia vuodessa. Pienin ehdotettu tuntimäärä lisäkoulutukseen oli yksi tunti ja suurin 20 tuntia. Kaksi vastaajista ei osannut sanoa mielipidettään. Vastaajien mielestä keskiarvollisesti tulisi vuodessa tutkia 32,8 potilasta, jotta kuvantaminen olisi luotettavaa. Pienin ehdotettu määrä kuvannettuja potilaita osaamisen ylläpitämiseen oli kuusi kappaletta ja suurin määrä 100 kappaletta. Kaksi ei osannut sanoa mielipidettään. Vastaajista 14 (51,9 %) halusi lääkäreille erilaisen koulutuksen ultraäänenkäytöstä kuin ensi- ja sairaanhoitajille. Vastaajista 13 (48,1 %) ei pitänyt erilaisen koulutuksen järjestämistä tarpeellisena (kuvio 5).



KUVIO 5. Koulutuksen erilaisuuden tarpeellisuus.

8.4 Ultraäänen käyttöä rajoittavat tekijät ensihoidossa

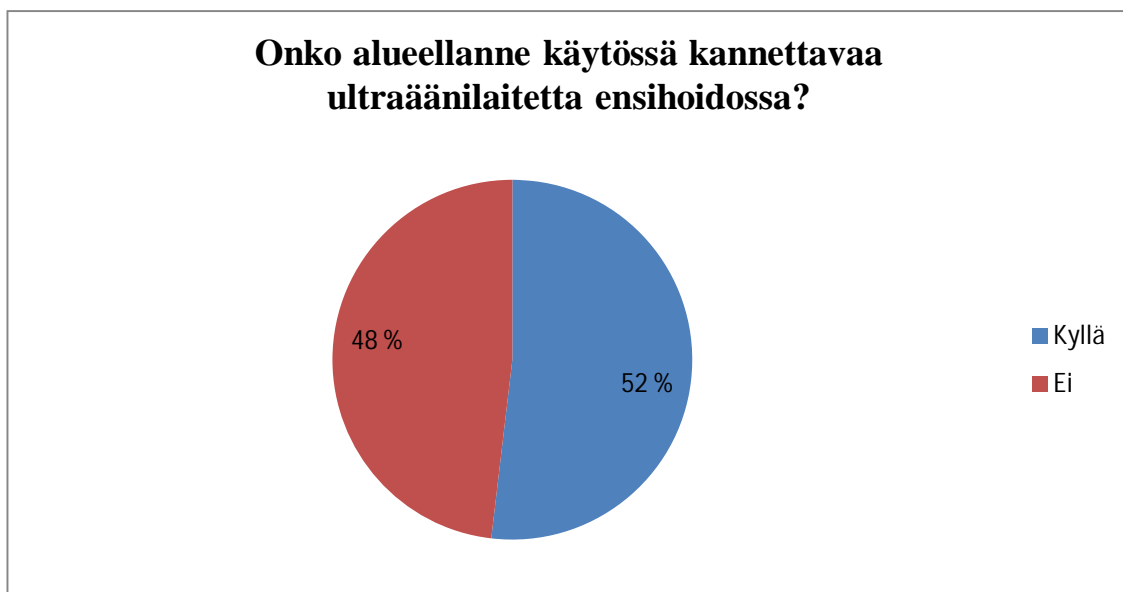
Vastaajista kymmenen (37 %) piti kustannuksia suurimpana rajoittavana tekijänä ensihoidossa. Kymmenen (37 %) vastaajan mielestä koulutuksen järjestäminen oli suurin rajoittava tekijä. Neljän (14,8 %) vastaajan mielestä suurin syy oli hyödyttömyys ensihoidossa. Kolmen (11,1 %) vastaajan mielestä oli muita rajoittavia tekijöitä. Tällaisiksi tekijöiksi mainittiin vanhakantainen asenne, osaamisen hallinta ja vähäinen tutkimusnäyttö hyödyllisyydestä ensihoidossa. Yhtenä tekijänä pidettiin sitä, että lääkäritkään eivät hallitse ultraääntä vielä riittävän hyvin (kuvio 6).



KUVIO 6. Ultraäänen käyttöä rajoittavat tekijät.

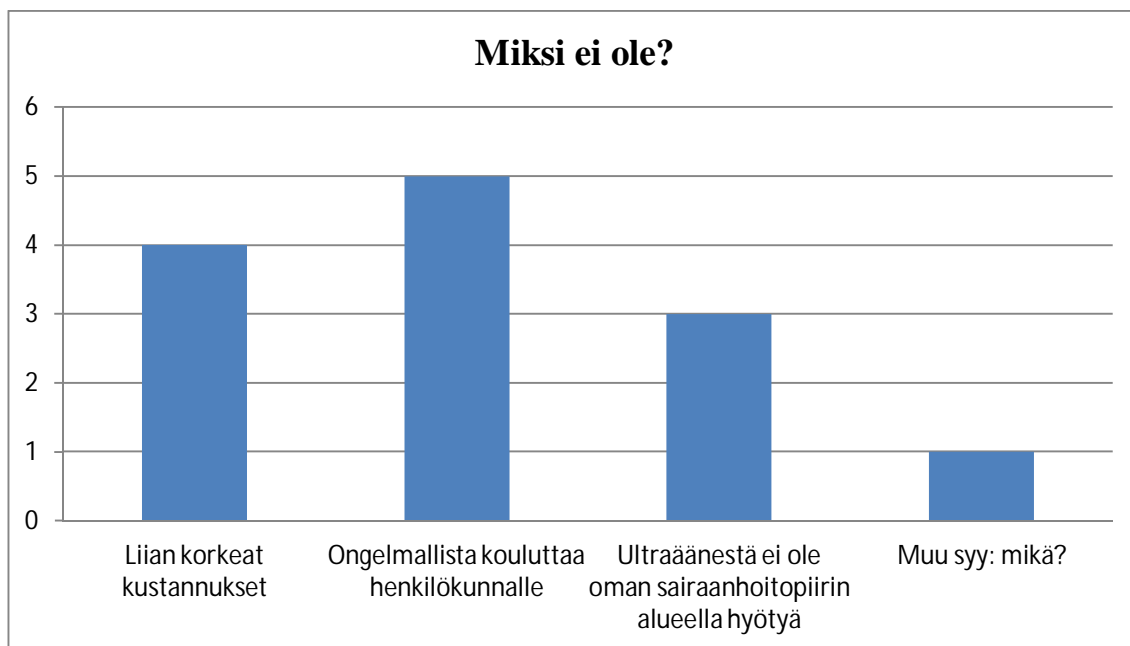
8.5 Ultraäänilaitteiden käyttö Suomessa

Vastaajista 14 (51,9 %) ilmoitti alueellaan olevan käytössä kannettava ultraäänilaitte. Vastaavasti 13 (48,1 %) vastaajista ilmoitti, että heidän alueellaan ei ole käytössä kannettavaa ultraäänilaitetta (kuvio 7).



KUVIO 7. Kuinka monen vastaajan alueella on käytössä ultraäänilaitte.

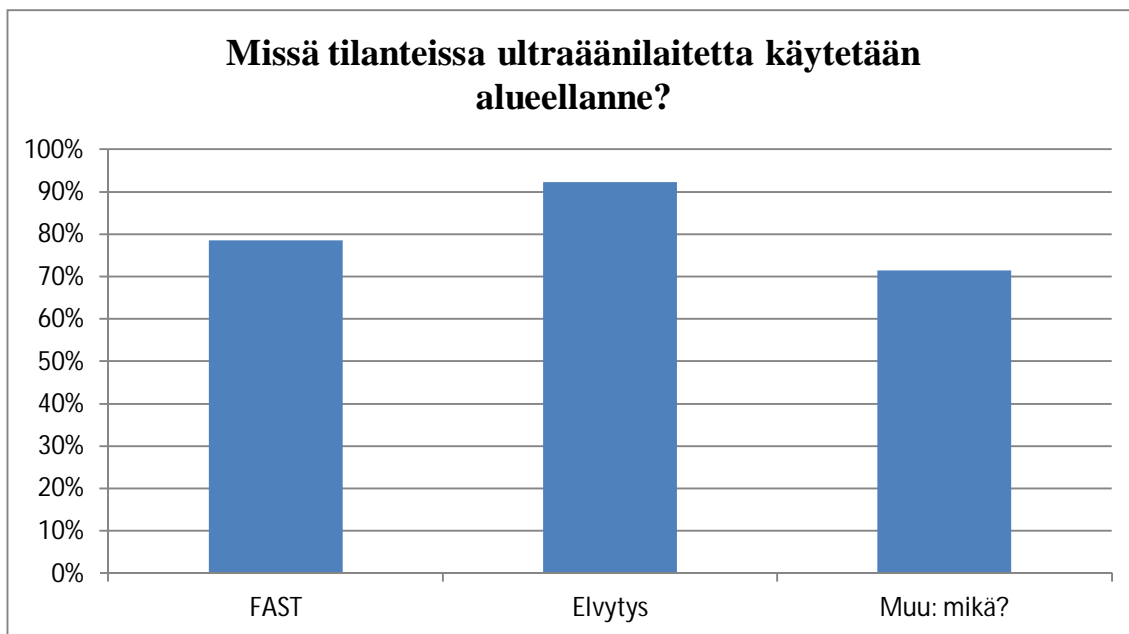
Niillä alueilla, joilla ei ollut ultraääntä käytössä, pidettiin suurimpana (38,5 %) syynä koulutuksen ongelmallisuutta henkilökunnalle. Liian korkeat kustannukset olivat neljän (14,8 %) vastaajan mielestä suurin syy. Kolmen (23,1 %) vastaajan mielestä ultraäänestä ei ollut hyötyä oman sairaanhoitopiirin alueella. Yksi vastaajista oli ilmoittanut muun syyn miksi ultraäänilaitetta ei ollut hankittu alueelle. Muuna syynä kerrottiin kustannuspaineet, joiden takia suunniteltua hankintaa oli jouduttu siirtämään (kuvio 8).



KUVIO 8. Syitä ultraäänilaitteen hankkimatta jättämiselle alueella.

8.6 Ultraäänilaitteiden käyttökohteet Suomessa

Ultraäänilaitteita oli käytössä 14:n (51,9 %) vastaajan alueella, joista 13 (92,3 %) ilmoitti ultraäänilaitetta käytettävän elvytyksen yhteydessä. Vastaajista 11 (78,6 %) ilmoitti alueella käytettävän ultraäänilaitetta FAST-tyyppisesti. Kymmenen (71,4 %) vastaajaa ilmoitti myös muita tilanteita ultraäänen käytölle alueella. Tällaisia tilanteita olivat kanylointi, ilmarinta, pleurat, hengenahdistus, FATE, rintakipu, tamponaatio, vajaatoiminta, läppäviat, hengenahdistus, vatsakipu, vatsa-aortan aneyrysmat, raskaus, tajuttomuus, pehmytkudoksen vierasesineet ja muutokset (kuvio 9).



KUVIO 9. Ultraäänilaitteiden käyttökohteet alueilla.

Ultraäänilaitteita oli käytössä alueilla vaihteleva määrä. Keskiarvoksi muodostui 1,8 ultraäänilaitetta aluetta kohden, jossa niitä käytettiin. Alueilla oli vähintään yksi laite ja enimmillään neljä laitetta. Ultraäänilaitteina oli käytössä kuusi kappaletta Sonositen laitteita ja kuusi kappaletta GE:n laitteita. Kaksi vastaajaa ei muistanut ultraäänilaitteen mallia. Yksi vastaaja ei pitänyt kysymystä tutkimuksen kannalta relevanttina. Yksi vastaajista ilmoitti, että omaa laitetta ei vielä ole, mutta yksi on koekäytössä tällä hetkellä. Laitteen merkkiä vastaaja ei maininnut.

Ultraäänilaitteita oli sijoitettuna kaikilla sitä käyttävillä alueilla lääkäriyksikköön, lisäksi yhdellä alueella se oli kenttäjohtoyksikössä. Kaikilla alueilla ultraäänilaitetta käytti tällä hetkellä lääkäri. Alueella, jossa ultraäänilaitteita oli sijoitettuna kenttäjohtoyksikköön, sitä käytti myös kenttäjohtaja.

8.7 Ultraäänikoulutus käyttäjille Suomessa

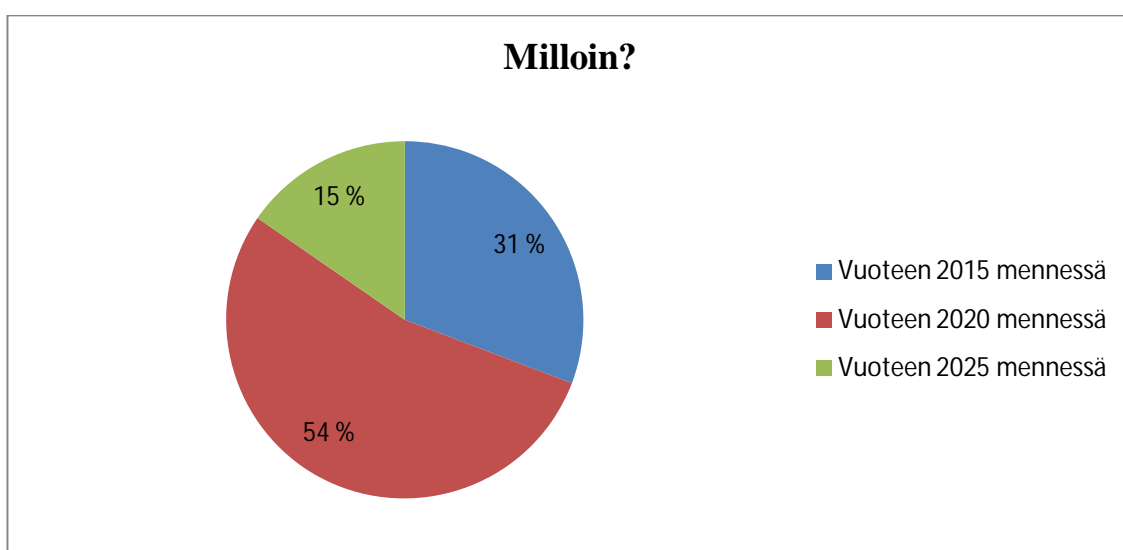
Ultraäänen käyttäjien kouluttautuminen laitteen käyttämiseen on hyvin vaihteleva. Pääsääntöisesti kouluttautuminen on riippunut käyttäjän omasta mielenkiinnosta ja vaatinut omatoimista opiskelua, harjoittelua ja ultraäänikurssien suorittamista. Kurssit oli suoritettu ulkomailla ja kotimaassa. Esiin nousivat päivystysultraäänikurssi, FAST-kurssi, FATE-

kurssi ja pleura-kurssi. Koulutusta oli hankittu myös erikoistumisvaiheessa tekemällä reu-napalveluita esimerkiksi radiologialla tai työskentelemällä eri erikoisaloilla. Lisäksi oli käyty radiologialla harjoittelujaksolla. Joillakin alueilla ensihoidossa ultraääntä käyttävät työskentelivät myös teho-osastolla ja leikkaussalissa, joissa tuli käyttökokemusta viikoittain ultraäänestä. Henkilöstölle järjestettyjä koulutuksia oli ollut muutamalla alueella. Teorialuentojen määrä vaihteli kahdesta tunnista aina yhden päivän kestävään koulutukseen. Kouluttajina olivat toimineet radiologit, kardiologit ja ensihoitolääkärit. Käytännön opetusta oli järjestetty joitakin tunteja, minkä lisäksi oli senioriohjauksessa tapahtuvaa käytännön opetusta.

Yhdellä alueella oli suunnitteilla kymmenen osainen itseopiskelupaketti, joka sisältää teoriaa ja potilastapauksia. Kenttäjohtajille on myös järjestetty pientä pohjakoulutusta, mutta sen ei koeta olevan tällä hetkellä ajankohtainen asia.

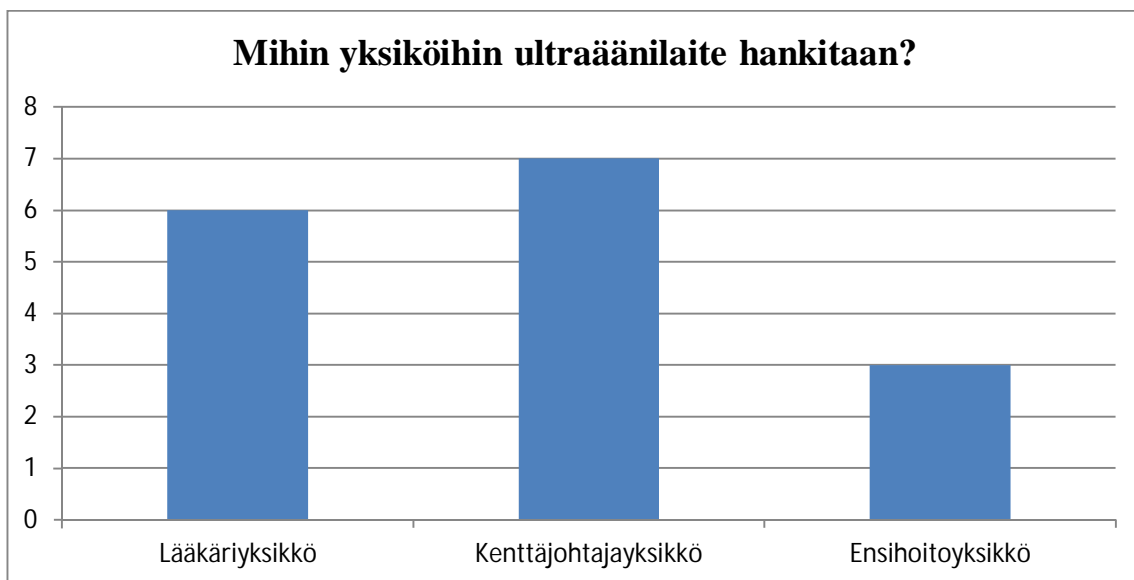
8.8 Ultraäänilaitteiden hankinnat tulevaisuudessa

Vastaajista 13 (48,1 %) ilmoitti, että alueella ei ole käytössä ultraäänilaitetta. Heistä seitsemän (53,8 %) ilmoitti hankkivansa ultraäänilaitteen ensihoitoon vuoteen 2020 mennessä. Vuoteen 2015 mennessä ilmoitti vastaajista neljä (30,8 %) hankkivansa alueelleen ultraäänilaitteen. Vastaajista kaksi (15,4 %) ilmoitti hankkivansa alueelleen ultraäänilaitteen vuoteen 2025 mennessä (kuvio 10).



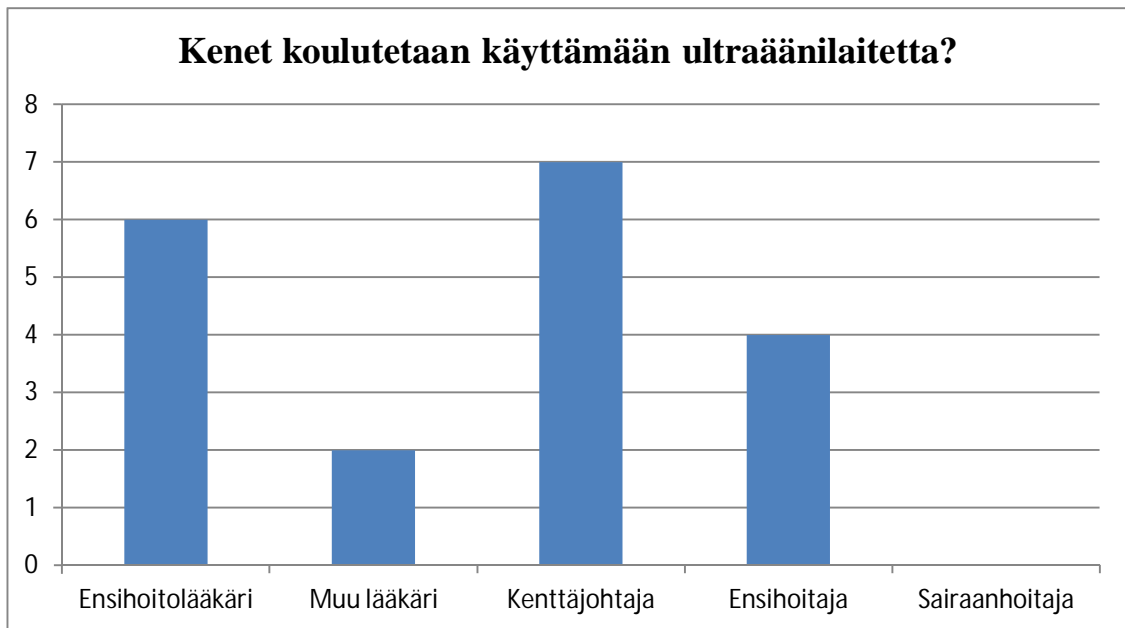
KUVIO 10. Ultraäänilaitteen hankkimisajankohta.

Vastaajista seitsemän (53,8 %) ilmoitti hankkivansa ultraäänilaitteen kenttäjohtajayksikköön. Lääkäriyksikköön ilmoitti kuusi (46,2 %) vastaajaa hankkivansa ultraäänilaitteen. Ensihoitoyksikköön ilmoitti kolme (23,1 %) vastaajista hankkivansa ultraäänilaitteen (kuvio 11).



KUVIO 11. Yksiköt joihin ultraäänilaitte hankitaan tulevaisuudessa.

Ultraäänihankintoja suunnittelevista alueista seitsemän (53,8 %) ilmoitti kouluttavansa kenttäjohtajat käyttämään ultraäänilaitteita. Vastaajista kuusi (46,2 %) ilmoitti kouluttavansa ensihoitolääkärit käyttämään ultraäänilaitetta tulevaisuudessa. Neljä (30,8 %) vastaajaa ilmoitti kouluttavansa ensihoitajat käyttämään ultraäänilaitetta. Kaksi (15,4 %) vastaajista ilmoitti muu lääkäri-vaihtoehdon koulutettavaksi ultraäänilaitteen käyttöön. Sairaanhoidtajia ei kukaan ilmoittanut tulevaisuudessa kouluttavansa käyttämään ultraäänilaitetta (kuvio 12).



KUVIO 12. Ultraäänilaitetta käyttämään koulutettavat henkilöt tulevaisuudessa.

9 POHDINTA

Ultraäänen käyttäminen potilaan tutkimiseen sairaalan ulkopuolella on alkanut leviämään maailmalla. Käyttö on tällä hetkellä rajoittunut tiettyihin tilanteisiin ja tutkimuksiin. Erilaisia tutkimuksia käyttöindikaatioista ensihoidossa ja koulutettavuudesta lääkäreille sekä ensihoitajille on tehty. Tällä hetkellä pyritään tutkimaan ultraäänen vaikuttavuutta potilaan hoitoon. Suomessa ei ole tehty tutkimuksia ultraäänen käyttämisestä sairaalan ulkopuolella. Tällä tutkimuksella lähdettiin selvittämään ultraäänen käytön tilannetta suomalaisessa ensihoidossa.

IFEM on julkaissut vuonna 2014 kansainvälisen koulutus- ja käyttösuosituksen päivystysultraäänestä, mitkä on tarkoitettu niin ensiapupoliklinikalle kuin sairaalan ulkopuolelle. Selkeästi ensihoitoon kohdennettua käyttöohjeistusta ei ole laadittu. Akuuttilääketieteen yhdistykset mm. Yhdysvalloissa ja Australiassa ovat luoneet paikallisia koulutusohjeistuksia ja käyttöindikaatioita ultraäänen käyttämisestä päivystysalueella ja sairaalan ulkopuolella.

Tutkimuksessa selvisi, että 89 % vastanneista ensihoidon vastuulääkäreistä piti ultraääntä hyödyllisenä ensihoidossa. Kuitenkin vain 51,9 % vastanneista ilmoitti alueellaan olevan käytössä ultraäänilaitteen. Ultraääntä pidetään selkeästi hyödyllisenä laitteena ensihoidossa, mutta laitetta ei ole hankittu kaikille alueille. Tuloksista selvisi, että suurin (38,5 %) syy, miksi ultraäänilaitetta ei ole hankittu ensihoitoon käytettäväksi, oli koulutuksen ongelmallisuus henkilökunnalle. Ultraäänen hyödyttömyys koettiin syyksi ultraäänilaitteen puuttumiselle 23,1 %:n kohdalla. Liian korkeat kustannukset olivat 14,8 %:n mielestä syy ultraäänen puuttumiselle.

Koulutusvaikeuksien, kustannusten ja hyödyttömyyden lisäksivanha kantaisia asenteita pidettiin rajoittavana tekijänä ultraäänen yleistymiselle ensihoidossa. Henkilöstön kouluttaminen on yleensä haasteellista ja resursseja vievää. Tärkeää olisikin rakentaa tulevaisuudessa mahdollisimman hyvä koulutusohjelma ultraäänestä ensihoitoon. Kansainvälisiä suosituksia apuna käyttäen voisi olla järkevää muodostaa työryhmä, joka rakentaisi koulutusrungon. Sitä pystyisi tarvittaessa muokkaamaan paikallisten olosuhteiden ja tarpeiden mukaan. Lähtökohtaisesti voidaan ajatella että Pohjois-Suomessa ja Etelä-Suomessa tarpeet ja

käyttöindikaatiot voivat olla erilaiset pelkästään maantieteellisten etäisyyksien takia. Kustannuspaineita on kaikkialla terveydenhuollossa tällä hetkellä, joten rahalla on suuri merkitys investointeja ja koulutusta suunniteltaessa. Hyvin suunnitellulla koulutusrunnolla voidaan todennäköisesti vähentää kustannuksia, koska kaikki asiat ovat silloin tarkkaan harkittu ja asenteita on aina puolesta ja vastaan, kun uusia asioita lähdetään luomaan, mutta tekemällä hyvin suunniteltuja koulutuskokeiluita ja hyödyllisyystutkimuksia asenteitakin voidaan muokata. Ultraäänen hyödyllisyydestä sairaalan ulkopuolella on hyviä tutkimuksia. Tulevaisuudessa täytyy saada lisää tietoa ultraäänen vaikuttavuudesta potilaan lopulliseen selviytymiseen.

Huomioitavaa on, että potilaan lopulliseen ennusteeseen vaikuttaa koko hoitoketju. Tärkeä tutkimuksen kohde olisivat myös vaikutukset potilaan hoitoon sairaalan sisällä: Minkälaisissa tilanteissa vastaanottava yksikkö hyötyisi ensihoidossa tehdystä ultraäänitutkimuksesta? Nopeuttaisiko ultraääni potilaan hoitoa ja olisiko sillä vaikutusta lopullisiin hoitokustannuksiin?

Suomi on ensihoidon kenttänä hyvin monipuolinen pelkästään maantieteellisestikin ajateltuna. Meillä on suuria asutuskeskuksia, joissa potilaan kuljetusmatkat sairaalaan ovat lyhyet. Toisaalta pohjoisemmassa Suomessa kuljetusmatkat lähimpään terveyskeskukseen tai sairaalaan voivat olla hyvinkin pitkiä. Tällöin voidaankin miettiä, johtuuko ultraäänen hyödyttömäksi kokeminen lyhyistä kuljetusmatkoista sairaalaan vai liian vähäisestä tutkimusnäytöstä sen hyödyllisyydestä. Pitkillä kuljetusmatkoilla ultraäänitutkimus voidaan suorittaa liikkuvassa ambulanssissa tai helikopterissa, joilloin ei kohteessa tarvitse käyttää aikaa tutkimuksen tekemiseen. Kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu, että paikallaan olevassa ja liikkuvassa yksikössä suoritettu ultraäänitutkimus ovat laadultaan yhtä hyviä. Sairaalassa ultraääni voidaan uusia, jolloin saadaan tietoa tilanteen kehittymisestä esimerkiksi vatsaontelon sisäisessä vuodossa.

Tärkeimpinä käyttökohteina ultraäänelle pidettiin vammautuneiden FAST-tutkimusta, elvytyksen yhteydessä tehtävää sydämen kuvantamista ja kanylointia. Niillä alueilla, joilla ultraäänilaitetta käytettiin ensihoidossa, oli käyttö suuntautunut FAST-tutkimukseen, elvytykseen ja kanylointiin. Nämä kolme käyttöindikaatiota ovat mainittuna myös Yhdysvaltalaisissa ja australialaisissa ohjeistuksissa. Myös rintakehän ja keuhkojen tutkimukset nousivat tutkimuksessa esiin, sekä raskauden aikaisten komplikaatioiden ja sydämen toiminnan tut-

kiminen. Nämäkin on mainittu käyttöindikaatioina ulkomaisissa ohjeistuksissa. Varsinkin FAST-tutkimus on ollut käytössä akuuttilääketieteessä pitkään, ensimmäiset tutkimukset ovat 1970-luvun loppupuolelta. Siitä alkaakin olla kansainvälistä tutkimusnäyttöä, että FAST-tutkimus parantaa potilaan hoitoa ja diagnostiikkaa. Tosin FAST-tutkimuksen vaikeavuudesta potilaan lopulliseen selviytymiseen tarvitaan lisää tutkimuksia.

Ultraäänen käyttäjinä suomalaisessa ensihoidossa toimivat tällä hetkellä käytännössä lääkärin. Tämä osaltaan varmasti vaikuttaa siihen, että ultraäänilaitteet ovat tällä hetkellä myös sijoitettuna lääkäriyksiköihin. Yksi vastaaja ilmoitti, että ultraäänilaitteet on sijoitettuna kenttäjohtoyksikköön ja sitä käyttää myös kenttäjohtaja.

Puolet vastaajista koki, että lääkäreiden ultraäänikoulutuksen tulisi olla erilaista kuin kenttäjohtajien, ensihoitajien tai sairaanhoitajien. Toinen puolikas oli samanlaisen koulutuksen kannalla. Huomioitavaa on, että ultraäänen käyttökoulutusta ei anneta tällä hetkellä lähihoitajille, sairaanhoitajille tai ensihoitajille heidän perusopinnoissaan. Lääketieteen opiskelijoille koulutus on ultraäänilaitteen esittelyyn pohjautuva muutaman tunnin luento. Tästä voidaankin päätellä, että jos koulutetaan lääkäreitä, joilla ei ole kokemusta ultraäänilaitteen käyttöön, niin koulutus voisi olla samanlaista kuin muilla terveydenhuollon ammattilaisilla ensihoidossa. Toisaalta on ymmärrettävää, että jos lääkäri on esimerkiksi erikoistumisen yhteydessä saanut ultraäänikoulutusta, niin lähtötaso on merkittävästi korkeammalla. Ultraäänikoulutuksen rakennetta suunniteltaessa nämä asiat on hyvä huomioida. IFEM:n opintosuunnitelma lähtee ultraäänen perusteista liikkeelle ja etenee tasaisesti kohdennettuihin tutkimuksiin. Jos tätä kansainvälistä opintosuunnitelmaa noudatetaan, niin koulutusohjelma voisi olla samanlainen kaikille ensihoidon parissa työskenteleville.

Tutkimuksessa vastaajista kaikki olivat sitä mieltä, että lääkärin tulisi käyttää ultraäänilaitetta kentällä. Kuitenkin yli puolet vastasi, että myös kenttäjohtajien tulisi käyttää ultraäänitä ensihoidossa. Neljännes vastaajista näki ensihoitajat ultraäänen käyttäjinä ensihoidossa. Tämä on mielenkiintoinen näkökulma tulevaisuutta ajatellen. Kyselyn perusteella näyttää siltä, että ultraäänilaitteita hankitaan tulevaisuudessa yhtä paljon lääkäriyksiköihin ja kenttäjohtoyksiköihin. Vain muutama ensihoidon vastuulääkäri ilmoitti hankkivansa ultraäänilaitteita myös ensihoitoyksiköihin. Tämä saattaa vaikuttaa tulevaisuudessa siihen, ketkä koulutetaan käyttämään ultraäänilaitetta ensihoidossa. Tämän tutkimuksen perusteella tulevaisuudessa koulutetaan ultraäänilaitteiden käyttämiseen sekä lääkäreitä ja kenttäjohtajia

sekä jonkin verran ensihoitajia. Tulevaisuudessa on koulutusta suunniteltaessa ja ultraäänilaitteiden sijoittelua yksiköihin mietittäessä pyrittävä selvittämään, kuinka laitteiden käytöste saadaan mahdollisimman korkeaksi. Käyttäjien kannalta on tärkeää, että he työskentelevät sellaisissa yksiköissä, jotka kohtaavat mahdollisimman paljon ultraäänitutkimuksesta hyötyviä potilaita.

Yli puolet vastaajista ilmoitti hankkivansa ultraäänilaitteen ensihoidon käyttöön vuoteen 2020 mennessä. Kaksi vastaajaa piti ongelmallisena kysymystä, koska heillä ei ollut tulevaisuudessa aikomusta hankkia ultraäänilaitteita ensihoidon käyttöön. Vastausvaihtoehdoissa olisi pitänyt huomioida myös hankkimatta jättäminen.

Tutkimuksessa vastaajien mielestä keskiarvallisesti 18 tuntia teoriopetusta olisi riittävä määrä ultraäänikoulutusta. Tämä on hyvin samansuuntainen tulos kuin ACEP ohjeistuksessaan mainitsee. Ohjeistuksessa suositellaan kolme kahdeksan tunnin teoriakertaa. Tällä hetkellä työpaikkakohtaisesti järjestetyt koulutukset on järjestetty vastaajien mukaan muutamasta tunnista aina päivän kestäväan koulutukseen. Huomioitavaa onkin, että ensihoidossa tiedostetaan, kuinka paljon koulutusta pitäisi järjestää, mutta tällä hetkellä siihen ei ole pystytty. ACEP:n ohjeistuksessa kuvannettavien potilaiden lukumääräksi jokaista osaluuetta kohden katsotaan tarvittavan vähintään 25 kappaletta. Kuitenkin ACEP:in mukaan 150–200 kuvannettua potilasta antaa riittävän luotettavuuden ultraäänen käyttöön hätätilapotilaiden kohdalla. Tutkimuksessa vastaukset olivat erisuuntaisia, koska vastaajat pitivät keskiarvallisesti 42 kuvannettua potilasta riittävänä määränä luotettavaan ultraäänen käyttöön. Tämä on selkeästi vähemmän kuin ACEP:in ohjeistuksessa. Toisaalta pitää muistaa, että jokainen käyttäjä on yksilö ja oppimiskyky erilainen. Toisille riittää vähempikin harjoittelu uuden taidon omaksumiseen. ACEP toteaa ohjeistuksessa, että ihmiset oppivat asioita eri tavalla ja usean sadan kuvannetun potilaan kerääminen saattaa tuottaa ongelmia. Tällöin pitää miettiä muitakin keinoja osaamisen varmentamiseksi. Enemmistö (88,9 %) vastaajista olikin sitä mieltä, että ultraäänikoulutuksesta tulisi olla näyttökoe. Sillä voitaisiin varmentaa osaamista.

Kaikki vastaajat pitivät ylläpitokoulutusta tärkeänä jatkossa. Keskiarvallisesti vastaajat olivat sitä mieltä, että seitsemän tuntia vuodessa olisi riittävä määrä. ACEP suosittelee ohjeistuksessa käyttäjille viisi tuntia ylläpitokoulutusta kahden vuoden välein. Kouluttajille suositellaan ylläpitokoulutusta kymmenen tuntia kahden vuoden välein. Ylläpitokoulutusta

pidetään selkeästi tärkeänä asiana vastaajien keskuudessa. Ylläpitokoulutukselle on varmastikin tarvetta, koska jokainen ultraäänen käyttäjä ensihoidossa pääsee kuvantamaan vaihtelevan määrän erityyppisiä potilaita. Vuoden aikana ei välttämättä pääse kuvantamaan hätätilapotilaita kaikista kategorioista. Vastaajien mielestä keskiarvallisesti 33 tutkittua potilasta vuodessa ylläpitää kuvantamisen luotettavalla tasolla. Tämä tarkoittaisi kolmea kuvannettua potilasta jokaista ACEP:n suosituksessa olevaa kategoriaa kohden. Tällöin luotettavuuden ylläpitäminen olisi varmasti aika vaikeaa. Ylläpitokoulutukseen tulisi tarvittaessa liittyä kuvantamistutkimuksia päivystyksessä tai radiologian osastolla, jolloin taidon ylläpitäminen olisi helpompaa.

Ultraäänen käyttäjien koulutustaustaa pyrittiin selvittämään tutkimuksessa avoimella kysymyksellä, jotta strukturoitu lomake ei rajoittaisi vastauksia. Koulutustausta oli hyvin vaihteleva vastaajien keskuudessa. Henkilöstölle järjestettyjä koulutuksia oli ollut muutamalla alueella. Pääsääntöisesti kouluttautuminen oli tapahtunut omalla vastuulla ja oman mielenkiinnon pohjalta. Osaamista oli haettu kursseilta ulkomailta ja Suomesta. Kurssien sisältöä ja laatua ei tutkimuksessa selvitetty, mutta jonkin verran kouluttamisosaamista näyttäisi olevan Suomessa. Ultraäänikouluttajina olivat tutkimuksen mukaan toimineet radiologit, kardiologit ja ensihoitolääkärit. Kuvantamiskokemusta oli hankittu myös muilta erikoisaloilta harjoittelujaksoilla tai erikoistumisvaiheessa. Osa ensihoitolääkäreistä työskenteli myös teho-osastolla ja leikkaussalissa, jossa pääsi kerryttämään kokemusta ultraäänen käytöstä. Senioriohjauksessa tapahtuvaa käytännönopetusta oli joillakin alueilla järjestetty muutamia tunteja. Yhdellä ensihoitoalueella oli suunnitteilla kymmenenosaanin itseopiskelupaketti, joka tulee sisältämään teoriaa ja potilastapauksia. Kenttäjohtajille on järjestetty pientä pohjakoulutusta yhden vastaajan mukaan, mutta koulutuksen lisäämisen ei koettu olevan ajankohtaista tällä hetkellä. Yhteisiä rakennettuja koulutuksia ensihoidossa oli tällä hetkellä hyvin vähän. Tämä korreloi hyvin ultraäänilaitteiden määrän ja käytön suhteen Suomessa. Laitteiden käyttö on vähäistä tällä hetkellä ja laitteita on ensihoidossa käytössä tämän tutkimuksen mukaan alle 20 kappaletta. Laitteiden käytön lisäämiseksi pitäisi niiden sijaita sellaisissa yksiköissä, joissa ne kohtaisivat mahdollisimman runsaasti potentiaalisia kuvannettavia potilaita.

Tulevaisuudessa täytyy tarkkaan harkita, sijoitetaanko ultraäänilaitteet lääkäri-, kenttäjohtaja- vai ensihoitoyksikköön. Käyttöä voidaan lisätä myös koulutusta lisäämällä ja parantamalla. Suomeen pitäisi luoda yhtenevä ohjeistus koulutuksesta ja käyttöindikaati-

oista. Näin saadaan lisää potentiaalisia käyttäjiä ultraäänilaitteille ja tärkeitä käyttökokeuksia, jolloin ultraäänen hyötyjen ja vaikuttavuuden tutkimista potilaaseen voidaan tehdä. Yksi vaihtoehto olisi käynnistää pilottiprojekti, jossa koulutetaan ensihoidossa työskenteleviä ihmisiä käyttämään ultraäänilaitetta ja tehdään sen pohjalta tutkimusta käyttökokeuksista, hyödyistä ja vaikuttavuudesta. Mielenkiintoiseksi asian tekee tulevaisuudessa telemetrian luomat mahdollisuudet. Maailmalla tehdyissä tutkimuksissa kokemattomat käyttäjät ovat onnistuneet tekemään kohdennettua ultraäänitutkimusta laadukkaasti telemetriayhteyden avulla. Toisaalta telemetriayhteys mahdollistaa kuvien lähettämisen ennakkoon sairaalaan, jolloin niitä voi arvioida esimerkiksi radiologi ja potilaan hoidon suunnittelu voidaan aloittaa ennakkoon. Samalla voitaisiin luoda yhteinen kuvatietopankki, jonka avulla kuvien diagnostista tulkintaa voisi harjoitella.

10 LÄHDELUETTELO

Akyuz S, Zengin A, Arugaslan E, ym. Echo-guided pericardiocentesis in patients with clinically significant pericardial effusion: Outcomes over a 10-year period. *Herz* 2015;40:153-9.

American college of emergency physicians. Emergency ultrasound imaging criteria compendium. Dallas: American college of emergency physicians 2006 (Luettu 1.1.2015). www.acep.org/Clinical---Practice-Management/Ultrasound/

American college of emergency physicians. Emergency ultrasound guidelines. Dallas: American college of emergency physicians 2008 (Päivitetty 1.10.2008). www.acep.org/Clinical---Practice-Management/Ultrasound/

American college of emergency physicians. Emergency ultrasound imaging criteria compendium. Dallas: American college of emergency physicians 2014 (Luettu 1.5.2015). www.acep.org/Search.aspx?filter=acep&searchtext=ultrasound&folderpath=ACEP/Clinical%20and%20Practice%20Management/policy%20statements/

Bedi D.G, Gombos D.S, Ng C.S, Singh S. Sonography of the eye. *American journal of Roentgenology*. 2006;187:1061-72.

Bolandparvaz S, Moharamzadeh P, Jamali K, ym. Comparing diagnostic accuracy of bedside ultrasound and radiography for bone fracture screening in multiple trauma patients at the ED. *American journal of emergency medicine*. 2013;31:1583-5.

Boniface K.S, Shokoohi H, Smith E.R, Scantlebury K. Tele-ultrasound and paramedics: real-time remote physician guidance of the focused assessment with sonography for trauma examination. *American journal of emergency medicine*. 2011;29:477-81.

Brun P.M, Bessereau J, Chenaitia H, ym. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question! *American journal of emergency medicine*. 2014;32:166-70.

Canadian association of emergency physicians. Emergency department targeted ultrasound. *Canadian journal of emergency medicine*. 2006;8:170-1.

Chin E.J, Chan C.H, Mortazavi R, ym. A pilot study examining the viability of a prehospital assessment with ultrasound for emergencies (PAUSE) protocol. *Journal of emergency medicine*. 2013;44:142-9.

Costantino T.G, Kirtz J.F, Satz W.A. Ultrasound-guided peripheral venous access vs. the external jugular vein as the initial approach to the patient with difficult vascular access. *Journal of emergency medicine*. 2010;39:462-7.

- El Sayed M.J, Zaghrini E. Prehospital emergency ultrasound: a review of current clinical applications, challenges, and future implications. Emergency medicine international. 2013 (Luettu 1.1.2015). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3792527/>
- Frederiksen C.A, Juhl-Olsen P, Larsen U.T, Nielsen D.G, Eika B, Sloth E. New pocket echocardiography device is interchangeable with high-end portable system when performed by experienced examiners. *Acta anaesthesiologica scandinavica*. 2010;54:1217-23.
- Frederiksen C.A, Knudsen L, Juhl-Olsen P, Sloth E. Focus-assessed transthoracic echocardiography in the sitting position: two life-saving cases. *Acta anaesthesiologica scandinavica*. 2011;55:126-9.
- Hasani S.A, Fathi M, Daadpey M, Zare M.A, Tavakoli N, Abbasi S. Accuracy of bedside emergency physician performed ultrasound in diagnosing different causes of acute abdominal pain: a prospective study. *Clinical imaging*. 2015;39:476-9.
- Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi 2007.
- Herzberg M, Boy S, Holscher T, ym. Prehospital stroke diagnostics based on neurological examination and transcranial ultrasound. *Critical ultrasound journal*. 2014;6:doi:10.1186/2036-7902-6-3
- Hoffman D.F, Adams E, Bianchi S. Ultrasonography of fractures in sports medicine. *British journal of sports medicine*. 2015;49:152-60.
- Holscher T, Schlachetzki F, Zimmermann M, ym. Transcranial ultrasound from diagnosis to early stroke treatment. 1. Feasibility of prehospital cerebrovascular assessment. *Cerebrovascular disease*. 2008;26:659-63.
- Hoyer H.X, Vogl S, Schiemann U, Haug A, Stolpe E, Michalski T. Prehospital ultrasound in emergency medicine: Incidence, feasibility, indications and diagnoses. *European journal of emergency medicine*. 2010;17:254-59.
- Ingraham C.R, Mannelli L, Robinson J.D, Linnau K.F. Radiology of foreign bodies: how do we image them? *Emergency radiology* 2015 Feb 4; (Epub ahead of print).
- International federation of emergency medicine. Point-of-care ultrasound curriculum guidance. Melbourne: International federation of emergency medicine 2014 (Luettu 1.1.2015). www.ifem.cc/Resources/PoliciesandGuidelines.aspx
- Jorgensen H, Jensen C.H, Dirks J. Does prehospital ultrasound improve treatment of the trauma patient? *European journal of emergency medicine*. 2010;17:249-53.
- Ketelaars R, Hoogerwerf N, Scheffer G.J. Prehospital chest ultrasound by a dutch helicopter emergency medical service. *Journal of emergency medicine*. 2013;44:811-7.

- Kendall J.L, Hoffenberg S.R, Smith R.S. History of emergency and critical care ultrasound: the evolution of a new imaging paradigm. *Critical care medicine*. 2007;35:126-30.
- Lapostolle F, Petrovic T, Lenoir G, Catineau J, ym. Usefulness of hand-held ultrasound devices in out-of-hospital diagnosis performed by emergency physicians. *American journal of emergency medicine*. 2006;24:237-42.
- Lichtenstein D.A. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals of intensive care*. 2014;4:1. doi:10.1186/2110-5820-4-1.
- Lichtenstein D.A, Menu Y.A. Bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest*. 1995;108:1345-8.
- Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive care medicine*. 1999;25:383-8.
- Lichtenstein D.A, Meziere G.A. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134:117-25.
- Mateer J, Plummer D, Heller M, Olson D, Jehle D, Overton D, Gussow L. Model curriculum for physician training in emergency ultrasonography. *Annals of emergency medicine*. 1994;23:95-102.
- Mehrpour M, Oliaee Torshizi F, Esmaeeli S, Taghipour S, Abdollahi S. Optic nerve sonography in the diagnostic evaluation of pseudopapilledema and raised intracranial pressure: a cross-sectional study. *Neurology research international*. 2015 (Luettu 1.2.2015). <http://dx.doi.org/10.1155/2015/146059>
- Moore C.L. Ultrasound first, second, and last for vascular access. *Journal of ultrasound medicine*. 2014;33:1135-42.
- Morin L, Van den Hof MC. Ultrasound evaluation of first trimester pregnancy complications. *Journal of obstetrics gynaecology canada*. 2005;27:581-91.
- Nelson B.P, Chason K. Use of ultrasound by emergency medical services. *International journal of emergency medicine*. 2008;1:253-9.
- Noble V.E, Nelson B, Sutingco N.A. *Manual of emergency and critical care ultrasound*. New York: Cambridge University press 2007.
- Patel M.D, Swinford A.E, Filly R.A. Anatomic and sonographic features of the fetal skull. *Journal of ultrasound medicine*. 1994;13:251-7.
- Rabiner J.E, Friedman L.M, Khine H, Avner J.R, Tsung J.W. Accuracy of point-of-care ultrasound for diagnosis of skull fractures in children. *Pediatrics*. 2013;131:1757-64.

- Ract C, Le Moigno S, Bruder N, Vigue B. Transcranial doppler ultrasound goal-directed therapy for the early management of severe traumatic brain injury. *Intensive care medicine*. 2007;33:645-51.
- Reissig A, Copetti R, Kroegel C. Current role of emergency ultrasound of the chest. *Critical care medicine*. 2011;39:839-45.
- Rudolph S.S, Sorensen M.K, Svane C, Hesselfeldt R, Steinmetz J. Effect of prehospital ultrasound on clinical outcomes of non-trauma patients. A systematic review. *Resuscitation*. 2014;85:21-30.
- Snaith B, Hardy M, Walker A. Emergency ultrasound in the prehospital setting: the impact of environment on examination outcomes. *Emergency medicine journal*. 2011;28:1063-5.
- Soimakallio S. *Radiologia*. Helsinki: WSOY 2005.
- Standertskjöld-Nordenstam C.G, Suramo I, Pamilo M, Ahonen A. *Radiologia*. Helsinki: Duodecim 1991.
- Shirodkar C.G, Rao S.M, Mutkule D.P, Harde Y.R, Venkategowda P.M, Mahesh M.U. Optic nerve sheath diameter as a marker for evaluation and prognostication of intracranial pressure in Indian patients: An observational study. *Indian journal of critical care medicine*. 2014;18:728-34.
- Shung K.K. *Diagnostic ultrasound: Imaging and Blood flow*. United State of America: 2006.
- Stawicki S.P, Howard J.M, Pryor J.P, Bahner D.P, Whitmill M.L, Dean A.J. Portable ultrasonography in mass casualty incidents: The CAVEAT examination. *World journal of orthopedy*. 2010;1:10-19.
- Sue K. The occasional ED ultrasound: abdominal aorta. *Canadian journal of rural medicine*. 2014;19:103-6.
- Tazarourte K, Atchabahian A, Tourtier J.P. Pre-hospital transcranial doppler in severe traumatic brain injury: a pilot study. *Acta anaesthesiologica scandica*. 2011;55:422-8.
- Tayal V.S, Graf C.D, Gibbs M.A. Prospective study of accuracy and outcome of emergency ultrasound for abdominal aortic aneurysm over two years. *Academic emergency medicine*. 2003;10:867-71.
- Taylor J, McLaughlin K, McRae A, Lang E, Anton A. Use of prehospital ultrasound in North America: a survey of emergency medical services medical directors. *BMC Emergency medicine*. 2014;14:6. doi:10.1186/1471-227X-14-6.
- Testa A, Cibinel G.A, Portale G, Forte P, Giannuzzi R, Pignataro G, Silveri N.G. The proposal of an integrated ultrasonographic approach into the ALS algorithm for cardiac arrest:

the PEA protocol. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2010;14:77-88.

The college of emergency medicine. Core (Level 1) ultrasound curriculum. London: The college of emergency medicine 2010. www.rcem.ac.uk/Training-Exams/Curriculum/Curriculum%20from%20August%202010/

The royal college of radiologists. Ultrasound training recommendations for medical and surgical specialties. London: The royal college of radiologists 2012. www.rcr.ac.uk/ultrasound-training-recommendations-medical-and-surgical-specialties-second-edition

Tuomi J, Sarajärvi A. Tuomi Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Helsinki: Tammi 2009.

Vogel J.A, Haukoos J.S, Erickson C.L, ym. Is long-axis view superior to short-axis view in ultrasound-guided central venous catheterization? *Critical care medicine*. 2015;43:832-9.

Walcher F, Weinlich M, Conrad G, ym. Prehospital ultrasound imaging improves management of abdominal trauma. *British journal of surgeon*. 2006;93:238-42.

Zierler B.K. Ultrasonography and diagnosis of venous thromboembolism. *Circulation*. 2004;109:1-11.

11 LIITTEET

Liite 1. Tutkimussuunnitelma

TUTKIMUSSUUNNITELMA: ULTRAÄÄNEN KÄYTTÖ ENSIHOIDOSSA SUOMESSA

Tausta:

Ultraäänen käyttö ensihoidossa on yleistynyt voimakkaasti 2000-luvulla Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Yhdysvalloissa ensimmäisiä ohjeistuksia ensihoitajien ultraäänikoulutukseen tehtiin jo 1990-luvulla ja nykypäivänä ultraäänikoulutus on siellä liitetty pysyvästi osaksi ensihoitajien koulutusta. Ultraäänen yleistymistä ensihoidossa on lisännyt myös ultraäänilaitteen merkittävästi pienentynyt koko ja hinnan muuttuminen edullisemmaksi.

Ultraäänen käytön hyviä puolia on noninvasiivisuus ja nopea käyttö, varsinkin riittävän koulutuksen jälkeen. Tutkimuksissa on todettu, että ultraäänen koulutettavuus on hyvä, mutta sopivasta koulutuksen pituudesta ei ole yhteneviä tutkimustuloksia (AJR May 2000 vol. 174 no. 5 1221-1227).

Tyypillisesti ultraääntä käytetään maailmalla ensihoidossa vammapotilaiden, sydänpotilaiden ja raskaana olevien potilaiden tutkimiseen. Ensihoitovaiheessa ultraäänen avulla saadaan tärkeää tietoa potilaan tilasta ja tarvittaessa potilaalle voidaan heti suorittaa henkeäpelastavia toimenpiteitä (World J Orthop. 2010 November 18; 1(1): 10–19).

Suomessa ensihoitajia ei tällä hetkellä kouluteta ultraäänen käyttöön. Ensihoidossa ultraääntä käyttävät pääasiallisesti ensihoitolääkärit.

Tutkimuksen tarkoitus:

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa ultraäänen käytön nykytilanne suomalaisessa ensihoidossa. Tavoitteena on selvittää kuinka paljon ja minkälaisia ultraäänilaitteita on käytössä. Lisäksi kartoitetaan ultraäänilaitteiden käyttäjät ja millainen koulutus heillä on ultraäänilaitteen käyttöön. Samalla tiedustellaan ultraäänilaitteiden käyttöindikaatiot.

Tutkimusmentelmät:

Tutkimukseen liittyvä kysely suoritetaan anonymina suljettuna web-kyselynä. Tutkimuskutsut lähetetään kohderyhmälle sähköpostitse. Kohderyhmä käsittää sairaanhoitopiirien ensihoidonvastaalääkärit.

Liite 2. Saatekirje.

Saatekirje

Arvoisa ensihoidon vastuulääkäri,

Olen lääketieteen opiskelija Itä-Suomen yliopistosta ja teen syventäviä opintojani ultraäänin käytöstä ensihoidossa. Ultraäänin käyttö on yleistynyt ensihoidossa voimakkaasti Euroopassa ja Yhdysvalloissa 2000-luvulla. Ulkomailla ultraäänilaitetta käyttävät lääkärit ja sen käyttöön koulutetut ensihoitajat. Yhdysvalloissa ensimmäisiä ohjeistuksia ensihoitajien ultraäänikoulutukseen tehtiin jo 1990-luvulla ja nykypäivänä ultraäänikoulutus on siellä liitetty pysyvästi osaksi ensihoitajien koulutusta. Tutkimukseni tarkoitus on selvittää ultraäänin käytön nykytilanne suomalaisessa ensihoidossa. Lisäksi tavoitteena on kartoittaa millaisen koulutuksen ultraäänilaitetta käyttävien henkilöiden tulisi saada ensihoidossa.

Tutkimuksen kohderyhmänä on sairaanhoitopiirien ensihoidon vastuulääkärit, joille lähetetään tutkimuskysely sosiaali- ja terveysministeriöstä saadun listan mukaisesti. Tutkimukseen liittyvä kysely suoritetaan anonymina suljettuna web-kyselynä. Vastaajien henkilöllisyys ei selviä missään vaiheessa tutkimusta. Kyselyyn vastaaminen vie noin kymmenen minuuttia, avoimiin kysymyksiin käytetystä vastausajasta riippuen. Sähköpostin alareunasta löytyy linkki tutkimukseen sekä tunnus ja salasana, joilla pääsee vastaamaan kyselyyn. Tutkimukseni onnistumisen kannalta olisi erittäin tärkeää, että mahdollisimman moni vastaisi kyselyyn. Tutkimustuloksia voidaan tulevaisuudessa hyödyntää ultraäänikoulutuksen kehitystyössä ensihoidossa. Pyydän ystävällisesti vastaamaan kyselyyn viimeistään 30.6.2013 mennessä. Kiitos osallistumisestanne jo etukäteen!

Tutkimukseni ohjaajina toimivat ensihoidon apulaisylilääkäri Helena Jäntti Pohjois-Savon sairaanhoitopiiristä, ensihoidon ylilääkäri Jouni Kurola Pohjois-Savon sairaanhoitopiiristä sekä ensihoidon ylilääkäri Timo Jama Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyöstä.

Ystävällisin terveisin

Erkki Pirhonen

Lääketieteen opiskelija, Sairaanhoitaja AMK

Itä-Suomen yliopisto

puh. 050-4069293

erkipi@student.uef.fi

Liite 3. Kyselylomake

Kyselylomake.

1. Onko ultraäänilaitte tarpeellinen ensihoidossa?

- kyllä/ei

2. Missä tilanteissa ultraäänilaitte voisi olla hyödyllinen ensihoidossa?

- vamma (FAST-tyyppinen)--
- Elvytys__
- Muu: mikä_____

3. Kenen tulisi voida käyttää ultraääntä ensihoidossa?

- Lääkäri__
- Kenttäjohtajan__
- Ensihoitajan__
- Sairaanhoitaja
- muu: kuka_____

4. Millaisen koulutuksen ultraäänen käyttö vaatisi ensihoidossa?

- Kuinka monta tuntia teoria opetusta? __h
- Kuinka monta harjoituspotilasta valvotusti? __kpl
- Tulisiko olla näyttökoe osaamisesta? kyllä/ei
- Tulisiko olla jatko/ylläpitokoulutus? kyllä/ei
- Kuinka monta tuntia tulisi olla vuosittain lisäkoulutusta? __h

- Kuinka monta tutkittua potilasta vuodessa osaamisen ylläpitäminen vaatisi
—
- Tulisiko lääkäreiden koulutuksen olla erilainen kuin ensihoitajilla/sairaanhoitajilla? kyllä/ei

5. Mikä ultraäänen käyttöä ensihoidossa mielestäsi eniten rajoittaa tällä hetkellä?

- Kustannukset__
- Hyödyttömyys ensihoidossa__
- Koulutuksen järjestäminen__
- Muu: Mikä_____

6. Onko alueellanne käytössä kannettavaa ultraäänilaitetta ensihoidossa?

- kyllä/ei

Jos vastasit kysymykseen kuusi kyllä, siirry suoraan kysymykseen kahdeksan.

Jos vastasit kysymyksen kuusi ei, vastaa kysymykseen seitsemän jonka jälkeen siirry kysymykseen 14.

7. Miksi ei ole?

- Liian korkeat kustannukset?__
- Ongelmallista kouluttaa henkilökunnalle?__
- Ultraäänestä ensihoidossa ei ole oman sairaanhoitopiirin alueella hyötyä__
- Muu syy/mikä?

8. Missä tilanteissa ultraäänilaitetta käytetään alueellanne?

- FAST__
- Elvytys__
- Muu:mikä_____

9. Kuinka monta ultraäänilaitetta alueellanne on käytössä?

- _____kpl

10. Minkä merkkinen/mallinen ultraäänilaitte on alueellanne käytössä?

- _____

11. Missä ensihoitoyksiköissä ultraäänilaitteita on käytössä?

- Lääkäriyksikössä__
- Kenttäjohtajayksikössä__
- Sairaankuljetusyksikössä__

12. Kuka ultraäänilaitetta käyttää ensihoidossa alueellanne?

- Ensihoitolääkäri__
- Muu lääkäri__
- Kenttäjohtaja__
- Ensihoitaja__
- Sairaanhoidtaja__

13. Minkälaisen koulutuksen käyttäjät ovat saaneet ultraäänen käyttöön? (Avoin)

- **Kouluttaja?**
- **Koulutus sisältö?**
- **Teoriatuntimäärä?**
- **Käytännön harjoitus?**
- **Näyttökoe?**
- **Laadun tarkkailu?**
- **Osaamisen seuranta?**
- **Riittävä koulutus?**
- **Ongelmat?**

14. Onko tarkoituksena hankkia ultraäänilaitetta ensihoitoon tulevaisuudessa?**a) Milloin?**

- **Vuoteen 2015 mennessä**
- **Vuoteen 2020 mennessä**
- **Vuoteen 2025 mennessä**

b) Mihin yksiköihin ultraäänilaitteita hankitaan?

- **Lääkäriyksikkö**
- **Kenttäjohtajayksikkö**
- **Ensihoitoyksikkö**

c) Kenet koulutetaan käyttämään ultraäänilaitetta?

- **Ensihoitolääkäri**
- **Muu lääkäri**
- **Kenttäjohtaja**
- **Ensihoitaja**
- **Sairaanhoitaja**