

Kristiina Karikko

HAVAINTOJA ENSIHOIDON VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINNISTA

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2021

Kristiina Karikko

HAVAINTOJA ENSIHOIDON VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINNISTA

Kliininen laitos

Kevätlukukausi 2021

Vastuhenkilö: Miretta Tommila

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO  
Lääketieteellinen tiedekunta

KARIKKO, KRISTIINA: Havainnointia ensihoidon vaikuttavuuden arvioinnista

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 20 s.  
Anestesiologia ja tehohoito  
Tammikuu 2021

---

Tässä työssä perehdyttiin kirjallisuuskatsauksen avulla siihen, miten ensihoidon vaikuttavuutta on tutkittu kansainvälisessä kirjallisuudessa. Lähtökohtana oli tarkastella tutkimuksia ensihoidon käyttämien keinojen vaikuttavuudesta ja pohtia niiden tutkimuspohjaista näyttöä ja perusteltavuutta. Tarkoituksena oli arvioida sitä, millaisia keinoja ensihoidon laajojen kokonaisuuksien tutkimiseksi voidaan käyttää.

Tiedonhaun menetelmänä oli kirjallisuushaku PubMed-tietokannasta. Tämän haun tuloksista karsittiin otsikoiden ja abstraktien perusteella 11 kiinnostavinta. Nämä jaettiin tutkitun aiheen perusteella kolmeen ryhmään: lääkintähelikopteritoimintaa ja sydänpysähdyspotilaan hoitoa käsitelleisiin tutkimuksiin ja lisäksi muihin kiinnostaviin tutkimuskohteisiin.

Katsauksen perusteella ensihoidon tutkiminen todettiin hyvin haastavaksi suurten ja vaihtelevien organisaatioiden sekä laajan toimintakentän vuoksi. Ensihoitoa on mahdotonta tutkia yhtenä kokonaisuutena, joten yksittäisten järjestelmän osasten tutkiminen on keskeistä. Lisää tutkimusta ensihoidon vaikuttavuudesta tarvitaan kipeästi.

Asiasanat: ensihoito, vaikuttavuus, lääkintähelikopteri, HEMS

## Sisällys

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>TULOKSET</b> .....	<b>5</b>
3.1	HEMS (HELICOPTER EMERGENCY MEDICAL SERVICE) .....	8
3.1.1	<i>Lääkintähelikopterien pelastamat henget</i> .....	8
3.1.2	<i>Lääkintähelikopterin kustannustehokkuus</i> .....	10
3.2	SYDÄNPYSÄHDYS.....	11
3.3	MUUT INFORMATIIVISET TUTKIMUSMENETELMÄT .....	13
3.4	ENSIHOIDON VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTIA RAJOITTAVAT TEKIJÄT .....	14
<b>4</b>	<b>POHDINTA</b> .....	<b>15</b>
	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>18</b>

## 1 Johdanto

Ensihoitojärjestelmä on terveydenhuoltoon kuuluva järjestelmä, jonka tarkoituksena on aloittaa äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan hoito jo sairaalan ulkopuolella sekä tarvittaessa kuljettaa potilas hoitoa tarjoavaan terveydenhuollon yksikköön. Suomessa endishoidosta vastaa lainsäädännön tasolla Sosiaali- ja terveysministeriö. Käytännön tasolla ensihoidon järjestelyt ovat sairaanhoitopiirien vastuulla. <sup>1</sup>

Kansainvälisesti ensihoidon tarjoamat palvelut vaihtelevat runsaasti. Esimerkiksi WHO:n julkaisussa oli vertailtu Euroopan maiden terveydenhuollon ensivastejärjestelmiä, ja todettu näiden eroavan toisistaan runsaasti. <sup>2</sup> Vaihtelua on niin järjestelmien järjestäytymisen kuin ammattilaisten koulutuksen välillä. Samanlaisia eroavaisuuksia havaittiin työn artikkeleiden kuvaamien järjestelmien välillä.

Suomessa ensihoitoketjuun kuuluvat hätäkeskus, ensivasteyksiköt, perus- ja hoitotason ambulanssit, kenttäjohtaja ja osassa maata lääkäriyksikkö. Hätäkeskus tekee ensiarvion potilaan tarvitsemat avusta ja lähettää tarvittavan avun paikalle. Ensivasteyksiköiden tehtävänä on taata mahdollisimman nopea pääsy potilaan luo hätätilanteessa, ja toimijat operoivat ensivastekoulutuksen perusteella - kaikilla ensivasteyksiköillä ei ole muodollista terveydenhuollon tutkintoa. Ensivasteyksiköinä voivat toimia esimerkiksi paloautot. Perustason ambulanssin henkilökunta kykenee huolehtimaan, ettei potilaan tila huonone kuljetuksen aikana. Hoitotason ambulanssi kykenee aloittamaan potilaan vaativamman, elintoimintoja tukevan hoidon. Kenttäjohtajan tehtävä on koordinoida alueensa ensihoidon toimintaa ja tarvittaessa osallistua vaativampiin tehtäviin. Lisäksi osassa maata toimii helikopteriensivaste (Helicopter Emergency Services = HEMS), jossa toimii lääkäri. Lääkäriyksiköitä toimii sariaanhoitopiiristä riippuen myös maayksiköissä, mutta näiden toiminta vaihtelee maan eri osissa esimerkiksi vuorokaudenajan mukaan. <sup>3,4</sup>

Työn tarkoituksena oli arvioida ensihoidon käyttämien keinojen vaikuttavuutta. Ensihoidon menettelytapojen arviointi on tärkeää, sillä päivystysluontoisissa tapauksissa voi olla kyse potilaan hengestä. Toisaalta, esimerkiksi Suomessa, suurin osa ensihoidon tehtävistä on

kiireettömämpiä tehtäviä, joissa potilaan elintoimintojen häiriö arvioidaan korkeintaan lieväksi eli välitöntä uhkaa potilaan hengelle ei ole.<sup>3,4</sup> Samalla on siis mielekästä arvioida, minkälaista keinovalikoimaa ensihoidon on kustannustehokasta pitää yllä, kun suurin osa ajasta käytetään ei-henkeäuhkaavien tilanteiden hoitoon. Terveysthuollon keinojen mennessä eteenpäin, myös ensihoidon hoitomahdollisuudet kasvavat. Näiden uusien interventioiden hyödyllisyyttä, tehokkuutta ja turvallisuutta potilaiden kannalta on tärkeä arvioida, jotta käyttöön vakiintuisivat aidosti hyödyttävät hoitokeinot. Työn esikuvana toimi Ryyänen ym.<sup>5</sup> kirjallisuuskatsaus, jossa vertailtiin kirjallisuutta laajasti koskien ensihoidon edistyneempien hoitokeinojen hyötyä. Yllättävää onkin, että monien ensihoidossa yleisesti käytettyjen hoitointerventioiden, kuten esimerkiksi helikopteri-toiminnan, näyttöön perustuva hyöty on edelleen kiistanalaista.<sup>6</sup>

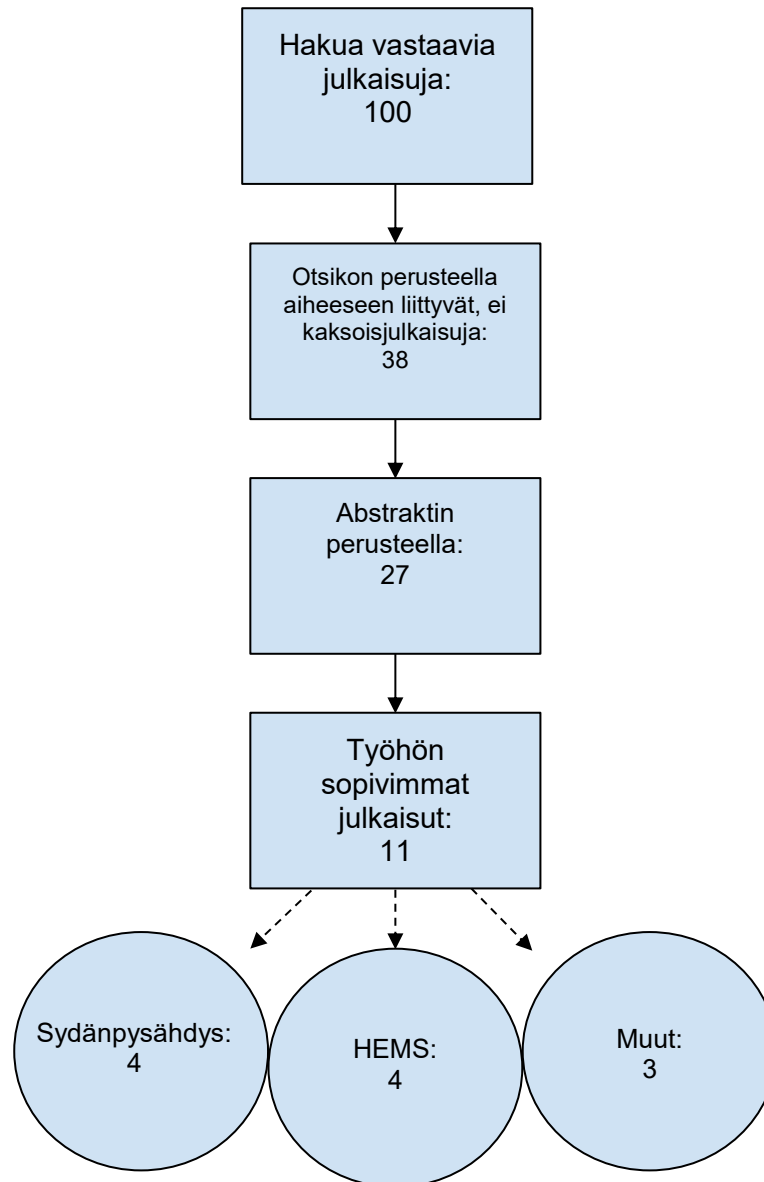
Ensihoitoa arvioitaessa on tärkeä myös pohtia keinoja, joilla sen vaikuttavuutta tarkastellaan. Arvioita voidaan tehdä kustannustehokkuuden näkökulmasta koskien esimerkiksi eri tavoin resursoituja yksiköitä tai hoitokeinoja. Vaikuttavuutta voidaan arvioida myös uusien hoitomenetelmien käyttöönottona ja sen vaikuttavuutena potilaiden selviytymiseen. Kustannustehokkuus ja käytettyjen hoitointerventioiden hyödyllisyyden arvioiminen ovat molemmat osa-alueita, joiden suunnasta ensihoitoa voi arvioida.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Ensihoidon vaikuttavuutta päätettiin tutkia kirjallisuuskatsauksen avulla. Hakumenettelyksi laadittiin lauseke, jolla pyrittiin löytämään ensihoitoon ja sen vaikuttavuuden arvioon liittyvät tutkimukset. Tarkoituksena oli siis löytää tutkimukset, joissa ensihoito toteutti sairaalan ulkopuolista hoitoa. Tutkimuksessa tuli keskittyä vaikuttavuuden arviointiin ja ottaa huomioon potilaiden selviytyminen. Hakulausekkeeksi muodostui lopulta: (prehospital\* OR "out of hospital") AND ("emergency medical services"[tiab] OR "emergency medical service"[tiab] OR EMS[tiab] OR air ambulance\*) AND (effectivity OR effectiveness OR cost-effectiveness\* OR costeffective\*) AND ( survival\*). Hakulausekkeen tehon indikaattorina voi pitää sitä, errä Ryyänen ym. ALS vs BLS-artikkeli<sup>5</sup>, jota käytettiin lähtökohtana katsauksen suuntaamiselle, nousi myös esille tämän hakulausekkeen avulla.

Hakulausekkeella tehtiin haku PubMedista 3/2018, jolloin hakua vastaavia julkaisuja oli 1++ kappaletta. Otsikoiden perusteella karsittiin kokonaan aiheen ulkopuoliset julkaisut ja kaksoisjulkaisut, jonka jälkeen jäljellä oli 38 julkaisua. Näistä abstraktien perusteella sopimattomat karsittiin ja jäljelle jäi 27 julkaisua. Nämä koottiin taulukoksi, johon kerättiin tutkimusten tarkemmat tiedot. Näiden perusteella valittiin työn kannalta kiinnostavimmat 11 artikkelia luettavaksi. Valitut 11 artikkelia jaettiin kolmeen kategoriaan, joissa ensihoitoa oli tarkasteltu hieman erinäkökulmista: 1. helikopteriensihoidon vaikutukset, 2. ensihoidon vaikutukset sairaalan ulkopuolisessa sydämenpysähdyksessä 3. muut tavat arvioida ensihoidon vaikuttavuutta, jossa ensihoitoa käsiteltiin jostakin suppeahkosta, mutta kiinnostavasta näkökulmasta. Artikkelien karsina on havinnollistettu vuokaaviossa (KUVA 1).

Artikkelien lukemisen jälkeen arvioinnista karsiutui vielä yksi julkaisu, koska se ei vastannut tutkimuskysymykseen; kyseessä oli pääkirjoitus, jossa arvioitiin yleisellä tasolla ensihoidon periaatteita<sup>7</sup>.



KUVA 1

### 3 Tulokset

Tuloksissa kukin isosta kolmesta kokonaisuudesta on käsitelty erikseen. Lisäksien artikkelien merkitsevät tulokset ja johtopäätökset on koottu oheiseen TAULUKKON 1. Tutkimusmenetelmänä näissä artikkeleissa oli suurimmassa osassa erilaiset katsaukset kirjallisuuteen tai olemassaoleviin data-aineisoihin.



Artikkeli	Tutkimusaihe	Tutkimusmenetelmä	Merkitseviä tuloksia?	Tulokset	Johtopäätökset
Long-term follow-up on trauma patients before and after implementation of a physician-staffed helicopter: A prospective observational study	Vähensikö HEMS:n käyttöönotto pitkällä aikavälillä traumapotilaiden kuolleisuutta, vastaanotettujen sosiaaliturvien määrää tai varhaista eläköitymistä?	Prospektiivinen havainnoiva tutkimus	Joitakin	Tulokset osoittivat siihen suuntaa, että riski varhaiseen eläköitymiseen, työkyvyn alenemiseen ja sosiaaliturvien vastaanottamiseen oli pienempi HEMS-ryhmässä. Kaikki tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.	Tulosten katsottiin osoittavan siihen, että HEMS:n avulla traumasta selviävä yhä suurempi määrä potilaita selviää yhä toimintakykyisempänä.
Lives Saved by Helicopter Emergency Medical Services : An Overview of Literature	Paljonko henkiä HEMS-toiminta pelastaa?	Kirjallisuuskatsaus	Positiivisia, mutta vaihtelevia	HEMS:n pelastamien henkien määrä vaihteli tutkimuksesta riippuen 1.1-12.1 lisähenkeä / 100 HEMS-lähtöä. Tarkimmiksi arvioituissa neljässä tutkimuksessa arvioitiin 2.7 lisähenkeä / 100 HEMS-lähtöä.	HEMS:n tehokkuusarviossa on hajontaa, mutta vaikutuksen katsotaan olevan kuitenkin positiivinen. Erityisen merkittävä hyöty on vaikeasti loukkaantuneilla traumapotilailla, lievemmin loukkaantuneilla merkitseviä löydöksiä ei ole.
Survival benefit of physician-staffed Helicopter Emergency Medical Services (HEMS) assistance for severely injured patients	Mikä on HEMS:n vaikuttavuus ensihoitajamiehitettyyn ambulanssiin verrattuna?	Retrospektiivinen havainnoiva tutkimus	Kyllä	HEMS-toiminta pelasti laskennallisesti keskimäärin 5.33 lisähenkeä / 100 lähtöä, kun potilaat oli vakioitu.	Tutkimuksen statistisen voiman katsottiin olevan riittävän suuri puoltamaan HEMS:n käyttöä, vaikka sekoittavat tekijät olivat myös merkittäviä.
Cost-Effectiveness of Helicopter Versus Ground Emergency Medical Services for Trauma Scene Transport in the United States	Mikä on HEMS:n kustannustehokkuus?	Data-analyysi		HEMS-toiminnan tulisi pelastaa 1,3 lisähenkeä / 100 lähtöä, jotta 1 pelastettu henki maksaisi 100 000 \$. Henkiä tulisi pelastaa 3,3 lisähenkeä / 100 lähtöä, jotta pelastetun hengen hinta olisi alle 50 000\$. Laatupainotettujen elinvuosien suhteen pelastettuja henkiä tulisi olla 2,7 / 100 lähtöä, jotta hinta olisi alle 100 000\$. Jotta laatupainotetun	Ei ole selvää, vähentääkö HEMS kuolleisuutta riittävästi ollakseen kustannustehokasta Yhdysvalloissa, kun hälytyskriteerien väljyys on tekoetkisellä tasolla. Tehokkain kustannustehokkuutta parantava tekijä on hälytyskriteerien oikein suuntaaminen. HEMS:n hyödyt tulee arvioida alueellisesti.

				vuoden hinta olisi alle 50 000\$, tulisi henkiä pelastaa 3,3 / 100 lähtöä.	
Systematic review of the effectiveness of prehospital critical care following out-of-hospital cardiac arrest	Onko sairaalan ulkopuolella tapahtuva tehohoito tehokkaampaa kuin ALS (= advanced life support) ROSC:n (return of spontaneous circulation) saavuttamisen jälkeen.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus (6 artikkelia)	Tulokset artikkelista riippuen vaihtelevia (huomautettu kuitenkin, että negatiivisiksi jääneissä tutkimuksissa potilasmäärä on huomattavasti pienempi kuin hyödyllisyyttä puoltavissa tutkimuksissa).	Näyttöä vain rajoitetusti. Hyötyä 3/6, ei eroa ryhmien välillä 3/6.	Sairaalan ulkopuolella tarjotulla ehohoidolla on mahdollisuus parantaa potilaan ennustetta ROSC:n saavuttamisen jälkeen, jatkotutkiminen riittävän suurista data-aineistoista.
Collaborative effects of bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation and prehospital advanced cardiac life support by physicians on survival of out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide population-based observational study	Mitkä ovat maallikkoelvytyksen ja ACLS:n (advanced cardiac life support) yhteisvaikutukset potilaiden selviämiseen?	Prospektiivinen rekisteritutkimus	Kyllä	Maallikkoelvytys yhdistettynä sairaalanulkoiseen ACLS ennusti potilaan parempaa toimintakykyä. Jos maallikkoelvytystä ei aloitettu, ACLS paransi hengissä selviytymistä, mutta huononsi neurologista lopputulosta.	Lääkärijohtoinen ACLS tehostaa maallikkoelvytyksen vastetta ja näiden yhdistelmä on tehokkain tapa hoitaa sairaalan ulkopuolella sydänpysähdyksen saaneita.
Effect of Transport Interval on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival in the OPALS Study: Implications for Triaging Patients to Specialized Cardiac Arrest Centers	Vaikuttaako kuljetusaika sairaan sydänpysähdyspotilaiden selviämiseen?	Retrospektiivinen rekisteritutkimus (OPALS-tutkimus) <sup>13</sup>	Kyllä	Kuljetusaika ei vaikuttanut potilaiden selviämiseen tilastollisesti merkittävästi	Potilaita voitaisiin kuljettaa sydänpysähdysten hoitoon erikoistuneisiin yksiköihin paikallisten sairaaloiden ohi hieman pidemmän kuljetusajan kustannuksellakin.
Is advanced life support better than basic life support in prehospital care? A systematic review	Onko ALS tehokkaampaa ensihoidossa kuin BLS?	Kirjallisuuskatsaus	Vaihtelevia	Tulokset vaihtelivat runsaasti potilasryhmästä ja tutkimustavasta riippuen.	ALS:n ja BLS:n määritelmät vaihtelevat ajasta ja paikasta riippuen ja todistusvoimaa ei näiden vertailussa ole juurikaan kumpaankaan suuntaan. Tarve ensihoitointerventioiden arvioinnille on suuri.
Prehospital treatment with continuous positive airway pressure in patients with acute respiratory failure: a regional	Onnistuuko CPAP-hoito jo ennen sairaalaa ja onko siitä hyötyä?	Prospektiivinen toteutumistutkimus sekä kontrollioimaton ennen-jälkeen-tutkimus	Ei	CPAP-hoito ilman tarkkaa syydiagnostiikkaa oli suurimmaksi osaksi turvallista. Otoskoko oli liian pieni arvioimaan, onko hoidolla vaikutusta yksittäisiin	Tuloksia pidettiin kokeellisina, joita voidaan jatkossa hyödyntää tutkimusasetelman suunnittelussa.

observational study				sairauksiin tai kuolleisuuteen.	
One-Year Outcomes of Out-of-Hospital Administration of Intravenous Glucose, Insulin, and Potassium (GIK) in Patients With Suspected Acute Coronary Syndromes (from the IMMEDIATE [Immediate Myocardial Metabolic Enhancement During Initial Assessment and Treatment in Emergency Care] Trial)	Onko ensihoidossa todennäköisille sydäninfarktipotilaille aloitetulla glukoosi-insuliini-kalium-liuoksella vaikutusta pitkän aikavälin ennusteeseen?	Randomoitu, lumekontrolloitu ja kaksoissokkoutettu kliininen tutkimus.	Kyllä	Tilastollisesti merkitseviä tuloksia GIK-infuusion positiivisista vaikutuksista oli sydänoireilleiden potilaiden STEMI-alaryhmässä. Myös koko ryhmässä oli viitettä GIK:n positiivisesta vaikutuksesta, mutta nämä tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.	GIK-annostelun hyödyt tulevat näkyviin, kun kyseessä on iskemian aikana aloitettu hoito. Tutkimuksen tilastollinen voima ei riittänyt GIK-hoidon kiistattomien tulosten osoitukseen, joten suurempi tutkimus vaadittaisiin laajemman käyttöönoton tueksi.

TAULUKKO 1

### 3.1 HEMS (Helicopter Emergency Medical Service)

Lääkintähelikopterien toimintaa tutkivat artikkelit jakautuivat arvioihin HEMS:n vaikutuksista pelastettuihin henkiin ja arvioihin lääkintähelikopterin kustannusvaikutuksista ja -tehokkuudesta.

#### 3.1.1 Lääkintähelikopterien pelastamat henget

Lääkintähelikopteritoiminnan pelastamia henkiä tutkittiin kolmessa artikkelissa. Asetelmina olivat prospektiivinen havainnoiva tutkimus, kirjallisuuskatsaus sekä retrospektiivinen rekisteritutkimus.

Funder ym. käyttöönottotutkimuksessa tutkittiin HEMS-toiminnan aloittamisen vaikutuksia traumapotilaiden pitkäaikaiseen selviytymiseen ja toimintakykyyn. Tutkimuksessa havaittiin, että toimintakykyä kuvaavissa muuttujissa (sosiaaliturvien varassa eläminen, ennaikainen eläköityminen, työkyvyn alenema) HEMS:n käyttöönoton jälkeen hoidetuilla potilailla oli positiivisempia tuloksia. Kuitenkin ainoastaan sosiaaliturvien varassa eläneiden määrän

vähemmän oli tilastollisesti merkitsevä. Joitakin viitteitä oli siitä, että vaikeimmin loukkaantuneiden (ISS > 15 - Injury Severity Score) 30 päivän kuolleisuudessa oli tapahtunut alenema, mutta näiden potilaiden määrä oli niin vähäinen, ettei varmoja johtopäätöksiä toimintakyvystä kumpaankaan suuntaan voitu vetää. Tanskan järjestelmä oli ennen HEMS-järjestelmän implementaatiota kaksitasoinen (perustason ensihoitoa tarjoava ambulanssi ja MECU = mobile emergency care unit) ja HEMS lisättiin tämän järjestelmän tueksi. HEMS:n käyttöönottoon liittyi yleisesti ensihoitojärjestelmän tehostaminen (koulutukset, tiedotus) sekä terveydenhuoltohenkilöstön että maallikoiden tasolla, jolloin tuloksia ei voi pitää isoloidusti ainoastaan HEMS-toimintaan liittyvinä.<sup>8</sup>

Ringburg ym. kirjallisuuskatsauksessa vertailtiin tutkimuksia, joissa HEMS:n vaikutus oli laskettu pelastuneina ihmishenkinä. Näiden perusteella HEMS:n vaikutusta pidetään positiivisena, mutta sen hyötyä kiistanalaisena, koska pelastettujen hemkien määrä vaihteli runsaasti (1.1-12.1 lisähenkeä / 100 HEMS-lähtöä). Kuitenkin laskennallisestikin ennusteiden mukaan parempi selviytyminen HEMS-avusteisesti on odotettavaa. Tämän johdosta tietoa ei välttämättä saada isoloidusti HEMS:n lisähyödyistä, vaan ensihoidon toiminnasta ylipäättään. Päätelmänä kuitenkin oli, että HEMS:llä on positiivista vaikutusta, etenkin vaikeammin loukkaantuneiden traumapotilaiden hoidossa. Lievemmin loukkaantuneiden hoidossa HEMS:n käytön hyödyistä ei ole näyttöä.<sup>6</sup>

Den Hartog ym. rekisteritutkimuksessa arvioitiin Hollannin maanlaajuisen HEMS:n vaikutusta verrattuna ensihoitajamiehitettyyn ambulanssiin. HEMS:n hyötyä arvioitiin vakavimmin loukkaantuneilla traumapotilailla (ISS > 15). Vakioimattomassa aineistossa HEMS-kuolleisuus oli suurempaa, mikä oli HEMS:n vakavampia vammoja edellyttävän lähetyskriteerien vuoksi odotettavissa. Kun kuolleisuus oli vakioitu ISS:n, iän ja vammamekanismin suhteen, HEMS-toiminnalla pelastettiin laskennallisesti 5.33 henkeä/ 100 lähtöä. Vaikka HEMS-kriteeristöä johtuva potilasvalinnan vinouma on selkeästi olemassa, eikä sitä ole mahdollista poistaa laskennallisesti, katsottiin tutkimuksessa, että sen tilastollinen voim riittää puoltamaan HEMS:n käyttöä.<sup>9</sup>

Lääkintähelikopterin henkien pelastumista arvioineissa tutkimuksissa haasteiksi arvioitiin retrospektiivisten tutkimusten kohdalla luonnollisesti niiden menneisyyteen katsova luonne.

Sekä Funder ym että Den Hartog ym tutkimuksissa keskityttiin vain tarumapotilaiden hoitoon, jolloin HEMS:n hyötyjä muissa potilasryhmissä ei näissä tapauksissa ole arvioitu <sup>8,9</sup>.

HEMS:n käyttöön liittyy olennaisesti potilasvalinnan vinouma, jota on mahdoton sokkouttaa pois; HEMS:n lähetyskriteerit ovat valmiiksi määritellyt ha siten johtavat potilaiden valikoitumiseen. Ensihoidon yksittäisen intervention vaikutuksen arviointi isoloidusti on haastavaa, sillä ensihoidon tuloksellisuus liittyy koko ketjun toimintaan ja kokemukseen. Funder ym. tutkimuksessa käytettiin lisäksi potilaiden selviytymisen arvioinnissa yhteiskunnallisia mittareita (kuten eläköitymistä ja sosiaalitukia), joihin liittyy muitakin kuin lääketieteellisiä perusteita, jolloin myös niiden sekoittava vaikutus tulee mukaan <sup>8</sup>.

Ringburg ym. kirjallisuuskatsauksen haasteena olivat eri tutkimusten keskenään erilaiset asetelmat, käytetyt analyysit ja vammamekanismit tutkimusten välillä. Osa arvioiduista tutkimuksista on myös niin vanhoja, että ensihoitojärjestelmissä on ehtinyt niiden valmistumisen jälkeen tapahtua sekä tiedostettuja että tiedostamattomia muutoksia. Eri järjestelmissä tehtyjen tutkimusten vertailu on haastavaa myös järjestelmien eroavaisuuksien vuoksi. <sup>6</sup>

### 3.1.2 Lääkintähelikopterin kustannustehokkuus

Delgado ym. arvioi lääkintähelikopterin kustannustehokkuutta data-analyysissään. Koska HEMS:n positiivinen vaikutus potilaiden selviämiseen on todistettu aiemmin, keskityttiin tässä tutkimuksessa arvioimaan, paljonko yhden laatupainotetun elinvuoden lisääminen helikopterikuljetusta hyödyntäen maksaa. Arviointi keskittyi HEMS:n mahdollistamaan nopeampaan kuljetukseen kuin laajempaan hoito- tai henkilökunta-arsenaaliin.

10

Analyysin perusteella HEMS:n tulisi pelastaa 1.3 henkeä / 100 lähtöä, jotta yksi laatupainotettu elinvuosi maksaisi alle 100 000\$. Henkiä tulisi pelastaa 3.3 / 100 lähtöä, jotta laatupainotetun elinvuoden hinta olisi alle 50 000\$.<sup>10</sup>

Pohjaoletuksena arvioitiin hälytyskriteerien väljyyden olevan keskimääräisellä tasolla, jolloin HEMS-toiminnan kustannustehokkuus on kiistanalaista. Mitä tehokkaampaa triage on, sitä vähemmän HEMS-toiminnasta syntyy ylimääräisiä kustannuksia, jolloin henkiä ei tarvitse pelastaa yhtä paljon, jotta toiminta olisi kustannustehokasta. Käyttökustannuksiin vaikuttaa myös alue, jolla toimintaa järjestetään, minkä vuoksi alueellinen arvio HEMS:n hyödyllisyydestä on aina tarpeen.<sup>10</sup>

Merkittävänä rajoituksena on arviossa se, että analyysien pohjana ovat datapankit, joiden tuloksia myös tämän arvion loppupäätelmät täten edustavat. Ambulanssien käytössä vertailukohtana on myös huomattava ambulanssien muut tehtävät. Kaikki ambulanssit eivät tosielämässä ole suoraan käytettävissä kaikille tehtäville ilman viivettä, kuten pohjaoletuksessa on. Potilasvalinnan selkeänä vinouttajana on myös se, että potilaiden sijainti valmiiksi hyvin lähellä sairaalaa on johtanut ambulanssilla kuljetukseen vammaan laadun arvioinnin sijaan.<sup>10</sup>

### 3.2 *Sydänpysähdys*

Sydänpysähdykseen liittyvissä artikkeleissa ensihoidon vaikuttavuutta tutkittiin kirjallisuuskatsauksella, prospektiivisella rekisteritutkimuksella sekä retrospektiivisellä rekisteritutkimuksella.

Von Vopelius-Feldt ym. kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin sairaalan ulkopuolisen tehohoidon hyödyllisyyttä sydänpysähdyspotilailla. Vaikka eri tutkimukset antoivat eriäviä tuloksia, katsottiin tehohoidon hyödyntä näyttö antaneiden tutkimusten olleen otoskooltaan luotettavampia. Vertailu todettiin haastavaksi, koska tutkimukset oli toteutettu erilaisissa järjestelmissä, joissa hoitoketjut ja toimijoiden valmiudet erosivat toisistaan. Merkittävimmiksi sekoittaviksi tekijöiksi arvioidaan hoidettavien järjestelmän sisällä tapahtuva potilasvalinta (ensivasteyksikkö kutsuu lääkärin paikalle) ja lääkärin ohjauksessa jatkohoitavaan sairaalaan liittyvä valikointia. Lisäksi yksittäisen intervention vaikutuksia on ensihoidon koko ketjussa vaikea arvioida, sillä asiaan liittyvät paikallisen järjestelmän rakenteet, toimijoiden kokemus ja yleisesti koko järjestelmän toiminta. Selkeinä rajoituksina

tulosten tulkinnalle katsotaan nimenomaan sekoittavat tekijät ja myös tutkimusten keskinäinen vaihtelevuus (otoskoot, populaatiot, EMS-järjestelmän toiminta). Lisäksi katsauksessa analysoitiin tutkimuksia 20 vuoden ajalta, jolloin sairaalanulkoisten toimenpiteiden mahdollisuuksissa on hyvin todennäköisesti tapahtunut muutoksia.<sup>11</sup>

Yasunaga ym. prospektiivisessä rekisteritutkimuksessa tutkittiin maallikkoelvytyksen ja sairaalanulkoisen ACLS:n (advanced cardiac life support) yhteisvaikutuksista. Merkitsevimpinä havaintoina todettiin maallikkoelvytyksen yhdistettynä lääkärijohtoiseen ACLS:n oli tehokkainta, mutta mikäli maallikkoelvytystä ei oltu aloitettu, selviytyminen tapahtui neurologisen suorituskyvyn kustannuksella. Kyseessä olleessa Japanin ensihoitojärjestelmässä kaikilla alueilla oli ambulanssein toteutettu standardoitu ensivaste. Lisäksi osalla alueista oli lääkäriyksikkö, joka toimi joko ympärivuorokautisesti tai päiväsaikaan. Myös tämän tutkimuksen yhteydessä todettiin lääkäriillä olevan vaikutusta potilaan jatkohoitoon ohjautumiseen, joka sekoittaa mahdollisuutta arvioida ensihoidon isoitua vaikutusta. Lääkäriyksikkö ei myöskään ollut käytössä kaikilla alueilla tai kaikkina aikoina. Tietoja potilaiden jatkohoidosta vastanneista sairaaloista tai potilaiden selviämisestä pitkällä aikavälillä ei ollut käytettävissä.<sup>12</sup>

Spaite ym. retrospektiivisessä rekisteritutkimuksessa arvioitiin kuljetusajan vaikutusta potilaiden selviytymiseen. Aineistona toimi OPALS-tutkimus<sup>13</sup>. Suurin osa kuljetuksista kesti alle 20 minuuttia, mutta käytössä olleen datan puitteissa kuljetusaika sairaalaan ei vaikuttanut potilaan selviytymiseen. Tämän tiedon pohjalta potilaiden hoitoa voitaisiin keskittää sydänpysähdyksen hoitoon erikoistuneisiin yksiköihin, vaikka kuljetusaika olisi pidempi ja ohittaa näin lyhyemmän ajan päässä olevat paikallissairaalat.<sup>14</sup>

Sydänpysähdyksen ensihoitoa arvioineissa tutkimuksissa merkittävänä vertailua rajoittavana tekijänä oli järjestelmien erilaisuus. Myös yksittäisen ensihoitojärjestelmän sisällä voi olla suuria vaihteluita, esimerkiksi lääkäriyksikön saatavuudessa vuorokauden ajan mukaan. Lisäksi yksittäiset järjestelmät muuttuvat ja kehittyvät ajallisesti. Datapuutokset ja sekundaaristen päätetapahtumien arviointi ovat myös tulosten luotettavuutta rajoittavia tekijöitä.

### 3.3 Muut informatiiviset tutkimusmenetelmät

Muut informatiiviset tutkimusmenetelmät-kategorian artikkeleissa ensihoidon vaikuttavuutta tutkittiin ensihoitotasoa (hoitotaso vs. perustaso) vertaillen, ennen sairaalaa aloiteun CPAP-hoidon suhteen sekä varhaisen glukoosi-insuliini-kalium-annostelun kautta.

Ryynänen ym. kirjallisuuskatsauksessa haluttiin vertailla, onko invasiivisempia metodeita kentällä hyödyntävä ALS (Advanced life support, yl. suomennettu hoitotason ensihoito) tehokkaampaa kuin peruselintoimintojen vakauttamiseen pyrkivä BLS (basic life support, yl. suomennettu perustason ensihoito). Katsauksen haasteena oli ALS:n ja BLS:n määritelmien vaihtelu ajallisesti ja maantieteellisesti sekä ensihoitojärjestelmien erilaisuus niin potilasaineiston kuin terveydenhuollon toimintatapojen kannalta. ALS:a ja BLS:a vertailtiin useiden eri sairaus- ja vammamekanismien hoidossa. Suurimmassa osassa tutkimuksissa todistusvoima oli pieni puoltamaan kummankaan paremmuutta. Tarve ensihoidon vaikuttavuuden arviointiin katsottiin suureksi.<sup>5</sup>

Nielsen ym. prospektiivisessä tutkimuksessa arvioitiin CPAP-hoidon käytettävyyttä ensihoidossa Tanskassa. Tanskan kolmiportaisessa järjestelmässä toimivat ensivasteen ambulanssit, ensihoitaja-ajoneuvot sekä lääkäriyksiköt. Lääkäriyksiköt saattoi hälyttää paikalle hätäkeskus jo soiton perusteella tai ensivastehenkilökunta arvionsa mukaan tapahtumapaikalla. Tutkimuksessa keskityttiin erityisesti siihen, onnistuisiko CPAP-hoidon aloitus sairaankuljetuksen aikana ilman haittatapahtumia, vaikka tarkkaa hengitysvaikeuden syydiagnostiikkaa ei ole varmistettu. Tulosten perusteella CPAP-hoidon todettiin olevan suurimmaksi osaksi turvallista, mutta potilaan jatkuva tarkkailu ja tarvittaessa CPAP-hoidosta luopuminen oli tärkeää. Tutkimuksen koko oli liian pieni todistamaan, onko CPAP-hoidon aloituksella jo sairaankuljetuksen aikana vaikutusta kuolleisuuteen tai tiettyjen sairauksien parempaan hoitoon. Tuloksia pidettiin kaiken kaikkiaan kokeellisina ja randomoitu tutkimus CPAP-hoidon hyödyistä vaadittaisiin ennen kuin sairaankuljetuksessa aloitettavaa CPAP-hoitoa voisi suositella laajaan käyttöön. Huomattavaa on, että kyseisessä järjestelmässä kuljetusajat olivat melko pitkiä (keskimäärin 35 minuuttia).<sup>15</sup> Tätä voidaan verrata esimerkiksi Spaite ym rekisteritutkimukseen, jossa suurin osa kuljetuksista oli alle 20 minuuttia<sup>14</sup>. Tämä kuvaa hyvin jo aiemmin todettuja suuria eroja ensihoitojärjestelmien välillä.



Selker ym. kaksoissokkoutetussa, placebo-kontrolloidussa tutkimuksessa tutkittiin mahdollisimman varhain ensihoidossa sydäniskemiapotilaille aloitetun glukoosi-insuliini-kalium-infuusion suojaavia vaikutuksia. Kyseessä oli jatkojulkaisu tutkimuksesta, josta oli julkaistu aiemmin 30 päivän tulokset<sup>16</sup>. Tutkimukseen osallistui 36 ensiapujärjestelmää 13 kaupungissa Yhdysvalloissa. 30 päivän tuloksissa yhdistetty sydänpysähdysten ja sairaalakuolleisuuden vähenemä oli tilastollisesti merkitsevä<sup>16</sup>. Vuoden kohdalla kuolleisuuden, sydänpysähdysten ja sydämen vajaatoiminnan määrät olivat pienemmät hoitoa saaneessa ryhmässä, mutta vain STEMI-alaryhmässä oli tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Tässäkin ryhmässä merkitseviä oli vain osa parametreista. Tärkeänä pidettiin kuitenkin sitä, että GIK-infuusion hyvin varhaista aloitusta (mediaaniaika 90 minuuttia oireen alusta infuusion aloitukseen), kun aiemmissa tutkimuksissa hoito on käynnistetty vasta sairaalassa. Koska alkuperäisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää GIK-infuusion vaikutusta sydäniskemian oireiden etenemisestä sydäninfarktiksi, ei tilastollinen voima oltu suunnattu kuolleisuuden vähenemän todistamiseen. Johtopäätöksenä todetaan GIK-hoidon hyödyistä olevan näyttöä, mutta suurempi tutkimus kiistattoman hyödyn osoittamiseksi tarvitaan, jotta menetelmän voisi ottaa laajempaan käyttöön.<sup>17</sup>

Muiden informatiivisten tutkimusmenetelmien artikkelien kohdalla rajoituksina pidettiin jo aiemmin toistunutta ensihoidon sekä järjestelmiin liittyvää että ajallista vaihtelevuutta. Lisäksi raportoiija-toteuttaja-harha oli nostettu esille, esimerkiksi Nielsen ym. tutkimuksessa, jossa hoitoa tarjoaa sama toimija, joka sen raportoi, ja tämä altistaa sokeille pisteille saaduissa tiedoissa<sup>15</sup>. Lisäksi Rynänen ym. ja Nielsen ym. katsauksessa ja tutkimuksessa asetelma oli retrospektiivinen<sup>5,15</sup>.

### *3.4 Ensihoidon vaikuttavuuden arviointia rajoittavat tekijät*

Ensihoidon tutkimisessa on monia rajoittavia ja sekoittavia tekijöitä.

Katsauksessa olevista tutkimuksista useissa merkittäväksi nimetään potilasvalinnan vinouma, joka liittyy ensihoidossa valmiiksi määriteltäisiin hälytyskriteereihin niin ambulanssien kuin HEMS:n osalta. Tämä linkittyy havaittuun haasteeseen siitä, miten yksittäisen

ensihoitointervention vaikutusten arvioiminen on miltei mahdotonta, sillä lopputulokseen vaikuttaa koko ensihoidon toimintaketju ja sen toimijat. Ensihoidon järjestäytyminen vaihtelee runsaasti eri järjestelmien välillä mm hoitohenkilöstön koostumuksen, koulutuksen ja käytössä olevien hoitovaihtoehtojen mukaan. Järjestelmä saattaa vaihdella samallakin alueella: esimerkiksi lääkäriyksikkö voi olla käytössä vain päiväsaikaan. Ensihoidossa roolinsa on myös toteuttaja-raportoija-harhalla, jolloin hoitoa antava taho on myös yksinään raportoija, jolloin sokeat pisteet raportoinnissa ovat mahdollisia.

Potilaiden selviytymiseen ei vaikuta ainoastaan ensihoito yksinään, vaan myös vastaanottava sairaala ja sen taso, joita ei oltu katsauksen artikkeleissa juuri huomioitu tai kyetty huomioimaan. Haasteen yksiselitteisten arvioiden tekemisessä ovat ensihoitojärjestelmien erilaiset toimintaympäristöt niin populaation kuin maantieteekin suhteen. Lisäksi tutkimukset ja katsauksissa käytetyt materiaalit jakautuvat ajallisesti niin, että ensihoito on muuttunut ja kehittynyt samankin järjestelmän sisällä tiedostetuilla mutta myös tiedostamattomilla muutoksilla.

Ensihoidon laajuuden ja merkittävien sokkoutettujen tutkimusten toteuttamisen haasteiden vuoksi tutkimusasetelmat myös tässä katsauksessa käytetyissä artikkeleissa olivat usein retrospektiivisiä tai perustuivat datapankkeihin. Datapankkeja käytettäessä tulokset edustavat luonnollisesti pelkästään näiden tietopankkien tuloksia ja niiden monimuotoisuutta.

#### **4 Pohdinta**

Tässä katsauksessa oli tarkoitus tutkia sitä, mitä ensihoidon vaikuttavuudesta kokonaisuutena tiedetään. Tutkimuksia tästä näkökulmasta oli saatavilla melko vähän, joten katsausta laajennettiin koskemaan myös erilaisia ensihoidossa käytettäviä interventioita. Eniten tutkimustietoa ensihoitojärjestelmän arvioinnista löytyi HEMS-toiminnasta ja yksittäisen potilasryhmän hoidossa sydänpysähdyspotilaista.

Katsauksen artikkeleiden perusteella suuria linjoja ensihoidon interventioiden tehokkuudesta ei voi vetää. Yksittäisiä tuloksia kuitenkin oli. Katsauksen perusteella voidaan todeta hälytyskriteerien (triagen) tehostamisen olevan tärkeää etenkin HEMS-toiminnan kustannustehokkuuden parantamiseksi <sup>10</sup>. HEMS-toiminnan katsottiin vaikuttavan positiivisesti etenkin vakavimmin loukkaantuneiden traumapotilaiden selviytymiseen <sup>6</sup>. Lisäksi oli merkitseviä löydöksiä sen suhteen, että mikäli sydänpysähdyspotilaan maallikkoelvytystä ei aloiteta, mutta lääkäriyksikkö jatkaa elvytystä, tapahtuu selviytyminen näissä tapauksissa neurologisen toimintakyvyn kustannuksella <sup>12</sup>.

Ensihoidon arvioiminen on haastavaa, sillä aiheesta on sen koko laajuudessa käytännössä mahdotonta suorittaa randomoituja kokeellisia tutkimuksia. Yksittäisiä hoitointerventioita, tiettyä kuljetustapaa tai henkilökunnan koulutustasoa voidaan toki tutkia, mutta koko järjestelmän tehokkuuden ja vaikuttavuuden arviointi on käytännössä mahdotonta. Erilaisten tulosten yleistettävyyteen on myös kiinnitettävä huomiota: ensihoitojärjestelmien keskinäinen ja jopa sisäinen suuri vaihtelu on todettu tämänkin katsauksen sisällä useaan otteeseen.

Myöskään ensihoitojärjestelmän tehokkuuden arvioinnissa mittaristo ei ole yksiselitteinen. Ensihoidon arviointimenetelmät liittyivät tässä katsauksessa kustannustehokkuuteen ja kliiniseen tuloksellisuuteen (arvioitiin esimerkiksi hengissä selviämistä, toimintakyvyn säilymistä ja saavutettuja elinvuosia). Kustannukset ja kliininen tehokkuus ovat yleisempiä raportoituja mittareita, mutta nämä liittyvät yleensä nimenomaan vakavimmin sairastuneisiin tai loukkaantuneisiin potilaisiin. Tämän katsauksen piirissä ei oltu tutkittu pehmeämpien interventioiden, esimerkiksi kivunlievityksen tai pahoinvoinnin hoidon vaikutusta.

Kustannusten käyttöä arvioinnissa puoltaa niiden vertailtavuus ensihoitojärjestelmien välillä ja niiden avulla voidaan laskea hinta esimerkiksi ensihoidon tuottamalle lisävuodelle. Kustannustehokkuuden arviointi ei kuitenkaan yksinään ratkaise ensihoidon tehokkuutta ja lisäksi pelkkiin kustannuksiin keskittymiseen liittyy eettisiä ongelmia. Esimerkiksi Suomen kaltaisessa maassa asutuksen tiheys vaihtelee voimakkaasti, jolloin harvaan asutuilla alueilla ensihoidon ylläpitäminen maksaa enemmän <sup>4</sup>. Jos seurattaisiin ainoastaan kustannuksia,

samoihin oireisiin tai tapaturmiin ei saisi alueesta riippuen samaa hoitoa. Lisäksi siedettävän hinnan määrittäminen ihmiselämälle tai toimintakykyisille vuosille on eettinen haaste.

Vaikuttavuudessa ja etenkin uusien interventioiden käyttöönottoa harkitessa usein tutkitaan kliinistä tuloksellisuutta. Voidaan arvioida esimerkiksi potilaan hengissäsäilymistä, toimintakykyä tai saavutettuja elinvuosia. Ongelmallista arvioinnista tekee kuitenkin se, että on mahdotonta tietää, mitä olisi tapahtunut ilman ensihoidon interventiota tai jos ensihoito olisi toiminut toisin. Joissakin tapauksissa potilas saattaa menehtyä tai vammautua vaikeasti riippumatta ensihoidon toiminnasta. Lisäksi ensihoito tarjoaa nimenomaan alkuvaiheen hoidon ja potilaan selviytymiseen vaikuttavat merkittävästi myös hoidon jatko seuraavassa yksikössä.

Ensihoidon tehokkuuden arviointi on siis monitekijäistä ja haastavaa. Jonkinlainen tehokkuuden ja maksimikustannusten arviointi on kuitenkin tarpeellista ja järkevää. Toisaalta joissakin tilanteissa kalliitkin hoitointerventiot ovat mielekkäitä, sillä niiden avulla muussa tapauksessa menehtyvä potilas saattaa saada toimintakykynsä takaisin täysin. Tämä nostaa esiin ongelman jälleen siitä, ettei eettisesti ole mahdollista tehdä tutkimuksia, joissa osa potilaista jätettäisiin hoitamatta tai joita hoidettaisiin huonommin. Lisäksi ensihoidon potilasmateriaali on laajaa; useissa katsauksen artikkeleissa todettiin, että tietyn, hyvin kapea-alaisen potilasryhmän hoidossa tietystä interventiosta voisi olla suurempaa hyötyä. Kyseiset ryhmät olivat usein kuitenkin niin pieniä, että tilastollista voimaa on hankala saada. Ensihoidon laajuuden vuoksi myös hoidontarpeen kenttä on laaja, jolloin yksittäisen tutkimuksen ei ole mahdollisuus kattaa kaikkea. Ensihoidon tutkimuksessa ja tulosten soveltamisessa on kiinnitettävä huomiota myös ensihoidon muihin tehtäviin, joihin resursseja on jaettava.

Ensihoidon vaikuttavuuden arviointia tutkiessa lähimmäksi totuutta päästäneen siis jonkinlaisella yhdistelmällä edellä mainituista arviointitavoista. Huomioon tulee ottaa kustannukset, potilaiden kliininen selviytyminen suhteutettuna potilaan sairauden tai vamman laatuun ja tämän luonnolliseen kulkuun ilman interventiota. Merkitsevää on siis kyetä laajasti arvioimaan erilaisten ensihoidettavien tilojen taustat sekä tuntea ympäristö, jossa kyseinen järjestelmä toimii.

## LÄHTEET

1. Ensihoito - kuntaliitto. <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/sosiaali-ja-terveysasiat/ensihoito>. 4.1.2021
2. The Regional Office for Europe of the World Health Organization. Emergency medical service systems in the european union - Report of an assessment project co-ordinated by the world health organization. 2008.
3. VSSHP-pelastusorganisaatio. <https://www.vspelastus.fi/varsinais-suomen-pelastuslaitos/tietoa-pelastuslaitoksesta/organisaatio/operatiivinen-palvelualue>. 4.1.2021
4. Koivuranta P, Nemlander A. Selvitys sairaanhoitopiirien ensihoidosta vuonna 2016. <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/sosiaali-ja-terveysasiat/selvitys-sairaanhoitopiirien-ensihoidosta-vuonna-2016>. Updated 2018. 4.1.2021
5. Ryytänen O, Iiro T, Reitala J, Pälve H, Malmivaara A. Is advanced life support better than basic life support in prehospital care? A systematic review. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2010;18(1):62.
6. Ringburg, AN, Thomas, SH, Steyerberg EW, van Lieshout, EMM ym. Lives saved by helicopter emergency medical services: An overview of literature. *Air Medical Journal*. 2009;28(6):298-302.
7. Vinker S. Out of hospital cardio-pulmonary arrest - is there a role for the primary healthcare teams? *Israel journal of health policy research*. 2017;6(1):36.
8. Funder KS, Rasmussen LS, Lohse N, Siersma V ym. Long-term follow-up of trauma patients before and after implementation of a physician-staffed helicopter: A prospective observational study. *Injury*. 2015;47(1):7-13.
9. Den Hartog D, Romeo J, Ringburg AN, Verhofstad MHJ ym. Survival benefit of physician-staffed helicopter emergency medical services (HEMS) assistance for severely injured

patients. *Injury*. 2015;46(7):1281-1286.

10. Delgado MK, Staudenmayer KL, Wang NE ym. Cost-effectiveness of helicopter versus ground emergency medical services for trauma scene transport in the united states. *Annals of Emergency Medicine*. 2013;62(4):351-364.

11. von Vopelius-Feldt J, Brandling J, Bengler J. Systematic review of the effectiveness of prehospital critical care following out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017;114:40-46.

12. Yasunaga H, Horiguchi H, Tanabe S ym. Collaborative effects of bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation and prehospital advanced cardiac life support by physicians on survival of out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide population-based observational study. *Critical care (London, England)*. 2010;14(6):R199.

13. Stiell IG, Wells GA, Spaite DW ym. The ontario prehospital advanced life support (OPALS) study: Rationale and methodology for cardiac arrest patients. *Ann Emerg Med*. 1998;32(2):180-190.

14. Spaite DW, Stiell IG, Bobrow BJ, de Boer M ym. Effect of transport interval on out-of-hospital cardiac arrest survival in the OPALS study: Implications for triaging patients to specialized cardiac arrest centers. *Annals of Emergency Medicine*. 2008;54(2):248-255.

15. Nielsen VML, Madsen J, Aasen A ym. Prehospital treatment with continuous positive airway pressure in patients with acute respiratory failure: A regional observational study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2016;24(1):121.

16. Selker HP, Beshansky JR, Sheehan PR. Out-of-hospital administration of intravenous glucose-insulin-potassium in patients with suspected acute coronary syndromes. *JAMA*. 2012;307(18): 1925-1933

17. Selker HP, Udelson JE, Massaro JM, Ruthazer R ym. One-year outcomes of out-of-hospital

administration of intravenous glucose, insulin, and potassium (GIK) in patients with suspected acute coronary syndromes (from the IMMEDIATE [immediate myocardial metabolic enhancement during initial assessment and Treatment in emergency care] trial).

*American Journal of Cardiology, The.* 2014;113(10):1599-1605.