

Niko Lauhkonen & Janika Peräsola

**KUVANTAMINEN
SAIRAALAN ULKOPUOLISESSA
ENSIHOIDOSSA**
Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö

Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto

Ensihoitajakoulutus

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

| | |
|-----------------|--|
| Tutkintonimike | Ensihoitaja (AMK) |
| Tekijä/Tekijät | Niko Lauhkonen & Janika Peräsola |
| Työn nimi | Kuvantaminen sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa |
| Toimeksiantaja | Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, ensihoidon koulutusohjelma |
| Vuosi | Marraskuu 2020 |
| Sivut | 72 sivua, joista liitteitä 7 sivua |
| Työn ohjaaja(t) | Elisa Marttila |

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön on tilannut Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampuksen ensihoidon koulutusohjelma. Opinnäytetyössä tutkitaan näyttöön perustuvaa tietoa sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa käytetyistä kuvantamismenetelmistä. Tavoitteena on tuottaa tietoa, jota ensihoidon koulutusohjelma voi hyödyntää koulutusohjelman kehittämistyössä. Tutkimuskysymys on: Miten kuvantamistutkimukset soveltuvat sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon?

Tutkimusmenetelmä on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, johon valikoitui mukaan 12 tutkimusta. Niistä yhdeksän on ulkomaisia ja kolme Suomessa tehtyjä tutkimuksia tai korkeamman asteen opinnäytetöitä. Kirjallisuuskatsauksen tulokset on analysoitu teemoittelu-menetelmällä. Tulokset on kuvattu teemojen ja alaluokkien mukaisesti.

Opinnäytetyössä havaitut päätulokset eri tutkimuksista ovat keskenään yhdenmukaisia: Kuvantamismenetelmistä soveltuvat sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon parhaiten ultraääni- ja tietokonetomografiatutkimukset. Potilasryhmistä ensihoidon sairaalaa edeltävistä kuvantamistutkimuksista hyötyvät elvytys-, aivohalvaus- ja traumapotilaat. Tutkimustulokset osoittavat kuvantamisen olevan perusteltua suonyhteyttä avattaessa ja kivunhoidossa. Tutkimustulosten mukaan kuvantaminen sairaalaa edeltävässä ensihoidossa helpottaa ensihoitajien päätöksentekoa hoitonohjauksessa, koska työdiagnoosi tulee määritellyksi tarkemmin kuin ilman kuvantamista.

Ultraäänen käyttö on sairaalaa edeltävässä ensihoidossa mahdollista ultraäänilaitteiden monipuolisten kuvantamismenetelmien, pienen koon ja helppokäyttöisyyden takia. Tietokonetomografian käyttö aivohalvausyksiköissä mahdollistaa potilaan varhaisen hoidon aloituksen, mikä tutkimustulosten valossa selkeästi parantaa aivohalvauspotilaiden hoitoennustetta. Ensihoitajat pystyvät toteuttamaan kohdennettuja ultraäänitutkimuksia ultraäänikoulutuksen käytyään. Heidän kuvantamistaitojensa ylläpito edellyttää kuitenkin aktiivista harjoittelua. Kuvantamistutkimusten vakiinnuttaminen sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon asettaa tarpeen kehittää kuvantamisprotokollia ensihoitajien käyttöön.

Asiasanat: akuuttihoito, ensihoito, kuvantaminen

| | |
|------------------|---|
| Degree | Bachelor of Health Care |
| Author (authors) | Niko Lauhkonen & Janika Peräsola |
| Thesis title | Imaging in pre-hospital emergency care - literature review |
| Commissioned by | South-Eastern Finland University of Applied Science, Paramedic degree program |
| Time | November 2020 |
| Pages | 72 pages, 7 pages of appendices |
| Supervisor | Elisa Marttila |

ABSTACT

The objective of the thesis was to study evidence-based information on imaging methods in pre-hospital emergency care for use in the paramedic degree program. The aim was to present information that paramedic degree program can use to benefit their degree program development work. The research-question is defined as follows: how imaging is suitable for pre-hospital emergency care?

In the thesis a narrative literature review was chosen as the research method. Twelve studies were selected for the literature review of which 9 were re-researches produced abroad and 3 studies of higher-degree theses produced in Finland. The results of the literature review were analyzed using the thematic method. Results were described according to themes and subcategories.

The main results of the thesis are strongly consistent. Results of the research indicates that the imaging is suitable for pre-hospital emergency care for ultrasound and computertomography examinations. In results the patient groups that benefit from pre-hospital imaging in emergency care are resuscitation, stroke and trauma patients. Results show that imaging is justified in opening a vascular connection and in pain management. Results reveal that the importance of imaging in pre-hospital emergency care improves paramedics decision-making through decision of transportation and more precise definition of diagnosis. The conclusions of the research show that use of ultrasound in pre-hospital emergency care is possible due to the versatile ultrasound imaging methods, small size, and ease of use. Conclusions also show that use of computertomography in mobile stroke units was justified by the patient's early initiation of treatment as early treatment in stroke patients significantly improves patient prognosis. According to research the training of paramedics for point-of-care ultrasound examinations was possible due special education of ultrasound examinations. However maintaining paramedics' imaging skills requires active training. The establishment of imaging in pre-hospital emergency care makes it necessary to develop imaging protocols for use by paramedics.

Keywords: pre-hospital, emergency care, imaging

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | KUVANTAMINEN | 7 |
| 2.1 | Kuvantamistutkimukset..... | 10 |
| 2.2 | Kuvantaminen hoitotyössä | 11 |
| 2.2.1 | Sonograaferit | 12 |
| 2.2.2 | Röntgenhoitajat..... | 13 |
| 3 | KUVANTAMINEN SAIRAALAN ULKOPUOLELLA..... | 14 |
| 3.1 | Ultraääni | 14 |
| 3.1.1 | Ultraäänitutkimuksen käsitteitä | 16 |
| 3.1.2 | Ultraäänen käyttö ensihoidossa sairaalan ulkopuolella | 17 |
| 3.1.3 | Ultraäänen käytettävyys ensihoidossa | 20 |
| 3.2 | Tietokonetomografia | 22 |
| 3.2.1 | Tietokonetomografia ambulanssissa | 22 |
| 3.2.2 | Tietokonetomografian käytettävyys ensihoidossa | 24 |
| 3.3 | Röntgenkuvantaminen sairaalan ulkopuolella | 25 |
| 4 | SÄTEILYTURVALLISUUS..... | 26 |
| 4.1 | Säteilyturvallisuus terveydenhuollossa..... | 27 |
| 4.2 | Säteilyannokset kuvantamistutkimuksissa | 27 |
| 4.3 | Laki | 29 |
| 5 | TARCOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYS..... | 29 |
| 6 | KIRJALLISUUSKATSAUS TUTKIMUSMENETELMÄNÄ..... | 30 |
| 6.1 | Aineiston keruu | 31 |
| 6.2 | Teemoittelu analyysimenetelmänä | 32 |
| 7 | KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET | 34 |
| 7.1 | Kuvantamistutkimusten käyttö ensihoidossa | 34 |
| 7.1.1 | Ultraääni | 35 |
| 7.1.2 | Tietokonetomografia | 37 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.2 | Potilasryhmät, jotka hyötyvät kuvantamisesta ensihoidossa | 37 |
| 7.2.1 | Elvytys | 38 |
| 7.2.2 | Aivohalvaus | 39 |
| 7.2.3 | Traumapotilas | 40 |
| 7.3 | Toimenpiteet ensihoidossa | 41 |
| 7.3.1 | Suoniyhteys ja kivunhoito | 41 |
| 7.4 | Päätöksenteko | 42 |
| 7.4.1 | Hoitoonohjaus | 43 |
| 7.4.2 | Työdiagnoosi | 43 |
| 8 | POHDINTA | 44 |
| 8.1 | Ultraääni ensihoidossa | 44 |
| 8.2 | Tietokonetomografia ensihoidossa | 47 |
| 8.3 | Johtopäätökset | 51 |
| 8.4 | Jatkotutkimusehdotukset | 55 |
| 8.5 | Eettisyys ja luotettavuus | 56 |
| | LÄHTEET | 59 |
| | LIITTEET | |

Liite 1. Tutkimustaulukko

Liite 2. Tietokantahakutaulukko

Liite 3. Teemoittelutaulukko

1 JOHDANTO

Terveydenhuollossa kuvantamistutkimukset ovat merkittävä osa potilaan tutkimista, ja niillä tuotetaan tarkkaa tietoa kehon rakenteista ja toiminnasta. Kuvantamisella on tärkeä merkitys myös diagnostiikassa ja hoitojen vaikutusten seurannassa. Niillä saadaan lääkärin päätöksenteon tueksi sellaista lisätietoa, jonka perusteella potilaan hoito voidaan suunnitella yksilöllisesti. Kuvantamista voidaan hyödyntää osana toimenpiteitä ja kudoksetutkimusten ottaminen on mahdollista eräiden kuvantamistutkimusten yhteydessä. Näitä tutkimusmenetelmiä käytetään myös kehon rakenteiden mittauksissa ja rekisteröinneissä. (Terveyskylä 2019a.)

Kuvantamistutkimuksia on tehty lääketieteessä vuodesta 1895 alkaen. Ensimmäisistä röntgentutkimuksista kuvantamismenetelmät ovat kehittyneet valtavasti. Myös diagnostiikan tarkkuus on parantunut merkityksellisesti kuvantamistutkimusten ansiosta, ja ne ovat vähentäneet suurelta osin tutkimusleikkausten tarvetta. (Rubin 2017.) Kehityksen myötä nykyiset kuvantamistutkimukset pystyvät tarjoamaan tietoa kehon kudoksista jopa solutasolla (Bradley 2008, 360). Niiden käytön edut tulevat esiin varhaisen diagnostiikan mahdollisuudessa ja tehokkaan yksilöllisen hoitomenetelmän valinnassa (Rubin 2017).

Yleisimpiä kuvantamistutkimuksia ovat röntgentutkimukset (Terveyskylä 2019c). Säteilyturvakeskuksen tilastojen mukaan Suomessa tehtiin vuonna 2018 kuusi miljoonaa röntgentutkimusta tai -toimenpidettä. Vastaavasti samana vuonna suoritettiin magneetti- ja ultraäänitutkimuksia sekä toimenpiteitä 1,1 miljoonaa kappaletta. Vuonna 2018 tehtiin tietokonetomografiatutkimuksia 28 prosenttia ja kardiokeliatietokonetomografiatutkimuksia 57 prosenttia enemmän kuin vuonna 2015. Myös verisuonten kuvantamistutkimukset ovat kasvussa. Lapsille tehtiin vuonna 2018 röntgentutkimuksia ja -toimenpiteitä 445 000 kappaletta. Lasten osuus kaikista tehdyistä kuvantamistutkimuksista ja kuvantamista hyödyntävistä toimenpiteistä oli 7,5 prosenttia. (STUK 2019d).

Sairaalaa edeltävässä ensihoidossa käytetään nykyisin yhä enemmän sairaanhoidollisia menetelmiä, minkä mahdollistaa hoitomenetelmien nopea kehitys. Ensihoidossa työskentelee aiempaa enemmän ensihoitoon erikoistuneita

lääkäreitä, ja myös ensihoitajilta vaaditaan uudenlaista osaamista. Sairaalassa käytettyjen menetelmien käyttö sairaalaa edeltävässä ensihoidossa edistää potilaan tarkempaa diagnostiikkaa ja parantaa ensihoidossa suoritettavien toimenpiteiden laatua. (Corcoran ym. 2016, 101.) Potilaan hoitolinjauksien ja hoitonohjauksen osuvuutta voidaan merkittävästi lisätä sairaalaa edeltävässä ensihoidossa kuvantamistutkimuksilla, erityisesti ultraäänitutkimuksilla, jolloin saadaan tarkempia työdiagnooseja (El Zahran ym. 2018). Suomessa käytetään kuvantamiseen sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa kohdennettuja ultraäänitutkimuksia. Ne kuuluvat lääkäriyksiköiden toimenpiteisiin ja ultraäänikoulutuksen saaneille kenttäjohtoyksiköille. Karkeasti arvioiden ultraääntä käytetään elvytyksen aikana elottomuuden hoidettavien syiden arviointiin ja PEA:n arviointiin (true-PEA – pseudo-PEA). (Lampinen 2020.)

Opinnäytetyömme on tilannut Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan toimipisteen ensihoidon koulutusohjelma. Sairaalan ulkopuolella kuvantamisella tarkoitetaan tässä tutkielmassa ensihoidossa tapahtuvaa kuvantamista. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia näyttöön perustuvaa tietoa sairaalan ulkopuolisen ensihoidon kuvantamisesta. Tavoitteena on tuottaa tietoa, jota ensihoidon koulutusohjelma voi hyödyntää koulutusohjelman kehittämistyössään. Tutkimuskysymys on määritetty seuraavaan muotoon: Miten kuvantamistutkimukset soveltuvat sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon?

2 KUVANTAMINEN

Radiologia eli lääketieteellinen kuvantaminen sai alkunsa 1895 saksalaisen fyysikan professorin Wilhelm Röntgenin löydettyä röntgensäteilyn. Röntgenkuvantamisessa potilaan läpi suunnattu ionisoiva säteily valottaa potilaan taakse asetetun valoherkän filmin. Kehon anatomiasta saadaan tietoa, kun filmi kehitetään. Filmissä erottuvat kehon eri alueet toisistaan sen mukaan, miten röntgensäteily läpäisee kudoksia niiden tiheyden mukaan. (Rubin 2017.)

1900-luvun alkupuolella havaittiin varjoaineiden käytön hyöty röntgenkuvantamisen yhteydessä. Varjoainetta käytettäessä voidaan saada tarkempi kuva verisuonista ja elimistä. (Rubin 2017.) 1920-luvulla radiologit käyttivät fluoroskopiassa bariumista valmistettua varjoainetta, jota annosteltiin potilaalle

suun kautta tai peräruiskeena. Bariumpohjainen varjoaine kulkee ruoansulatuskanavan läpi ja osoittaa filmissä poikkeavuuksia. Fluoroskopia on edelleen käytössä ja menetelmä on kehittynyt huomattavasti, vaikka tietokonetomografia on korvannut useat fluoroskopiitutkimukset. (Bradley 2008, 349.)

1940-luvulla otettiin käyttöön röntgentomografia, jolla saatiin otettua viipalekuvia kehon kudoksista. Siinä viipalekuva saatiin aikaan kiertämällä putkimaista röntgenlaitetta potilaan ympärillä niin, että säteily saatiin kohdistettua vain tietylle tasolle kehossa. Halutussa kudosteikkessä näkyi tämän tekniikan ansiosta poikkileikkauskuva kehon kudoksista. Nykyisin käytettävät tietokonetomografia- ja magneettikuvantamistekniikat perustuvat tomografiateknologiaan, ja ne ovat korvanneet varsinaisen röntgentomografian. (Bradley 2008, 350.)

1950-luvulla yleistyi radioaktiivisten aineiden käyttö kuvantamisessa kehon patologisten muutosten diagnosoimiseksi. Potilaalle annetaan kuvantamistutkimuksen yhteydessä infuusio, joka sisältää radioaktiivista ainetta. Se kulkeutuu verenkierron mukana verisuonistossa aina elimiin ja kudoksiin saakka. Varjoainekuvauksien avulla saavutetaan tarkka näkyvyys kehon eri kudoksiin, jolloin voidaan erottaa potilaan patologiset ongelmat muita tutkimuksia nopeammin. (Rubin 2017.) Radioaktiiviset ainesosat voidaan yhdistää muiden komponenttien kautta, jolloin saadaan aikaan kohdennettuja kuvantamismenetelmiä (Bradley 2008, 350).

1950-luvun lopulla Tukholman Karoliinisessa Instituutissa kehitettiin Seldinger-tekniikka. Sitä käytettäessä reisivaltimeen asetetaan katetri, jonka läpi voidaan suonensisäisesti uittaa ohut vaijeri kohdesuoneen tai onttoon elimen. Vaijerin avulla voidaan kuvantamistutkimuksen yhteydessä injektoida jodivarjoainetta, jolloin mahdolliset suonitukokset saadaan näkyviin. Seldinger-tekniikka luo perustan angiografialle ja suonitukosten pallolaajennuksille sekä suonien stenttauksille. (Bradley 2008, 350.)

Toisen maailmansodan aikana käytetty kaikuluotainteknologia otettiin 1960-luvulla lääketieteelliseen käyttöön, ja tässä menetelmässä suuritaajuisia ääniaaltoja lähetetään anturista potilaan ihon läpi tutkittavalle kehon alueelle. Anturi tunnistaa takaisin heijastuvat ääniaallot, jotka ultraäänilaitteisto muuntaa

sähköpulsseiksi, ja nämä muodostavat kuvan laitteiston ruudulle. (Rubin 2017.) 1970-luvulla ultraääntä käytettiin yleisesti kliinisissä tutkimuksissa, ja nykyisin sitä käytetään kasvainten luokitteluun, vatsan ja lantion kajoamattomaan kuvantamiseen sekä raskaudenaikaiseen sikiön kuvantamiseen. Ultraäänilaitteet ovat kehittyneet isoista varhaisista koneista nykyisin käytettäviksi mukana kannettaviksi laitteiksi. (Bradley 2008, 351.)

Tietokoneiden mukaantulo paransi kuvantamistutkimusta merkittävästi (Bradley 2008, 351). 1970-luvulla kehitettiin tietokonetomografia. Sitä käytettäessä kehosta otetaan useita viipalekuvia, jotka tietokone yhdistää kolmiulotteiseksi kuvaksi. Tietokonetomografia visualisoi nykyisin tarkasti kehon sisäisiä rakenteita. (Rubin 2017.) 1970-luvun tietokonetomografialaitteita käytettäessä kesti useita tunteja käsitellä kuvatut kudokset, mutta nykyisin käsittelynopeus mitataan millisekunnissa. Tietokonetomografiassa käytetään apuna jodivarjoainetta. (Bradley 2008, 351–352.)

1970-luvulla kehitettiin magneettikuvantaminen, jossa käytetään hyödyksi voimakasta magneettikenttää. Tämä saa kehon solut värähtelemään erilaisilla taajuuksilla, ja tästä värähtelystä tietokone muodostaa kuvan kehon kudoksista. (Rubin 2017.) Alkujaan magneettikuvantamisessa käytettiin nykyistä heikompa magneettikenttää, jolloin kuvanlaatu ei ollut modernien laitteiden tuottaman kaltainen. Kuvantamistutkimuksen kehittyessä ymmärrettiin kuitenkin nopeasti magneettikuvantamisen hyödyt, joita ovat pehmytkudosten korkeampi resoluutio kuvassa sekä se, että potilasta ei altisteta ionisoivalle säteilylle. (Bradley 2008, 352.)

Lääketieteellinen kuvantaminen on kehittynyt valtavasti alkaen 1800-luvun loppupuolen ensimmäisistä röntgenkuvista kohti nykyisiä menetelmiä. Kuvantamistutkimukset ovat selkeästi lisänneet diagnoosien tarkkuutta, mikä on vähentänyt merkittävästi tutkimusleikkausten tarvetta. (Rubin 2017.) Lisäksi nykyisillä kuvantamismenetelmillä voidaan saada tarkkaa tietoa kehon kudoksista solutasolla (Bradley 2008, 360). Kuvantaminen edistää varhaista diagnostiikkaa ja entistä tehokkaampien hoitomenetelmien valintaa (Rubin 2017).

2.1 Kvantamistutkimukset

Yleisimpiä kuvantamistutkimuksia ovat röntgentutkimukset, joita käytettäessä hyödynnetään sinänsä haitalliseksi luokiteltua ionisoivaa säteilyä. Röntgenkuvantaminen soveltuu todella hyvin keuhkojen ja luiden kuvaamiseen, sillä röntgenkuvissa luu- ja keuhkokudos erottuvat selkeästi ympärillä olevista kudoksista. Vastaavasti röntgentutkimus ei toimi hyvin pehmeitä elimiä ja kudoksia tutkittaessa. (Terveyskylä 2019b.)

Tietokonetomografiatutkimuksessa hyödynnetään ionisoivaa röntgensäteilyä. Tällä menetelmällä saadaan viipalekuvia halutusta kehon osasta, ja näin se antaa tarkkaa tietoa kehon eri rakenteista, kuten luunmurtumista, sisäelinvarioista, verenkierron ongelmista, aivohalvauksista ja syöpäkasvaimista. Laskimon kautta annosteltava jodipitoinen varjoaine parantaa joidenkin rakenteiden, kuten verisuoniston, näkyvyyttä tutkimuksessa. Tietokonetomografiatutkimuksia tehtäessä tulee huomioida säteilyturvallisuus sekä jodivarjoaineen käytön riskit, kuten allergiset reaktiot ja munuaisten toiminnan häiriöt. (Terveyskylä 2019e.)

Magneettikuvaus on tarkka kuvantamistutkimus, jota käytettäessä saadaan leikekuvia kehosta. Magneettikuvaus soveltuu poikkeuksellisen hyvin keskushermoston, tuki- ja liikuntaelimistön, vatsan sekä verisuoniston kuvantamiseen. Se ei perustu ionisoivaan säteilyyn, joten tutkimus ei sisällä säteilyaltistusta toisin kuin röntgentutkimus. Magneettitutkimuksissa potilas altistetaan kolmelle erilaiselle magneettikentälle, jotka ovat voimakas staattinen magneettikenttä, hitaasti muuttuva magneettikenttä ja radiotaajuinen magneettikenttä. Metallit häiritsevät kuvanlaatua, ja se saattaa aiheuttaa ympäröivän kudoksen kuumenemista. Metalliesineet voivat myös liikkua kehossa. Vasta-aiheita magneettitutkimukselle ovat sydämentahdistin, defibrilaattori tai infuusiopumppu, koska voimakas magneettikenttä saattaa aiheuttaa häiriöitä kehoon asennetuissa elektronisissa laitteissa. (STUK 2019b.)

Isotooppikuvauksen avulla radioaktiiviset isotoopit yhdistetään lääkeaineisiin, ja näin saadaan aikaan radiolääke. Se voidaan annostella potilaalle suonensisäisesti, kapselina suun kautta tai hengitettävänä aerosolina. Merkkiaineet

kulkeutuvat sokeria hyödyntäviin soluihin, ja isotooppikuvantamislaitte havaitsee radiolääkkeistä syntyvän gammasäteilyn. Isotooppikuvaus soveltuu erityisesti kasvainten tutkimiseen, mutta lisäksi sen avulla tutkitaan luustoa, pehmytkudosta ja verenkiertoelimistöä. (STUK 2020a.)

PET (Positron Emission Tomography) on isotooppitutkimus, josta saadaan spesifistä tietoa kehon toiminnasta, aineenvaihdunnasta ja biologiasta laskimoon annosteltavien säteilyä tuottavien merkkiaineiden avulla. Ne kulkeutuvat sokeria hyödyntäviin soluihin. PET voidaan yhdistää tietokonetomografiakuvaukseen tai magneettikuvauslaitteeseen. Tätä menetelmää käyttämällä saadaan muita menetelmiä tarkempi kokonaiskuva elimistön toiminnasta. PET-TT-kuvasta käytetään usein syöpätautien tutkimiseen ja hoitoon. PET-kuvantamista hyödynnetään infektioiden ja tulehdustilojen diagnostiikassa sekä neurologisissa ja kardiologisissa tutkimuksissa. PET-kuvantamisen tavoite on tuottaa informaatiota taudin alkuperästä, pahanlaatuisuudesta, sijainnista, parhaimmasta näytteenottopaikasta, levinneisyydestä, hoidon tehosta ja taudin mahdollisesta uusiutumisesta sekä hoidon optimoinnista. (Janatuinen ym. 2020; Vaasan keskussairaala 2020.)

Ultraääni on monipuolinen kuvantamismenetelmä, joka soveltuu myös lasten ja raskaana olevien tutkimiseen. Tätä menetelmää käytettäessä ultraääni heijastetaan eri kudosten rajapintoihin, ja kudoksesta riippuen ääniaallot heijastuvat takaisin anturiin tai vaimenevat kudokseen. Kuvattavasta kohteesta takaisin heijastuneista ultraääniaalloista tietokone piirtää kuvan. Ultraääni soveltuu tutkimisen lisäksi myös toimenpiteiden avuksi esimerkiksi kanyloitaessa, solunäytteitä otettaessa sekä poistettaessa nestettä keuhkoista. (Terveyskylä 2019f.)

2.2 Kuvantaminen hoitotyössä

Terveystieteiden tutkimuksessa käytetään erilaisia kuvantamismenetelmiä, joilla voidaan tutkia kehon rakenteita ja toimintaa. Niiden avulla saadaan tarkkaa tietoa kehosta, jolloin niitä voidaan käyttää diagnoosin tekemisessä ja varmistamisessa sekä hoitojen vaikutusten seurannassa. Lääkärin työn kannalta kuvantamistutkimukset antavat potilaasta lisätietoa, jonka perusteella voidaan suunnitella potilaalle yksilöllinen tehokas hoito. Eri kuvantamismenetelmistä tehdään

määrällisesti eniten röntgentutkimuksia esimerkiksi luustosta, keuhkoista ja hampaista. Nykyisin magneettikuvaukset, tietokonetomografiat ja ultraäänitutkimukset kuuluvat keskeisesti potilaan tutkimiseen. Kuvantamista voidaan käyttää hyväksi myös erilaisia toimenpiteitä, kuten pallolaajennuksia, tehtäessä. Kuvantaminen on varsin laaja käsite, johon sisältyy myös mittaamista sekä rekisteröintiä, ja näiden tutkimusten yhteydessä potilaasta voidaan ottaa esimerkiksi kudospäätteitä. Kuvantamistutkimuksiin tarvitaan aina lääkärin tekemä lähete. (Terveyskylä 2019a.)

Kuvantaminen kuuluu pääsääntöisesti radiologeille. Tähän alueeseen erikoistuminen kestää lääkäriopintojen lisäksi kuutisen vuotta, ja erikoistumisopinnot suoritetaan usein seniorilääkäreiden ohjauksessa. Tällöin työskennellään monipuolisesti terveydenhuollon eri organisaatioissa. Radiologian osaamistavoitteisiin kuuluvat laaja säteilysuojelukoulutus sekä radiologisen fysiikan koulutus, ja pätevät radiologit voivat työskennellä sekä perus- että erikoissairaanhoidossa. (Radiologia, erikoislääkäri. Opintopolku. s.a.)

Hoitajat työskentelevät radiologien kanssa. Heidän ja erityisesti kuvantamiseen kouluttautuneiden röntgenhoitajien tehtäviin kuuluvat kuvantamistutkimusten lisäksi potilaan hoitaminen ja ohjaus. Röntgenhoitajat ovat kliinisen radiografian asiantuntijoita, joiden työnkuvassa korostuvat erilaiset kuvantamistutkimukset ja radiologiset toimenpiteet. (Röntgenhoitaja (AMK) Opintopolku. s.a.) Röntgenhoitaja voi käydä myös täydennyskoulutuksen ja erikoistua ultraäänikuvantamiseen, jolloin hän työskentelee itsenäisesti ultraäänikuvantamisen parissa. Tällaista röntgenhoitajaa kutsutaan sonograaferiksi. (Lauerma 2010, 72–73.) Kuvantamisen yhteydessä työskentelevät hoitajat mahdollistavat tutkimusten ja toimenpiteiden sujuvuuden sekä potilaasta huolehtimisen.

2.2.1 Sonograaferit

Sonograaferit ovat ammattikorkeakoulussa täydennyskoulutuksen käyneitä hoitajia, jotka ovat erikoistuneet ultraäänitutkimuksiin. Ennen itsenäisen työskentelynsä aloittamista sonograaferin tulee osoittaa ammattitaitonsa näyttökokeena osastonylilääkärille. Kokeesta hyväksytysti suoritunut sonograaferi saa osastonylilääkäriltä kirjallisen luvan tehtäväsiirron mukaisten ultraäänitutkimusten suorittamiseen. Luvan myöntämisessä täytyy huomioida voimassa

oleva lainsäädäntö. Tehtäväsiirrosta huolimatta sonograaferi ei diagnosoi tai suunnittele potilaan jatkohoitoa vaan näistä asioista päättää aina lääkäri. (Lauerma 2010, 72–73.)

Sonograaferin koulutukseen hakukelpoisilla on oltava sairaanhoitajan, kätilön, terveydenhoitajan tai röntgenhoitajan tutkinto, tai ammattikorkeakoulua vastaavan opintoasteen tutkinto. (OAMK a.s.) Metropoliaassa täydennyskoulutukseen liittyy neljä eri teemaa: 1) Potilasturvallisuus, etiikka ja ergonomia osana kliinisen ultraäänihoidajan työnkuvaa. 2) Ultraäänifysiikka, laiteoppi ja laadunvarmistus. 3) Patofysiologia, anatomia ja elinkohtaiset tutkimukset. 4) Sonograaferin työn kehittäminen omassa työympäristössä. (Metropolia s.a.)

Koulutuksessa suurin osa oppimisesta tapahtuu työssäoppimisen kautta. Osa työssäoppimisesta suoritetaan ohjattuna ja tukena on myös ohjattuja työpaikkoja. Työelämälähtöisyyden vuoksi sonograaferi-opiskelija tarvitsee työpaikan tuen ja nimetyn ohjaajan. Koulutuksessa keskitytään pääsääntöisesti vatsan alueen ja alaraajojen verisuonien ultraäänikuvantamisiin. (Metropolia s.a.)

Suomessa kaikille raskaana oleville naisille tarjotaan mahdollisuutta kahteen maksuttomaan sikiön ultraäänitutkimukseen. Sekä ensimmäisen että toisen raskauden aikaisen sikiön ultraäänitutkimuksen voi suorittaa sonograaferin täydennyskoulutuksen saanut kätilö, mutta riskiraskauden ollessa mahdollinen, voi sikiön ultraäänitutkimuksen suorittaa myös lääkäri. (Terveysylä 2019d.)

2.2.2 Röntgenhoitajat

Röntgenhoitaja on Suomessa Valviran hyväksytysti laillistama ammattihenkilö (Valvira 2020). Röntgenhoitaja on ammatiltaan lähtökohtaisesti hoitaja, jonka toimenkuvaan kuuluu terveyden edistäminen ja ylläpitäminen. Sairauksien ehkäiseminen ja hoito sekä kärsimysten lievittäminen on osa röntgenhoitajan työnkuvaa. Asiantuntijana röntgenhoitaja toimii kuvantamistutkimuksissa sädehoidoissa, ja merkittävä osa ammattiosaamista liittyy säteilyturvallisuuden ja säteilyvalvonnan ympärille. (Suomen röntgenhoitajaliitto ry 2020; Suomen röntgenhoitajaliitto ry 2000.)

Röntgenhoitajan toimenkuvaan kuuluu potilastietojärjestelmän tietojen käsittely. Hän yhdistää potilastietoja kuvantamistutkimuksiin ja hoitotietoihin. Röntgenhoitajalle kuuluu vastuu kuvantamistilanteista ja potilaan ohjauksesta. Hänen keskeisiä työtehtäviään ovat sädehoidon toteutus, kuvien käsittely ja tallentaminen, turvallisuudesta ja laadunvarmistuksesta huolehtiminen sekä lisäksi säteilyannoksien optimoinnin varmistaminen. (Henner 2011.)

3 KUVANTAMINEN SAIRAALAN ULKOPUOLELLA

Sairaanhoidolliset menetelmät kehittyvät nopeasti sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Ensihoidon lääkäreitä työskentelee kentällä yhä enemmän, ja ensihoitajien ammattitaito kehittyy. Perinteiset sairaalassa käytettyjä menetelmiä käytetään sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa potilaan diagnoosin tekemiseen ja ensihoidossa tehtävien toimenpiteiden kehittämiseen. (Corcoran ym. 2016, 101.) Kuvantamistutkimukset, erityisesti ultraäänitutkimukset, edistävät potilaan hoitolinjauksien tekemistä ja hoitoonohjausta sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa, koska ne parantavat työdiagnoosin tarkkuutta (El Zahran ym. 2018).

Riittävien resurssien ja hyvän koulutuksen myötä suuri osa tavallisesti vasta sairaalassa tehtävistä toimenpiteistä voidaan suorittaa jo ensihoidossa ennen potilaan sairaalaan saapumista. Näihin toimenpiteisiin kuuluvat nykyisin ultraäänitutkimukset ja erityisesti aivohalvauspotilaiden hoitoon kehitetyt kuvantamistutkimukset, joita voidaan tehdä tietokonetomografialla varustetuissa ambulansseissa. Lisäksi kuvantamismenetelmät mahdollistavat nopean diagnostiikan hoidettaessa ensihoidon aikakriittisimpiä tehtäviä. Näitä ovat esimerkiksi hengitysteiden komplikaatioiden, suurten verenvuotojen tai jänniteilmarinnan hoitamisen aloitukset. (Lockey 2017.)

3.1 Ultraääni

Ultraäänitutkimuksilla saatu tieto voi parantaa diagnostista tarkkuutta ja siten edistää potilaan hoitoa ja potilasturvallisuutta. Tämä menetelmä voi antaa potilaan tilasta myös sellaista tietoa, jota ei kliinisellä tutkimuksella tunnisteta. Ultraäänen käytön diagnostiset hyödyt on esitetty taulukossa 1 sivulla 15. (Corcoran ym. 2016, 101.) Tämä tutkimusmenetelmä välittää informaatiota

myös potilaan anatomiasta ja kehon toiminnoista (Meenach 2019). Ultraääni-tutkimuksista saatu tieto tarkentaa sairaalaan lähetettävää ennakkoilmoitusta, jolloin siellä pystytään entistä tehokkaammin varautumaan saapuvan potilaan hoitoon erityisesti suunniteltaessa toimenpiteitä (Corcoran ym. 2016, 101). Sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa yksi traumapotilaan hoidon kulmakivistä on nopea kuljetus. Puhutaan käsitteestä ”kultainen tunti”, jonka sisällä traumapotilas tulee saattaa hoidon piiriin. Henkeä pelastavat toimenpiteet kultaisen tunnin aikana parantavat potilaan ennustetta. (El Zahran ym. 2018.)

Ultraäänen käyttö parantaa merkittävästi kliinistä päätöksentekoa traumapotilaiden hoidossa. Sen avulla nopeutetaan ja tarkennetaan diagnostiikkaa henkeä uhkaavien vammojen, kuten jänniteilmarinnan tai piilevän sisäisen verenvuodon, havainnoinnissa. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019) Yhä suurempi osa traumakuolemista tapahtuu ensihoidossa sairaalan ulkopuolella, ja määrää voidaan pienentää ehkäisemällä onnettomuuksia sekä parantamalla potilaan tutkimista ja hoitoa jo onnettomuuspaikalla (Lockey 2017).

Taulukko 1. Ultraäänen käytön diagnostinen hyöty (Corcoran ym. 2016). Taulukko käännetty suomeksi.

| | |
|-------------------------------------|--|
| Suurten verenvuotojen tunnistaminen | Vatsaontelonsisäinen verenvuoto Verenvuoto rintaonteloon Aortan aneurysma |
| Keuhkovamma | Ilmarinta Verenvuoto rintaonteloon Keuhkojen kasaanpainuminen |
| Sydänlihaskaurio | Sydänlihaskaurio Sydänpussin tamponaatio |
| Nestekertymä | Sydämen kammioiden supistuminen ja koko Onttolaskimoiden koko Laskimopaluu |
| Traumaattinen sydänpysähdys | Vatsaontelonsisäinen verenvuoto Hypovolemia Ilmarinta Sydänpussin tamponaatio Nestekertymä |
| Luu-ultraääni | Murtumien tunnistaminen |

Noin joka kolmas traumaperäinen kuolema aiheutuu verenvuodosta, jonka varhainen tunnistaminen erityisesti sisäisen verenvuodon tapauksessa nopeuttaa hoitotoimenpiteitä ja vähentää sairastavuutta ja kuolleisuutta (Corcoran ym. 2016, 102). Loukkaantumisesta hoidon aloittamiseen kulunut aika vaikuttaa traumapotilaan tapauksessa suoraan kustannuksiin lisäämällä komplikaatioiden mahdollisuutta (El Zahran ym. 2018).

Ultraäänitutkimuksen käytöllä vähennetään komplikaatoriskejä ja parannetaan toimenpiteissä onnistumisen todennäköisyyttä (Taulukko 2). Ultraäänitutkimuksia voidaan käyttää turvallisesti sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa pidentämättä merkittävästi potilaskohteessa käytettyä aikaa, ja tutkimusten onnistuminen vastaa sairaalassa tehtyjä tutkimuksia. Ultraäänilaitteista on kehitetty yhä pienempiä sekä käyttäjäystävällisempiä, ja nykyisten ultraäänilaitteiden kuvanlaatu on hyvä. (Corcoran ym. 2016, 101.)

Taulukko 2. Ultraäänen käyttö toimenpiteiden yhteydessä (Corcoran ym. 2016). Taulukko käännetty suomeksi.

| | |
|---|--|
| Suoniyhteyden avaaminen | Reisilaskimon punktio Keskuslaskimon punktio |
| Hermopuudutukset | Reisihermon puudutus |
| Intubaatioputken paikan varmistus trakeassa | Henkitorven kuvantaminen Pleuran liikkeet Pallean liikkeet |
| Kirurgisen hengitystien asettamisessa | Kilpiruston ja krikotyreoideuslihaksen tunnistaminen |

3.1.1 Ultraäänitutkimuksen käsitteitä

FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) on traumapotilaiden hoidossa ensisijainen ultraäänitutkimusmenetelmä. FAST on suunniteltu erityisesti traumapotilaiden hoitoon, ja sen käytön merkitys kasvaa, jos potilaan tila on epävakaa. FASTin avulla voidaan havaita traumapotilaalla mahdollisesti oleva verenvuoto vatsaonteloon tai sydänpussiin. Tavoitteena on siis tunnistaa potilaan kannalta hengenvaarallinen vatsansisäinen verenvuoto tai sydämen tamponaatio. Positiivinen löydös tarkoittaa yleensä sisäistä verenvuotoa

ja auttaa hoitohenkilökuntaa kuljettamaan potilaan nopeasti tämän tarvitsemaan päivystysleikkaukseen. FAST-ultraäänikuvaus ei kuitenkaan sovellu sisäelinten vammojen arvioimiseen, ja jotta haittojen ja hyötyjen suhde olisi paras mahdollinen, saisi toimenpiteen tekemiseen kulua korkeintaan yhden minuutin aika. (Rippey & Royse 2009, 343; Rinta-Kiikka 2016, 791.) FAST-tutkimus ei vaikuta olennaisesti potilaan kuljetusaikaan (El Zahran ym. 2018; Arshad 2018).

eFAST (Extended FAST) sisältää FAST-menetelmän lisäksi kaksi muuta kuvantamistutkimusta: oikean- ja vasemmanpuoleisten, vatsan takaosaisten, nousevan ja laskevan paksusuolen rinnalla olevien peritoneaalisten syvennyksien kuvantamiset (Patel ym. 2015, 125).

pFAST (Prehospital Focused Abdominal Sonography for Trauma) on myös sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa suoritettava ultraäänitutkimus. pFAST-tutkimuksessa tarkastellaan ensisijaisesti vatsaontelon sisäistä nestekuormitusta tai vatsaontelon sisäistä verenvuotoa kuten FAST-tutkimuksissakin. pFAST-tutkimus parantaa ensihoidossa potilaan diagnosoinnin tarkkuutta, hoitolinjauksen valintaa sekä päätöksentekoa hänen kuljetuksestaan sopivaan hoitokeskukseen. pFAST on sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa luotettava ja tarkka työväline traumapotilaan triage-luokittelussa. pFAST-tutkimuksessa mahdollisesti havaittava vatsaontelonsisäinen vuoto tulee varmentaa tietokonetomografialla sairaalassa. (El Zahran ym. 2018.)

POCUS (Point of Care UltraSound) tarkoittaa kohdennettuja ultraäänitutkimuksia. POCUS-menetelmällä on varteenotettava potentiaali potilaan tutkimisessa sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. (Arshad 2018.)

3.1.2 Ultraäänen käyttö ensihoidossa sairaalan ulkopuolella

Rintakehän tylpistä ja lävistävistä vammoista pyritään ultraäänitutkimuksen avulla tunnistamaan vakavat tapaukset. Potilaan rintakehän vamman arvioinnissa ultraääni mahdollistaa nopean diagnosoinnin ja ohjaa ensihoitohenkilöstöä toteuttamaan henkeä pelastavat toimenpiteet. Ultraäänen käyttö parantaa merkittävästi hoitoonohjausta, eli potilaan tilan nopea tunnistaminen edistää

tarvittavien kirurgisten toimenpiteiden suunnittelua sekä vähentää kuolleisuutta ja parantaa neurologisia tuloksia. (El Zahran ym. 2018.)

Elvytyksen aikana voidaan ultraäänitutkimuksen avulla selvittää mahdollista sydänpysähdyksen tai rytmihäiriön syytä, esimerkiksi sydämen tamponaatiota. Jos potilaalla todetaan sydämen tamponaatio, on osaavan ensihoitolääkärin mahdollista hoitaa tilaa heti, mikä parantaa potilaan eloonjäämisen todennäköisyyttä. Ultraäänen käyttö ohjaa ensihoitohenkilöstöä muita menetelmiä tarkemman triage-luokituksen tekemiseen ja johtaa siten valitsemaan nopeimman kuljetuksen lähimpään sellaiseen sairaalaan, jossa on potilaan hoitoon sopiva traumakeskus. (El Zahran ym. 2018.)

Ultraääni antaa potilaan sydäimestä sellaisen näkymän, jonka perusteella elvytystoimintaa voidaan ohjata, joten sen avulla saadaan näyttöä päätöksenteon tueksi (Arshad 2018). Ultraäänellä voidaan havainnoida myös sydänlihaksen toimintaa elvytystilanteissa. PEAssa, eli pulssittomassa rytmissä, sydämessä on sähköistä toimintaa, mutta varsinainen sydänlihas on pysähtynyt. Ultraääntä käyttäen voidaan todentaa, onko kyseessä todellinen PEA, vai onko sydänlihaksessa sellaista toimintaa, jota palpoimalla ei tunneta potilaan valtimoista. Kun sydänlihaksessa on pumppaustoimintaa, on potilaan ennuste parempi kuin ilman sitä. Sydänlihaksen vajaatoiminta ja syvä hypovolemia voidaan havaita ultraäänellä. Ultraäänitutkimuksella voidaan myös helpottaa päätöstä lopettaa tulokseton elvytys. (Meenach 2019.)

Ilmarinnan ja jänniteilmarinnan diagnosoinnissa ultraäänitutkimusta voidaan käyttää ensihoidon apuna jo sairaalaa edeltävissä ympäristöissä. Ultraäänitutkimuksella voidaan havaita ilmarinta ja jänniteilmarinta herkemmin kuin pelkällä potilaan kliinisellä tutkimuksella. Ultraäänitutkimuksen perusteella voidaan välttyä perusteettomilta neulatorakosenteeseiltä ja toisaalta varmentaa neulatorakosenteeseissä neulan oikea paikka. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019.)

Keuhkopöhön, eli keuhkoedeeman, diagnosoinnissa ultraääni antaa luotettavan tarkkuuden, jolloin keuhkoedeema voidaan erottaa kroonisesta keuhkoah-

taumasta. Ultraäänitutkimus on tehokas menetelmä potilaille, jotka ovat hemodynaamiltaan epävakaita, ja ultraäänellä pystytään erottamaan sydänperäisen ja ei-sydänperäisen sokin syyt. On olemassa näyttöä, että ultraäänellä voidaan havaita myös potilaiden massiiviset keuhkoemboliat. (Meenach 2019.)

Ultraäänellä voidaan varmistaa intubaatioputken sijainti henkitorvessa sellaisissa tilanteissa, joissa kapnometrin käyttö ei ole mahdollista. Tällaisia saattaa syntyä esimerkiksi sydänpysähdyksessä, sydämen toiminnan tehon pienessä, akuutissa keuhkoemboliassa, hypotermisellä potilaalla ja hengitysteiden ollessa tukossa. Ultraäänellä voidaan poissulkea ruokatorven intubaatio. Ultraääni soveltuu myös nenämahaletkun oikean paikan varmistamiseen, sillä nenämahaletkun käyttö intuboiduilla potilailla on perusteltua aspiraatorisriskin takia. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019.)

Sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa suoniytteiden avaaminen voi olla haasteellista. Kriittisesti sairaan potilaan neste- ja lääkehoidossa suoniyhteys on erittäin tärkeä, mutta sen avaaminen ei välttämättä onnistu aina helposti. Esimerkiksi nuori ikä, lihavuus, krooniset sairaudet, suonensisäisten huumeiden käyttö ja hypovolemia voivat vaikeuttaa suoniytteiden avaamista. Ultraääniavusteisesti se onnistuu varmemmin, ja menetelmän käyttö vähentää komplikaatioita. (Meenach 2019.)

Kallonsisäistä verenvuotoa voidaan tutkia transkraniaalisella ultraäänellä. Ultraäänitutkimus saattaa antaa viitteitä subaraknoidisesta verenvuodosta, jolloin potilaan tarkempi triage-luokitus jo ensihoidossa mahdollistaa nopean kuljetuksen sellaiseen sairaalaan, jossa on valmius hoitaa kallonsisäistä vuotoa. Tilanne tulee varmentaa tietokonetomografiassa. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019.)

Kenttäolosuhteissa ultraäänellä voidaan tutkia erityisesti pitkiä luunmurtumia, ja sen käytöstä voi olla hyötyä murtuneen luun reponoinnissa. Ultraäänitutkimuksen osoittaessa murtumaa voidaan potilas ohjata päivystykseen, jossa murtumasta voidaan ottaa tarkempi röntgenkuva, ja vastaavasti ultraäänilöydöksen puuttuessa voidaan potilas ohjata kliniseen seurantaan. Ultraääntä on

käytetty lähinnä Yhdysvaltain armeijassa luunmurtumien tutkimisessa. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019.)

Gynekologiset hätätilat, kuten kohdun ulkoinen raskaus tai kohdun repeämä, voidaan tunnistaa ultraäänitutkimuksella jo sairaalan ulkopuolella. Näiden tunnistaminen vaatii kuitenkin tutkimuksen tekijältä asianmukaista jatkokoulutusta. (Meenach 2019.)

3.1.3 Ultraäänen käytettävyys ensihoidossa

On syytä arvioida myös niitä mahdollisia haittoja, joita ultraäänen käyttö sairaalaa edeltävässä ensihoidossa saattaa aiheuttaa. Ultraäänitutkimusten tekeminen ensihoidossa voi lisätä ajan käytön tarvetta potilaskohteessa. On kuitenkin arvioitu, että ultraäänitutkimukset ovat varsin nopeita ja ne voidaan toteuttaa samanaikaisesti muiden toimenpiteiden kanssa, joten ne eivät olennaisesti lisää potilaskohteessa käytettyä aikaa tai hidasta potilaan sairaalaan pääsyä. (Corcoran ym. 2016, 106.)

Sairaalaa edeltävä ympäristö voi asettaa omat haasteensa ultraäänitutkimusten tekemiselle. Tällaisia voivat olla auringonvalo, ulkopuoliset häiriötekijät tai tilan puute. Potilaasta aiheutuvia häirtekijöitä ovat esimerkiksi riittämätön kudosnäkyvyys, lämpötilan vaihtelu, liikeartefaktat, vammat ja kipu. Sairaalan ulkopuoliset häiriöt voivat johtaa jopa väärän työdiagnoosin tekemiseen. Lisäksi ultraäänitutkimuksen tekijän kokeneisuus vaikuttaa olennaisesti diagnostisen tarkkuuden saavuttamiseen. (Corcoran ym. 2016, 106.)

Tunnistettujen riskien myötä koulutuksen ja standardien merkitys korostuu. Ammattilaisia tulee kouluttaa säännöllisesti simulaatioharjoituksin ja noudattaa määriteltyjä, virallisia standardeja ultraäänitutkimuksia tehtäessä. Ultraäänen rutiininomainen käyttö sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa edellyttää tutkimuksille laadittuja protokollia, jotka standardien ohella kehittyvät sitä mukaa, kun ensihoidon kentältä saatu käytännön kokemus lisääntyy. (Corcoran ym. 2016, 106.) Ultraäänitutkimusten teko asettaa haasteita myös ensihoitajille, sillä joitakin menetelmiä käytetään työssä harvoin, joten opittuja taitoja on pidettävä yllä (El Zahran ym. 2018).

Sairaalaa edeltävien ultraäänitutkimusten kehittämistavoitteena voidaan pitää sitä, että pystytään tuottamaan laadultaan sairaalatasoisia kuvantamistutkimuksia, jolloin potilaskohteessa voidaan toteuttaa sairaalaolosuhteita vastaava hoitotaso. Sairaalassa ultraäänitutkimusten käyttö on keskeistä traumapotilaiden hoidossa, ja saman katsotaan nykyisin olevan mahdollista myös sairaalaa edeltävässä ensihoidossa. Kaiken kaikkiaan ultraääni on tehokas työkalu, jonka käyttö jo sairaalaa edeltävässä ensihoidossa edistäisi traumapotilaan hoitoa varhaisen työdiagnoosin tarkkuuden parantuessa. (Corcoran ym. 2016, 106–107; Meenach 2019.) Ultraäänitutkimukset vähentävät myös tarpeettomia kajoavia toimenpiteitä sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa parantamalla erotusdiagnostiikan tarkkuutta (El Zahran ym. 2018).

Vaikka ultraäänen käyttö sairaalaa edeltävässä traumapotilaiden ensihoidossa on useissa valtioissa ollut tuloksellista, hoidon antamisesta ei ole vielä yhteistä hyväksyttyä näkemystä. palveluntarjoajien laadun, kuljetusmenetelmien, triage-luokittelun ja sairaalaan johtavan hoitoonohjauksen määrittely ovat kiistanalaisia kysymyksiä ja edellyttävät jatkotutkimusta, jotta resurssien rajoissa saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri. (Lockley 2017.) FAST-menetelmää käyttäen on sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa kuitenkin todettu hoitoonohjauksessa merkittävä käytännön hyöty. Myös POCUS-menetelmän on todettu olevan arvokas työväline potilaan tutkimisessa kentällä ennen sairaalaan kuljettamista. Ultraäänellä on siis monia klinisiä sovelluksia, jotka soveltuvat ensihoitoon. (Arshad 2018; Meenach 2019.)

Suomessa Eksoten alueen kenttäjohtoyksikössä on tällä hetkellä käytössä kannettava ultraäänilaitteisto, joka kuitenkin on yksikön ainut sairaalan ulkopuolinen kuvantamissovellus. Tiimiin kuuluu myös ensihoitolääkäri. Ultraäänen käytön tulee kentällä olla harkittua ja oikein kohdennettua. Tällöin arvioidaan usein yksinkertaisia asioita: onko sydämessä liikettä, ovatko sydämen lokerot normaalit tai onko potilaalla ilmarinta? Ultraäänellä tutkiminen on hankalaa, jos sen käyttäjä ei tee tutkimuksia tarpeeksi usein, jolloin osaamisen ylläpidosta muodostuu ongelma. Laadunvalvonta on kenttäolosuhteissa mahdollista. Ensihoito- ja akuuttilääkäreillä on hyvät valmiudet käyttää ultraääntä sairaalan ulkopuolisissa kenttäolosuhteissa. Eksoten alueella kenttäjohtajilla

on hyvät valmiudet käyttää ultraääntä. Aiheesta järjestetään teoria- ja ”hands-on”-koulutuksia aika ajoin. (Lampinen 2020.)

3.2 Tietokonetomografia

Aivohalvauksen yhteydessä potilas menettää keskimäärin 1,9 miljoonaa aivosolua minuutissa aivojen hapenpuutteen takia hyytymän estäessä tarvittavan verenkierron. Ensimmäinen haaste on saada ihmiset tunnistamaan aivohalvauksen oireet ja hälyttämään potilaalle nopeasti apua. Toinen haaste on saada potilas kuljetettua mahdollisimman nopeasti hoitoa tarjoavaan sairaalaan. Kaikki sairaalat eivät pysty hoitamaan akuuttia aivohalvausta, joten osa potilaista jää myös ilman hoitoa. (Colino 2019.)

Sairaalaa edeltävässä ensihoidossa tietokonetomografiatutkimuksien hyödyt tulevat esiin erityisesti aivotapahtumia diagnosoitaessa. Ensimmäisinä aivohalvauspotilaan kohtaavat usein ensihoitajat. Potilaskohteessa aivohalvauksen tunnistaminen voi olla haastavaa pelkän oirekuvan, neurologisen statuksen, perusteella. 30–50 % aivohalvausepäilyjen työdiagnooseista osoittautuu sairaalassa virheellisiksi. Siellä aivohalvauksen diagnostiikkaan kuuluu olennaisena osana tietokonetomografiakuvaus, jolla voidaan tarkasti todentaa, onko potilaalla aivotapahtuma ja onko aivohalvaus kallon sisäisen verenvuodon vai trombin aiheuttama. (Lumley ym. 2020.)

3.2.1 Tietokonetomografia ambulanssissa

Aiempaa tehokkaamman aivohalvauspotilaan hoidon tuottamiseksi on kehitetty erityisiä ambulansseja, joiden varustelu kattaa aivohalvauspotilaan diagnostiikan ja hoidon mahdollisuudet. Erityisvarusteltu ambulanssi tunnetaan myös nimellä liikkuva aivohalvausyksikkö. Niissä kuvantaminen, diagnostiikka ja liuotushoito voidaan toteuttaa jo potilaskohteessa. Nykyisten liikkuvien aivohalvausyksiköiden käyttö edellyttää aivohalvauksiin erikoistuneen ammattilaisen, eli lääkärin, läsnäoloa tai toimivaa etäyhteyttä. Liikkuvien aivohalvausyksiköiden henkilöstöön kuuluu usein sairaanhoitaja tai ensihoitaja, tietokonetomografiaan erikoistunut teknikko tai röntgenhoitaja ja ensihoitolääkäri. (Lumley ym. 2020; Colino 2019.)

Liikkuvien aivohalvausyksiköiden tärkein varustus on tietokonetomografialaitteisto. Varusteluun kuuluu myös joidenkin verikokeiden tekoon soveltuva vieritestauslaitteisto, jolla voidaan mitata potilaan tärkeät biomarkerit. Lääkevalikoima on tavanomaista hoitotason ambulanssia kattavampi liuotushoitovalmiuden takia. (Colino 2019.) Lisäksi liikkuvat aivohalvausyksiköt on varustettu teleyhteyksillä, mikä auttaa hoitohenkilökuntaa konsultoimaan sairaalan aivohalvauksiin erikoistuneen lääkärin kanssa. Näin mahdollistetaan myös tietokonetomografian kuvantamistulosten ja tarvittavien seulontatulosten sähköinen siirto sairaalaan, missä aivohalvauksiin erikoistunut lääkäri voi tulkita kuvat ja potilaasta saadut testitulokset ja päättää hoitomuodosta. (Lumley ym. 2020.)

Tarkkaan diagnoosiin tarvittavan laitteiston ja etäyhteydellä saavutetun asiantuntemuksen lisäksi liikkuvien aivohalvausyksiköiden varusteluun kuuluu voimakkaasti hyytymiä liuottava lääke eli plasminogeeniaktivaattori (tPA). Liuotushoito voidaan antaa, kun tiedetään riittävän tarkasti oireiden alkamisajankohta, jolloin toimenpide voidaan aloittaa aikaikkunan rajoissa. Liuotushoito annetaan potilaan laskimoon. Sellaiset potilaat, joilla on hyytymän aiheuttama iskeeminen aivohalvaus, hyötyvät liuotushoidosta merkittävästi. (Colino 2019.)

Jos potilaalla on suuren suonon tukkeuma jossakin aivojen päävaltimoista ja hänelle on annettu liuotushoito liikkuvassa aivohalvausyksikössä, hänet kuljetetaan sairaalassa sellaiseen yksikköön, jossa liuotushoitoa voidaan saumattomasti jatkaa. Näin potilaan hoidossa vältetään aikaviiveitä. (Colino 2019.)

Liuotushoidon aloittaminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa parantaa potilaan ennustetta ja kuntoutusta merkittävästi. Liuotushoidon aloittaminen jo liikkuvassa aivohalvausyksikössä edistää potilaan kuntoutumista ja vähentää työkyvyttömyyttä. Vammautumisen on todettu vähenevän sellaisilla potilailla, jotka pääsevät liuotushoidon piiriin jo kohteessa verrattuna niihin potilaisiin, jotka saavat liuotushoidon vasta sairaalassa. Merkittävin hyöty liikkuvien aivohalvausyksiköiden käytöstä on varhaisen diagnoosin saaminen ja sen mukaisen hoidon nopea aloitus. Saksassa liikkuvien aivohalvausyksiköiden käyttö on vähentänyt oireiden ja liuotushoitoon pääsemisen välistä aikaa yli 50 %:lla. Liikkuvissa aivohalvausyksiköissä kultaisen tunnin aikana annetun liuotus-

hoidon hyöty toteutuu kuusinkertaisesti verrattuna potilaan kuljettamiseen sairaalaan ja vasta siellä annettuun liuotushoitoon. Liikkuvan aivohalvausyksikön hyödyt korostuvat, kun potilaan ja sairaalan väliset matkat ovat pitkiä. (Colino 2019.)

Tietokonetomografiatutkimuksesta voidaan saada selville myös sellainen aivo-verenvuoto, joka on aiheuttanut potilaalle aivohalvauksen. Sen hoitamiseen liikkuvassa aivohalvausyksikössä on omat lääkkeensä, jotka hoitohenkilökunta antaa potilaalle ennen kuljetusta sairaalaan. Aivoverenvuototapauksissa tulee sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa hallita verenvuotoa sen hyytymistekijöitä edistävällä lääkityksellä ja verenpaineen taso tulee optimoida tarvittaessa lääkityksellä. (Colino 2019.)

3.2.2 Tietokonetomografian käytettävyys ensihoidossa

Kuolleisuuden ei ole todettu lisääntyvän käytettäessä liikkuvaa aivohalvausyksikköä, mutta komplikaatoriskin on todettu pienentyvän viidennekseen verrattuna tavanomaiseen aivohalvauspotilaan kuljetukseen sairaalaan ambulanssilla. Aivohalvausyksiköiden toiminta on vielä kehityssvaiheessa, eikä niiden käyttö ole vielä käytännössä vakiintunutta. Aivohalvausyksikön käytöstä saatava hyöty on ennen kaikkea pikaisen liuotushoidon mahdollistaminen niille potilaille, jotka sopivat liuotushoidon piiriin. (Lumley ym. 2020.)

Euroopan neurologian akatemia (The European Academy of Neurology) ja Euroopan aivohalvausjärjestö (European Stroke Organization) eivät tällä hetkellä tue aivohalvauksen sairaalaa edeltävää rutiininomaista hoitoa liikkuvissa aivohalvausyksiköissä. Kuitenkin menetelmän turvallisuuden, toteutettavuuden ja teleyhteyksien käytön on todettu toteutuvan liikkuvissa aivohalvausyksiköissä samalla diagnostisella tarkkuudella kuin sairaalassa. (Lumley ym. 2020.)

Liikkuvan aivohalvausyksikön potentiaali aivohalvauspotilaiden diagnostikassa ja hoidossa on tunnustettu. Aivohalvauksen diagnosointi ja etäyhteyksien käyttö liikkuvissa aivohalvausyksiköissä on turvallista ja toteutettavissa, mutta näyttöä palvelun vaikutuksista aivohalvauspotilaan hoitoon ja palvelun kustannustehokkuuteen tarvitaan enemmän, jotta niitä voidaan ottaa yleisesti

käyttöön. Liikkuvat aivohalvausyksiköt voivat mullistaa akuutin aivohalvauksen hoidon. (Lumley ym. 2020; Colino 2019.)

3.3 Röntgenkuvantaminen sairaalan ulkopuolella

Kuljetettavaa röntgenkuvantamisyksikköä on rutiininomaisesti käytetty useita vuosia sellaisten potilaiden kuvantamiseen, jotka ovat erityisen huonokuntoisia eivätkä pääse sairaalaan kuvattaviksi. Röntgenkuvasuuyksikön on todettu olevan kustannustehokas vaikeasti tavoitettaville potilasryhmille, joita on matala- tai keskituloisissa valtioissa. Se soveltuu myös tuberkuloosin kuvantamiseen. (Toppenberg 2020, 2.)

Hauraat potilaat, kuten hoitokotien asukkaat, voivat kärsiä kognitiivisista vaikeuksista, jos kuvantamistutkimus tehdään sairaalassa vieraassa ympäristössä. Hoidon ja lääkityksen tarve voi kasvaa usean päivän ajaksi. Pitkät kuljetusmatkat ja odotusajat sairaalassa saattavat myös heikentää erityisen hauraiden potilaiden tilaa. Nämä potilaat tarvitsevat sairaalassa seuranta ja hoitoa niin odottaessaan kuvantamistutkimusta, sen aikana kuin myös sen jälkeen, sekä kuljetuksen aikana. Liikkuvan röntgenyksikön käyttö on lisännyt näiden potilasryhmien potilastyytyväisyyttä sekä vähentänyt muun hoitohenkilökunnan resurssien tarvetta, kun hoitohenkilökunnan ei tarvitse järjestää kuljetusta tai lähteä hoitokodin asukkaan saattajaksi sairaalaan. (Toppenberg 2020, 4.)

Nykyisillä siirrettävillä röntgenlaitteilla voidaan saada aikaan tarkka, jopa sairaalatasoinen, kuvanlaatu. Lisäksi liikkuvan röntgentutkimusyksikön myötä yhä useampi potilas pääsee tarvittavan kuvantamistutkimuksen piiriin, mikä tarkoittaa aikaisempaa tehokkaampaa diagnosointia ja hoitoon pääsemistä. (Toppenberg 2020, 2.)

Yleisimpiä liikkuvan röntgenyksikön tekemiä kuvantamistutkimuksia ovat rintakehän, lonkan ja lantion sekä vatsan ja selän kuvantamiset. Potilasryhmää ovat hauraat vanhukset, dementoituneet potilaat, kodittomat, huumeidenkäyttäjät, turvapaikanhakijat ja hoitokotien asukkaat. Kuvantaminen potilaskoh-teessa vähentää myös turhia kuljetuksia ja osaltaan alentaa sairaalan röntgentutkimuskuormitusta. Lisäksi on todettu, että liikkuvan röntgenyksikön toi-

minta on vähentänyt näiden potilaiden kohdalla sairaalassa tehtäviä tietokone-
tomografia- ja ultraäänitutkimuksia. Useat potilaat voivat hauraan tilansa takia
jäädä myös kokonaan hoitamatta ilman liikkuvan röntgenyksikön toimintaa.
(Toppenberg 2020, 4, 10–11.)

4 SÄTEILYTURVALLISUUS

Säteilyn eri muodot ovat luonnollinen osa ihmisen elinkaareissa. On olemassa
ionisoivaa- ja ionisoimatonta säteilyä. Sähkömagneettinen aaltoliike on ionisoi-
matonta aaltoliikettä ja hiukkassäteily on ionisoivaa säteilyä. Sosiaali- ja ter-
veysministeriö (STM) on valtuuttanut Säteilyturvakeskuksen (STUK) valvo-
maan säteilyturvallisuutta terveydenhuollossa, teollisuudessa ja tutkimuk-
sessa. Säteilyturvallisuudesta käytetään monesti nimitystä säteilysuojelu.
(STUK 2019c.)

Säteily muuttaa DNA:ta. Merkittävää ei ole sen lähde, eli se, saako säteilyan-
noksen keinotekoisesti vai luonnon taustasäteilynä esimerkiksi radonsätei-
lystä. Merkittävää on sen sijaan se, saako tietyn säteilyannoksen lyhyen ajan
sisällä vai pitkän ajan kuluessa. Lyhyenkin ajan sisällä saadut suuret sätei-
lyannokset voivat aiheuttaa huomattavasti solutuhoa. Myös syöpäriski lisään-
tyy pienestäkin säteilyannoksesta. Säteilysairaus, paikallinen vamma tai sikiö-
vauriot vaativat usein suuren säteilyannoksen ja syntyvät suhteellisen nope-
asti, jopa vuoden sisällä annoksen saamisesta, verrattuina sellaisiin säteilyn
aiheuttamiin haittoihin ja sairauksiin, jotka ilmenevät usean vuoden kuluessa.
(STUK 2020c.)

STUK on määritellyt kolme keskeistä periaatetta, joilla pyritään takaamaan
mahdollisimman turvallinen ja oikeutettu säteilyn käyttö. Nämä periaatteet
ovat (STUK 2020d):

”Oikeutusperiaate: Säteilyn käytöstä saatavan hyödyn on oltava suu-
rempi kuin siitä aiheutuvan haitan

Optimointiperiaate: Säteilyn käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on pi-
dettävä niin pienenä kuin kohtuudella on mahdollista.

Yksilönsuojaperiaate: Työntekijöiden ja väestön yksilön säteilyaltis-
tus ei saa ylittää vahvistettuja enimmäisarvoja, annosrajoja.”

4.1 Säteilyturvallisuus terveydenhuollossa

Terveydenhuollossa säteilyn käytön tulee olla perusteltua. Säteilyn käyttö on perusteltua potilaan hoidon ja tutkimisen yhteydessä. (STUK s.a.) Sädehoito on yksi syöpäpotilaiden hoitomuodoista. Se on aiheellista, kun solunsalpaaja- tai operatiivinen hoito on vasta-aiheista. Sädehoito voidaan ottaa osaksi potilaan syöpähoitoa pienentämään kasvainta ja etäpesäkkeitä ennen leikkaushoitoa. Se sopii myös syöpäpotilaan oireiden hoitokeinoksi. (Johansson 2018.)

Säteilyn käytössä on harkittava saatavan hyödyn ja aiheutettavien haittojen suhdetta. Hoito on perusteltua, kun saatava hyöty on merkittävämpi kuin aiheutetut haitat. Säteilyä käytetään rintasyöpäseulonnassa eli mammografiassa, ja se on ainoa sallittu säteilyä hyödyntävä seulontamenetelmä. Mammografiaseulonnan avulla saadaan yhä useampi rintasyöpä diagnosoitua varhaisvaiheessa, mikä parantaa tämän naisten yleisimmän syövän varhaisen hoidon aloitusta ja vähentää siten kuolleisuutta. STM arvioi rintasyövän seulonnalla estettävän Suomessa vuosittain noin 50 rintasyöpäkuolemaa. Mammografiassa käytetty säteily kohottaa lievästi rintasyövän riskiä, mutta arvioitu riski on vain yhdestä kahteen rintasyöpäkuolemaa miljoonaa seulottua naista kohden. (STM s.a.)

Henkilökunnalle ionisoivasta säteilystä koituvien annoksien altistumisrajat on määritelty valtioneuvoston asetuksessa (1034/2018). Työntekijä saa altistua viiden vuoden aikana työssä enintään 100 millisievertin (mSv) kokonaisannokselle. Tämä tarkoittaa 20 mSv kokonaisannosta vuodessa. Edellämainitut säteilyannosrajat koskevat säteilyn parissa työskenteleviä ammattilaisia. Säteilyn kanssa työskentelemättömien työntekijöiden saama ionisoiva kokonaissäteilyannos vuodessa ei saa ylittää arvoa 1 mSv. Säteilyturvakeskus valvoo työntekijöiden saamia säteilymääriä. (STUK 2019a.)

4.2 Säteilyannokset kuvantamistutkimuksissa

Taulukossa 3 sivulla 28 kuvataan eri tutkimuksien ja toimenpiteiden ker-
tasäteilyannoksia millisieverteinä (mSv), annosvastaavuutta verrattuna selän
puolelta kuvattuun keuhkokuvaan ja taustasäteilyn annosvastaavuutta altistu-

misaikana. Suurimmat säteilyannokset kertyvät verisuonitutkimuksissa ja radiologisissa toimenpiteissä. Tietokonetomografiaa käytettäessä säteilyannos voi olla suuri, jos kuvaustutkimus vaatii sitä. Pään tietokonetomografia vastaa neljän ja puolen kuukauden taustasäteilyä, kun taas vartalon tietokonetomografia altistaa potilaan sellaiselle säteilylle, joka vastaa kolmen vuoden taustasäteilyä. (STUK 2019e).

Taulukko 3. Röntgentutkimusten säteilyannoksia (STUK 2017)

| Tutkimus | Efektiivinen annos (mSv) | Annosvastavuus PA-keuhkokuvin (kpl) | Annosvastavuus altistumisai- kana taustasäteilylle |
|--|--------------------------|-------------------------------------|---|
| Raaja, esim. polvi | 0,01 | 0,3 | 1 päivä |
| Nenän sivuontelot | 0,03 | 1 | 3 päivää |
| Keuhko (PA-kuva) | 0,03 | 1 | 3 päivää |
| Keuhko (PA- ja LAT-kuva) | 0,07 | 2 | 8 päivää |
| Kallo | 0,1 | 3 | 12 päivää |
| Kaularanka | 0,2 | 7 | 24 päivää |
| Mammografia | 0,2 | 7 | 24 päivää |
| Rintaranka | 0,4 | 13 | 1,5 kuukautta |
| Lantio | 0,3 | 10 | 1 kuukausi |
| Lanneranka | 0,8 | 30 | 3 kuukautta |
| Vatsa (natiivi) | 0,8 | 30 | 3 kuukautta |
| Virtsatie (urografia) | 2,4 | 80 | 9 kuukautta |
| Tietokonetomografiat | | | |
| Pää | 1,2 | 40 | 4,5 kuukautta |
| Keuhkot | 4 | 130 | 16 kuukautta |
| Vatsa | 7 | 230 | 2 vuotta |
| Vartalo | 9 | 300 | 3 vuotta |
| Toimenpideradiologia | | | |
| Sydämen sepelvaltimoiden varjoainetutkimus | 8 | 270 | 2,5 vuotta |
| Sydämen sepelvaltimoiden laajennushoito | 20 | 650 | 6,5 vuotta |

4.3 Laki

Säteilysuojelu on merkittävä osa turvallisen säteilyn käytön varmistamista. ICRP (International Commission on Radiological Protection) on tuottanut kansainväliset toimintaperiaatteet ja suositukset säteilyturvallisuuden takaamiseksi. ICRP:n linjaukset ovat kansainvälisesti hyväksytyjä ja osa Suomen säteilylakia. (STUK 2020d.)

STUK tiedottaa säteilyyn liittyvistä laeista [www-sivustollaan](http://www.stuk.fi) seuraavasti (STUK 2020b):

”Määräykset ionisoivaa säteilyä aiheuttavien säteilylaitteiden ja säteilylähteiden käytöstä ja muusta säteilytoiminnasta on annettu säteilylaissa (859/2018), valtioneuvoston asetuksessa ionisoivasta säteilystä (1034/2018), sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa ionisoivasta säteilystä (1044/2018) ja niiden perusteella annetuissa STUKin määräyksissä. Säteilytoimintaa ja sen turvallisuutta koskevat myös Suomen solmimat säteilyturvallisuusalan kansainväliset sopimukset ja Euroopan yhteisöjen (EY) lainsäädäntö.

Terveystieteiden laitteen ja tarvikkeiden on annettu laki 629/2010, ja sen noudattamista valvoo Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus (Fimea). Fimean tehtävänä on lääkinnällisten laitteiden vaatimustenmukaisuuden valvonta ja turvallisen käytön edistäminen.”

5 TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYS

Opinnäytetyömme on tilannut Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan toimipisteen ensihoidon koulutusohjelma. Sairaalan ulkopuolella kuvantamisella tarkoitetaan tässä tutkielmassa ensihoidossa tapahtuvaa kuvantamista. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia näyttöön perustuvaa tietoa sairaalan ulkopuolisen ensihoidon kuvantamisesta. Tavoitteena on tuottaa tietoa, jota ensihoidon koulutusohjelma voi hyödyntää koulutusohjelman kehittämistyössä. Tutkimuskysymys on määritetty seuraavaan muotoon: Miten kuvantamistutkimukset soveltuvat sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon?

6 KIRJALLISUUSKATSAUS TUTKIMUSMENETELMÄNÄ

Kirjallisuuskatsausta pidetään yleisellä tasolla kapeana tutkimusmenetelmänä, mutta siinä on omia erityispiirteitään, ja käytettävissä olevat metodit ovat monipuolisia (Salminen 2011, 3–6). Menetelmä on viime vuosina kehittynyt monipuoliseksi, ja siksi sitä käytetään yhä enemmän myös hoito- sekä terveystieteellisissä tutkimuksissa (Kangasniemi ym. 2013, 291). Kirjallisuuskatsauksen tavoitteina on jalostaa jo vallitsevaa teoriaa sekä lisätä siihen uutta tietoa. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen avulla pystytään tarkastelemaan teoriaa ja tunnistamaan vallitsevia ongelmia sekä muodostamaan uusia kokonaisuuksia palasista. Kirjallisuuskatsaus mahdollistaa tutkijalle teorian kehittymisen kuvaamisen aiheen historiallisten muutosten kautta. (Salminen 2011, 3–5.)

Kirjallisuuskatsaus voidaan tyypitellä kolmeen eri luokkaan: Ensimmäinen muoto on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jota on kaikista kolmesta käytetty eniten. Toinen muoto on systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja kolmas on meta-analyysi. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus voidaan vielä jakaa kahteen pienempään alaryhmään, narratiiviseen tai integroivaan katsaukseen. (Salminen 2011, 6–7.)

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla tutkija pyrkii löytämään vastauksia omassa aiheessaan vallitseviin kysymyksiin. Tutkittavan ilmiön kohdalla tutkija voi voimistaa, havaita tai haastaa oman aihealueensa aiemmin esitettyjä kysymyksiä sekä nostaa esiin havaittuja ristiriitoja. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen prosessi jaetaan neljään vaiheeseen, jotka valitulle menetelmälle tyypillisesti kulkevat osittain päällekkäin prosessin aikana. Ensimmäinen vaihe on tutkimuskysymyksen muodostaminen. Toisessa vaiheessa valitaan käytettävä aineisto. Kolmannessa vaiheessa rakennetaan kuvailu ja neljännessä vaiheessa arvioidaan tuotettua tulosta. Koko prosessin keskeisin ja tärkein vaihe on valitun tutkimuskysymyksen muotoilu. (Kangasniemi ym. 2013, 291–294.)

Valitsimme näistä kolmesta vaihtoehdosta kuvailevan kirjallisuuskatsauksen. Aloitimme oman opinnäytetyöprosessimme kehittämällä aiheemme itse. Kosimme ajatuskarttaa käyttäen sellaisia hakusanoja, joiden avulla etsimme

eri tietokannoista aiheittamme käsitteleviä aikaisempia tutkimuksia. Ajatuskartta tuki tutkimussuunnitelmamme kehittämistä, ja löytämiemme aikaisempien tutkimusten avulla päätimme laatia yhden täsmällisen tutkimuskysymyksen. Tämän vaiheen jälkeen aloimme kirjoittaa auki löydettyjä tutkimuksia sekä laatia teoriapohjaa työllemme.

6.1 Aineiston keruu

Tietokantahaku tulee suorittaa systemaattisesti. Hakusanojen ja termien määrittäminen ja tarkka rajaaminen luo pohjan tulosten vertailukelpoisuudelle ja luotettavuudelle. Eri hakukoneissa tulee käyttää samaa haun rajausta, jotta saatujen tulosten avulla voidaan vastata tutkimuskysymykseen. Systemaattisesta hakumenettelystä poikettaessa tutkimustulokset ja johtopäätökset voivat vääristyä. Sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittäminen auttaa tutkijaa toteuttamaan systemaattisen tiedonhaun, joka raportoidaan kattavasti, ja prosessi kuvataan avoimesti, jotta kirjallisuushaku on ulkopuolisen toistettavissa. (Stolt ym. 2016, 25–27, 51.)

Keräsimme kirjallisuuskatsauksen aineiston internetissä saatavilla olevien hakukoneiden avulla. Vuosien 2020 ja 2021 Covid19-tilanteen vuoksi olemme suosineet sähköisiä tietokantoja. Tutkimushaku on suoritettu joulukuussa 2020. Hakukoneet olivat EbscoHost, PubMed, Finna ja Theseus. Tehdesämme kirjallisuushakua EbscoHostista ja PubMedista käytimme hakusanoja ”pre-hospital AND imaging”, ”mobile stroke unit OR CT-ambulance”, ”(pre-hospital ultrasound)”, ”mobile x-ray”. Yhdistimme haussa hakusanan ”pre-hospital AND imaging” komennolla ”AND” hakusanoihin ”mobile stroke unit OR CT-ambulance, (pre-hospital ultrasound), mobile x-ray”, jotka erottelimme toisistaan komennolla ”OR”.

Suomenkielisiä hakukoneita käyttäessämme ja hakukoneiden toimiessa hie-man eri tavoin sekä kielen ollessa toinen muotoilimme hakusanat englanninkielisiä vastaaviksi: ”Kuvantami*, ensihoi*, CT, ultraääni”. Lisäsimme hakuun kriteerin ” teknologiaratkaisut”, sillä halusimme kartoittaa, löytyykö sellaista suomenkielistä tutkimusta, jossa teknologiset ratkaisut ja kehitys on otettu

huomioon sairaalan ulkopuolisen ensihoidon kuvantamista käsiteltäessä. Hakanat "kuvantaminen" ja "ensihoido" on katkaistu komennolla "tähti" suomen kielen sijamuotojen ja taivutussääntöjen takia.

Hakujen rajaukset määriteltiin sisäänottokriteerien mukaisesti, ja niitä rajattiin seuraavilla komennolla: "full text", "peer reviewed", "2010–2020", "suomi", "englanti" ja korkeamman asteen opinnäytetyöt. Tutkimustaulukko ja tietokantataulukko ovat tämän työn liitteinä 1 ja 2.

Sisäänottokriteerien avulla pyrimme saamaan Suomesta ja ulkomailta uusinta näyttöön perustuvaa tietoa. Poissulkukriteerit eivät ole sisäänottokriteerien vastakohtia, vaan ne koottiin sisäänottokriteerien joukosta siten, että voidaan eliminoida vanhentunut tutkimustulos ja varmistaa riittävä tutkimuksen laatu.

Taulukko 4. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

| Sisäänottokriteerit | Poissulkukriteerit |
|---|---------------------------|
| Tieteelliset tutkimukset Opinnäytetyöt Lääketieteellinen julkaisu | AMK -opinnäytetyöt |
| Kielet: Suomi, Englanti | |
| Tutkimustieto enintään 10 vuotta vanhaa, 2010 – 2020 | Tutkimustieto vanhentunut |
| Ilmaiset lähteet | |

6.2 Teemoittelu analyysimenetelmänä

Teemoittelu on deduktiivinen ja aineistolähtöinen analysointi- ja tutkimusmenetelmä (Tuomi & Sarajärvi 2018, 80). Teemoittelun tavoitteena on tunnistaa tutkimuksissa esiin nousevat keskeiset ja toistuvat aihepiirit. Teemoittelu mahdollistaa tutkimusten asiasisällön ryhmittelyn ja tiivistämisen pääteemoihin ja näiden teemojen sisäisiin alaluokkiin. Tutkimustulokset voidaan yhdistää aiheen mukaisesti omiin luokkiinsa, vaikka muodolliset ilmaukset eri tutkimuksissa olisivat erilaisia. (Koppa 2016.) Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen vah-

vuutena pidetään tutkijan mahdollisuutta perustellusti keskittää tarkastelu joihinkin erityiskysymyksiin tutkimuskysymyksen mukaisesti (Kangasniemi 2013, 292).

Teemoittelu on yksi käytetyimmistä analyysimenetelmistä, ja sillä saadaan tutkimuksista eroavaisuudet näkyviin, mikä takaa monipuolisen tulosten tarkastelun. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 106.) Jotta saadaan esiin olennaisia ja luotettavia analyysituloksia, tutkijan on pidettävä mielessä, ettei tarkoitus ole referoida kirjallisuutta eikä missään tapauksessa muuttaa kirjallisuuden asiasisältöä (Kangasniemi ym. 2013, 296). Tulosten kannalta merkittävää on kirjallisen aineiston validiteetin, eli pätevyuden, arviointi. Lisäksi tulee arvioida kirjallisuuskatsauksiin valikoitujen tutkimusten merkittävyyttä ja niiden yleistettävyyttä. Edellä mainitut kirjallisuuden arviointimenetelmät vaikuttavat tulosten luotettavuuteen. (Stolt ym. 2016, 30–68.)

Oman tutkimusaineistomme analyysimenetelmäksi teemoittelu sopi hyvin, sillä sen avulla pyritään tuomaan esiin eri tutkimusten väliset vivahte-erot. Aineistoon valitut tutkimukset arvioitiin tutkimuskysymyksen mukaisesti. Teemoittelu on toteutettu kääntämällä aluksi englanninkieliset tutkimukset suomen kielelle ja kirjoittamalla kaikkien tutkimusten aineistot omin sanoin tiivistettyiksi kokonaisuuksiksi. Tutkimuksista kertyi yhteensä 22 sivua aineistoa, ja tämä teksti jaettiin pieniin osiin, joissa jokainen lause tai virke kertoi vain yhdestä asiasta. Lähdeviittaukset pidettiin prosessin jokaisessa vaiheessa mukana, jottei niiden yhdistämisessä omiin tutkimuksiinsa tapahdu sekaannuksia.

Aineistoa läpi käydessämme suunnittelimme teemoittelun tutkimuskysymysten pohjalta ja yhdistimme tekstistä samaa asiaa tarkoittavat kohdat. Teemoittelun avulla muokkasimme alaluokat jakamalla teemojen sisäiset asiat vielä tarkemmin omiin alaluokkiinsa asiayhteyksien mukaisesti. Näin saadusta aineistosta kokosimme taulukon (liite 3), jossa teemat, alaluokat ja alkuperäisilmaukset ovat esillä. Tämän taulukoinnin pohjalta analysoimme ja kirjoitimme auki kirjallisuuskatsauksen tulokset. Nämä on jaettu kappaleisiin siten, että kukin teema muodostaa oman kappaleensa ja alaluokat jakavat kappaleet tarkempiin alakappaleisiin, joissa käsitellään vain alaluokan mukaista aihetta.

Taulukko 5. Ote teemoittelutaulukosta. Tulokset esitetty taulukon mukaisesti luvussa 7. Teemoittelutaulukko löytyy liitteestä 3.

| Teema | Alaluokka |
|---|---------------------------|
| Kuvantamistutkimusten käyttö ensihoidossa | Ultraääni |
| | Tietokonetomografia |
| Potilasryhmät, jotka hyötyvät kuvantamisesta ensihoidossa | Elvytys |
| | Aivohalvaus |
| | Traumapotilas |
| Toimenpiteet ensihoidossa | Suoniyhteys ja kivunhoito |
| Päätöksenteko ensihoidossa | Hoitoonohjaus |
| | Työdiagnoosi |

7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

Kirjallisuuskatsauksen tulokset ovat kirjoitettu teemoittelutaulukon mukaisesti vastaamaan tutkimuskysymykseemme: miten kuvantamistutkimukset soveltuvat sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon?

7.1 Kuvantamistutkimusten käyttö ensihoidossa

Kuvantamistutkimukset eivät kuulu rutiininomaiseen ensihoitoon sairaalan ulkopuolella (Walter ym. 2010). Kuvantamismenetelmistä sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa ovat tavallisimpia ultraäänitutkimukset, joiden käyttö ensihoidossa on mahdollista ultraäänilaitteiden pienen koon, kuvantamistutkimusten nopeuden ja suhteellisen helppouden ansiosta. Lisäksi ultraäänitutkimus on turvallinen, sillä se ei aiheuta käyttäjälleen eikä potilaalle ionisoivaa säteilyä. Se on myös kehoon kajoamaton kuvantamis- ja tutkimusmenetelmä. (Büttner ym. 2018, 2, 9.) Ultraäänen avulla pystytään diagnosoimaan tarkasti monia hengenvaarallisia sairauksia (Rooney ym. 2016). Sairaalan ulkopuolista ultraäänen käyttöä ei ole vielä kaikissa potilasryhmissä tutkittu riittävästi, mutta se näyttäytyy mahdollisena ja potilaan hoitoon myönteisesti vaikuttavana. (Bøtker ym. 2018).

Tietokonetomografian käyttöä sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa on tutkittu aivoverenkiertopotilaan diagnosoinnissa (Ebinger ym. 2013; Sharma ym. 2017; Taskinen 2016; Walter ym. 2010; Walter ym. 2012). Sairaalan ulkopuolinen liuotushoito on seuraava looginen askel, kun tarve lyhentää aivohalvauspotilaan kannalta tärkeää aikaikkunaa otetaan vakavasti (Ebinger ym. 2013). Liikkuvia aivohalvausyksiköitä on kehitetty ja otettu käyttöön joidenkin maiden pelastuslaitoksissa aivohalvauspotilaiden hoitamiseksi (Sharma ym. 2017; Ebinger ym. 2013). Niiden avulla heille on mahdollista tarjota laadukasta etähoitoa, sillä digitaalisen ja teknologisen kehityksen ansiosta pystytään hyödyntämään etäyhteyksiä (Sharma ym. 2017). Teknologinen kehitys mahdollistaa myös tietokonetomografian käytön ensihoidossa, sillä laitteet pystytään kokonsa puolesta asentamaan ambulanssiin ja niiden käyttö on turvallista (Walter ym. 2010).

7.1.1 Ultraääni

Ultraääni on nopea kuvantamistutkimus, ja sitä käyttäen pystytään diagnosimaan tarkasti monia hengenvaarallisia sairauksia: sisäinen vuoto, sydämen tamponaatio, ilmarinta ja aortan aneurysma. Kohdennettuja ultraäänitutkimuksia voidaan tehdä potilailla, joilla on useita sydänperäisiä ongelmia, kuten hengenahdistusta, rintakipuja, tajunnantason laskua, rintakehän traumoja ja sydänpysähdyksiä. (Rooney ym. 2016.)

FAST-skannauksen käyttömahdollisuudet ensihoidossa ovat rajalliset, sillä esimerkiksi tunnistettaessa vapaata vatsaontelonsisäistä nestettä (sisäinen vuoto) ei sitä voida hoitaa ensihoidossa. Siksi on kehitetty PAUSE-protokolla sellaisia tilanteita varten, joissa ensihoidossa voidaan tunnistaa ja toteuttaa henkeä pelastavat välittömät toimenpiteet. (Chin ym. 2013.)

Niitä tilanteita varten, joissa ensihoitajat ovat eri mieltä ultraäänikuvantamisen tuloksista, on kehitetty pisteytysjärjestelmä CUSAS (Cardiac Ultrasound Structural Assessment Scale), jolla ensihoitajat voivat yhdessä tulkita ultraäänileikkeitä. Pisteytyksessä käydään kuvaa läpi muistilistan mukaisesti vastaamalla kuuteen väittämään: sydänlihas ei näkyvässä; sydänlihas näkyvässä; osittainen kammionäkyvyys; useampia osittain näkyviä kammioita (eteinen tai kammio),

joista ainakin yksi on kammio; kokonaisen kammion näkyvyys; useampia kokonaan näkyviä kammioita (eteinen tai kammio), joista ainakin yksi on kammioiden välillä. Mikäli listan neljään kohtaan löytyy myöntävä vastaus, tulkitaan kuvantamistulos riittäväksi näkymäksi sydäimestä. (Rooney ym. 2016.) Saman hyödyn CUSAS-pisteytyksen käytöstä osoitti myös Chin ym. (2013) tutkimus. Tämänkaltaiset menettelytavat voivat edistää ultraäänikuvantamisen onnistumista ja kuvantamistuloksien diagnosoinnin tarkkuutta. (Rooney ym. 2016.)

Kriittisesti sairaan tai vakavasti loukkaantuneen potilaan hoidossa on perusteellinen kliininen tutkiminen elintärkeää. Kuitenkin yleisesti tiedostetaan, että se on melko epätarkkaa verrattuna edistyneisiin kuvantamistutkimuksiin. Ultraäänen käyttö ensihoidon kohdennetuissa tutkimuksissa voi parantaa potilaan kriittisen tilan tunnistamista ja hoidon oikea-aikaista aloitusta, mikä parantaa potilaan selviytymismahdollisuuksia. PAUSE-protokollan arvioidaan tulevaisuudessa osoittautuvan korvaamattomaksi työvälineeksi ensihoidossa, koska se parantaa diagnosoinnin tarkkuutta useissa henkeä uhkaavissa sairauskohdauksissa. On tärkeää tunnistaa ja erottaa välitöntä henkeä uhkaava tila sellaisilla potilailla, joilla patofysiologinen muutos on krooninen eikä sitä ole aiheellista hoitaa sairaalan ulkopuolella ja jolloin tila ei välttämättä edes edellytä kuvantamistutkimuksia kentällä. (Chin ym. 2013.)

Ultraäänitutkimusten on osoitettu olevan hyödyllisiä tutkittaessa ja määriteltäessä potilaan vatsaontelon sisäistä vuotoa, joka vaikuttaa kuljetusta ja välitöntä hoitoa koskeviin kriittisiin päätöksiin. Tämän, kuten minkä tahansa fyysisen löydöksen, diagnostisen testin tai radiologisen tutkimuksen yhteydessä, tulokset tulee aina katsoa osana potilaan kliinistä kuvaa ja tarjoutuvaa oiretta. (Chin ym. 2013.) Transkraniaalinen eli kallon läpäisevä ultraääni on yksinkertainen, kajoamaton sekä edullinen diagnostiikkatyökalu, jolla tutkimus tarvittaessa voidaan uusien moniakkin kertoja potilaskohteessa ja tilarajoitteisissa ympäristöissä, kuten ambulanssissa. Aivoverisuonten tutkiminen kestää keskimäärin 4,3–13,6 minuuttia. Tutkimus voi tarjota hyödyllistä tietoa täydentämään kliinistä arviota. (Antipova ym. 2019.)

7.1.2 Tietokonetomografia

Yhä useammat sairaudet löydetään ajoissa diagnostisten menetelmien kehittyä, ja näin tavoitetaan potilaat aikaisempaa nopeammin myös sattumalöydöksinä. Loogisesti ajateltuna näin pystytään toimimaan myös ensihoidossa, kun välineet työdiagnoosin tekemiseen kehittyvät. Saksassa tehdyssä tutkimuksessa (Walter ym. 2010) pyrittiin selvittämään liikkuvan aivohalvausyksikön käytön merkitystä ensihoidossa ja sitä, miten erotusdiagnoosia käyttäen pystytään erottamaan aivoverenkiertohäiriö- ja aivoinfarktipotilaat toisistaan, jotta liuotushoito saavuttaa sellaiset potilaat, jotka hyötyvät siitä. Liikkuva aivohalvausyksikkö kehiteltiin sellaiseksi, että siellä on CT-kuvantamislaitte, vieritetaislaitteisto, tarvittavat lääkkeet ja sellaiset etäyhteydet, joilla voidaan konsultoida sairaalan asiantuntijoita. Näiden erityisvarusteluiden lisäksi yksikössä on kaikki potilaan hoitoon tarvittavat tavanomaiset ambulanssin varusteet. Aivotapahtumien välitön diagnoosi ja liuotushoidon vasta-aiheiden poissulkeminen mahdollistaa liuotushoidon aloittamisen jo potilaskohteessa. Jos CT-tutkimuksessa havaittiin aivoverenvuoto, voitiin aloittaa verenpaineen tehokas hallinta ja konsultoida hoidosta kirurgia. (Walter ym. 2010.)

Ilman CT-kuvantamista ei voida tietää, onko kyseessä aivoverenvuoto vai aivoinfarkti ja väärin kohdennettu hoito voi olla potilaalle kohtalokas. (Sharma ym. 2017.) Jos aivohalvausta epäillään, CT-kuvantaminen voi poissulkea kallosisäisen verenvuodon. CT-kuvantamisen avulla otetut kuvat lähetetään sähköisesti päivystävälle neuroradiologille. Jos potilaan hyytymistila on normaali ja potilaan sairaushistoria tai lääkitys ei osoita vasta-aiheita, sairaalan ulkopuolista liuotushoitoa käytetään nykyisten ohjeiden mukaisesti. (Ebinger ym. 2013.)

7.2 Potilasryhmät, jotka hyötyvät kuvantamisesta ensihoidossa

Tutkimustulokset osoittavat yhdenmukaisesti joidenkin potilasryhmien hyötävän kuvantamistutkimuksista jo sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Merkittävin hyöty kuvantamistutkimuksista päätöksentein tukena on elvytyspotilaan hoidossa, aivohalvauspotilaan erotusdiagnostiikassa ja traumapotilaan tutkimisessa (Antipovan ym. 2019; Chin ym. 2013; Ebinger ym. 2013; Rooney ym.

2016). Ensihoitajat ovat suorittaneet kohdennettuja ultraäänitutkimuksia sellaisille potilaille, joilla on ollut useita sydänperäisiä ongelmia, kuten hengenahdistusta, rintakipuja, tajunnantason laskua, rintakehän traumoja ja sydänpysähdyksiä. (Rooney ym. 2016.)

7.2.1 Elvytys

Suomessa kenttäjohtajat tekevät ultraäänitutkimuksia osana käytännön työtä, yleisimmin elvytystilanteissa, mutta sen käyttöön johtavia tilanteita on kuitenkin suhteellisen vähän. Ultraäänen käyttöön oli päädytty kahdentoista kuukauden aikana noin neljästä kymmeneen kertaan. (Lampinen & Ulmanen 2019, 47.)

Ultraäänen käyttö sairaalan ulkopuolella on toteuttamiskelpoinen ja luotettava menetelmä arvioitaessa sydänpysähdyksen yhteydessä sydämen mekaanista toimintaa kaksitahoisilla kysymyksillä, kuten ”sydämen toimintaa: kyllä/ei”, mutta sen käyttö voi aiheuttaa turhaan pitkittyneitä taukoja paineluelvytyksen aikana. Ultraäänestä saataisiin hyötyä myös ei-ST-nousu (NSTEMI) sydäninfarktin varhaiseen diagnosointiin potilaille, joilla epäillään akuuttia sepelvaltimotautikohtausta. (Bøtker ym. 2018.) Ultraäänikuvantaminen on tällä hetkellä ainoa keino, jonka avulla voidaan saada kuva sydämen mekaanisesta toiminnasta sydänpysähdyksen ja elvytyksen aikana (Rooney ym. 2016).

Elvytyksen aikaisessa hoidossa voitiin ultraääntä käyttää arvioitaessa sydänlihaksen toimintaa. Ultraäänitutkimus kohdennettiin vastaamaan kysymykseen lyökö sydän vai ei. Kuitenkin ultraäänitutkimus tulee lopettaa, jos se tarpeettomasti keskeyttää paineluelvytyksen. Ultraäänikuvantamista voidaan käyttää potilaskohteen lisäksi myös matkalla sairaalaan. (Rooney ym. 2016.)

Ensihoitajat tunnistivat ultraäänellä sydänlihaksen toiminnan ja pystyivät luotettavasti tunnistamaan myös sen loppumisen sekä näiden tulosten perusteella päättämään potilaalle annettavasta hoidosta. AHA (American Heart Association) suositteleekin nykyisten tutkimusten pohjalta, että ultraäänikuvantamista käytettäisiin päätöksenteon tueksi elvytystilanteissa. Se on tällä hetkellä ainoa keino, jonka avulla voidaan saada kuva sydämen mekaanisesta toiminnasta.

nasta sydänpysähdyksen ja elvytyksen aikana. Ultraäänikuvantaminen ei kuitenkaan ole saanut vielä laajempaa jalansijaa ensihoidon kentässä. (Rooney ym. 2016.) Ultraäänitutkimuksella osoitettu sydänlihaksen pysähtyminen merkitsee huonoa ennustetta (Chin ym. 2013).

7.2.2 Aivohalvaus

Maailmanlaajuisesti aivohalvaus on aikuisilla toiseksi suurin kuolinsyy ja yksi yleisimmistä toimintavajauksia aiheuttavista syistä (Antipovan ym. 2019). Aivohalvausta epäiltäessä CT-kuvantamisella voidaan erottaa kallonsisäinen verenvuoto trombin aiheuttamasta iskemiasta. CT-kuvantamisen avulla otetut kuvat lähetetään sähköisesti päivystävälle neuroradiologille. Jos potilaan hyytymistila on normaali ja potilaan sairaushistoria tai lääkitys ei osoita vastaaiheita, sairaalan ulkopuolista liuotushoitoa käytetään nykyisten ohjeiden mukaisesti. (Ebinger ym. 2013.)

Mekaaninen trombektomia, jota edeltävästi on annettu suonensisäinen liuotushoito, tarjoaa optimaalisen hoidon niille potilaille, joilla on akuutti iskeeminen aivoinfarkti suurten suonitukosten takia. Liuotushoitoa tarjotaan monissa keskussairaaloissa, mutta mekaaninen trombektomia voidaan suorittaa vain aivotapahtumiin erikoistuneissa endovaskulaarikeskuksissa. Aikaisempi endovaskulaarisen reperfuusion aloittaminen liittyy huomattavasti parempaan lopputulokseen. Potilaat, joilla epäillään suurten aivovaltimoiden tukosta, hyötyvät suorasta siirrosta erikoistuneeseen aivoinfarktiyksikköön. (Antipova ym. 2019.)

Liuotushoito on ainoa todistetusti tehokas hoito akuutissa iskeemisessä aivohalvauksessa, mutta sen edut liittyvät vahvasti aikaan. Liuotushoidon teho iskeemisessä aivohalvauksessa vähenee heti oireiden puhkeamisen jälkeen, ja siksi hoidon aloittamisen viivytyksiä on vältettävä. Näitä syntyy kuitenkin sekä ennen sairaalaa että sairaalassa. Ennen sairaalaa vakavin ajallinen haitta on se, että potilas tai läheinen soittaa liian myöhään hätäkeskukseen, ja toinen syntyy potilaan vaikeasta tavoitettavuudesta. Sairaalan sisällä aikaikkunaa pidentävät CT-kuvan ottaminen ja aika oireiden alusta siihen, kun potilas pääsee varsinaisiin kuviin. (Ebinger ym. 2013.)

Liutushoidon aloittaminen liikkuvassa aivohalvausyksikössä onnistui keskimäärin 35 minuutissa hätäkeskuspuhelusta, kun taas perinteisesti ambulanssin kuljetettua potilaan ensin sairaalaan liutushoidon aloittaminen hätäpuhelusta laskettuna kesti keskimäärin 76 minuuttia. Liutushoidon aloittaminen jo ensihoidossa lyhensi siis tätä tärkeää aikaa 41 minuutilla (95 % luottamusväliä 36–48 minuuttia). Berliinissä liikkuvassa aivohalvausyksikössä liutushoidon piiriin saadaan 10,5 % potilaista, kun vastaavasti sairaalassa toteutettavan liutushoidon saa 2–5 % potilaista. (Walter ym. 2010; Walter ym. 2012.)

Neurologisen ennusteen suhteen ei ole havaittavissa eroja aivoinfarktipotilaan liutushoidon aloittamisesta aivohalvausyksikössä verrattuna sairaalassa aloitettuun liutushoittoon, eikä potilasturvallisuuden ole todettu vaarantuvan liikkuvan aivohalvausyksikön toiminnassa (Walter ym. 2012). Ultraäänitutkimusta voidaan mahdollisesti käyttää erotusdiagnostiikan tueksi liikkuvassa aivohalvausyksikössä potilailla, joilla on akuutti aivoinfarkti (Antipovan ym. 2019).

7.2.3 Traumapotilas

Traumapotilaan tutkimisesta on tehty kohdennettuja tutkimuksia, ja vaikuttaa siltä, että sairaalaa edeltävät ultraäänellä tehdyt kuvantamistutkimukset vaikuttavat potilaan hoitoon (Chin ym. 2013; Bøtker ym. 2018). Ultraäänitutkimuksien on osoitettu olevan hyödyllisiä tutkittaessa ja määriteltäessä potilaan vatsaontelon sisäistä vuotoa, jonka havaitseminen vaikuttaa kuljetusta ja välitöntä hoitoa koskeviin kriittisiin päätöksiin (Chin ym. 2013; Antipovan ym. 2019). Vuotopotilas voidaan tunnistaa kentällä, mikä asettaa ensihoitotaktiikan valinnaksi ”load and go”, vaikka sisäistä vuotoa ei kenttäolosuhteissa voidaakaan hoitaa (Antipovan ym. 2019).

Sairaalan ulkopuoliset aikakriittiset potilasryhmät voivat hyötyä parannetusta ensimmäisen tunnin aikana tehdystä varhaisesta diagnostiikasta (Bøtker ym. 2018). Ultraääni on nopea kuvantamistutkimus ja tarkka diagnosoimaan monia hengenvaarallisia sairauksia, joita ovat esimerkiksi sisäinen vuoto, ilmairinta ja aortan aneurysma (Chin ym. 2013; Rooney ym. 2016). PAUSE-protokollan avulla voidaan traumapotilaiden ensihoidossa tunnistaa ja toteuttaa henkeä pelastavat välittömät toimenpiteet (Chin ym. 2013). Suomessa kenttä-

johtajat ja ensihoidon lääkäriyksiköt tekevät kohdennettuja ultraäänitutkimuksia sydämen kuvantamisen lisäksi keuhkoista, vatsasta, aortasta ja lantiosta (Lampinen & Ulmanen 2019).

Ilmarinnan tai sydämen mekaanisen toiminnan arviointi ja todentaminen kliinisesti voi olla vaikeaa. Nykyisin ilmarinta pyritään havaitsemaan sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa auskultoimalla ja tutkimalla kliinisesti, tapahtuuko potilaan hengittäessä paradoksaalisia rintakehänliikkeitä. Ilmarinnan havaitsemiseen ultraääni on erittäin herkkä työväline (herkkyys 98,1 % ja spesifisyys 99,2 %). On myös huomioitava, että melutaso voi haitata merkittävästi auskultointia sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa esimerkiksi julkisissa tiloissa tai liikenneonnettomuuspaikoilla (Chin ym. 2013).

Useissa potilaan henkeä uhkaavissa tilanteissa ultraäänen kohdennettu käyttö ensihoidossa voi parantaa potilaan kriittisen tilan tunnistamista ja hoidon oikea-aikaista aloitusta, mikä parantaa potilaan selviytymismahdollisuuksia. (Chin ym. 2013).

7.3 Toimenpiteet ensihoidossa

Ultraääntä voidaan käyttää hyväksi monissa sairaalan ulkopuolisissa toimenpiteissä, kuten esimerkiksi suoniyhteyden avaamisessa ja puudutuksissa (Büttner ym. 2018, 1–2).

7.3.1 Suoniyhteys ja kivunhoito

Ultraääniavusteisella toimenpiteellä suoniyhteyden avaamisessa tai ääreishermoston puudutuksen suorittamisessa ultraäänen käyttö varmistaa onnistumisen ja helpottaa suonensisäistä hoitoa sekä vähentää merkittävästi potilaan kokemaa kipua hoidon nopean aloittamisen suuren onnistumisprosentin takia. Ultraääniavusteisen kivunhoidon todettiin vähentävän komplikaatioita ja potilaiden hemodynamiikan pysyvän vakaana. (Büttner ym. 2018, 8.)

Kivunhoito osoittautui ultraääniavusteisessa ääreishermostopuudutuksessa helposti toteuttavaksi 80 %:ssa tapauksista ja mahdottomaksi joka viidennellä

potilaalla (20 %), mutta hankalaksi todettuja suorituksia tutkimuksessa ei raportoitu. Sedaation toteuttamisessa vastaavat tulokset olivat: helppoja toteuttaa 22,2 %, hankala toteuttaa 22,2 % ja mahdottomia 55,6 %. Toimenpiteen aikana ultraääniavusteisessa ääreishermoston puudutuksessa yksi potilas kahdeksastatoista (5,6 %) koki kipuja, kun taas verrokkiryhmässä suonensisäisen sedaation toteutuksessa kipua ilmoitti kokevansa seitsemän potilasta kahdestatoista (58,3 %). Keskiarvot kivun tuntemuksissa kivunhoidon aikana olivat ultraääniavusteisen kivunhoidon ryhmässä NRS 0 (Numeric Rating Scale) ja vastaavasti suonensisäisen sedaation saaneessa ryhmässä NRS 6. (Büttner ym. 2018, 6.)

Ultraääniavusteinen kivunhoito myös vähensi tutkimuksen mukaan komplikaatioita. Vaikka nivelen luksaatio ei olisikaan henkeä uhkaava tila, on kuitenkin huomioitava kivunlievityksessä käytettävien sedatiivisten lääkkeiden mahdollisesti aiheuttamat komplikaatiot, kuten hengitysvajaus ja verenpaineiden lasku. Ultraääniavusteisen ääreishermostopuudutuksen myötä potilailla ei havaittu yhtä korkeita sykkeitä kuin verrokkiryhmällä, mikä viittaa vakaampaan hemodynamiikkaan. Sedaation saaneilla myös happisaturaatio oli tilastollisesti huomattavasti alhaisempi (92,5 % SpO₂) kuin ultraääniavusteisen ääreishermostopuudutuksen saaneilla (98,6 % SpO₂). Tutkimuksen mukaan ultraääniavusteisella ääreishermoston puuduttamisella vältyttiin kyseisiltä komplikaatio-rikkailta käytettävien lääkkeiden ja kivunlievityksen onnistumisen ansiosta. Sedatiivien ja keskushermostoon vaikuttavien lääkkeiden käyttö edellyttää myös tarkempaa potilaan monitorointia, ja menetelmät voidaan toteuttaa ensihoidossa onnistuneesti. (Büttner ym. 2018, 5.)

7.4 Päätöksenteko

Ultraäänitutkimukset osoittautuivat tarkoiksi ja edistivät potilaan hoidon päätöksentekoprosessia. Ultraäänikuvantamista voidaan käyttää tukena päätettäessä, jatketaanko elvytystä vai lopetetaanko se. Ultraäänitutkimuksella osoitettu sydänlihaksen pysähtyminen on huonon ennusteen merkki ja tukee päätöstä lopettaa elvytys tuloksettomana. (Chin ym. 2013; Rooney ym. 2016.) Kohdennetut ultraäänitutkimukset voivat ohjata sairaalan ulkopuolisten kiireellisten tapausten ja traumapotilaiden hoitoa tai hoitotoimenpiteistä luopumista esimerkiksi sydänpysähdysten elvytyksessä (Chin ym. 2013).

Moniammatillisen yhteistyön merkitys korostuu potilaan tehokkaassa diagnostiikassa ja hoidon aloituksessa liikkuvissa aivohalvausyksiköissä (Walter ym. 2010). Tällaisen tiimin todettiin olevan tehokas myös resurssien hallinnassa: etäyhteydet ja kuvantamistulosten lähettäminen sähköisesti liikkuvasta aivohalvausyksiköstä sairaalaan säästivät kuluja ja aikaa. Lisäksi kohteessa hoidettua potilasta ei tarvinnut kiirehtiä vietäväksi sairaalaan tietyn aikaikkunan puitteissa. (Walter ym. 2010.)

7.4.1 Hoitoonohjaus

Vakavaoireiset potilaat, joilla epäillään suurien aivovaltimoiden tukosta, hyötyivät suorasta kuljetuksesta sellaiseen sairaalaan, joissa on neurologian erikoisalun riittävää asiantuntemusta. Sitä tarvitaan tarkan diagnoosin varmentamiseksi ja liuotushoidon sekä mekaanisen trombektomian turvallisiksi kohdentamiseksi vain kyseiseen hoitoon soveltuville potilaille. (Antipova ym. 2019.)

Aivotapahtumien välitön diagnoosi ja liuotushoidon vasta-aiheiden poissulkeminen mahdollistavat liuotushoidon aloittamisen jo potilaskohteessa. Jos toisaalta CT-tutkimuksessa havaitaan aivoverenvuoto, voidaan aloittaa verenpaineen tehokas hallinta ja konsultoida hoidosta kirurgia. Liikkuvan aivohalvausyksikön toiminta edistää ensihoidon hoitolinjausten valintaa. (Walter ym. 2010.)

Ultraäänen käytön avulla voidaan saada sellaista tietoa, joka auttaa ensihoitajia potilaan hoitopaikan valinnassa (Chin ym. 2013; Antipova ym. 2019). Se, mitkä tutkimukset loppujen lopuksi voivat tehokkaasti muuttaa potilaan hoitopolkua, vaihtelee paljon sairaalan ulkopuolisen sekä sairaalahoidon paikallisten järjestelyiden mukaan (Bøtker ym, 2018).

7.4.2 Työdiagnoosi

Sairaalan ulkopuoliset aikakriittiset potilasryhmät voivat hyötyä ensimmäisen tunnin aikana parannetusta varhaisesta diagnostiikasta. Näitä ovat sydämenpysähdys-, rintakipu-, aivohalvaus-, hengitysvajaus- ja vaikeat traumapotilaat.

Sairaalan ulkopuolella hyödynnetty ultraääni voi myös muuttaa potilaan hoitopaikan valintaa, mikä voi olla hyödyllistä sekä potilaalle että terveydenhuoltojärjestelmälle. (Bøtker ym. 2018; Chin ym. 2013.)

Tutkittaessa sellaisia potilaita, joilla oli tajunnantason laskua tai sydänpysähdys, pystyivät ensihoitajat sydämen kohdennetulla ultraäänitutkimuksella havaitsemaan, onko sydänlihaksessa toimintaa (Rooney ym. 2016). Aivohalvauspotilaat hyötyvät varhaisesta työdiagnoosista (Walter ym. 2010).

8 POHDINTA

Kirjallisuuskatsauksessa havaittuja tuloksia pohditaan ultraäänen ja tietokone-tomografian näkökulmista. Tässä otamme huomioon teoriakehyksen, ja luvussa ”Johtopäätökset” kerromme kirjallisuuden tarjoamista kehitystarpeista ensihoitajille suunnattavassa kuvantamistutkimuskoulutuksessa. Pohdinnassa ehdotamme jatkotutkimusaiheita sekä arvioimme opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta.

8.1 Ultraääni ensihoidossa

Ultraäänitutkimuksista on tullut ensisijainen kuvantamismenetelmä kriittisesti sairaan potilaan hoidossa laitteiden siirrettävyyden, pienen koon, helppokäyttöisyyden, nopeuden ja edullisen hinnan vuoksi. Ne pystyvät myös antamaan reaaliaikaista tietoa potilaasta ilman minkäänlaista säteilyannosta. Ultraääni on nopea kuvantamistutkimus, jolla voidaan tarkasti diagnosoida monia hengenvaarallisia sairauksia, kuten sisäinen vuoto, sydämen tamponaatio, jänniteilmarinta ja aortan aneurysma. (Rooney ym. 2016). Tämän vahvistaa El Zahranin ym. (2018), Meenachin (2019) ja Arshadin (2018) artikkelien näkemyksiä. Nämä ominaisuudet tekevät ultraäänestä houkuttelevan työkalun sairaalaa edeltävässä ensihoidossa (Rooney ym. 2016). Traumakuolemista merkittävä osa tapahtuu sairaalaa edeltävässä ensihoidossa (Lockey 2017), ja siksi kuvantaminen voi parantaa traumapotilaan ennustetta. Lisäksi Corcoranin ym. (2016) artikkelissa kerrotaan nykyisten ultraäänilaitteiden kyvystä tuottaa laadullisesti sairaalatasoisia tutkimustuloksia myös ensihoidossa.

Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana ultraäänen käyttö on kehittynyt ja tuottanut uusia sovelluksia, joilla voidaan toteuttaa potilaille kohdennettuja tutkimuksia. Näitä on kehitetty antamaan vastauksia erityisesti traumapotilaan tutkimisessa. Yhdeksi ultraäänen käytön hyödyksi kuvataan sen kykyä parantaa diagnostista tarkkuutta potilaan kliinisen tutkimuksen rinnalla (Chin ym. 2013.) Corcoran ym. (2016) artikkelissa todetaan ultraäänen antavan potilaan tilasta sellaista tietoa, jota kliinisellä tutkimisella ei saada. Meenach (2019) kertoo artikkelissaan ultraäänen antavan välitöntä tietoa potilaan anatomiasta ja kehon toiminnoista. Varhaisen työdiagnostiikan hyödyt on tunnistettu Corcoranin ym. (2016), Meenachin (2019) ja Lockeyn (2017) artikkeleissa sekä El Zahranin ym. (2018) teoksessa, jossa tarkennetaan traumapotilaan hoidossa ”kultaisen tunnin” aikana toteutettua tutkimista, varhaisen hoidon aloituksen merkitystä ja nopeaa kuljetusta, jotka parantavat potilaan ennustetta. Ultraääni ohjaa ensihoitoa tekemään tarkemman triage-luokituksen kuin ilman sen käyttöä.

Kriittisesti sairaan tai vakavasti loukkaantuneen potilaan hoidossa elintärkeää on perusteellinen kliininen tutkiminen. Kuitenkin yleisesti tiedostetaan, että se on melko epätarkkaa verrattuna edistyneisiin kuvantamistutkimuksiin. (Chin ym. 2013.) Noin joka kolmas traumaperäinen kuolema aiheutuu verenvuodosta, ja erityisesti sisäisen verenvuodon varhainen tunnistaminen nopeuttaa hoitotoimenpiteitä ja vähentää sairastavuutta ja kuolleisuutta (Corcoran ym. 2016, 102). Traumapotilaalla loukkaantumisesta hoidon aloittamiseen kulunut aika vaikuttaa suoraan kustannuksiin, koska se lisää komplikaatioita (El Zahran ym. 2018). Ultraääntä voidaan käyttää sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa turvallisesti lisäämättä merkittävästi potilaskohteessa käytettyä aikaa tai vaarantamatta potilasturvallisuutta (Corcoran ym. 2016, 101).

Bøtker ym. (2018) totesivat tutkimuksessaan, että monien potilasryhmien hoidossa on edelleen tutkimatta sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käytön mahdollisuudet. Toiminta näyttäytyy mahdollisena ja muuttaa potilaan hoitoa etenkin traumojen sekä hengitysvaikeuksien yhteydessä. El Zahranin ym. (2018) artikkelissa painotetaan ultraäänitutkimusten merkitystä etenkin rintakehän tyyppien ja lävistävien vammojen tutkimisessa, sillä vakavien rintakehän vammojen tunnistaminen ultraäänellä on nopeaa ja ohjaa ensihoitoa toteuttamaan

henkeä pelastavat toimenpiteet. El Zahranin ym. (2018) mukaan nämä toimet parantavat potilaan ennustetta ja vähentävät kuolleisuutta sekä parantavat selviytyvien potilaiden neurologista ennustetta. El Zahranin ym. (2018) väittää tukee Meenachin (2019) artikkeli.

Lampisen ja Ulmasen tutkimuksesta selvisi, että Suomessa ultraäänen käyttöön oli päädytty kahdentoista kuukauden aikana noin neljästä kymmeneen kertaan. Tutkimusmenetelmä synnytti kenttäjohtajissa epävarmuutta, itsevarmuuden puutetta ja osaamattomuuden kokemuksia. Lisäksi pohdittiin ultraäänen oikea-aikaista käyttöä aikakriittisten potilaiden hoidossa. Kaikki nämä tekijät saattoivat siis vaikuttaa siihen, miksi ultraäänen käyttöön päädyttiin Suomessa niin harvoin. (2019, 47.) Lampisen (2020) mukaan ultraääntä kuitenkin käytetään elvytystilanteissa. Sen käytön hyötyjä elvytystilanteissa tukevat Arshadin (2018) ja Meenachin (2019) artikkeleiden näkemykset, joissa kerrotaan ultraäänen käytön merkityksestä tunnistettaessa sydämen mekaanista toimintaa elvytyksen aikana ja päätöksenteon tukena arvioitaessa potilaan selviytymismahdollisuuksia.

Sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käytön henkilökuntakoulutuksessa on myös eettinen kysymys: pitäisikö tutkimukseen otettavat potilaat satunnaistaa vai ei. Tämä voitaisiin ratkaista eettisesti siten, että tutkittaisiin vain joihinkin ryhmiin, esimerkiksi aortan repeämä -potilaisiin, liittyviä tuloksia. Pitäisi ehkä vertailla myös niitä tapauksia, joiden yhteydessä potilaat on voitu ultraäänen käytön ansiosta kuljettaa suoraan erikoistuneisiin sairaaloihin, niihin tapauksiin, joissa potilaat on kuljetettu paikallisiin sairaaloihin tai siirretty jälkikäteen. Tämän-tyyppisiin vertailututkimuksiin liittyy kuitenkin luontaisiin ennakkoluuloihin perustuvia odotuksia. (Bøtker ym. 2018.) Ultraäänitutkimuksesta saatu tieto parantaa kuitenkin sairaalaan annettavaa ennakoilmoitusta, jolloin sairaalassa pystytään tehokkaasti varautumaan saapuvan potilaan hoitoon erityisesti varauduttaessa toimenpiteisiin (Corcoran ym. 2016, 101). Esimerkiksi hemodynaamiikaltaan epävakailta potilailta pystytään ultraääntä hyödyntäen erottamaan sydänperäisen ja ei-sydänperäisen sokin syyt. On myös olemassa näyttöä, että ultraäänellä voidaan havaita potilaiden massiiviset keuhkoemboliat. (Meenach 2019.)

Haastattelussa Eksoten kenttäjohtaja Mika Lampinen kertoo seuraavasti ultraäänien käytön käytännöntasoisista mahdollisuuksista (Lampinen 2020):

”Hoitajatasolla näkisin, että riittävän osaamisen saavuttaminen on haastavaa, muttei mahdotonta. Kiinnostusta ja perehtymistä asiaan se vaatii paljon. Jos ensihoitajille saataisiin riittävät koulutusresurssit, voitaisiin myös ensihoitajia kouluttaa ultraäänien käyttöön. Rajaus tulisi mielestäni vetää, kenttäjohto-, lääkäri- ja VATI-yksikköihin (vaativien tilanteiden yksikkö), eli niihin, jotka hätätilapotilaita kohtaavat päivittäin ja joille soveltuvaa käyttökokemusta myös näin kertyy. Tutkimustietoa, jotka tukevat ensihoitajien suorittamaa ultraääntä on julkaistu. Suurimmille ensihoitajamassoille ultraääni ei sovellu juuri korkean osaamis- ja käyttökokemusvaatimuksensa vuoksi.”

8.2 Tietokonetomografia ensihoidossa

Walter ym. (2012) ovat tutkimuksessaan pyrkineet selvittämään, miten aivoinfarktipotilaan diagnosointi ja hoito liikkuvassa aivohalvausyksikössä eroavat sairaalassa tehdystä diagnosoinnista ja hoidosta. Tutkimuksen mukaan ilman liikkuvan aivohalvausyksikön käyttöä 2–5 % aivoinfarktipotilaista sai liuotushoitoa aikaikkunan rajoissa ja suuri osa potilaista jäi liuotushoidon ulkopuolelle sairaalaan pääsyn viivästymisen vuoksi. Colinon (2019) mukaan potilaat, joilla on hyytymän aiheuttama iskeeminen aivohalvaus, hyötyvät liuotushoidon antamisesta merkittävästi, joten varhainen diagnosointi ja hoidon aloitus jo liikkuvassa aivohalvausyksikössä parantavat selkeästi hoitotulosta. Rubinin (2017) artikkelissa tuodaan lisäksi esiin sellaiset tehokkaat yksilölliset hoitomenetelmät, jotka voidaan toteuttaa liikkuvassa aivohalvausyksikössä. Walterin ym. (2010) tutkimuksen mukaan ”aika on aivoja”.

Aikuisväestössä aivohalvaus on merkittävin krooniseen vammaisuuden syy. Se on yleinen kuolinsyy ja usein se vaikuttaa myös dementian taustalla. Liuotushoidolla voidaan avata tukkeutunut suoni aivoissa. Kun liuotushoito pystytään antamaan potilaalle kolmen tunnin sisällä oireiden alkamisesta, vähentää se huomattavasti aivovammoja ja säästää monilta kuolemilta. (Walter ym. 2010.) Colinon (2019) artikkelin mukaan varhain aloitettu liuotushoito parantaa potilaan ennustetta ja kuntoutusta merkittävästi. Hän osoittaa myös aivohalvausyksikön käytön yhteyden työkyvyn säilymiseen aivohalvauspotilailla. Colinon mukaan liuotushoidon aloittaminen liikkuvassa aivohalvausyksikössä vähentää myös työkyvyttömyyttä. Walterin ym. (2010) tutkimuksessa todetaan,

että aivoinfarktin hoitaminen välittömästi liikkuvassa aivohalvausyksikössä vähentää potilaan aivovammatapahtumia ja niistä aiheutuvaa henkilökohtaista kärsimystä sekä yhteiskunnan kustannuksia. Se myös edistää hoitohenkilökunnan päätöksentekoa hoitolinjausten valinnassa.

Ennen liuotushoidon antamista tulee kuitenkin tehdä neurologinen tutkimus, pään CT-kuvaus ja laboratoriotestit, jotta voidaan poissulkea aivoverenvuoto, aivohalvausta muistuttavat tapahtumat ja muut liuotushoidon vasta-aiheet. Liuotushoidon antaminen riittävän ajoissa sellaisille potilaille, jotka siitä hyötyvät, on vaikeaa toteuttaa rutiinomaisena hoitona. Vain 15–40 % niistä potilaista, jotka hyötyisivät liuotushoidosta, saapuvat sairaalaan riittävän ajoissa. Akuutin aivohalvauspotilaan hoitopolku on suunniteltava uudelleen, jotta heidät voidaan aiempaa nopeammin seuloa ja tarjota tälle potilasryhmälle liuotushoidon hyödyt sen aikarajoissa. (Walter ym. 2010.) Saksassa liikkuvan aivohalvausyksikön toiminnan on todettu vähentävän oireiden ja liuotushoidon aloittamisen välistä aikaa yli 50 %:lla, ja kultaisen tunnin aikana aloitetusta hoidosta saatava hyöty oli kuusinkertainen verrattuna vasta sairaalassa toteutettavaan liuotushoittoon. (Colino 2019.)

Yksi merkittävä hyöty liikkuvan aivohalvausyksikön käytöstä on hoidon mahdollistaminen yhä useammille potilaille. Lisäksi Lumleyn ym. (2020) artikkelissa todetaan liuotushoidon olevan mahdollista jo potilaskohteessa. Liikkuvan aivohalvausyksikön hyödyt korostuvat, kun välimatkat potilaan ja sairaalan välillä ovat pitkiä ja jo potilaskohteessa voidaan toteuttaa CT-kuvantamisen avulla työdiagnoosi (Colino 2019).

Tutkimuksensa johtopäätöksissä Ebinger ym. (2013) toteavat, että sairaalan ulkopuolisella liuotushoidolla voisi pystyä mullistamaan akuutin spesifisen aivoinfarktihoidon. Se on kuitenkin kustannuksia ja resursseja lisäävä tapa hoitaa potilasta. Yleensä "pysy ja pelaa" -periaatteen sijalle valittava "kuormaa ja mene" -periaate on perusteltava kyseisen hätätilan erityispiirteillä. Iskeemisellä aivoinfarktilla on vaadittavia, mutta myös sellaisia erityispiirteitä, jotka edellyttävät näiden välillä kompromissia "hoida ja aja". Teleyhteydet mahdollistavat tietokonetomografian kuvantamistulosten ja tarvittavien seulontatulosten sähköisen siirron sairaalaan. Siellä aivohalvauksiin erikoistunut lääkäri voi

tulkita kuvat ja potilaasta saadut testitulokset sekä päättää hoitomuodosta. (Lumley ym. 2020.) Liuotushoitopotilaan hoitoa voidaan saumattomasti jatkaa sairaalaan päästyä ja potilaan hoidossa välttytään aikaviiveiltä (Colino 2019).

Walterin ym. (2010) tutkimuksen mukaan hätäkeskuspuhelusta liuotushoidon aloittamiseen kului keskimäärin 35 minuuttia ja kliiniset tulokset olivat lupaavia. Lumleyn ym. (2020) tutkimuksessa todetaan, että aivohalvauksyksikön synnyttämä hyöty on pikaisen liuotushoidon nopea mahdollistaminen niille potilaille, jotka sopivat liuotushoidon piiriin. Kallonsisäinen verenvuoto voidaan todeta transkraniaalisella ultraäänellä. Tämä tutkimus saattaa antaa viitteitä subaraknoidisesta verenvuodosta, jolloin potilaan entistä tarkempi triage-luokitus ensihoidossa johtaa nopeaan kuljetukseen sellaiseen sairaalaan, jossa on valmius hoitaa kallonsisäistä vuotoa. Löydös tulee varmentaa tietokonetomografiassa. (El Zahran ym. 2018; Meenach 2019.)

Taskinen (2016, 66–67) tuo johtopäätöksissään esille, että HYKS:n alueella liikkuva aivohalvauksyksikkö saattaisi tavoittaa nopeasti jopa 96 % HYKS-alueen asukkaista. Noin 20 minuutin hälytysajoviiveellä liikkuva aivohalvauksyksikkö saavuttaisi 40 % HYKS:n maantieteellisestä alueesta. Turvallisuuden, toteutettavuuden ja teleyhteyksien käytön on todettu toteutuvan liikkuvissa aivohalvauksyksiköissä samalla diagnostisella tarkkuudella kuin sairaalassa (Lumley ym. 2020).

HYKS:n alueella liikkuvan aivohalvauksyksikön lähettäminen mahdollisten aivohalvauksipotilaiden luokse tarkoittaisi käytännössä vähintään muutamalla minuutilla mutta jopa muutamalla kymmenellä minuutilla lyhenevään aikaviiveeseen liuotushoidon aloituksessa. Lopulliseen lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä olisivat myös vuorokauden aika ja potilaan sijainti. (Taskinen 2016.) Aivohalvauksen yhteydessä potilas menettää keskimäärin 1,9 miljoonaa aivosolua minuuttissa aivojen hapen puutteen takia hyytymän estäessä tarvittavan verenkierroksen. (Colino 2019.)

Walterin ym. (2010) tutkimuksen alustava raportti osoittaa ensimmäistä kertaa, että ohjeistusta noudattaen ja kohdennettuja kuvantamistutkimuksia käyttäen aivohalvauksen hoitoa voidaan kliinisesti toteuttaa ensihoitotilanteessa

sairaalan ulkopuolella. Ensihoitajat kohtaavat usein ensimmäisinä aivohalvauspotilaan, ja kohteessa aivohalvauksen tunnistaminen voi olla haastavaa pelkän oirekuvan, neurologisen statuksen, perusteella. Siksi 30–50 % aivohalvausepäilyistä osoittautuu sairaalassa virheelliseksi työdiagnoosiksi. Kuolleisuuden ei ole todettu lisääntyvän käytettäessä liikkuvaa aivohalvausyksikköä, mutta komplikaatioriskin on todettu vähenevän viidennekseen verrattuna tavanomaiseen aivohalvauspotilaan kuljetukseen ambulanssilla sairaalaan. (Lumley ym. 2020.)

Aivohalvauksen diagnosointi ja etäyhteyksien käyttö liikkuvissa aivohalvausyksiköissä on turvallista ja hyvin toteutettavissa, mutta näyttöä palvelun vaikutuksista aivohalvauspotilaan hoitoon ja sen kustannustehokkuuteen tarvitaan enemmän, jotta aivohalvausyksiköitä voidaan ottaa yleisesti käyttöön. Liikkuvat aivohalvausyksiköt voivat mullistaa akuutin aivohalvauksen hoidon. (Lumley ym. 2020; Colino 2019.)

Liikkuvan aivohalvausyksikön käyttöönotto Suomessa on moniulotteinen hanke, jossa korostuvat riittävät henkilöstöresurssit ja tarvittavien asiantuntijoiden käyttö osana hankkeen onnistumista (Taskinen 2016). Nykyiset liikkuvat aivohalvausyksiköt edellyttävät aivohalvauksiin erikoistuneen ammattilaisen, lääkärin, läsnäoloa tai toimivaa etäyhteyttä. Liikkuvien aivohalvausyksiköiden henkilöstöön kuuluu usein sairaanhoitaja tai ensihoitaja, tietokonetomografi-
aan erikoistunut teknikko tai röntgenhoitaja ja ensihoitolääkäri. (Lumley ym. 2020; Colino 2019.) Ervastin ym. (2019) mukaan on vain ajan kysymys, milloin liikkuvat kuvantamisautot tulevat käyttöön Suomessa. Jotta voidaan todistaa aivohalvauspotilaiden liikkuvista aivohalvausyksiköistä saama todellinen hyöty, tarvitaan kuitenkin riittävän tehokas ja laaja tutkimus aiheesta (Ebinger ym. 2013). Tutkimustulosten yhdenmukaistamiseksi tulee kehittää diagnosiprotokolla ja -kriteerit (Antipovan ym. 2019).

Taskinen (2016, 64) arvioi opinnäytetyössään liikkuvan aivohalvausyksikön arvonlisättömäksi hankintahinnaksi 733 000 euroa, ja vuosittaiset ylläpitokustannukset nousevat 895 000 euroon. Kalliin hankintahintansa ja vuosittaisten korkeiden ylläpitokustannusten takia liikkuvan aivohalvausyksikön toiminta on kansainvälisesti herättänyt kritiikkiä sekä puolesta että vastaan. Taskisen

(2016, 64) opinnäytetyössä tuodaan esille, että liikkuvan aivohalvausyksikön avulla saavutettu lyhyempi aikaviive liuotushoidon aloituksessa vähentää selkeästi kuluja. Aikaisempaa lyhyemmällä aikaviiveellä saavutettavat potilaat muodostuvat kokonaiskustannuksiltaan yhteiskunnalle halvemmiksi. Yksilötasolla aikainen liuotushoito takaa loppuelämän paremman laadun ja hoidon. Myös kuntoutuksen tarve pienenee, ja potilaalle aiheutuvat aivohalvauksen jälkeiset haitat ovat vähäisempiä. (Taskinen 2016, 64.)

Neurologian erikoislääkäri Meretoja (2012) toteaa, että Suomessa käytetään vuosittain 1,1 miljardia euroa aivohalvauspotilaiden hoitoon, mikä kattaa 7 % Suomen terveydenhuollon kokonaiskuluista. Kohtauskuolleisuus on puolittunut 1970-luvulta, mutta edelleen joka viides potilas kuolee kolmen kuukauden sisällä aivohalvauksen saamisesta. Sharma ym. (2017) arvioivat liikkuvan aivohalvausyksikön korkeiden kustannusten kompensoituvan niillä potilaan selviytymisen kannalta toteutuvilla hyödyillä, jotka saadaan liuotushoidon nopealla aloituksella. Erityisen tärkeää on myös se, että radiologi voi etäyhteyksin tulkita usean liikkuvan aivohalvausyksikön potilaiden CT-kuvia ja näin tavoittaa nopeammin ja useampia hoidettavia aivoinfarktipotilaita. Walterin ym. (2010) tutkimuksessa arvioitiin myös kustannusten vähenemisen jakautuvan aikaisen hoidon aloittamisen myötä jopa tuleville vuosikymmenille.

8.3 Johtopäätökset

Ei tiedetä varmaksi, kuinka paljon sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käyttö vaikuttaa potilaan ennusteeseen. Ensihoidossa sairaalan ulkopuolella traumapotilaan hoidon kulmakiviä on nopea kuljetus. Henkeä pelastavat toimenpiteet kultaisen tunnin aikana tarkoittavat myös parempaa ennustetta potilaalle. Kuvantamistutkimukset, erityisesti ultraäänitutkimukset, parantavat sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa potilaan hoitolinjauksia ja hoitoonohjausta edistämällä työdiagnoosin tarkkuutta (El Zahran ym. 2018). Kiireellisissä ensihoitotilanteissa ultraäänen käyttö voi ratkaisevasti vähentää sairastavuutta, kuolleisuutta ja resursseja (Rooney ym. 2016). Ensihoidossa käytetyt kohdennetut ultraäänitutkimukset voivat edistää potilaan kriittisen tilan tunnistamista ja hoidon oikea-aikaista aloitusta, mikä parantaa potilaan selviytymismahdollisuuksia (Chin ym. 2013).

Edistyneiden kuvantamistaitojen saavuttamiseksi tarvitaan systemaattista koulutusohjelmaa. Ultraäänen käyttäminen tuo lisäarvoa työdiagnoosin tekemiseen erityisesti sellaisissa tilanteissa, joissa lähimpään sairaalaan on pitkä matka. (Bøtker ym. 2018.) Koulutukseen tulee kuulua teoriaa, anatomian opintoja, ultraäänilaitteiston käytön opastusta, opetettavien kuvantamistutkimusten ”hands-on” -koulutusta sekä case-harjoituksia (Lampinen & Ulmanen 2019; Bøtker ym. 2018). Rooney ym. (2016) mukaan koulutukseen tulee laitteiston hallinnan lisäksi sisältyä ultraäänen fysiikkaa, kuvan tuottamista ultraäänellä ja ultraäänikuvien tulkintaa. Tutkimuksessaan Bøtker ym. (2018) toteavat, että asiantuntijuuden saavuttamiseksi vaaditaan useita toistoja simulaatioharjoituksissa.

Koulutuksen tulee olla riittävän laaja ja pitkä. Ultraäänikuvantamisen opetusta voidaan kohdentaa ja antaa joitakin ultraäänitutkimuksia soveltavaa koulutusta juuri ensihoidon tarpeita vastaavasti. Rooney ym. (2016) tutkimuksessa todetaan, että jo kymmenen tunnin koulutuksen pohjalta ensihoitajat saavat riittävät taidot keuhkojen ultraäänitutkimuksen onnistuneeseen suorittamiseen ja diagnostiseen tarkkuuteen. Ultraäänitutkimuksista saatu tieto parantaa sairaalaan annettavaa ennakoilmoitusta, jolloin sairaalassa pystytään tehokkaammin varautumaan saapuvan potilaan hoitoon erityisesti varauduttaessa toimenpiteisiin. (Corcoran ym. 2016, 101.)

Lyhyillä muutaman tunnin mittaisilla opetusluennoilla voidaan saavuttaa riittävän yksinkertaiset ultraäänen tulkintataidot. Mahdollisten yksinkertaisten kuvantamistaitojen oppimiseen tarvitaan muutaman päivän kursseja. (Bøtker ym. 2018). Rooney ym. (2016) tutkimus osoittaa, että lyhytkin ultraäänenkäyttökoulutus takaa ensihoitajille riittävät taidot tulkita ja diagnosoida sydänpysähdys. Lyhyen koulutuksen saatuaan ensihoitajat onnistuivat tunnistamaan ilmarinnan, sydämen tamponaation ja sydämen pysähtymisen ja pystyivät käyttämään näissä tilanteissa ultraäänikuvantamista oikeaoppisesti. (Chin ym. 2013.) Lampinen ja Ulmanen (2019) järjestivät 16 tuntia kestävä *Keskeiset hätätilapotilaan ultraäänikuvantamismenetelmät* -koulutuksen Ekso-ten kenttäjohtajille. Palautteesta kävi kuitenkin ilmi, että koulutuksen toivotaan olevan laajempi ja kestoaltaan pidempi.

Rooneyn ym. (2016) tutkimuksessa havaittiin, että ensihoitajat voivat oppia tutkimaan ultraäänellä sydämen perusanatomian. Lyhyen koulutuksen ja käytännön harjoittelun avulla ensihoitajien todettiin pystyvän käyttämään ja tulkitsemaan ultraääntä useissa sellaisissa potilaan henkeä uhkaavissa tilanteissa, jotka liittyivät keuhkojen ja sydämen toimintaan. (Chin ym. 2013.)

Ensihoitajien koulutuksessa kohdennettuja ultraäänitutkimuksia tehtiin sydämelle, keuhkoille, vatsalle, aortalle ja lantiolle (Lampinen & Ulmanen 2019). Rooneyn ym. (2016) tutkimuksessa 89 % ensihoitajista suoritti onnistuneesti kohdennettuja ultraäänitutkimuksia ja 100 % heistä pystyi erottamaan ultraääntä käyttäen sydänlihaksen aktiivisuuden ja sydänpysähdyksen kolmen tunnin koulutuksen jälkeen.

Vaikka ensihoitajat onnistuivatkin tunnistamaan kokeneen ultraäänen käyttäjän tuottamista kuvista patofysiologiset muutokset, ei tämä kuitenkaan tarkoita sitä, että ensihoitajat pystyisivät tunnistamaan samat patofysiologiset muutokset itse suoritetuista ultraäänikuvantamistuloksista. Kyseinen ero tuli ilmi juuri sydämen ultraäänitutkimuksissa. Lisäkoulutusta tarvitaan ultraäänen käyttömenetelmistä, ultraäänen antaman tiedon tunnistamisesta sekä erottamaan välitöntä hoitoa tarvitsevat potilaat niistä, joiden tila on vakaa. (Chin ym. 2013.) On ymmärrettävä, että kuvantamistaidot ja kuvan tulkitseminen ovat kaksi eri asiaa, eikä ensimmäisessä onnistuminen takaa onnistunutta ja diagnostista tulosta. Ultraäänen käyttö on hyödyllistä joissakin kliinisesti sopivissa skenaarioissa (traumapotilas, hengitysvaikeus) sekä ensihoidossa tapahtuvissa ilmarintapotilaiden arvioinneissa ja diagnosoinneissa, joiden arvelaan helpottavan ensihoitajien torakotomiaan ryhtymistä ja siinä onnistumista. (Chin ym. 2013.)

Sairaalaa edeltävässä ympäristössä voi olla omat haasteensa ultraäänitutkimusten tekemiselle. Toimintapaikalla voi olla voimakas auringonvalo, ulkoisia häiriötekijöitä tai tilanpuutetta. Potilaasta aiheutuvia haittoja ovat riittämätön näkyvyys, lämpötilan vaihtelu, liikeartefaktit, vammat ja kipu. Sairaalan ulkopuoliset häirtatekijät voivat johtaa väärän työdiagnoosin tekemiseen. Lisäksi ultraäänitutkimuksen tekijän kokemus vaikuttaa olennaisesti diagnostisen tarkkuuden saavuttamiseen. (Corcoran ym. 2016, 106.)

Tarkoin suunnitellun koulutuksen lisäksi tarvitaan toimintaohjekortteja vamma- sekä elvytystilanteiden kuvantamiseen (Lampinen & Ulmanen 2019). Tunnistettujen riskien myötä koulutuksen ja standardien merkitys korostuu. Ammattilaisia tulee kouluttaa säännöllisesti simulaatioharjoituksin ja noudattaa määriteltyjä, virallisia standardeja ultraäänitutkimuksia tehtäessä. Ultraäänen rutiniinomainen käyttö sairaalanulkopuolisessa ensihoidossa edellyttää tutkimuksille laadittuja protokollia. Protokollat ja standardit kehittyvät sitä mukaan, kun käytännön kokemukset lisääntyvät ensihoidon kentällä. (Corcoran ym. 2016, 106.) Ensihoitajien jatkokoulutusta tarvitaan, ja ultraäänen integrointi ensihoidon protokollaan on tärkeää, jotta ultraäänen käyttö vakiintuisi ensihoidossa (Rooney ym. 2016). Chinin ym. (2013) tutkimuksen mukaan on vielä aikaista päätellä, voidaanko esimerkiksi PAUSE-protokolla ottaa kentällä käyttöön.

Säännöllisten täydennyskoulutusten tarve on tunnistettu, sillä muuten ensihoidossa ei ole mahdollista tuottaa laadukasta ultraäänikuvantamista (Chin ym. 2013). Ultraäänitutkimusten teko asettaa ensihoitajille haasteita: opittuja taitoja on pidettävä yllä ja on harjoitettava myös sellaisia ultraäänitutkimuksia, joita työssä tehdään harvoin (El Zahran ym. 2018). Kun kehittelemme uusia potilaan hoitoon sopivia innovatiivisia menetelmiä, tulee samalla kehittää myös niiden arviointiin soveltuvat laadunarviointikriteerit. Henkilökunnan osaamistavoitteita tulee pohtia säännöllisesti, ja on järjestettävä näitä tukevia lisäkoulutuksia kuvantamisen kenttäolosuhteisiin soveltuvasta käyttöönotosta. Näitä osa-alueita tulee myös aktiivisesti arvioida kehityksen edetessä. (Sharma ym. 2017.) Kentällä tapahtuvasta kuvantamisesta on toistaiseksi tehty vähän tutkimuksia, mikä vaikuttaa tällaisten menetelmien käytöstä saatavien hyötyjen arviointiin (Rooney ym. 2016).

Ultraäänen kenttämenetelmistä ensihoidossa on vielä vähän tietoa tai tutkimusta, vaikka laitteita käytetään jo runsaasti ensihoidossa. Suomessa on viime vuosien aikana hyödynnetty kannettavia ultraäänilaitteita lähinnä lääkäriambulansseissa ja lääkärihelikoptereissa. Kannettavat ultraäänilaitteiden teknologinen kehitys on kuitenkin edennyt, sillä laitteista on tullut monipuolisempia, tehokkaampia sekä aiempaa pienempiä. Kaikki tämä mahdollistaa ultraäänen käytön lisäämisen sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Nykyään

ultraääntä käyttävät ensihoidon kenttäjohtajat ja vaativan ensihoidon yksiköt. (Lampinen & Ulmanen 2019.)

Nykyiset liikkuvat aivohalvausyksiköt edellyttävät aivohalvauksiin erikoistuneen lääkärin läsnäoloa tai toimivaa etäyhteyttä. Liikkuvien aivohalvausyksiköiden henkilöstöön kuuluu usein sairaanhoitaja tai ensihoitaja, tietokone-tomografiaan erikoistunut teknikko tai röntgenhoitaja ja ensihoitolääkäri. (Lumley ym. 2020; Colino 2019.) CT-kuvantaminen vaatii röntgenhoitajien perehdyttämistä (Pawsey 2012). Ensihoitajakoulutukseen ei nykyisellään ole mahdollista liittää CT-kuvantamiseen tarvittavaa perehdyttämistä, sillä toiminta edellyttää röntgenhoitajan osaamista. Ensihoitajana voi kuitenkin työskennellä CT-varustellussa ambulanssissa, jossa ensihoitajan toimenkuvana on potilaan hoito ja kuvantamistutkimuksissa avustaminen. Lisäksi säteilyturvallisuuden merkitys korostuu liikkuvissa aivohalvausyksiköissä, ja säteilyturvallisuuden takaavat toimintaperiaatteet ja suositukset tulee ottaa niissä huomioon (STUK 2020c).

Tulosten ja teoriakehyksen valossa voidaan todeta, että on mahdollista kehittää toimiva lisäkoulutus ensihoitajille ultraäänikuvantamistutkimuksista sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta koulutuksen tulee olla systemaattista ja sisältää seuraavat asiat:

- teoriaosuuden
- anatomian opintoja
- ultraäänilaitteiston käytön opetusta
- ultraäänifysiikkaa
- ”hands-on”-koulutusta
- case-harjoituksia
- ultraäänikuvien tulkintaa

8.4 Jatkotutkimusehdotukset

Vaikka aiemmat arvioinnit sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käytön toteutettavuudesta ovat olleet myönteisiä, niissä ei ole pystytty osoittamaan ultraäänen käytöstä koituvia potilaiden parempia hoitotuloksia. Tämä aiheutuu lähinnä ultraäänen kenttäkäytöstä tehdyn tutkimuskirjallisuuden erittäin rajallisesta määrästä, heterogeenisyydestä ja huonolaatuisuudesta sekä siitä, että potilaskeskeisiä tulostamattomia tässä kirjallisuudessa ei juuri ole. Puuttuu todisteita poti-

laiden paremmista hoitotuloksista, laitteiden kustannuksista ja koulutusongelmien ratkaisuksista, joten kaikesta tästä syntyy merkittäviä esteitä sairaalan ulkopuolisen ultraäänen laajalle käytölle. (Bøtker ym. 2018.)

Traumapotilaiden hoidossa ultraäänen käyttö sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa on ollut tuloksellista useissa valtioissa, mutta hoidon antamisesta ei ole vielä yhteistä hyväksyttyä käsitystä. Palveluntarjoajien laatu, kuljetusmenetelmät, triage-luokittelu ja hoitoonohjaus sairaalaan ovat kiistanalaisia kysymyksiä ja edellyttävät jatkotutkimusta, jotta resurssien rajoissa saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri. (Lockley 2017.)

Bøtkerin ym. (2018) mukaan tutkimusten tulisi tulevaisuudessa pyrkiä korjaamaan sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käytön myönteisiin vaikutuksiin liittyvän ja potilaskeskeisiä hoitotuloksia käsittelevän tiedon puute. Tarvitaan lisää tutkimuksia, jotka ovat tehty sairaalan ulkopuolisesta ultraäänen käytöstä ja joissa selvitetään, mitkä kliiniset havainnot tukevat sen ehdottomia hyötyjä ja mitkä taas osoittavat sen potilaan tilan kannalta vain arvokkaan ajan tuhlaukseksi. Ensiapupalveluiden etäisyys ja niiden saavutettavuuden vaatima aika ovat relevantteja ongelmia sairaalan ulkopuolisen ultraäänen käytön tulevaisuutta tutkittaessa.

Walterin ym. (2010) tutkimuksen mukaan liikkuvan aivohalvausyksikön käyttöönottoa tulee jatkossa tutkia myös alueellisen kustannustehokkuuden näkökulmasta: millaisia hyötyjä saadaan sen käytöstä maaseudulla ja millaisia kaupungeista? Tarvitaan siis riskianalyysia liikkuvien aivohalvausyksiköiden toimipisteitä suunniteltaessa. Kyseisessä tutkimuksessa nostettiin esiin myös laitekehittelyn tutkimisen tarve ja arvioitiin, että tulevaisuudessa tutkitun näytön lisääntyessä voi olla enemmän mahdollisuuksia varustaa ambulansseja yhä monipuolisemmin.

8.5 Eettisyys ja luotettavuus

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen vaikuttavat ensisijaisesti tutkimuskysymyksen määrittely ja kirjallisuushaun keskeiset käsitteet sekä ne hakutermit, joilla kirjallisuushaku toteutetaan. Kirjallisuuskatsaus voi tuottaa

subjektiivisen ja harhaanjohtavan tuloksen, jos tiedonhakuprosessi ei ole systemaattisesti toteutettu. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet ja erityispiirteet tulee raportoida avoimesti, sillä tämä menettelytapa lisää tutkimuksen luotettavuutta ja eettisyyttä. (Kangasniemi 2013, 292.) Tutkimustuloksen luotettavuuteen vaikuttaa tutkimuksen toistettavuus. Ulkopuolisen täytyy pystyä toistamaan tutkimus siten, että kirjallisuushaun tulokset pysyvät samoina. Opinnäytetyön kaikki työvaiheet tulee siksi kuvata tarkkaan. Tutkijan tulee lisäksi arvioida omasta näkökulmastaan opinnäytetyönsä luotettavuutta koko prosessin ajan. (Tuomi & Sarajärvi 2018.)

Tutkimuseettisessä neuvottelukunnassa (TENK) määritellään hyvät tieteellisen työskentelyn käytännöt. Kulmakiviä ovat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus, tutkimuksessa sovellettujen tiedonhaku-, tutkimus- ja arviointimenetelmien kriteerien määrittely ja kunnioitus toisten tutkijoiden työtä kohtaan siten, että käytetään asianmukaisia lähdeviittauksia. Lisäksi suunnittelu, toteutus, raportointi ja tietoaaineisto dokumentoidaan asianmukaisesti, ja tarvittaessa toteutetaan tutkimuslupakäytäntö. (TENK 2012, 6.) Luotettavuuden ja eettisyyden kannalta on tärkeää tunnistaa tutkijana omat ennako-oletuksensa ja mahdolliset toiveensa tutkimustuloksista, ettei tutkimustulos ole pakotettu ja siten vääristynyt (Stolt 2016, 24).

Sairaalaa edeltävässä ensihoidossa on vaikea tuottaa tutkimuksia nykyisten lakien mukaisesti, sillä tutkittavalta potilaalta on saatava suostumus ja lupa, ennen kuin potilas voidaan ottaa mukaan mihinkään tutkimukseen. Ambulanssiympäristössä tämä on nykyisellään käytännössä mahdotonta. Kuvantamismenetelmistä on kuitenkin tuotettu jonkin verran ulkomaista kenttätutkimusta. Suurin osa aiheeseen liittyvistä tieteellisistä artikkeleista on asiantuntijoiden laatimia, ja ne perustuvat heidän näkemyksiinsä ja ammattitaitoonsa.

Valitsimme tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimukset käyttäen koko ajan samoja hakukriteerejä ja pyrimme arvioimaan lähteiden luotettavuutta kriittisesti tarkastelemalla niiden tutkimusasetelmaa ja otantaa. Lisäksi pohdimme tutkimuksia teoriapohjaan peilaten siten, että pystyimme vertailemaan tulosten yhdenmukaisuuksia ja eroavaisuuksia keskenään. Näin saimme tuotettua kirjallisuuskatsauksen, jolla on vankka teoriapohja.

Opinnäytetyössämme raportoimme tarkasti työn eri vaiheet ja pyrimme kauttaaltaan läpinäkyvyyteen ja tarkkaan aiheen rajaamiseen, jotta ulkopuolinen tarkastelija saa selkeän kuvan opinnäytetyöprosessista ja pystyy luottavaisin mielin tarkastelemaan opinnäytetyömme vaiheita ja toistamaan tarvittaessa tutkimuksemme.

Opinnäytetyössä käyttämämme lähteet ovat monipuolisia hoito- ja lääketieteen alan julkaisuja. Teoriaosuudessa käytimme lisäksi asiantuntijasivustoja tukemaan ja laajentamaan tietopohjaa sekä lisäämään kokonaisuuden luotavuutta.

Suurin osa lähdemateriaalista oli englanninkielistä, ja tämä edellytti suurta määrää käännöstyötä, jonka olemme itse tehneet. Luotettavan kääntämisen lähtökohdaksi selvitimme ensin keskeisten käsitteiden ja termien tarkat merkitykset, jotta asiasisältö ei muutu käännettäessä.

Tulosten raportoinnissa panostimme tarkkuuteen siten, ettei lähdemateriaalin sisältö muutu puhtaaksikirjoitusvaiheessa. Huomioimme myös tutkimuksissa ja artikkeleissa esiin nousseen kritiikin, eikä sitä jätetty raportoimatta. Opinnäytetyömme koostuu näyttöön perustuvan tiedon esittelystä ja tämän pohdinnasta. Hyvien tutkimuskäytänteiden noudattaminen oli opinnäytetyön tekemisessä meille tärkeää.

LÄHTEET

Aivoinfarkti ja TIA. 2020. Käypä hoito -suositus, Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kaypahoito.fi/hoi50051#K1> [viitattu 9.12.2020].

Antipova, D., Eadie, L., Macaden, A. & Wilson, P. 2019. Diagnostic value of transcranial ultrasonography for selecting subjects with large vessel occlusion: a systematic review. Rockville Pike: *The Ultrasound Journal*. Verkkolehti. Päivitetty 12/2019. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6805840/> [viitattu 5.12.2020].

Arshad, F. 2018. Point-of-Care Ultrasound in the Prehospital Setting. *Journal of Emergency Medical Services*. Verkkolehti. Päivitetty 2.1.2018. Saatavissa: <https://www.jems.com/patient-care/point-of-care-ultrasound-in-the-prehospital-setting/> [viitattu 5.1.2021].

Bradley, W. 2008. History of Medical Imaging. *Proceedings of the American Philosophical Society* 3, 349–361. Verkkolehti. Päivitetty 9/2008. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/38013602_History_of_Medical_Imaging [viitattu 28.12.2020].

Büttner, B., Mansur, A., Kalmbach, M., Hinz, J., Volk, T., Szalai, K., Roessler, M. & Bergmann, I. 2018. Prehospital ultrasound-guided Nerve Block improve Reduction-feasibility of Dislocated Extremity Injuries Compared to Systemic Analgesia. A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*. PDF-dokumentti. Päivitetty 2.7.2018. Saatavissa: <http://content.ebscohost.com/Content-Server.asp?T=P&P=AN&K=130451150&S=R&D=afh&EbscoContent=dGJyMNHr7ESep7I4xNvgOLCmsEmeprBSsKy4SbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzpsE6uqLdPuePfgex44Dt6fIA> [viitattu 10.1.2021].

Bøtker, M., Jacobsen, L., Steemann R. & Knudsen, L. 2018. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. Verkkolehti. Päivitetty 26.6.2018. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6019293/> [viitattu 4.12.2020].

Chin, E., Chan, C., Mortazavi, R., Anderson, C., Kahn, C., Summers, S. & Fox, C. 2013. A pilot study examining the viability of a prehospital assessment with ultrasound for emergencies (pause) protocol. *The Journal of Emergency Medicine*. Verkkolehti. Päivitetty 1.1.2013. Saatavissa: [https://www.jem-journal.com/article/S0736-4679\(12\)00253-3/fulltext](https://www.jem-journal.com/article/S0736-4679(12)00253-3/fulltext) [viitattu 9.1.2021].

Colino, S. 2019. When Time Is a Matter of Life or Death. *U.S. News – The Civic Report*. PDF-dokumentti. Päivitetty 13.9.2019. Saatavissa: <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.xamk.fi:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=96bf5046-fab7-43ff-ada4-d71b3927b266%40sdc-v-sessionmgr03> [viitattu 6.1.2021].

Corcoran, F., Bystrzycki, A., Masud, S., Mazur, S., Wise, D. & Harris, T. 2016. Ultrasound in pre-hospital trauma care. Melbourne: *Sage Publications Ltd*. PDF-dokumentti. Saatavissa:

<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.xamk.fi:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=66e386e8-9974-4ca5-a16a-f787acc6cbe2%40pdc-v-sess-mgr04> [viitattu 7.1.2021].

Ebinger, M., Lindenlaub, S., Kunz, M., Rozanski, M., Waldschmidt, C., Weber, J., Wendt, M., Winter, B., Kellner, P., Kaczmarek, S., Endres, M. & Audebert, H. 2013. Prehospital Thrombolysis: A Manual from Berlin. Berliini: *Journal of Visualized Experiments*. Verkkolehti. Päivitetty 26.11.2013. Saatavissa:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4112646/> [viitattu 5.12.2020].

El Zahran, T. & Sayed, M. 2018. Prehospital Ultrasound in Trauma: A Review of Current and Potential Future Clinical Applications. Rockville Pike: *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*. Verkkolehti. Saatavissa:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5852915/> [viitattu 15.1.2021].

Ervasti, M., Hautala, M., Pikkarainen, M., Reponen, J., Tuukkanen, J., Daavittila, I., Raatiniemi, L., Martikainen, M. & Korpelainen, J. 2019. Tuhansia turhia kuljetuksia? Uudet teknologiaratkaisut ja toimintatavat ensihoitoon ja päivystykseen. *Lääkärilehti* 24–31, 1584–1587d. Verkkolehti. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfi-fe2019062722160.pdf> [viitattu 4.12.2020].

Henner, A. & Grönroos, E. 2011. Röntgenhoitajan työnkuva teleradiologiassa. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare* 1, 15–28. Julkaistu 2011. Verkkolehti. Saatavissa: <https://journal.fi/finjehew/article/view/4073> [viitattu 5.1.2021].

Janatuinen, T. & Kemppainen, J. 2020. PET-kuvantamisen menetelmät yleis-tajuisesti. Helsinki: *Aikakauskirja Duodecim*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2020/9/duo15553?keyword=PET> [viitattu 8.1.2021].

Johansson, R. 2018. Sädehoito. Helsinki: *Lääkärilehti Duodecim*. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.5.2018. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01078 [viitattu 9.1.2021].

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S-M., Pietilä, A-M., Jääskeläinen, P. & Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. PDF-dokumentti. Päivitetty 13.5.2013. Saatavissa: <http://elektra.helsinki.fi.ezproxy.xamk.fi:2048/se/h/0786-5686/25/4/kuvailev.pdf> [viitattu 16.2.2021].

Koppa. 2016. Teemoittelu. Jyväskylän yliopisto. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.4.2016. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/teemoittelu> [viitattu 13.2.2021].

Lampinen, M. 2020. Sähköpostihaastattelu 20.12.2020. Eksoten kenttäjohtaja.

Lampinen, M. & Ulmanen, T. 2019. Keskeiset hätätilapotilaan ultraäänikuvantamismenetelmät- koulutus ensihoidon kenttäjohtajille. Saimaan ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/266026/Lampinen_Mika_Ulmanen_Tommi.pdf?sequence=2&isAllowed=y [viitattu 4.12.2020].

Lauerma, K. s.a. Sonograferin koulutus. HUS. WWW-dokumentti. *Intranet*. [viitattu 6.1.2021].

Lockey, D. 2017. Research questions in pre-hospital trauma care. *PLoS ONE*. Verkkolehti. Päivitetty 18.7.2017. Saatavissa: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002345> [viitattu 5.1.2021].

Lumley, H., Flynn, D., Shaw, L., McClelland, G., Ford, G., White, P. & Price, C. 2020. A scoping review of pre-hospital technology to assist ambulance personnel with patient diagnosis or stratification during the emergency assessment of suspected stroke. *BMC Emergency Medicine*. Verkkolehti. Päivitetty 26.04.2020. Saatavissa: <https://bmcemergmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12873-020-00323-0> [viitattu 4.1.2020].

Meenach, D. 2019. Prehospital ultrasound: Emerging Technology for EMS. Review the evidence for nine clinical applications for field ultrasound to assess, treat and monitor critically ill patients. *Emergency Medical Services 1*. Verkkolehti. Päivitetty 15.5.2019. Saatavissa: <https://www.ems1.com/ems-products/defibrillators-and-monitors/articles/prehospital-ultrasound-emerging-technology-for-ems-7ZSxIEn7qHIMZOdQ/> [viitattu 5.1.2021].

Meretoja, A. 2012. Aivohalvaus – kallis kansansairautemme. Lääkärilehti Duodecim. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo10040> [viitattu 4.12.2020].

Metropolia s.a. Sonograferi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metropolia.fi/fi/opiskelu-metropoliassa/osaamisen-taydentaminen/taydennyskoulutus/sonograferi> [8.1.2021].

OAMK. s.a. Sonografian koulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://oamk.fi/fi/koulutus/taydennyskoulutus/koulutuskalenteri/?tkid=676&kid=1311&kieli=FI> [viitattu 8.1.2021].

Patel, N., Domadia, N., Sarvaiya, K. & Rathwa, A. 2015. Role of Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) and CT scan in abdominal trauma: Radiologist's perspective. *International archives of integrated medicine*. PDF-dokumentti. Päivitetty 6/2015. Saatavissa: <http://web.b.ebsco-host.com.ezproxy.xamk.fi:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=66e386e8-9974-4ca5-a16a-f787acc6cbe2%40pdc-v-sessmgr04> [viitattu 5.1.2021].

Pawsey, M. 2012. Perehtyvän röntgenhoitajan osaamisen kriteerit tietokonetomografiatyössä – itsearviointimittarin kehittäminen HUS-kuvantamisen tietokonetomografiayksiköihin. Metropolia ammattikorkeakoulu. Röntgenhoitaja YAMK klininen asiantuntija. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51236/maiju_pawsey_opinnaytetyo.pdf?sequence=1 [viitattu 6.2.2021].

Radiologia, erikoislääkäri. Opintopolku.fi. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.980166557010> [viitattu 6.1.2021].

Rinta-Kiikka, I. 2016. FAST-kaikukuvaus. Helsinki: *Aikakauskirja Duodecim* 8, 791–795. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo13087> [viitattu 4.12.2020].

Rippey J. & Royse G. 2009. Ultrasound in trauma. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology. Verkkolehti. Saatavissa: http://www.ultrasoundleadershipacademy.com/wp-content/uploads/2013/12/SUSS_IT.pdf [viitattu 13.12.2020].

Rooney, K., Lahham, S., Lahham, S., Anderson, C., Bledsoe, B., Sloane, B., Joseph, L., Osborn, M. & Fox, J. 2016. Pre-hospital Assessment with Ultrasound in Emergencies: Implementation in the Field. *World Journal of Emergency Medicine*. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4905867/> [viitattu 9.1.2021].

Rubin, A. 2017. History of Medical Imaging – A Brief Overview. *Flushing Hospital Medical Center*. Verkkolehti. Päivitetty 6.5.2017. Saatavissa: <https://www.flushinghospital.org/newsletter/history-of-medical-imaging-a-brief-overview/> [viitattu 21.12.2020].

Röntgenhoitaja (AMK). Opintopolku.fi. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.81430116848> [viitattu 6.1.2021].

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf [viitattu 6.2.2021].

Sharma, R., Fleischut, P. & Barchi, D. 2017. Telemedicine and its Transformation of Emergency Care: A Case Study of One of the Largest US Integrated Healthcare Delivery System. *International Journal of Emergency Medicine*. Verkkolehti. Päivitetty 6.7.2017. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5500596/> [viitattu 9.1.2021].

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. painos. Turku: Turun yliopisto. 24–27, 51.

Suomen röntgenhoitajaliitto ry. 2000. Röntgenhoitajan eettiset ohjeet. PDF-dokumentti. Päivitetty 4.3.2000. Saatavissa: https://www.sorf.fi/doc/Ohjeet_ja_saannot/eettisetohjeet.pdf [viitattu 5.1.2021].

Suomen röntgenhoitajaliitto ry. 2020. Röntgenhoitajan ammattieettiset ohjeet. PDF-dokumentti. Päivitetty 11/2020. Saatavissa: https://www.sorf.fi/doc/Saannot_ja_ohjeet/Rontgenhoitajan-ammattieettiset-ohjeet.pdf [viitattu 5.1.2021].

STM. a.s. Rintasyövän seulonta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://stm.fi/seulonnat/rintasyovan-seulonnat> [viitattu 9.1.2021].

STUK. a.s. Säteily terveydenhuollossa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2017. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.9.2017. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset/rontgentutkimusten-sateilyannoksia> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2019a. Henkilökunnan altistus. WWW-dokumentti. Päivitetty 20.11.2019. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/henkilokunnan-altistus> [viitattu 14.1.2021].

STUK. 2019b. Magneettitutkimus. WWW-dokumentti. Päivitetty 19.12.2019. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus> [viitattu 8.1.2021].

STUK. 2019c. Mitä säteily on. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.12.2019. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2019d. Radiologisten tutkimusten kokonaismäärässä pieni nousu vuodesta 2015. Terveydenhuollon uutiskirje. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/uutiskirjeet-sateilyn-kayttajille/terveydenhuollon-uutiskirje-3-2019/radiologisten-tutkimusten-kokonaismaarassa-pieni-nousu-vuodesta-2015> [viitattu 14.1.2021].

STUK. 2019e. Röntgentutkimukset. WWW-dokumentti. Päivitetty 19.12.2019. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2020a. Isotooppilääketiede. WWW-dokumentti. Päivitetty 23.9.2020. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/isotooppilaa- ketiede> [viitattu 8.1.2021].

STUK. 2020b. Säteilynkäyttöä valvovat viranomaiset. WWW-dokumentti. Päivitetty 23.4.2020. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/toiminnan-valvonta/sateilyn-kayttoa-valvovat-viranomaiset> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2020c. Säteilyn terveysvaikutukset. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.5.2020. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sateilyn-terveysvaikutukset> [viitattu 7.1.2021].

STUK. 2020d. Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. WWW-dokumentti. Päivitetty 8.10.2020. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/terveyshaittojen-ehkaiseminen-sateilysuojelulla> [viitattu 7.1.2021].

Taskinen, T. 2016. CT-ambulanssi HYKS sairaanhoitoalueella. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen. YAMK-Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106881/Taskinen_Tuomas.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattua 4.12.2020].

TAYS. 2019. Radiologia. Tampereen yliopistollinen sairaala. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tays.fi/fi-fi/palvelut/kuvantamispalvelut/Radiologia> [viitattu 6.1.2021].

Terveyskylä. 2019a. Kuvantaminen. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.9.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/mit%C3%A4-tutkitaan/kuvantaminen> [viitattu 6.1.2021].

Terveyskylä. 2019b. Kuvantaminen: yleisimmät tutkimukset. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.9.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/yleisimm%C3%A4t-kuvantamistutkimukset> [viitattu 14.1.2021].

Terveyskylä. 2019c. Röntgentutkimus. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.12.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/yleisimm%C3%A4t-kuvantamistutkimukset/r%C3%B6ntgen> [viitattu 8.1.2021].

Terveyskylä. 2019d. Sikiöseulonta ja ultraäänitutkimukset. WWW-dokumentti. Päivitetty 23.9.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/naistalo/raskaus-ja-synnytys/ultra%C3%A4%C3%A4nitutkimukset-ja-siki%C3%B6seulontat/siki%C3%B6seulonta-ja-ultra%C3%A4%C3%A4nitutkimukset> [viitattu 15.1.2021].

Terveyskylä. 2019e. Tietokonetomografia TT. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.9.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/yleisimm%C3%A4t-kuvantamistutkimukset/tietokonetomografia-tt> [viitattu 8.1.2021].

Terveyskylä. 2019f. Ultraäänitutkimus. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.9.2019. Saatavissa: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/yleisimm%C3%A4t-kuvantamistutkimukset/ultra%C3%A4%C3%A4ni> [viitattu 8.1.2021].

Toppenberg, M., Christiansen, T., Rasmussen, F., Nielsen C. & Damsgaard, E. 2020. Mobile X-ray Outside the Hospital: a Scoping Review. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.xamk.fi:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=17&sid=66e386e8-9974-4ca5-a16a-f787acc6cbe2%40pdc-v-sessionmgr04> [viitattu 5.1.2021].

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. E-kirja. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf [viitattu 16.2.2021].

Vaasan keskussairaala. 2020. PET-CT-tutkimus. Potilasohje. WWW-dokumentti. Päivitetty 12.5.2020. Saatavissa: <https://www.vaasankeskussairaala.fi/potilaille/hoito-ja-tutkimukset/tutkimukset/isotooppitutkimukset/pet-ct-fdg/> [viitattu 8.1.2021].

Valvira. 2020. Ammattioikeudet. WWW-dokumentti. Päivitetty 26.10.2020. Saatavissa: <https://www.valvira.fi/terveydenhuolto/ammattioikeudet> [viitattu 9.1.2021].

Walter, S., Kostopoulos, P., Haass, A., Keller, I., Lesmeister, M., Schlechtriemen, T., Roth, C., Papanagiotou, P., Grunwald, I., Schumacher, H., Helwig, S., Viera, J., Körner, H., Alexandrou, M., Yilmaz, U., Ziegler, K., Schmidt, K., Dabew, R., Kubulus, D., Liu, Y., Volk, T., Kronfeld, K., Ruckes, C., Bertsch, T., Reith, W. & Fassbender, K. 2010. Bringing the Hospital to the Patient: First Treatment of Stroke Patients at the Emergency Site. *PLoS ONE*. Verkkolehti. Päivitetty 29.10.2010. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2966432/> [viitattu 11.1.2021].

Walter, S., Kostopoulos, P., Haass, A., Keller, I., Lesmeister, M., Schlechtriemen, T., Roth, C., Papanagiotou, P., Grunwald, I., Schumacher, H., Helwig, S., Viera, J., Körner, H., Alexandrou, M., Yilmaz, U., Ziegler, K., Schmidt, K., Dabew, R., Kubulus, D., Liu, Y., Volk, T., Kronfeld, K., Ruckes, C., Bertsch, T., Reith, W. & Fassbender, K. 2012. Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital: a randomised controlled trial. *The Lancet Neurology*. Verkkolehti. Päivitetty 1.5.2012. Saatavissa: [https://www.thelancet.com/journals/lanneur/article/PIIS1474-4422\(12\)70057-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanneur/article/PIIS1474-4422(12)70057-1/fulltext) [viitattu 12.1.2021].

Tutkimustaulukko

| Tutkimuksen tekijä, vuosi ja nimi | Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite | Tutkimusmenetelmä ja -alue | Tulokset ja pohdinta |
|---|---|--------------------------------------|---|
| Antipova, D., Eadie, L., Macaden, A. & Wilson, P. 2019. Diagnostic value of transcranial ultrasonography for selecting subjects with large vessel occlusion | Tarkoitus on selvittää, kuinka ultraäänitutkimusta voitaisiin käyttää akuuteilla aivoinfarktipotilailla helpottamaan potilaan hoitopolun valintaa ja mahdollistamaan suoran kuljetuksen aivoinfarkteihin erikoistuneisiin yksiköihin. | Systemaattinen katsaus | Doppler-ultraäänitutkimus osoittaa vähentyneen tai loppuneen verenkierron aivovaltimoissa, mikä viittaa aivoinfarktiin. Doppler-ultraäänellä pystyttiin havaitsemaan vaivoerenvuotoja. |
| Büttner, B., Mansur, A., Kalmbach, M., Hinz, J., Volk, T., Szalai, K., Roessler, M., Bergmann, I. 2018. Pre-hospital ultrasound-guided Nerve Block improve Reduction-feasibility of Dislocated Extremity Injuries Compared to Systemic Analgesia. | Selvittää erot ultraäänivusteisen suonyhteyden ja johtopuudutuksen toteuttamisen verrattuna perinteiseen menetelmään ilman ultraäänien käyttöä. | Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus | Potilaan kivunhoito tehokkaampaa ultraäänivusteisen suonyhteyden ja johtopuudutuksen ansiosta. Vähemmän komplikaatioita. Suurempi todennäköisyys onnistua. Menetelmä helppo oppia. |
| Bøtker, M., Jacobsen, L., Steemann R. & Knudsen, L. 2018. The role of point of care ultrasound in pre-hospital critical care | 27 tutkimuksen pohjalta 3 tutkimuskysymystä: Kartoittaa ultraäänien käytön koulutuksen tarve? Miten ultraäänitutkimukset vaikuttavat potilaan | Systemaattinen katsaus | Riittävään koulutukseen tulee kuulua 50 ultraäänitutkimusta. Ultraäänitutkimukset vaikuttavat potilaan hoitopaikan valintaan, mikä koros- |

| | | | |
|--|---|--------------------------------------|--|
| | <p>hoitopolkuun sairaalan ulkopuolella?</p> <p>Mitkä ultraäänitutkimukset voidaan luotettavasti siirtää sairaalan ulkopuoliseen käyttöön?</p> | | <p>tuu pitkissä välimatkoissa sairaalaan.</p> <p>Kohdennetut ultraäänitutkimukset hengitysvajaus-, rintakipu-, aivohalvaus- ja vaikeiden traumatilaiden kohdalla.</p> |
| Chin, E., Chan, C., Mortazavi, R., Anderson, C., Kahn, C., Summers, S., Fox, C. 2013. A pilot study examining the viability of a prehospital assessment with ultrasound for emergencies (pause) protocol | Tarkoituksena selvittää ultraäänitutkimuksen koulutuksen ja tutkimuksen toteutumisen ensihoidossa. Ultraäänitutkimusten merkitys ensihoidossa sairaalan ulkopuolella. | Pilottitutkimus | <p>Koulutuksella ja käytännön harjoittelulla ensihoitajat pystyvät tulkitsemaan ultraääntä useissa potilaan henkeä uhkaavissa tilanteissa.</p> <p>Ultraäänen käyttö voi parantaa potilaan kriittisen tilan tunnistamisen ja hoidon oikea-aikaista aloitusta.</p> |
| Ebinger, M., Lindenlaub, S., Kunz, M., Rozanski, M., Waldschmidt, C., Weber, J., Wendt, M., Winter, B., Kellner, P., Kaczmarek, S., Endres, M. & Audebert, H. 2013. Prehospital Thrombolysis: A Manual from Berlin | CT-ambulanssin merkitys aivotaantumapotilaan ensihoidossa ja potilaan ennusteessa verrattuna perinteiseen hoitoon, joka aloitetaan vasta sairaalassa. | Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus | Hälytyksestä liuotushoitoon kulunut aika lyheni 76 minuutista 35 minuuttiin CT-ambulanssin käytöllä. |
| Ervasti, M., Hautala, M., Pikkarainen, M., Reponen, J., Tuukka- | Tulevaisuuden teknologiaratkaisuiden visiointi ja toimintatapojen kartoittaminen | Alkuperäistutkimus | Kiireettömien potilaiden hoidossa on kehitettävä kotimittauksia, |

| | | | |
|---|--|---------------------------|---|
| <p>nen, J., Daavittila, I., Raatinieniemi, L., Martinkainen, M. & Korpelainen, J. 2019. Tuhansia turhia kuljetuksia? Uudet teknologiaratkaisut ja toimintatavat ensihoitoon ja päivystykseen</p> | <p>ensihoidossa ja päivystyksessä Suomessa.</p> | | <p>datan yhdistämistä ja tekoälyyn pohjautuvia päätöksenteon tukijärjestelmiä. Teknologiaa hyödyntävissä palveluluissa korostuu asiantuntijoiden välinen tiedonsiirto ja kommunikaatio.</p> |
| <p>Lampinen, M. & Ulmanen, T. 2019. Keskeiset hätätilapotiilaan ultraäänikuvantamismenetelmät-koulutus ensihoidon kenttäjohtajille</p> | <p>Ultraäänikoulutuksen suunnittelu ja toteutus ensihoidon kenttäjohtajille. Tarkoituksena edistää ensihoitajien valmiutta tunnistaa potilaan henkeä uhkaavia prosesseja.</p> | <p>YAMK, opinnäytetyö</p> | <p>Uutta tietoa hätätilapotiilaan ultraäänitutkimuksista, mikä lisäsi Eksoten ensihoidossa kenttäjohtajien valmiutta soveltaa ultraäänitutkimuksia käytännössä.</p> |
| <p>Rooney, K., Lahham, S., Lahham, S., Anderson, C., Bledsoe, B., Sloane, B., Joseph, L., Osborn, M., Fox, J. 2016. Pre-hospital Assessment with Ultrasound in Emergencies: Implementation in the Field</p> | <p>Tavoitteena oli selvittää pystyvätkö ensihoitajat suorittamaan ultraäänikuvantamistutkimuksia kentällä joista olisi diagnostista käyttöä. Toisena tavoitteena oli selvittää ensihoitajien kyvyt käyttää ultraäänikuvantamista sydämen toiminnan tai sen puutteen sydänpysähdyspotilailla.</p> | <p>Tutkimus</p> | <p>Koulutus ultraäänien käytöstä ensihoitajille takaa riittävän tulkinnan oppimisen ja sydänpysähdysten diagnosointitaidot. Ultraääni on nopea ja tarkka diagnosoidaan monia hengenvaarallisia sairauksia: sisäinen vuoto, sydämen tamponaatio, pneumothorax, aortan aneurysma.</p> |
| <p>Sharma, R., Fleischut, P., Barchi, D. 2017. <i>Telemedicine and its Transfor-</i></p> | <p>Miten turvallista ja laadukasta potilaan hoitoa voidaan tulevaisuudessa toteuttaa</p> | <p>Tapaustutkimus</p> | <p>Radiologi voi etänä tulkita usean CT-ambulanssiyksikön potilaiden CT-kuvia ja näin tavoittaa</p> |

| | | | |
|---|---|---------------------------|---|
| <p><i>mation of Emergency Care: A Case Study of One of the Largest US Integrated Healthcare Delivery System</i></p> | <p>uuden teknologisen kehityksen myötä.</p> <p>CT-ambulanssin käyttöä potilaiden erotusdiagnostiikan (aivoverenkiertohäiriö vai aivoinfarkti) käytössä ja liuotushoidon aloittamisessa.</p> | | <p>nopeammin ja useampia hoidettavia aivoinfarktipotilaita.</p> <p>Etäyhteyksien käyttö välttämättömyyksiä potilaan turvallisessa ja nopeassa, nykuteknologiaa hyödyntävässä hoidossa.</p> |
| <p>Taskinen, T. 2016. CT-ambulanssi HYKS sairaanhoitoalueella.</p> | <p>Tarkoituksena on tehdä HYKS-slueelle selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönotosta ja operatiivisesta toiminnasta ja analysoida CT-ambulanssin asemapaikan merkitys. Tavoitteena tukea CT-ambulanssin käyttöönoton suunnittelua HYKS-alueella.</p> | <p>YAMK, opinnäytetyö</p> | <p>CT-ambulanssilla aikaistetaan aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloitus.</p> <p>CT-ambulanssille tulisi noin kuusi hälytystä vuorokaudessa HYKS-alueella.</p> <p>CT-ambulanssin käyttöönoton onnistuminen edellyttää riittävien henkilöstöresurssien ja asiantuntijuuden liittämistä hankkeeseen.</p> |
| <p>Walter, S., Kostopoulos, P., Haass, A., Keller, I., Lesmeister, M., Schlechtriemen, T., Roth, C., Papanagiotou, P., Grunwald, I., Schumacher, H., Helwig, S., Viera, J., Körner, H., Alexandrou, M., Yilmaz, U., Ziegler, K., Schmidt, K.,</p> | <p>Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään CT-ambulanssin käytön merkitystä ensihoidossa ja potilaan erotusdiagnostisissa erottamaan aivoverenkiertohäiriön ja aivoinfarkti toisistaan.</p> | <p>Alustava tutkimus</p> | <p>CT-ambulanssin käyttö lisää hoidettavien potilaiden määrää. Yhä useampi aivoinfarktipotilas on päässyt aikaikkunan rajoissa hoidon piiriin ja saanut asianmukaisen liuotushoidon.</p> |

| | | | |
|--|---|---|---|
| <p>Dabew, R., Kubulus, D., Liu, Y., Volk, T., Kronfeld, K., Ruckes, C., Bertsch, T., Reith, W., Fassbender, K. 2010. Bringing the Hospital to the Patient: First Treatment of Stroke Patients at the Emergency Site</p> | | | <p>Varhaisella liuotushoidon aloittamisella on merkittävä rooli paremman selviytymisen ja potilaan ennusteen kannalta.</p> <p>CT-ambulanssin toiminta edistää ensihoidon päätöksentekoa hoitolinjausten valinnassa.</p> |
| <p>Walter, S., Kostopoulos, P., Haass, A., Keller, I., Lesmeister, M., Schlechtriemen, T., Roth, C., Papanagiotou, P., Grunwald, I., Schumacher, H., Helwig, S., Viera, J., Körner, H., Alexandrou, M., Yilmaz, U., Ziegler, K., Schmidt, K., Dabew, R., Kubulus, D., Liu, Y., Volk, T., Kronfeld, K., Ruckes, C., Bertsch, T., Reith, W., Fassbender, K. 2012. Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital</p> | <p>Tutkimuksessaan pyrkineet selvittämään, miten aivoinfarktipotilaan diagnoosi ja hoito eroavat liikkuvan aivohalvausyksikön sairaalassa tehdyn diagnoosiin ja hoitoon verrattuna.</p> | <p>Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus</p> | <p>Liutushoidon aloittaminen onnistui kesiverroin 35 minuutissa hätäkeskuspuhelusta, kun perinteisesti ambulanssin kuljettaessa potilasta sairaalaan liuotushoidon aloittaminen hätäpuhelusta lasketuna kesti keski- verroin 76 minuuttia.</p> <p>Potentiaalinen ratkaisu saada aivoinfarktipotilaat liuotushoidon piiriin liuotushoidon aikaikkunan rajoissa.</p> <p>Potilasturvallisuus ei vaarannu CT-ambulanssin toiminnassa.</p> |

Tietokantahakutaulukko

| Tietokanta | Rajaukset | Hakusanat | Tulokset | Otsikon perusteella valitut | Sisällön perusteella valitut |
|------------|--|--|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Ebsco-Host | Full text, Peer reviewed, 2010 – 2020 | Pre-hospital AND imaging AND Mobile stroke unit OR CT-ambulance OR (pre-hospital ultrasound) OR mobile x-ray | 41 | 14 | 6 |
| PubMed | Free full text, Clinical trial, meta-analysis, systematic review, randomized controlled trial, clinical trial, 2010 - 2020 | Pre-hospital AND imaging AND Mobile stroke unit OR CT-ambulance OR (pre-hospital ultrasound) OR mobile x-ray | 178 | 7 | 3 |
| Finna | 2010 – 2020 | Kuvantami* AND ensihoi* AND CT OR ultraääni OR teknologiaratkaisut | 72 | 1 | 1 |
| Theseus | Suomi, Englanti, väitöskirja, YAMK -opinnäyte-työ, Progradu, 2015 – 2020 | Kuvantami* AND ensihoi* AND CT OR ultraääni OR teknologiaratkaisut | 29 | 2 | 2 |

Teemoittelutaulukko

| Teema | Alaluokka | Alkuperäisilmaus |
|---|---------------------------|--|
| Kuvantamistutkimusten käyttö ensihoidossa | Ultraääni | Nopea. Tarkka diagnoosi. Kriittisen tilan tunnistaminen. Hoidon oikea-aikainen aloittaminen. Potilaan ennusteen paraneminen. |
| | Tietokonetomografia | Aivotapahtumien välitön diagnoosi. Liutushoidon vasta-aiheiden poissulkeminen. Liutushoito potilaskohteessa. aikaikuna 35 min. Väärin kohdennettu liutushoito potilaalle kohdalokas. |
| Potilasryhmät, jotka hyötyvät kuvantamisesta ensihoidossa | Elvytys | Kuvaa sydämen mekaanista toimintaa. Tukee päätöksenteossa jatkaa tai keskeyttää elvytys. |
| | Aivohalvaus | Hoidon optimointi. Liutushoidon aloittaminen 35 minuutissa. Seuraava looginen askel aviohalvauspotilaan hoidossa. |
| | Traumapotilas | Kohdennettuja tutkimuksia. Traumapotilaan tutkiminen. Hoidon ohjaus. Päätöksenteko. Varhainen diagnostiikka kultaisen tunnin aikana. Parantaa ennustetta. PAUSE-protokolla. Henkeä pelastavat välittömät toimenpiteet. |
| Toimenpiteet ensihoidossa | Suoniyhteys ja kivunhoito | Suoniyhteys. Ääreishermoston puudutukset. Onnistumisprosentti. Kivunhoito. Komplikaatioiden väheneminen. Vakaa hemodynamiikka. |
| Päätöksenteko ensihoidossa | Hoitoonohjaus | Ensihoidon hoitolinjausten valinnan tehostuminen. Hoitopaikan valinta. |
| | Työdiagnoosi | Aikakriittiset potilasryhmät. Varhainen ja tarkka työdiagnoosi. Potilasennuste. Henkeä pelastavat toimenpiteet. |