



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Tapio Sovijärvi

Ultraäänitutkimuksen soveltuvuus ensihoidon työvälineeksi: scoping-katsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja YAMK

Ensihoidon kehittäminen ja johtaminen

Opinnäytetyö

22.3.2023

Tekijä Otsikko	Tapio Sovijärvi Ultraäänitutkimuksen soveltuvuus ensihoidon työvälineeksi: scoping-katsaus
Sivumäärä Aika	56 sivua + 2 liitettä 22.3.2023
Tutkinto	Ensihoitaja YAMK
Tutkinto-ohjelma	Ensihoidon kehittäminen ja johtaminen
Ohjaaja	Jaana Seitovirta, lehtori (TtT)
<p>Ultraäänitutkimus on ensihoidon diagnostisena työkaluna herättänyt viime vuosina runsaasti myös tiedeyhteisön mielenkiintoa. Teknologian nopea kehitys on mahdollistanut aiemmin vain lääkäreille tarkoitetun työkalun tuomisen myös ensihoitajien ulottuville. Vähitellen myös vaativan ensihoidon ja kenttäjohtoyksiköiden henkilökuntaa on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia potilastyössä. Ultraäänitutkimuksen käyttökohteita ensihoitoympäristössä ovat esimerkiksi ilmarinnan, sydämen vajaatoiminnan ja elvytystilanteeseen liittyvän sydämen mekaanisen toiminnan toteaminen tai poissulkeminen.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata scoping-katsauksen avulla ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta akuutisti sairastuneen tai vammautuneen potilaan sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon. Lisäksi tarkoituksena oli kuvata menetelmiä, joilla ensihoidon ammattilaisia on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia. Tavoitteena oli löytää soveltuvia menetelmiä potilasta hyödyttävän ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi osaksi ensihoidon toimintaa sekä ultraäänitutkimuksen toteuttamiseen liittyvän koulutuksen kehittämiseksi.</p> <p>Scoping-katsauksen aineisto (n=13) koostui yhteensä 328 ensihoitajan 2376 eri potilaalle toteuttamasta ultraäänitutkimuksesta. Tulosten perusteella ensihoitajat kykenevät riittävän koulutuksen ja harjoittelun myötä toteuttamaan ultraäänitutkimuksia luotettavasti. Järkeviä käyttökohteita ultraäänitutkimukselle voisivat olla päätöksenteon tukeminen elvytystilanteessa sekä hoidettaessa vaikeasti vammautunutta potilasta. Erityisesti elvytystilanteessa ultraäänitutkimuksen tuottama informaatio voi vaikuttaa merkittävästi potilaan hoitoon liittyvässä päätöksenteossa. Ultraäänitutkimusta voidaan ensihoidossa hyödyntää myös hengitysvaikeuden syyn selvittämisessä ja suonihteyden avaamisessa tilanteissa, joissa toimenpiteen ennustetaan olevan vaikea tai ei ole muuten onnistunut. Ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi tulisi luoda selkeät toimintaprotokollat, jotta voidaan minimoida riski mahdollisista haittavaikutuksista, kuten elvytyksen painelutaukojen viivästyttämisestä.</p> <p>Ultraäänitutkimuksella on valikoiduissa tilanteissa potentiaalia tarjota kriittisen potilaan hoidon kannalta ratkaisevaa lisätietoa päätöksenteon tueksi. Uusien menetelmien tarpeellisuus ja potilaan tosiasiallisesti saama hyöty edellyttävät perusteellista harkintaa. Ultraäänituttavia tutkimuksia, joiden aineistona ovat oikeat potilastilanteet, ei toistaiseksi ole vielä suomalaisessa ensihoidon ympäristössä toteutettu. Jatkotutkimusta tarvitaan ultraäänitutkimuksen soveltuvuudesta suomalaiseen ensihoitoon ja ultraäänitutkimuksen vaikutuksesta ensihoitoyksiköiden kohtaamien potilaiden ennusteisiin.</p>	
Avainsanat	Ensihoito, ultraääni, diagnostiikka, POCUS, E-FAST, vamma potilas, elvytys, scoping-katsaus

Author Title	Tapio Sovijärvi Feasibility of Point-of-Care Ultrasound in EMS: scoping review
Number of Pages Date	56 pages + 2 appendices 22 Mar 2023
Degree	Master of Emergency Care
Degree Programme	Master's Degree Programme in Development and Leadership of Emergency Care
Instructor	Jaana Seitovirta, Senior Lecturer (PhD)
<p>Point-of-care ultrasound examination as a diagnostic tool in emergency medical services (EMS) has in the recent years attracted a lot of interest from the scientific community. Rapid technological development has made it possible to bring a tool previously only intended for doctors within the reach of paramedics as well. Lately, personnel in prehospital critical care and EMS field supervisor units have been trained to perform ultrasound examinations on patients. Possible clinical applications for ultrasound in EMS include determining or ruling out pneumothorax, congestive heart failure, and contractility of the heart during resuscitation.</p> <p>The purpose of this thesis was to describe through a scoping review the feasibility of ultrasound examination for prehospital care of patients who are critically ill or injured. In addition, the purpose was to describe methods by which paramedics are trained to perform ultrasound examinations. The aim was to find suitable methods for implementing ultrasound examinations that would benefit the patient as part of EMS protocols, as well as to develop curriculum related to implementation of ultrasound in EMS.</p> <p>The chosen articles for literature review (n=13) consisted of a total of 2376 ultrasound examinations performed on patients by 328 paramedics. Based on the results, paramedics can reliably and successfully perform ultrasound examinations after receiving sufficient training and practice. Feasible indications for ultrasound examination could include supporting decision-making during resuscitation and with the treatment of severely injured patients. In particular, the information provided by ultrasound examination during resuscitation can have a significant impact on decision-making regarding patient care. Ultrasound examination can also be used in EMS for determining the cause of respiratory distress and for opening vascular access in situations where the procedure is predicted to be difficult or previous attempts have been unsuccessful. Clear operating protocols for implementing ultrasound examination should be established to minimize the risk of possible adverse effects, such as delays in chest compressions during resuscitation.</p> <p>In selected situations, ultrasound examination has the potential to provide additional critical information for decision-making regarding the treatment of a critically ill patient. The necessity of new methods and the actual benefit to the patient require careful consideration. To date, studies of ultrasound examination involving actual patients in the EMS setting have not yet been conducted in the Finnish EMS environment. Further research is needed on the feasibility of ultrasound examination in the Finnish EMS environment and the impact of ultrasound examinations on the outcomes of EMS patients.</p>	
Keywords	Prehospital care, Emergency Medical Services, point-of-care ultrasound, POCUS, E-FAST, trauma patient, resuscitation, scoping review

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ultraäänitutkimus ensihoidossa	3
2.1	Kohdennetut tutkimusprotokollat ensihoidossa	3
2.1.1	Vammautuneen potilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (E-FAST)	3
2.1.2	Hätätilapotilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (PAUSE)	8
2.1.3	Hengenahdistuspotilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (BLUE)	10
2.1.4	Taudinmääritys ultraäänitutkimuksen avulla	11
2.2	Yhteenveto	13
3	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	14
4	Opinnäytetyön toteutus	15
4.1	Scoping-katsaus tutkimusmenetelmänä	15
4.2	Aineistonkeruu	17
4.2.1	Otsikon ja tutkimuskysymysten määrittely	18
4.2.2	Olellaisten tutkimusten määrittely	19
4.2.3	Tutkimusaineiston valitseminen	22
4.3	Aineiston analyysi	24
5	Tulokset	25
5.1	Tutkimukseen osallistuneet ammattilaiset	27
5.2	Tutkimusten potilasaineisto	27
5.3	Kuvantamisprotokollat	30
5.4	Tutkimukseen osallistuneille ensihoitajille annettu koulutus	33
5.5	Tutkimusympäristö	34
5.6	Tutkimusten johtopäätökset	35
6	Pohdinta	38
6.1	Tulosten tarkastelu	39
6.1.1	Ultraäänitutkimuksen soveltuvuus ensihoitoon	39
6.1.2	Ultraäänitutkimus päätöksenteon apuvälineenä	41
6.1.3	Ensihoitajille annettu koulutus	42
6.1.4	Kritiikki ja epävarmuustekijät	43
6.2	Opinnäytetyön luotettavuus	44
6.3	Opinnäytetyön eettisyys	47
6.4	Johtopäätökset	48

6.5	Jatkotutkimusehdotukset	50
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1. Tutkimukset ultraäänitutkimuksen hyödyntämisestä ensihoidossa	
	Liite 2. Käsitteet	

1 Johdanto

Ensihoitotyö on viimeisten vuosikymmenien aikana kokenut voimakasta muodonmuutosta sairaankuljetuksesta akuutisti sairastuneiden potilaiden monipuoliseksi hoitotyöksi heti tapahtumapaikalla tai ambulanssissa (Castrén ym. 2012:14–17). Ensihoidon ympäristöstä ja ensihoidon kohtaamista potilaista tehdään kansainvälisesti jatkuvasti lisää tutkimustyötä. Samalla ensihoitotilanteessa tehtäville ratkaisuille on ryhdytty asettamaan samoja parhaaseen saatavilla olevaan tutkimusnäyttöön perustuvia kriteereitä kuin muullekin kliiniselle potilastyölle. (Nurmi 2021.)

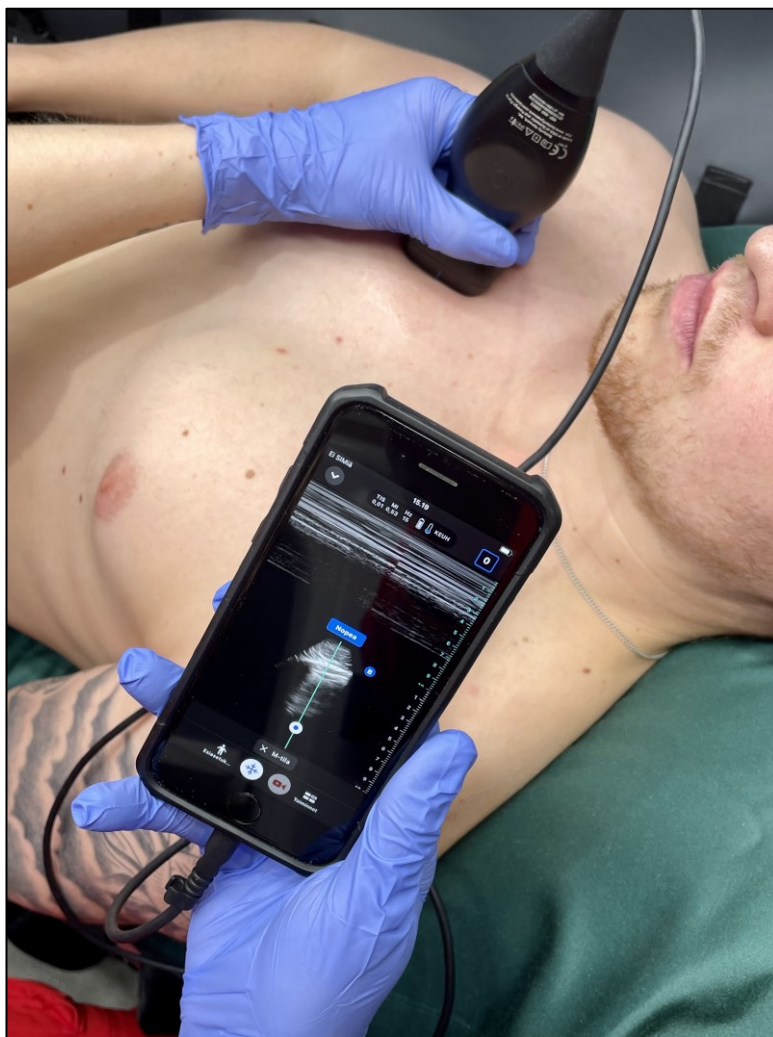
Ultraäänitutkimus on ensihoidon diagnostisena työkaluna herättänyt viime vuosina runsaasti myös tiedeyhteisön mielenkiintoa. Teknologian nopea kehitys on mahdollistanut aiemmin vain erikoislääkäreille tarkoitetun työkalun tuomisen myös ensihoitolääkärien ja ensihoitajien ulottuville. (Nelson – Sanghvi 2016.) Ultraäänitutkimuksesta on tullut päivystisympäristössä työskenteleville lääkäreille tutkimusväline, joka voi antaa kohdennettuihin kysymyksiin vastauksia heti potilaan sängyn vierellä, johtaen nopeampiin ja tarkempiin diagnooseihin aikakriittisissä hätätilanteissa. Ultraäänitutkimuksella voi siten olla suotuisa vaikutus myös potilaan ennusteeseen. (Shaw ym. 2023.)

Ultraäänitutkimus on potilaalle kivuton, vaaraton, kajoamaton, reaaliaikainen ja usein myös varsin nopeasti suoritettavissa oleva toimenpide. Tutkimuksella voidaan pyrkiä varmistamaan työdiagnoosi tai sulkemaan jokin tautitila pois. Lisäksi sen avulla voidaan pyrkiä arvioimaan vaurion, kuten sisäisen verenvuodon laajuutta tai käyttää apuna toimenpiteissä, kuten laskimon kanyloinnissa. (Holmström 2021.) Kohdennetun ultraäänitutkimuksen toteutus on myös verrattain helppo oppia. Kolmen kansainvälisen tutkimuksen mukaan vain yhden tai kahden päivän kurssin jälkeen oli mahdollista suorittaa yksinkertaisia ultraäänitutkimuksia sekä tulkita niitä riittävällä tasolla. (Bøtker ym. 2018.)

Ultraäänitutkimuksen käyttökohteita ensihoitoympäristössä ovat esimerkiksi ilmarinnan, sydämen vajaatoiminnan ja elvytystilanteeseen liittyvän sydämen mekaanisen toiminnan toteaminen tai poissulkeminen. Aiempien tutkimusten mukaan näiden tutkimusten diagnostinen tarkkuus on ollut vähintään tyydyttävä tai hyvä. (Bøtker ym. 2018.) Ultraäänitutkimus voi auttaa ensihoitajia saamaan paremman kokonaiskuvan tilanteista, joita ei voida luotettavasti tunnistaa pelkällä kliinisellä tutkimisella (Shaw ym. 2023). Suomessa ultraäänitutkimus on aiemmin kuulunut lähinnä lääkäriyksiköiden työkaluvalikoimaan,

mutta viime vuosina myös vaativan ensihoidon ja kenttäjohtoyksiköiden henkilökuntaa on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia potilastyössä. (Lampinen – Ulmanen 2019.)

Ultraäänilaitteistossa on tapahtunut merkittävää teknistä kehitystä erityisesti edeltävien viiden vuoden aikana (kuva 1). Myös markkinoilla olevan ultraäänilaitteiston fyysinen koko on pienentynyt ja hinnat laskeneet jopa kymmenesosaan aiemmasta. (Yates – Baylous 2022.) Potilaiden saamaan hyötyyn liittyvä tutkimustiedon niukkuus on todennäköinen syy ultraäänitutkimuksen verkkaiselle implementoinnille ensihoidon työvälineeksi (Shaw ym. 2023).



Kuva 1. Rintakehän alueen ultraäänitutkimus terveellä vapaaehtoisella koehenkilöllä ambulanssin hoitotilassa Butterfly iQ-laitteistolla (Sovijärvi 2023). Ruudulla nähdään pleuraliuku (engl. lung slidign sign), A-linjat, sekä rantakuvio (engl. sea-shoresign), jotka viittaavat keuhkojen normaaliin toimintaan (Wagner ym. 2014).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata scoping-katsauksen avulla ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta akuutisti sairastuneen tai vammautuneen potilaan sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon. Lisäksi tarkoituksena oli kuvata menetelmiä, joilla ensihoidon ammattilaisia on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia.

2 Ultraäänitutkimus ensihoidossa

Ultraäänitutkimuksella tarkoitetaan prosessia, jossa potilaan pehmytkudoksiin kohdistetaan tutkimukseen tarkoitettulla laitteistolla korkeataajuisia ääniaaltoja ja analysoidaan niiden heijastumista takaisin laitteiston anturille. Tietokoneprosessori analysoi vastaanotetun signaalin ja muuttaa sen laitteen näytön ruudulta tulkittavaksi reaaliaikaiseksi videokuvaksi. Korkeataajuinen ääni läpäisee hyvin pehmeää kudosta, mutta heikosti luukudosta. Ultraäänitutkimuksissa käytetäänkin useimmiten vakioituja kuvantamissuuntia, ”ikkunoita”, joiden kautta päästään tutkimaan kohde-elintä tai aluetta mahdollisimman hyvin. (Holmström 2021.)

2.1 Kohdennetut tutkimusprotokollat ensihoidossa

Erityisesti akuuttihoitoympäristöön, johon ensihoidonkin katsotaan kuuluvan, on luotu standardoituja protokollia kohdennetun ultraäänitutkimuksen suorittamiseksi mahdollisimman tasalaatuisesti, keskenään vertailukelpoisesti ja nopeasti (Lampinen – Ulmanen 2019). Ultraäänitutkimusta voidaan hyödyntää myös tiettyjen yksittäisten toimenpiteiden, kuten verisuonen kanyloinnin, pleuranesteen poistamisen tai kudokseen päätyneen vierasesineen sekä verenvuodon paikantamisessa. Ultraäänitutkimuksesta voi olla apua myös henkitorven kanyloinnissa ihon läpi ja intubaatioputken paikan varmistamisessa. Ultraäänitutkimusta hyödynnetään ensihoitoympäristössä myös rajoitetusti taudinmäärittämisessä. (Holmström 2021.)

2.1.1 Vammautuneen potilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (E-FAST)

Yksi yleisimmistä erityisesti vaikeasti vammautuneille potilaille tehtävistä kohdennetuista ultraäänitutkimuksista tunnetaan FAST-lyhenteestä: ”Focused Assessment with Sonography in Trauma” (Craven – Mallin 2013). Kohdennetusta protokollasta on sittemmin kehitetty E-FAST- (Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma) ja P-FAST- (Prehospital Focused Assessment with Sonography in Trauma) -versiot. Jälkimmäinen alleviivaa lähinnä tutkimuksen toteuttamista sairaalaympäristöstä poikkeavassa

asetelmassa ja leikkaushoidon viiveen lyhentämiseen tähtäävää toimintaa (Lucas ym. 2021), mutta E-FAST-tutkimuksessa tutkitaan FAST-tutkimukseen kuuluvien kohteiden lisäksi myös rintakehän aluetta veri- ja ilmarinnan havaitsemiseksi (Craven – Mallin 2013). FAST-ultraäänitutkimus kuuluu myös yhdysvaltalaiseen Advanced Trauma Life Support (ATLS) -algoritmiin. (Lucas ym. 2021.)

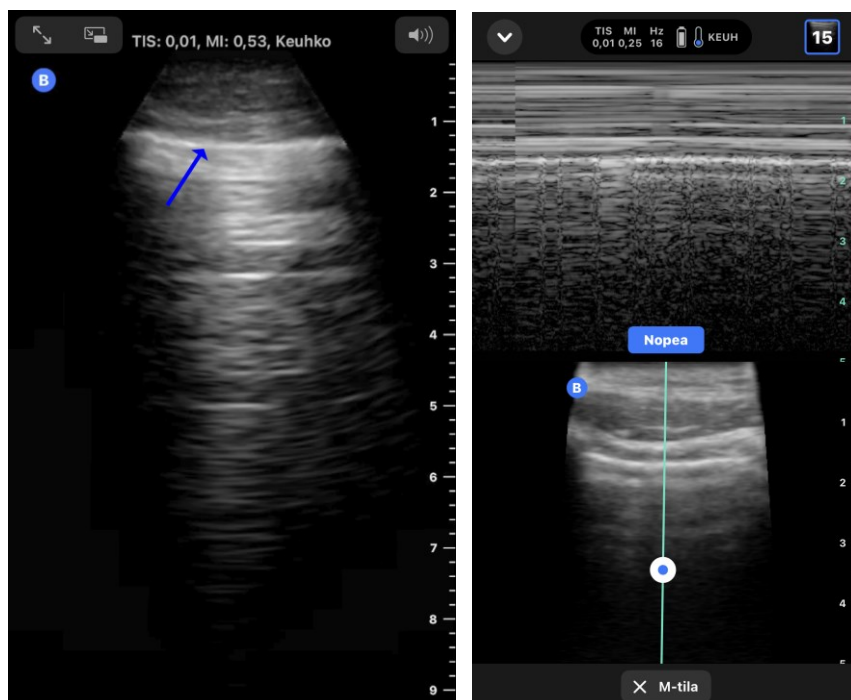
E-FAST-tutkimuksen indikaatioita ovat lävistävä ja typpä rintakehän sekä vatsan alueen trauma, mahdollinen ektooppinen raskaus hemodynamiikaltaan epävakaa potilaalla sekä epäily vapaasta nesteestä tai verenvuodosta peritoneaalitilassa (esimerkiksi maksavaurion aiheuttama askites, revennyt munasarjakysta, epäselvä merkittävä hypotensio). Tutkimus suoritetaan potilaan maatessa selällään ja se voidaan toteuttaa luotettavasti keskimäärin kolmessa minuutissa. (Craven – Mallin 2013.)

E-FAST-tutkimus toteutetaan tarkastelemalla potilaan kehoa kuudesta ennalta määritellystä kuvantamissuunnasta eli ikkunasta. Jokaisen ikkunan kohdalla pyritään vastaamaan dikotomiseen kyllä / ei -tyyppiseen kysymykseen. Kuvantamissuunnat ja kysymyksenasettelut esitellään taulukossa 1.

Taulukko 1. E-FAST-tutkimuksen kuvantamissuunnat eli ikkunat löydöksineen ja kysymyksenasetteluineen (Craven- Mallin 2013).

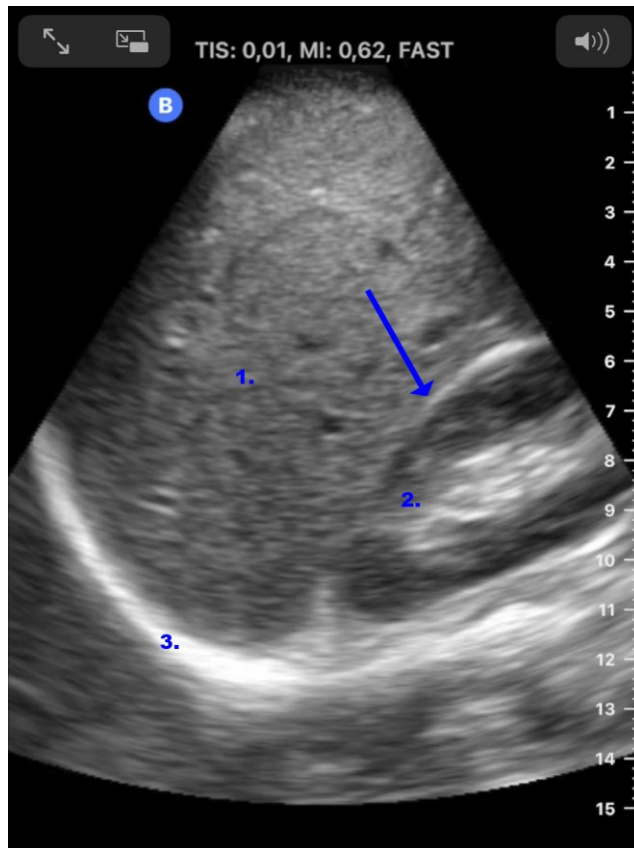
Ikkuna	Engl. nimi / lyhenne	Patologinen löydös	Tutkimuskysymys
Rintakehä edestä oikealta	Right Anterior Chest	Ilmarinta	Näkykö viskeraalisen pleuralihden liike (ns. "lung sliding sign")? Kyllä / ei. Näkykö B-line, eli "Comet tail"? Kyllä / ei.
Rintakehä edestä vasemmalta	Left Anterior Chest	Ilmarinta	Näkykö viskeraalisen pleuralihden liike (ns. "lung sliding sign")? Kyllä / ei. Näkykö B-line, eli "Comet tail"? Kyllä / ei.
Vatsan oikea yläneljännes	Right Upper Quadrant (RUQ), "Morrison's Pouch".	Veririnta, verenvuoto peritoneaalitilaan	Näkykö pleuratilassa tai peritoneaalitilassa vapaata nestettä? Kyllä / ei.
Vatsan vasen yläneljännes	Left Upper Quadrant (LUQ), splenorenal space.	Verenvuoto peritoneaalitilaan	Näkykö pleuratilassa tai peritoneaalitilassa vapaata nestettä? Kyllä / ei.
Rintalastan alapuolinen tila	Subxiphoid / PSL	Perikardiaalinen effusio	Näkykö perikardiumissa nestettä? Kyllä / ei.
Alavatsa häpyluun yläpuolelta	Suprapubic	Verenvuoto peritoneaalitilaan	Näkykö lantion ympäristössä vapaata nestettä? Kyllä / ei.

Massiivisen verenvuodon ohella kaksi vaikeasti vammautuneiden potilaiden huolestuttavinta komplikaatiota ovat ilmarinta, erityisesti paineilmarinta, sekä sydämen tamponaatio, jolla tarkoitetaan nesteen kertymistä sydänpussiin ja sydämen puristumista neste-kertymän seurauksena. Molemmat komplikaatiot ovat kuitenkin E-FAST-tutkimuksen avulla suhteellisen helposti todennettavissa tai poissuljettavissa. Keuhkojen normaali toiminta voidaan osoittaa paikantamalla keuhkopussin sisäpinnan, eli viskeraalisen pleuran liike suhteessa keuhkopussin ulkopintaan, eli parietaaliseen pleuraan. Tämä näkymä tunnetaan nimellä pleuraliuku (kuva 2, engl. lung slidign sign), ja sitä pyritään E-FAST-tutkimuksessa etsimään 3. ja 4. kylkiluuvälistä keskisolislinjasta oikealta sekä anteriorisesta kainalolinjasta vasemmalta. Löydöksen näkyminen indikoi, ettei pleuratilassa eli keuhkopussien välissä ole ilmaa – toisin sanoen ilmarintaa. Toinen ilmarinnan poissulkeva merkki on niin sanottu B-linja-kaikuartefakta. Se ei välttämättä aina erotu, mutta on nähtäessä 100-prosenttisen sensitiivinen ilmarinnan poissulkemiseksi. (Craven-Mallin 2013.)



Kuva 2. Normaali keuhkojen löydös, jossa pleuraliuku näkyy liikkuvassa kuvassa nuolen osoittamassa kohdassa. Oikealla ultraäänilaitteen M-tila käytössä, normaaliin keuhkojen toimintaan viittaava ”merenranta” (engl. seashore) -muoto näkyvissä. (Sovijärvi 2021b).

Potilaan oikeasta kyljestä keskikainalolinjassa anturia siirretään alimpien (8.–11.) kylkiluiden tasolta inferiorisesti kohti maksaa ja oikeaa munuaista. Katseluikkunasta pyritään havainnoimaan mahdolliseen veririntaan tai peritoneaalitilaan kertyneeseen nesteeseen viittaavia muutoksia. Erityisen tärkeä tarkastelukohta tunnetaan nimellä ”Morrison’s pouch”, Morrisonin tasku, joka sijaitsee maksan ja oikean munuaisen yhtymäkohdassa (kuva 3). Mahdollinen vapaa neste näkyy mustana kaistaleena maksan ja oikean munuaisen välissä. (Craven-Mallin 2013.)

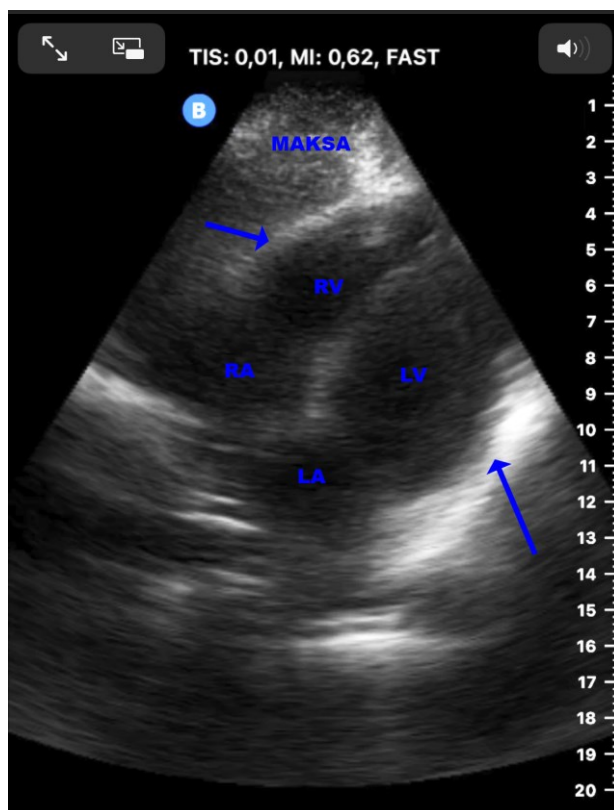


Kuva 3. Morrison’s pouch, eli Morrisonin tasku. Normaali löydös, ei vapaata nestettä havaittavissa nuolen osoittamassa kohdassa. Kuvassa nähdään maksa (1.), oikea munuainen (2.) ja pallea (3.) (Sovijärvi 2021b.)

Potilaan vasemmasta kyljestä anturia siirretään posteriorisessa kainalolinjassa alimpien kylkiluiden, noin kahdeksannesta yhdenteentoista, tasolta inferiorisesti kohti pernaa ja vasenta munuaista. Tavoitteena on tässäkin ikkunassa löytää viitteitä mahdollisesta veririnnasta ja vapaasta nesteestä peritoneaalitilassa. Tämä E-FAST-tutkimukseen kuuluva ikkuna on usein yksi haastavimmista näkymistä, johtuen pernan pienestä koosta ja

posteriorisesta sijainnista. Ultraäänikuvasta tulisi erottua perna, vasen munuainen ja pallea, kun anturi on oikeassa asennossa. Nestettä voi kertyä ja näkyä mustana kaistaleena pernan ja munuaisen tai pernan ja pallean yhtymäkohtiin. (Craven-Mallin 2013.)

Rintalastan alapuolisesta ikkunasta tarkastellaan sydäntä ja pyritään löytämään viitteitä perikardiumin effuusiosta, eli sydänpussiin kertyneestä nesteestä. Pahimmillaan runsas nestemäärä sydänpussissa voi aiheuttaa tamponaatiotilanteen, joka estää sydämen kammioita laajentumasta normaalisti ja heikentää ejektiofraktiota, eli prosentuaalista osuutta, jonka sydän pumpkaa vasempaan kammioon kertyneestä verestä yhden lyönin aikana ulos, sekä edelleen sydämen minuuttitilavuutta. Anturi asetetaan vatsalle heti miekkalisäkkeen alapuolelle ja suunnataan kohti potilaan päätä. Näkymässä hyödynnetään maksaa akustisena ikkunana. Oikein kohdistettuna ultraäänikuvassa erottuvat sydämen kaikki neljä kammiota sekä niitä ympäröivä sydänpussi (kuva 4). Normaali sydänpussi näkyy kuvassa valkoisena hyperkaikuisena linjana, mahdollinen perikardiumin effuusio mustana kaistaleena valkoisen linjan ja sydämen kammiorakenteiden välissä. (Craven-Mallin 2013.)



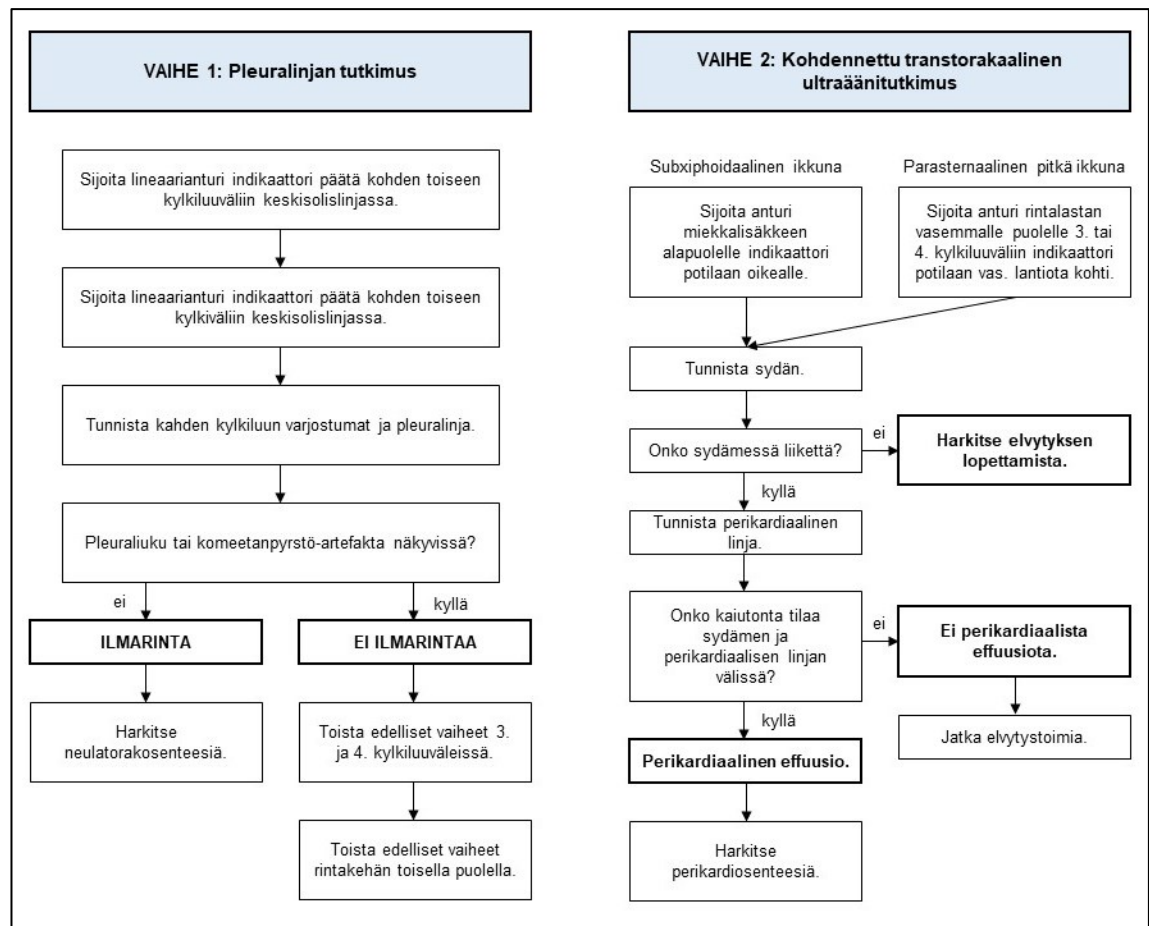
Kuva 4. Sternumin alapuolinen tila ja perikardiaalinen näkymä. Normaali löydös, ei nestettä perikardiumissa (siniset nuolet). RA = oikea eteinen, RV = oikea kammio, LA = vasen eteinen, LV = vasen kammio. (Sovijärvi 2021b.)

E-FAST-tutkimuksen viimeisessä ikkunassa tarkastellaan alavatsaa häpyluun yläpuolelta ja erityisesti virtsarakon ympäristöä mahdollisen vapaan nesteen havaitsemiseksi lantion seudussa. Virtsarakon ympäristöä tarkastellaan kahdessa tasossa, pitkittäisesti ja poikittäisesti. Jälkimmäisen näkymän saavuttamiseksi anturia käännetään 90 astetta vastapäivään. Miehillä mahdollinen vapaa neste kerääntyy tyypillisesti virtsarakon posterioriseen ja superioriseen tilaan ja saattaa jatkaa eturauhasen seinustaan asti. Naisilla tulee huomioida kohdun näkyminen superiorisesti virtsarakkoon nähden. Vapaa neste kertyy usein Douglasin taskuun ("Pouch of Douglas"), joka sijaitsee peräsuolen ja kohdun posteriorisen seinän välissä. (Craven-Mallin 2013.)

2.1.2 Hätätilapotilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (PAUSE)

Erityisesti ensihoitajille kehitetyn PAUSE-ultraäänitutkimusprotokollan (engl. Prehospital Assessment with Ultrasound for Emergencies) tavoitteena on nopeasti ja tarkasti tunnistaa henkeä uhkaavat tilat, jotka saattavat tarvita välittömiä interventioita. Protokollan tavoitteena on myös avustaa elvytystoimien kohdentamisessa oikein. (Chin ym. 2013.)

Indikaatioina PAUSE-tutkimukselle ovat vaikeasti vammautuneet potilaat, oireiset potilaat, joilla on lävistävä vamma, vakava hengitysvaikeus sekä vaikeasti vammautuneiden ja muiden potilaiden sydänpysähdystilanteet. Oireettomia potilaita ei tutkita. (Chin ym. 2013.)



Kuvio 1. PAUSE-protokolla kriittisesti sairaan potilaan arvioinnissa (mukaiillen Chin ym. 2013).

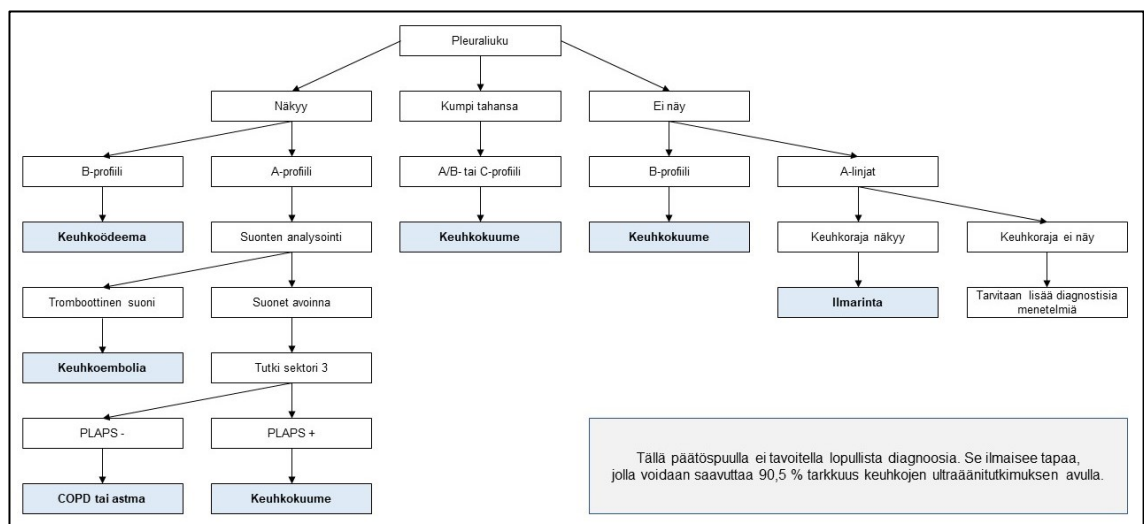
PAUSE-protokollan tavoitteena on arvioida perikardiaalisen effuusion, ilmarinnan ja sydämen spontaanin supistustoiminnan esiintymistä (kuvio 1). Näitä löydöksiä on vaikea arvioida pelkän kliinisen tutkimuksen perusteella. (Chin ym. 2013.)

PAUSE-protokollan mukaisen ultraäänitutkimuksen ensimmäisessä tarkastellaan rintakehää ensin toisesta kylkiluuvälisestä keskisolislinjassa. Pleuraliu'un (engl. lung slidign sign) tai komeetanpyrstö-artefaktan (engl. comet tail artifact) puuttuminen on positiivinen löydös ja viittaa ilmarintaan. Mikäli merkit ovat näkyvissä, edetään ensin kolmanteen ja neljänteen kylkiluuvälisiin ja edelleen rintakehän toiselle puolelle. Protokollan toisessa vaiheessa tarkastellaan sydäntä joko miekkalisäkkeen alapuolelta subxiphoidaalisesta ikkunasta tai rintakehän päältä parasternaalisesta pitkästä ikkunasta. Aluksi tarkastellaan, näkyykö sydämessä spontaania liikettä. Liikkeen puuttuminen viittaa huonoon ennusteseen ja elvytystoimien lopettamista tulisi harkita. Seuraavaksi tarkastellaan perikardiaa-

lisen nesteen näkymistä, eli merkkejä mahdollisesta sydämen tamponaatiosta. Protokolla suosittelee harkitsemaan tällaisessa tilanteessa perikardiosenteesiä. (Chin ym. 2013.)

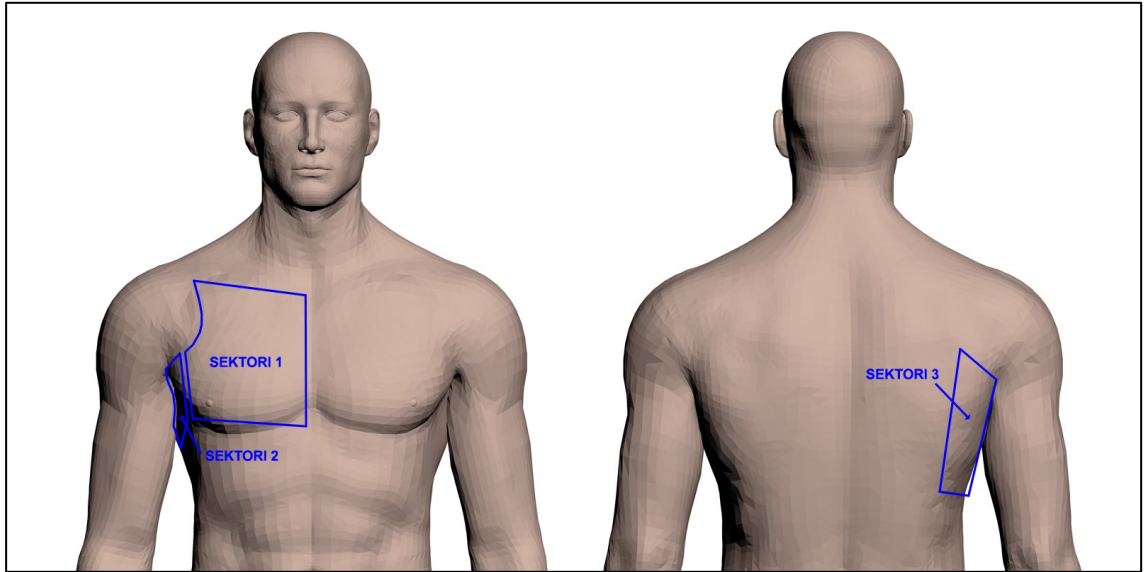
2.1.3 Hengenahdistuspotilaan kohdennettu ultraäänitutkimus (BLUE)

BLUE-protokolla (engl. Bedside Lung Ultrasound in Emergency) on kehitetty vakavasta hengenahdistuksesta kärsivien potilaiden ultraäänitutkimuksen diagnostiseksi työkaluksi. Systemaattisen ultraäänitutkimusprotokollan avulla pyritään löytämään akuutille hengenahdistukselle syitä, kuten keuhkoembolia, keuhkokuume, ilmarinta, COPD tai astma. (Kuvio 2, Bekgoz ym. 2019.) Protokollalla on alkuperäistutkimuksessa saavutettu 90,5 prosentin diagnostinen tarkkuus (Lichtenstein – Mezière 2008).



Kuvio 2. BLUE-protokollan päätöspuu keuhkojen ultraäänitutkimuksen hyödyntämiseksi vakavan hengenahdistuksen diagnostiikassa (mukaillen Lichtenstein – Mezière 2008).

BLUE-protokollassa potilaalle suoritetaan ultraäänitutkimus systemaattisesti ensin rinta-kehän päältä (sektori 1), sitten yläkainalolinjasta (sektori 2). Tarvittaessa edetään posterioriseen kainalolinjaan (sektori 3). (Kuva 5.) Aluksi pyritään tunnistamaan pleuraliuku. Sen jälkeen tutkitaan, näkyykö A- tai B-linjoja tai C-profiiliin sopivia muutoksia. Pleuraliu'un ja A-profiiliin löydösten näkyessä keuhkoverisuonten avoimuuden analysointi on perusteltua. Löydösten perusteella tarkastellaan tarvittaessa edelleen alveolaarista tiivistymää anteriorisesti tai keuhkorajan (engl. lung point) näkymistä.

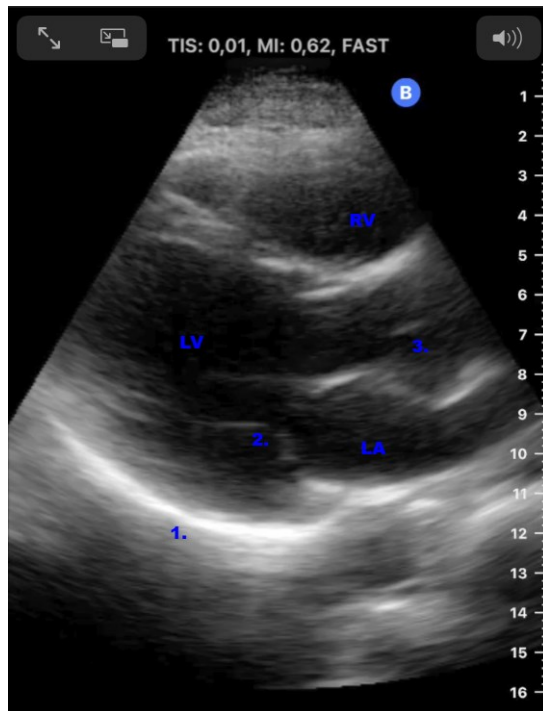


Kuva 5. Ultraäänitutkimuksen sektorit BLUE-protokollassa (mukailleen mukailleen Lichtenstein – Mezière 2008).

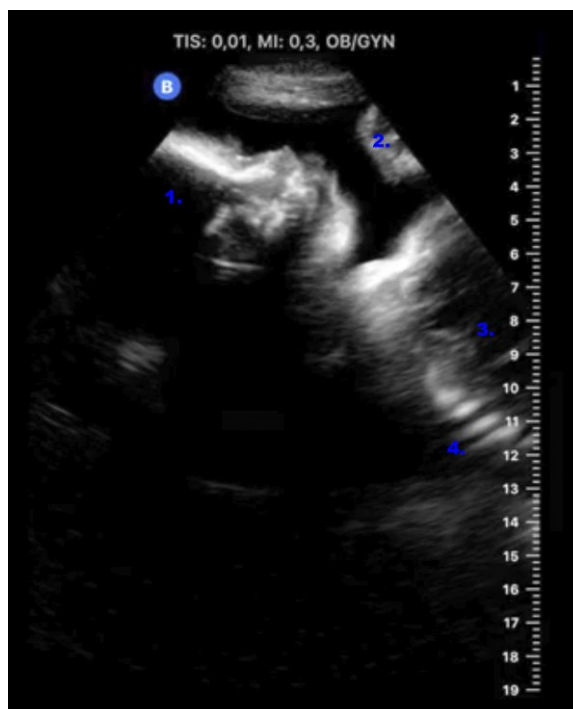
Ensihoitoympäristössä käytetään usein BLUE-protokollan karsittua versiota, keskittyen ilmarintaan, interstitiaaliseen syndroomaan, pneumoniaan ja pleuratilan nesteeseen viittaaviin löydöksiin (Pietersen ym. 2021, Donovan ym. 2022).

2.1.4 Taudinmääritys ultraäänitutkimuksen avulla

Ensihoidossa ei lähtökohtaisesti tehdä lopullisia diagnooseja, mutta mahdollisuuksien mukaan pyritään riittävän tarkkaan työdiagnoosiin, joka ohjaa osaltaan ensihoitokontaktin aikana tapahtuvaa toimintaa. Tietyissä tilanteissa kohdennetusta ultraäänitutkimuksesta voi olla apua työdiagnoosin ja kokonaiskuvan muodostamisessa. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi sydämen mekaanisen toiminnan selvittäminen elvytyksen aikana (PEA vs. verta kierrättävä rytmi), sydämen pumppauskyvyn arviointi sokin tyypin ja soveltuvan hoidon selvittämiseksi (kuva 6), keuhkoemboliaan viittaavat löydökset (sydämen oikean kammion venytys), aortan aneurysma sekä jo aiemmassa luvussa E-FAST-tutkimukseen liittyvät kysymykset. Raskaana olevien potilaiden kohdalla ultraääntä voidaan hyödyntää sikiön voinnin tarkastelemiseksi (kuva 7). (Holmström 2021.)



Kuva 6. Vasemmalla sydämen ultraäänitutkimukseen liittyvä parasternaalinen pitkä akseli -näkyvä. Kuvassa nähdään sydänpussi eli perikardium (1.), vasen eteinen (LA), hiippaläppä (2.), vasen kammio (LV), aorttaläppä (3.) ja oikea kammio (RV). (Sovijärvi 2021b.)



Kuva 7. Oikealla ultraäänikuva sikiöstä loppuvaiheen raskauden (RV 32) aikana. Kuvassa nähdään sikiön pää (1.), oikea käsi sormet nyrkissä (2.) ja sydämen syke (3.). Myös selkärangan nikamat erottuvat anturia hitaasti käännettäessä (4.). (Sovijärvi 2021b.)

2.2 Yhteenveto

Ultraäänitutkimus on Suomessa toistaiseksi kuulunut lähinnä lääkäriyksiköiden työkaluvalikoimaan, mutta viime vuosina myös vaativan ensihoidon ja kenttäjohtoyksiköiden henkilökuntaa on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia potilastyössä (Lampinen – Ulmanen 2019). Ultraäänilaitteistoa ei tiettävästi ole käytössä tavallisissa ensihoidon yksiköissä, eli ambulansseissa. Ultraäänilaitteisto kuuluu valtakunnallisesta lääkäriheli-kopteritoiminnasta vastaavan valtionyhtiö FinnHEMS:in operoimien yksiköiden sekä vaihtelevasti joidenkin kenttäjohto- ja vaativan ensihoidon yksiköiden valikoimaan.

Vuonna 2015 tehdyssä lääketieteen koulutusohjelman opinnäytetutkielmassa (Pirhonen 2015) selvitettiin ultraäänitutkimuksen hyödyntämistä ensihoidossa ja ensihoidon vastuulääkäreiden näkemyksiä ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi ensihoitoon. Tuolloin ultraäänitutkimuslaitteistoa käyttivät vain lääkärit, mutta hieman yli puolet ensihoidon vastuulääkäreistä koki myös ensihoidon kenttäjohtajien olevan sopivia henkilöitä toteuttamaan ultraäänitutkimuksia ensihoidossa. 89 prosenttia ensihoidon vastuulääkäreistä (n=24) piti ultraäänitutkimuslaitteistoa tarpeellisena ensihoidossa. Ultraäänitutkimus koettiin hyödylliseksi erityisesti vammapotilaiden ja elvytysten hoidossa sekä verisuonten kanyloinnin apuna.

Pirhosen (2015) tutkielman jälkeen markkinoille on tullut runsaasti uusia teknisesti kehittyneempiä laitteita, jotka soveltuvat myös hankintahintansa puolesta laajemmalle käyttäjäryhmälle (kuva 8). Myös tutkittua tietoa ultraäänitutkimuksen hyödyntämisestä ensihoidossa on saatavilla. Tarkkoja tietoja ultraäänitutkimuksen implementaatiosta suomalaisessa ensihoidossa tällä hetkellä ei ole saatavilla.



Kuva 8. Butterfly iQ-ultraäänilaite (Butterfly Network Inc, Yhdysvallat) yhdistettynä iPhone-puhelimeen (Apple Inc, Yhdysvallat). Ruudulla näkyvässä sydämen PLAX-näkymä (engl. parasternal long axis). (Sovijärvi 2021b.)

Ultraäänitutkimuksen toteuttamiseksi on edeltävästi kehitetty useita strukturoituja ensihoitoympäristöön joko suoraan tai muokattuna soveltuvia protokollia. Ultraäänitutkimuksen tyypillisiä käyttökohteita on tunnistettu aiemmissä tutkimuksissa ja tahtotila ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi osaksi ensihoitoa on olemassa myös Suomessa. Systemaattiselle tutkitun näytön analyysille ja jatkokehittämiseen liittyville konkreettisille ehdotuksille on tarvetta myös Suomessa.

3 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata scoping-katsauksen avulla ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta akuutisti sairastuneen tai vammautuneen potilaan sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon. Lisäksi tarkoituksena oli kuvata menetelmiä, joilla ensihoidon ammattilaisia

on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää soveltuvia menetelmiä potilasta hyödyttävän ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi osaksi ensihoidon toimintaa. Lisäksi tavoitteena oli löytää keinoja ensihoitajille suunnattavan ultraäänitutkimuskoulutuksen kehittämiseksi.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Millä tavalla ultraäänitutkimusta on sovellettu akuutisti sairastuneen tai vammautuneen potilaan ensihoidossa?
2. Millaisia menetelmiä on käytetty henkilöstön kouluttamiseksi suorittamaan ultraäänitutkimuksia ensihoidossa?

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Scoping-katsaus tutkimusmenetelmänä

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valittiin scoping-katsaus, josta toisinaan käytetään termiä kartoittava kirjallisuuskatsaus (Peters ym. 2015a). Scoping-katsaus on menetelmänä suhteellisen uusi. Sen yleinen tarkoitus on tunnistaa ja kartoittaa saatavilla olevaa katsauksen aiheeseen liittyvää näyttöä (Munn ym. 2018). Kirjallisuuskatsaukset voidaan jakaa kolmeen pääkategoriaan: kuvaileviin katsauksiin, systemaattisiin kirjallisuuskatsauksiin ja määrälliseen meta-analyysiin sekä laadulliseen metasynteesiin. Scoping-katsaus on yksi kuvailevan kirjallisuuskatsauksen alatyyppeistä. (Tuomi – Kunnela – Luukkonen 2022.)

Ensimmäiset määritelmät scoping-katsauksista julkaistiin vuonna 2005. Toistaiseksi yhtenäistä määritelmää scoping-katsausten tekemiseksi ei ole saatavilla. (Peters ym. 2015a.) Tässä opinnäytetyössä noudatettiin JBI:n metodologisen työryhmän laatiman scoping-katsausten toteuttamisen muodollisen oppaan suosittamia menetelmiä (Peters ym. 2015b). Scoping-katsaus voi olla sopiva valita menetelmäksi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen sijaan silloin, kun katsauksen tarkoitus on esitellä saatavilla olevaa aiheeseen liittyvää näyttöä, selkeyttää keskeisiä konsepteja tai määritelmiä, analysoida aihetta käsittelevien tutkimusten menetelmiä, tunnistaa konseptin tärkeimpiä omi-

naisuuksia ja vaikuttavia tekijöitä, toimia systemaattisen kirjallisuuskatsauksen esias- teena tai tunnistaa ja analysoida puutteita saatavilla olevassa tutkimustiedossa (Munn ym. 2018).

Scoping-katsaus on monilta osin yhtenevä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kanssa ja noudattaa strukturoitua prosessia esimerkiksi aineistonkeruun osalta, mutta yksi mer- kittävimmistä eroista syntyy katsauksen kysymyksenasettelussa sekä aineiston analy- soinnissa. Scoping-katsauksen tutkimuskysymykset ovat lähtökohtaisesti systemaatti- sen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksiä laajempia. Vastaavasti myös aineiston valintakriteerit ovat väljempää kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. (Munn ym. 2018.) Kun kattavassa systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tavoitteena on synte- tisoida näyttöä useiden erilaisten tutkimusmenetelmien pohjalta ja pyrkiä täydentämään määrällisten tutkimusten näyttöä laadullisten tutkimusten tulosten avulla, scoping-kat- sauksessa tavoitteena on määritellä aiheesta saatavilla oleva näyttö ja esittää tulokset visuaalisesti kaavioiden ja taulukoiden avulla. Aineistoa ei scoping-katsauksessa synte- tisoida. (Munn ym. 2018, Peters ym. 2015a.)

Scoping-katsaus eroaa myös perinteisestä kirjallisuuskatsauksesta. Scoping-katsauk- sessa aineistonkeruuta varten on ennalta laadittu protokolla (engl. priori protocol), ai- neistonkeruu on perusteellista ja mahdollisimman tyhjentävää, aineiston keräämiseen käytettävät menetöt pyrkivät olemaan läpinäkyviä ja toistettavia, aineistonkeruu sisältää virheiden minimoimiseen sekä luotettavuuden lisäämiseen tähtääviä välivaiheita ja tu- lokset esitellään strukturoidusti. (Munn ym. 2018.)

Scoping-katsauksen kysymyksenasettelussa käytetään PCC-muistisääntöä (engl. Po- pulation, Concept, Context). Näiden kolmen elementin avulla määritellään myös aineis- ton mukaanottokriteerit. Kysymyksenasettelusta tulee käydä ilmi olennaiset piirteet osal- listujajoukosta, mahdolliset interventiot tai muu tarkasteltava ilmiö sekä viitekehys ja ym- päristö, jota tarkastellaan. (Peters ym. 2015a, Peters ym. 2015b.)

Scoping-katsauksen toteutusprosessin suositeltava rakenne on esitelty taulukossa 2. Aluksi määritellään tutkimuskysymys, jonka jälkeen tehdään kirjallisuushaku ja valitaan katsaukseen mukaan otettava aineisto. Siitä laaditaan edelleen taulukot ja muut sovel- tuvat analyysit. Tulokset jaotellaan, tiivistetään ja raportoidaan asianmukaisesti. Lopuksi konsultoidaan tarvittaessa soveltuvin osin informaattikkoja, sidosryhmiä ja asiantuntijoita. (Peters ym. 2015b.)

Taulukko 2. Scoping-katsauksen toteutusprosessin rakenne (Peters ym. 2015b).

	Alkuperäinen rakenne (Arksey – O'Malley 2005)	Parannukset (Levac – Colquhoun – O'Brien 2010)
1.	Tutkimuskysymyksen määrittely	Tarkoituksen ja tutkimuskysymyksen selkiyttäminen sekä yhdistäminen
2.	Olellisten tutkimusten määrittely	Scoping-prosessin laajuuden ja kattavuuden balansointi toteutettavuuden kanssa
3.	Tutkimusaineiston valitseminen	Iteratiivinen ryhmätyö lähestymistapana tutkimusaineiston valitsemiseksi ja datan keräämiseksi
4.	Tutkimusdatan taulukointi	Numeerisen yhteenvedon ja laadullisen teemaattisen analyysin sisällyttäminen
5.	Tulosten lajittelu, yhteenveto ja raportointi	Tutkimustulosten säädöksiin, käytäntöihin tai jatkotutkimustyöhön aiheuttamien seuraamusten tunnistaminen
6.	Konsultaatio (valinnainen)	Konsultoinnin omaksuminen pakolliseksi osaksi scoping-katsauksen prosessia

Scoping-katsausten tulokset voidaan esitellä aineistosta laadittuna karttana, kaaviona tai taulukkona. Lisäksi tuloksia tulee kuvailla narratiivisesti suhteessa katsauksen kysymyksenasetteluun ja tavoitteisiin. PCC-muistisääntö voi helpottaa myös tulosten esitystavan valinnassa. Tulokset voidaan taulukoida monilla eri tavoilla, esimerkiksi julkaisu vuoden, toteutusympäristön tai tutkimusmenetelmän mukaan. Tuloksia voidaan luokitella myös katsauksen olennaisimpien konseptien mukaisesti. (Peters ym. 2015b.)

4.2 Aineistonkeruu

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksen otsikon ja tutkimuskysymysten määrittelyssä, hakusuunnitelman laatimisessa, aineistonkeruussa, tutkimusdatan käsittelyssä ja raportoinnissa noudatettiin JBI:n Scoping-katsausten toteutusprosessin kuusivaiheista rakennetta. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteet, sisäänottokriteerit ja metodit määriteltiin ennakoon. (Peters ym. 2015b.)

4.2.1 Otsikon ja tutkimuskysymysten määrittelemine

Scoping-katsauksen toteutusprosessin ensimmäisessä vaiheessa tulee määritellä tutkimuskysymys tai -kysymykset sekä tutkimuksen otsikko (Peters ym. 2015a, Peters ym. 2015b).

Tavoitteena oli hahmottaa aiheeseen liittyvien tutkimusten määrän suuruusluokkaa, keilla soveltuvia hakutermejä ja selvittää, minkälaisin näkökulmin ja menetelmin ultraäänitutkimusta ensihoidossa oli aiemmissa julkaisuissa lähestytty. Opinnäytetyön otsikoksi muodostui PCC-muistisäännön kriteerit täyttävä ”**Ultraäänitutkimuksen soveltuvuus ensihoidon työvälineeksi**” (Peters ym. 2015b).

Tunnustelevia hakuja tehtiin sekä suomalaisissa että kansainvälisissä tietokannoissa. Suomalaisista tietokannoista MEDIC oli ainoa, josta saatiin edes muutamia osumia tieteellisiin julkaisuihin. Hakusana ”ultraääni” tuotti 13 osumaa, joista yksikään ei liittynyt otsikon perusteella ensihoitoon. Hakusana ”kaikukuvaus” tuotti hieman enemmän osumia (n=131), mutta niistäkään mikään ei liittynyt otsikon ja lyhyen tiivistelmän perusteella ensihoitoon. Yksi tutkimus käsitteli FAST-ultraäänitutkimusta puukotetulla potilaalla, yksi kohdennettua kaikukuvausta klinikon työkaluna ns. vieritutkimusvälineenä ja yksi FAST-ultraäänitutkimusprotokollaa päivystyspoliklinikan työkaluna. Hakusana ”ensihoido” (n=304) ei tuottanut yhtään ensihoidoympäristöön liittyvää tulosta.

Kansainvälisiin tietokantoihin (PubMed / MEDLINE, Cinahl Complete ja Cochrane) tehdyissä alustavissa hauissa saatiin runsaasti lupaavilta vaikuttavia tuloksia. EMBASE- ja OVID-tietokantoihin ei valitettavasti tekijän oppilaitoksella ollut voimassa olevaa lisenssiä. Voidaan kuitenkin olettaa, että laadukkaimmat aihepiiriä käsittelevät artikkelit on indeksoitu myös muihin tietokantoihin, joista hakuja oli mahdollista toteuttaa.

Scoping-katsausten PCC-muistisäännössä ensimmäinen kohta ”Population” tarkoittaa tutkimukseen osallistuvia henkilöitä ja heidän olennaisia ominaisuuksiaan. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kokonaisuutta ensihoidossa työskentelevien henkilöiden kannalta. ”Concept” -kohta tarkoittaa interventiota tai muuta ilmiötä, jonka vaikutusta analysoidaan. Tässä opinnäytetyössä kyse oli ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta. PCC-muistisäännön viimeinen kohta, ”Context”, tarkoittaa ympäristöä tai muuta viitekehystä, jossa konseptia tarkastellaan. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin sairaalan ulkopuolista ensihoidoa. (Peters ym. 2015b.)

4.2.2 Olennaisten tutkimusten määrittelyminen

Opinnäytetyön otsikon ja tutkimuskysymysten määrittelymisen jälkeen voitiin edetä scoping-katsauksen toteutusprosessin toiseen kohtaan, eli olennaisten tutkimusten tunnistamiseen. Samalla pyrittiin balansoimaan kerättävän aineiston laajuutta ja kattavuutta toteutettavuuden kanssa (Peters ym. 2015b). Kerättävän aineiston laajuuden rajaamisessa olennaisessa asemassa oli mahdollisimman soveltuvien hakusanojen määrittelyminen. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Scoping-katsauksen PCC-elementit ja soveltuvat tietokantojen hakusanat

PCC-ELEMENTTI	POPULATION	CONCEPT	CONTEXT
MÄÄRITELMÄ	Ensihoitajat ja muut akuutissa ensihoito-ympäristössä työskentelevät ammattilaiset, kuten ensihoitolääkärit	Ultraäänitutkimuksen toteuttaminen	Sairaalan ulkopuolinen ensihoito
HAKUSANAT	paramedic emergency paramedic emergency doctor EMS physician emergency medical technician EMS provider	ultrasound sonography ultrasonography diagnostic imaging POCUS	prehospital pre-hospital out-of-hospital emergency medical services

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksissä pyrittiin löytämään vastauksia siihen, millä tavalla ultraäänitutkimusta on hyödynnetty vammautuneen tai sairastuneen potilaan ensihoidossa ja miten ensihoidossa työskentelevä henkilökunta on koulutettu toteuttamaan ultraäänitutkimuksia. Opinnäytetyö käsittelee otsikon mukaisesti aihetta ensihoidon ammattilaisten näkökulmasta, mutta johtuen sairaalan ulkopuolisen ensihoidon toteutustapojen kansainvälisestä kirjavuudesta (Knox 2016), ei kohderyhmää, eli ”Population”-kohdtaa, ollut mielekästä rajata liian tarkasti vielä tiedonhakuprosessin alkuvaiheessa.

Ensihoitopalvelun toimintamallit on kansainvälisesti voitu jakaa kahteen pääsuuntaukseen: frankogermaaniseen ja angloamerikkalaiseen malliin. Ensimmäisessä mallissa potilaita pyritään hoitamaan mahdollisimman tehokkaasti jo tapahtumapaikalla, kun jälkimmäisessä on painotettu enemmän potilaan nopean kuljetuksen aloittamiseen. Pelkistet-

tynä frankogermaanisessa mallissa viedään sairaala potilaan luo, kun angloamerikkalaisessa mallissa viedään potilas sairaalaan. (Al-Shaqsi 2010, Knox 2016.) Länsimainen ensihoitopalvelu painottuu nykyään enemmän frankogermaaniseen malliin, mutta ensihoitajien koulutusvaatimuksissa on edelleen vaihtelua. Suomalainen AMK-pohjainen hoitotason ensihoitajan koulutus edustaa kansainvälisessä vertailussa laajuudeltaan kärkipäätä. (Määttä – Harve-Rytsälä 2021, Sovijärvi 2021a.)

Monissa maissa, kuten Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa, on ensihoitajien hieman lyhyemmän perustutkinnon jatkeeksi luotu täydentäviä koulutusohjelmia, jotka ovat edelleen mahdollistaneet aiempaa laajempien toimenkuvien viemisen myös kentälle. Näiden toimenkuvien nimikkeistö on kirjavia: ”advanced care paramedic”, ”critical care paramedic”, ”flight paramedic”, ”intensive care paramedic”, ”resuscitation rapid response unit paramedic”. (Donovan ym. 2022, Reed ym. 2017, Yates – Baylous 2022, Brown ym. 2017.) Suomessa ensihoidon kenttäjohtajilla on oltava ensihoitaja AMK-tutkinnon lisäksi riittävä operatiivinen osaaminen ja kokemus (STM 2017a). Ensihoidon kenttäjohtajille on tarjolla sekä 30 opintopisteen täydennyskoulutus- että soveltuvia YAMK-tutkintoja (90 op). Ensihoidon kenttäjohtoyksiköt voivat osallistua toiminta-alueensa tarkoituksenmukaisiin, tyypillisesti korkeariskisimpiin, ensihoidotehtäviin. (STM 2017b.) Ensihoidon englanninkielisten tehtävänimikkeiden runsauden ja niiden suomalaiseen järjestelmään soveltuvuuden haasteiden vuoksi ei olennaisten tutkimusten määrittelyvaiheessa ja hakukriteereitä suunniteltaessa ollut mielekäästä rajata ”Population”-elementin termistöä erityisen tarkaksi.

Alustavien tunnustelevien hakujen myötä varsinainen kirjallisuuskatsauksen aineisto päädyttiin keräämään kolmesta kansainvälisestä tietokannasta (PubMed / Medline, Cinahl Complete ja Cochrane). Lisäksi pyrittiin löytämään soveltuvia julkaisuja sekä ns. harmaata kirjallisuutta tietokantojen ulkopuolelta julkaisujen lähdeluetteloita tutkimalla ja perinteisiä internet-hakukoneita hyödyntämällä. Tavoitteena oli laatia mahdollisimman kattava hakustrategia, jotta voitiin löytää myös toistaiseksi julkaisemattomat artikkelit ja katsaukset (Peters ym. 2015a).

Alustavien tietokantahakujen pohjalta käytiin läpi PubMedin MeSH-avainsanaluetteloa (engl. Medical Subject Headings) ja vertailtiin sitä hakutuloksiin liitettyihin MeSH-avainsanoihin. Varsinaiset tietokantahaut päädyttiin lopulta tekemään avainsanojen ja otsikoiden sijaan kokotekstistä. Tällä pyrittiin varmistamaan myös puutteellisin avainsanoin tie-

tokantoihin lisätyt ja epätäydellisen otsikon omaavat julkaisut. Kaikkien kolmen tietokannan boolean operaattorien asettelu edellytti kokeilua ja uudelleenryhmittelyä toimiakseen mielekkäästi. Vaikka opinnäytetyössä kohderyhmänä olivat ensihoitajat, sisällytettiin tietokantahakuihin myös lääkäriin viittaavat termit "physician" ja "doctor". Perusteluna ratkaisulle oli edeltävästi käsitelty ensihoidon tehtävänkuvien sekä ammattinimikkeiden laaja kansainvälinen kirjo.

Taulukko 4. Kirjallisuuskatsauksen aineistonkeruun tietokannat ja hakusanat

TIETOKANTA	HAKUSANAT
PubMed / Medline	((paramedic OR "emergency paramedic" OR "emergency doctor" OR "EMS physician" OR "emergency medical technician" OR "EMS provider") AND (ultrasound OR ultrasonography OR "diagnostic imaging" or POCUS)) AND (prehospital OR "pre-hospital" OR "out-of-hospital" OR "emergency medical services")
CINAHL Complete	(paramedic OR "emergency paramedic" OR "emergency doctor" OR "EMS physician" OR "emergency medical technician" OR "EMS provider") AND (ultrasound OR ultrasonography OR "diagnostic imaging" or POCUS) AND (prehospital OR "Pre-hospital" OR "out-of-hospital" OR "emergency medical services")
Cochrane	(ultrasound OR sonography OR ultrasonography OR "diagnostic imaging" OR POCUS) AND (paramedic OR "emergency paramedic" OR "emergency doctor" OR "EMS physician" OR "emergency medical technician" OR "EMS provider") AND (prehospital OR "pre-hospital" OR "out-of-hospital" OR "emergency medical services")

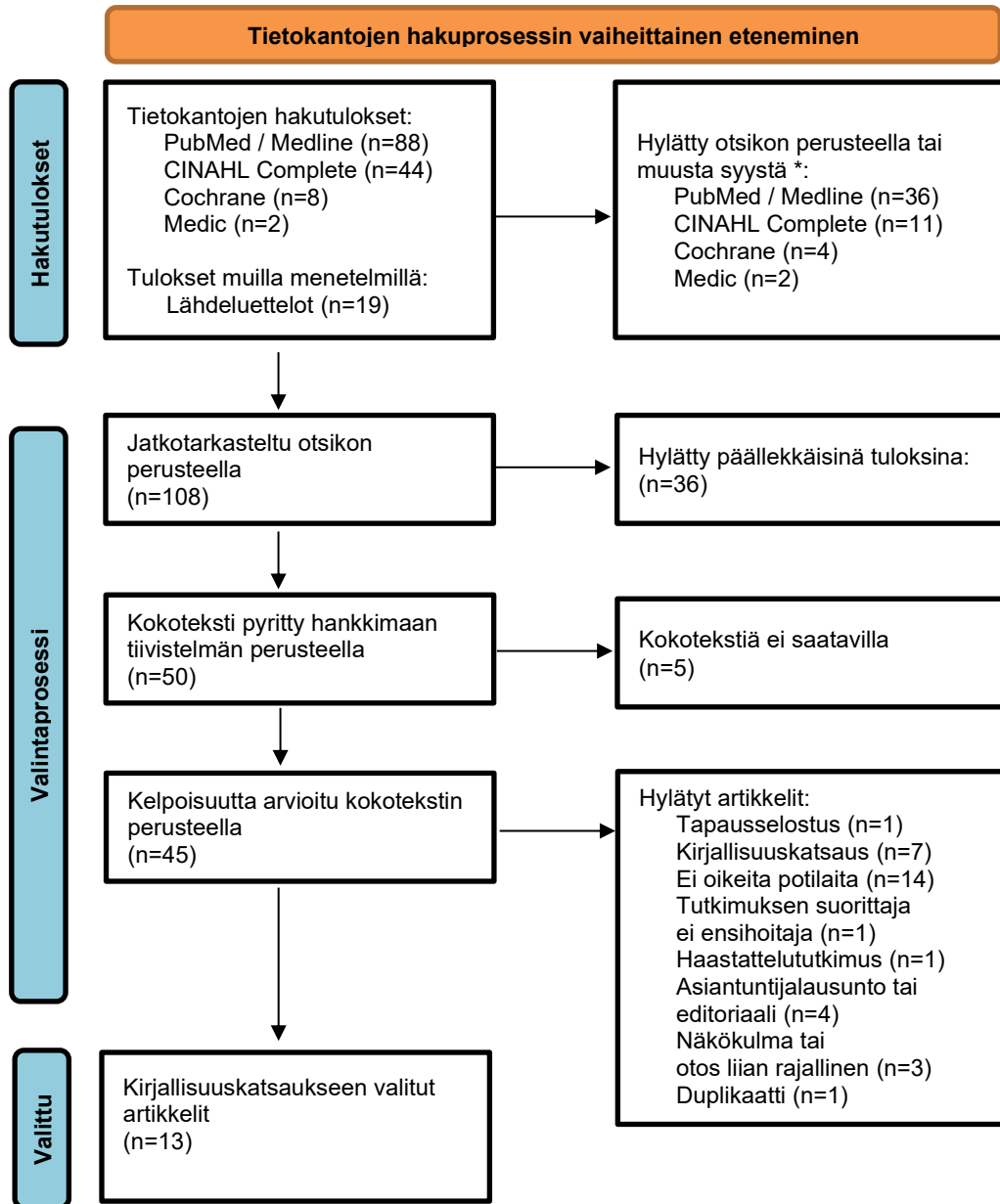
Kaikkiin tietokantoihin tehdyt haut rajattiin esittämään artikkelit vain edeltävien kymmenen vuoden ajalta. Tulosten ajallinen rajaaminen on perusteltua, sillä ultraäänilaitteistossa on tapahtunut merkittävää teknistä kehitystä kymmenessä vuodessa, erityisesti edeltävien viiden vuoden aikana. Myös markkinoilla olevan ultraäänilaitteiston fyysinen koko on pienentynyt ja hinnat laskeneet jopa kymmenesosaan aiemmasta. (Yates – Baylous 2022.)

JBI:n suositusten mukaisesti myös tämän scoping-katsauksen aineistonkeruussa käytettiin kolmiportaista mallia, eli alustavaa tunnustelevaa hakua, varsinaisia tietokantahakua valituilla hakusanoilla sekä tarkastelemalla otsikon perusteella valittujen artikkelien lähdeluetteloita (Peters ym. 2015a). Hakutuloksia saatiin tietokantojen ulkopuoliset haut huomioiden maltillisesti (n=161), mutta otsikoiden perusteella riittävästi ja tutkimuskysymyksiin soveltuvasti.

4.2.3 Tutkimusaineiston valitseminen

Aineiston sisäänottokriteerit tarkentuivat aineistonkeruun edetessä. Hakutuloksia karsittiin ensin otsikoiden perusteella ja samalla hylättiin artikkelit, joiden julkaisukieli oli muu kuin englanti tai suomi. Jatkotarkasteluun otsikon perusteella otetuista julkaisuista (n=108) hylättiin vielä tietokantojen päällekkäiset tulokset (n=36). Tuloksia tarkasteltiin edelleen tiivistelmän perusteella ja karsinnan jälkeen jäljelle jääneistä julkaisuista (n=50) pyrittiin hankkimaan kokotekstit. Viittä julkaisua lukuun ottamatta kokotekstien hankkiminen onnistui.

Julkaisujen kelpoisuutta kokotekstin perusteella (n=45) arvioitaessa huomattiin, että aineisto vaikuttaa laadukkaalta ja varsin kattavalta. Olikin mahdollista karsia aineistosta pois kaikki tutkimukset, joita ei ollut toteutettu oikeilla potilailla (n=14), vaan esimerkiksi simulaatioympäristössä, sekä kirjallisuuskatsaukset (n=7), yksittäiset tapausselostukset, haastattelututkimukset, asiantuntijalausunnot ja editoriaalit (n=6) sekä edelleen artikkelit, joissa ultraäänitutkimuksen toteutti lääkäri, tai tutkimusasetelma oli liian spesifi (n=4). Yksi artikkeli karsiutui tässä vaiheessa, koska mukaan oli otettu jo samoilta tekijöiltä lähes identtinen artikkeli toisesta alan ammattijulkaisusta.



* Muu syy: alkuperäinen artikkeli muulla kielellä kuin englanniksi tai suomeksi.

Kuvio 3. Tietokantojen hakuprosessin eteneminen Prisma 2020 Flow -kaaviona (Page ym. 2021).

Kirjallisuuskatsauksen lopulliseen aineistoon valittiin 13 artikkelia, jotka on luetteloitu liitteessä 1.

Scoping-katsauksien tarkoituksena on yksilöidä aiheesta saatavilla olevaa näyttöä, selkeyttää konsepteja tai määritelmiä ja esimerkiksi yksilöidä tärkeimpiä katsauksen aihe-

seen liittyviä ominaisuuksia tai tekijöitä. Scoping-katsauksilla ei pyritä tuottamaan kriittisesti arvioitua ja syntetisoitua tulosta tai vastausta yhteen tiettyyn kysymykseen, vaan pikemminkin luomaan yleiskatsaus ja kartoittaa näyttöä. Tämän takia metodologisten rajoitusten tai puolueellisuuden riskin (engl. risk of bias) arviointia ei scoping-katsausten aineistolle yleensä tehdä, kuten ei myöskään tässä opinnäytetyössä. (Munn ym. 2018.)

Julkaisukielen lisäksi kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien (n=13) keskeiset sisällönottokriteerit olivat:

1. Kyseessä on alkuperäistutkimus, joka on toteutettu edeltävien kymmenen vuoden aikana
2. Ultraäänitutkimukset on suoritettu oikeille potilaille
3. Kysymyksenasettelu on selkeä ja yksiselitteinen
4. Tutkimusasetelma on toistettavissa myös muualla

4.3 Aineiston analyysi

Tutkimusaineiston valitsemisen jälkeen siirryttiin scoping-katsausten rakenteisen toteutusprosessin neljänteen vaiheeseen, eli tutkimusdatan taulukointiin. Tämä vaihe pitää sisällään myös tulosten numeerisen yhteenvedon ja laadullisen analyysin. (Peters ym. 2015b).

Kirjallisuuskatsaukseen valituille artikkeleille (n=13) annettiin aluksi juokseva tunnistenumero. Kaikki julkaisut luettiin ensin huolellisesti läpi aineiston kokonaisuuden hahmottamiseksi. Seuraavalla kerralla julkaisuaineistosta korostettiin erillisellä värillä kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymysten ja aineiston analyysin kannalta olennaiset lauseet myöhemmän laadullisen analyysin sujuvoittamiseksi.

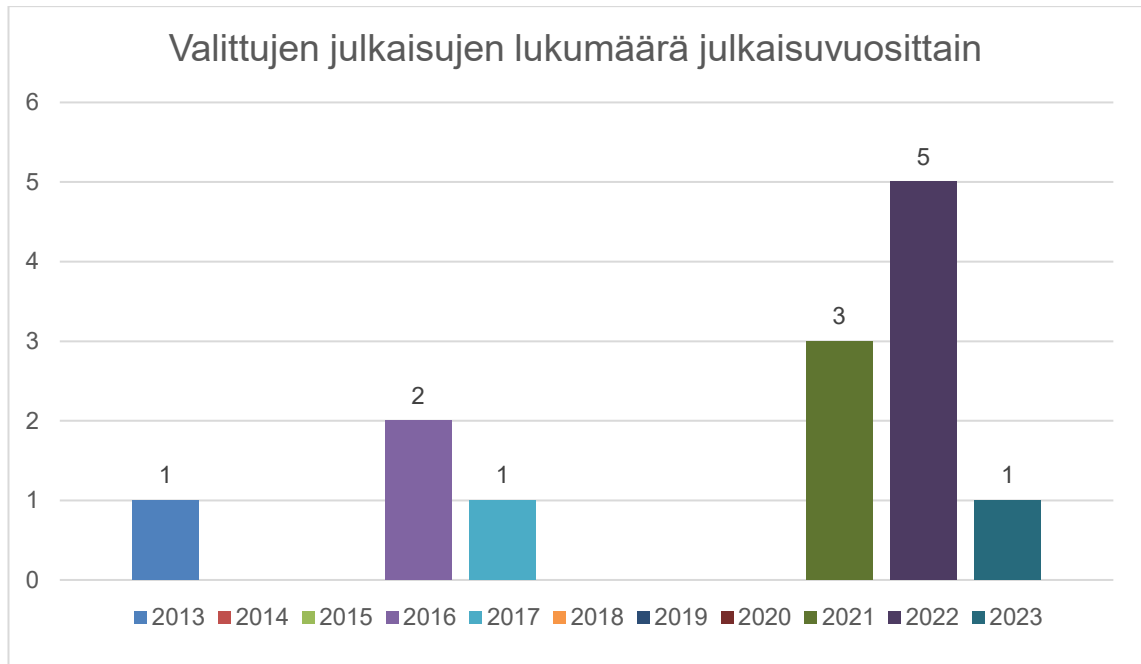
Kirjallisuuskatsaukseen valituista artikkeleista (n=13) muodostettiin keskeisimmät sisällöt kattava taulukko (liite 1).

Aineiston analysointivaiheessa kirjoitettiin erilliseen tiedostoon muistiinpanoja ja havain- toja, joita hyödynnettiin kirjallisuuskatsausprosessin viidennessä vaiheessa, eli tuloksia esittelevässä luvussa. Tällaisia havaintoja olivat esimerkiksi suunnitelmat olennaisista yksityiskohtaisemmista taulukoista ja aineistosta esiin nousseita keskeisimpiä huomioita havainnollistavista kuvioista. Lisäksi merkittiin ylös tutkimusten tekijöiden henkilökohtai- sia huomioita ja empiirisiä havaintoja, jotka saattavat helpottaa aihepiirin ja siihen liitty- vien haasteiden hahmottamisessa.

Aineiston analysointiprosessin aikana pyrittiin löytämään tutkimuksia yhdistäviä tekijöitä, joiden avulla voidaan selkeästi vastata kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksiin. Näi- den tekijöiden, kuten ultraäänitutkimusten kohde-elimien, kuvantamisprotokollien, anne- tun ultraäänitutkimuskoulutuksen ja tutkimusten johtopäätösten välistä suhdetta katsot- tiin tarpeelliseksi kuvata omana taulukkonaan. Vaikka scoping-katsauksiin ei tyypillisesti kuulu meta-analyysiä eikä ”summary of findings” -tyylistä tiivistelmää löydöksistä (Munn ym. 2018), koettiin ytimekkään johtopäätössarakkeen sisällyttäminen taulukkoon tutki- muskysymyksiin vastaamisen selkeyden kannalta perustelluksi. Valittujen tutkimusten osallistujamäärät ja otoskoot on esitelty taulukossa 5.

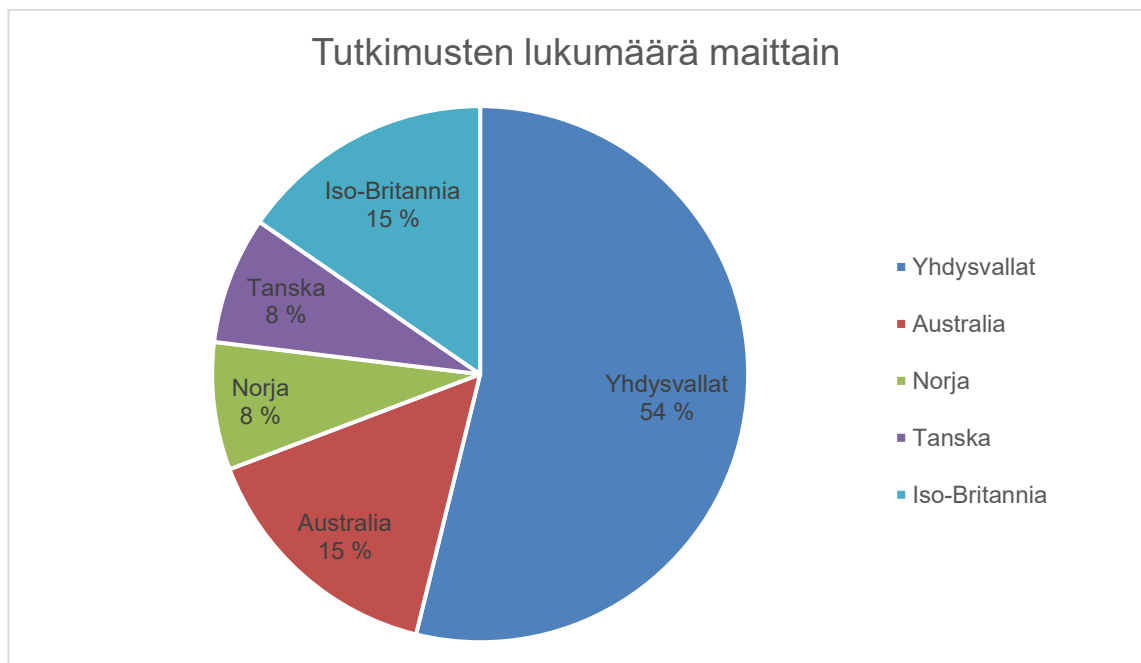
5 Tulokset

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin karsinnan ja laadullisen sisäänottokriteereiden läpi käy- misen jälkeen 13 julkaisua (liite1). Tutkimusten julkaisuajankohdat sijoituivat edeltävillä kymmenelle vuodelle, painottuen edeltäviin kolmeen vuoteen (kuvio 4).



Kuvio 4. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen julkaisujen lukumäärä julkaisuvuosittain

Kaikkien kirjallisuuskatsaukseen valittujen julkaisujen kieli oli englanti. Tutkimukset oli toteutettu useissa Euroopan maissa sekä Yhdysvalloissa ja Australiassa. Yli puolessa mukaan valituista julkaisuista tutkimus oli toteutettu Yhdysvalloissa. (Kuvio 5.)



Kuvio 5. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen julkaisujen lukumäärä maittain

Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset oli toteutettu prospektiivisinä havaintotutkimuksina (n=7), prospektiivisena avoimena satunnaistamattomana diagnostisen tarkkuuden tutkimuksena (n=1), prospektiivisena havainnoivana kohorttitutkimuksena (n=1), retrospektiivisenä laadunvalvontatutkimuksena (n=1), prospektiivisena interventiotutkimuksena (n=1), retrospektiivisenä havainnoivana kohorttitutkimuksena (n=1) ja prospektiivisena pilottitutkimuksena (n=1).

5.1 Tutkimuksiin osallistuneet ammattilaiset

Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien (n=13) tutkimuksiin osallistuneet henkilöt olivat kaikki ensihoitajia (n=328), joskin hieman vaihtelevilla tittleillä. Kahdessa tutkimuksessa ei ollut yksilöity tutkimukseen osallistuneiden ensihoitajien lukumäärää, mutta tutkimusympäristöä analysoimalla ja vastaaviin muihin tutkimuksiin vertailemalla voidaan arvioida molempiin tutkimuksiin osallistuneen noin 15–30 ensihoitajaa per tutkimus. Suurin yksittäisen tutkimuksen osallistujamäärä oli 100 ensihoitajaa (Pietersen ym. 2021) ja pienin neljä ensihoitajaa (Rooney ym. 2016). Tutkimuksiin osallistui keskimäärin 30 ensihoitajaa. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien kokonaisosallistujamäärä oli arviolta 358–388 ensihoitajaa. (Taulukko 5.)

Kaikkien osallistujien toimenkuvan voitiin kansainvälisen konsensuksen (Al-Shaqsi 2010) mukaan ja suomalaiseen koulutusjärjestelmään (Määttä – Harve-Rytsälä 2021) vertaamalla tulkita kuuluvan ensihoitaja-nimikkeeseen alle. Nimikkeistössä oli varianssia: ”paramedic” (Shaw ym. 2023, Jacobsen ym. 2022, Kreiser ym. 2022, Pietersen ym. 2021, Rooney ym. 2016, Schoeneck ym. 2021), ”intensive care paramedic” (Burton ym. 2022, Donovan ym. 2022), ”emergency medical technician” (Pietersen ym. 2021), ”resuscitation rapid response paramedic” (Reed ym. 2017), ”flight crew” (Yates – Baylous 2022, Quick ym. 2016, Roline ym. 2013), ”advanced paramedic practitioner” (Brown ym. 2021) ja ”aeromedical provider” (Quick ym. 2016). Tutkimukset, joissa ultraäänitutkimuksen toteutti lääkäri, oli jo aiemmin suljettu aineiston ulkopuolelle. Suurimmassa osassa tutkimuksista osallistujilla oli joko hyvin vähän tai ei lainkaan aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta (liite 1).

5.2 Tutkimusten potilasaineisto

Kaikki tutkimuksissa (n=13) tarkastelun kohteena olleet ultraäänitutkimukset toteutettiin oikeille potilaille (n=2376). Yhtä tutkimusta (Reed ym. 2017) lukuun ottamatta kaikissa

tutkimuksissa potilaiden tuli olla täysi-ikäisiä. Osassa tutkimuksista oli potilasaineiston osalta tarkempia sisäänottokriteereitä, kuten tylppä tai terävä vammamekanismi (Shaw ym. 2023, Yates – Baylous 2022, Quick ym. 2016) ennakkoon pisteytyksen perusteella vaikeaksi arvioitu suonihteyden avaaminen tai kaksi epäonnistunutta perinteistä suonihteyden avaamista (Burton ym. 2022), johtavana oireena rintakipu (Jacobsen ym. 2022), johtavana oireena hengenahdistus (Donovan ym. 2022, Pietersen ym. 2021, Schoeneck ym. 2021), ei-traumaattinen sydänpysähdys ja elvytystilanne (Kreiser ym. 2022, Reed ym. 2017, Brown ym. 2021), jonkin peruselintoiminnon häiriö, epäily peruselintoiminnon häiriöstä tai elvytystilanne (Rooney ym. 2016), potilaat kuljetettiin helikopterilla (Yates – Baylous 2022, Quick ym. 2016, Roline ym. 2013) tai potilas oli intuboitu ensihoidossa (Quick ym. 2016). Osassa tutkimuksista potilaita oli lisäksi rajattu aineiston ulkopuolelle raskauden tai vankilaympäristön takia. Tutkimusten aineistossa tutkittiin yhteensä 2376 potilasta. Suurin yksittäisen tutkimuksen potilasmäärä oli 744 potilasta (Brown ym. 2021) ja pienin 19 potilasta (Rooney ym. 2016). Tutkimuksiin osallistui keskimäärin 183 potilasta. (Taulukko 5.)

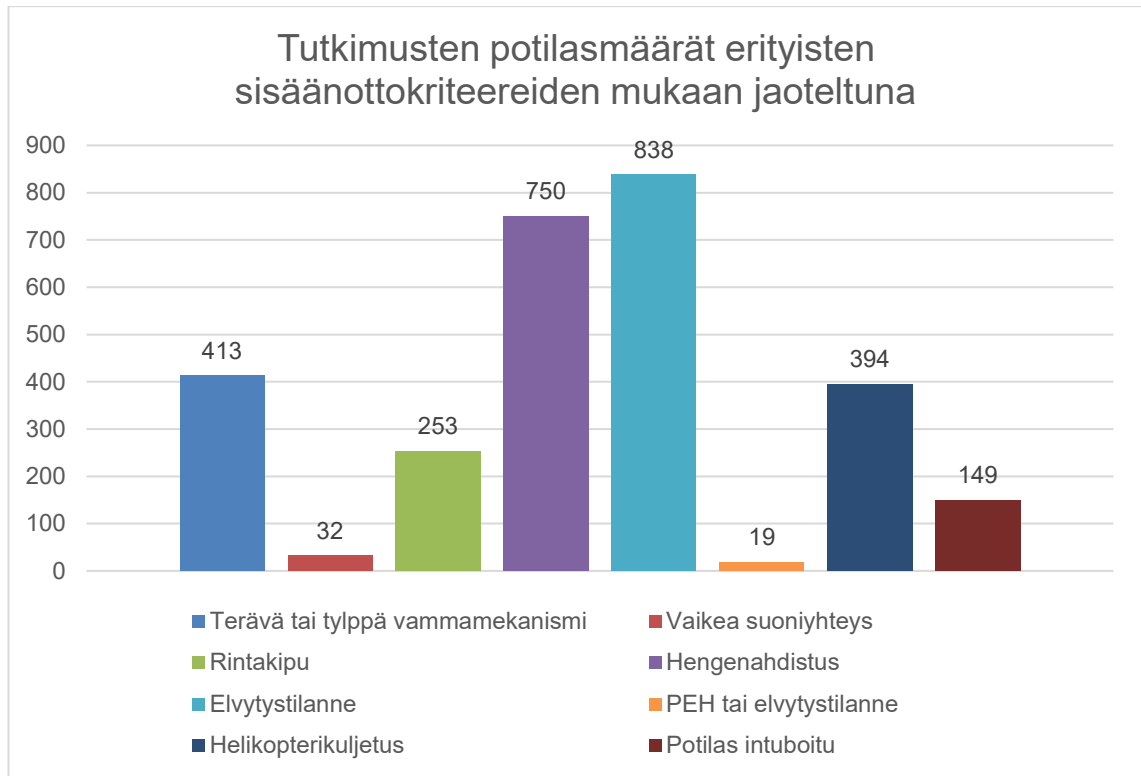
Taulukko 5. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien (n=13) osallistuja- ja otoskoot sekä erityiset sisäänottokriteerit

Tutkimus	Ensihoitajat (hlö)	Potilaat (hlö)	Erityiset sisäänottokriteerit
01: Brown ym. 2021	28	744	Ei-traumaattinen sydänpysähdys ja elvytystilanne
02: Burton ym. 2022	14	32	Vaikeaksi arvioitu suonihteyden avaaminen tai kaksi epäonnistunutta suonihteyden avaamisyritystä
03: Donovan ym. 2022	44	95	Johtava oire hengenahdistus
04: Jacobsen ym. 2022	6	253	Johtava oire rintakipu
05: Kreiser ym. 2022	40	49	Ei-traumaattinen sydänpysähdys ja elvytystilanne
06: Pietersen ym. 2021	100	590	Johtava oire hengenahdistus
07: Quick ym. 2016	26	149	Terävä tai tylppä vammamekanismi tai potilas intuboitu ensihoidossa, helikopterikuljetus
08: Reed ym. 2017	7	45	Ei-traumaattinen sydänpysähdys ja elvytystilanne
09: Roline ym. 2013	N/A*	71	Helikopterikuljetus

Tutkimus	Ensihoitajat (hlö)	Potilaat (hlö)	Erityiset sisäänottokriteerit
10: Rooney ym. 2016	4	19	Peruselintoiminnon häiriö, epäily siitä tai elvytystilanne
11: Schoeneck ym. 2021	22	65	Johtava oire hengenahdistus
12: Shaw ym. 2023	37	90	Terävä tai tylppä vammamekanismi
13: Yates – Baylous 2022	N/A*	174	Terävä tai tylppä vammamekanismi, helikopterikuljetus
YHTEENSÄ	328	2376	

* Kahdessa julkaisussa ei eritelty tutkimukseen osallistuneiden ensihoitajien lukumäärää. Huomioidulla tutkimusympäristö (HEMS-yksikkö) voidaan muiden vastaavien tutkimusten perusteella arvioida osallistujia olleen 15–30 ensihoitajaa per tutkimus.

Osalle potilaista tehtiin ultraäänitutkimuksia, jotka sisälsivät enemmän kuin yhden kysymyksenasettelun tai tutkimusasetelma sisälsi useampia vaihtoehtoisia sisäänottokriteereitä, kuten epäilty peruselintoiminnon häiriö tai elvytystilanne (Rooney ym. 2016), potilaalla terävä tai tylppä vammamekanismi tai potilas oli intuboitu ensihoidossa (Brown ym. 2021). Potilasaineisto sisälsi merkittäväällä enemmistöllä tilanteita, joissa potilaan johtava oire oli hengenahdistus (n=750) tai potilasta elvytettiin (n=838). Seuraavaksi eniten oli tutkittu potilaita, joilla oli terävä tai tylppä vammamekanismi (n=413) tai potilas oli kuljettu helikopterilla (n=394). (Kuvio 6.)

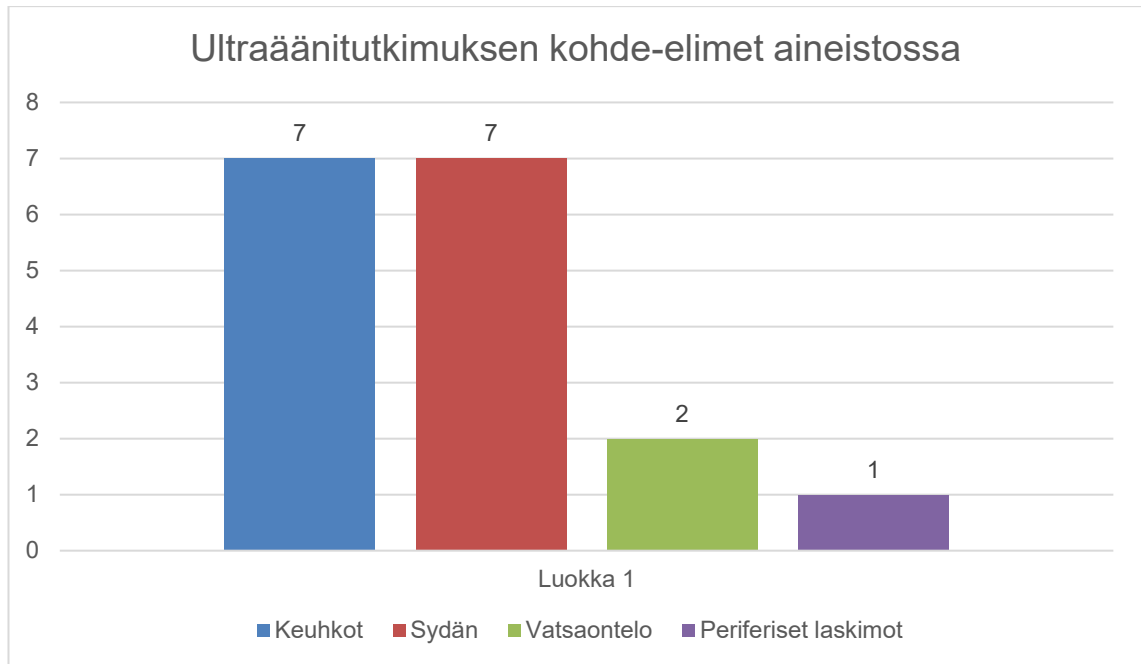


Kuvio 6. Tutkimusten potilasmäärät erityisten sisäänottokriteereiden mukaan jaoteltuna. PEH = Peruselintoiminnan häiriö tai epäily siitä.

Tutkimuksissa, joissa sisäänottokriteerit sisälsivät useita vaihtoehtoisia asetelmia, potilasaineistot on sisällytetty mukaan kaikkiin kategorioihin. Esimerkiksi tutkimuksen 10 (Rooney ym. 2016) potilasaineisto on sisällytetty kuviossa 6 sekä sarakkeeseen ”PEH tai elvytystilanne” että ”elvytystilanne”.

5.3 Kuvantamisprotokollat

Opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa ultraäänitutkimusten enemmistö kohdistui keuhkoihin tai pleuratilaan (n=7) ja sydämeen (n=7). Traumapotilaille toteutettu E-FAST-ultraäänitutkimusprotokolla (n=2) piti sisällään sekä keuhkojen että sydämen ultraäänitutkimuksen. Yhdessä tutkimuksessa (Burton ym. 2022) tarkasteltiin ultraääniavusteisen suoniyhteyden avaamisen hyödyllisyyttä ensihoidossa tietyllä potilasryhmällä. (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Potilaille suoritettujen ultraäänitutkimusten kohde-elimet kirjallisuuskatsaukseen valitussa aineistossa.

Valtaosassa tutkimuksista hyödynnettiin aiemmin lanseerattua ja yleisesti tunnistettua ultraäänitutkimusprotokollaa, kuten E-FAST (Shaw ym. 2023, Yates – Baylous 2022), PAUSE (Rooney ym. 2016) tai aiemmin lanseeratun tutkimusprotokollan, kuten BLUE (engl. Bedside Lung Ultrasound in Emergencies), ensihoitoympäristöön sovellettua versiota (Donovan ym. 2022, Pietersen ym. 2021, Quick ym. 2016). Kahdessa tutkimuksessa esiteltiin ultraäänitutkimuksessa käytetyt kuvantamisikkunat, mutta varsinaista kuvantamisprotokollaa ei nimetty (Roline ym. 2013, Schoeneck ym. 2021). Näiden tutkimusten kuvantamisikkunat sisälsivät rajoitetusti elementtejä BLUE-protokollasta. (Taulukko 6.)

Talukossa 6 käytetyt lyhenteet ovat: **E-FAST** = Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma, **USGPIVA** = Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Access, **TTE: RMWA** = Trans-Thoracic Echocardiography: Myocardial Regional Wall Motion Abnormality, **BLUE** = Bedside Lung Ultrasound in Emergencies, **PECA** = Prehospital Echocardiogram in Cardiac Arrest, **ELS** = Echo in Life Support, **PAUSE** = Prehospital Assessment with Ultrasound in Emergencies, **FoCUS** = Focused Cardiac Ultrasound,

Taulukko 6. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien kuvantamisprotokollat, kohde-elimet, koulutuksen kesto, tutkimuksessa käytetty laitteisto ja johtopäätökset

Tutkimus	Protokolla	Kohde-elin	Koulutus (h)	Käytetty laitteisto	Johtopäätös
01: Brown ym. 2021	FoCUS	Sydän	8	N/A	Ultraäänitutkimuksen löydöksiä hyödynnettiin asianmukaisesti elvytyksen jatkamiseen liittyvän päätöksenteon tukena.
02: Burton ym. 2022	USGPIVA	Periferiset laskimot	5	Butterfly iQ	Toimenpide onnistuu kohtalaisella varmuudella. Onnistumisen todennäköisyys kasvaa suoritteiden myötä.
03: Donovan ym. 2022	Sovellettu BLUE	Keuhkot	5	Butterfly iQ+	Tutkimus onnistuu ensihoidossa. Tulosten tulkinassa kohtalaista yhtenevyyttä asiantuntijan kanssa.
04: Jacobsen ym. 2022	TTE: RWMA	Sydän	16	Vivid IQ, M5Sc-RS	Ultraäänitallenteiden rekisteröinti onnistuu ensihoidossa. Suotuisia vaikutuksia hoitoratkaisuihin.
05: Kreiser ym. 2022	PECA	Sydän	4	Butterfly iQ	Toimenpide onnistuu luotettavasti elvytyksen yhteydessä. Vaikuttaa hoitopäätöksiin. Voidaan ottaa osaksi elvytysprotokollaa.
06: Pietersen ym. 2021	Sovellettu BLUE	Keuhkot	4	Philips Lumify	Toimenpide onnistuu riittäväällä laadulla patologisten löydösten havaitsemiseksi.
07: Quick ym. 2016	Sovellettu BLUE*	Keuhkot	N/A	Sonosite M-Turbo	Ultraäänitutkimuksen osuvuus oli 91 prosenttia. Ultraäänitutkimuksen mahdollisuuksia tulisi hyödyntää HEMS-toimintaympäristössä.
08: Reed ym. 2017	ELS	Sydän	6	GE Healthcare Venue 40	Toimenpide onnistuu hyvällä laadulla elvytystilanteessa, mutta voi pidentää painelutaukoa.
09: Roline ym. 2013	N/A	Keuhkot	1,25	Sonosite MicroMaxx	Rintakehän ultraäänitutkimus HEMS-ympäristössä on mahdollista toteuttaa. Ensihoitajien ja asiantuntijoiden tulkinta kuvista oli merkittävän yhtenevää.

Tutkimus	Protokolla	Kohde-elin	Koulutus (h)	Käytetty laitteisto	Johtopäätös
10: Rooney ym. 2016	PAUSE	Sydän	3	Mobisante Mobius SP1, GE Vscan	Toimenpide onnistuu riittävällä laadulla sydämen liikkeiden tunnistamiseksi.
11: Schoeneck ym. 2021	N/A	Keuhkot	4	GE Vscan with Dual Probe	Toimenpide voi hyödyttää sydämen vajaatoiminnan tunnistamisessa tai poissulkemisessa ensihoidossa.
12: Shaw ym. 2023	E-FAST	Keuhkot, sydän, vatsaontelo	8	Philips Lumify S4-1	Ei näyttöä potilaan ennusteen paranemisesta. Potilaan saama hyöty kuitenkin todennäköistä jatkohoitoresurssien oikean kohdentamisen myötä.
13: Yates - Baylous 2022	E-FAST	Keuhkot, sydän, vatsaontelo	15	Butterfly iQ	Ultraäänitutkimus (E-FAST) on pätevä, tarkka ja hyödyllinen tutkimus HEMS-toimintaympäristössä.

* = Protokollaa ei nimetty artikkelissa, mutta vastaa kuvailun perusteella olennaisilta osin BLUE-protokollaa.

Tutkimuksissa käytetyssä ultraäänitutkimuslaitteistossa oli jonkin verran vaihtelua, mutta tuoreimmissa, vuosina 2022-2023 tehdyissä tutkimuksissa Butterfly iQ-ultraäänilaitteisto (Butterfly Network Inc., Yhdysvallat) oli suosituin valinta (n=4) työvälineeksi. Yhdessä tutkimuksessa (Brown ym. 2021) ei ultraäänilaitteiston merkkiä ja mallia ollut raportoitu. (Taulukko 6.)

5.4 Tutkimuksiin osallistuneille ensihoitajille annettu koulutus

Kaikissa tutkimuksissa ensihoitajille oli ennen tutkimuksen aineiston keräämistä järjestetty koulutusta ultraäänitutkimuksen toteuttamiseksi. Yhtä tutkimusta lukuun ottamatta (Quick ym. 2016) koulutusten ajallinen kesto oli yksilöity. Koulutusten pituus vaihteli 1,25 tunnin pikakoulutuksesta kahden työpäivän mittaiseen kurssiin ja säännölliseen kertauskoulutukseen. Koulutukset olivat keskimäärin 6,6 tunnin mittaisia. (Taulukko 6.)

Valtaosassa tutkimuksia ensihoitajien koulutus sisälsi sekä didaktista luentotyypistä koulutusta että käytännön harjoittelua ultraäänitutkimuksen suorittamiseksi. Opettajana

toimivat pääsääntöisesti ultraäänitutkimukseen perehtyneet erikoislääkärit, kuten kardiologit ja akuuttilääkärit. Kahdessa tutkimuksessa ensihoitajien kouluttaminen oli ulkoistettu yksityiselle organisaatiolle, jonka kouluttajat olivat hekin kokeneita ultraäänitutkimuksen ammattilaisia (Burton ym. 2022, Donovan ym. 2022).

Lähes kaikissa tutkimuksissa osallistujat harjoittelivat ultraäänitutkimuksen toteuttamista terveillä vapaaehtoisilla koehenkilöillä. Osassa tutkimuksista osallistujat suorittivat ultraäänitutkimuksia vuorollaan toisilleen (Shaw ym. 2023, Burton ym. 2022, Donovan ym. 2022, Pietersen ym. 2021). Yhdessä tutkimuksessa osallistujia kannustettiin harjoittelemaan ultraäänitutkimuksen toteuttamista kollegoilleen jokaisen työvuoron alussa (Shaw ym. 2023). Käytännön harjoittelussa hyödynnettiin myös mallinukkeja (Burton ym. 2022, Donovan ym. 2022, Reed ym. 201, Yates – Baylous 2022) sekä eläviä sikoja, joiden avulla voitiin demonstroida patologisia tiloja, kuten ilmarintaa (Quick ym. 2016). Osaan tutkimusten koulutuskokonaisuuksista kuului ultraäänitutkimusten käytännön harjoittelu oikeilla potilailla sairaalan päivystyspoliklinikalla asiantuntijan opastuksella ja valvonnassa (Yates – Baylous 2022, Schoeneck ym. 2021).

Kaikkiin koulutuksiin sisältyi kouluttajan antama arvio osallistujien toteuttamista ultraäänitutkimuksista. Kahdessa tutkimuksessa kouluttaja oli alkuun paikalla myös potilastilanteissa, mutta näyttökokeen ja riittävän toistomäärän jälkeen ensihoitajat suorittivat potilaille tutkimuksia itsenäisesti (Jacobsen ym. 2022, Reed ym. 2017). Yhdessä tutkimuksessa osallistujien osaamista ylläpidettiin ja valvottiin vähintään viidellä kuukausittaisella ultraäänitutkimussuorituksella seniorin valvonnassa (Yates – Baylous 2022). Muutaman tutkimuksen koulutusvaiheeseen sisältyi kirjallinen koe (Shaw ym. 2023, Schoeneck ym. 2021) ja käytännön näyttökoe (Kreiser ym. 2022, Reed ym. 2017, Yates – Baylous 2022, Roline ym. 2013, Schoeneck ym. 2021), jotka tuli suorittaa hyväksytysti ennen tutkimukseen osallistumista.

5.5 Tutkimusympäristö

Tämän kirjallisuuskatsauksen otsikko ja tutkimuskysymykset liittyvät ensihoidon toimintaympäristöön, joten myös kerätyn aineiston tutkimusympäristön tuli olla riittävän samankaltainen. Tämä rajausta huomioitiin sekä PCC-kriteeristöä että tietokantahakua ja mukaanottokriteereitä laadittaessa.

Kaikki kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit tarkastelivat osallistujien toimintaa sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Kaikkien tutkimusten ensihoito-organisaatiot suorittivat hätäkeskusten välittämiä tehtäviä. Suurimmassa osassa tutkimuksista ensihoitajat kohtasivat potilaan ambulanssilla (n=6), tehostetun hoidon maayksiköllä (3RU, APP tai ICP) (n=4) tai helikopterilla (n=3). Aineiston ensihoitoyksiköt operoivat heterogeenisesti sekä metropolityyppisillä kaupunkialueilla että harvaan asutulla maaseudulla. Suurin osa ensihoidon palveluntuottajista oli julkisrahoitteisia, kuten valtiollisia tai kunnallisia organisaatioita (n=9). Yhden tutkimuksen (Schoeneck ym. 2021) aineisto sisälsi sekä yksityisen palveluntuottajan että kunnallisen pelastuslaitoksen ensihoidon yksiköitä. Yhdysvaltalaiset HEMS-yksiköt (Yates – Baylous 2022, Quick ym. 2016, Roline ym. 2013) olivat yliopistosairaaloiden tai isojen terveydenhuollon yritysten rahoittamia ja tulkittiin selkeyden vuoksi yksityisiksi organisaatioiksi.

5.6 Tutkimusten johtopäätökset

Shaw ym. (2023) tutkivat traumapotilaille tehtyjä E-FAST-tutkimuksia. Ensihoitajat tulkit-sivat ultraäänilöydöksiä 97,35 % tarkkuudella. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää poti-laiden saamaa hyötyä ensihoidossa tehdystä ultraäänitutkimuksesta, mutta sitä ei ai-neiston rajoitteiden takia (ei positiivisia E-FAST-löydöksiä) pystytty selvittämään. Suuren uskottavuusosamäärän takia (potilasaineiston positiivinen LR 12,06) ultraäänitutkimusta pidettiin hyödyllisenä hoitoressurssien oikean kohdentamisen tukena. Tutkijoiden mukaan on tärkeä todeta, että ultraäänitutkimusta ei tule käyttää patologioiden poissulkemiseen, mutta se on äärimmäisen hyödyllinen herättämään huolta positiivisten löydösten yhtey-dessä.

Myös Yatesin ja Baylousin (2022) tutkimuksessa ensihoitajat toteuttivat E-FAST-tutki-muksia traumapotilaille. Ultraäänitutkimus toteutettiin 58 prosentille (n=101) HEMS-yksi-kön kohtaamista potilaista 12 kuukauden seurantajaksolla. 10 % potilaista tutkimuslöy-dös oli ensihoitajien tulkinnan mukaan positiivinen. Näkemys korreloi 100-prosenttisesti sairaalassa tehtyjen ultraäänitutkimusten kanssa. Sairaalan traumaryhmä havaitsi lisäksi yhteensä kolme muuta löydöstä (ilmarinta, veri-ilmarinta, vapaa neste vatsaontelossa), jotka ensihoitajat olivat tulkinneet negatiivisiksi. Ensihoitajat eivät tehneet yhtään väärää positiivista tulkintaa ultraäänikuvien perusteella. Tutkijat nostivat esiin huomion sairaalan ultraäänilaitteiston paremmasta tarkkuudesta kentällä käytettyyn laitteistoon verrattuna.

Kreiserin ym. (2022) tutkimuksessa ensihoitajat koulutettiin tekemään sydämen ultraäänitutkimus hoitoelvytyksen yhteydessä. Ensihoitajien tekemän ultraäänitutkimuksen laatu oli riittävä 85,7 % tapauksista ja tulkinta sydämen pumppaustoiminnasta oikea 87,7 % tapauksista. Ultraäänitutkimuksen tulos vaikutti potilaan ensihoitoon tai kuljetuspäätökseen 28,6 % tapauksista. Paineluelvytystauko pysyi alle kymmenessä sekunnissa 94,7 % tapauksista. Ultraäänitutkimuksen katsottiin olevan tehokkaasti integroitavissa osaksi ensihoitajien toimintaprotokollaa sairaalan ulkopuolisen elvytyksen yhteydessä.

Myös Reedin ym. (2017) tutkimuksessa tarkasteltiin ensihoitajien toteuttaman sydämen kohdennetun ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta elvytyksen yhteydessä. Tutkimuksessa selvitettiin myös elvytyksen aikaisen ultraäänitutkimuksen mahdollista haittaa standardoidulle hoitoelvytysprosessille. Tavoiteltu näkymä saavutettiin 80 % tapauksista ensimmäisellä yrityskerralla ja 100 % uusintayrityksistä. Tutkimus toteutettiin kymmenen sekunnin tavoiteajassa 44 % tutkimuskerroista, painelutauon mediaaniajan ollessa 17 sekuntia. Ultraäänitutkimusta hyödynnettiin ensisijaisesti hoitoelvytyksen jatkamiseen liittyvässä päätöksenteossa. Ensihoitajien todettiin kykenevän saavuttamaan hyvän ultraääninäköymän sydämeen elvytyksen yhteydessä, mutta tutkimus saattaa aiheuttaa pidempiä painelutaukoja.

Rooneyn ym. (2016) tutkimuksessa ensihoitajat toteuttivat sydämen kohdennetun ultraäänitutkimuksen PAUSE-protokollan mukaisesti potilaille, joilla epäiltiin peruselintoiminnon häiriötä sekä elvytystilanteissa. Ensihoitajat tunnistivat sydämen mekaanisen toiminnan oikein 100 % tapauksista, joissa rekisteröity kuva oli tulkitsemiskelpoinen (17/19). Tutkimukseen osallistui lopulta vain neljä ensihoitajaa, jotka kohtasivat rajallisesti potilaita (n=19).

Brown ym. (2021) tutkivat ensihoitajien tekemää sydämen kohdennettua FoCUS-protokollan mukaista elvytyksen aikaista ultraäänitutkimusta sekä ultraäänitutkimuksen vaikutusta elvytystoimien lopettamiseen liittyvään päätöksentekoon. Ultraäänitutkimusta hyödynnettiin erityisesti potilailla, joilla monitorirytmä tulkittiin PEA:ksi ja joiden elvytystoimien päättämistä harkittiin. Laajassa potilasaineistossa (n=744) havaittiin yhteys ultraäänitutkimuksella todennetun sydämen spontaanin liikkeen ja elvytyksen jatkamisen välillä (213/264, 80 %) sekä sydämen spontaanin liikkeen puuttumisen ja elvytyksen päättämisen (333/391, 85 %) välillä.

Quickin ym. (2016) tutkimuksessa tarkasteltiin rintakehän kohdennetun ultraäänitutkimuksen hyödyntämistä ilmarinnan tunnistamiseksi. Ensihoitajat toteuttivat ultraäänitutkimuksen ilmakuljetuksen aikana traumapotilaille sekä potilaille, jotka oli intuboitu ensihoidossa. Lennon aikaisen ultraäänitutkimuksen herkkyys oli 68 %, tarkkuus 96 % ja osuvuus 91 %. Sairaalassa tehtyjen tutkimusten vastaavat lukemat olivat 84 %, 98 % ja 95 %. Tässä tutkimuksessa rintakehää tutkittiin vain keskisolisinjassa molemminpuolisesti 2.–6. kylkiluuväleistä. Ultraäänitutkimuksella osoitettiin olevan mahdollista tunnistaa ilmarinta lennon aikana lähes yhtä tarkasti kuin vastaavalla tutkimuksella sairaalassa.

Rolinen ym. (2013) tutkimusasetelmassa päädyttiin pitkälti vastaavaan tulokseen Quickin ym. (2016) tutkimuksen kanssa. Ensihoitajat tutkivat pleuralehtien liikettä ultraäänitutkimuksen avulla toisesta kylkiluuväleistä ilmakuljetuksen aikana. Ensihoitajien ja asiantuntijoiden näkemysten yhtenevyys kuvien sisällöstä oli merkittävä (Kappa 0.67, CI 0.44-0.90). 54 % taltioiduista ultraäänikuvista arvioitiin laadultaan hyviksi. Ultraäänitutkimus tehtiin 58 prosentille sisäänottokriteerit täyttävistä potilaista. Yleisin syy tutkimuksen tekemättä jättämiseen olivat ajan puute (57 %) sekä liian ahdas kuljetustila (18 %). Tutkimuksen tulosten perusteella rintakehän alueen ultraäänitutkimus on ensihoidossa toteutuskelpoinen.

Pietersenin ym. (2021) tutkimus tarkasteli rintakehän alueen ultraäänitutkimuksen toteutettavuutta ja laatua ensihoidossa potilailla, jotka kärsivät hengenahdistuksesta. Kuvien tekninen laatu oli muutamaa pientä poikkeusta lukuun ottamatta yleisesti hyvä. Tutkimuksessa huomattiin myös, että ensihoitajat osasivat tunnistaa tilanteet, joissa kuvan tekninen laatu oli hyvä tai huono. Ensihoitajien kliiniset tulokset sisällöstä korreloivat asiantuntijanäkemyksen kanssa erityisesti ilmarinnan (97,3 %), keuhkopussin nesteeseen (96,3 %), intrestitiaalisen syndrooman (89,9 %) ja normaalin löydöksen (87,7 %) osalta. Tutkimuslöydökset vaikuttivat potilaan ensihoitoon tai työdiagnoosiin 11,7 % tapauksista. Ensihoitajien tekemä kohdennettu rintakehän alueen ultraäänitutkimus todettiin toteutettavissa olevaksi menetelmäksi.

Donovan ym. (2022) tutkivat ensihoitajien toteuttaman ultraäänitutkimuksen käyttökelpoisuutta hengenahdistuksesta kärsivien potilaiden ensihoidossa ja ultraäänitutkimuksen vaikutusta kliiniseen kokonaiskuvaan tai päätöksentekoon. Minimaalisella ultraäänitutkimukseen liittyvällä koulutuksella (kaksi tuntia 15 minuuttia) yli puolet ensihoitajien tekemistä ultraäänitutkimuksista tulkittiin laadultaan hyviksi tai erinomaisiksi. Asiantunti-

jaraati oli 64 prosentissa tapauksista samaa mieltä ensihoitajien kanssa kuvien kliinisestä tulkinnasta. Ultraäänitutkimus vaikutti potilaan ensihoitoon tai kliiniseen kuvaan 42 % tapauksista. Laitteiston teknisessä toiminnassa ja käytämisessä ei havaittu ongelmia.

Schoeneck ym. (2021) tutkivat rintakehän ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta ja diagnostista suorituskykyä ensihoidon kohtaamille potilaille, jotka valittivat hengenahdistusta. Tutkimuksessa ensihoitajat pyrkivät ultraäänitutkimuksella tunnistamaan B-linjoja erityisesti sydämen vajaatoiminnan yhteydessä. Molemmipuolisten B-linjojen esiintymisen herkkyys oli 80,0 % ja tarkkuus 72,0 % sydämen vajaatoiminnan yhteydessä. Minkä tahansa B-linjan näkyessä vastaavat lukemat olivat 93,3 % ja 50 %. Asiantuntijat arvioivat 63 % ensihoitajien tallentamista ultraäänikuvista tulkitsemisen kannalta kelvollisiksi. Ensihoitajien ja asiantuntijoiden kliiniset tulkinnat kuvista olivat varsin yhteneviä (Kappa 0.60, 95% CI 0.36-0.84).

Burton ym. (2022) tutkivat ultraääniavusteisen suoni yhteyden avaamisen hyödyllisyyttä potilailla, joiden suoni yhteyden avaamisen ennustettiin olevan haastavaa tai aiemmat yritykset olivat epäonnistuneet. Tutkimuksen perusteella suoni yhteyden avaaminen onnistui ultraääniavusteisesti hieman yli puolella kriteerit täyttäneistä potilaista. Ensihoitajat kykenivät suorittamaan toimenpiteen kohtalaisella pätevyydellä.

Jacobsen ym. (2022) tutkivat EKG:n, troponiinimäärityksen ja sydämen ultraäänitutkimuksen kombinaation hyödyllisyyttä ensihoidossa potilailla, jotka valittivat rintakipua. Ensihoitajien suorittamien laadultaan kelvollisten ja tulkintakelpoisten ultraäänirekisteröintien määrä oli korkea. Varsinaisen tulkinnan suoritti etäyhteyden avulla erikoislääkäri. Tutkimuksen yllättävä ja odottamaton havainto oli suuri määrä potilaita, jotka voitiin ensihoidossa tehtyjen tutkimusten kombinaation perusteella jättää ottamatta sisään sairaalaan. Yksikään näistä potilaista ei kuollut eikä hakeutunut saman oireiston takia sairaalaan 90 päivän seurannan aikana. Turhien sairaalakäyntien välttämistä pidettiin uusien diagnostisten työvälineiden avulla mahdollisena.

6 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta akuutisti sairastuneen tai vammautuneen potilaan ensihoitoon. Kirjallisuuskatsauksessa analysoitiin 13 artikkelia sellaisten käyttökohteiden kuvaamiseksi, jotka voisivat soveltua myös Suo-

messa ensihoidon yksiköiden, esimerkiksi ensihoidon kenttäjohtoyksiköiden, henkilökunnan toteutettavaksi. Lisäksi kuvattiin menetelmiä, joilla ensihoidon ammattilaisia on koulutettu suorittamaan ultraäänitutkimuksia.

Ultraäänilaitteisto kuuluu Suomessakin ensihoidon lääkäriyksiköiden työkaluvalikoimaan (Holmström 2021), ja laajempaa käyttöä muissa ensihoidon yksiköissä, kuten kenttäjohto- ja vaativien tilanteiden yksiköissä, ollaan vasta aloittelemassa (Meadley ym. 2017, Lampinen – Ulmanen 2019). Sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoympäristöön soveltuvien ultraäänilaitteiden hinta ja koko on etenkin viime vuosina selvästi pienentynyt, mutta tutkitun tiedon niukkuus potilaan saamasta hyödyistä on todennäköisin syy ultraäänitutkimuksen verkkaisessa implementaatioissa ensihoidon ympäristöön (Shaw ym. 2023).

6.1 Tulosten tarkastelu

Kaikissa tutkimuksissa tehtiin havaintoja ultraäänitutkimuksen soveltuvuudesta ensihoitoon. Soveltuvuutta tarkasteltiin joko ensihoitajien tekemän ultraäänitutkimuksen onnistumista toimenpiteenä, ensihoitajien tekemän tulkinnan tarkkuutta, tulosten hyödynnettävyyttä potilaan hoidossa tai kaikkia edellä mainittuja. Kaikissa tutkimuksissa todettiin ultraäänitutkimuksen olevan toimenpide, jonka ensihoitaja voi riittävällä varmuudella toteuttaa, ajallisesti jopa hyvinkin niukan perehdytyksen turvin (Rooney ym. 2016, Roline ym. 2013).

Suurimmassa osassa tutkimuksista todettiin tarve laajemmalle aineistolle ja tutkimukselle, mutta kolmen tutkimuksen johtopäätös oli yksiselitteinen: ultraäänitutkimus on pätevä, tarkka ja hyödyllinen traumapotilaiden ensihoidossa (Yates – Baylous 2022), ultraäänitutkimusta tulisi käyttää kaikkien HEMS-ensihoitajien diagnostisena apuvälineenä (Quick ym. 2016) ja ensihoitajien tekemä ultraäänitutkimus voidaan tehokkaasti integroida osaksi ei-traumaattisen sydänpysähdyksen ensihoitoa (Kreiser ym. 2022).

6.1.1 Ultraäänitutkimuksen soveltuvuus ensihoitoon

Aineistosta nousi selvästi esiin kaksi hyödyllistä käyttökohdetta ensihoitajien toteuttamalle ultraäänitutkimukselle: traumapotilaiden E-FAST-tutkimus ja erityisesti ilmarinnan tunnistaminen sekä sydämen liikkeiden tunnistaminen päätöksenteon apuna elvytystilanteessa. Näihin kategorioihin kuuluvien potilaiden osuus muodosti myös kokonaisai-

neistosta merkittävän osan, lisäten johtopäätösten luotettavuutta. Molemmissa potilastilanteissa ultraäänitutkimuksen kysymyksenasettelu on selkeä ja dikotominen: näkykö pleuralehtien liike (kyllä / ei), näkykö pleuratilassa tai peritoneaalitilassa vapaata nestettä (kyllä / ei), näkykö perikardiumissa nestettä (kyllä / ei), näkykö sydämen mekaanista pumppaustoimintaa kyllä / ei). Tutkimusten tuloksissa havaittiin kattavasti yhteneväisyyttä ensihoitajien ja ultraäänitutkimuksen asiantuntijoiden diagnostisten tulkintojen osalta.

Strukturoidun E-FAST-protokollan mukaisia potilaille suoritettuja (n=413) ultraäänitutkimuksia tutkittiin kahdessa tutkimuksessa (Shaw ym. 2023, Yates – Baylous 2022). Molemmissa tutkimuksissa havaittiin ensihoitajien kykenevän tulkitsemaan ultraäänilöydöksiä oikein. Laajemman potilasaineiston tutkimuksessa ensihoitajien tekemät positiiviset ultraäänilöydökset (ilmarinta, vapaa neste vatsaontelossa) olivat sataprosenttisesti yhteneviä sairaalan asiantuntijaryhmän tekemien löydösten kanssa (Yates – Baylous 2022). Rajoitetummin pelkän ilmarinnan tunnistamista ultraäänitutkimuksen avulla tutkittiin kahdessa tutkimuksessa (Quick ym. 2016, Roline ym. 2013). Molemmissa tutkimuksissa todettiin ensihoitajien tulkintojen olevan merkittävän yhteneviä sairaalan asiantuntija-arvioitsijoiden tulkintojen kanssa. Yhdessä tutkimuksessa (Quick ym. 2016) ensihoitajien tekemän rintakehän alueen ultraäänitutkimuksen osuvuus oli 91 prosenttia sairaalassa tehtyihin CT-kuvantamistuloksiin verrattuna.

Ultraäänitutkimusta pidettiin todennäköisesti tai varmasti hyödyllisenä elvytystilanteissa ja elvytyksen jatkamiseen liittyvän päätöksenteon apuvälineenä (Kreiser ym. 2022, Reed ym. 2017, Rooney ym. 2016, Brown ym. 2021). Yhdessä tutkimuksessa ensihoitajat tunnistivat kaikkien potilaiden sydämen mekaanisen toiminnan oikein (Rooney ym. 2016). Ensihoitajien tekemä rintakehän alueen ultraäänitutkimus vaikutti hoitopäätöksiin tai kliiniseen kokonaiskuvaan 42 prosentilla (Donovan ym. 2022) ja 11,7 prosentilla potilaista (Pietersen ym. 2021). Ensihoitajien tekemät tulkinnat rintakehän alueen ultraäänitutkimuslöydöksistä korreloivat asiantuntijoiden näkemysten kanssa 64–97,3 prosentilla potilaista (Donovan ym. 2022, Pietersen ym. 2021).

Ensihoitajien tulkinta rintakehän alueen ultraäänitutkimuksesta sydämen vajaatoiminnan osalta oli yhtenevä asiantuntija-arvioitsijoiden näkemysten kanssa (Schoeneck ym. 2021). Ultraäänitutkimuksen tulkittiin voivan auttaa sydämen vajaatoiminnan tunnistamisessa tai poissulkemisessa potilaan hengitysvaikeuden aiheuttajaa selvittäessä. Suo-

nyhteyden avaaminen ultraääniohjatusti onnistui kohtalaisella varmuudella potilailla, joiden suonyhteyden avaamisen ennustettiin pisteytyksen tai aiempien epäonnistuneiden yritysten perusteella olevan vaikeaa (Burton ym. 2022).

6.1.2 Ultraäänitutkimus päätöksenteon apuvälineenä

Opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa ultraäänitutkimuksen tuloksia käytettiin potilaan hoitoon liittyvien päätösten tukena erityisesti elvytystilanteissa (Kreiser ym. 2022, Reed ym. 2017, Brown ym. 2021). Yhdessä tutkimuksessa ultraäänitutkimus vaikutti päätöksentekoon lähes 30 prosentilla elvytettävistä potilaista (Kreiser ym. 2022). Ultraäänitutkimuksen dikotominen kysymyksenasettelu ”onko havaittavissa sydänlihaksen supistumistoimintaa? (kyllä / ei)” helpotti erottamaan EKG-monitorilla näkyvän pulssittoman sähköisen aktivaation (PEA) tilanteista, joissa sydän supisteli ja kierrätti verta. Manuaalinen kaulavaltimon pulssin tunnustelu on aiemmissa tutkimuksissa havaittu epäluotettavaksi tavaksi analysoida sydämen pumppaustoimintaa ja saattaa myös viivästyttää paineluelvytyksen jatkumista (Kreiser ym. 2022). Sydämen mekaanisen supistustoiminnan puuttuminen ultraäänikuvissa johti yleensä elvytystoimien lopettamiseen tuloksettomina, kun taas sydämen mekaanisen supistumisen esiintyminen tulkittiin yleensä spontaanin verenkierron palautumiseksi (ROSC) ja johti päätökseen kuljettaa potilas sairaalaan. Ensihoitajat osasivat tulkita ultraäänikuvia elvytystoimien yhteydessä riittävällä luotettavuudella.

Ensihoitajat hyödynsivät ultraäänitutkimusta kliinisen kokonaiskuvan muodostamisessa ja päätöksenteon tukena myös potilailla, joiden johtava oire oli hengenahdistus (Donovan ym. 2022, Pietersen ym. 2021). 590 potilaan aineiston sisältäneessä tutkimuksessa ultraäänitutkimus vaikutti potilaan ensihoitoon tai kuljetuspäätökseen 11,7 % potilaista (n=48) (Pietersen ym. 2021). Työdiagnooseja olivat interstitiaalinen syndrooma, mahdollinen ilmarinta ja vapaa neste pleuratilassa. Toisessa tutkimuksessa vastaava lukema oli 42 % (n=40), mutta tarkempia työdiagnooseja tai ensihoidollisia interventioita ei yksilöity (Donovan ym. 2022).

Ultraäänitutkimusta hyödynnettiin hyvällä menestyksellä myös muun diagnostiikan tukena asetelmassa, jossa potilailta tutkittiin ensihoidossa EKG, troponiiniarvo sekä sydämen seinämien liikettä ultraäänitutkimuksen avulla (Jacobsen ym. 2022). Muista tutkimuksista poiketen päivystävä kardiologi analysoi ultraäänikuvat etäyhteyden avulla. Ensihoitajat siis ainoastaan rekisteröivät kuvat ja lähettivät eteenpäin. Tulosten perusteella

noin viidesosa potilaista voitiin turvallisesti jättää ottamatta sairaalahoitoon. Modernin kuvantamisteknologian hyödyntämistä ensihoitajien ja kardiologien yhteistyön apuna pidettiin toteuttamiskelpoisena keinona välttää turhia sairaalakäyntejä.

6.1.3 Ensihoitajille annettu koulutus

Kaikille osallistuneille ensihoitajille oli ennen tutkimuksien alkua järjestetty ultraäänitutkimuksen toteuttamiseen liittyvää koulutusta. Annettu koulutus oli sekä ajallisesti että sisällöltään varsin rajallista, mutta tulosten perusteella oikein kohdennettua. Osaan koulutuksista sisältyi kirjallinen koe, käytännön näyttökoe tai valvottuja suoritteita oikeilla potilailla. Yksinkertaisimpien tutkimusikkunoiden toteuttaminen ja tutkimuskysymyksiin vastaaminen, esimerkiksi ”onko sydämessä mekaanista pumppaustoimintaa”, onnistui luotettavasti vain muutaman tunnin koulutuksella ja riittäväällä käytännön harjoittelulla vapaaehtoisten koehenkilöiden kanssa (Kreiser ym. 2022).

Hieman monimutkaisempien tutkimusasetelmien osalta, kuten rintakehän alueen ultraäänitutkimus hengitysvaikeuspotilaalla, muutaman tunnin mittainen koulutus todettiin riittämättömäksi ja osaltaan selittäväksi tekijäksi tulkintakelvottomien kuvien suurehkoon osuuteen aineistosta. Annetun koulutuksen ja ennakkovaatimusten (yksi onnistunut tutkimus asiantuntijan valvonnassa) tiedostettiin alittavan tutkimusmaan kansalliset vaatimukset ultraäänitutkimusten toteuttamiseksi (suoritettu virallinen kurssi ja 40 hyväksyttyä ultraäänitutkimusta oikeilla potilailla). (Donovan ym. 2022.)

Tutkimuksissa, joissa koulutukseen kuului osaamisen varmistaminen edeltävästi käytännön näyttökokeella tai oikeiden potilaiden tutkiminen asiantuntijan valvonnassa, vaikutti korreloivan positiivisesti ensihoitajien tekemän ultraäänitutkimuksen toteutettavuuteen ja luotettavuuteen (Kreiser ym. 2022, Reed ym. 2017, Yates – Baylous 2022, Schoeneck ym. 2021).

Tutkimuksissa, joissa asiantuntija oli alkuun mukana myös potilastilanteissa, ensihoitajat kykenivät rekisteröimään laadultaan hyviä tai erinomaisia kuvia suurimmassa osassa tapauksista myös perehdytysvaiheen jälkeen (Jacobsen ym. 2022, Reed ym. 2017).

Osassa ensihoitojärjestelmiä ultraäänitutkimus oli jo implementoitu osaksi ensihoitajien työkaluvalikoimaa (Yates – Baylous 2022, Brown ym. 2021), joka vaikutti korreloivan positiivisesti myös tutkimusten tuloksiin. Ensihoitajien taitoja pidettiin yllä säännöllisten

kuukausittaisten koulutuspäivien avulla. Näissä järjestelmissä ensihoitajien tekemiä ultraäänitutkimusta pidettiin hyödyllisenä osana ensihoidon tutkimusvalikoimaa. Lisäksi tutkimuksissa, joissa ensihoitajat olivat saaneet ultraäänitutkimuksen toteuttamiseen pisimmän koulutuksen, todettiin suorasanaisesti ja painokkaasti ultraäänitutkimuksella olevan vaikutuksia potilaiden hoitopäätöksiin ja sitä pidettiin pätevänä ja tarkkana työvälineenä ensihoidossa (Jacobsen ym. 2022, Yates – Baylous 2022).

6.1.4 Kritiikki ja epävarmuustekijät

Ultraäänitutkimusta pidettiin laajasti toimenpiteenä, jonka ensihoitajat voivat itsenäisesti toteuttaa. Epävarmuustekijöinä esiin nostettiin osin hyvin minimaalisen koulutuksen lisäksi puutteellinen näyttö hyödyllisyydestä potilaan ennusteen paranemisen kannalta (Shaw ym. 2023) sekä ultraäänitutkimuksen mahdollisesti aiheuttama häiriö tai viivästys potilaan muulle ensihoidolle. Ultraäänitutkimuksen potilaalle tuottaman todellisen hyödyn arviointia pidettiin haastavana, sillä lukuisat muutkin seikat vaikuttavat lopputulokseen niin ensihoidossa kuin sairaalassa (Pietersen ym. 2021).

Reedin ja kollegoiden (2017) tutkimuksessa havaittiin ultraäänitutkimuksen voivan pidentää painelutaukoa potilaan elvytyksen aikana. Ultraäänitutkimuksen todettiin myös saattavan viedä huomiota muilta olennaisilta asioilta, kuten sydämen rytmimonitorin seuraamiselta ja manuaaliselta kaulavaltimon pulssin tunnustelulta. (Reed ym. 2017.) Toisaalta toisessa vastaavan asetelman tutkimuksessa painelutauko pysyi alle määritellyn kymmenen sekunnin rajan 94,7 % tapauksista (Kreiser ym. 2022).

Helikopteriympäristöön sijoittuneessa tutkimuksessa yleisin syy jättää ultraäänitutkimus toteuttamatta oli ajanpuute. Ultraäänitutkimuksen koettiin viivästyttävän potilaan hoitoa. Kyseessä oli pilottitutkimus, jonka tulokset eivät vaikuttaneet potilaan hoitoon. Tällä on saattanut olla vaikutusta myös ensihoitajien aineiston keräämiseen liittyvään motivaatioon. (Roline ym. 2013.) Toisessa tutkimuksessa vain 22 ensihoitajaa 63:sta suoritti lopulta ultraäänitutkimuksia potilaille (Schoenevick ym. 2021).

Tutkimuksissa nostettiin laajasti esille riittävien toistojen vaikutusta toimenpiteen onnistumiseen ja laatuun (Quick ym. 2016, Donovan ym. 2022, Schoeneck ym. 2021). Ultraäänivusteista suonyhteyden avaamista käsitelleessä tutkimuksessa yksi ensihoitaja keräsi suoritteita merkittävästi muita enemmän ja saavutti 80 % onnistumisasteen, kaikkien ensihoitajien yhteisen onnistumisasteen jäädessä 50 prosenttiin (Burton ym. 2022).

Ultraäänitutkimuksen suorittajan niin sanottujen käden taitojen tulkittiin vaikuttavan myös tutkimuksen diagnostiseen herkkyyteen (Pietersen ym. 2021, Yates – Baylous 2022). Lisäksi tutkimuksen suorittajan motivaatiolla koettiin olevan vaikutusta tutkimuksen onnistumiseen. Motivoituneet ensihoitajat voivat ultraäänitutkimuksen avulla kerätä hyödyllistä informaatiota, joka voi potentiaalisesti vaikuttaa potilaan ennusteeseen. Jatkotutkimusta, jolla voidaan selvittää tapoja kannustaa ensihoitajia suorittamaan ultraäänitutkimuksia, pidettiin tarpeellisena. (Schoeneck ym. 2021.)

Tärkeänä koettiin myös ensihoitajien riittävä tietopohja ultraäänilöydösten suhteuttamiseksi kokonaistilanteeseen. Kaikki päätökset ja potilaan hoitotoimet ensihoidossa ovat jatkuvaa tasapainoilua nopean kuljettamisen ja tarkoituksenmukaisten toimenpiteiden välillä (Pietersen ym. 2021).

Sekä ensihoidon vastuulääkäreiden että traumatologien kuvailtiin yleisellä tasolla kantavan edelleen huolta siitä, että ensihoidossa toteutettava ultraäänitutkimus pidentäisi kohteessa käytettävää aikaa tai johtaisi turhaan yliresursointiin sairaalassa väärin positiivisten löydösten takia. Tutkimuksessa kuitenkin havaittiin ensihoitajien riittävän pätevyyden konkreettisen todentamisen hälventäneen edellä mainittuja huolia ensihoito-organisaation johdossa. (Shaw ym. 2023.)

6.2 Opinnäytetyön luotettavuus

Scoping-katsausten yleinen tarkoitus on tunnistaa ja kartoittaa tutkimuksen aiheesta saatavilla olevaa näyttöä, selkeyttää keskeisiä konsepteja ja määritelmiä sekä tunnistaa aiheeseen liittyviä keskeisiä piirteitä ja vaikuttavia tekijöitä. Toisin kuin systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa, scoping-katsauksissa ei pyritä tuottamaan kriittisesti arvioitua ja syntetisoitua vastausta yksittäiseen kysymykseen, vaan luomaan yleiskuva saatavilla olevasta näytöstä. Scoping-katsausten aineistolle ei yleensä tehdä muodollista näytön laadun arviointia esimerkiksi valmiita työkaluja hyödyntämällä. (Munn ym. 2018, Peters ym. 2015b, Polit – Beck 2017:908.)

Opinnäytetyön aineiston luotettavuutta lisäsi JBI:n scoping-katsauksia käsittelevän metodioppaan suositusten mukaisen systemaattisen haku- tarkasteluprotokollan laatiminen ja sen huolellinen noudattaminen läpi opinnäytetyöprosessin. Opinnäytetyön johdonmukaisuus varmistettiin raportoimalla suunnitelma, prosessi, metodit ja lopputulokset mah-

dollisimman yksiselitteisesti ja tarkasti. (Peters ym. 2015b.) Aineiston laatua ja luotettavuutta tarkasteltiin valintaprosessin aikana pohtimalla kokotekstin perusteella artikkelien näytön astetta. Erityisesti tarkasteltiin tutkimusmenetelmien uskottavuutta, tulosten täsmällisyyttä ja kliinistä merkittävyyttä, mahdollisia haittavaikutuksia potilaille sekä tulosten merkitystä suhteessa opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. (Polit – Beck 2017:68.) Osa kokotekstin perusteella tarkastelluista artikkeleista hylättiin tutkimusten näytön laatuun ja luotettavuuteen liittyvien puutteiden takia (kuvio 3).

Aineiston keräämisen, laadun arvioinnin ja käsittelyn tulisi olla läpinäkyvää kaikissa kirjallisuuskatsauksissa. Läpinäkyvyyden edellytyksenä on myös katsauksen heikkouksien ja vahvuuksien arvioiminen. (Pölkki ym. 2013.) Opinnäytetyössä käytetty tutkimusmenetelmä sekä aineiston keräämiseen ja analysointiin liittyvät vaiheet ja ratkaisut on pyritty kuvailemaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja selkeästi luvussa 4. Tämän scoping-katsauksen vahvuutena voidaan pitää aineiston tuoreutta, valittujen artikkelien menetelmällistä laatua ja laajoja aineistoja sekä taulukoiden ja kuvioiden hyödyntämistä tuloksia esiteltäessä. Myös scoping-katsauksissa olisi suotavaa olla vähintään kaksi tutkijaa. Opinnäytetyön luonteen takia katsaus toteutettiin nyt vain yhden tutkijan voimin. Tätä voidaan pitää katsauksen heikkoutena ja samalla tulosten luotettavuutta heikentävänä tekijänä.

Opinnäytetyöprosessissa varmistettiin alustavan tiedonkeruun ja kirjallisuuskatsauksen yhteydessä, että saatavilla on mahdollisimman ajantasaista lähdemateriaalia. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku rajattiin kattamaan artikkelit vain edeltävän kymmenen vuoden ajalta ja alan oppikirjoista sekä muista koulutusmateriaaleista hankittiin tuoreimmat painokset. Olennaiset anatomiaan, fysiologiaan, patofysiologiaan ja kliinisiin tutkimusmenetelmiin liittyvät tiedot varmistettiin useasta eri lähteestä.

Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten aineisto koostui yhteensä 328 ensihoitajan 2376 eri potilaalle toteuttamasta ultraäänitutkimuksesta ja niiden tuloksista. Aineisto painottui viimeisten kolmen vuoden ajalle (kuvio 4). Kaikki tutkimuksiin osallistuneet henkilöt työskentelivät samankaltaisissa rooleissa ja ympäristöissä kuin suomalaiset ensihoitajat. Otosta voidaan pitää opinnäytetyön tarkoituksen, tavoitteiden ja tutkimuskysymysten suhteen tarkoituksenmukaisena.

Tarkasteltujen tutkimusten osallistujamäärissä oli jonkin verran vaihtelua, pienimmän ollessa neljä ja suurimman sata ensihoitajaa. Myös potilasaineisto vaihteli 19 ja 744 potilaan välillä. Keskimäärin tutkimuksiin osallistui kuitenkin noin 30 ensihoitajaa ja 180 potilasta. Aineiston koolla ei kuitenkaan näyttänyt olevan vaikutusta tutkimusten tuloksiin ja johtopäätöksiin. Sekä aineistoltaan pienimpien että suurimpien tutkimusten tulokset olivat keskenään samansuuntaisia ja johdonmukaisia. Havainto lisää myös tämän kirjallisuuskatsauksen tulosten luotettavuutta. Aineistoon valittujen artikkelien (n=13) osallistuja- ja otoskoot esiteltiin selkeyden ja läpinäkyvyyden vuoksi omana taulukkonaan (Taulukko 5).

Tutkimuksen uskottavuuden edellytyksenä on tutkimuksen lukijan ymmärrys siitä, miten tuloksiin on päädytty ja sisältääkö tutkimus erityisiä vahvuuksia tai rajoituksia. Tutkimusasetelman tulisi olla myös siirrettävissä muuhun tutkimusympäristöön. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2017:197–198.) Opinnäytetyön luotettavuutta pyrittiin lisäämään kuvaamalla opinnäytetöissä edeltävästi vähäisemmin käytetyn scoping-katsauksen prosessi mahdollisimman tarkasti alkaen kysymyksenasettelusta, tutkimuskysymysten perustelusta ja aineiston sisäänottokriteereistä. Tulosten esittelyssä hyödynnettiin tarkoituksenmukaisissa kohdissa sekä taulukoita että kaavioita. Tutkimuksen ympäristö, osallistujat ja taustatekijät pyrittiin esittelemään mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jotta sekä tutkimusprosessi että sen tulokset olisivat toistettavissa ja siirrettävissä myöhemmin muuhun ympäristöön.

Materiaalin kriittisen tarkastelun ja toistetun läpi käymisen lisäksi tutkimuksen luotettavuutta arvioitiin säännöllisesti prosessin eri vaiheissa myös esittelemällä alustavia tuloksia sekä tekijän kollegoille ja sidosryhmille että aiheeseen liittyvien kliinisten erikoisalojen asiantuntijoille. Aineiston raportoinnin selkeyteen ja näkökulmiin tehtiin tarvittaessa täydennyksiä keskusteluissa esiin nousseiden huomioiden ja tarkentavien kysymysten pohjalta. Arksey'n ja O'malley'n (2005) suositusten mukaisesti tutkimuskysymystä sekä opinnäytetyön tarkoitusta ja tavoitteita tarkennettiin soveltuvien osien edetessä.

Opinnäytetyön tietyt osat, kuten tulokset (luku 5) ja ultraäänitutkimukseen liittyvä tietoperusta (luku 2), lähetettiin opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa tarkistettavaksi soveltuvien erikoisalojen asiantuntijoille. Erityisesti luvun 2 englanninkielisistä alkuperäisjulkaisuista suomeksi käännettyjen tutkimusprotokollin liittyvien kuvioiden suomenkieliset sanamuodot ja termit käytiin huolella läpi ultraäänitutkimuksen asiantuntijoiden kanssa.

Tämä opinnäytetyö laajensi tekijälleen käsitystä sekä ultraäänitutkimuksen hyödyntämismahdollisuuksista ensihoitoympäristössä että tutkimusmenetelmien ja tiedonhaun prosessien osalta. Kokemuksesta on varmasti hyötyä mahdollisissa tulevilla tutkimus- ja kehityshankkeissa. Scoping-katsaus on suhteellisen uusi tutkimusmenetelmä (Peters ym. 2015a), mutta jakamalla tutkimusprosessi JBI:n metodioppaan mukaisesti kuuteen selkeään osa-alueeseen (Peters ym. 2015b) työ edistyi joutuisasti ja strukturoidusti.

6.3 Opinnäytetyön eettisyys

Opinnäytetyönä tehtävä kirjallisuuskatsaus on tarpeellinen, jotta uusi tutkimusväline ja siihen liittyvät menetelmät voidaan mahdollisesti ottaa aikanaan käyttöön potilasturvallisesti ja hyviin kliinisiin käytäntöihin perustuen. Ultraäänitutkimus on suomalaisessa ensihoidossa vielä uusi asia muissa ympäristöissä kuin lääkäriyksiköissä, joten hyvin toteutetun kirjallisuuskatsauksen tekeminen on perusteltua.

Kirjallisuuskatsaus toteutettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjeiden (2023) sekä Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n ammattikorkeakouluille laatimien opinnäytetöiden eettisten suositusten (2019) mukaisesti. Tieteellisen tutkimuksen tulisi noudattaa toimintatapoja, jotka on tunnustettu tiedeyhteisössä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.) Tutkimuksen toteutusvaiheessa, tulosten analysoinnissa ja esittämisessä sekä johtopäätösten arvioinnissa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Aineisto kerättiin ja käsiteltiin mahdollisimman läpinäkyvästi.

Kaiken tieteellisen tutkimustyön tulisi perustua tutkimuseettisiin periaatteisiin. Tällaisia periaatteita ovat muun muassa vaatimus tunnollisuudesta ja huolellisesta paneutumisesta aiheeseen, rehellisyys, aito kiinnostuneisuus uuden tiedon hankkimiseen, kollegiaalisuus, sosiaalinen vastuu ja ihmisarvon kunnioittaminen. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2017:211–212.) Näitä periaatteita noudatettiin tarkasti myös opinnäytetyön toteuttamisen kaikissa vaiheissa. Tutkimuksen toteuttamiseen liittyvän eettisen ennakoarvioinnin kriteerit eivät täytyneet (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019).

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena eikä tutkimus kohdistunut ihmisiin tai henkilötietoihin. Opinnäytetyössä ei ollut osallistujia, joilta olisi tullut pyytää kirjallinen suostumus eikä tahoja, joilta olisi tullut hakea tutkimuslupaa. (Arene 2020:26.) Opinnäytetyön tekijällä ei ole sidonnaisuuksia ultraäänilaitteiden valmistajiin, maahantuojiin eikä muihin tutkimuksen eettisyyteen tai luotettavuuteen vaikuttaviin tahoihin (Arene

2020:25). Tutkimuksen tekijä työskentelee Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksella ensihoidon kenttäjohtoyksikössä ensihoitajana.

Myös kirjallisuuskatsauksena toteutettaviin tutkimuksiin liittyy tutkimuseettisiä haasteita, jotka tulee ottaa huomioon. Aineistoon saattaa päätyä tutkimuksia, joissa on eettisesti riittämättömiä tai arveluttavia piirteitä. Riski kasvaa erityisesti ottamalla mukaan tutkimuksia, joita ei ole julkaistu. Lisäksi aineiston valintaprosessiin saattaa kätkeytyä tutkijan subjektiivisuutta ja eturistiriitoja. (Vergnes ym. 2010.) Opinnäytetyön aineistonkeruun yhteydessä pyrittiin artikkeleista saatavilla olevan tiedon pohjalta arvioimaan tutkimuksissa käytettyjen menetelmien eettistä kestävyyttä. Yhtään artikkelia ei tarvinnut hylätä eettisistä syistä. Vaikuttavana tekijänä voidaan pitää sitä, että kaikki valitut artikkelit (n=13) oli julkaistu vakiintuneen aseman saavuttaneissa julkaisuissa ja julkaisuajankohta sijoitui edeltävien kymmenen vuoden ajalle. Tekijän subjektiivisten näkemysten vaikutusta pyrittiin minimoimaan käsittelemällä aineistoa tunnollisesti, tarkasti ja avoimesti. Lisäksi kaksi opinnäytetyön esitarkistanutta kliinistä ammattilaista tarkastelivat kriittisesti myös opinnäytetyön eettisyyttä. Aineiston sisällön sekä menetelmien kuvauksiin tehtiin kommenttien perusteella muutamia tarkennuksia ennen lopullista julkaisua.

Kaikki opinnäytetyössä käytetyt valokuvat ovat opinnäytetyön tekijän omaan ammatilliseen ja koulutuskäyttöön vapaaehtoisilta terveiltä koehenkilöiltä (n=5) taltioimia ultraäänikuvia ja niiden julkaisuun on saatu heidän suostumuksensa. Kuvien käyttäminen on ollut tarpeellista eri tutkimusprotokollien sekä ultraäänitutkimuksen toteutuksen havainnollistamiseksi. Kaikki taltioitu kuvamateriaali on käsitelty ja julkaistu opinnäytetyössä anonymisti.

Opinnäytetyön alkuperä on tarkistettu Turnitin Originality Check -plagiaatintunnistusjärjestelmällä, joka suorittaa lähdeanalyysiä ja pyrkii havaitsemaan työn sisällössä yhtäläisyyksiä aiempiin julkaisuihin. Järjestelmän raportissa ei havaittu yhtäläisyyksiä opinnäytetyön tekstisisällön ja aiempien julkaisujen välillä.

6.4 Johtopäätökset

Ultraäänitutkimuksen on perinteisesti toteuttanut lääkäri, mutta käytäntönä vaikuttaisi olevan sen laajentaminen myös koulutuksen saaneiden ensihoitajien toteutettavaksi.

Scoping-katsauksen perusteella laadukkaan ja potilaalle hyödyllisen ultraäänitutkimuksen edellytyksenä on sen toteuttajan asianmukainen koulutus ja riittävästi toistoja aidoissa potilastilanteissa.

Maailmalla ultraäänitutkimusta hyödynnetään suomalaista ensihoidon kenttäjohto- tai vaativien tilanteiden yksikköä vastaavissa ympäristöissä. Tällainen ratkaisu vaikuttaa kirjallisuuskatsauksen perusteella Suomenkin ympäristössä toteuttamiskelpoiselta ja järkevältä. Ensihoidon kenttäjohtoyksikkö kohtaa todennäköisesti tavallisia ensihoitoyksiköitä enemmän potilaita, joille ultraäänitutkimus voi olla perusteltu toimenpide jo ensihoidossa. Ultraäänilaitteiston sijoittaminen vain valikoituihin yksiköihin helpottaa myös riittävän koulutuksen toteuttamista ja ylläpitoa sekä kokemuksen karttumista varsinaisten suoritteiden osalta.

Tutkimusten perusteella ensihoitajat kykenevät riittävän koulutuksen saatuaan ja harjoiteltuaan toteuttamaan ultraäänitutkimuksia luotettavasti ja hyvällä onnistumisprosentilla. Järkeviä käyttökohteita ultraäänitutkimukselle voisivat olla päätöksenteon tukeminen elvytystilanteessa sekä hoidettaessa vaikeasti vammautunutta potilasta. Edellytyksenä on, että ultraäänitutkimuksen kysymyksenasettelu on dikotominen ja yksiselitteinen. Ultraäänitutkimuksen implementoimiseksi tulisi luoda selkeät toimintaprotokollat, jotta voidaan minimoida riski mahdollisista haittavaikutuksista, kuten elvytyksen painelutaukojen viivästyisestä.

Yhden tai kahden päivän mittainen didaktinen teoriakoulutus yhdistettynä käytännön harjoitteluun vaikuttaa riittävältä edellä mainittujen ultraäänitutkimusten toteuttamiseksi erityisesti silloin, kun koulutukseen yhdistetään käytännön harjoittelua oikeilla potilailla. Myös asiantuntijoiden palautteella on olennainen rooli tutkimuksen laadun varmistamisessa. Kuten kaikissa toimenpiteissä ja ammatillisissa taidoissa, myös ultraäänitutkimus vaatii tekijältään riittävästi toistoja sekä osaamisen jatkuvaa ylläpitoa.

Ensihoidon vaihtelevassa sekä olosuhteiltaan paikoin haastavassa työskentely-ympäristössä ei voida käyttää yhtä tarkkoja kuvantamisvälineitä eikä toteuttaa yhtä kattavia tutkimuksia kuin sairaalassa. Ensihoito on ollut ja tulee jatkossakin olemaan etenkin vakavasti sairastuneiden tai vammautuneiden potilaiden kohdalla jatkuvaa tasapainoilua nopean kuljetuksen sekä toisaalta tarkoituksenmukaisten tutkimusten ja hoidollisten interventioiden välillä. Ultraäänitutkimuksella on valikoiduissa tilanteissa potentiaalia tarjota kriittisen potilaan hoidon kannalta ratkaisevaa lisätietoa päätöksenteon tueksi.

6.5 Jatkotutkimusehdotukset

Uusien menetelmien tarpeellisuus ja potilaan tosiasiallisesti saama hyöty edellyttävät perusteellista harkintaa. Potilaan hyvinvoinnin edistämisen ja haittojen minimoimisen tulisi aina olla myös kaiken ensihoitotoiminnan keskiössä. Tutkimusmenetelmä ei saa koskaan muodostua itsetarkoitukselliseksi. Uusien menetelmien soveltuvuutta, hyödyllisyyttä ja tarpeellisuutta tulisi kuitenkin aktiivisesti selvittää myös ensihoidossa.

Ultraääneen liittyviä tutkimuksia, joiden aineistona ovat oikeat potilastilanteet, ei ole vielä suomalaisessa ensihoidon ympäristössä toteutettu. Jatkotutkimusta tarvitaan ultraäänitutkimuksen soveltuvuudesta suomalaiseen ensihoitoon ja ultraäänitutkimuksen vaikutuksesta ensihoidon potilaiden ennusteisiin. Kansainväliset tutkimukset ensihoitajille suunnatun ultraäänitutkimukseen liittyvän koulutuksen sisällöstä vaikuttavat monilta osin soveltuvilta myös kotimaiseen työskentely-ympäristöön, mutta suomalaisen opetus suunnitelman laatiminen ja tutkiminen on silti aiheellista, jotta voidaan parhaalla tavalla huomioida suomalaisten ensihoitajien laadukas peruskoulutus sekä työskentely-ympäristöjen erityispiirteet ja perustella ratkaisut asianmukaisella tutkimusnäytöllä.

Lähteet

Al-Shaqsi, Sultan 2010. Models of International Emergency Medical Service (EMS) Systems. *Oman Medical Journal* 2010, Volume 25, Issue 4, October 2010.

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020. Ammattikorkeakoulujen opin-
näytetöiden eettiset suositukset. Verkkodokumentti. <<https://www.arene.fi/julkaisut/raportit/opinnäytetöiden-eettiset-suositukset/>> Luettu 5.3.2023.

Arksey, H. – O'Malley, L. 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8, 1, 19–32.

Bekgoz, Burak – Kilicaslan, Isa – Bildik, Fikret – Keles, Ayfer – Demircan, Ahmet – Hakoglu, Onur 2019. BLUE protocol ultrasonography in Emergency Department patients presenting with acute dyspnea. *American Journal of Emergency Medicine* 37 (2019):2020–2027.

Bøtker, Morten Thingemann – Jacobsen, Lars – Rudolph, Søren Steemann – Knudsen, Lars 2018. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018, 26:51.

Brown, Nick – Fothergill, Rachael – McIntyre, Ian – Faulkner, Mark – Quinn, Tom 2021. Focused ultrasound in out-of-hospital cardiac arrest by advanced paramedics. *International Paramedic Practice*, Vol. 11, No. 2.

Butterfly Network 2021. Butterfly iQ+, The future of ultrasound is here. Verkkodokumentti. <<https://www.butterflynetwork.com/iq>> Luettu 14.11.2021.

Buaprasert, Phudit – Sri-on, Jiraporn – Sukhuntee, Jareeda – Asawajaroenkul, Ranu – Buanhong, Onchuda – Khiaodee, Trairat – Keetawattananon, Worrapat – Tiyawat, Gawin 2021. Diagnostic Accuracy of Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma Performed by Paramedic Students: A Simulation-Based Pilot Study. *Open Access Emergency Medicine* 2021:13.

Burton, Samuel O. – Donovan, Jake K. – Jones, Samuel L. – Phillips, Luke M. – Anderson, David J. – Meadley, Benjamin N. 2022. Use of point of care ultrasound (POCUS) by intensive care paramedics to achieve peripheral intravenous access in patients predicted to be difficult: An out-of-hospital pilot study. *Australasian Emergency Care*.

Castrén, Maaret – Helveranta, Kai – Kinnunen, Ari – Korte, Henna – Laurila, Kimmo – Paakkonen, Heikki – Pousi, Jouni – Väisänen, Olli 2012. Ensihoidon perusteet:14–17. Keuruu: Pelastusopisto, Suomen Punainen Risti.

Chin, Eric J. – Chan, Connie H. – Mortazavi, Rod – Anderson, Craig L. – Kahn, Christopher A. – Summers, Shane – Fox, Christian J. 2013. A Pilot Study Examining the Viability of a Prehospital Assessment with Ultrasound for Emergencies (PAUSE) Protocol. *The Journal of Emergency Medicine* January 2013; Volume 44, issue 1:142–149.

Craven, Phil – Mallin, Mike 2013. Introduction to Bedside Ultrasound: Volume 1. Lexington, KY: Emergency Ultrasound Solutions. E-kirja.

Donovan, Jake K. – Burton, Samuel O. – Jones, Samuel L. – Phillips, Luke M. – Anderson, David – Meadley, Benjamin N. 2022. Use of Point-of-Care Ultrasound by Intensive Care Paramedics to Assess Respiratory Distress in the Out-of-Hospital Environment: A Pilot Study. *Prehospital Emergency Care*.

Elo, Satu – Kyngäs, Helvi 2008. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*. Volume 62 (1):107–115.

Holmström, Peter 2021. Ultraäänitutkimus. Teoksessa Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Puolakka, Tuukka (toim.): *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 8. painos.

Jacobsen, Lars – Grenne, Bjornar – Olsen, Roy Bjorkholt – Jortveit, Jarle 2022. Feasibility of prehospital identification of non-ST-elevation myocardial infarction by ECG, troponin and echocardiography. *Emergency Medicine Journal* 2022;39:679–684.

Kankkunen, Päivi – Vehviläinen-Julkunen, Katri 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 3.-5. painos.

Kielitoimiston sanakirja 2023. Helsinki: Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. Verkkodokumentti. < <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi> > Luettu 6.3.2023.

Knox, Shane 2016. International and unifying standards of pre-hospital care. *Irish Journal of Paramedicine* 2016; Volume 1, Issue 2.

Kreiser, Michael A. – Hill, Brianna – Karki, Dikchhya – Wood, Elke – Shelton, Ryan – Peterson, Jodi – Riccio, John – Zapata, Isain – Khalil, Paul A. – Gubler, Dean – LaPorta, Anthony J. – Roosevelt, Genie E. – Toney, Amanda G. 2022. Point-of-Care Ultrasound Use by EMS Providers in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehospital and Disaster Medicine*, Vol. 37, No. 1:39–44.

Lampinen, Mika – Ulmanen, Tommi 2019. Keskeiset hätätilapotilaan ultraäänikuvantamismenetelmät – koulutus ensihoidon kenttäjohtajille. YAMK opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu.

Levac, Danielle – Colquhoun, Heather – O'Brien, Kelly 2010. Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science* 3020;5(1):1–9.

Lichtenstein, Daniel A. – Mezière, Gilbert A. 2008. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure – The BLUE Protocol. *Chest* 2008; 134:117–125.

Lucas, Benjamin – Hempel, Dorothea – Otto, Ronny – Brenner, Franziska – Stier, Mario – Marzi, Ingo – Breitzkreutz, Raoul – Walcher, Felix 2021. Prehospital FAST reduces time to admission and operative treatment: a prospective, randomized, multicenter trial. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2021.

Lääketieteen termit. 2016. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 6. painos.

Malik, Adrienne N. – Rowland, Jonathan – Haber, Brian D. – Thom, Stephanie – Jackson, Bradley – Volk, Bryce – Ehrman, Robert R. 2021. The Use of Handheld Ultrasound Devices in Emergency Medicine. *Current Emergency and Hospital Medicine Reports* 2021; 9:73–81.

Mallin, Mike – Dawson, Matthew 2013. *Introduction to Bedside Ultrasound: Volume 2*. Lexington, KY: Emergency Ultrasound Solutions. E-kirja.

Marsden, Peter V. – Wright, James D. 2010. *Handbook of Survey Research*. Emerald Publishing Limited. 264–265.

Meadley, Ben – Olaussen, Alexander – Delorenzo, Ashleigh – Roder, Nick – Martin, Caroline – St. Clair, Toby – Burns, Andrew – Stam, Emma – Williams, Brett 2017. Educational standards for training paramedics in ultrasound: a scoping review. *BMC Emergency Medicine* 2017;17:18.

Munn, Zachary – Peters, Micah D.J. – Stern, Cindy – Tufanaru, Catalin – McArthur, Alexa – Aromataris, Edorado 2018. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*. 2018; 18:143.

Määttä, Teuvo – Harve-Rytsälä, Heini 2021. *Ensihoitopalvelun organisointi*. Teoksessa *Teoksessa Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Puolakka, Tuukka (toim.): Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 8. painos.

Nelson, B. P. – Sanghvi, A. 2016. Out of hospital point of care ultrasound: current use models and future directions. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2016 Apr;42(2):139–50.

Nurmi, Jouni 2021. *Tutkimustoiminta*. Teoksessa *Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Puolakka, Tuukka (toim.): Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 8. painos.

Peters, Micah DJ. – Godfrey, Christina M. – Khalil, Hanan – McNerey, Patricia – Parker, Deborah – Soares, Cassia Baldini 2015a. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *International Journal of Evidence Based Healthcare*. 2015; 13:141–146.

Peters, Micah DJ. – Godfrey, Christina M. – McNerey, Patricia – Soares, Cassia Baldini – Khalil, Hanan – Parker, Deborah 2015b. *The Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual 2015. Methodology for JBI Scoping Reviews*. Adelaide, Australia: The Joanna Briggs Institute. E-kirja.

Pietersen, Pia Iben – Mikkelsen, Soren – Lassen, Annmarie T. – Helmerik, Simon – Jorgensen, Gitte – Nadim, Giti – Christensen, Helle Marie – Wittrock, Daniel – Laursen,

Christian B. 2021. Quality of focused thoracic ultrasound performed by emergency medical technicians and paramedics in a prehospital setting: a feasibility study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2021, 29:40.

Pirhonen, Erkki W. 2015. Ultraäänen käyttö ensihoidossa. Opinnäytetutkielma. Itä-Suomen yliopisto, terveystieteiden tiedekunta, lääketieteen laitos, lääketieteen koulutusohjelma.

Polit, Denise F. – Beck, Cheryl Tatano 2017. *Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*. Tenth Edition. Philadelphia, Yhdysvallat: Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins.

Pölkki, Tarja – Kanste, Outi – Kääriäinen, Maria – Elo, Satu – Kyngäs, Helvi 2013. The methodological quality of systematic reviews published in high-impact nursing journals: a review of the literature. *Journal of Clinical Nursing*, 23:315-332.

Quick, Jacob A. – Uhlich, Rindi M. – Ahmad, Salman – Barnes, Stephen L. 2016. In-flight ultrasound identification of pneumothorax. *Emergency Radiology* 2016, 23:3–7.

Reed, Matthew J. – Gibson, Louise – Dewar, Alistair – Short, Steven – Black, Polly 2017. Introduction of paramedic led Echo in Life Support into the pre-hospital environment: the PUCA study. *Resuscitation* 112 (2017):65–69.

Roline, Chad E. – Heegaard, William G. – Moore, Johanna C. – Joing, Scott A. – Hildebrandt, David A. – Biros, Michelle H. – Caroon, Liberty V. – Plummer, David W. -Reardon, Robert F. 2013. Feasibility of Bedside Thoracic Ultrasound in the Helicopter Emergency Medical Services Setting. *Air Medical Journal* 32:3;153–157.

Rooney, Kevin P. – Lahham, Sari – Lahham, Shadi – Anderson, Craig L. – Bledsoe, Bryan – Sloane, Bryan – Joseph, Linda – Osborn, Megan B. – Fox, John C. 2016. Pre-hospital assessment with ultrasound in emergencies: implementation in the field. *World Journal of Emergency Medicine*, 2016;7(2):117–123.

Saaranen-Kauppinen, Anita – Puusniekka, Anna 2006. *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Verkkodokumentti. <<https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>>. Luettu 21.3.2023

Scharonow, Maximilian – Weilbach, Christian 2018. Prehospital point-of-care emergency ultrasound: a cohort study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018, 26:49.

Schoeneck, Jacob H. – Coughlin, Ryan F. – Baloescu, Cristiana – Cone, David C. – Liu, Rachel B. – Kalam, Sharmin – Medoro, Amanda K. – Medoro, Ian – Joseph, Daniel – Burns, Kevin – Bohrer-Clancy, Jesse I. – Moore, Christopher, L. 2021. Paramedic-performed Prehospital Point-of-care Ultrasound for Patients with Undifferentiated Dyspnea: A Pilot Study. *Western Journal of Emergency Medicine*, Volume 22, No. 3: May 2021;750–755.

Shaw, Matthew R. – Godzdaner, Iv – Hawbaker, Nicolaus – McManis, Beth G. 2023. Guiding Emergency Treatment With Extended Focused Assessment With Sonography in Trauma by Emergency Responders (GET E-FASTER). *Air Medical Journal* 42 (2023):42–47.

Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetus ensihoitopalvelusta 2017a. Asetus 585/2017. Verkkodokumentti. <https://stm.fi/documents/1271139/5228951/STM_as_ensihoitopalvelusta_PM_2.pdf/4a8570a7-b7e1-40fd-8700-cb8dadd70535/STM_as_ensihoitopalvelusta_PM_2.pdf> Luettu 23.2.2023.

Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetus ensihoitopalvelusta 2017b. Muistio 23.8.2017. Verkkodokumentti. <https://stm.fi/documents/1271139/5228951/STM_as_ensihoitopalvelusta_PM_2.pdf/4a8570a7-b7e1-40fd-8700-cb8dadd70535/STM_as_ensihoitopalvelusta_PM_2.pdf> Luettu 23.2.2023.

Sosiaali- ja Terveysministeriö (STM) 2023. Ensihoito. Verkkodokumentti. <<https://stm.fi/ensihoito>> Luettu 6.3.2023.

Sovijärvi, Tapio 2021a. Ensihoitajan ammatti-identiteetti. Teoksessa Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Puolakka, Tuukka (toim.): *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 8. painos.

Sovijärvi, Tapio 2021b. Terveille vapaaehtoisille henkilöille suoritettujen ultraäänitutkimusten kuva-arkisto.

Sovijärvi, Tapio 2023. Terveelle vapaaehtoiselle henkilölle toteutettu esimerkkisuoritus rintakehän alueen ultraäänitutkimuksesta ensihoidossa.

Suhonen, Riitta – Axelin, Anna – Stolt, Minna 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, Minna – Axelin, Anna – Suhonen, Riitta (toim.): *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Juvenes Print. 7–22.

Duodecim Terveyskirjasto 2023. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <<https://www.terveyskirjasto.fi>> Luettu 6.3.2023.

Tietosuojavaikuttetun toimisto 2023. Usein kysyttyä EU:n tietosuoja-asetuksesta. Verkkodokumentti. <<https://tietosuoja.fi/gdpr>> Luettu 16.1.2023.

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Tuomi, Sirpa – Kunnela, Arja – Luukkonen, Anne 2022. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. <<https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/kirjallisuuskatsaukset/>> Luettu 17.2.2023.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Verkkodokumentti. <https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf>. Luettu 22.3.2023.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Verkkodokumentti. < https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf> Luettu 18.12.2022.

Valli, Raine – Perkkilä, Päivi 2018. Sähköinen kyselylomake ja sosiaalinen media aineistonkeruussa. Teoksessa Valli, Raine (toim.): Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Jyväskylä: PS-kustannus. 5., uudistettu painos.

Vergnes, Jean-Noel, Marchal-Sixou, Christine – Nabet, Cathy – Maret, Delphine – Hamel, Olivier 2010. Ethics in systematic reviews. *Journal of Medical Ethics* 2010;36:771-774.

Wagner, Bodo – Adamski, Jan – Pehkonen, Antti 2014. Keuhkojen ultraäänitutkimus akuuttitilanteissa – mahdollisuuksia ja rajoituksia. *Finnanest* 2014; 47 (3):230–237.

Weide, Laura van der – Popal, Zar – Terra, Maartje – Schwarte, Lothar A – Ket, Johannes C F – Kooij, Fabian O – Exadaktylos, Aristomenis K – Zuidema, Wietse P – Giannakopoulos, Georgios F 2019. Prehospital ultrasound in the management of trauma patients: Systematic review of the literature. *Injury*. 2019 Dec;50(12):2167-2175.

Yates, Jeffrey G. – Baylous, Denise 2022. Air Medical Ultrasound: Looking Back to See What We Have Learned for the Future. *Air Medical Journal* 41 (2022): 536–541.

Ångerman, Susanne 2021. Ensihoitolääkäri, anestesiologian ja teohoidon erikoislääkäri, FinnHEMS 10-lääkärihelikopteri. Vantaa. Suullinen tiedonanto 1.11.2021.

Tutkimukset (n=13) ultraäänitutkimuksen hyödyntämisestä ensihoidossa:

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistajat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
<p>01: Brown, Nick – Fothergill, Rachael – McIntyre, Ian – Faulkner, Mark – Quinn, Tom 2021. Focused ultrasound in out-of-hospital cardiac arrest by advanced paramedics. International Paramedic Practice, Vol. 11, No. 2. Iso-Britannia.</p>	<p>Ensihoitaja (n=28), tehostetun hoidon yksikkö (APP), julkinen ensihoitoorganisaatio, kaupunkiympäristö.</p>	<p>Retrospektiivinen havainnoiva kohorttitutkimus oikeilla täysi-ikäisillä potilailla elvytystilanteen yhteydessä (n=744).</p>	<p>Tarkoituksena kuvata ja arvioida ensihoitajien suorittamia FOCUS-ultraäänitutkimuksia elvytystilanteissa ja ultraäänitutkimuksen vaikutusta ratkaisuun lopettaa elvytystoimet tuloksettomina.</p>	<p>Ensihoitajat hyödynsivät subkostaalista ikkunaa 74 prosentissa (551/744) ja parasternaalista pitkää akselia 19 prosentissa (141/744) elvytyksen aikaisista ultraäänitutkimuksista. Sydämen spontaanin liikkeen puuttuminen oli yhteydessä päätökseen lopettaa elvytys (333/391, 85 %) ja sydämen spontaani liike potilaan kuljettamiseen sairaalaan (213/264, 80 %). Ultraäänitutkimusta hyödynnettiin enimmäkseen elvytystoimien lopettamiseen liittyvän päätöksen tukena ja PEA-rytmin yhteydessä.</p>	<p>Yhden työpäivän mittainen FOCUS-ultraäänikoulutus akuuttihoidon erikoislääkärin toimesta, sisältäen käytännön harjoittelua. Lisäksi myöhempiä täydennyskoulutuksia ja säännöllisiä kuukausittaisia harjoituspäiviä.</p>
<p>02: Burton, Samuel O. – Donovan, Jake K. – Jones, Samuel L. – Phillips, Luke M. – Anderson, David J. – Meadley, Benjamin N. 2022. Use of point of care ultrasound (POCUS) by intensive care paramedics to achieve peripheral intravenous access in patients predicted to be difficult: An out-of-hospital pilot study. Australasian Emergency Care. Australia.</p>	<p>Ensihoitaja (n=14), tehostetun hoidon yksikkö (SRU) ja tehostetun hoidon ambulanssi (ICP), valtiollinen organisaatio. Maaseutu- ja kaupunkiympäristö.</p>	<p>Prospektiivinen havaintotutkimus, esitutkimus, oikeilla täysi-ikäisillä potilailla, joilla pisteytyksen perusteella haastava suoniyhteys tai kaksi epäonnistunutta suoniyhteyden avaamisyriytystä (n=32).</p>	<p>Tarkoituksena tutkia ultraäänivälineavusteisen iv-yhteyden avaamisen hyödyllisyyttä potilailla, joiden suoniyhteyden avaamisen ennustetaan olevan vaikeaa vaikeoidun pisteytyksen perusteella tai joilla suoniyhteyden avaaminen ei ole onnistunut perinteisillä metodeilla.</p>	<p>Suoniyhteyden avaaminen ultraääniohjauksella potilailla, joiden suoniyhteyden avaaminen ennustettiin pisteytyksen perusteella vaikeaksi tai perinteiset menetelmät suoniyhteyden avaamiseksi eivät olleet tuloksellisia, onnistui 50 prosentilla potilaista, joista 87 % ensimmäisellä yrityksellä. Useilla potilailla iv-yhteyden avaaminen perinteisellä tavalla edeltävästi ei ollut tuloksellinen. Rajallisen koulutuksen, ohjauksen ja palautteen avulla ensihoitajat voivat suorittaa toimenpiteen kohtalaisella varmuudella. Mitä enemmän ensihoitajalla tuli suoritteita, sitä todennäköisemmin onnistui suoniyhteyden avaaminen ultraääniohjauksella. Aiemmalla kokemuksella ultraäänitutkimuksista ei havaittu olevan vaikutusta tuloksiin.</p>	<p>30 minuutin verkkokoulutus, 4,5 tunnin didaktinen ja käytännön koulutus, josta 2,15 tuntia suoniyhteyden avaamista ultraääniohjauksella. Ulkopuolinen koulutusorganisaatio, kokeneet opettajat. Harjoittelua sekä kurssilaisten kesken että mallinukeilla.</p> <p>Suurimmalla osalla ei aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta.</p> <p>Butterfly iQ, iPad Mini.</p>

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
<p>03: Donovan, Jake K. – Burton, Samuel O. – Jones, Samuel L. – Phillips, Luke M. – Anderson, David – Meadley, Benjamin N. 2022. Use of Point-of-Care Ultrasound by Intensive Care Paramedics to Assess Respiratory Distress in the Out-of-Hospital Environment: A Pilot Study. Prehospital Emergency Care. Australia.</p>	<p>Ensihoitaja (n=44), tehostetun hoidon ambulanssi (ICP), valtiollinen organisaatio. Maaseutu- ja kaupunkiympäristö.</p>	<p>Prospektiivinen havainnoiva tutkimus, esitutkimus, oikeilla täysi-ikäisillä potilailla, joiden johtava oire oli hengenahdistus (n=95).</p>	<p>Tarkoituksena tutkia ensihoitajien toteuttaman ultraäänitutkimuksen käyttökelpoisuutta hengenahdistuksesta kärsivien potilaiden ensihoidossa ja ultraäänitutkimuksen vaikutusta kliiniseen kokonaiskuvaan tai päätökseen.</p>	<p>Yli puolet ensihoitajien tekemistä ultraäänitutkimuksista luokiteltiin asiantuntija-arvioissa kuvan laadun osalta hyväksi tai erinomaisiksi (keskiarvo 2,68 asteikolla 1-5). Ensihoitajat kykenevät toteuttamaan ultraäänitutkimuksia minimaalisella koulutuksella, mutta kuvan laatu on melkein puolessa tapauksista heikkoa. Laitteiston teknisen käytön (kuvien lähettäminen ja tallentaminen, akun kesto, laitteiston käytettävyyden) ei ilmennyt minkäänlaisia ongelmia.</p> <p>Ensihoitajien ja asiantuntijaraadin näkemykset löydösten sisällöstä olivat keskimääräisesti (64 %) yhteneviä.</p> <p>40 potilastapauksessa (42 %) ultraäänitutkimuksen löydös vaikutti ensihoitajan muodostamaan kliiniseen kokonaiskuvaan tai ja / tai potilaalle annettuun ensihoitoon.</p> <p>Ensihoitajille annettu ultraäänitutkimuksen suorittamiseen liittyvä koulutus todettiin riittämättömäksi.</p>	<p>30 minuutin verkkokoulutus, 4,5 tunnin didaktinen ja käytännön koulutus (75 minuttia erityisesti keuhkoihin keskittyen), joka painottui käytännön harjoitteluun. Ulkopuolinen koulutusorganisaatio, kokeneet opettajat. Harjoitella sekä kurssilaisten kesken että mallinukeilla. Opetuksen keskeisenä sisältönä oli olennaisten, helppojen ja selkeästi tunnistettavien patologioiden (mm. ilmarinta, interstitiaalinen syndrooma, pleuraneste ja pneumonia) opettaminen.</p> <p>Suurimmalla osalla ei aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta.</p> <p>Butterfly iQ+, iPad Mini.</p>
<p>04: Jacobsen, Lars – Grenne, Bjornar – Olsen, Roy Bjorkholt – Jortveit, Jarle 2022. Feasibility of prehospital identification of</p>	<p>Ensihoitaja (n=6). Sairaala-pohjainen ensihoito-organisaatio.</p>	<p>Prospektiivinen avoin satunnaistamaton diagnostisen tarkkuuden tutkimus oikeilla</p>	<p>Tarkoituksena arvioida ensihoitajien rekisteröimän EKG:n, Troponiini T-arvon (TnT) ja trans-torakaalisen ultraäänitutkimuksen toteutettavuutta ja diagnos-</p>	<p>EKG:n, TnT-näytteen ja ultraäänitutkimuksen rekisteröinti ensihoitajien toimesta oli mahdollista suurimmalla osalla potilaista, jotka valittivat rintakipua. Näiden tutkimusten perusteella suurin osa NSTEMI-tapauksista oli</p>	<p>Kardiologin ja ultraäänitutkimusspesialistin pitämä kahden työpäivän mittainen koulutus, joka sisälsi sekä teoriaopetusta ja käytännön harjoittelua terveillä koehenkilöillä.</p>

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
non-ST-elevation myocardial infarction by ECG, troponin and echocardiography. Emergency Medicine Journal 2022;39:679–684. Norja.		täysi-ikäisillä potilailla, joiden johdettava oire oli rintakipu (n=253)	tista tarkkuutta NSTEMI:n varhaiseksi tunnistamiseksi. Ensihoitajat eivät tulkinneet ultraäänitallenteita itse, vaan lähettivät ne digitaalisesti sairaalaan, jonka päivystävä kardiologi analysoi tallenteet sydämen seinämien liikepoikkeavuuksien osalta välittömästi.	mahdollista jo ensihoitovaiheessa ja ohjata potilaat sairaalaan, jossa PCI-toimenpide oli toteutettavissa. Ultraäänitallenteiden rekisteröinti onnistui kaikilla potilailla, kuvien laadun keskiarvo oli 3,6 asteikolla 1-5 ja tulkittiin kelpolliseksi suurimmalla osalla potilaista. Ultraäänitutkimuksen toteuttaminen pidensi ensihoitoyksikön kohteessa viettämää aikaa vain hieman (mediaani 11 minuuttia). Noin 20 % potilaista voitiin jättää ensihoidon tutkimusten jälkeen ottamatta sairaalahoitoon. Yksikään näistä potilaista ei kuollut eikä haikutunut sepelvaltimoperäisten oireiden takia sairaalaan 90 päivän seurannan aikana.	Osallistujilla ei aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta. Vivid IQ, M5Sc-RS -anturi.
05: Kreiser, Michael A. – Hill, Brianna – Karki, Dikchhya – Wood, Elke – Shelton, Ryan – Peterson, Jodi – Riccio, John – Zapata, Isain – Khalil, Paul A. – Gubler, Dean – LaPorta, Anthony J. – Roosevelt, Genie E. – Toney, Amanda G. 2022. Point-of-Care Ultrasound Use by EMS Providers in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Prehospital and Disaster Medicine, Vol. 37, No. 1:39-44. Yhdysvallat.	Ensihoitaja (n=40), kunnallinen pelastuslaitos. Kaupunki-ympäristö. Alueella noin 540 000 asukasta.	Prospektiivinen havainnoiva kohorttitutkimus oikeilla täysi-ikäisillä potilailla elvytystilanteissa (n=49).	Tarkoituksena tutkia miten hyvin ensihoitajat osaavat lyhyen koulutuksen jälkeen toteuttaa sydämen supistumistoimintaa tarkastelevan ultraäänitutkimuksen sairaalan ulkopuolisen elvytystilanteen yhteydessä ja tulkita löydöksiä. Toisena tarkoituksena oli tutkia, miten ultraäänitutkimuksella saadut löydökset vaikuttivat potilaan ensihoitoon ja elvytysprotokollan noudattamiseen.	Ultraäänitallenteiden laatu tulkittiin riittäväksi 87 prosentilla potilaista (42/49). Ensihoitajat tulkitsivat ultraäänikuvia oikein 87,7 prosentissa kuvista (43/49). 28,6 prosentissa potilastilanteista (14/49) ultraäänitutkimus muutti potilaan hoitolinjaa tai vaikutti kuljetuspäätökseen. Paineluelvytyksen tauko pysyi alle ennalta määritellyssä kymmenessä sekunnissa 94,7 prosentissa potilaskontakteista. Ensihoitajat kykenivät toteuttamaan ultraäänitutkimuksia ja tulkitsemaan kuvia sydämen pumppaustoiminnan osalta noudattaen samalla ennalta määriteltyä	Neljän tunnin didaktinen ja käytännön koulutus kokeneiden ultraäänitutkimukseen perehtyneiden erikoislääkäreiden johdolla. Koulutus sisälsi sydämen supistuvuuden, sydänpussin neste-täyteisyyden ja ilmarinnan arvioimista. Osallistajat suorittivat terveillä vapaaehtoisilla vähintään 25 ultraäänitutkimusta, joiden laatua kouluttajat arvioivat ennen ultraäänitutkimuksen käyttöönottoa oikeilla hälytystehtävillä.

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
				elvytysprotokollaa. Ultraäänitutkimus voi auttaa ensihoitajia erottamaan toisistaan PEA:n ja pseudo-PEA:n.	Butterfly iQ.
<p>06: Pietersen, Pia Iben – Mikkelsen, Soren – Lassen, Annmarie T. – Helmerik, Simon – Jorgensen, Gitte – Nadim, Giti – Christensen, Helle Marie – Wittrock, Daniel – Laursen, Christian B. 2021. Quality of focused thoracic ultrasound performed by emergency medical technicians and paramedics in a pre-hospital setting: a feasibility study. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 2021, 29:40. Tanska.</p>	<p>Ensihoitaja (n=100), julkinen ensihoito-organisaatio. Kaupunkiympäristö. Alueella noin 1,2 miljoonaa asukasta.</p>	<p>Retrospektiivinen laadunvalvontatutkimus oikeilla täysi-ikäisillä potilailla (n=590), jotka eivät täyttäneet hätätilapotilaan kriteereitä ja joiden johtava oire oli hengenhädistys</p>	<p>Tarkoituksena tutkia ensihoitajien toteuttaman rintakehän alueen ultraäänitutkimuksen toteutettavuutta ja laatua ja tarkastella vaikuttaako ultraäänitutkimus potilaiden ensihoitoon liittyviin päätöksiin.</p>	<p>Ensihoitajat kykenivät suorittamaan ultraäänitutkimuksia riittävällä kuvanlaadulla patologisten löydösten tulkitsemiseksi. Ensihoitajien tekemät tulokset kuvien sisällöstä korreloivat jossain määrin ultraäänitutkimuksen asiantuntijan näkemyksen kanssa (normaali löydös 87,7 %, interstitiaalinen syndrooma 89,9%, ilmarinta 97,3% ja keuhkopussin neste 96,3%). Ultraäänitutkimuksen löydös vaikutti potilaan työdiagnosiin tai ensihoitoon 11,7 prosentissa tapauksista.</p>	<p>Neljän tunnin koulutus sisältäen käytännön harjoittelua. Kouluttajat rintakehän ultraäänitutkimukseen perehtyneitä ja aiheesta aiemminkin kouluttaneita lääkäreitä. Koulutuksessa keskityttiin olennaisimpien patologisten löydösten tunnistamiseen: ilmarinta, interstitiaalinen syndrooma ja pleuraneste. Osallistujat harjoittelivat käytännön toteutusta tutkimalla toisiaan kouluttajan valvoessa suoritusta.</p> <p>Osallistujilla ei aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta.</p> <p>Philips Lumify.</p>
<p>07: Quick, Jacob A. – Uhlich, Rindi M. – Ahmad, Salman – Barnes, Stephen L. 2016. In-flight ultrasound identification of pneumothorax. Emergency Radiology 2016, 23:3–7. Yhdysvallat.</p>	<p>Ensihoitaja (n=26), yliopistosairaalan HEMS-yksikkö. Kaupunki- ja maaseutuympäristöä.</p>	<p>Prospektiivinen havainnoiva tutkimus oikeilla täysi-ikäisillä vammapotilailla ja intuboiduilla potilailla (n=149).</p>	<p>Tarkoituksena arvioida ultraäänitutkimuksen hyödyllisyyttä ilmarinnan ja väärin sijoitetun intubaatioputken havaitsemiseksi ensihoidossa.</p>	<p>Ensihoitajat tulksivat ultraäänitutkimuksen perusteella positiiviseksi 20 potilasta ilmarinnan osalta ja yhden potilaan väärin sijoitetun intubaatioputken osalta. Näistä 16 oli sairaalassa tehtyihin CT-kuvantamistuloksiin verrattuna oikeita positiivisia. Ensihoidossa tehdyn ultraäänitutkimuksen herkkyys oli 68 prosenttia, tarkkuus 96 prosenttia ja osuvuus 91 prosenttia. Sairaalan päivystyksessä tehtyjen ultraäänitutkimusten</p>	<p>Didaktinen koulutus ja käytännön harjoittelua vapaaehtoisilla terveillä koehenkilöillä. Lisäksi hyödynnettiin eläviä sikoja normaali- ja poikkeavien ultraäänilöydösten havainnollistamiseksi.</p> <p>Sonosite M-Turbo.</p>

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
				<p>vastaavat lukemat olivat 84 %, 98 % ja 95 %.</p> <p>Lennon aikaisen ultraäänitutkimuksen avulla todettiin olevan mahdollista tunnistaa ilmarinta lähes yhtä tarkasti kuin sairaalan kirurgin tekemässä ultraäänitutkimuksessa.</p>	
<p>08: Reed, Matthew J. – Gibson, Louise – Dewar, Alistair – Short, Steven – Black, Polly 2017. Introduction of paramedic led Echo in Life Support into the pre-hospital environment: the PUCA study. Resuscitation 112 (2017):65–69. Iso-Britannia.</p>	<p>Ensihoitaja (n=7), tehostetun hoidon yksikkö (3RU), julkinen ensihoitoorganisaatio.</p> <p>Kaupunkiympäristö. Alueella noin 860 000 asukasta.</p>	<p>Prospektiivinen havainnoiva tutkimus oikeilla potilailla (n=45).</p>	<p>Tarkoituksena tutkia voidaanko ensihoitajat kouluttaa suorittamaan elvytyksen aikainen ultraäänitutkimus ja tulkitsemaan tuloksia, pystyvätkö ensihoitajat toteuttamaan elvytyksen aikaisen ultraäänitutkimuksen tyydyttävästi kymmenen sekunnin rytmintarkistustauon aikana ja onko elvytyksen aikaisella ultraäänitutkimuksella haitallista vaikutusta potilaalle annettavaan ensihoitoon.</p>	<p>Tavoiteltu ultraääninäkö saavutettiin 80 prosentissa potilastilanteista ensimmäisellä yrityksellä. Näistä näkö oli erinomainen tai tyydyttävä 68 prosentissa ultraäänitilanteista. 44 prosenttia tavoitelluista näkymistä saavutettiin kymmenen sekunnin pulssintarkistustauon aikana, painelutauon mediaaninajan ollessa 17 sekuntia.</p> <p>Tilanteissa, joissa ultraäänitutkimus vaikutti ensihoitoon, päädyttiin lopettamaan elvytys tuloksettomana.</p>	<p>Yhden työpäivän mittainen koulutus sisältäen kaksi tuntia luentoja ja neljä tuntia käytännön harjoittelua sekä simulaatiotilanteita. Aluksi ultraäänitutkimuksia suoritettiin potilastilanteissa kouluttajan läsnä ollessa, myöhemmin koulutuksen, näyttökokeen ja riittävän toistomäärän jälkeen ensihoitajat suorittivat tutkimuksia itsenäisesti.</p> <p>GE Healthcare Venue 40.</p>
<p>09: Roline, Chad E. – Heegaard, William G. – Moore, Johanna C. – Joing, Scott A. – Hildebrandt, David A. – Biros, Michelle H. – Caroon, Liberty V. – Plummer, David W. -Reardon, Robert F. 2013. Feasibility of Bed-side Thoracic Ultrasound in the Helicopter Emergency Medical Services Setting.</p>	<p>Ensihoitaja (n=ei tiedossa), HEMS-yksikkö. Kaupunki- ja maaseutuympäristöä.</p>	<p>Prospektiivinen pilotitutkimus oikeilla täysi-ikäisillä helikopterilla kuljetetuilla potilailla (n=71).</p>	<p>Tarkoituksena arvioida ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta ensihoidon HEMS-ympäristöön kuljetuksen aikana ja tutkia ultraäänitutkimukseen liittyviä mahdollisia logistisia rajoitteita HEMS-ympäristössä.</p>	<p>Ensihoitajat toteuttivat ilmakuljetuksen aikana potilaille rintakehän alueen ultraäänitutkimuksia, joilla pyrittiin todentamaan ns. lung slidign sign-löydös tai sen puute. 58 prosentille potilaista (41) toteutettiin ultraäänitutkimus. Ensihoitajien ja asiantuntija-arvioitsijoiden näkemysten yhtenevyys kuvien sisällöstä oli merkittävä (Kappa 0.67, CI 0.44-0.90). Ulkopuolinen asiantuntija arvioi 54 prosenttia ultraäänikuvista laadultaan hyväksi (hyvä / huono). Yleisimmät syyt</p>	<p>15 minuutin koulutusvideo verkossa ja tunnin mittainen käytännön harjoittelu vapaaehtoisilla terveillä koehenkilöillä.</p> <p>Sonosite MicroMaxx.</p>

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
Air Medical Journal 32:3;153–157. Yhdysvallat.				jättää ultraäänitutkimus toteuttamatta olivat ajan puute ja rajallinen tila helikopterissa.	
<p>10: Rooney, Kevin P. – Lahham, Sari – Lahham, Shadi – Anderson, Craig L. – Bledsoe, Bryan – Sloane, Bryan – Joseph, Linda – Osborn, Megan B. – Fox, John C. 2016. Pre-hospital assessment with ultrasound in emergencies: implementation in the field. World Journal of Emergency Medicine, 2016;7(2):117–123. Yhdysvallat.</p>	Ensihoitaja (n=4), kunnallinen pelastuslaitos.	Prospektiivinen interventiotutkimus oikeilla täysi-ikäisillä potilailla, joilla oli epäily peruselintoiminnon häiriöstä tai kyseessä oli elvytystilanne (n=19).	Tarkoituksena selvittää kykenevätkö ensihoitajat suorittamaan ultraäänitutkimuksen ensihoitotilanteissa ja rekisteröimään kuvia, joiden laatu on riittävä tulkintojen tekemiseksi. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, tunnistaivatko ensihoitajat oikein sydämen mekaanisen toiminnan tai toiminnan puutteen elvytystilanteen yhteydessä.	<p>Ensihoitajat suorittivat ultraäänitutkimuksia hengenahdistuksesta, rintakehän alueen vammoista kärsineille sekä elottomille potilaille. 89 prosentissa (17/19) potilaille suoritetuista ultraäänitutkimuksista kuvan laatu tulkittiin kliinisen päätöksenteon kannalta riittäväksi. Ensihoitajat tunnistivat sydämen mekaanisen toiminnan oikein 100 prosentilla (17/17) kelvollisiksi tulkituista ultraäänitallenteista.</p> <p>Koulutuksen suoritti 20 ensihoitajaa, mutta vain neljä vastasi koulutuksen jälkeisestä kirjallisen kokeen kysymyksistä yli 80 prosenttia oikein.</p>	<p>Kolmen tunnin didaktinen ja käytännön koulutus sisältäen videoluennon sekä käytännön harjoittelua terveillä vapaaehtoisilla. Harjoittelussa keskityttiin sydämen ultraäänitutkimukseen ja sen kolmeen tyypillisimpään ultraääninäkymään.</p> <p>Osallistujilla ei aiempaa kokemusta ultraäänitutkimuksen toteuttamisesta.</p> <p>Mobisante Mobius SP1, GE Vscan.</p>
<p>11: Schoeneck, Jacob H. – Coughlin, Ryan F. – Baloescu, Cristiana – Cone, David C. – Liu, Rachel B. – Kalam, Sharmin – Medoro, Amanda K. – Medoro, Ian – Joseph, Daniel – Burns, Kevin – Bohrer-Clancy, Jesse I. – Moore, Christopher, L. 2021. Paramedic-performed Prehospital Point-</p>	Ensihoitaja (n=22), yksityinen palveluntuottaja ja kunnallinen pelastuslaitos. Kaupunkiympäristö.	Prospektiivinen havainnoiva tutkimus oikeilla täysi-ikäisillä potilailla, joiden johtava oire oli hengenahdistus (n=65).	Tarkoituksena tutkia ensihoitajien tekemän rintakehän ultraäänitutkimuksen soveltuvuutta ja diagnostista suorituskkyä ensihoidossa, erityisesti B-linjojen tunnistamista sydämen vajaatoiminnan yhteydessä.	Ensihoitajien tekemiä ultraäänilöydöksiä vertailtiin potilaiden kotiutusdiagnoosiin sairaalasta. Molempipuolisten B-linjojen esiintyminen sydämen vajaatoimintadiagnoosin yhteydessä tuotti herkkyudeksi 80 prosenttia, tarkkuudeksi 72 prosenttia. Minkä tahansa B-linjan esiintyessä vastaava herkkyys oli 93 prosenttia ja tarkkuus 50 prosenttia. Ensihoitajien tallentamista ultraäänikuvista 63 prosenttia todettiin laadultaan tulkit-	90 minuutin didaktinen koulutus. Identtinen, yhdeksän kysymyksen monivalintakoe ennen koulutustilaisuutta ja sen jälkeen. Lisäksi 2–3 tunnin käytännön harjoittelu ultraäänitutkimuksen asiantuntijan tai ensihoitolääkärin ohjauksessa oikeilla hengenahdistuksesta kärsivillä potilailla sairaalan päivystyspoliklinikalla. Osallistujien tuli tunnistaa oikein

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
of-care Ultrasound for Patients with Undifferentiated Dyspnea: A Pilot Study. Western Journal of Emergency Medicine, Volume 22, No. 3: May 2021;750–755. Yhdysvallat.				semiskelpoisiksi. Ensihoitajien ja asian- tuntija-arvioitsijoiden näkemysten yhte- nevyys kuvien sisällöstä oli hyvä (Kappa 0.60, 95 % CI 0.36-0.84).	positiiviset tai negatiiviset löy- dökset vähintään kuudella poti- laalla. Suurimmalla osalla osallistujista ei aiempaa kokemusta ultraääni- tutkimuksesta, loppuilla vain muu- tamia tunteja. GE Vscan with Dual Probe.
12: Shaw, Matthew R. – Godzdanker, Iv – Haw- baker, Nicolaus – McManis, Beth G. 2023. Guiding Emergency Treat- ment With Extended Fo- cused Assesment With So- nography in Trauma by Emergency Responders (GET E-FASTER). Air Me- dical Journal 42 (2023):42– 47. Yhdysvallat.	Ensihoitaja (n=37), ambu- lanssi, sairaala- pohjainen ensi- hoito-organisaatio, jolla noin 20 000 hälytystä vuo- dessa (55 häly- tystä / vrk).	Prospektiivinen havaintotutkimus oikeilla täysi-ikäi- sillä potilailla, jotka kärsivät tyl- pistä tai terävästä vammamekanis- mista (n=90).	Tarkoituksena selvittää ensihoi- tajien kykyä tehokkaasti toteut- taa E-FAST-tutkimus ja tulkita löydökset oikein 95 % tavoite- tarkkuudella sekä selvittää pa- rantaako ensihoidossa tehty ai- kainen positiivinen E-FAST-ult- raäänitutkimuksen tulos vaike- asti vammautuneiden potilaiden ennustetta.	Tutkimus osoitti ensihoitajien kykene- vän annetun koulutuksen jälkeen toteut- tamaan E-FAST-ultraäänitutkimuksen ja tulkitsemaan tuloksia oikein. Vaike- asti vammautuneiden potilaiden harvi- naisuuden takia tutkimuksessa ei ha- vaittu E-FAST-tutkimuksen parantavan potilaiden ennustetta. Suuren uskotta- vuusosamäärän takia hoitoressurssien kohdentamista oikein ultraäänitutkimuk- sen perusteella pidetään kuitenkin to- dennäköisenä.	Neljän tunnin didaktinen ja käyt- ännön koulutus ultraäänitutki- mukseen perehtyneen erikois- lääkärin johdolla. Neljän tunnin täydennyskoulutus vuoden ku- luttua ensimmäisestä. Omatoi- minen harjoittelu työvuoron alussa kollegoiden kesken. Osallistujilla ei aiempaa koke- musta ultraäänitutkimuksen to- teuttamisesta. Philips Lumify S4-1.
13: Yates, Jeffrey G. – Baylous, Denise 2022. Air Medical Ultrasound: Look- ing Back to See What We Have Learned for the Fu- ture. Air Medical Journal 41 (2022): 536–541. Yhdys- vallat.	Ensihoitaja (n=ei tiedossa), HEMS-yksikkö. Kaupunki- ja maaseutu- ympäristöä.	Prospektiivinen havainnoiva tutki- mus oikeilla täysi- ikäisillä HEMS-yk- sikön kuljettamilla vammapotilailla (n=174).	Tarkoituksena vertailla ensihoi- tajien tekemien E-FAST-ultraää- nitutkimusten tuloksia sairaalan traumaryhmän toimesta samoille potilaille tehtyihin ultraäänitutki- muksiin.	Ensihoitajat toteuttivat E-FAST-ultraää- nitutkimuksen 58 prosentille (n=101) kohtaamistaan tutkimuksen sisäänotto- kriteerit täyttävistä potilaista. Ensihoi- tajat löysivät E-FAST-tutkimuksessa posi- tiivisia löydöksiä kymmeneltä prosen- tilta potilaista. Sairaalan vertailuryhmän tekemät löydökset olivat yhteneviä 100	Osallistujat olivat suorittaneet edeltävästi ensihoito-organisaat- ionsa ultraäänikoulutuksen, joka koostui kahdeksan tunnin didak- tisesta ja käytännön harjoitte- lusta, neljän tunnin ohjatusta käytännön harjoittelusta sairaa-

Tekijä(t), vuosi, otsikko, lähde ja maa	Osallistujat, ympäristö	Menetelmä, aineisto / otos	Tutkimuksen tarkoitus	Keskeisimmät tulokset	Osallistujille annettu koulutus, aiempi kokemus, käytetty laitteisto
				<p>prosentilla (n=10) näistä potilaista. Sairaalan vertailuryhmä löysi lisäksi positiivisia löydöksiä 2,9 prosentilla (n=3) ensihoitajien negatiivisiksi tulkitsemista potilaista. Ensihoitajat eivät tehneet yhtään väärää positiivista tulkintaa E-FAST-ultraäänitutkimuksista.</p> <p>Yleisimmät positiiviset löydökset olivat vapaa neste vatsaontelon oikealla yläneljänneksellä (RUQ) ja ilmarinta.</p>	<p>laympäristössä ja simulaatiotyyppisestä valvotusta koetilanteesta. Osallistujien osaamista ylläpidettiin vähintään viidellä kuukausittaisella ultraäänitutkimussuorituksella seniorin valvonnassa. (Yates – Baylous 2017.)</p> <p>Butterfly iQ</p>

Käsitteet

Termi	Selitys
Aneurysma	Valtimonpullistuma
Anteriorinen	Edempänä sijaitseva
APP	Advanced care Paramedic Practitioner, tehostetun hoidon ensihoitaja
Askites	Nesteen kertyminen vatsaonteloon
A-linjat	Voimakaskaikuinen pleuralinjan kanssa samansuuntainen linja ultraäänitutkimuksessa
BLUE	Bedside Lung Ultrasound in Emergency
Boolean operaattori	Hakusanojen yhdistämiseen käytettävä komento (AND, OR, NOT)
B-linjat	Pleuralinjasta lähtevä pystysuuntainen komeetanpyrstöartefaktamainen muodostelma ultraäänitutkimuksessa
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease, keuhkohtaumatauti
Diagnoosi	Taudinmääritys
Diagnostiikka	Taudin määrittäminen
Didaktinen	Opetusopillinen, opettavainen
Dikotominen	Kahtiajakautuva, kaksinapainen
Ejektiofraktio	Systolen aikana sydämen kammiosta poistuneen verimäärän osuus diastolen lopussa olleesta veren määrästä
EKG	Elektrokardiografia, sydänfilmi
Ektooppinen	Virhepaikkainen, virhesijaintinen
ELS	Echo in Life Support
Ensihoito	Terveydenhuollon ammattihenkilöiden akuutisti sairastuneille tai vammautuneille potilaille antama kiireellinen sairaalan ulkopuolinen hoito
Ensihoidon kenttäjohtaja	Sairaanhoitopiirin ensihoitopalvelun tilannejohtaja
E-FAST	Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma
FinnHEMS	Valtakunnallisesta lääkärihelikopteritoiminnasta vastaava valtionyhtiö
FoCUS	Focused Cardiac Ultrasound
Hemodynaamiikka	Verenkierron fysikaaliset voimat
HEMS	Helicopter Emergency Medical Services
Hypotensio	Epänormaalin matala verenpaine
ICP	Intensive Care Paramedic, tehostetun hoidon ensihoitaja
Ilmarinta	Ilman tai muun kaaasun päätyminen keuhkopussinonteloon

Termi	Selitys
Implementointi	Menetelmän tai toimintatavan käyttöönotto
Inferiorinen	Alempi, alapuolinen
Interstitiaalinen syndrooma	Keuhkojen välikudoksen sairaustila
Intubaatio	Hengityspotken vieminen henkitorveen
Kanylointi	johtopotken asettaminen esimerkiksi laskimoon lääkkeenantoa tai infuusiota varten
Keuhkoraja	Kohta, jossa terveen ja patologisen keuhkon kuvio vaihtuu ultraäänitutkimuksessa
Komeetanpyrstö-artefakta	Voimakaskaikuinen kohtisuorassa pleuralinjan suhteen näkyvä artefakta ultraäänitutkimuksessa
LUQ	Left Upper Quadrant, vatsan vasen yläneljännes
MEDIC	Terveystieteiden keskuskirjasto Terkon julkaisuviititetietokanta
MeSH	Medical Subject Heading, lääketieteellinen avainsanaluettelo
Paineilmarinta	Tilanne, jossa kaasu päätyy sisäänhengityksen yhteydessä rintaonteloon, mutta ei pääse sieltä pois
Parasternaalinen	Rintalastan viereinen
PAUSE	Prehospital Assessment with Ultrasound for Emergencies
PCC	Population, Concept, Context; Scoping-katsausten kysymyksenasettelun muistisääntö
PEA	Pulseless Electrical Activity, sydämen sähköinen sykkeetön rytmi
PECA	Prehospital Echocardiogram in Cardiac Arrest
PEH	Peruselintoiminnon häiriö
Perikardiaalinen effuusio	Ylimääräisen nesteen kertyminen sydänpussiin
Perikardiosenteesi	Sydänpussipunktio
Perikardium	Sydänpussi
Peritoneaalitila	Vapaa tila vatsaontelossa
PLAX	Parasternal Long Axis. Rintalastan viereinen pitkä ikkuna.
Pleuralehti	Keuhkopussin seinämä, viskeraalinen tai parietaalinen
Pleuraneste	Keuhkopussin nestekertymä
Pneumonia	Keuhkokuume
Posteriorinen	Taaempi, takana sijaitseva
Pleuraliuku	Pleuralinjassa ultraäänitutkimuksen aikana näkyvä ilmiö, jossa viskeraalinen pleuralehti liikkuu hengityksen tahdissa
Rantakuvio	Keuhkojen ultraäänitutkimuksessa näkyvä normaalin keuhkon kuvio

Termi	Selitys
RMWA	Myocardial Regional Wall Motion Abnormality, sydämen seinämän liikkeen poikkeavuus
ROSC	Return of Spontaneous Circulation, spontaanin verenkierron palautuminen
RUQ	Right Upper Quadrant. Vatsan oikea yläneljännes.
Sternum	Rintalasta
Subxiphoidaalinen	Rintalastan alapuolinen
Superiorinen	Ylempi, yläpuolinen
Suprapubinen	Häpyluun yläpuolinen
Sydämen vajaatoiminta	Tila, jossa sydän ei kykene pumppaamaan verta riittävästi eteenpäin tai siihen ei palaa riittävästi verta
Sydäntamponaatio	Sydänpussiin päätyneen nesteen tai ilman aiheuttama sydämen puristuminen
Transtorakaalinen	Rintakehän päältä tehtävä
Troponiini	Lihassoluissa oleva valkuaisaine
TTE	Trans-Thoraic Echocardiography
USGPIVA	Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Access, ultraääniavusteinen suoniytkeyden avaaminen
3RU	Resuscitation Rapid Response Unit Paramedic, tehostetun hoidon yksikön ensihoitaja

(Duodecim Terveyskirjasto 2023, Kielitoimiston sanakirja 2023, Lääketieteen termit 2016, STM 2023, Wagner ym. 2014.)