

Petteri Kelavuori

ECMON JA MEKAANISEN PAINELUELVYTYSLAITTEEN KÄYTTÖ SAIRAALAN
ULKOPUOLELLA JA KULJETUKSESSA OSANA SYDÄNPYSÄHDYSPOTILAAN
ELVYTYSTÄ

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2023

Petteri Kelavuori

ECMON JA MEKAANISEN PAINELUELVYTYSLAITTEEN KÄYTTÖ SAIRAALAN
ULKOPUOLELLA JA KULJETUKSESSA OSANA SYDÄNPYSÄHDYSPOTILAAN
ELVYTYSTÄ

Klininen laitos

Kevätlukukausi 2023

Vastuhenkilö: Miretta Tommila

TURUN YLIOPISTO
Lääketieteellinen tiedekunta

KELAVUORI, PETTERI: ECMOn ja mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttö sairaalan ulkopuolella ja kuljetuksessa osana sydänpysähdyspotilaan elvytystä

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 23 s
Anestesiologia ja tehohoito
Maaliskuu 2023

Tässä kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin mekaanisen paineluelvytyslaitteen ja ECMO-hoidon käyttöön sairaalan ulkopuolella ja kuljetuksessa sydänpysähdystilanteissa. Mekaanista paineluelvytyslaitetta ei suositella käytettävän elvytyksessä rutiinisti, sillä tiedetään, että se ei lisää potilaan selviytymistä elvytyksestä verrattuna manuaaliseen paineluelvytykseen. ECMO-hoito on laajalti käytössä sairaalassa tiettyjen yleisesti hyväksytyjen kriteerien täytyessä, mutta sen käytöstä sairaalan ulkopuolella ei ole tehty selkeitä linjanvetoja. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, että millä kriteereillä mekaanisia paineluelvytyslaitteita käytetään ja miten niiden käyttö onnistuu erilaisissa olosuhteissa elvytyksessä sairaalan ulkopuolella. ECMO-hoidon suhteen tarkasteltiin, että onko se käyttökelpoinen elvytyksen apuväline, onko sillä vaikutusta potilaan ennusteeseen ja mitä kriteereitä sen aloittamiseksi käytetään sairaalan ulkopuolella sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä.

Aineisto tähän narratiiviseen kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen on haettu PubMed tietokannasta aihetta kuvailevilla asiasanoilla. Artikkeleita kirjallisuuskatsaukseen sisällytettiin 19, joista 7 liittyy mekaaniseen paineluelvytyslaitteeseen ja 12 ECMO-hoitoon.

Mekaaninen paineluelvytyslaitteen käyttö on kirjallisuuskatsauksen perusteella perusteltua, mikäli tilanpuutteen vuoksi manuaalisen paineluelvytyksen antaminen on vaikeaa, elvyttäjän turvallisuus vaarantuu tai elvytyksen laatu heikkenee. Paineluelvytyslaite pystyy tutkimusten perusteella tuottamaan laadukasta paineluelvytystä monenlaisissa ympäristöissä. Sen käyttö ei kuitenkaan ole perusteltua, mikäli manuaalista paineluelvytystä voidaan turvallisesti ja laadukkaasti antaa. Katsauksen perusteella ECMO-hoito on mahdollista toteuttaa sairaalan ulkopuolella ja näin sitä voidaan pitää käyttökelpoisena elvytyksen apuvälineenä. Sairaalan ulkopuolinen ECMO-hoito myös mahdollisesti vaikuttaa potilaan ennusteeseen positiivisesti. ECMO-hoidettujen elvytyspotilaiden määrä sairaalan ulkopuolella on kuitenkin hyvin vähäinen, eivätkä potilasvalinnan kriteerit ole samat eri paikoissa, joten johtopäätöstä ECMO-hoidon vaikuttavuudesta ei voida kirjallisuuden perusteella tehdä.

Asiasanat: paineluelvytyslaite, ECMO

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 MENETELMÄ	4
3 TULOKSET	6
3.1 Mekaaninen paineluevityslaite	6
3.1.1 Mekaanisten paineluevityslaitteiden käytön kriteerit ensihoidossa	8
3.1.2 Mekaanisten paineluevityslaitteiden käytön onnistuminen sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa	8
3.2 ECPR	9
3.2.1 ECPR:n käytön vaikutus potilaan ennusteeseen	11
3.2.2 ECPR:n käytön potilasvalinnan kriteerit sairaalan ulkopuolella sydänpysähdystilanteissa	12
3.2.3 ECPR käyttö ja turvallisuus	14
4 POHDINTA	15
4.1 Tulosten tulkinta	15
4.1.1 Mekaaninen paineluevityslaite	15
4.1.2 ECPR	16
4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja yleistettävyys	18
4.3 Johtopäätökset	18
LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Verenkiertoelimistön sairaudet ovat yleisin kuolinsyy Suomessa. Näistä sairauksista sepelvaltimotauti on yleisin. Lähes joka kuudes kuolema Suomessa johtuu iskeemisestä sydäntaudista. ¹ Iskeeminen sydäntauti voi johtaa pahimmassa tapauksessa sydänpysähdykseen. Sydänpysähdyksestä puhutaan, kun sydämen mekaaninen pumppaustoiminta loppuu ². Tämän seurauksena elimistön verenkierto pysähtyy. Potilas lopettaa hengittämisen ja muuttuu reagoimattomaksi. Jotta sydänpysähdyksestä voisi selvittää hengissä, potilasta täytyy elvyttää.

Useimmiten sydänpysähdyksen taustalla on sairaan sydämen sähköisen toiminnan toimintahäiriö, joka johtaa poikkeavaan sydämen rytmiin, kuten kammiotakykardiaan tai kammioväriinään. Hengenvaarallisille kammioperäisille rytmihäiriöille altistaa esimerkiksi sydäninfarktista aiheutuva sydänlihaksen arpeutuminen ja sydämen suureneminen. Sydänpysähdyksen syitä on lukuisia, eivätkä kaikki ole sydänperäisiä. Ei-sydänperäisiä sydänpysähdyksen syitä ovat esimerkiksi traumat, maligniteetit, ei-traumaattiset verenvuodot, asfyksia, hypoksia, lääkkeiden yliannostukset ja hypotermia ³.

Sydänpysähdyksen syyn tunnistaminen on tärkeää, sillä nykyään tunnistetaan tilanteita, joissa potilas kannattaa kuljettaa elvyttäen tiettyyn synnymukaiseen hoitoon. Esimerkiksi Euroopan elvytysneuvoston elvytysohjeessa ohjeistetaan kuljettamaan sydänpysähdyspotilas PCI-keskukseen elvyttäen, mikäli sydänpysähdyksen syynä on sepelvaltimon veritulppa ⁴. Sydänpysähdyspotilaiden hoitoa kehittämällä pyritään parantamaan potilaiden selviytymistä, sillä sairaalan ulkopuolella tapahtuneiden elvytettyjen sydänpysähdyspotilaiden todennäköisyys kotiutua sairaalasta on Euroopassa 8% ⁵.

Sydänpysähdyspotilaan ensihoito on painelu-puhalluselvytys, joka tulee aloittaa välittömästi potilaan mentyä elottomaksi. Tiedetään, että varhainen maallikon antama painelu-puhalluselvytys ja varhainen defibrillointi vaikuttavat positiivisesti sydänpysähdyspotilaan selviytymiseen ^{6,7}. Tämän vuoksi on tärkeää tunnistaa potilaan sydämen rytmi, jotta voidaan iskeä defibrillaattorilla iskettävät rytmit mahdollisimman nopeasti. Sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä etusijalla ovat siis laadukas ja keskeytyksetön paineluelvytys sekä varhainen defibrillaatioisku ⁸.

Laadukasta ja keskeytyksetöntä paineluelvytystä varmistamaan on kehitetty mekaanisia paineluelvytyslaitteita. Niiden tarkoituksena on helpottaa terveydenhuollon ammattilaisten paineluelvytystä ja vapauttaa hoitohenkilökunnan käsiä muihin hoitotoimenpiteisiin. Mekaanisella

paineluelvytyslaitteella pystytään toteuttamaan tasalaatuista painelua ilman taukoja myös potilaskuljetuksen yhteydessä. Mekaanista paineluelvytyslaitetta ei suositella käytettävän manuaalisen paineluelvytyksen sijasta rutiinisti, sillä sen käyttö ei paranna potilaan ennustetta⁹. Euroopan elvytysneuvoston elvytys suosituksessa suositellaan mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttämistä vain, jos korkealaatuista manuaalista paineluelvytyksen antaminen ei ole käytännöllistä, tai se vaarantaa elvyttäjän turvallisuuden⁸.

ECMO-hoidolla (extracorporeal membrane oxygenation) tarkoitetaan kehonulkoista happeuttamista. Se on tehohoidon menetelmä, jossa potilaan huonosti happeutunut laskimoveri pumpataan kehon ulkopuoliseen laitteeseen, joka happeuttaa veren ja palauttaa sen potilaan verenkiertoon. ECMOn käyttöä varten tarvitaan kaksi kanyyliä, jotka asetetaan potilaan verisuoniin¹⁰.

On olemassa kaksi tapaa asentaa ECMO. Laskimoon ja valtimoon asetettujen kanyylien kautta toimiva ECMO (venoarteriaalinen) ja kahteen laskimoon asetettujen kanyylien kautta toimiva ECMO (venovenoosinen). Venoarteriaalista ECMOa käytetään, kun tarvitaan tukea potilaan sydämelle ja keuhkoille. Tällöin potilaan veri kiertää elimistössä käymättä sydämessä. Venovenoosia ECMOa käytetään, kun tarvitaan tukea vain keuhkoille. Tällöin sydämen pumppaustehon tulee olla tarpeeksi hyvä, jotta koko kehon verentarve täyttyy.¹¹ Elvytyksessä käytetään venoarteriaalista ECMOa¹⁰. Sydänpysähdyspotilaalla ECMO-hoidolla pystytään turvaamaan happeutuneen veren pääsy elimiin, joihin sydämen pumppausteho ei riitä. ECMO-hoito on sairaalassa ollut käytössä jo pitkään, mutta sairaalan ulkopuolella sen käyttö on vielä harvinaista. Sairaalassa ECMOlla hoidetaan potilaita, joiden henkeä uhkaavaa hengitys- tai verenkierronvajausta ei saada tavanomaisin tehohoidon keinoin vakaaksi. ECMOa on käytetty osana sydänpysähdyspotilaan elvytystä sairaalassa hyvin tuloksin¹². Sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä ECMO-hoidosta käytetään termiä Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR).

Tutkimuksen tarkoitus on tarkastella mekaanisten paineluelvytyslaitteiden sekä ECMO-hoidon käyttöä osana sydänpysähdyspotilaan elvytystä sairaalan ulkopuolella ja kuljetuksessa sairaalaan. Mekaanisen paineluelvytyslaitteiden suhteen kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan kriteereitä ja tilanteita, joissa mekaanista paineluelvytyslaitetta käytetään sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa. ECMO-hoidon suhteen perehdytään sen aloitusta koskeviin kriteereihin sairaalan ulkopuolella, käytön aloittamisen käyttökelpoisuutta sairaalan ulkopuolella sekä vaikuttavuutta potilaiden selviytymiseen verrattuna sairaalassa aloitettuun ECMO-hoitoon.

2 MENETELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, mitä mekaanisen paineluelvytyslaitteen ja ECMO-hoidon käytöstä sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä on julkaistu sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa.

Tällä perusteella tutkielman tutkimusmenetelmäksi valikoitui narratiivinen kartoittava kirjallisuuskatsaus. Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat:

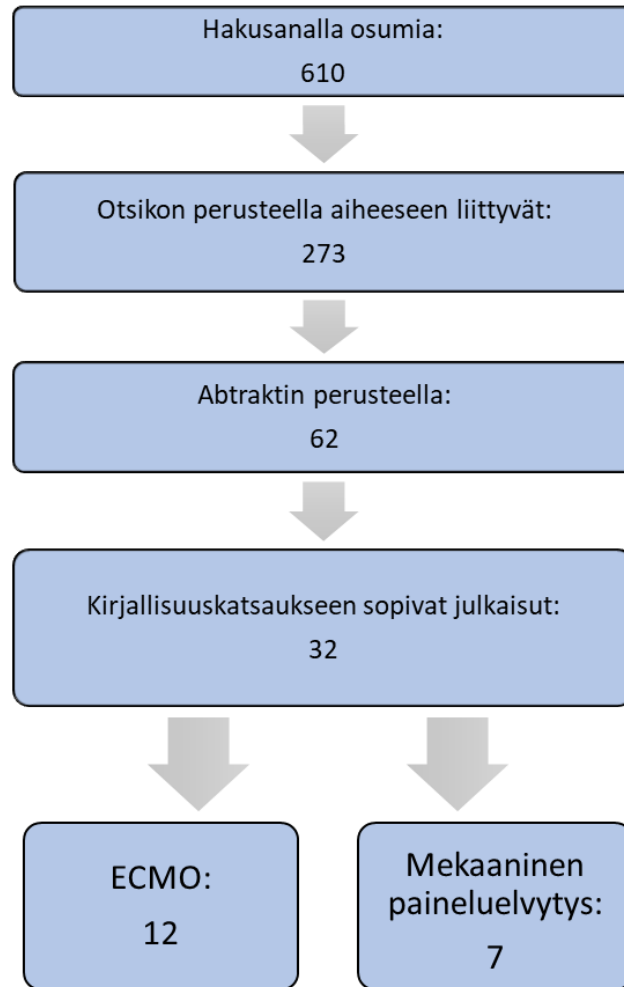
- 1) mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön kriteerit ensihoidossa
- 2) mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön onnistuminen sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa
- 3) ECPR:n käytön vaikutus potilaan ennusteeseen sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa
- 4) ECPR:n käytön potilasvalinnan kriteerit sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa
- 5) ECPR:n käyttö ja turvallisuus sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa.

Koska kyseessä on kirjallisuuskatsaus, ei eettistä ennakoarvioita tai tutkimuslupaa ole tarvittu tutkielman tekemiseen.

Tutkielmaa varten tehtiin kirjallisuushaku PubMed-tietokannasta. Artikkeleiden hakua varten muodostettiin hakulauseke. Käytetty hakulauseke oli seuraava:

(“Out-of-hospital cardiac arrest*” OR “OHCA” OR “Out-of-Hospital Cardiac Arrest”[Mesh]) AND (“ECMO” OR “extracorporeal membrane oxygenation” OR “extracorporeal cardiopulmonary resuscitation*” OR “ extracorporeal CPR” OR “extracorporeal life support” OR “ECRP” OR “extracorporeal life support*” OR “ECLS*” OR “Mechanical chest compression device*” OR “mechanical chest compression*” OR “ automated mechanical chest compression device*”).

Hakulauseke muodostettiin ja haku suoritettiin toukokuussa 2022. Otsikon perusteella poissuljettiin artikkelit, joissa käsiteltiin eettisiä pohdintoja, sairaalassa tapahtuneita sydänpysähdyksiä, komplikaatioihin käsitteleviä artikkeleja, lapsia ja raskaana olevia, elinten luovutukseen liittyviä artikkeleja, muun kuin englanninkielisiä artikkeleja ja ECMO-hoitoa sairaalassa. Jäljelle jääneistä artikkeleista tarkasteltiin abstraktit, joiden perusteella poissuljettiin kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseen sopimattomat artikkelit edellä mainittujen kriteereiden mukaisesti. Loput artikkelit luettiin ja niistä kirjallisuuskatsaukseen valikoitui seitsemän artikkelia liittyen mekaanisiin paineluelvytyslaitteisiin ja 12 artikkelia ECMOon. Kirjallisuuskatsaukseen soveltuvien artikkeleiden valikointiprosessi on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1

3 TULOKSET

3.1 Mekaaninen paineluelvytyslaite

Katsaukseen valikoitui mukaan seitsemän tutkimusta, jossa käsitellään mekaanista paineluelvytyslaitetta ja sen käyttöä erilaisissa tilanteissa. Tutkimuksista kolme on suoritettu elvytysnukkeja hyödyntäen ja kahdessa arvioidaan retrospektiivisesti mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttöä helikopterissa potilaiden pelastustehtävissä. Yhdessä artikkelissa arvioidaan mekaanisen paineluelvytyslaitteen ja potilasmaarien käyttöönottoa Edinburghissa. Katsaukseen valikoitui mukaan myös kirjallisuuskatsaus vuodelta 2018. Artikkelit on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Julkaisuluettelo, tutkimusasetelma ja tulokset lyhyesti mekaanista paineluelytyistä käsittelevistä artikkeleista.

Artikkelin nimi	Kirjoittaja	Lehti	Vuosi	Tyyppi	Tutkimusasetelma	Tulokset
Mechanical CPR: Who? When? How?	Poole K ym.	Crit Care	5/2018	Kirjallisuus katsaus	Tutkimuksen tarkoitus on päivittää tietoa mek. pain. elvytyslaitteiden käytöstä OHCA ja IHCA potilailla. Katsaus laitteiden käytöstä erityisissä olosuhteissa ja ohjeita niiden käytöstä.	Mek. pain. elvytys ei paranna OHCA-potilaan ennustetta, mutta erityisissä olosuhteissa, kuten helikopteri/ambulanssi kuljetuksessa se saattaa olla hyvä apuväline.
Mechanical chest compression devices in the helicopter emergency medical service in Switzerland	Pietsch U ym.	Scand J Trauma Resusc Emerg Med	7/2020	Retrospektiivinen havainnoiva tutkimus	Arvioida mek. pain. elvytyslaitteita Sveitsin HEMS:n käytössä.	Mek. pain. elvytyslaitteen käyttö on turvallista ja käyttökelpoista. Niiden käyttö on myös hyödyllinen apuväline elvytyksessä.
LUCAS TM2 in Danish Search and Rescue Helicopters	Winther K ym.	Air Med J	3/2016	Retrospektiivinen seurantatutkimus	Tarkoituksena selvittää, pitäisikö mek. pain. elvytyslaitteiden olla välttämättömiä Tanskan pelastushelikoptereissa	Mek. pain. elvytyslaitteita pidetään pakollisina Tanskan pelastushelikoptereissa.
The combined use of mechanical CPR and a carry sheet to maintain quality resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients during extrication and transport	Lyon RM ym.	Resuscitati on	8/2015	Seurantatutkimus	Tutkimuksessa arvioitiin mek. pain. elvytyslaitteen ja kantolevyn käyttöönottoa ja arvioitiin elvytystoiminnan laatua näiden apuvälineiden kanssa.	Mek. pain. elvytyslaitetta ja kantolevyä voidaan käyttää parantamaan elvytyksen laatua siirron ja ambulanssikyidin aikana.
Mountain rescue cardiopulmonary resuscitation: a comparison between manual and mechanical chest compressions during manikin cardio resuscitation	Thomassen O ym.	Emerg med J.	7/2017	Havainnoiva seurantatutkimus	Nukketutkimus, jossa tutkittiin manuaalista ja mek. pain. elvytystä kuljetuksen aikana ja paikallaan olevassa moottorikelkassa.	Manuaalinen paineluelytys on mahdollista suorittaa liikkuvan moottorikelkan kyydissä 3 minuutin ajan. Mek. pain. elvytyslaitteet toimivat tutkimuksessa teknisten tietojensa mukaisesti.
Comparison of different mechanical chest compression devices in the alpine rescue setting: a randomized triple crossover experiment	Egger A ym.	Scand J Trauma Resusc	6/2021	Satunnaistettu kolmoisristikkäinen seurantatutkimus	Tutkittiin mek. pain. elvytyslaitteen käyttökelpoisuutta alppimaastossa.	Mek. pain. elvytyslaite on hyvä vaihtoehto alppimaastossa.
Quality Comparison of the Manual Chest Compression and the Mechanical Chest Compression During Difficult Transport Conditions	Bekgöz B ym.	J Emerg Med.	3/2020		Nukketutkimus, jossa tavoitteena arvioida manuaalisen ja mek. paineluelytyslaitteella avustetun elvytyksen laatua potilaan kuljetuksessa portaita alas.	Mek. pain. elvytyslaite antoi elvytysohjeiden mukaista paineluelytyistä painelutiheyden-, ja syvyyden suhteen.
OHCA= out-of-hospital cardiac arrest, sairaalan ulkopuolella tapahtunut sydänpysähdys IHCA=in-hospital cardiac arrest, sairaalassa tapahtunut sydänpysähdys HEMS=helicopter emergency medical services,						

3.1.1 Mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön kriteerit ensihoidossa

Tyypillisiä mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön kriteereitä sairaalan ulkopuolella ovat liikkuva ajoneuvo ja helikopterikuljetus¹³⁻¹⁵. Liikkuvassa ajoneuvossa, kuten ambulanssissa, ensihoidon työntekijöiden turvallisuus sekä elvytyksen laadun ja tasaisuuden turvaaminen kärsivät ajoneuvon kiihtyvyysoimien vuoksi. Helikopterissa tilan puute taas voi tehdä manuaalisen paineluelvytyksen antamisen mahdottomaksi.^{13,14} Mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttöä helikopterissa on arvioitu kahdessa tutkimuksessa. Molemmissa mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttö lääkärihelikopterissa todetaan tarpeelliseksi.^{14,15} Mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttö pelastushelikopterissa mahdollistaa lentokuljetusmääräysten noudattamisen. Miehistöllä on oltava turvavyöt kytkettynä lennolla paineluelvytyksen antamisen aikana.¹⁴ Sydänpysähdysten suuren määrän ja paineluelvytyksen antamisen vaikeuden vuoksi mekaaninen paineluelvytyslaitteen käytölle on tarvetta lääkärihelikopterissa.¹⁵ Pietsch ym. tutkimuksessa havaittiin, että 7% onnistuneesti spontaaniin verenkierron palautumiseen elvytetyistä potilaista sai uuden sydänpysähdysten kuljetuksen aikana helikopterissa. Potilaille oli asennettu mekaaninen paineluelvytyslaite valmiiksi ja elvytys saatiin näin aloitettua uudestaan nopeasti ja turvallisesti. Tulokset tukevat esiasennetun paineluelvytyslaitteen asentaminen tarpeellisuutta lääkärihelikopterissa.¹⁴

3.1.2 Mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön onnistuminen sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdystilanteissa

Kirjallisuudesta löytyy kuusi tutkimusta, joissa esitellään mekaanisen paineluelvytyslaitteen käytön onnistumista erilaisissa tilanteissa sairaalan ulkopuolella. Kaksi näistä tutkimuksista liittyy helikopterikuljetukseen. Mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttö sydänpysähdyspotilailla onnistuu helikoptereissa.^{14,15} Tanskan lääkärihelikoptereissa paineluelvytyslaitetta pidetään pakollisena varusteena sen käytön osoittauduttua tarpeelliseksi lennolla¹⁵. Käytön onnistumisesta kertoo myös Pietsch ym. tutkimukseen sisällytetyt 590 helikopterioperaatiota, joissa mekaaninen paineluelvytyslaite asennettiin potilaaseen. Näistä vain kahdessa tapauksessa paineluelvytyslaitteen käytössä havaittiin toimintahäiriö.¹⁴

Lyon ym. kaksivaiheisessa seurantatutkimuksessa todettiin mekaanisen paineluelvytyslaitteen ja potilaspärien käytön parantavan potilaan elvytyksen laatua kuljetuksessa sydänpysähdysten tapahtumapaikalta ambulanssiin ja ambulanssin kyydissä verrattuna manuaaliseen

paineluelvytykseen. Paineluelvytys keskeytyi manuaalisessa paineluelvytysryhmässä 270 sekunniksi, kun taas mekaanisen paineluelvytysryhmässä keskimäärin 39 sekunniksi.¹⁶

Mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käytön onnistumista eri ympäristöissä on tutkittu nukketutkimuksissa¹⁷⁻¹⁹. Moottorikelkalla vuoristossa voidaan toteuttaa manuaalisesti korkealaatuista paineluelvytystä ainakin kolmen minuutin ajan, mutta maaston epätasaisuudesta johtuen painelussyvydessä ja potilaaseen rintakehän palautumisessa paineluiden välillä oli suurempaa variaatiota verrattuna mekaaniseen paineluelvytyslaitteeseen¹⁷. Paineluelvytyslaitteet (LUCAS 3 ja CorPuls CPR) pystyvät toteuttamaan laadukasta paineluelvytystä potilasta kannettaessa epätasaisessa alppimaastossa¹⁸. Mekaaniset paineluelvytyslaitteet saavuttavat suositusten mukaiset painelussyvydet ja -taajuudet myös potilaan siirrossa portaikossa manuaalisen paineluelvytyksen jäädessä suosituksista¹⁹.

3.2 ECPR

ECPR:ä käsitteleviä tutkimuskysymykseen soveltuvia tutkimuksia löytyi kirjallisuushaussa niukasti. Kirjallisuudesta katsaukseen sopivia artikkeleita löytyi 12, joista viisi on potilastapausselostuksia. Tutkimuksista kymmenen on suoritettu Ranskassa, yksi Saksassa ja yksi Japanissa. Tutkimukset on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Julkaisuluettelo, tutkimusasetelma ja tulokset lyhyesti ECMOa käsittelevistä artikkeleista

Artikkelin nimi	Kirjoittaja	Lehti	Vuosi	Tyyppi	Tutkimusasetelma (potilaiden lkm)	Tulokset
Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a registry study	Bougouin W ym	Eur Heart J	6/2020	Rekisteritutkimus	Parantaako ECPR OHCA potilaan selviytymistä verrattuna peruselvytyksen saaneeseen potilaaseen. (136)	ECPR ei parantanut potilaan ennustetta verrattuna peruselvytykseen. Potilaan ennuste kuitenkin parani tilastollisesti merkittävästi ECPR ryhmässä, mikäli ECMO aloitettiin sairaalan ulkopuolella.
A Pre-Hospital Extracorporeal Cardio Pulmonary Resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: An observational study and propensity analysis.	Lamhaut L ym.	Resuscitation	8/2017	Havaintotutkimus	Tutkimuksessa kaksi aikajaksoa, joissa eri kriteerit ECPR aloitukseen. Verrattiin jaksoja keskenään potilaan selviytymisen suhteen. (156)	ECPR:n aloittaminen aikaisemmin jaksossa 2 paransi selviytymistä. Kentällä aloitettu ECPR ei kuitenkaan parantanut potilaan selviytymismahdollisuuksia verrattuna sairaalassa aloitettuun.
Pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	Singer B ym.	Scand J Trauma Resusc	3/2018	Kirjallisuuskatsaus	Tarkasteltiin ECPR:n taustaa ja perusteita, sekä potilasvalinnan kriteereitä, logistiikkaa ja komplikaatiota. (100)	Katsaus esittää potilasvalinnan ehdotuksia ja toteaa ECPR:llä oleva potentiaalia parantaa sydänpysähdyspotilaan ennustetta.
Safety and feasibility of prehospital extra corporeal life support implementation by non-surgeons for out-of-hospital refractory cardiac arrest.	Lamhaut L ym.	Resuscitation	11/2013	Prospective observational study (havainnoiva seurantatutkimus?)	ECPR:n käyttökelpoisuuden ja käytön turvallisuuden arviointi kenttäolosuhteissa. (7)	ECPR:n käyttö sairaalan ulkopuolella on käyttökelpoista ja turvallista.
Pre-Hospital Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation	Pozzi M ym.	Cardiot horac Vasc Anesth	2/2020	Kirje päätoimittajalle	Alustavia tuloksia Lyonin kenttä ECPR-projektista. (11)	ECPR:n käyttö sairaalan ulkopuolella on käyttökelpoista.
Pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: Preliminary results of a multidisciplinary approach	Pozzi M ym.	Resuscitation	7/2022*	Kirje päätoimittajalle	Alustavia tuloksia Lyonin kenttä ECPR-projektista. (30)**	Kenttä ECPR:n selviytymisprosentit ovat lupaavia.
First Description of a Helicopter-Borne ECPR Team for Remote Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest.	Hutin A ym.	Prehospital Emerg Care	1/2022	Retrospektiivinen tutkimus	Arvioida ECPR:n käyttöä helikopteritiimissä. (33)	ECPR:n toteutus on mahdollista kaukaakin ECPR-keskuksesta helikopterin avulla.
Out of hospital extracorporeal life support (ECLS) implantation in cardiogenic shock after cardiac arrest	Schempf B ym.	Am J Emerg Med.	6/2018	Potilastapausselostus	62-vuotias nainen.	Kotiutui ja seurannassa hyvä neurologinen toimintakyky
Successful treatment of refractory cardiac arrest by	Lamhaut L ym.	Resuscitation	8/2012	Potilastapausselostus	32-vuotias mies.	Hypertrofinen kardiomyopatia. Kotiutus hyvävointisena.

emergency physicians using pre-hospital ECLS						
Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (ECPR) in the Prehospital Setting: An Illustrative Case of ECPR Performed in the Louvre Museum	Lamhaut L ym.	Prehospital Emerg Care	5/2017	Potilastapaussel ostus	66-vuotias mies.	Potilas kuoli monielinvaurioon sairaalassa
Prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest patients in rural areas: a case report of two patients	Fujita K ym.	Acute Med Surg.	12/2020	Potilastapaussel ostus	45-vuotias nainen ja 66-vuotias mies.	Molemmat potilaat selvisivät. Toiselle vakava neurologinen vajaatoiminta aivojen hypoksiasta johtuen.
Out-of-hospital extracorporeal life support implantation during refractory cardiac arrest in a half-marathon runner	Lebreton G ym.	Resuscitation	9/2011	Potilastapaussel ostus	48-vuotias mies.	Verenkierto saatiin palautettua, mutta potilas kuoli 18. päivänä
*:verkkojulkaisu 5/2022 **:11 samaa potilasta kuin Pozzi ym 2020						

3.2.1 ECPR:n käytön vaikutus potilaan ennusteeseen

Kirjallisuudesta ei löytynyt sairaalan ulkopuolisen ECPR:n käytön vaikutuksesta potilaan ennusteeseen tutkimuksia, joiden tutkimusasetelma olisi suoraan vastannut kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseen. Muutamassa tutkimuksessa oli kuitenkin esitetty sairaalan ulkopuolisen ECPR:n saaneiden potilaiden selviytymistilastoja.

Bougouin ym rekisteritutkimuksessa verrattiin sairaalan ulkopuolella sydänpysähdyksen saaneiden potilaiden selviytymistä. Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää, onko ECMO-hoidetuilla parempi mahdollisuus selviytyä elvytyksestä verrattuna peruselvytyksen saaneisiin. Potilaita tutkimuksessa oli yhteensä 24 885, joille 13 191:lle aloitettiin elvytystoimenpiteet. Elvytetyistä potilaista 525 (4%) sai ECMO-hoidon. ECMO-hoito aloitettiin sairaalan ulkopuolella 136:lla (1% elvytetyistä) potilaalla. Tutkimuksessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ECMO-hoidettujen ja peruselvytyksen saaneiden potilaiden selviytymisessä (8.4% vs. 8.6%). Tutkimuksessa etsittiin myös kaikilta ECMO-hoidetuilta potilailta selviytymiseen vaikuttavia tekijöitä. Tilastollisesti merkitseviä löydöksiä olivat alkuperäinen iskettävä sydämen rytmi, spontaani verenkierron palautuminen sekä ECMOn aloittaminen sairaalan ulkopuolella. Sairaalan ulkopuolella ECMO-hoidon saaneista potilaista 19 (15%) selvisi elvytyksestä. Sairaalassa ECMOon kytketyistä 25 (7%) selvisi elvytyksestä. Iän lisäksi (52 vs. 49) muita eroavia tekijöitä ei löydetty näissä kahdessa ryhmässä.²⁰

Lamhaut ym. havaintotutkimuksessa verrattiin sydänpysähdyksen sairaalan ulkopuolella saaneiden potilaiden ECMO-hoidon tuloksia kahden eri aikajakson aikana. Ensimmäisen jakson aikana

ECPR-kriteerit täyttävien sydänpysähdyspotilaiden ECMO-hoito aloitettiin sairaalassa tai sairaalan ulkopuolella riippuen matkasta sydänpysähdysten tapahtumapaikasta sairaalaan. ECMO-hoito aloitettiin kentällä, mikäli sairaalaan oli yli 20 minuutin matka ja potilaan elvytys oli kestänyt 30 minuuttia. Jakson 2 aikana ECPR-kriteerit täyttävien potilaiden ECPR aloitettiin kentällä 20 minuutin elvytyksen jälkeen, mikäli sairaalaan kestävän ajomatkan arvioitiin olevan yli 10 minuuttia. Jakson 2 tavoitteena oli vähentää ECPR-implantaation viivettä ja aloittaa ECMO alle 60 minuutin sisällä sydänpysähdysten alkamisesta. Jaksoissa oli eroavaisuuksia ECPR:n aloituksen kriteereissä, jotka ovat esitettyinä taulukossa 3. Jakson 1 aikana hoidettiin 114 potilasta, joista 46:n (41.4%) ECPR aloitettiin kentällä. Jakson 2 aikana hoidettiin 42 potilasta, joista 27:n (64.3%) ECPR aloitettiin kentällä. Potilaiden selviytyminen oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi jakson 2 aikana verrattuna jaksoon 1 (29% vs 8%, $P < 0.001$). Selviytyminen oli jakson 2 aikana korkeampi jokaisessa testatussa alaryhmässä verrattuna jaksoon 1, paitsi yli 60-vuotiaissa potilaissa, joiden selviytyminen ei parantunut jakson 2 aikana. Tutkimuksessa ei havaittu merkitsevää eroa potilaan selviytymisessä, kun verrattiin kentällä suoritettuja ECMO-hoitoja ja sairaalassa aloitettuja ECMO-hoitoja. Sairaalaan ECMO-hoitoon kuljetetuista potilaista osan vointi heikkeni kesken kuljetuksen, jättäen heidät ECPR:n aloituksen kriteereiden ulkopuolelle, jolloin ECPR:ä ei tehty.²¹

Edellä mainittujen julkaisujen lisäksi Pozzi ym. julkaisemassa kirjeessä päätoimittajalle esitettiin alustavia tuloksia vuosilta 2017 – 2021, jolloin ECPR aloitettiin kentällä 30:lle potilaalle, joista 7 (23.3%) selvisi elvytyksessä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että potilaat, joilla oli iskettävä rytmi, selviytymisprosentti ECPR:n jälkeen oli vielä korkeampi (33.3%).²² Tutkimus on päivitys Pozzi ym. aikaisemmin julkaisemalle kirjeelle päätoimittajalle²³. ECPR:stä selviytymisen tuloksia kentällä on esitetty myös Hutin ym. tutkimuksessa, jossa 33:sta potilaasta 5 (15%) selvisi elvytyksestä²⁴.

3.2.2 ECPR:n käytön potilasvalinnan kriteerit sairaalan ulkopuolella sydänpysähdystilanteissa

Kirjallisuudesta löytyi kirjallisuuskatsaus, jossa tutkimuskysymyksenä on tarkastella kirjallisuuteen perustuen ECPR:n potilasvalinnan kriteereitä kentällä²⁵. Tämän lisäksi kirjallisuudesta löytyi mainintoja eri toimipaikoissa käytettävistä potilasvalinnan kriteereistä^{21,26,27}. Sairaalan ulkopuolella ECPR:n aloittamisen potilasvalinnan kriteerit on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3 ECPR:n potilasvalinnan kriteerit sairaalan ulkopuolella eri artikkeleissa

Artikkeli	Singer ym. 2018	Lamhaut ym 2013	Lamhaut ym 2017 Jakso 1	Lamhaut ym 2017 Jakso2	Fujita ym. 2020
PPE <5min todetusta sydänpysähdyksestä	x	x	x	x	
Havaittu sydänpysähdys					x
Maallikon aloittanut paineluelvytyksen					x
Ikä 18-65	x				
Ikä <70		x		x	
sydänperäinen sydänpysähdyksen syy					x
VF/VT	x			x*	x
Elonmerkkejä/ROSC	x		x	x	
<60min ECMOn implantaatioon	x			x	
<100min ECMOn implantaatioon			x		
Sairaalaan kuljetuksen kesto >40min					x
Ei vaikeita rinnakkaissairauksia		x	x	x	
Hypotermia tai intoksikaatio			x	x	

*: myös PEA hyväksytty

Lamhaut ym. vuonna 2013 julkaistussa tutkimuksessa on esitetty vuosina 2011 – 2012 Pariisin ensihoidon käyttämät ECPR:n aloituksen kriteerit kentällä²⁶. Uudempiä ECPR:n kriteereitä on lueteltu 2017 julkaistussa Lamhaut ym. havaintotutkimuksessa, jossa esitellään Pariisin ensihoidon käyttämiä ECPR:n potilasvalinnan kriteereitä kentällä kahden eri ajanjakson aikana. Jakson 1 aikana (11/2011 – 12/2014) indikaatiot ovat samat kuin silloiset Ranskan ECPR suositukset. Jakson 2 aikana (1/2015--) tehtiin muutoksia ECPR:n aloittamisen kriteereihin.²¹ Japanissa tehdyssä potilastapausselostuksessa on esitelty Tochigin prefektuurin ensiapu- ja tehohoitokeskuksen käyttämät kenttä ECPR:n potilasvalinnan kriteerit²⁷.

3.2.3 ECPR käyttö ja turvallisuus

ECPR:n käyttö sairaalan ulkopuolella on todettu kahdessa tutkimuksessa käyttökelpoiseksi ja turvallisesti elvytystavaksi sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä sairaalan ulkopuolella^{22,26}.

ECPR:n asennus onnistui jokaisella potilaalla (7) ja se ei aiheuttanut merkittäviä verenkierröllisiä komplikaatioita tai akuutteja infektoita. Yhden potilaan kohdalla kanyylin irtoaminen aiheutti kuitenkin 10 minuutin tauon ECMO-hoidossa.²⁶ Toisessa tutkimuksessa ECMOn implantaatio onnistui 26:lla (86.7%) potilaalla. Komplikaatioita ilmeni näistä potilaista 5:llä (19.2 %), joista kahdelle kehittyi alaraajan iskemia ja kolme joutui nivusen puhdistusleikkaukseen infektion vuoksi.²² Näiden tutkimusten lisäksi toteuttamiskelpoisuuden puolesta puhuvat useat potilastapausselostukset, joita on julkaistu Ranskasta²⁸⁻³⁰, Saksasta³¹ ja Japanista²⁷. ECPR:n käyttö onnistuu helikopteritiimin käytössä myös hyvin kaukaakin ECPR-keskuksesta²⁴.

4 POHDINTA

4.1 Tulosten tulkinta

4.1.1 Mekaaninen paineluevityslaite

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin olosuhteita, joissa mekaanisen paineluevityslaitteen käyttö on perusteltua kirjallisuuden mukaan. Paineluevityslaitteen käytölle löytyi kolme syytä: tilan puute, elvyttäjän turvallisuuden vaarantuminen sekä elvytyksen laadun heikkeneminen. Pelastushelikoptereissa tilan puute voi tehdä manuaalisen paineluevityksen antamisen mahdottomaksi¹³. Mekaanisen paineluevityslaitteen käyttö on todettu ja tarpeelliseksi elvytyksen apuvälineeksi pelastushelikoptereissa^{14,15}. Se on nykyään myös pakollinen apuväline Tanskan pelastushelikoptereissa¹⁵. Elvytetyn potilaan helikopterikuljetuksessa mekaaninen paineluevityslaite tulisi asentaa potilaalle, vaikka elvytys olisi johtanut spontaaniin verenkierron palautumiseen, sillä sydänpysähdys saattaa uusia kesken kuljetuksen¹⁴. Elvyttäjän turvallisuuteen ja elvytyksen laatuun vaikuttavat liikkuvan auton, kuten ambulanssin kiihtyvyysoimat¹³. Manuaalisen paineluevityksen toteuttaminen liikkuvassa ambulanssissa tai helikopterissa on turvallisuusriski elvyttäjälle ja mekaanisen paineluevityslaitteen käyttö on täysin perusteltua liikkuvassa ajoneuvossa.

Nukketutkimuksilla on tutkittu mekaanista paineluevityslaitetta erilaisissa olosuhteissa. Elvytyksen laatu kärsii kuljetuksessa maaston ollessa epätasainen. Euroopan elvytysneuvoston uusimmassa elvytysohjeessa ohjeistetaan mekaanisen paineluevityslaitteen käyttöä mikäli kuljetus on pitkä tai maasto on hankalakulkuista⁴. Moottorikelkalla vuoristossa manuaalisessa paineluevityksessä todettiin suurempaa variaatiota paineluevityksessä verrattuna mekaaniseen paineluevityslaitteeseen¹⁷. Paineluevityslaite todettiin myös laadukkaaksi elvytystavaksi potilaskuljetuksessa epätasaisessa alppimaastossa¹⁸, sekä potilasta kannettaessa portaita alas potilaspaareilla¹⁹. Uusimmat elvytys-suositukset suosittavat paineluevityslaitteen käyttöä vain, jos korkealaatuisen manuaalisen paineluevityksen antaminen ei ole käytännöllistä, tai se vaarantaa elvyttäjän turvallisuuden⁸. Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset tukevat myös hyvin Euroopan elvytysneuvoston ohjetta paineluevityslaitteen käytöstä.

Osa tässä kirjallisuuskatsauksessa esitetyistä artikkeleista koskevat tilanteita, jotka ovat harvinaisia. Ne antavat kuitenkin tärkeää informaatiota paineluevityslaitteesta ja sen käytön mahdollisuuksista. Tutkimusten perusteella näyttää siltä, että mekaaninen paineluevityslaite pystyy tuottamaan

laadukasta paineluelvitystä hyvinkin monenlaisessa ympäristössä. Vaikka meta-analyysin perusteella mekaanisen paineluelvityslaitteen käyttö ei paranna potilaan mahdollisuuksia spontaaniin verenkierron palautumiseen tai selviytymiseen⁹, tietyissä tilanteissa paineluelvityslaitteen käyttäminen on kuitenkin välttämätöntä elvyttäjien turvallisuuden ja elvytyksen laadun varmistamiseksi. Voidaan siis sanoa, että manuaalinen paineluelvitys on vielä toistaiseksi ensisijainen paineluelvityksen muoto, kunhan sen antaminen on turvallista. On hyvä kuitenkin tiedostaa etukäteen tilanteet, joissa manuaalisen paineluelvityksen antaminen ei onnistu. Turvallisuuden parantamisen lisäksi mekaanisen paineluelvityslaitteen käyttö mahdollistaa ensihoidon keskittymisen myös muuhun kuin paineluelvitykseen, kuten suoniytteiden avaamiseen, hengitysteiden varmistamiseen ja lääkkeiden antamiseen¹⁵. On myös mielenkiintoista seurata, että pystyvätkö paineluelvityslaitteet tulevaisuudessa korvaamaan kokonaan manuaalisen paineluelvityksen.

4.1.2 ECPR

ECMOn käyttö sairaalan ulkopuolella on edelleen maailmalla hyvin harvinaista. Sairaalaolosuhteissa sen käytöstä sydänpysähdyspotilaan elvytyksessä on tehty useita tutkimuksia lupaavin tuloksin¹², mutta sairaalan ulkopuolisesta käytöstä kirjallisuudessa on huomattavasti vähemmän julkaisuja. Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin kenttä ECPR:n vaikuttavuutta potilaan selviytymiseen, potilasvalinnan kriteereitä sekä käyttökelpoisuutta.

Kirjallisuuden perusteella sairaalan ulkopuolella käytettynä ECPR on käyttökelpoinen ja turvallinen elvytyksen interventio^{23,26}. Näiden tutkimusten lisäksi tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellyt potilastapausselostukset puoltavat tätä näkökulmaa²⁷⁻³¹.

ECMOn vaikutuksesta potilaan selviytymiseen löytyi tutkimuksia heikosti. Kahdessa Ranskassa julkaistussa artikkelissa otettiin kantaa ECMOn vaikutuksesta potilaan selviytymiseen sairaalanulkopuolisessa sydänpysähdystilanteessa^{20,21}. Julkaisujen tulokset sairaalan ulkopuolella toteutetun ECMO-hoidon vaikutuksesta selviytymiseen olivat ristiriidassa keskenään. Toisistaan poikkeavat tulokset saattavat johtua tutkimusten erilaisista ECMO-hoidon käyttökriteereistä. Tulokset eivät myöskään ole vertailukelpoisia, sillä Lamhaut ym. tutkimus suosi ryhmää, jossa ECMO-hoito aloitettiin sairaalassa, nostaen sairaalassa aloitettujen ECPR hoitojen eloonjäämislukuja verrattuna sairaalan ulkopuolelle aloitettuihin. Lisäksi sairaalan ulkopuolella ECMO-hoitoa saaneiden potilasmäärä on molemmissa tutkimuksissa pienet, joten vahvoja

päätelmiä ei ECMOn vaikuttavuudesta sairaalan ulkopuolella tapahtuneen sydänpysähdyksen hoidossa voida näiden tutkimusten perusteella tehdä. Näiden lisäksi kahdessa kirjallisuuskatsauksessa esitetään lupaavia selviytymisprosentteja (23.3% ja 15%) sairaalan ulkopuolella ECMOlla elvytetyillä potilailla^{22,24}. Näissä tutkimuksissa on kuitenkin samoja ongelmia, kuin edellä mainituissa. Potilasmäärät ovat pienet ja näissä tutkimuksissa ei ole mainittu kriteereitä, joita käytettiin ECPR:n aloituksen potilasvalinnassa. ECMO-hoito elvytyksessä sairaalan ulkopuolella on kiinnostava aihe ja kirjallisuuden perusteella myös mahdollisesti potilaan selviytymistä parantava interventio. Tämänhetkisen tiedon perusteella ei voida kuitenkaan tehdä johtopäätöstä sen paremmuudesta verrattuna peruselvytykseen.

Kansainvälisesti hyväksytyjä kriteereitä aloittaa ECMO-hoito sydänpysähdyspotilaalle sairaalan ulkopuolella ei ole. Suurimmassa osassa tutkimuksista käyttöönottoindikaationa oli sivullisen aloittama painelupuhalluselvytys alle 5 minuutin kuluttua todetusta sydänpysähdyksestä, elonmerkkejä elvytyksen aikana sekä iskettävä rytmi (kammiotakykardia tai -värinä). Iskettävän rytmin havaittiin parantavan potilaan ennustetta verrattuna kaikkiin (ei-iskettävä + iskettävä) ECPR:llä elvytettyihin²². Huomionarvoista on, että Lamhaut ym. jakson 2 aikana ECPR-kriteerit täyttivät sydämen iskettävän rytmin lisäksi myös sykkeetön rytmi (PEA, pulseless electrical activity)²¹. Kirjallisuuskatsauksen perusteella ei voida tehdä vahvoja johtopäätöksiä ECPR:n potilasvalinnan kriteereistä, mutta varhaista painelu-puhalluselvytyksen antamista voidaan varmasti pitää yhtenä niistä.

Tutkimuksissa ikäraja ECPR:n aloitukselle oli 65 tai 70 vuotta. Euroopan elvytysneuvoston tuoreimmassa elvytys-suosituksessa pidetään 65-70 vuotta ikärajana ECPR:n käyttöön sairaalaolosuhteissa⁸. Lamhaut ym. jaksojen 1 ja 2 välillä selviytyminen parani kaikkien alaryhmien välillä, paitsi yli 60-vuotiaiden²¹. On kuitenkin muistettava, että potilaan ikä ei yksin kerro potilaan toimintakyvystä ja mahdollisuudesta selviytyä elvytyksestä. Siksi jokaisen potilaan kohdalla on tehtävä arvio elvytysmenetelmän valitsemisesta tai elvytyksestä pidättäytymisestä perustuen kokonaisuuteen. Tällaisen arvion tekeminen vaikeutuu etenkin sairaalan ulkopuolisissa elvytystilanteissa, jonka vuoksi yksiselitteinen ikärajan olemassaolo on tärkeä olla.

Useassa tutkimuksessa ECPR:n aloittamisen kriteerinä pidetään 60 minuutin rajaa siihen, että ECMO on asennettu potilaaseen²⁵. Hutin ym. tutkimuksessa keskimääräinen aika ECMOn asennukseen oli kuitenkin 110 minuuttia²⁴ ja silti potilaiden selviytymisprosentti selkeästi parempi kuin Euroopassa elvytettyjen sydänpysähdyspotilaiden selviytymisprosentti, joka on 8%⁵. Tutkimus kuitenkin antaa aiheen pohtia, että onko yleisesti rajana pidetty 60 minuutin hidastuneen virtauksen aikaa liian lyhyt, jotta kaikki ECPR-kriteerit täyttävät potilaat voisivat hyötyä siitä.

4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja yleistettävyys

Yleisesti koko tutkimuksen luotettavuutta heikentävänä tekijänä voidaan pitää sitä, että kirjallisuuskatsauksen kirjallisuushaun, aineiston keräämisen sekä tulosten esittämisen ja tulkitsemisen on suorittanut yksi henkilö. On myös huomioitava, että opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, joten aineiston valintaa ei rajoittanut mitkään metodologiset rajoitteet, kuten erilaiset artikkeleiden sisäänotto- ja ulosjättämiskriteerit. Erityisesti ECPR:ää koskevien artikkeleiden tulosten yleistettävyttä heikentää hoidettujen potilaiden vähäinen määrä.

Tämän kirjallisuuskatsauksen vahvuuksia on mekaanisen paineluelvytyslaitetta käsittelevän osuuden osalta se, että tutkimuksessa saatiin kerättyä tietoa monenlaisista tilanteista, joissa paineluelvytyslaitetta on käytetty. Mekaanisten paineluelvytyslaitteiden käyttö ei ole tilastollisesti merkitsevästi manuaalista paineluelvytystä parempi vaihtoehto elvytyksessä⁹. Elvytystilanne sairaalan ulkopuolella on kuitenkin usein yllättävä ja potilaskohtaukset voivat tapahtua hyvin erilaisissa ympäristöissä, jotka voivat luoda lisähaasteita laadukkaaseen elvytyksen antamiselle. Joissain tilanteissa manuaalisen paineluelvytyksen antaminen on haastavaa kuljetuksen yhteydessä. Tämä kirjallisuuskatsaus esittää joitain kirjallisuudesta löytyneitä esimerkkiolosuhteita.

ECPR:ä käsittelevän osuuden osalta suurin heikkous on se, että sairaalan ulkopuolella ECPR käyttö on harvinaista ja siten hoidettujen potilaiden ja tutkimusten määrä on hyvin pieni. Tämän vuoksi yleistäviä johtopäätöksiä ei voida tehdä. ECPR:ä koskevat tutkimukset ovat tehty maantieteellisesti myös hyvin suppealla alueella. Suurin osa ECPR:llä hoidetuista potilaista on Pariisin ja Lyonin ensihoidon hoitamia ja ainoastaan yksi tutkimus oli tehty Euroopan ulkopuolella. Tämän kirjallisuuskatsauksen keräämän tiedon soveltaminen eri maiden ensihoitojärjestelmiin on hankalaa. Heikkoutena voidaan myös pitää sitä, että tutkimuksissa päätetapahtumana pidettiin selviytymistä elvytyksestä, mutta ainoastaan yhdessä artikkelissa on mainittuna elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselviytymistä²².

4.3 Johtopäätökset

Kirjallisuuskatsauksessa todettiin sairaalan ulkopuolisen ECPR:n olevan käyttökelpoinen apuväline elvytyksessä. Käyttöönoton ongelmia voi kuitenkin muodostua henkilökunnan koulutuksen ja resurssien mahdollisen riittämättömyyden myötä. Vaikka tutkimuksissa on esitetty ECPR:n olevan potentiaalisesti potilaan selviytymistä parantava interventio, ei johtopäätöstä sen paremmuudesta

verrattuna peruselvytykseen voida nykyisten tutkimustulosten perusteella kuitenkin tehdä. Lisää tutkimusta tarvitaan sairaalan ulkopuolella käytettävän ECPR:n vaikuttavuudesta, sekä potilasvalinnan kriteereistä. Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen kriteereiden herkkyys ja spesifisyys ovat vielä määrittelemättömiä, sillä potilas määrät ovat pieniä. Jatkossa myös kustannustehokkuuden arviointi on tärkeää, mikäli ECPR todetaan vaikuttavuudeltaan kannattavaksi ja sen käyttö maailmalla lisääntyy.

Mekaanisen paineluelvytyslaitteen osalta kirjallisuuskatsauksessa tunnistettiin yleisellä tasolla olosuhteet, jolloin mekaanisen paineluelvytyslaitteen käyttö on perusteltua. Työssä myös esiteltiin erilaisia tilanteita, joissa manuaalisen paineluelvytyksen antaminen on hankalaa. Näissä tilanteissa mekaaninen paineluelvytyslaite todettiin hyväksi apuvälineeksi elvytystilanteessa.

LÄHTEET

1. Pajunen, A. Tilastokeskus - 1. Kuolemansyyt 2020.
https://www.stat.fi/til/ksyyt/2020/ksyyt_2020_2021-12-10_kat_001_fi.html.
2. Jacobs, I. & Nadkarni, V. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports.
<https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15>
<https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15>
doi:10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15.
3. Myat, A., Song, K.-J. & Rea, T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts. *The Lancet* **391**, 970–979 (2018).
4. Perkins, G. D. *et al.* European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation* **161**, 1–60 (2021).
5. Gräsner, J.-T. *et al.* Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation* **148**, 218–226 (2020).
6. Sasson, C., Rogers, M. A. M., Dahl, J. & Kellermann, A. L. Predictors of Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes* **3**, 63–81 (2010).
7. Bækgaard, J. S. *et al.* The Effects of Public Access Defibrillation on Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation* **136**, 954–965 (2017).
8. Soar, J. *et al.* European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation* **161**, 115–151 (2021).
9. Zhu, N. *et al.* A meta-analysis of the resuscitative effects of mechanical and manual chest compression in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Crit. Care* **23**, 100 (2019).
10. Richardson, A. (Sacha) C. *et al.* Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. Interim Guideline Consensus Statement From the Extracorporeal Life Support Organization. *ASAIO J.* **67**, 221–228 (2021).

11. Types of ECMO | Extracorporeal Membrane Oxygenation | ECLS. <https://www.else.org/ecmo-resources/types-of-ecmo.aspx>.
12. Alfalasi, R. *et al.* A Comparison between Conventional and Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare* **10**, 591 (2022).
13. Poole, K., Couper, K., Smyth, M. A., Yeung, J. & Perkins, G. D. Mechanical CPR: Who? When? How? *Crit. Care* **22**, 140 (2018).
14. Pietsch, U. *et al.* Mechanical chest compression devices in the helicopter emergency medical service in Switzerland. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **28**, 71 (2020).
15. Winther, K. & Bleeg, R. C. LUCASTM2 in Danish Search and Rescue Helicopters. *Air Med. J.* **35**, 79–83 (2016).
16. Lyon, R. M., Crawford, A., Crookston, C., Short, S. & Clegg, G. R. The combined use of mechanical CPR and a carry sheet to maintain quality resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients during extrication and transport. *Resuscitation* **93**, 102–106 (2015).
17. Thomassen, O. *et al.* Mountain rescue cardiopulmonary resuscitation: a comparison between manual and mechanical chest compressions during manikin cardio resuscitation. *Emerg. Med. J.* **34**, 573–577 (2017).
18. Egger, A. *et al.* Comparison of different mechanical chest compression devices in the alpine rescue setting: a randomized triple crossover experiment. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **29**, 84 (2021).
19. Bekgöz, B., Şan, İ. & Ergin, M. Quality Comparison of the Manual Chest Compression and the Mechanical Chest Compression During Difficult Transport Conditions. *J. Emerg. Med.* **58**, 432–438 (2020).
20. Bougouin, W. *et al.* Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a registry study. *Eur. Heart J.* **41**, 1961–1971 (2020).

21. Lamhaut, L. *et al.* A Pre-Hospital Extracorporeal Cardio Pulmonary Resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: An observational study and propensity analysis. *Resuscitation* **117**, 109–117 (2017).
22. Pozzi, M., Cesareo, E., Pinero, D., Dubien, P. Y. & Richard, J. C. Pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: Preliminary results of a multidisciplinary approach. *Resuscitation* **176**, 19–20 (2022).
23. Pozzi, M. *et al.* Pre-Hospital Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **34**, 571–572 (2020).
24. Hutin, A. *et al.* First Description of a Helicopter-Borne ECPR Team for Remote Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehosp. Emerg. Care* **26**, 89–92 (2022).
25. Singer, B., Reynolds, J. C., Lockey, D. J. & O'Brien, B. Pre-hospital extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **26**, 21 (2018).
26. Lamhaut, L. *et al.* Safety and feasibility of prehospital extra corporeal life support implementation by non-surgeons for out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Resuscitation* **84**, 1525–1529 (2013).
27. Fujita, K. *et al.* Prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest patients in rural areas: a case report of two patients. *Acute Med. Surg.* **7**, e577 (2020).
28. Lebreton, G. *et al.* Out-of-hospital extra-corporeal life support implantation during refractory cardiac arrest in a half-marathon runner. *Resuscitation* **82**, 1239–1242 (2011).
29. Lamhaut, L. *et al.* Successful treatment of refractory cardiac arrest by emergency physicians using pre-hospital ECLS. *Resuscitation* **83**, e177–e178 (2012).
30. Lamhaut, L. *et al.* Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (ECPR) in the Prehospital Setting: An Illustrative Case of ECPR Performed in the Louvre Museum. *Prehosp. Emerg. Care* **21**, 386–389 (2017).

31. Schempf, B. *et al.* Out of hospital extracorporeal life support (ECLS) implantation in cardiogenic shock after cardiac arrest. *Am. J. Emerg. Med.* **36**, 1121.e1-1121.e3 (2018).