

Toni Hentula

## **ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä**

Integratiivinen kirjallisuuskatsaus

# **ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä**

Integratiivinen kirjallisuuskatsaus

Toni Hentula  
Opinnäytetyö  
Syksy 2022  
Master: Akuutti- ja ensihoidon kehittä-  
minen ja johtaminen  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Ensihoitaja YAMK, Akuutti- ja ensihoidon kehittäminen ja johtaminen

---

Tekijä(t): Toni Hentula

Opinnäytetyön nimi: ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä – integratiivinen kirjallisuuskatsaus

Työn ohjaaja(t): Petri Roivainen ja Raija Rajala

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2022

Sivumäärä: 59 + 23

---

ECMO-hoidon mahdollisuudet ovat tutkimusten mukaan kehittyneet viime vuosina myös akuuttihoiton sektorilla ja tällä hetkellä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä (VSSHP) puuttuu hoitoprotokolla, jossa määriteltäisiin miten ja milloin ECMO-hoito tulisi aloittaa. ECMO-hoito saattaisi tulevaisuudessa tulla harkittavaksi, jos potilas tuodaan elvyttäen sairaalaan ja hänelle suunnitellaan esimerkiksi sepelvaltimoiden varjoainetutkimusta ja siihen liittyvä mahdollista toimenpidettä. Suomalaiset käypähoito-suositukset elvytyksestä 2021 ovat nostaneet ECMO-hoidon harkinnan osaksi elvytystilanteiden hoitamista ja muissa suomalaisissa sairaanhoitopiireissä, sekä kansainvälisesti vastaavaa toimintamallia on tutkittu ja toteutettu jo aiemmin. VSSHP:ssa hoitoprotokollaa ei ole vielä kehitetty, vaikka laitekanta ja osaaminen sen mahdollistaisikin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää elvytettävän potilaan hoitoa Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella ja luoda integratiivisen kirjallisuuskatsauksen perustuen hoitoprotollan pohjaksi. Integratiivinen kirjallisuuskatsaus tehtiin käyttäen Ebsco, Pubmed ja Medic tietokantoja, joista etsittiin aiemmin määriteltyihin kriteereihin sopivia julkaisuja. Julkaisujen löytämisen jälkeen ne analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä, jonka avulla tulokset luokiteltiin pääluokkiin, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiä; miten ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä potilaan ennusteeseen, missä tilanteissa ECMO-hoito tulisi aloittaa elvytyksen yhteydessä ja miten ECMO-hoito tulisi aloittaa elvytystilanteessa?

Kehittämisosiossa näiden tulosten pohjalta luotiin suositus, miten ECMO-hoitoa voitaisiin toteuttaa VSSHP:n alueella elvytettävien potilaiden kohdalla. Tätä suositusta voidaan käyttää pohjana myöhemmässä vaiheessa luotavassa hoitoprotokollassa.

---

Asiasanat: Elvytys, ECMO, kehonulkoinen veren hapeuttaminen

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Development and Management of Acute and Emergency Care

---

Author(s): Toni Hentula

Title of thesis: ECMO and CPR – integrative literature review

Supervisor(s): Petri Roivainen and Raija Rajala

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2022      Number of pages: 59 + 23

---

According to studies, the application of ECMO treatment has developed in recent years, also in the acute care sector. The current lack of a defined treatment protocols in the health care district of Southwest Finland (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri) of how and when ECMO treatment could be beneficial in the context of resuscitation. In the future, ECMO treatment may be considered for certain patient's during resuscitation.

The Finnish general care recommendations for resuscitation 2021 have raised the consideration of ECMO treatment as part of the treatment protocol in other Finnish hospital districts. An International equivalent operating model has already been studied and implemented. At VSSHP, a treatment protocol has not yet been developed, despite the availability of equipment and trained medical staff to make it possible.

The purpose of this study was the development of treatment protocol recommendations of ECMO-treatment for patient undergoing resuscitation at VSSHP. An integrative literature review was conducted using the Ebsco, Pubmed and Medic databases, from which publications matching the previously defined criteria were collected. After finding the publications, they were processed with data-oriented content analysis, which allowed them to be classified into main categories that answered my research questions; how does ECMO treatment during resuscitation affect the patient's prognosis, when ECMO treatment should be started and how ECMO treatment should be started during resuscitation.

In the development section, based on these results, a recommendation was created on how ECMO treatment could be implemented in the VSSHP area for patients being resuscitated. This recommendation can be used as a basis in the treatment protocol created at a later stage.

---

Keywords: CPR, ECMO, extracorporeal membrane oxygenation

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	ECMO-HOITO ELVYTYKSEN YHTEYDESSÄ.....	8
2.1	Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO).....	8
2.1.1	ECMO-laitteen toimintaperiaate .....	9
2.1.2	VV-ECMO .....	9
2.1.3	VA-ECMO .....	10
2.2	Elottomuus ja sydänpysähdys .....	11
2.2.1	Elottomuuden aiheuttamat muutokset elimistössä .....	12
2.3	Elvytys.....	13
2.4	ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä.....	15
3	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	16
4	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN.....	17
4.1	Integratiivinen kirjallisuuskatsaus .....	17
4.2	Tiedonhakustrategia .....	18
4.2.1	Hakutermit ja tietokannat .....	18
4.2.2	Aineiston hakuprosessin kuvaus.....	20
4.2.3	Aineiston analyysi .....	28
5	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET .....	30
5.1	ECPR-hoidon hyödyt ja haasteet .....	30
5.1.1	ECPR-hoidon hyödyt .....	32
5.1.2	ECPR-hoidon haasteet .....	35
5.2	ECPR-hoidon potilasvalinta.....	36
5.3	ECPR-hoidon toteutus.....	39
5.3.1	ECPR-hoito ensihoidon kannalta .....	41
5.3.2	ECPR-hoito sairaalan kannalta .....	42
5.4	KEHITTÄMISVAIHEEN TULOKSET .....	43
5.5	HOITOSUOSITUS ECPR-HOIDOSTA.....	43
5.5.1	Hoitosuositus ensihoidolle.....	43
5.5.2	Hoitosuositus sairaalaan.....	45
6	POHDINTA .....	49
6.1	OPINNÄYTETYÖN LUOTETTAVUUS .....	49

6.2	OPINNÄYTETYÖN EETTISYYS .....	50
6.3	OPINNÄYTETYÖN TULOSTEN POHDINTA .....	52
	LÄHTEET .....	54
	LIITTEET .....	60

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee ECMO-hoidon yhdistämistä osaksi potilaan hoitoa elvytystilanteissa. Työskentelen tällä hetkellä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä (VSSHP) perfuusioteknikkona päivystävässä leikkausyksikössä ja työhöni kuuluu muun muassa ECMO-laitteen eli kehonulkoiseen happeuttamiseen ja verenkierron tukihoidon käytettävän laitteen käyttökuntoon saattaminen ja hoidon aloitus yhteistyössä anestesia- ja thorax kirurgien kanssa. ECMO-laitteen lyhenne tulee englanninkielisestä nimestä Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), jolla tarkoitetaan kehonulkoista hengityksen ja mahdollisesti myös verenkierron tukihoidon.

ECMO-hoidon mahdollisuudet ovat tutkimusten mukaan kehittyneet viime vuosina myös akuutti-hoidon sektorilla mutta tällä hetkellä sairaanhoitopiirissämme puuttuu hoitoprotokolla, jossa määriteltäisiin miten ja milloin ECMO-hoito tulisi aloittaa. ECMO-hoito saattaisi tulevaisuudessa tulla harvittavaksi, jos potilas tuodaan elvyttämään sairaalaan ja hänelle suunnitellaan esimerkiksi sepelvaltimoiden varjoainetutkimusta ja siihen liittyvä mahdollista toimenpidettä. Suomalaiset käypähoitosuosituksien elvytyksestä 2021 ovat nostaneet ECMO-hoidon harkinnan osaksi elvytystilanteiden hoitamista ja muissa suomalaisissa sairaanhoitopiireissä, sekä kansainvälisesti vastaavaa toimintamallia on tutkittu ja toteutettu jo aiemmin.

ECMO-hoito on itsessään vanha keksintö, jonka tiettyjä osia on aloitettu kehittämään jo vuodesta 1635. Varsinainen ensimmäinen kehonulkoisen verenkierto toteutettiin koiralla Neuvostoliitossa vuonna 1929 ja ensimmäinen raportoitu onnistunut ihmisen kehon ulkoinen verenkierto on toteutettu vuonna 1953. (Lim 2006.) Kuitenkin viime aikoina on raportoitu kansainvälisesti lisääntyvästä ECMO-hoitajien määrästä ja sille on kehitetty uusia käyttöaiheita laitekannan ja muiden hoitoprotokollien kehittyessä (Stark & Lemström 2021).

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää elvytettävän potilaan hoitoa Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda integratiivisen kirjallisuuskatsauksen perusteella tietoa päätöksen teon tueksi ja luoda suositus ECMO-hoidon aloittamiseen elvytettävän potilaan hoidossa. Lisäksi opinnäytetyöstä kirjoitetaan suomenkielinen ja selkeäluukuinen artikkeli, joka luo lisätietoa ECMO-hoidosta ensihoitoon ja sairaalan päivystyksellisille aloille.

## 2 ECMO-HOITO ELVYTYKSEN YHTEYDESSÄ

### 2.1 Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

ECMO-laitteen lyhenne tulee englanninkielisestä nimestä Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), jolla tarkoitetaan kehonulkoista hengityksen tukihoitoa. Keksintönä ECMO-hoidon juuret menevät pitkälle historiaan ja sen toimintaperiaate on johdettu avosydänleikkauksissa käytettävästä sydänkeuhkokoneesta. Varsinaisia merkkipaaluja laitekehityksen historiaan ovat Robert Hooken kehittämä hapettimen käsite vuosilta 1635–1703 ja veren hyytymisen estämiseen vaikuttavan Hepariniin keksintä vuonna 1916 Jay Macleanin toimesta, joka mahdollistaa kehon ulkoisen verenkierron toteuttamisen. Varsinainen ensimmäinen onnistunut kehonulkoisen verenkierron toteutus on raportoitu Neuvostoliitossa vuonna 1929, jolloin Brukhonenko ja Tchetchuline suorittivat kehon ulkoisen verenkierron koiralle. Vuonna 1953 Gibbon toteutti sydämen- ja verenkierron ohituksen ja verenkierron korvauksen käyttäen sydänkeuhkokonetta ja on tiettävästi ensimmäinen siinä. Ensimmäinen raportoitu potilas, joka on selvinnyt varsinaisen ECMO-hoidon ansiosta, on 1971 hoidettu traumapotilas, jonka hoito kesti 3 vuorokautta. (Lim 2006.)

Teknologian kehittyessä on myös ECMO-hoito kehittynyt ja nykyään sitä voidaan antaa monissa eri tilanteissa, kuten akuutissa hengitysvajauksessa esimerkiksi infektioiden yhteydessä (Kulkarni 2016). Myös sydänleikkausten yhteydessä voidaan tilapäisenä apuvälineenä käyttää ECMO-laitetta, jos inotroopeilla ei saada potilasta vieroitettua perfuusiosta, muut apuvälineet kuten kontrapulsaattori on käytössä tai sen käyttäminen ei ole mielekäästä ja arvioidaan, että potilaan sydämellä on edellytykset toipua. (Kaakinen 2021, 569–570.) ECMO-hoitoa voidaan käyttää myös siltahoitona esimerkiksi sydämen siirtoa odottaessa tai elvytyksen aikaiseen hoitoon, jos potilaalle on tarkoitus tehdä esimerkiksi sepelvaltioiden varjoainetutkimus ja/tai mahdollinen toimenpide tilanteen hoitamiseksi ja potilaalla on toipumismahdollisuus (Elvytys: käypähoito-suositus, 2021).

ECMO-käsitteen eroaa ECLS käsitteestä siten, että varsinkin kansainvälisissä tutkimuksissa ja muissa ECLS tarkoitetaan kehon ulkoista verenkierron tukihoitoa, kun taas ECMO pitää sisällään kehonulkoisen kaasujen vaihdon turvaamisen hapen ja hiilidioksidin osalta. ECMO-hoitoa kuvail-



laan monesti akuutissa keuhkojen vajaatoiminnassa ja ECLS taas enemmän sydänperäisissä ongelmissa. CPB-lyhenne tulee sanoista cardiopulmonary bypass ja sillä tarkoitetaan sydänkeuhkokonetta, jota käytetään avosydänleikkauksissa. (Mossadegh & Combes 2017, 3).

Suomessa ECMO-käsite sisältää keuhkojen, sekä verenkierron tukihoidon kehon ulkopuolella, eikä niitä käytännössä erotella käyttöaiheen mukaisesti vaan lähinnä sen mukaan onko laitteisto veno-venoosinen, eli laskimopuolelle kytketty (VV-ECMO) tai venoarteriaalinen (VA-ECMO) (Mildh ym. 2011).

### **2.1.1 ECMO-laitteen toimintaperiaate**

ECMO-laitteen toimintaperiaate on, että potilaaseen on asennettu riittävän suuri laskimokanyyli, yleensä noin 15-31Fr kokoinen, josta potilaan verenkierto johdetaan ECMO-laitteeseen. Laitteessa on pumppu, joka tuottaa veren virtauksen hapettimen ja lämmönvaihtimen läpi. Lämmönvaihtimella voidaan potilaan ydinlämpöä nostaa tai laskea. Lisäksi laitteessa on ohjainyksikkö, jolla esimerkiksi virtausta voidaan säätää. (Gaddikeri ym. 2021.)

Veren voi johtaa takaisin laskimopuolelle, jolloin puhutaan VV-ECMOSTA ja silloin se toimii ainoastaan hengityksen tukena. Veren voi myös johtaa suoraan valtimoverenkiertoon, jolloin laite on VA-ECMO ja sillä saadaan myös lisätty verenkierron tuki mukaan hoitoon. (Lafçi ym. 2014.) Kanyylit voidaan asentaa avoimesti kirurgisesti tai perkutaanisesti ultraääniohjauksella. Kanyylin kokoon vaikuttaa asennuspaikka ja suonien koko. (Gaddikeri ym. 2021.) Sydänkeuhkokoneesta ECMO-laite poikkeaa suurimmalta osin siten, että laite on kooltaan pienempi ja siitä puuttuu säiliö, johon veri kerätään (reservoir). Sydänkeuhkokone on tarkoitettu lyhytkestoiseen hoitoon, kun taas ECMO-hoito voi kestää päiviä tai jopa viikkoja (David ym. 2017, 3).

### **2.1.2 VV-ECMO**

VV-ECMO eli veno-venoosisen ECMO:n käyttö on lisääntynyt maailmalla nopeaan tahtiin aikuispotilailla. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) on rekisteröinyt yli 24 000 tapusta aikuis-

potilaista 282 keskuksen suorittamana maailman laajuisesti. VV-ECMO:n käyttöindikaatiot ovat yksikkökohtaista ja perustuvat tarkkaan harkintaan potilaan selviytymisedellytyksistä. Yleisempiä hoitoindikaatioita ovat hypoksinen hengitysvajaus muusta hoidosta huolimatta, hyperkapninen hengitysvajaus muusta hoidosta huolimatta ja hengityksen tukihoido keuhkojen siirtoa odottaessa ja muun hoidon ollessa riittämätöntä. Tarkemmin ottaen sellaisia tilanteita saattaisi olla akuutti hengitysvajaus esimerkiksi virus- tai bakteeripneumoniassa, sekä aspiraatiossa. Diffuusi alveolien hemorrhagia, pulmonaari hemorrhagia, vaikea astma, thoraxalueen vamma, hengitysteiden vamma ja kookas bronkopleuraalinen fistelli (Tonna ym. 2021.)

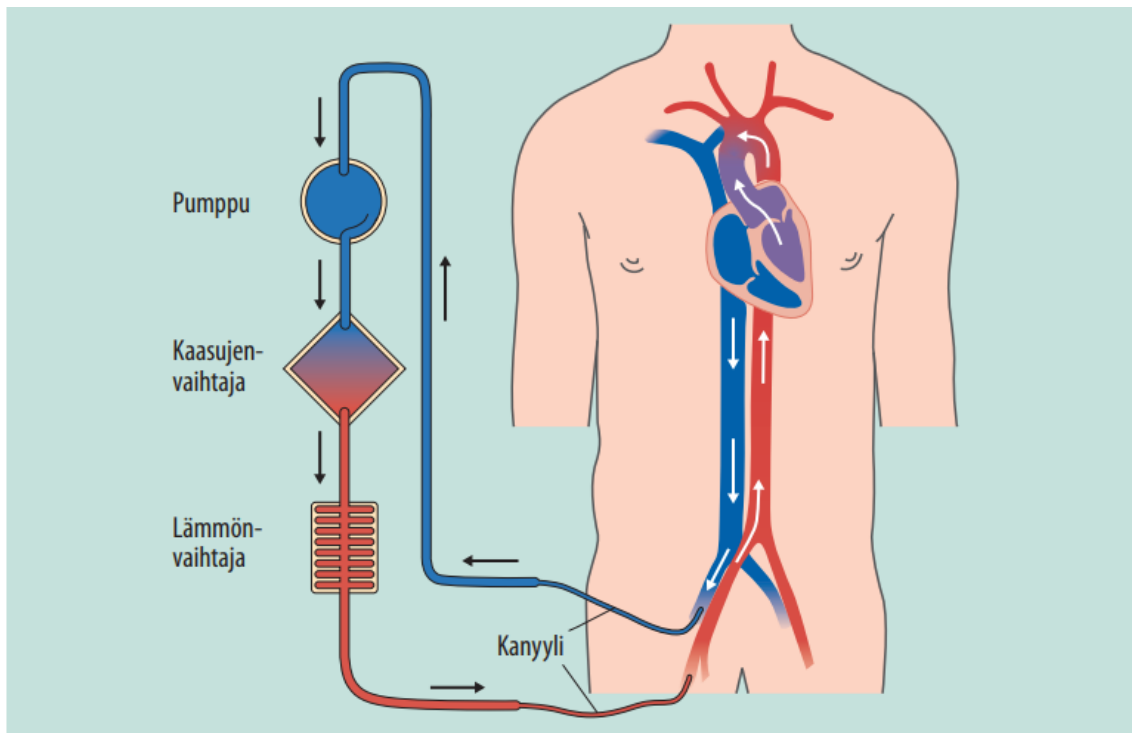
Suhteellisia kontraindikaatioita ovat yli seitsemän vuorokautta kestänyt hengityskonehoito, rajoitettu verisuonistatus ja mikä tahansa tila tai elimen vajaatoiminta, joka johtaisi todennäköisesti kuolemaan viiden vuoden kuluessa. (Schmidt, 2017, 29–30.) Myös keskushermoston verenvuoto, systeemi verenvuoto, vasta-aiheet antikoagulaatiolle, immunosuppressiohoito ja iäkäs potilas voivat olla vasta-aiheita ECMO-hoidon aloittamiselle (Tonna ym. 2021.)

### 2.1.3 VA-ECMO

Verenkiertovajaustilanteessa voidaan ECMO-hoito antaa venoarteriaalisesti (VA). Potilas kanyloidaan pääsääntöisesti nivusesta, ellei kyseessä ole sydänleikkauksen yhteydessä aloitettu ECMO-hoito, jolloin potilaalla on valmiiksi perfuusiokanyylit arteriapuolella aortassa ja venapuolella keskeisissä laskimoissa, joista hoito voidaan antaa tai ne voidaan tarvittaessa vaihtaa myös hepariinipinnoitetuiksi kanyyleiksi. Jos potilas päätetään kanyloida, tapahtuu se useimmiten paikallispuudutuksessa venoarteriaalisena kanylaationa nivusvaltimon ja nivuslaskimon kautta samalta puolelta. VA-ECMO potilaiden määrä on ollut tasaisessa nousussa ja esimerkiksi Helsingin yliopistollisessa keskussairaalassa viimeisen viiden vuoden aikana potilaita on hoidettu noin 42 vuodessa. V-A ECMO-hoidot kestävät tyypillisesti muutamista päivistä muutamaan viikkoon ja hoito tapahtuu teho-osastolla. (Stark & Lemström 2021, 1675–1676.)

VA-ECMO-hoidon indikaatiot ovat tilapäinen verenkierron tukihoido kardiogeenisessä shokissa tai sydänpysähdyksessä, jos lähtörytminä on ollut kammiovärinä tai kammiotakykardia. On kuitenkin huomioitavaa, että elvytyksen yhteydessä indikaatiot ECMO-hoidon aloitukseen ovat lyhyet viiveet

ja mahdollisuus aloittaa ECMO-hoito nopeasti, jotta voidaan välttää monielinvaurio. (Stark & Lemström 2021, 1676.)



KUVA 1. VA ECMO:n toimintaperiaate. (Stark & Lemström 2021)

## 2.2 Elottomuus ja sydänpysähdys

Yleisin yksittäinen kuolinsyy länsimaissa on sydänperäinen äkkikuolema, joka käsittää puolet sydänperäisistä kuolemista (Nurmi & Salo 2021, 1258). Sydänperäiseksi äkkikuolemaksi luokitellaan äkillinen luonnollinen kuolema, joka johtuu sydänperäisestä syystä ja ilmenee tunnin kuluessa oireiden alkamisesta (Junttila, Hartikainen & Huikuri 2016, 616). Vuonna 2020 Suomessa kuoli noin 55 000 ihmistä ja näistä 33 % johtui verenkiertoelinten sairauksista, joista yleisin oli sepelvaltimotauti aiheuttaen, joka kuudennen kuoleman (Tilastokeskus 2020). Sydänperäisiä äkkikuolemia esiintyy eniten kahdessa ikähuipussa. Syntymän ja kuuden kuukauden iän välissä, jolloin kätkytkuolema on äkkikuolemien syynä ja toinen ikähuippu on 45–75-vuotiaat, joiden äkkikuoleman taustalla on ensisijaisesti sepelvaltimotauti. Sepelvaltimotauti onkin länsimaissa tärkein sydänperäisiä äkkikuolemia aiheuttava tekijä. Miehillä sepelvaltimotaudin aiheuttama äkkikuolema on naisia tyypillisempää. (Junttila, Hartikainen & Huikuri 2016, 616.)

Sydämen mekaanisen toiminnan loppumista kutsutaan sydänpysähdykseksi. Se varmistetaan toteamalla potilaan reagoimattomuus, hengityksen puuttuminen tai epänormaali hengitys, eli agonaalinen hengitys. (Väyrynen & Kuisma 2013, 258.) Sydänpysähdyksen ensimmäisiä havaittavia oireita on äkillinen tajunnan menetys, johon voi liittyä lyhytkestoinen jäykistely (alle 10 sekuntia) ja mahdollisesti virtsankarkaaminen. Sen jälkeen potilas menee veltoksi, eikä enää ole herätettävissä. Kasvojen ja muun ihon väri voi muuttua tummaksi tai harmaaksi. (Silfvast & Varpula 2016, 622.)

Hengitys voi jatkua vielä muutaman minuutin elottomuuden jälkeen, joka helposti johtaa varsinkin maallikkoa harhaan. Hengitys on luonteeltaan silloin yleensä syvää, raskasta ja kuorsaavaa. (Hartikainen 2011, 182.) Syke häviää myös samalla, kun sydämen mekaaninen toiminta loppuu mutta sen puuttumisen varmistaminen ei ole edellytys elottomuuden toteamiselle. Sykkeen tunnustelu on myös ammattilaisen tekemänä epäluotettavaa. (Silfvast & Varpula 2016, 622.)

### **2.2.1 Elottomuuden aiheuttamat muutokset elimistössä**

Elimistössä välittömästi tapahtuvat muutokset elottomuuden aikana vaihtelevat sydänpysähdyksen aiheuttajan mukaan. Kun sydän pysähtyy, vähenee verenvirtaus voimakkaasti potilaan kudoksiin muttei kuitenkaan lopu heti kokonaan, vaan jatkuu vielä noin viiden minuutin ajan. Tämän aiheuttaa paine-ero valtimoiden ja laskimoiden välillä, kun elastiset valtimot työntävät verta laskimopuolelle palautuessaan lepotilaan (Nurmi & Salo 2021, 1258, Väyrynen & Kuisma 2013, 266.) Kun paine-ero lopulta tasoittuu, loppuu myös verenvirtaus ja huomattava osa verestä on pakkautunut laskimopuolelle, johtaen sydämen oikean kammion ylivenyttymiseen. Pullottavat kaulasuonet ovat usein merkinä kohonneesta laskimopaineesta. Kun oikea kammiio venyy voimakkaasti, se estää vasemman kammion edellytyksiä täyttymiselle. Kun vasen kammiio ei täyty, eikä saa riittävää esivenytystä, ei esimerkiksi kammiovärinän defibrillointi välttämättä johtaisi pumppaustoiminnan palautumiseen. Tästä syystä paineluelvytyksen rooli on elvytyksen alussakin varsin merkittävä varsinkin, jotta saadaan siirrettyä verta pois laskimopuolelta aorttaa, saadaan nostettua perfuusiopainetta ja sitä kautta vähennettyä oikean kammion ylitytymistä. Perfuusiopaineen nostaminen on melko hidasta ja kestää noin minuutin paineluelvytyksen aloittamisen jälkeen, että se nousee riittävälle tasolle. Vastaavasti painelun keskeyttäminen romahduttaa perfuusiopaineen nopeasti. Li-

säksi tiedetään, että mitä parempi perfuusiopaine on, sen paremman selviytymisedellytykset potilaalla on. Tästä syystä elvytyksessä pyritään välttämään painelutaukoja ja tuottamaan laadukasta paineluelvitystä (Nurmi & Salo 2021, 1258.)

Jos normaalilämpöisen potilaan verenkiertoa ei saada palautettua ja peruselvitystä ei aloiteta, johtaa solujen hapenpuute palautumattomiin vaurioihin. Helpoiten hapenpuutteesta vaurioituvat aivokudoksen solut, jossa aineenvaihdunta on täysin riippuvaista hapesta ja glukoosista. (Sifvast & Varpula 2016, 624.) Merkittävä osa solujen vaurioista syntyy kuitenkin vasta verenkierron palaututtua, johtuen reperfuusiovaiheen vapaiden happiradikaalien ryöpystä ja toisaalta solujen vajavaisista antioksidatiivisista suojausmekanismeista. Huono kudospertuusio ja iskemia, sekä reperfuusio aiheuttaa myös muiden elinten vaurioita ja toimintahäiriöitä. Verenkierron palaututtua elimistö saattaa kohdata sepsistä muistuttavan inflammatiovasteen (Nurmi & Salo 2021, 1258).

### **2.3 Elvytys**

Elvytyksellä tarkoitetaan potilaan elottomuuden jälkeen aloitettua mekaanista painelu/puhalluselvitystä, jossa pyritään keinoitekoisesti tuottamaan verenvirtausta elottoman elimistöön ja myös mahdollistamaan kaasujen vaihtoa tietyssä määrin. Suomalaiset elvytysuositukset pohjautuvat Euroopan elvytysneuvoston (European Resuscitation Council, ERC) suosituksiin, jotka ovat päivitetty 24.3.2021. Euroopan elvytysneuvoston suositukset perustuvat International Liaison Committee on Resuscitation suorittamaan arviointiin eri elvytystoimenpiteiden hyödyistä. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä on kääntänyt ja muokannut Euroopan elvytysneuvoston suosituksista Suomen olosuhteisiin sopivat suositukset. (Elvytys: käypähoito-suositus, 2021.)

Elvytyksen onnistumiseen vaikuttavat sydänpysähdyksen aiheuttaja, aika, joka kuuluu ennen kuin hoitotoimenpiteet aloitetaan ja sydämestä ensimmäiseksi rekistroidävä sähköinen rytmi. Potilaan elämän laatuun elvytyksen jälkeen vaikuttavat aiemmat perussairaudet ja muut komplisoivat tekijät. Iällä ei ole suurta merkitystä vaan hyväkuntoinen vanhus voi toipua yhtä hyvin kuin nuoret potilaat. (Sifvast & Varpula 2016, 623.)

Paineluelvytyksen nopealla aloittamisella on keskeinen merkitys sydänpysähdyspotilaan ennusteeseen ja tästä syystä maallikoiden toiminnan tärkeys korostuu. Mikäli elottomuutta ei tunnisteta ja elvytystä aloiteta, ei ole potilaalla myöskään selviytymisen edellytyksiä. Jos taas elottomuus tunnustetaan nopeasti, apua hälytetään ja maallikkoelvytys aloitetaan, se saattaa parantaa potilaan selviytymisen todennäköisyyttä jopa kaksi- tai kolmekertaiseksi. Myös maallikoiden suorittamalla defibrilointi on potilaan ennusteeseen selkeästi vaikuttava tekijä. Koska defibrilointi on erityisen tehokas ensimmäisten 3–4 minuutin aikana, on defibrilaattorin oltava heti saatavilla. Maallikot voivat turvallisesti käyttää neuvovaa defibrilaattoria, joka tunnistaa defibriloitavan rytmin ja neuvoo elvytyksen kulussa. (Nurmi & Salo 2021, 1258.)

Aikuisen potilaan elvytys aloitetaan viivyttämättä paineluelvytyksellä, kun potilasta on yritetty hertäellä ja on todettu reagoimattomuus ja hengityksen puuttuminen tai epänormaalisuus, sekä lisäapua on hälytetty. Potilas käännetään mahdollisuuksien mukaan selälleen kovahkolle alustalle, avataan hengitystie ja jos hengitystä ei tunnu tai se on epänormaalia, aloitetaan elvytys 30 painelun ja 2 puhalluksen sykleissä elvytys. Lapsen elvytyksen suositukset koskevat alle 16-vuotiaita lapsia ja niissä on mukailtu aikuisten ohjeita. Lapsen elvytys aloitetaan muuten samoin kuin aikuisen mutta varsinainen elvytys aloitetaan viidellä puhalluksella ja sitä voidaan jatkaa rytmillä viisitoista painallusta ja kaksi puhallusta. Molemmissa tilanteissa potilaaseen voidaan kytkeä neuvova defibrilaattori, jonka ohjeita seurataan mutta vältetään kuitenkin painelutaukoja (Elvytys: käypähoitosuositus, 2021).

Hoitoelvytyksen painopiste on enemmän elvytykseen johtaneen syyn hoitamisessa, elvytyksestä pidättäytymisessä, elvytyksen jälkeisessä hoidossa ja tietyissä mahdollisissa hoitotoimenpiteissä kuten esimerkiksi hengitysteiden turvaamisessa, mekaanisessa paineluelvytyksessä, laskimo- tai intraosseaalilyhteyden avaamisessa ja verinäytteiden ottamisessa. Hyvälaatuinen paineluelvytys on kuitenkin elvytyksen kulmakivi, eikä muut hoitotoimet saa häiritä sen toteutumista (Nurmi & Salo 2021, 1260–1267.)

## 2.4 ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä

ECMO-hoito altistaa potilaita komplikaatioille ja se on hyvin raskas hoitomuoto, mutta toisinaan se voi olla ainoa ja viimeinen vaihtoehto. Hoito voidaan joutua aloittamaan hyvinkin äkillisesti varsinkin elvytyksen yhteydessä. ECMO-hoidosta tulisi myös luopua viipymättä, jos todetaan, ettei potilaalla ole selviytymismahdollisuuksia tai edellytyksiä edetä mahdolliseen apupumppu tai elinsiirtovaiheeseen. Myös mahdollisten monielinvaurioiden ilmetessä tulisi hoidon jatkamista arvioida uudelleen. (Stark & Lemström, 2021.)

ECMO-hoito pitkittyneen elvytyksen yhteydessä saattaa olla potilaan ennustetta parantava hoitomuoto, koska potilaan verenkierto ja hapentarjonta saadaan välittömästi korjattua, kun ECMO-hoito aloitetaan. Elottomilla potilailla nimenomaan niin sanottu noflow tai lowflow aika, jolloin veri ei kierrä tai kiertää huonosti on hyvin keskeinen tekijä selviytymisen kannalta. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan monet tutkimukset viime aikoina ovat osoittaneet viitteitä siitä, että ECMO-hoidetuilla elvytetyillä potilailla saattaa olla parempi neurologinen kuntoutumistaso kuin muilla. Kuitenkin toistaiseksi laajojen randomisoitujen ja kontrolloitujen tutkimusten puuttuessa on asiaan suhtauduttava varauksella. (Miraglia ym. 2021.)

ECMO-hoidosta elvytyksen yhteydessä voidaan käyttää myös lyhennettä ECPR, jota tässä työssä jatkossa käytetään. Suomalaiset käypähoitosuosituksukset suosittelevat ECMO-hoitoa hyvin valikoiduille potilaille elvytyksen yhteydessä mutta vahvan näytön puuttuessa varsinaisia potilasvalintakriteereitä ei ole saatavilla suomalaiseen ensihoitojärjestelmään. Potilaiden tulee olla kuitenkin sellaisia, joiden hoito tähtää johonkin tulevaan hoitomuotoon ja ECMO-hoidolla voidaan ostaa aikaa ja siten parantaa potilaan toipumismahdollisuuksia. Käypähoito-suosituksen mukaan tulee sopia potilasvalintakriteerit, toimintamallit ja resurssit alueellisesti ja koko hoitoketjun kanssa näille potilastapauksille. (Elvytys: käypähoito-suositus, 2021.)

### 3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää elvytettävän potilaan hoitoa Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda integratiivisen kirjallisuuskatsauksen perusteella suomenkielinen ja selkeälukuinen artikkeli, jonka pohjalta parannetaan hoitohenkilökunnan ja lääkäreiden osaamista ja tietämystä ECMO-hoidosta ensihoidossa ja sairaalan päivystyksellisillä aloilla. Kehittämistavoitteena on luoda suositus ECMO-hoidon aloittamiseen elvytettävän potilaan hoidossa VSSHP:n alueella. Pitkän aikavälin tavoitteena on luoda myöhemmin kokonainen hoitoprotokolla, joka perustuu osittain tämän opinnäytetyön suosituksiin, sekä potilasvalintakriteerit elvytystilanteeseen niille potilaille, jotka ECMO-hoidosta eniten hyötyvät ja siten parantaa elottoman potilaan selviytymismahdollisuutta ja lisätä potilasturvallisuutta Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella.

Tutkimuskysymykset:

1. Miten ECMO-hoito vaikuttaa potilaan ennusteeseen ja selviytymismahdollisuuksiin elvytystilanteessa?
2. Missä tilanteissa ECMO-hoito tulisi aloittaa elvytyksen yhteydessä?
3. Miten ECMO-hoito tulisi aloittaa elvytystilanteessa?



## 4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN

Tieteelliselle tutkimukselle on määritettävä täsmällinen tutkimuskohde, tutkimuksen on tuotettava jotain, mitä ei ole ennen tuotettu, tutkimuksesta on oltava hyötyä muille ja tutkimuksen on annettava riittävät perusteet julkiselle keskustelulle. (Vilka 2015, 31.) Tutkimuksella on aina tarkoitus tai tehtävä, jolla ohjataan tutkimusstrategisia valintoja. Jos tutkimuksen tarkoitus on selvittää vähän tiedystä aiheesta lisää ja löytää uusia näkökulmia, voidaan puhua kartoittavasta tutkimuksesta. (Hirsjärvi ym. 2009, 138.) Näiden näkökulmien pohjalta olen luonut tutkimuksen tavoitteet ja tarkoituksen, sekä muodostanut tutkimuskysymykset, joihin pyrin tutkimuksellani vastaamaan.

### 4.1 Integriivinen kirjallisuuskatsaus

Integroiva tai integriivinen kirjallisuuskatsaus on hyvä tapa tuottaa uutta tietoa tutkitusta aiheesta. Sen menetelmät auttavat kirjallisuuden tarkastelussa, tutkimusten kriittisessä arvioinnissa ja tutkimustulosten syntetisoinnissa. (Suhonen ym. 2016, 13.) Kun tutkimuksen aihealue halutaan kuvata mahdollisimman hyvin, voidaan käyttää integriivista kirjallisuuskatsausta. Sen kirjallisuuskatsaus sijoittuu systemaattisen katsauksen lähimastoon narratiivisin maustein ja sen hyviä puolia on mahdollisuus kerätä tietoa laajemmin kuin tiukasti seuloen, kuten systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. (Salminen 2011, 8.)

Integriivinen kirjallisuuskatsaus on kaikkein laajin kirjallisuuskatsaus menetelmä ja se voi sisältää empiiristä ja teoreettista kirjallisuutta. Tämän kirjallisuuskatsaustyylin avulla voidaan implementoida uusia johtopäätöksiä toimintamallien kehittämiseksi organisaatioissa. Integriivisen kirjallisuuskatsauksen ydin on prosessimallinen luonne ja erilaisten aiempien tutkimusmenetelmien tulosten synteesi. (Suhonen ym. 2016, 13.) Integriiiviset kirjallisuuskatsaukset ovat hyödyllisiä tuottamaan tietoa ja edistämään tutkimusta aihealueeltaan (Elsbach & Knippenberg 2020).

Integriivinen kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan tiivistää aiempi empiirinen ja teoreettinen kirjallisuus, jotta voidaan tuottaa kattavampi ja syvällisempi käsitys tietyistä tutkittavista aiheista. Hyvin tehdyt integriiiviset kirjallisuuskatsaukset antavat näyttöä tieteen tilasta ja voivat olla suoraan sovellettavissa käytännön työhön. (Whittemore & Knafel, 2005.)

Valitsin integratiivisen kirjallisuuskatsauksen yllä esitettyjen ominaisuuksien takia, jotka tukevat opinnäytetyöni onnistumista ja laatua. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi olisi vaatinut kaksi tutkijaa, niin en olisi voinut valita kumpaakaan niistä, joten sekin osaltaan tukee integratiivisen kirjallisuuskatsauksen valintaa. Uskon saavani tällä metodilla parhaan vastauksen opinnäytetyöni tutkimuskysymyksiin ja sitä kautta saavuttavani opinnäytetyön tavoitteet ja tarkoituksen parhaiten.

## 4.2 Tiedonhakustrategia

Tutkimustiedon hakemista varten tulee määritellä asiasanat, joilla eri tietojärjestelmistä tietoa haetaan. Jos aihe on sellainen, että kartoitetaan, mitä tutkimusta aihealueesta on tehty, lähestymistapa voi olla laajempi myös tutkimuskysymyksessä ja hakuvaiheessa. Tällöin tutkimuskysymyksiä ja hakustrategia laadittaessa voi hyödyntäen PCC-menetelmää. (Hotus n.d)

PCC	ASIASANA
Population (potilas ryhmä)	Elvytettävä potilas
Concept (käsite)	Elvytys ja Ecmo-hoito
Context (Konteksti)	Mikä tahansa hoitopaikka

TAULUKKO 1. PCC-asiasanojen määrittely

### 4.2.1 Hakutermit ja tietokannat

Hakutermin määrittelyssä loin ensin miellekartan asiasanoista, jonka pohjalta pyysin kirjaston informaattikolta 1.2.2022 etätapaamisessa apua niiden määrittelyyn, koska Hotuksen mukaan se parantaa tutkimuksen laatua ja luotettavuutta. Hakusanoiksi valitsin suomen- ruotsin ja englanninkielisiä hakusanoja, koska niillä kielillä kirjoitettuja tutkimuksia ja artikkeleita pystyn luotettavasti lukemaan. Hakusanat ovat esitetty alla olevassa taulukossa.

ecmo	elvytys
kehonulkoinen veren hapeuttaminen	painelu-puhalluselvytys
kehonulkoinen veren happeuttaminen	sydämenpysähdys
kehon ulkoinen veren hapeuttaminen	sydänpysähdys
kehon ulkoinen veren happeuttaminen	
(veren) kehonulkoinen hapeuttaminen	resuscitation
(veren) kehonulkoinen happeuttaminen	cardiopulmonary resuscitation
(veren) kehon ulkoinen hapeuttaminen	heart arrest
(veren) kehon ulkoinen happeuttaminen	cardiac arrest
ecmo	återupplivning
extracorporeal membrane oxygenation	hjärt-lungräddning
ecls	hjärtstopp
extracorporeal life support	
ecpr	
extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	
ecmo	
extrakorporeal membransyresättning	

TAULUKKO 2. Hakutermit

Hakulauseina näistä hakusanoista muodostettuna käytin seuraavia yhdistelmiä.

**(“kehonulkoinen veren hapeuttaminen” OR ”kehonulkoinen veren happeuttaminen” OR ”kehon ulkoinen veren hapeuttaminen” OR ”kehon ulkoinen veren happeuttaminen” OR ”kehonulkoinen hapeuttaminen” OR ”kehonulkoinen happeuttaminen” OR ”kehon ulkoinen hapeuttaminen” OR ”kehon ulkoinen happeuttaminen”) AND (elvyty\* OR painelu-puhalluselvyty\* OR sydämenpysähdy\* OR sydänpysähdy\*)**

**(“extracorporeal membrane oxygenation” OR “extracorporeal life support” OR “extracorporeal cardiopulmonary resuscitation”) AND (resuscitat\* OR “heart arrest” OR “cardiac arrest”)**

**“extrakorporeal membransyresättning” AND (återuppliv\* OR hjärt-lungrädd\* OR hjärtstopp\*)**

Tietokantojen määrittelyä varten pyysin myös apua kirjaston informaatikolta ja ehdotin hänelle muutamia tietokantoja, joista hän oli samaa mieltä. Päädyin käyttämään kotimaista Medic- tietokantaa sekä kansainvälisiä PubMed ja EBSCO tietokantoja. Apuna käytin myös kirjaston laatimaa systemaattisen tiedonhaun opasta.

#### **4.2.2 Aineiston hakuprosessin kuvaus**

Opinnäytetyöni pohjana toimivien eri tutkimusten ja lähteiden mukaan ottamiselle tai hylkäämiselle täytyi olla selkeät perustelut, jotka ovat kuvattu tarkemmin alla olevassa taulukossa. Määrittelin mukaanottokriteereiksi vuosina 2012–2022 julkaistut englannin-, ruotsin ja suomenkieliset aineistot. Aineistosta tuli olla saatavilla koko teksti ja lisäksi tekijät, sekä julkaisuajankohta tuli olla selvästi ilmaistuna. Mukaanottokriteerinä oli sydäntapahtumasta tai keuhkovaltimotukoksesta johtuva elottomuus, eikä esimerkiksi intoksikaatiosta, traumasta tai kirurgisesta toimenpiteessä, kuten sydänleikkauksesta johtuva elottomuus. Jätin aineiston ulkopuolelle ECMO-hoidon myös muussa kuin elvytyksen yhteydessä ja myös hypotermiasta johtuvan sydänpysähdyksen ja ECMO-hoidon käyttämisen potilaan lämmittämiseen. Haun ulkopuolelle rajasin lisäksi muun kuin mukaanottokriteerien mukaiset julkaisukielet. Otin mukaan myös kaikki elvytyksen yhteydessä aloitetut ECMO-hoidot riippumatta alkoiko elottomuus sairaalan sisä- tai ulkopuolella mutta rajasin lapsipotilaat haun ulkopuolelle. Lisäksi yksittäisen potilaan case-raportit, jätin aineiston ulkopuolelle.

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimus ja kirjallisuus vuosilta 2012–2022.	Mukaanottokriteerejä vanhemmat julkaisut.
ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä.	Muunkielinen kirjallisuus ja julkaisut, kuin mukaanottokriteerien mukainen.
Englannin-, suomen ja ruotsinkielinen kirjallisuus ja artikkelijulkaisut.	ECMO-hoito muussa kuin elvytyksen yhteydessä
Aikuispotilaita koskevat artikkelit	Hypotermiasta tai muusta kuin mukaanottokriteereissä määritellyistä syistä aiheutunut sydänpysähdys
Sairaalan sisä- ja ulkopuoliset elvytykset	Yhden potilaan case-raportit
Sydäntapahtumasta tai keuhkovaltimotukoksesta johtuva elottomuus	

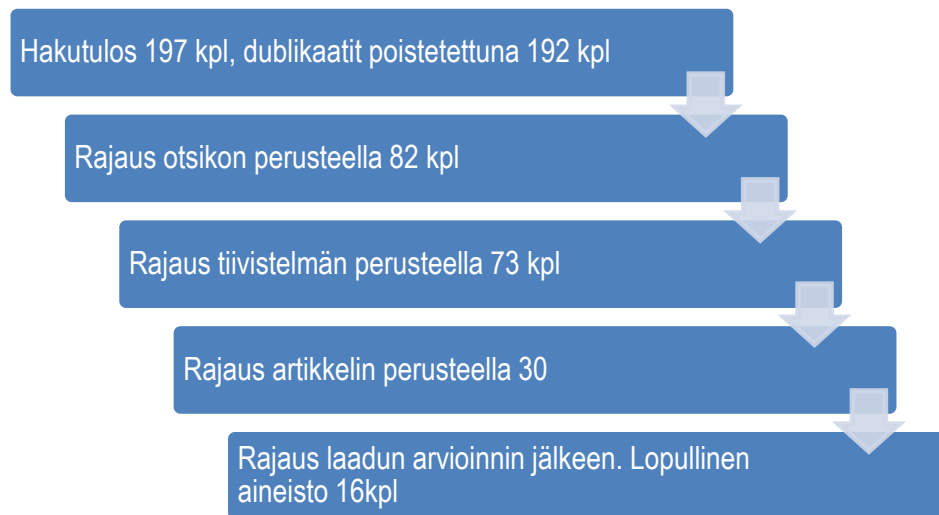
TAULUKKO 3. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit

Tein haun Ebscon tietokantaan 27.10.2022. Valitsin hakuun mukaan Academic search premierin ja CINAHL:in tietokannan. Käytin hakusanoina ("extracorporeal membrane oxygenation" OR "extracorporeal life support" OR "extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation") AND (resuscitat\* OR "heart arrest" OR "cardiac arrest"). Lisäksi rajasin kielen englannin kieleksi, koska yhtään suomen- tai ruotsinkielistä artikkelia ei löytynyt. Käytin rajauksena myös aikuispotilaita. Tuloksia tuli näillä hakuehdoilla 137 kappaletta. Otsikon perusteella pystyin rajamaan pois 85 artikkelia, jotka selvästi käsittelivät aihetta, joka ei vastannut mukaanottokriteereitani. Tiivistelmän perusteella rajasin pois 8 artikkelia, jotka eivät vastanneet tutkimuskysymyksiini ja koko artikkelin luettuani rajasin lisäksi vielä pois 23 artikkelia, jotka eivät myöskään vastannut tutkimuskysymyksiini. Mukaanottokriteerit täyttäviä artikkeleja, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiini, löytyi 21 kpl.

Pupmed:n tietokantaan tein haun 3.11.2022 käyttäen hakulauseena "extracorporeal membrane oxygenation" OR "extracorporeal life support" OR "extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation" AND resuscitat\* OR "heart arrest" OR "cardiac arrest". Haun rajauksina käytin suomen-, ruotsin ja englannin kieltä, sekä aikuispotilaita. Määrittelin haun koskemaan vuosina 2012–2022 julkaistuja artikkeleja, joista on koko teksti saatavilla. Hakutuloksia tuli 49 kappaletta näillä hakuheidoilla, joista poistin duplikaatit 5 kappaletta. Uusia hakutuloksia tuli siis 44 kappaletta, joista poistin otsikon perusteella 25, jotka eivät vastanneet tutkimuskysymyksiini. Tiivistelmän perusteella hylkäsin yhden artikkelin, ja lisäksi yksi sivusto ei toiminut, joten hylkäsin myös sen. Lisäksi artikkelien lukemisen jälkeen hylkäsin vielä 8 kappaletta, jotka eivät vastanneet tutkimuskysymyksiini. Mukaan valitsin 9 artikkelia, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiini ja täyttivät mukaanottokriteerit.

Tein 7.11.2022 haun Medic tietokantaan, hakulauseena "kehonulkoinen veren hapeuttaminen" OR "kehonulkoinen hapeuttaminen" AND "elvyty\*" ja käytin hakukriteereinä vuosina 2012–2022 julkaistuja artikkeleja, joista löytyi kokoteksti. Tuloksia löytyi 9 kappaletta, joista yksikään ei vastannut tutkimuskysymyksiini ja hylkäsin ne luettuani artikkelit. Kokeilin myös hakusanoina "ECMO" AND "Elvyt\*" ja löysin 11 tulosta, joista 9 oli duplikaattia. Nämä 2 uutta artikkelia ei myöskään vastannut tutkimuskysymyksiini, joten hylkäsin myös ne. Ruotsinkielisillä hakusanoilla en löytänyt yhtään tulosta.

Artikkelin perusteella rajatuista julkaisuista tein vielä tarkemman analyysin ja laadun arvioinnin käyttäen apuna Hotuksen julkaisemia JBI:n tarkistuslistoja. Olin määritellyt aiemmin, että sisäänottokriteerit täyttävän julkaisun tulee saada vähintään 60 % JBI:n tarkistuslistan pisteistä tai muussa tapauksessa se hylätään. Käytin soveltuvaa tarkistuslistaa joka julkaisuun ja merkitsin tulokset taulukkoon ylös. Kaikki julkaisuivat saivat vaaditun 60 % pistemäärän. Laadun arvioinnin yhteydessä päädyin kuitenkin hylkäämään vielä 14 kappaletta julkaisuja, joista 11 kappaletta ei vastanneet tutkimuskysymyksiini tarkemman analyysin jälkeen. Lisäksi hylkäsin 3 julkaisua, koska niissä käytetty tutkimusaineisto oli niin vanhaa, ettei se vastaisi nykypäivän tasoa. Kirjallisuuskatsaukseni valikoituivat siis 16 julkaisua, jotka ovat esitetty taulukossa alla. Yannopoulos ym. 2020, Mosca ym. 2016 ja Haneyaa ym. 2012 alkuperäisartikkelit valitsin mukaan, vaikka ne ovat mukana myös D'Arigo ym. 2017, Scquizzato ym. 2022 ja Karve ym. 2021 tekemissä kirjallisuuskatsauksissa, koska ne vastaavat erittäin hyvin tutkimuskysymyksiini ja olivat laadultaan hyviä.



KUVA 2. Hakuprosessin yhteenveto

TAULUKKO 4. Kirjallisuuskatsauksen julkaisut

Tekijä (t)	Nimi	Julkaisu vuosi ja maa	Aineistotyyppi	Tutkimuksen laadun arviointi (JBI)
Haneyaa, A. Philippa, A. Diez, C. Schopkaa, S. Beinb, T. Zimmermannb, M. Lubnowc, M. Luchner, A. Agha, A. Hilker, M. Hirt, S. Schmida, C. Müller, T.	A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest	2012 Saksa	Retrospektiivinen analyysi	7p/8p
Chonde, M. Escajeda, J. Elmer, J. Callaway, C.W. Guyette, F.X. Boujoukos, A. Sappington, P.L Smith, A.J. Schmidhofer, M. Sciortino, C. Kormos, R.L.	Challenges in the development and implementation of a healthcare system based extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) program for the treatment of out of hospital cardiac arrest	2019, USA	Tapausselostus	6p/8p

Chen, Z. Liu, C. Huang, J. Zeng, P. Lin, J. Zhu, R. Lu, J. Zhou, Z. Zuo, L. Liu, G.	Clinical Efficacy of Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Adults with Cardiac Arrest: Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis	2019 Kiina	Meta-analyysi	9p/11p
Okada, Y. Irisawa, T. Yamada, T. Yoshiya, K. Park, C. Nishimura, T. Ishibe, T. Kobata, H. Kiguchi, T. Kishimoto, M. Kim, S-H. Ito, Y. Sogabe, T. Morooka, T. Sakamoto, H. Suzuki, K. Onoe, A. Matsuyama, T. Kobayashi, D. Nishioka, N. Matsui, S. Yoshimura, S. Kimata, S. Kawai, S. Makino, y. Kiyohara, K. Zha, L. Kitamura, T. Iwami, T.	Clinical outcomes among out-of-hospital cardiac arrest patients treated by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: The CRITICAL study in Osaka	2022 Japani	Retrospektiivinen analyysi	7p/8p
Haas, N.L. Coute, R.A. Hsuc, C.H. Cranfordd, J.A Neumar, R.W.	Descriptive analysis of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest—An ELSO registry study	2017, USA	Retrospektiivinen analyysi	7p/8p
Mosca, M.S. Narotsky, D.L. Mochari-Greenberger, H. Liao, M.	Duration of conventional cardiopulmonary	2016, USA	Retrospektiivinen analyysi	5p/8p



Mongero, L. Beck, J. Bacchetta, M.	resuscitation prior to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and survival among adult cardiac arrest patients			
Yannopoulos, D. Bartos, J. Raveendran, G. Walser, E. Connett, J. Murray, T. A. Collins, G. Zhang, L. Kalra, R. Kosmopoulos, M. John, R. Shaffer, A, R J Frascone, R.J. Wesley, K. Conterato, M. Biros, M. Tolar, J. Aufderheide, T.P.	Advanced reperfusion strategies for patients with out-of hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial	2020, USA	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	10p/13p
Schmitzberger, F.F. Haas, N.L Coute, R.A. Bartos, J. Hackmann, A. Haft, J.W. Hsu, C.H. Hutin, A. Lamhaut, L. Marinero, J. Nagao, K. Nakashima, T. Neumar, R. Pellegrino, V. Shinar, Z. Whitmore, S.P. Yannopoulos, D. Peterson, W.J.	ECPR2: Expert Consensus on Percutaneous Cannulation for Extracorporeal CardioPulmonary Resuscitation	2022, USA	Asiantuntija-artikkeli	6p/6p
Boudoulas, K.D. Whitson, B.A. Keseg, D.P. Lilly, S. Baker, C. Attar, T. Capers, Q.	Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (ECPR) for Out-of-Hospital Cardiac Arrest due to Pulseless	2020, USA	Tutkimusartikkeli	6p/6p

Gumina, R.J. Mast, D.W. Satyapriya, S.V. Davenport, D. Hazlett, M. Mokadam, N. Magorien, R. Mazzaferri Jr, E.L.	Ventricular Tachycardia/Fibrillation			
D'Arrigo, S. Cacciola, S. Dennis, M. Jung, C. Kagawa, E. Antonelli, M. Sandroni, C.	Predictors of favourable outcome after in-hospital cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis	2017, Italia, Australia, Saksa & Japan	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi	8p/11p
Mandigers, L. Scholten, E. Rietdijk, W. J. R. den Uil, C. A. van Thiel R.A. Rigter, S. Heijnen, B. G.A.D.H. b Gommers, D. dos Reis Miranda, D.	Survival and neurological outcome with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory cardiac arrest caused by massive pulmonary embolism: A two center observational study	2018, Hollanti	Retrospektiivinen havaintitutkimus	8p/8p
Scquizzato, T. Bonaccorso, A. Consonni, M Scandroglio, A. M. Swol, J. Landoni, G. Zangrillo, A.	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of randomized and propensity score-matched studies	2022, Italia & Saksa	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi	9p/11p
Abrams, D. MacLaren, G. Lorusso, R. Price, S. Yannopoulos, D. Vercaemst, L. Bělohávek, J. Taccone, F.S. Aissaoui, N. Shekar, K.	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults: evidence and implications	2022, Saksa	Asiantuntija-artikkeli	6p/6p

Garan, R. Uriel, N. Tonna, J.E. Jung, J.S Takeda, K. Chen, Y-S. Slutsky, A.S. Combes, A. Brodie, D.				
Rob, D. Smalcova, J. Smid, O. Kral, A. Kovarnik, T. Zemanek, D. Kavalkova, P. Huptych, M. Komarek, A. Franek, O. Havranek, S. Linhart, A. Belohlavek, J.	Extracorporeal versus conventional cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: a secondary analysis of the Prague OHCA trial	2022, Tsekki	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	9p/13p
Karve, S. Lahood, D. Diehl, A. Burrell, A.  Tian, D.H. Southwood, T. Forrest, P. Dennis, M.	The impact of selection criteria and study design on reported survival outcomes in extracorporeal oxygenation cardiopulmonary resuscitation (ECPR): a systematic review and meta-analysis	2021, Australia	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi	10p/11p
Guglin, M. Zucker, M.J. Bazan, V.M Bozkurt, B. Banayosy, A.E. Estep, J.D Gurley, J. Nelson, K. Malyala, R. Panjrath, G.S. Zwischenberger, J.B. Pinney, S.P.	Venoarterial ECMO for Adults	2019, USA	Asiantuntija-artikkeli	6p/6p

### 4.2.3 Aineiston analyysi

Sisällön analyysillä löydetty aineisto järjestellään tiiviiksi ja selkeäksi kokonaisuudeksi. Sisällönanalyysillä tehdyissä tutkimuksissa täytyy olla tarkkana, jotta johtopäätökset voidaan esittää selkeästi ja tutkimuksessa pysyy jatkuvasti mielessä alkuperäinen tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset. (Ojasalo ym. 2015, 136, 144.)

Sisällönanalyysin voi tehdä aineistolähtöisesti tai teorialähtöisesti. Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä teoria- tai viitekehys on aiemmin jo valmiina olevaa, josta muodostetaan analyysirunko. Toisin sanoen tutkimus pohjautuu jo aiempaan käsitteiden tai teorian, kun taas aineistolähtöisessä analyysissä tutkimuksen pääpaino on käsiteltävä aineisto ja siitä rakennettava teoria (Ojasalo ym. 2015, 139–140.) Tähän työhön käytän aineistolähtöistä sisällönanalyysiä koska, aiheesta ei ole minulla vallitsevaa teoriaa tai ennakko-odotusta ja pystyn muodostamaan sen löydetyn aineiston pohjalta.

Varsinaiset sisäänottokriteerit täyttävien tutkimusten löytämisen jälkeen, muodostin taulukon, jossa pelkistin tutkimuskysymyksiini vastaavat alkuperäisilmaisut. Ojasalo ym. (2015) mukaan pelkistykseen tarkoituksena on tuottaa kokonaan uutta tietoa ja selkeyttää, sekä tiivistää aineistoa. Kun monimuotoisesta aiheesta muodostetaan selkeä ja tiivis kokonaisuus, kasvaa sen informaatioarvo. Pelkistämiseen yhdistetään myös asioiden ryhmittely, jossa samaa tarkoittavista asioista muodostetaan yläluokkia ja lopuksi pääluokka. Whitmoren & Knaflin 2005 mukaan analysoinnin viimeisessä vaiheessa muodostuu alaryhmien tärkeistä nostoista yhteinen synteesi, josta muodostuu kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.

Aineistoa analysoidessani kävin kaikki tutkimukset tarkasti läpi ja poimin sieltä alkuperäisilmaisut, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiini, sekä ne, jotka sopivat opinnäytetyöni tavoitteisiin ja tarkoituksiin. Nämä alkuperäisilmaisut kirjoitin taulukkoon (LIITE 1), jossa suomensin ne vapaasti. Suomennuksen jälkeen pelkistin alkuperäisilmaisun taulukkoon ja pohdin vielä vastaako se tutkimuskysymykseeni. Pelkistuksen jälkeen ryhmittelin nämä pelkistetyt ilmaisut alakategorioihin sen mukaan mitä teemoja pelkistyksistä nousi esille. Alakategoriat ryhmittelin pääkategorioihin ja lopuksi ydinkategoriaan. Kategoriat ovat kuvattu alla olevassa taulukossa.

Ydinkategoria				
ECPR-hoito				
Yläkategoriat				
Hyödyt ja haasteet	Potilasvalinta	Hoidon toteutus	Hoidon välineet	Tiimin rakenne
Alakategoriat				
ECPR potilaiden selviämisen kannalta ECPR neurologisen kuntoutumisen kannalta ECPR haasteet ja ongelmat	ECPR potilasvalintakriteerit ECPR hoidon kontroidikaatiot ja huonon ennusteen merkit	ECPR potilaan hoitoon osallistuvat ECPR ensihoidon kannalta ECPR sairaalan kannalta	ECPR laitteisto ECPR tilat	ECPR tiimityö

TAULUKKO 5. Ala- ylä- ja ydinkategoriat.

## 5 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

Tutkimustuloksia analysoidessa palasin tutkimuskysymyksiini, joita käsittelen tässä kappaleessa integratiivisesta kirjallisuuskatsauksesta löytyneiden aihealueiden kautta. Yläkategorioita kirjallisuuskatsauksesta löytyi viisi, jonka kautta lähdän syventymään kolmeen aihealueeseen, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiäni ja esittämään niistä löytyneitä tuloksia. Esittelen joka kappaleen aluksi siihen kuuluvat alakategoriat ja niihin liittyvät pelkistykset, jotka ovat kokonaan ja tarkemmin kuvattu liitteessä. (LIITE 1).

### 5.1 ECPR-hoidon hyödyt ja haasteet

ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä on hyödyllistä valikoiduille potilaille. Hyötyä on pystytty osoittamaan lyhyen ja pitkän välin selviämisen ja neurologisen kuntoutumisen kannalta. ECMO-hoidon käyttäminen ei kuitenkaan ole ongelmaton vaan siihen liittyy korkea komplikaatoriski, sekä korkeat kustannukset. Lisäksi siihen liittyy paljon myös eettisiä kysymyksiä. (Chen ym. 2019, Abrams. 2022, Rob 2022.)

ECPR-hoidon hyödyt ja haasteet		
Potilaiden selviämisen kannalta	Neurologisen kuntoutumisen kannalta	Haasteet ja ongelmat
-ECMO elvytyksen yhteydessä saattaa olla hyödyksi  -ECMO-hoito saattaa parantaa potilaiden ennustetta varsinkin sairaalan sisällä tapahtuvissa sydänpysähdyksissä	- ECMO-hoito valikoiduilla potilailla parantaa selviämistä ja neurologista toipumista varsinkin sairaalan sisäpuolisissa sydänpysähdyksissä  - ECMO:n käyttö pitkittyneessä elvytyksessä parantaa potilaan selviytymistä ja neurologista kuntoutumista.	-ECMO elvytyksen yhteydessä on ollut käytössä vuodesta 1976 mutta korkean komplikaatoriskin, kustannusten ja vaikean logistiikan takia sen käyttö on ollut rajoitettua.

<p>- Varhainen ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä myös sairaalan ulkopuolella alkaneessa pitkittyneessä kammiovärinäessä parantaa potilaan selviämismahdollisuuksia</p> <p>- ECMO-hoito pitkittyneen kammiovärinän hoidossa parantaa potilaan selviytymistä ja neurologista toipumista</p> <p>- ECMO-hoito valikoiduilla potilailla parantaa selviämistä ja neurologista toipumista varsinkin sairaalan sisäpuolisissa sydänpysähdyksissä</p> <p>- ECMO:n käyttö pitkittyneessä elvytyksessä parantaa potilaan selviytymistä ja neurologista kuntoutumista</p> <p>- Massiivisesta keuhkoemboliasta johtuvassa sydänpysähdyksessä ECMO:n käyttö parantaa potilaan ennustetta</p> <p>-ECPR-hoito vaikuttaa parantavasti 30 päivän selviytymiseen ja neurologiseen toipumiseen sairaalan sisäpuolisissa elvytyksissä</p> <p>-ECPR-hoito tuottaa korkeammat selviytymismahdollisuudet ja paremman neurologisen toipumisen.</p>	<p>-ECPR-hoito vaikuttaa parantavasti 30 päivän selviytymiseen ja neurologiseen toipumiseen sairaalan sisäpuolisissa elvytyksissä.</p> <p>--ECPR-hoito tuottaa korkeammat selviytymismahdollisuudet ja paremman neurologisen toipumisen.</p>	<p>- ECMO-hoitoon voi liittyä komplikaationa jalan iskemiaa, verisuonivammoja ja massiivista verenvuotoa</p> <p>- ECPR:stä ei löydy standardoituja protokollia ja tiimin kokoonpano vaihtelee</p> <p>- ECPR-hoito ei paranna sairaalan ulkopuolelle alkavan elottomuuden ennustetta</p> <p>-ECPR-hoitoa saaneet olisivat selvinneet todennäköisemmin muutenkin.</p>
--	--	---

TAULUKKO 6. ECPR-hoidon hyödyt ja haasteet

Kehon ulkoista verenkiertoa elvytyksen aikana on julkaistu tehdyksi jo vuosina 1957–1965 kaikkiaan kahdeksalla sydänpysähdys potilaalla. Seitsemän näistä selvisi tunneista päiviin ja yksi potilas kuntoutui neurologisesti kotikuntoiseksi. ECPR-hoito on laajentunut sen jälkeen merkittävästi ja

esimerkiksi ELSO:n (Extracorporeal Life Support Organization) rekisterit osoittavat käytön lisääntyneen vuodesta 2009 vuoteen 2019 mennessä yli 1400 raportoidulla tapauksella. Käytön lisääntyminen selittyy tutkimusten osoittaessa parempaa selviytymistä ja satunnaistetut vertaistutkimukset tarjoavat selkeämpiä ohjeistuksia ECPR:n toteuttamiseksi. (Abrams ym. 2022.)

Raportoidut selviytymisluvut ja neurologisen toipumisen taso ECPR-hoidon yhteydessä ovat vaihtelevia. Haneya ym. 2012 mukaan sairaalan ulkopuolisissa elottomuuksissa ei ECMO-hoidosta vaikuttaisi olevan hyötyä. Esimerkiksi Rob ym. 2022 osoittaa tutkimuksessaan ECPR-hoidon parantavan potilaiden selviytymistä ja neurologista kuntoutusta myös sairaalan ulkopuolisissa elottomuuksissa. Potilasvalinnan merkitys onnistuneelle ECPR-hoidolle korostui useassa tämän kirjallisuuskatsauksen pohjana olevassa tutkimuksessa. Chen ym. 2019 toteaa julkaisussaan, että nämä potilaat, jotka täyttävät ECMO-hoidon kriteerit olisivat muutenkin niitä, jotka todennäköisemmin selviäisivät. Tämä osaltaan aiheuttaa myös tietynasteista julkaisuharhaa moniin tutkimuksiin. On myös tärkeää tiedostaa, kuten Rob ym. 2022 osoittaa, ne potilaat, jotka saavuttavat ROSC:n sairaalan ulkopuolella huomattavasti parempi ennusteisia kuin ne, jotka laitetaan ECMO:oon. ECMO-hoito on äärimmäinen keino hyvin valikoiduille potilaille, joista voidaan pieni prosentti pelastaa (Chonde ym. 2019).

### **5.1.1 ECPR-hoidon hyödyt**

Useat aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet ECPR-hoidolla olevan nopeita positiivisia hemodynaamisia vaikutuksia, lisääntyvää spontaanin verenkierron palautumista ja parantunutta selviytymistä ja neurologista toipumista. Varsinkin pitkittyneen elvytyksen yhteydessä ECMO-hoidon on todettu lisäävän potilaiden selviytymistä kotikuntoiseksi. (Haneya ym 2012.) Uusimmat kansainväliset ohjeet suosittelevat ECPR-hoitoa tietyissä olosuhteissa, kun potilaalla on pitkittynyt sydänpysähdys. Tavoitteena on verenkierron tuen varmistaminen ja ylläpitää elintärkeiden elinten verenkiertoa. (Chen ym. 2019., Haas ym. 2017.)



Chenin ym. 2019 mukaan sairaalan sisäpuolella olevien sydänpysähdyspotilaiden hoitamisessa ECMO:n käytöstä selviytymisen ja neurologisen toipumisen kannalta vaikuttaisi olevan hyötyä elvytyksen yhteydessä, kun asiaa tarkastellaan 30-päivän, 3–6 kuukauden ja yhden vuoden jälkeen sydänpysähdyksestä mutta sairaalan ulkopuolisten sydänpysähdyspotilaiden kannalta sen hyötyä ei pystytä varmistamaan ja asia vaatii lisää tutkimista. Selviytymistä ja neurologista kuntoutumista arvioitiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ja meta-analyysin avulla yhteensä 13 aiemmasta julkaisusta. Lisäksi tulosten varmistamiseksi käytettiin trial sequential analysis (TSA) menetelmää, joka antoi tuloksille lisää luotettavuutta.

Yannopoulos ym. 2020 yhden keskuksen satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa (RCT) vertasi potilaita, joilla ei saavutettu ROSC:ia kolmen defibriloinnin jälkeen sairaalan ulkopuolella ja joilla oli rytminä kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia. Potilaat kuljetettiin sairaalaan käyttäen mekaanista elvytyslaitetta (LUCAS™), jos kuljetusmatka oli alle 30 minuuttia. Potilaat randomisoitiin aikaiseen ECPR-ryhmään ja normaalin hoitoelvytysryhmään. Tutkimus analysoi ensisijaisesti potilaiden kotiutumista sairaalasta ja lisäksi toissijaisesti myös turvallisuutta, eloonjäämistä 3 ja 6 kuukauden jälkeen, sekä toimintakykyä. Ajalla 2019–2020 otettiin 30 potilasta mukaan, joista 15 satunnaistettiin normaalin hoitoelvytysprotokollan mukaisiin hoitomenetelmiin ja 15 potilasta satunnaistettiin mukaan ECPR-hoito ryhmään. ECPR-ryhmästä yksi potilas ei halunnut osallistua tutkimukseen ennen kotiutumista sairaalasta. Potilaiden keski-ikä oli 59 vuotta ja 83 % heistä oli miehiä. Ryhmien välillä ei ollut eroa potilaiden aiempien sairauksia, väestö tietojen tai nykyisten lääkitysten välillä.

Tutkimus osoitti, että kumulatiivinen selviytyminen oli merkittävästi parempaa varhaisen ECMO-hoidon saaneissa potilaissa kuin tavanomaisen hoitoelvytyksen. Myös kuntoutuminen oli hyvää kaikilla selviytyneillä parantuen koko ajan mitä lähemmäs 6 kuukauden seurantajaksoa päästiin. Tutkimustulokset suosittavatkin, että pitkittyneessä kammiovärinässä tai pulssittomassa kammiotakykardiassa voidaan saavuttaa parempi selviytyminen käyttämällä ECPR-hoitoa aikaisessa vaiheessa kuin normaalilla hoitoelvytyksellä. ECMO-hoito normalisoi potilaan verenkierron, mikä antaa aikaa elottomuuden syyn tunnistamiselle ja sen hoitamiseksi esimerkiksi sydänangiossa. ECMO-hoito antaa jatkohoidossa teho-osastolla aikaa potilaan toipumiselle, estäen monielinräiriön pahenemisen ja mahdollistamalla tavoiteohjatun hoidon. Myös

Boudoulas ym. 2020 16 potilaan aineistossa toteaa ERCP-hoidosta hyötyvän varsinkin nuoremmat potilaat, joilla on pitkittynyt kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia sairaalan ulkopuolella.

Scquizzato ym. 2022 julkaisi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ja meta-analyysin sairaalan ulkopuolisten sydänpysähdyspotilaiden ECPR-hoidosta. Potilaiden selviytymistä ja neurologista toipumista arvioitiin kaikkiaan kuudesta tutkimuksesta, joista kaksi oli satunnaistettua tutkimusta ja neljä propensity score matching (PSM) menetelmällä analysoituja. He havaitsivat, että ECPR-hoito saaneet potilaat olivat selvinneet paremmin ja toipuneet neurologisesti paremmin kuin tavanomaista hoitoelvytystä saaneet.

Abrams ym. narratiivinen katsaus vuodelta 2022 osoittaa, että vaikka yleisemmin ECPR-hoidon tuloksia arvioidaan käyttämällä selviytymistä mittarina, se ei ole välttämättä riittävää. Abrams ym. 2022 mukaan ECPR-hoidon tuloksellisuutta pitäisi arvioida käyttämällä tarkempia toiminnallisia mittareita, kuten aivojen suorituskyvyn luokittelua (Cerebral Performance Category (CPC) score) tai sovelluttua Rankin asteikkoa. Myös elämänlaatu ja pitkäaikainen toimintakyky ovat tärkeitä mittareita. Myös kansainvälinen elvytystoimikunta suosittaa toiminnallisten mittareiden käyttämistä elvytystutkimuksissa. Abrams ym. 2022 toteaa, että nuorempi ikä, lyhyt lowflow-aika ja myöhempi sepelvaltimoiden pallolaajennus tai muu interventio korreloi parempaan selviytymiseen, kuten myös sairaalan sisäpuolella tapahtuva sydänpysähdys. ECPR-hoito tarjoaa lupauksen paremmasta selviämisestä ja neurologisesta toipumisesta tietyillä potilailla. Tällä hetkellä on jo riittävästi dataa sen tueksi, mutta tutkimusta pitää edelleen jatkaa.

Rob ym. 2022 julkaisivat artikkelin Prahassa tehdystä satunnaistetusta tutkimuksesta vuosilta 2013–2020. Aineisto oli kerätty yhden keskuksen potilaista, joita oli yhteensä 256 kappaletta. Potilaat oli jaettu kolmeen ryhmään, joista ensimmäinen oli sairaalan ulkopuolinen ROSC, johon kuului 83 potilasta. Loput potilaat jaettiin ECPR-ryhmään, jossa oli 92 potilasta ja normaalin hoitoelvytysryhmään, joka piti sisällään 81 potilasta. Analyysissä arvioitiin potilaiden 180-päivän selviytymistä ja 180-päivän neurologista toipumista. ROSC sairaalan ulkopuolella ryhmässä oli paras selviytyminen ja neurologinen toipuminen mutta kun verrattiin ECPR-ryhmää ja tavanomaista hoitoelvytysryhmää, todettiin merkittävä hyöty ECPR-hoidosta potilaiden selviytymisen ja neurologisen kuntoutumisen kannalta. Analyysissä todettiin myös nuoren iän, iskettävän lähtörytmin ja lyhyen lowflow-ajan olevan tekijöinä vaikuttamassa parempaan selviytymiseen ja neurologiseen toipumiseen.

Mandigers ym. 2019 vertasi ECPR-hoitoa potilailla Hollannissa, joilla on massiivinen keuhkoembolia kohorttitutkimuksessa. Heidän aineistossansa, jota tutkittiin retrospektiivisesti, oli yhteensä 39 sydänpysähdys potilasta. 19 heistä sai ECPR-hoitoa ja 20 potilasta hoidettiin normaalin hoitoelvy-

tysprotokollan mukaisesti. Tutkimuksessa arvioitiin potilaiden selviytymistä ja neurologista toipumista. Tutkimus osoitti, että potilaat, joilla epäiltiin tai oli todettu massiivinen keuhkoembolia ja joita hoidettiin ECPR menetelmällä, selviytyivät ja toipuivat neurologisesti paremmin kuin tavanomaista hoitoelvytystä saaneet.

### 5.1.2 ECPR-hoidon haasteet

ECPR-hoito on raskas hoitomuoto ja kriittisesti sairaassa potilasryhmässä esiintyy vakavia monielinvammoja, kuten elvytyksestä johtuvia trauma- ja aspiraatiopneumonia, verenvuotoa, kardiogeenistä sokkia, maksavammoja, munuaisten vajaatoimintaa. Laitteeseen liittyvät mekaaniset tai kiertoon liittyvät ongelmat hoidon aikana ovat mahdollisia. Lisäksi infektiot ovat ECMO-potilailla tyypillisiä. Toipuminen on monesti hidasta ja vaatii pitkää tehohoitoa, joka on myös kallista. Potilasvalinnasta ei ole selviä suosituksia, jotta voitaisiin tunnistaa ECPR-hoidosta eniten hyötyvät potilaat. Tutkimukset, jotka kertovat ECPR-hoidon hyödyistä ovat pieniä potilas määrältään. (Yannopoulos ym. 2020, Chen ym. 2019)

ECPR-hoitoa saaneiden potilaiden ryhmässä on useimmin verenvuotoa kuin verrokkiryhmässä, verenvuoto tulee yleensä kanylointipaikoista mutta myös aivoverenvuotoja esiintyi. Verenvuotoa havaittiin myös vatsalta, rintakehästä, keuhkoista ja korva/nenä/kurkku alueelta. (Mandigers ym. 2018.) Haneya ym. 2012 mukaan ECPR potilaista 33 % esiintyy komplikaatioita, joita voivat olla esimerkiksi kanylointeihin liittyviä jalan iskemioita ja verisuonivammoja mutta vakavia verenvuotoja todettiin harvoin, johtuen suhteellisen pienestä systeemi hepariinisaatiosta modernien hepariinipinnoitettujen letkustojen takia. Rob ym. 2022 toteaa, että vaikka verenvuotoja esiintyy, eivät ne yleensä johda potilaan kuolemaan vaan ovat hallittavissa. Chen ym. 2019 toteaa myös havainneensa kanyyliin tahattomaan poistoon liittyviä komplikaatioita, jotka altistavat potilaat vuotoriskille.

Rob ym. 2022 tekemässä analyysissä ECPR potilaiden toiseksi yleisin kuolinsyy oli aivokuolema ja yleisin oli monielinhäiriö, joita molempia tuki esiintyy myös ROSC ennen sairaala ryhmässä ja

tavanomaista hoitoelvytystä saaneiden ryhmässä, joten ECMO:n merkitys siihen jää epäselväksi. Abrams ym. 2021 kuvaa ECPR-hoitoon liittyvien aivovaurioiden aiheuttajaksi yhtenä tekijänä nopeasti vaihtuvaa veren hiilidioksiditasoa ECMO-hoidon aloituksen yhteydessä ja lisäksi hiilidioksiditason äärimmäistä laskua hoidon ensimmäisten 48 tunnin aikana. Myös valtimoiden happiosapaine lisääntyy merkittävästi ECMO-hoidon aloituksen yhteydessä ja saattaa altistaa ongelmille, varsinkin kun oikeaa tasoa näiden suhteen ei tunneta.

VA-ECOM:n käytössä on pidettävä mielessä Harlekiini syndrooman mahdollisuus, joka aiheutuu siitä, kun sydämen vasen kammio alkaa toipua ja pumppaamaan verta eteenpäin. Hapettamattoman veren virtaus kohtaa ECMO:sta tulevan hapetetun veren ja saattaa estää sen virtauksen aorttan kaareen aiheuttaen aivojen ja ylävartalon hypoksiaa. Ilmiö voi esiintyä yläraajojen ja kasvojen syanoosina ja alavartalon ihon vaaleanpunaisella värillä. Oikean käden valtimosta otetulla verikäsianalyysillä tila voidaan varmistaa, jos valtimonäytteessä veren happipitoisuus on pienentynyt. (Guglin ym. 2019.)

ECPR-hoitoon liittyy paljon eettisiä kysymyksiä. ECPR-hoito lisää niiden potilaiden määrää, joiden hoitoa jatketaan, vaikka se ei johtaisi toipumiseen ja haluttuun lopputulokseen. Potilas saattaa päätyä tehohoitoon tietoisena tai tiedottomana ja voi olla mahdotonta vierottaa häntä ECMO:sta. Vastaavasti tavanomainen elvytys lopetetaan tuloksettomana, jos potilas ei saavuta ROSC:ia. ERCP hoidon lopettamiseen liittyy paljon ongelmia, milloin hoito voidaan lopettaa ja miten siitä voidaan päättää, jotka tulisi määritellä ennen hoitoprotokollan aloittamista. ECPR-hoito vaatii myös paljon kalliita laitteita ja erikoisosaavaa henkilökuntaa, jotka tulisi olla saatavilla aina. ECPR-hoidon hinta saattaa olla moninkertainen suhteessa tavanomaiseen hoitoelvytykseen ja jälkihoitoon, vaikkakin pieni osa potilaista siitä hyötyisi. (Abrams ym. 2021.)

## **5.2 ECPR-hoidon potilasvalinta**

ECMO-hoidon potilasvalintakriteerit elvytyksen yhteydessä on ollut vaikeaa määritellä. Nähty elottomuus, maallikko elvytys ennen ensihoidon saapumista, defibriloitava lähtörytmi ja lyhyt lowflow-aika on osoitettu olevan potilaan ennustetta parantavia tekijöitä ja niitä pidetään hyvinä potilasvalintakriteereinä. (Karve ym. 2021, Chonde ym. 2019.)

ECPR-hoidon potilasvalinta	
Potilasvalintakriteerit	Kontraindikaatiot ja huonon ennusteen merkit
<p>-Potilas valinta on tärkeää riskien ja kustannusten välttämiseksi</p> <p>- potilasvalintana 18-75 vuotias, defibriloitava lähtörytmi, eikä ROSC kolmen defibriloinnin jälkeen ja alle 30 minuutin kuljetusmatka ensiapuun.</p> <p>- Kelposuusehtona , defibriloitava lähtörytmi, hätäpuhelusta sairaalassa 45 minuutissa ja alle 75 vuotta.</p> <p>- Potilaan tulee olla 30 minuutissa sairaalassa ja kanyylit paikallaan 60 minuutissa elottomuuden alusta.</p> <p>- Nähty elottomuus, hoidettava elottomuuden syy ja todennäköisesti parantuva aivovamma, maallikkoelvytys, , defibriloitava rytmi ja 18-60 vuotias potilas voivat olla kriteereitä ECPR-hoidolle.</p> <p>- Alle 30 minuuttia kestänyt elvytys ennustaa parempaa lopputulosta</p> <p>- Potilasvalintakriteerit ECMO-hoidon aloittamiseen elvytyksen yhteydessä ovat vielä epäselvät.</p> <p>- Iskettävä lähtörytmi, sydänperäinen etiologia, lyhyt low-flow aika ja matala veren laktaattitaso ovat suotuisia merkkejä ECMO-hoidon aloittamiselle ja potilaan selviytymiselle pitkittyneessä sairaalan sisäpuolisessa elottomuudessa.</p> <p>- iskettävä rytmi, alle 45min kuluttua sairaalassa elottomuuden alusta ja alle 75 vuotias potilas saattaa ennustaa parempaa neurologista toipumismahdollisuutta.</p>	<p>-Jos potilas menee asystoleen milloin tahansa, lähtörytmi on PEA, potilaalla on DNR tai ei ole mahdollista käyttää automaattista elvytyslaitetta -&gt; ei sovellu ECPR-hoitoon.</p> <p>- Matala pH ja korkea laktaatti ennustaa huonoa selviytymistä</p> <p>- Aiempi aivovamma, terminaalivaiheen kasvain ja korkea ikä ovat kontraindikaatiot ECMO-hoidon aloittamiselle</p> <p>- Miessukupuoli ja ylipaino lisää kuolleisuutta</p>

TAULUKKO 7. ECPR hoidon potilasvalinta

Okada ym. 2022 tutkivat 517 potilaan aineistoa sairaalan ulkopuolisista sydänpysähdyspotilaista, jotka olivat, saaneet ECPR-hoitoa ennen verenkierron spontaania palautumista (ROSC). He totesivat potilaiden selviytymisen ja neurologisen kuntoutumisen parantuvan merkittävästi, jos seuraavat kolme kriteeriä täyttyivät, defibriloitava rytmi, potilas saapui sairaalaan alle 45 minuutin kuluessa elottomuudesta ja oli alle 75-vuotias. Potilasvalintakriteereiden määrittely on kuitenkin hyvin vaikeaa ja sen takia niistä ei ole julkaistu yhtä ohjetta vaan jokainen keskus on muodostanut omansa. Tutkimuksissa aiheetta on yritetty selvittää mutta kovin vahvoja linjauksia ei ole esitetty. Alla käsitelen tässä kirjallisuuskatsauksessa löytyneitä kriteereitä, jotka voisivat osoittaa suuntaa potilasvalinnan suhteen, ketä hyötyisi eniten ECPR-hoidosta.

Haas ym. 2017 tutkivat ja analysoivat sairaalan ulkopuolella tapahtuvia sydänpysähdyksiä ELSO:n rekisteristä (Extracorporeal Life Support Registry), joka pitää sisällään kuuden mantereen ja yli 50 eri maan tietoja. He totesivat, että miessukupuoli ja ylipaino lisäävät kuolleisuutta ja huonontaa neurologista toipumista mutta iän ei todettu olevan yhteydessä selviytymiseen tai neurologiseen toipumiseen. Karve ym. 2021 osoittaa systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, että lyhyempi lowflow aika, eli aika elvytyksen alusta siihen, että potilas kytketään ECMO-hoitoon, on merkityksellinen potilaan selviytymisen ja neurologisen kuntoutumisen kannalta. He esittävät myös, että uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus, spontaanin verenkierron ajoittainen palautuminen ja virkoamisen merkit ovat positiivisia löydöksiä, jotka saattavat ennustaa parempaa selviytymistä.

D'Arrigo ym. 2017 julkaisivat systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ja meta-analyysin, jossa he pyrkivät osoittamaan ennusmerkkejä selviytymiselle ja suotuisalle neurologiselle toipumiselle. He kävivät läpi 11 tutkimusta, jotka osoittivat, että iällä ei ollut merkittävää vaikutusta potilaiden selviytymiselle tai neurologiselle toipumiselle. Plasman kreatiinitason todettiin olevan merkityksellisesti matalampi selviytyjillä kuin ei-selviytyjillä. Selviytyjillä oli myös todennäköisemmin defibriloitava rytmi elvytyksen aikana kuin ei-selviytyjillä. Low-flow aika ja sydänpysähdyksen kokonaiskesto oli selviytyjien ryhmässä merkittävästi lyhyempi kuin niillä, jotka eivät selvinneet. Verikaasuanalyysissä sairaalassa myös laktaattitaso oli selviytyjillä merkittävästi matalampi. Lisäksi katsauksessa todettiin sydänperäisen ja hoidettavan syyn korreloivan parempaa selviytymistä ja kotikuntoiseksi kuntoutumista.

Boudoulas ym. 2020 julkaisivat katsausartikkelin, jossa kerrottiin heidän ECPR-ohjelmastaan ja tuloksistaan ohjelman suhteen. Artikkelissa kuvattiin heidän tarkistuslistansa, jossa oli määritelty

heidän potilasvalintakriteerinsä ja kontraindikaatiot. Ensihoidon tuli tunnistaa kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia, joka ei kääntynyt kolmella defibrilointi yrityksellä. Potilaan tuli olla 18-75 vuotta ja ensihoidolla tuli olla mahdollisuus käyttää mekaanista elvytyslaitetta. Jos nämä kriteerit täyttyivät, ensihoito teki ECMO hälytyksen. ECPR-tiimi piti olla sairaalassa 30 minuutin kuluessa ja ennen kuin potilas kytkettiin ECMO-hoitoon tuli tarkastaa vielä, ettei ole asystolessa, BMI on alle 42, laktaatti verikaasuanalysissa on alle 15 mg/dl, ETCO<sub>2</sub> on yli 10 mmHg, PaO<sub>2</sub> on yli 50 mmHg, perkutaanin kanylointi on mahdollista ja potilas ei ole kieltäytynyt verituotteista. Jos joku näistä kriteereistä ei täyttynyt, ECMO-hoitoa ei aloitettu. Myös jos potilaalla oli elvytyskielto, missään kohdassa potilas meni asystoleen tai lähtörytmillä oli PEA, ei hoitoa aloitettu.

Schmitzberger ym. 2022 julkaisivat myös asiantuntija-artikkelin, jossa oli määritelty potilasvalintakriteereitä ja poissulkukriteereitä. Nämä kriteerit perustuivat artikkelin kirjoittajien asiantuntijuuteen, aiempiin, aiempiin kirjallisuuskatsauksiin, aiempiin satunnaistettuihin kontrollitutkimuksiin ja havaintotutkimuksiin, jotka olivat analysoitu Delphi-metodilla. Tutkimuksista oli yhdistetty tulokset ja painotettu toistuvia tekijöitä. Tulokset esitetty alla olevassa taulukossa.

Indikaatiot	Kontraindikaatiot
✓ Alle 75 vuotias	✓ Kontraindikaatio verenohennuslääkitykselle
✓ Nähty elottomuus	✓ Potilas ei ole omatoiminen
✓ Lähtörytmi iskettävä (VF/VT)	✓ Vakavia perussairauksia/tiedossa oleva elimen vajaatoiminta
✓ ECPR pystytään aloittamaan 60 minuutin kuluessa	✓ Vaikea COPD tai muu keuhkosairaus
✓ Potilas suostuvainen aggressiiviseen tehohoitoon	✓ Metastoitunut maligniteetti
✓ Ei taukoja paineluelvytyksessä	✓ Iso aivoinfarkti tai muu vakava neurologinen sairaus
✓ ETCO <sub>2</sub> yli 10 mmHg (ellei epäilyä keuhkoemboliasta)	✓ Elvytyskielto
✓ Hoitava lääkäri samaa mieltä ECPR hoidosta	

TAULUKKO 8. Potilasvalintakriteerit Schmitzberger ym. 2022 mukailten

### 5.3 ECPR-hoidon toteutus

ECMO-hoidon aloitus tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti, kun potilas saapuu elvyttäen sairaalaan, joten kaikilla tulee olla oma tehtävä tiedossa. Lisäksi etukäteisharjoittelulla pyritään varmistamaan

maan sujuvan protokollan toteuttaminen eri ammattiryhmien välillä. (Chonde ym. 2019.) Ensihoidon kannalta ECPR-kandinaatin tunnistaminen on tärkeää, jotta potilas saadaan viipymättä sairaalaan. Lisäksi mahdollisuus käyttää mekaanista paineluelvytyslaitetta on edellytys ECMO-hoidon aloitukselle. Scquizzato ym. 2022.)

ECPR-hoidon toteutus		
Tiimin kokoonpano	Ensihoidon kannalta	Sairaalan kannalta
<p>-ECMO-tiimi on käytettävissä koko ajan ja koostuu sydänkirurgista, sydänanestesiologista ja perfusionista.</p> <p>-Kanylointi tiimi vaatii sydänkirurgin, sydänanestesiologin, sydänhoitajan ja perfusionistin.</p>	<p>-Mekaaniset elvytyslaitteet voivat olla tehokkaita mutta niiden käyttöön liittyy riskejä.</p> <p>- Ensihoito tunnistaa ECPR-kandinaatin ja ottaa yhteyttä lääkäriin tarkempaa seulontaa varten.</p> <p>-Nopea kuljetus sairaalaan käyttäen mekaanista elvytyslaitetta.</p> <p>- Potilaan tulee olla 30 minuutissa sairaalassa ja kanyylit paikallaan 60 minuutissa elottomuuden alusta.</p> <p>-Normaalit hoitoelvytyslääkkeet, intubointi ja mekaaninen elvytyslaite.</p> <p>- Mekaaninen elvytyslaite, toimiva ilmatien hallinta ja suoniyhteys kentällä.</p>	<p>-Kevyt sedaatio ja verikaasuohjattu painekontrolloitu ventilaatio</p> <p>- Lievä hypotermia aivojen suojaamiseksi</p> <p>-Arteriakanyylin mahdollisesti aiheuttamaan raajan iskemiaan tulee varautua.</p> <p>- ECMO:sta vierottamista voi harkita jos potilas on hemodynaamisesti vakaa ja SV02 on &gt;70% ECMO:n virtauksella 1-1,5L/min 6h ajan ilman inotropipitukea.</p> <p>- Kammionsisäiset apulaitteet voivat olla hyödyllisiä mutta niiden asentaminen elvytyksen aikana on hidasta ja vaikeaa.</p> <p>- Verenkierron tuen lisäksi tulee myös kaasujen vaihtoa tukea jos siinä on vakavia häiriöitä.</p> <p>- Lämmönhallinta, hypotermia ja hidas lämmitys jatkohoidossa.</p> <p>-Perkutaaninen kanylointi ultraäänellä tai avoimesti</p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yleisemmin kanyylit reisivaltimeen ja reisilaskimoon.</li> <li>- Kanyylit yleisimmin perkutaanisesti reisivaltimeen ja reisilaskimoon.</li> <li>- ECPR-hoidon kesto on keskimäärin noin 47h.</li> <li>- ECPR-hoito välittömästi sairaalaan tultaessa, jonka jälkeen interventio.</li> <li>- Huomioitava elvytyksen jälkeinen hoito (lämpötilakontrolli, kontrolloitu ventilaatio yms.)</li> </ul>
--	--	--

TAULUKKO 9. ECPR-hoidon toteutus

ECPR-hoidon toteutus vaatii saumatonta yhteistyötä isolta määrää eri alojen ammattilaisia. ECPR-hoitoa harkitaan hätätilapotilaan kohdalla, jolloin paineistettu tilanne on muutenkin haasteellinen hallittava. Sen takia yhdessä sovitut protokollat ja niiden harjoittelu on tärkeässä osassa potilaan hoidon onnistumisen kannalta.

### 5.3.1 ECPR-hoito ensihoidon kannalta

Ensihoidon on tärkeää tunnistaa ECPR-hoidosta hyötyvä potilas ja tehdä hälytys, sekä konsultoida lääkäriä mahdollisen protokollan käynnistämiseksi. Tärkeää on, että ensihoidon käytössä on selkeät kriteerit, jotka potilaan tulee täyttää ollakseen ECPR-hoidon piirissä. Ensihoidolla on myös laaja toiminta-alue ja on kyettävä arvioimaan, ehtiikö potilas sovitussa aikaikkunassa sairaalaan, jotta ECPR-hoito voidaan aloittaa. Ensihoitoyksiköllä tulee olla käytössä myös mekaaninen elvytyslaite ja sen asentaminen ei saisi aiheuttaa viivettä potilaan kuljettamiselle sairaalaan. (Chonde ym. 2020.)

Kun ensihoito menee elvytystehtävälle ja toteaa kammiovärinän tai pulssittoman kammiotakykardian, aloitetaan hoitoelvytys normaalin protokollan mukaisesti pitäen sisällään lääkehoito, suunihygieeni ja ilmatien hallinta. Jos potilaan on nähty menevän elottomaksi ja paikalla on ollut peruselvytys,

eikä ROSC:ia saavuteta kolmen defibrilointiyrityksen jälkeen harkitaan potilaan siirtämistä elvyttämisen sairaalaan ECPR-hoitoon. Ensihoito konsultoi lääkäriä ja kytkee potilaan mekaaniseen elvytyslaitteeseen viimeistään ennen siirtoa. Potilaan tulisi olla sairaalassa mahdollisimman pian elotomuuden alusta, jotta ECPR-hoito saadaan nopeasti aloitettua. (Boudoulas ym. 2020, Guglin ym. 2019, Schmitzberger ym. 2022.)

### 5.3.2 ECPR-hoito sairaalan kannalta

Kun ensihoito tekee potilaasta hälytyksen, tulee ECPR-tiimin alkaa valmistautua potilaan vastaanottamiseen. Tiimin rakenne vaihtelee riippuen minkälaiset työnkuvat sairaalassa normaalisti ovat mutta jokaisella tiimin jäsenellä on selkeä tehtävä, josta on vastuussa. Myös tiimin johtaja on määriteltä etukäteen. Tavoite on kytkeä potilas mahdollisimman nopeasti ECMO-hoitoon, jonka jälkeen mahdolliset toimenpiteet kuten sepelvaltimoiden angiotutkimus ja mahdollinen angioplastia on mahdollisia hallitusti ja häiriöttömästi. ECPR-tiimi saapuu potilasta vastaan mukanaan ECMO-laitteet ja tarvikkeet. Potilas voidaan kytkeä ECMO-hoitoon ensiavussa tai angiolaboratoriossa. (Chonde ym. 2020, Schmitzberger ym. 2022.)

Kun potilas saapuu sairaalaan, potilas riisutaan vaatteista ja hänen sijoitetaan niin, että on mahdollisimman esteetön pääsy joka puolelle häntä. Ensihoito antaa raportin ja jos edelleen ECPR-tiimi on sitä mieltä, että hoidon jatkamiskriteerit täyttyvät, edetään kanylaatioon. Potilas kanyloidaan steriilisti ja perkutaanisesti käyttäen seldingerin teknikkaa ja ultraääntä apuna. Kanyleiden koko vaihtelee potilaan mukaan mutta pääsääntöisesti miehelle 17 Fr valtimokanyyli ja naiselle 15 Fr valtimokanyyli. Laskimokanyyli keskikokoiselle miehelle on yleensä 25 Fr ja naiselle koon mukaan. Tarvittaessa kanyylit voidaan asentaa myös avoimesti suoraan verisuoniin. Kanyyleiden sijainnin varmistamiseksi voidaan käyttää ultraäänitutkimusta. Kun kanyylit ovat paikoillaan, ne yhdistetään ECMO-laitteen letkuihin steriilisti ja ECMO käynnistetään. Kun ECMO:ssa päästään riittävään virtaukseen ja varmistetaan kaasujen vaihto, voidaan mekaaninen paineluelvytys lopettaa. (Chonde ym. 2020, Schmitzberger ym. 2022.)

Kanyloinnin jälkeen varmistetaan, että valtimoveri on kirkkaan punaista ja laskimoveri tummempaa ja että kanyylit tulee kiinnitettyä hyvin ja ne pysyvät varmasti paikoillaan. Sen jälkeen niiden juuret

peitellään steriilisti. Potilaalle laitetaan oikeaan käteen valtimokanyyli, jos sitä ei vielä ole ja siitä saadaan mitattua MAP, jonka tavoitteena on >65mmHG. Verikaasuanalyysin perusteella pyritään optimoimaan ph yli 7,2 ja normalisoimaan potilaan elektrolyyttitasot. Potilas pidetään mekaanisessa tavoiteohjatussa ventilaatiossa. Tämän jälkeen potilaalle voidaan tehdä tarvittavat tutkimukset ja interventiot. Lämpötilan hallinta on myös osa potilaan jatkohoitoa ja jossain tapauksissa lievä hypotermia aivojen suojaksi saattaa olla paikallaan. Tärkeää on muistaa hidas lämmitys hoidon loppuvaiheessa. (Chonde ym. 2020, Schmitzberger ym. 2022.)

## **5.4 KEHITTÄMISVAIHEEN TULOKSET**

Kehittämisen tavoitteena minulla on muodostaa löytämieni tulosten kautta hoitosuositus ECMO-hoidon aloittamiselle elvytettävälle potilaalle VSSHP:n alueella. Hoitosuositukseni perustuu tässä kirjallisuuskatsauksessa esitettyihin tuloksiin ja vaatii vielä lisää pohdintaa ja suunnittelua laajemman ammattiryhmän toimesta, ennen kuin asiasta voidaan luoda protokolla elvytettävän potilaan hoitamiseen. Hoitosuositukseni voi kuitenkin toimia pohjana, jolla päästään pitkäaikavälin tavoitteeseen ja kokonaisen hoitoprotokollan luomiseen. Tutkimustulokset osoittavat, että pieni ryhmä oikein valituista potilaista voidaan pelastaa käyttämällä ECMO:a elvytyksen yhteydessä ja ilman sitä heidän ennusteensa on merkittävästi huonompi. Tulosten mukaan nämä potilaat myös toipuvat neurologisesti paremmin, joten tämän kirjallisuuskatsauksen tulosten valossa ECPR-hoitoa kannattaa kehittää myös VSSHP:n alueella.

## **5.5 HOITOSUOSITUS ECPR-HOIDOSTA**

### **5.5.1 Hoitosuositus ensihoidolle**

Hyvin toteutunut ECPR-hoito vaatii oikeiden potilaiden tunnistamista ensihoidolta ja prosessin nopeaa käynnistämistä. Ensihoidossa Varsinais-Suomessa toimii kenttäjohtoyksikkö, joka osallistuu pääsääntöisesti elvytystehtäviin ja joilla on käytössään myös mekaaninen paineluelvytyslaite ja

koulutus sen käyttöön. Kirjallisuuskatsauksen tulosten mukaan kannattaa pieni määrä ensihoidossa työskenteleviä kouluttaa ja perehdyttää tunnistamaan ECPR-hoidosta hyötyvät potilaat ja lisäksi heillä tulee olla käytössä mekaaninen paineluelvytysjärjestelmä, johon potilas kytketään. (Chonde ym. 2019, Boudoulas ym. 2020.) Tämän tutkimuksen tulosten on suositeltavaa potilasvalintakriteerien tunnistamiseen ensihoidon kenttäjohtoyksikön ja FinnHems lääkäriyksikön kouluttamista ja perehdyttämistä, sekä osallistumista näille tehtäville.

Ehtona ECPR-hoidon saamiselle on tutkimuksissa noussut esille nähty elottomuus, kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia rytminä, maallikkoelvytys käynnissä, alle 75-vuotias potilas, sekä ROSC ei saavuteta kolmella defibrilointi yrityksellä, kun noudatetaan tavanomaista hoito-ohjetta koskien elvytyksen syklejä, lääkkeitä ja ilmatienhallintaa. (Okada ym. 2022, Yannopoulos ym. 2020) Nämä kriteerit ovat monessa tutkimuksessa olleet myötävaikuttamassa potilaiden selviytymiseen ja neurologiseen kuntoutumiseen, joten nämä kriteerit täyttävillä potilailla on suurin todennäköisyys selvitä ja kuntoutua ECPR-hoidon jälkeen (Hanyeah ym. 2012, D'Arrigo ym. 2017). Lisäksi lyhyt lowflow aika, eli aika, joka kuluu elvytyksen alusta siihen, että potilas kytketään ECMO-hoitoon, on ollut merkittävä tekijä, kun arvioidaan potilaan selviytymistä ja neurologista kuntoutumista (Yannopoulos ym. 2020, D'Arrigo ym. 2017, Hanyeah ym. 2012).

Potilaiden kontraindikaatioina ensihoidon kannalta on julkaisuissa osoitettu ehdottomana tekijänä tiedossa oleva elvytyskielto. Muita tekijöitä ovat vakava perussairaus, kuten vaikea COPD tai metastoitunut maligniteetti, kotona pärjäämättömyys, asystole missään vaiheessa elvytystä, PEA kohdattaessa potilas, yli 30–45 minuutin kuljetusmatka, sekä ei mahdollisuutta käyttää mekaanista paineluelvytyslaitetta. (Schmitzberger ym. 2022, Boudoulas ym. 2020.)

Näiden tutkimustulosten perusteella on suositeltavaa, että kun ensihoidon kenttäjohtoyksikkö tai lääkäriyksikkö toteaa VSSH:n alueella, josta on kuljetus matka TYKS:in alle 45 minuuttia elottomuuden alusta, mekaanista paineluelvytyslaitetta on mahdollista käyttää, potilas on 18-75 vuotias, hänellä on pitkittynyt VF/pVT, eikä potilaalla ole tiedossa olevaa elvytyskieltoa, vakavaa perussairautta tai kotona pärjäämättömyyttä, he konsultoivat päivystävää kardiologia mahdollisen ECPR-protokollan käynnistämisestä. Jos päivystävä kardiologi on samaa mieltä, että kriteerit ECPR-hoidolle täyttyy, potilas kuljetetaan mekaaniseen paineluelvytyslaitteeseen kytkettynä TYKS:in ensiavun akuuttihuoneeseen. Muut elvytyshoito toimenpiteet tehdään vallitsevan hoito-ohjeen mukaan mutta tähdätään nopeaan kuljetukseen.

## 5.5.2 Hoitosuositus sairaalaan

Sairaalassa potilasta ensiapuun vastaan tulee ECPR-tiimi, joka koostuu sydänkirurgista, sydänanestesiologista, instrumenttihoitajasta, avustavasta hoitajasta, sekä perfusionistista. Tiimi on harjoitellut etukäteen ja jokaisella on oma tehtävä tiedossa. Tiimiä johtaa ennalta sovittu henkilö, joka toimii yleisjohtajana potilaan ECPR-hoidon aloittamiseksi. Tiimi käyttää closed loop kommunikointia virheiden välttämiseksi. Tiimin hälyttämisen kotoa tai muista tehtävistä hoitaa protokollan käynnistämisestä päätöksen tehnyt lääkäri. (Chonde ym. 2019, Schmitzberger ym. 2022.)

VSSH:n alueella kardiologipäivystäjä on ainoa näistä ammattiryhmistä, joka päivystää koko ajan sairaalassa, Kun ensihoito konsultoi mahdollisesta ECPR-hoidon aloittamisesta ja kardiologi tekee päätöksen siitä, aloittaa hän välittömästi ECPR-tiimin hälyttämisen tai välittää tämän tehtävän jollekin toiselle henkilölle. VSSH:n alueella tiimi koostuu sydänkirurgista, sydänanestesiologista, päivystävän leikkaussalin sairaanhoitajista, sekä perfuusioteknikosta. Kun he saavat hälytyksen potilaasta, he saapuvat sairaalan ja ottavat mukaansa ECPR-kärryn, joka pitää sisällään kanylointiin tarvittavat välineet, peittelyliinat, pesuaineet ja muut tarvikkeet. Lisäksi valmiiksi käyttökunnossa olevan ECMO-laitteen, sekä ultraäänilaitteen, jossa on ruokatorvianturi sydämen kaikukardiografian tekemiseksi ja kanyyliin sijainnin varmistamiseksi. Tiimi menee välineineen potilasta akuuttihoituhuoneeseen vastaan.

Kun potilas saapuu sairaalaan, on tavoitteena saada ECMO-hoito aloitettua mahdollisimman pian. Tärkeintä on saada verenkierron tuki aloitettua nopeasti ja välttää uhkaava monielinvaurio huonon verenkierron vuoksi. Mitä lyhyempi low flow aika on, niin julkaisujen perusteella se vaikuttaisi merkittävästi potilaiden selviytymiseen ja neurologiseen kuntoutumiseen. Tästä syystä potilas tulee ensin kytkeä ECMO-hoitoon, jonka jälkeen on aikaa tehdä hallitusti mahdolliset interventiot, kuten sydämen angiotutkimukset ja mahdollinen angioplastia tai muut toimenpiteet. (Chonde ym. 2019, Haas ym. 2017, Scquizzato ym. 2022.)

Yannopoulos ym. 2020 ja Boudoulas ym. 2020 mukaan potilaan saapuessa tarkistetaan vielä ennen ECMO-hoidon aloittamista potilaan laktaatti valtimoveren verikaasuanalyysistä, ja jos se on 15-18 mmol/l tai jos ETCO<sub>2</sub> on matala, ei hoitoa kannata aloittaa huonon ennusteen vuoksi. Myös potilaan vakava ylipaino korreloi huonoa ennustetta, joten vakavasti ylipainoisia potilaita ei suositella ECPR-hoidon piiriin.

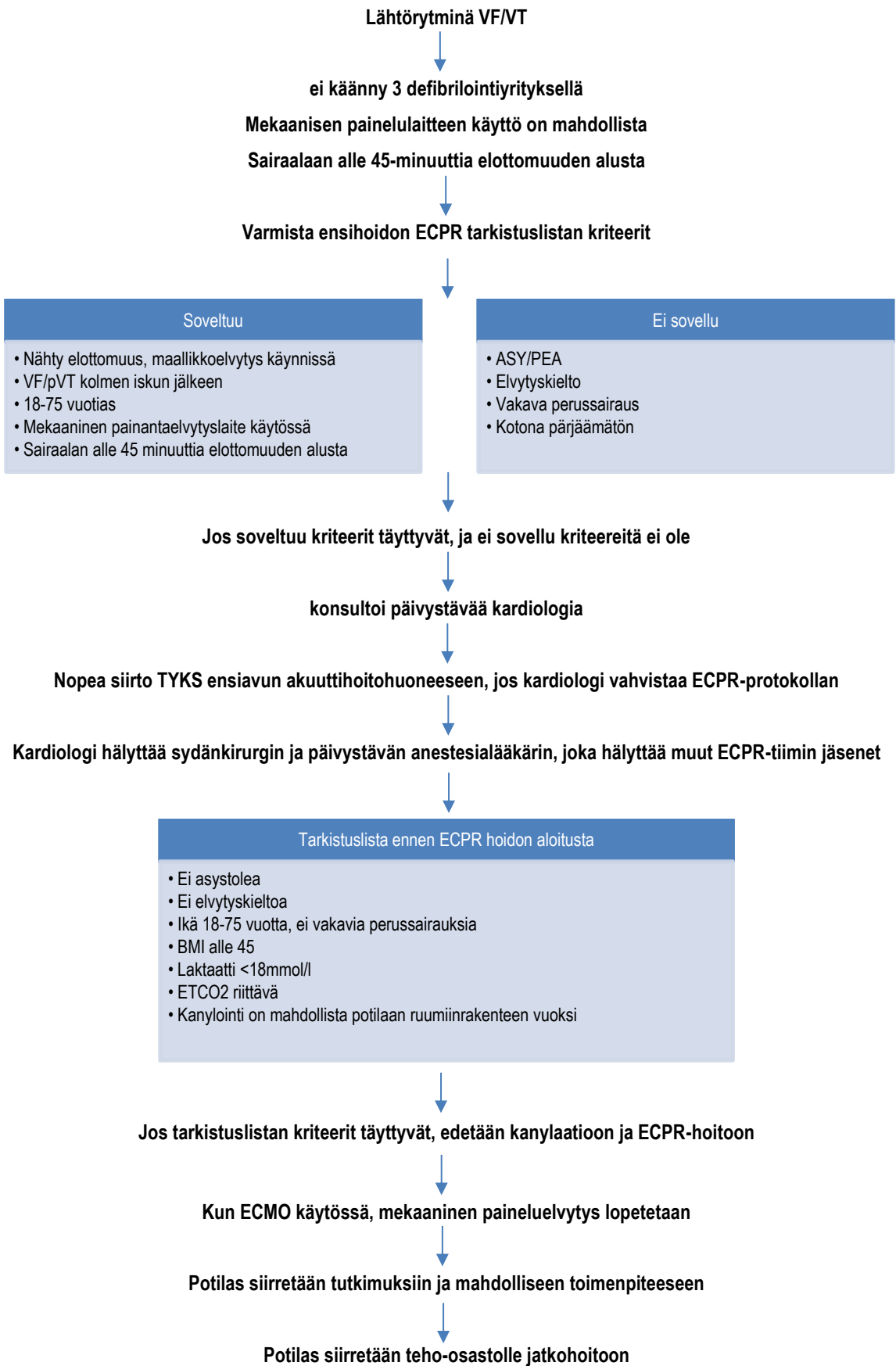
Tämän tutkimuksen perusteella on suositeltavaa, että potilaan saapuessa sairaalan hänestä varmistetaan vielä laktaatti verikaasuanalyysilla ja uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus ja jos laktaatti on yli 18 mmol/l tai uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus on matala, ei ECPR-hoitoa aloiteta. Jos laktaatti on poissulkukriteereitä matalampi ja ETCO<sub>2</sub> riittävä, edetään mahdollisimman nopeasti potilaan kanylaatioon ja kytkemiseen ECMO-hoitoon, jos potilaan BMI ei ole yli 45.

ECMO kanyyliin laittajaksi kannattaa valita se kenellä on siihen kliinisesti paras osaaminen, kanyylit laitetaan steriilisti, niin että alue pestään ja peitellään. Kanyyliin laittamisessa kannattaa suosia perkutaanista tekniikkaa käyttäen Seldingerin tekniikkaa ja ultraääntä apuna. Pääsääntöisesti kanyylit kannattaa laittaa reisivaltimeen ja reisilaskimoon ja niiden sijainti kannattaa varmistaa ennen huolellista kiinnitystä ultraäänellä. Kanyyliin kokonaan käytetään yleisemmin valtimopuolella 17Fr tai 19Fr ja laskimopuolella 21Fr tai 25Fr kanyyleja. Tarvittaessa voidaan käyttää myös pienempiä kanyyleja kuten 15 Fr valtimokanyyleja mutta ne sovitetaan potilaskohtaisesti ja kanyloija tekee lopullisen päätöksen. ECMO-laitteena käytetään yleisimmin Rotaflow tai Cardiohelp laitteita ja hepariinipinnoitettuja letkustoja. ECMO laitteen tulee olla valmiiksi käyttökuntoinen ja hoito pitää pystyä aloittamaan heti kun kanyylit on laitettu potilaalle. Kun kanyylit ovat oikeassa paikassa, aloitetaan ECMO hoito ja varmistetaan, että valtimopuolella virtaa kirkkaampaa verta ja laskimopuolella tummempaa. Jos on mahdollista, käytetään myös laskimosaturaatiomittaria ECMO laitteessa. Hapen ja hiilidioksidin suhteen titrataan varovasti, ettei aiheuteta liian nopeita vaihteluja potilaaseen ja aivovaurioita sen takia. Kun verenkierto toimii ECMOn kautta, voidaan mekaaninen paineluvvytyslaitte sammuttaa. (Schmitzberger ym. 2022, Haas ym. 2017, Scquizzato ym. 2022.)

VSSH:n alueella on tämän tutkimuksen tuloksien perusteella suositeltavaa, että potilaan kanyylit laittaa sydänkirurgi ja sydänanestesiologi vastaa potilaan hemodynamiikan ylläpitämisestä, lääkityksestä, ilmatien hallinta ja kanyloinneista, sekä ECMO kanyyliin paikan varmistamisesta. Päivystävän leikkausosaston instrumenttihoitaja avustaa sydänkirurgia ja valvova hoitaja tekee toimenpidealueen pesun, sekä antaa tarvittavat välineet steriilisti. Akuuttihoituhuoneen henkilökunta kirjaa potilaan sairaalaan ja toimii ohjeiden mukaan apuna. Perfuusioteknikko huolehtii ECMO laitteen toimintavalmiudesta ja kun kanyylit ovat paikallaan, aloittaa ECMO laitteen käyttämisen yhteistyössä sydänanestesiologin kanssa.

Kun ECMO-hoito on aloitettu, pyritään potilaan tila vakauttamaan hemodynaamisesti ja hänelle voidaan tehdä tarvittavat tutkimukset ja toimenpiteet. Hemodynamiikan optimoimiseksi tavoitellaan yli 65mmHg MAP arvoa ja potilasta lääkitään sen mukaan, että se saavutettaisiin. Ventilaatiossa tähdätään normoventilaatioon ja kertahengitystilavuutena voidaan pitää lähtökohtaisesti 6ml/kg, hengitystaajuutena 12 ja PEEP arvona 8. Potilaan veren elektrolyyttien normalisoimiseen ja Ph:n optimoimiseen tulee myös pyrkiä. Lisäksi lämpötilakontrollia ja muita elvytyksen jälkeisiä hoito-ohjeita tulee noudattaa. ECMO-hoito elvytyksen jälkeen jatkuu teho-osastolla keskimäärin 47 tunnin ajan. ECMO:sta vierottamista harkitaan ECHO-tutkimuksen jälkeen, jos siinä todetaan selkeää paranemista ja potilas on hemodynaamisesti vakaa, kun ECMO:n virtaus on ollut 6 tunnin ajan 1-1m5L/min, sekä venasaturaatio (SV02) pysyy >70 % ilman inotrooppitukea. (Schmitzberger ym. 2022, Scquizzato ym. 2022, Haneyaa ym. 2012.)

Tämän tutkimuksen mukaan suositellaan myös VSSHP:n alueella pyrittävän 65mmHg MAP tavoitteeseen, lämpötilakontrolliin ja tavoiteohjattuun ventilaatioon. Myös on tärkeää normalisoida veren elektrolyyttitasot ja pH. Elvytykseen johtaneen syyn selvitys ja sen mahdollinen interventio on luonnollisesti myös hyvin tärkeä osa ECPR-hoitoa, joten kun elintärkeät toiminnot ovat vakautettu, tulee potilas viedä tutkimuksiin ja mahdolliseen hoitoon viipymättä. Kun mahdolliset hoitotoimenpiteet ovat tehty, alkaa pitkä ja raskas teho-hoitajakso, jossa potilaan hoidossa noudatetaan aiemmin sovittuja hoitokäytäntöjä. ECMO:sta vierottamista harkitaan, jos potilaalla on edellytykset pärjätä ilman sen antamaa tukea mutta sillä ei ole kiire. Myös jos tilanne vaikuttaa toivottomalta, tulee hoidoista luopua. Seuraavalla sivulla esitän hoitosuositukseni yksinkertaistetussa kaaviomuodossa.



*KAAVIO 1, hoitosuositus*



## 6 POHDINTA

### 6.1 OPINNÄYTETYÖN LUOTETTAVUUS

Integratiivisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuus on kyseenalaistettu monissa metodikirjoissa ja sen luotettavuuden parantamiseen tutkijan keinoin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Erityisesti on varottava holistista harhaluuloa tai virhepäätelmää, joka helposti syntyy, jos tutkimusprosessin edetessä tutkija tulee entistä vakuututummaksi omien johtopäätöksien oikeudesta, eikä välttämättä aineisto sitä osoita. Kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden tueksi on esitetty erilaisia arvioinnin kriteereitä, joita ovat esimerkiksi uskottavuus, siirrettävyys, riippuvuus ja vahvistettavuus. (Kankkunen & Julkunen 2017, 197.) Finkin 2005 mukaan kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen vaikuttaa neljä peruseriaa, jotka ovat systemaattisuus, avoimuus, kattavuus ja toistettavuus. Aineiston tulisi olla systemaattisesti kerätty kaikista työhön sopivista lähteistä ja riittävän laaja-alaisesti.

Uskottavuutta lisää myös, kun aineisto on kuvattu avoimesti, että lukijan on helppo ymmärtää, miten tutkimuksen valinnat ovat tehty, sekä mitkä ovat tutkimuksen heikkoudet ja vahvuudet. Tulosten ja aineiston välisen suhteen kuvaus selkeästi on tärkeä luottamusta lisää tekijä. Siirrettävyys viittaa siihen, miten hyvin tulokset ovat siirrettävissä johonkin toiseen kontekstiin. Siirrettävyyden ja toistettavuuden varmistamiseksi on tärkeää kuvata selkeästi tutkimuskonteksti, aineiston keruumenetelmät ja analyysin suoritusmenetelmät. (Kankkunen & Julkunen 2017, 198.)

Snyder 2019 kuvaa artikkelissaan tärkeitä pääkohtia integratiivisen kirjallisuuskatsauksen laadun ja luotettavuuden varmistamiseksi. Hän jakaa kirjallisuuskatsauksen laadun arvioinnin neljän vaiheen alle. Ensimmäisessä vaiheessa tulee arvioida, onko kirjallisuuskatsaukselle tällä sektorilla oikeasti tarvetta, sekä ovatko tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tarkoitus selkeästi ilmaistuja. Lisäksi tulee pohtia ottaako kirjallisuuskatsaus huomioon aiemmin julkaistut kirjallisuuskatsaukset ja muun kirjallisen materiaalin, sekä esittää myös kirjallisuuskatsauksen metodologian valinnan perustelut ja perustelut siitä, onko se oikea valinta tähän tutkimusongelmaan. Tärkeää on myös kuvata avoimesti käytetyt menetelmät ja hakustrategia, pitäen sisällään hakutermit, käytetyt tietokannat ja mukaanotto- ja poissulkukriteerit.

Toisessa vaiheessa keskitytään kirjallisuuskatsauksen tekniseen suorittamiseen, jossa tulee arvioida, onko kirjallisuuskatsauksen hakuprosessi sopiva integratiiviseen katsaukseen ja onko hakuprosessi kuvattu tarkasti ja avoimesti. Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa käytettyjen mukaan-otto- ja poissulku kriteerien avoimuutta tulee arvioida. Myös kirjallisuuskatsauksen laadunparantamiseksi tehtyjen valintojen toimivuutta tulee pohtia ja sitä, onko saatu tulos luotettava ja yleistettävissä. (Snyder 2019.)

Kolmannessa vaiheessa arvioidaan tulosten pelkistykseen ja analysoinnin luotettavuutta. Aluksi arvioidaan, onko pelkistyksellä saatu tieto merkityksellistä tutkimuksen tarkoituksen kannalta ja onko pelkistysprosessi kuvattu avoimesti ja tarkasti, sekä miten se on suoritettu. Lisäksi arvioidaan käytetyn analysointitekniikan soveltuvuutta tutkimuskysymyksiin ja miten analysointiprosessi on kuvattu ja onko se riittävän avointa toistettavuuden kannalta. (Snyder 2019.)

Neljännessä vaiheessa käsitellään artikkelin kirjoittamista ja tulosten esittämistä. Tulosten esittämisessä tulee kiinnittää huomiota niiden johdonmukaiseen esittämiseen suhteessa tutkimuskysymyksiin. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen menetelmän kuvaus ja toistettavuus tulee kuvata selvästi. Tulokset esitetään selkeästi ja asianmukaisesti, sekä synteesikirjoituksen periaatteita noudattaen niin että, lopputuotos on johdonmukainen luettava. Lisäksi artikkelissa tulee esittää tulosten käytökelpoisuuden arvioinnin ja jatkotutkimusehdotuksia. (Snyder 2019.)

Opinnäytetyössäni noudatan yllä olevia periaatteita luotettavuuden varmistamiseksi ja koska minulla, ei ole työparia tulee minun tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi kuvaan tekemäni tiedonhaun mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja tarkasti. Lisäksi olen pyytännyt jo suunnitelma vaiheessa informaattikolta apua hakusanojen ja hakulausekkeiden, sekä hakukoneiden valintaan parantaakseni tutkimuksen luotettavuutta. Myös käyttämäni JBI arviointikriteerit ja oma kliininen osaaminen arviointikriteerien käyttäjänä parantaa kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta. Lisäksi esittämäni tulokset selkeästi, jotta voidaan osoittaa niiden perustuminen muuhun näyttöön kuin omiin johtopäätöksiini.

## **6.2 OPINNÄYTETYÖN EETTISYYS**

Tutkimukseen liittyy monia eettisiä kysymyksiä ja tutkimuksen eettisten perusperiaatteiden tunteminen ja osaaminen ovat jokaisen yksittäisen tutkijan vastuulla. Eettisesti hyvä tutkimus edellyttää

hyvän tieteellisen käytännön noudattamista. (Hirsijärvi ym. 2009, 23.) Alun perin lääketieteellisen tutkimuksen tarpeisiin annettu Helsingin julistus vuodelta 1964 on ohje, jossa on normit, johon myös Suomessa tehtävä tutkimus nojaa. Julistusta on kehitetty ajan saatossa mutta muuten sen perusajatus on pysynyt samana ja merkittävyys on edelleen tutkimukselle tärkeää. Myös hoitotieteellisellä tutkimuksella on omat eettiset ohjeet, jotka American Nurses Association (ANA) on julkaissut vuonna 1995. (Kankkunen ym. 2017, 216-217.) Suomessa toimiva tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) yhdessä tiedeyhteisön kanssa ovat luoneet ohjeet hyvästä tieteellisestä käytännöstä (HTK), joita itse myös opinnäytetyössäni noudatan (TENK 2012).

Vilkan 2009 mukaan tutkijan tulee perustaa tiedonhankinta sellaiseen tieteelliseen tuntemukseen ja asianmukaisiin tietolähteisiin, jonka esittää työssään. Tämän toteutan opinnäytetyöni käsitteiden määrittelyssä, jotta voin osoittaa riittävän asiantuntevuuden aihealueeseen ja johdatella lukijan katsomaan opinnäytetyötäni samasta näkökulmasta. TENKin 2012 ja Paunosen & Vehviläinen-Julkusen 1998 mukaan tutkijan tulee toimia rehellisesti ja käyttäen avoimuutta tutkimusta tehdessä ja tuloksia julkaistaessa. Tämän vuoksi aion erityisesti kiinnittää huomiota kirjallisuuskatsauksen avoimeen esittelyyn opinnäytetyötäni kirjoittaessa ja huolehtia siitä, että se on mahdollisimman helposti toistettavissa.

Hyvän tieteellisen käytännön mukaan tutkijan tulee työssään toimia rehellisesti, huolellisesti ja tarkasti. Tutkijan tulee ottaa muiden tutkijoiden työ huomioon ja antaa heille arvo omista tutkimuksistaan asianmukaisella tavalla. (TENK 2012.) Tästä syystä aion kiinnittää erityistä huomiota tulosten julkaisemisessa ja synteesikirjoittamisessa siihen, että alkuperäistutkijat saavat ansaitsemansa arvon. Myös viitemerkinnöissä ja lähdemerkinnöissä huolehdin, että ne menevät oikein.

TENK 2012 ohjeen mukaan tutkimus suunnitellaan, toteutetaan ja raportoidaan, sekä tietoaineistot tallennetaan tutkimuksen edellyttämällä tavalla. Tähän noudatan OAMK ohjeita opinnäytetyölle ja toimin sen mukaisesti. Lisäksi säästän kaiken aineiston, kunnes voin olla varma sen hävittämisestä.

Tutkimuslupaa tai eettistä ennakoarviointia opinnäytetyöni ei organisaatiossamme tarvitse, koska emme luo suoraan potilasohjeita, eikä työssä haastatella potilaita tai työntekijöitä. Myöskään rahoituslähteitä tai sidonnaisuuksia ei ole, joten ne eivät vaikuta työni eettisyyteen.

Vilkan 2009 mukaan epärehellinen toiminta voidaan jakaa kahteen ryhmään, vilppiin ja piittaamattomuuteen. Vilpillä tarkoitetaan toimintaa, jossa valehdellaan, vääristellään tai plagioidaan toisten

tuloksia. Piittaamattomuus taas voi olla seurausta tutkimusmenetelmän huonosta hallinnasta, jolloin tulokset voivat vääristyä esimerkiksi lähteiden väärästä tulkinnasta. Tämä oli itselleni myös haaste, koska tutkimukset, joita käyn opinnäytetyössäni läpi ovat lääketieteellisesti niin haastavia, että on mahdollista tulkita niitä väärin. Tätä vältän hyvällä ennakoivalla valmistumisella teorian tiedon ja ammattikirjallisuuden kautta ja kuvaamalla tutkimusprosessin etenemisen selkeästi.

### 6.3 OPINNÄYTETYÖN TULOSTEN POHDINTA

Opinnäytetyön tulokset antavat näyttöä siitä, että ECMO-hoito yhdistettynä elvytykseen saattaa pelastaa pienen prosentin potilaista, jotka muuten menehtyisivät toivottoman elvytyksen aikana tai jotka menehtyisivät monielinvaurioihin elvytyksen jälkeen. Myös ECPR-hoito massiivisen keuhkoembolian aiheuttaman elottomuuden suhteen vaikuttaa olevan osalla potilaista hyödyllistä. Kiistatonta näyttöä on sen suhteen myös, että nämä potilaat, jotka saavat ECPR-hoitoa ovat joka tapauksessa suurimmassa mahdollisuudessa pelastua ja toipua neurologisesti paremmin, koska potilasvalintakriteerit ohjaavat siihen suuntaan ja yleensä heillä on joku hoidettava sydänperäinen syy. Tämä osaltaan sekoittaa myös tutkimustuloksia, koska on vaikeaa arvioida täysin puolueettomasta ECPR-hoitoa saaneiden potilaiden ryhmää ja tavanomaista elvytyshoitoa saaneiden potilaiden ryhmää retrospektiivisissä havainnointitutkimuksissa. Satunnaistettuja kontrollitutkimuksia, jossa ei ole samankaltaisia virhemahdollisuuksia on tehty huomattavan vähän ja niiden potilasaineisto on muutamia kymmeniä potilaita, joten näyttö näissä tutkimuksissa on lupaavaa mutta ei täysin kiistatonta. Tarvitaan vielä paljon tutkimuksia, jotta voidaan olla varmoja, onko ECPR-hoito potilaille varmasti hyödyllistä, vaikkakin varovaista lupaus siitä asiasta toki nykytutkimuksen valossa on.

Potilasvalintakriteereitä ei ole kansainvälisesti tai kansallisestikaan vielä voitu julkaista, vaikkakin niitä useassa eri julkaisussa sivutaan. Monessa keskuksessa on omat kriteerit, jotka perustuvat tutkimuksiin, joissa on osoitettu potilasryhmiä, jotka eniten hyötyvät ECPR-hoidosta. ECPR-hoidosta on päästy yksimielisyyteen sen suhteen, että lyhyt lowflow aika, kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia ja potilaan alle 75 vuoden ikä ovat merkkejä paremmasta ennusteesta. Myös ylipainon, veren korkean laktaatin tai kreatiinipitoisuuden ja miessukupuolen on todettu olevan ennustetta heikentäviä tekijöitä. Myös matala uloshengitysilman hiilidioksidipitoisuus ja perussairau-

det ovat merkkejä huonosta ennusteesta. Tässä työssä en verrannut näitä tutkimuslöydöksiä suhteessa muihin elvytystutkimuksiin mutta uskoisin samojen tekijöiden vaikuttavan suhteellisen paljon kaikissa elvytystutkimuksissa, eikä vain liitettynä ECPR-hoitoon.

Myös menetelmät ECMO-hoidon aloittamisesta vaihtelivat riippuen keskusten toimintamalleista mutta mantereiden tai maitten välisiä eroja en havainnut. Työssäni oli tutkimuksia USA:sta, Kiinasta, Japanista, Australiasta, Saksasta, Italiasta, Hollannista ja Tšekeistä, eikä niiden välillä ollut suuria eroja tutkimusmenetelmien, hoitoprotokollien tai tulosten kanssa. Suurimmat erot julkaisuiden välillä liittyivät siihen, milloin ne olivat julkaistu. Uusimmissa tutkimuksissa oli selkeästi positiivisempia tuloksia kuin kaikkein vanhimmissa. Tämä varmasti selittyy osittain sillä, että hoitomenetelmät ovat kehittyneet merkittävästi kymmenen vuoden aikana, joka minulla oli tiedonhakukriteereinä. Toisaalta myös ECMO:n käyttö oli lisääntynyt merkittävästi useilla tuhansilla tapauksilla kymmenvuoden sisällä, joten kokemusta ja varmuutta oikeaoppiseen kliiniseen suorittamiseen ja sitä kautta tulosten paranemiseen on varmasti myös tullut.

Kun mietitään opinnäytetyöni tuloksia suhteessa opinnäytetyöni tutkimustuloksiin, voin tyytyväisenä todeta, että löysin vastauksen niihin kaikkiin. Vastaukset eivät ole täysin yksiselitteisiä mutta kun pohditaan opinnäytetyöni tavoitteita ja tarkoitusta, niin pystyn niillä vastaamaan niihin. Olen pystynyt osoittamaan, onko ECMO-hoidolla hyötyä elvytyksen suhteen, minkälaiset potilas valintakriteerit ovat ja miten ECMO-hoito tulisi elvytystilanteessa aloittaa. Tämän kaiken osoittaminen vaati huomattavan määrän teoretiedon opiskelua, jotta ymmärsin lukemiani ja analysoimiani tutkimuksia. Tämä aihe on erittäin haasteellisen ja moniulotteinen, eikä sen ymmärtäminen ja kaikkien yksityiskohtien huomioon ottaminen ole helppoa. Ymmärrän rajoitteeni ja tämän tutkimuksen rajoitteet, jonka takia en lähtenyt tavoittelemaan kokonaista hoitoprotokollaa vaan määrittelin opinnäytetyöni tavoitteeksi kattavan ja laajan alustuksen ja hoitosuosituksen myöhemmässä vaiheessa ja laajemmalla ammattikunnalta luotavaa hoitoprotokollaa varten. Tässä suhteessa opinnäytetyöni tarkoitus ja tavoitteet tuli täysin saavutetuiksi.

## LÄHTEET

Abrams, D., MacLaren, G., Lorusso, R., Price, S., Yannopoulos, D., Vercaemst, L., Bělohávek, J., Taccone, F.S., Aissaoui, N., Shekar, K., Garan, R., Uriel, N., Tonna, J.E., Jung, J.S., Takeda, K. Chen, Y-S., Slutsky, A.S., Combes, A. & Brodie, D. 2022. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults: evidence and implications. *Intensive care medicine*. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1007%2Fs00134-021-06514-y>

Boudoulas, K.D., Whitson, B.A., Keseg, D.P., Lilly, S., Baker, C., Attar, T., Capers, Q., Gumina, R.J., Mast, D.W., Satyapriya, S.V. Davenport, D., Hazlett, M., Mokadam, N., Magorien, R. & Mazzaferri Jr, E.L. 2020. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (ECPR) for Out-of-Hospital Cardiac Arrest due to Pulseless Ventricular Tachycardia/Fibrillation. *Journal of interventional cardiology*. Viitattu 3.11.2022. <https://doi.org/10.1155%2F2020%2F6939315>

Chen, Z., Liu, C., Huang, J., Zeng, P., Lin, J., Zhu, R., Lu, J., Zhou, Z., Zuo, L. & Liu, G. 2019. Clinical Efficacy of Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Adults with Cardiac Arrest: Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis. *BioMed Research International* Vol. 2019. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1155/2019/6414673>

Chonde, M., Escajeda, J., Elmer, J., Callaway, C.W., Guyette, F.X., Boujoukos, A., Sappington, P.L, Smith, A.J., Schmidhofer, M., Sciortino, C. & Kormos, R.L. 2019. Challenges in the development and implementation of a healthcare system based extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) program for the treatment of out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* Vol. 148. Viitattu 3.11.2022. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.015>

D'Arrigo, S., Cacciola, S., Dennis, M., Jung, C., Kagawa, E., Antonelli, M. & Sandroni, C. 2017. Predictors of favourable outcome after in-hospital cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.10.005>

Elsbach, K. & Knippenberg, D. 2020. Creating High-Impact Literature Reviews: An Argument for 'Integrative Reviews'. *Journal of management studies*. Volume 57, Issue 6. Viitattu 13.2.2022, <https://doi.org/10.1111/joms.12581>

Elvytys. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2021. Viitattu 25.1.2022, [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Fink, A. 2005. Conducting Research Literature Reviews: From Paper to the Internet. Sage: Thousand Oaks

Gaddikeri, R., Febbo, J. & Shah, P. 2020. Imaging Adult ECMO. Current problems in diagnostic Radiology. Volume 50. Viitattu 31.1.2022, <https://doi-org.ezp.oamk.fi:2047/10.1067/j.cpradiol.2020.10.018>

Guglin, M., Zucker, M.J., Bazan, V.M., Bozkurt, B., Banayosy, A.E., Estep, J.D., Gurley, J., Nelson, K., Malyala, R., Panjath, G.S. Zwischenberger, J.B. & Pinney, S.P. 2019. Venoarterial ECMO for Adults. Journal of the American College of Cardiology. Viitattu 3.11.2022. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.11.038>

Haas, N.L., Coute, R.A., Hsueh, C.H., Cranford, J.A & Neumar, R.W. 2017. Descriptive analysis of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest—An ELSO registry study. Resuscitation. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1016%2Fj.resuscitation.2017.08.003>

Haney, A., Philippa, A., Diez, C., Schopka, S., Bein, T., Zimmermann, M. Lubnow, M., Luchner, A., Agha, A., Hilker, M., Hirt, S., Schmida, C. & Müller, T. 2012. A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest. Resuscitation vol. 83. Viitattu 27.10.2022, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.07.009>

Hartikainen, J. 2011. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. Sydänsairaudet. Hämeenlinna: Duodecim, 182–198.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Junttila, J., Hartikainen, J. & Huikuri, H. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. Helsinki: Duodecim, 616–619.

Kaakinen, T. 2021. Teoksessa Olkkola, K., Kiviluoma, K., Saari, T., Tallgren, M., Uusaro, A. & Yli-Hankala, A. (toim.). Anestesiologia, teho-, ensi-, ja kivunhoito. Helsinki: Duodecim, 552–571.

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Karve, S., Lahood, D., Diehl, A., Burrell, A., Tian, D.H., Southwood, T., Forrest, P. & Dennis, M. 2021. The impact of selection criteria and study design on reported survival outcomes in extracorporeal oxygenation cardiopulmonary resuscitation (ECPR): a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency medicine*. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1186%2Fs13049-021-00956-5>

Kulkarni, T., Sharma, N. & Diaz-Guzman, E. 2016. Extracorporeal membrane oxygenation in adults: A practical guide for internists. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* May 2016, 83. Viitattu 30.1.2022, <https://doi.org/10.3949/ccjm.83a.15021>

Lafç, G., Budak, A., Yener, A. & Cicek, O. 2014. Use of extracorporeal membrane oxygenation in adults. *Heart Lung Circulation* Vol. 23. Viitattu 31.1.2022, <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2013.08.009>

Lim, M.W, 2006. The history of extracorporeal oxygenators. *Anaesthesia*. Volume 61, Issue 10. Viitattu 30.1.2022, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16978315/>

Mandigers, L., Scholten, E., Rietdijk, W. J. R., den Uil, C. A., van Thiel R.A., Rigter, S., Heijnen, B. G.A.D.H. b, Gommers, D. & dos Reis Miranda, D. 2018. Survival and neurological outcome with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory cardiac arrest caused by massive pulmonary embolism: A two center observational study. *Resuscitation*. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.12.008>



Mildh, L., Lemström, K., Jokinen, J., Raivio, P., Suojaranta-Ylinen, R. & Hämmäinen P. 2011. ECMO eli kehonulkoinen happeuttaminen aikuisten vaikeassa hengitysvajauksessa. Duodecim, vol 127 (19). Viitattu 30.1.2022, <https://www.duodecimlehti.fi/duo99805>

Miraglia, D., Miguel, L. A., & Alonso, W. 2020. Long-term neurologically intact survival after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for in-hospital or out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Resusc plus, Vol.4. Viitattu 15.3.2022, <https://doi.org.ezp.oamk.fi/2047/10.1016/j.resplu.2020.100045>

Mosca, M.S., Narotsky, D.L., Mochari-Greenberger, H., Liao, M., Mongero, L., Beck, J. & Bacchetta, M. 2016. Duration of conventional cardiopulmonary resuscitation prior to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and survival among adult cardiac arrest patients. Perfusion. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1177/0267659115589399>

Nurmi, J. & Salo, A. Teoksessa Olkkola, K., Kiviluoma, K., Saari, T., Tallgren, M., Uusaro, A. & Yli-Hankala, A. (toim.). Anestesiologia, teho-, ensi-, ja kivunhoito. Helsinki: Duodecim, 1258-1268.

Ojasalo, K.; Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro

Okada, Y., Irisawa, T., Yamada, T., Yoshiya, K., Park, C., Nishimura, T., Ishibe, T., Kobata, H., Kiguchi, T., Kishimoto, M., Kim, S-H., Ito, Y., Sogabe, T., Morooka, T. Sakamoto, H., Suzuki, K. Onoe, A., Matsuyama, T., Kobayashi, D., Nishioka, N., Matsui, S., Yoshimura, S., Kimata, S. Kawai, S., Makino, y., Kiyohara, K., Zha, L., Kitamura, T. & Iwami, T. 2022. Clinical outcomes among out-of-hospital cardiac arrest patients treated by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: The CRITICAL study in Osaka. Resuscitation Vol. 178. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.06.007>

Paunonen, M. & Vehviläinen-Julkunen, K. Hoitotieteen tutkimusmetodiikka. Juva 1998: WSOY

Rew, L., Cauvin, S., Cenzig, A., Pretorius, K. & Johnson K. 2020. Application of project management tools and techniques to support nursing intervention research. Nursing outlook. Volume 68, Issue 4. Viitattu 29.1.2022, <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2020.01.007>

Rob, D., Smalцова, J., Smid, O., Kral, A., Kovarnik, T., Zemanek, D., Kavalkova, P., Huptych, M. Komarek, A., Franek, O., Havranek, S., Linhart, A. & Belohlavek, J. 2022. Extracorporeal versus conventional cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: a secondary analysis of the Prague OHCA trial. *Critical care journal*. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04199-3>

Schmidt, M. 2021, How does it works. Teoksessa Mossadegh, C. & Combes, A. (toim.) *Nursing care and ecmo*. Cham: Springer.

Scquizzato, T. Bonaccorso, A. Consonni, M, Scandroglio, A. M. Swol, J., Landoni, G. & Zangrillo, A. 2022. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta analysis of randomized and propensity score-matched studies. *Artificial Organs*. Viitattu 27.10.2022. <https://doi.org/10.1111%2Faor.14205>

Silfvast, T. & Varpula, M. 2016. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huihuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) *Kardiologia*. Helsinki: Duodecim, 622-638.

Snyder, H. 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. Vol. 104. Viitattu 13.2.2022, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 3.2.2022, [https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

Schmitzberger, F.F., Haas, N.L., Coute, R.A., Bartos, J., Hackmann, A., Haft, J.W., Hsu, C.H. Hutin, A., Lamhaut, L., Marinaro, J., Nagao, K., Nakashima, T., Neumar, R., Pellegrino, V., Shinar, Z., Whitmore, S.P., Yannopoulos, D. & Peterson, W.J. 2022. ECPR2: Expert Consensus on Percutaneous Cannulation for Extracorporeal Cardio Pulmonary Resuscitation. *Resuscitation*. Viitattu 3.11.2022. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.07.003>

Stark, C. & Lemström, K. ECMO verenkierto- ja kaasujenvaihtovajauksen hoidossa: Hoidosta apua yhä useammalle potilaalle. *Duodecim* 137 (16). Viitattu 31.1.2022, <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16369.pdf>

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Hoitotieteenlaitoksen julkaisuja.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuolemansyyt [verkkajulkaisu].

ISSN=1799-5051. 2020, 1. Kuolemansyyt 2020. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu: 25.1.2022, [http://www.stat.fi/til/ksyyt/2020/ksyyt\\_2020\\_2021-12-10\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ksyyt/2020/ksyyt_2020_2021-12-10_kat_001_fi.html)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta TENK. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittely Suomessa. Viitattu 13.2.2022, [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Vilkkä, H. 2015. Tutki ja Kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus

Väyrynen, T & Kuisma, M. 2013. Teoksessa Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. Helsinki: Duodecim, 258-299.

Whittemore, R. & Kanfl, K. 2005. The integrative review: updated methodology. Journal of advanced nursing. Vol. 51. Viitattu 1.2.2022, <https://doi-org.ezp.oamk.fi:2047/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

Yannopoulos, D., Bartos, J., Raveendran, G., Walser, E., Connett, J., Murray, T. A., Collins, G. Zhang, L., Kalra, R., Kosmopoulos, M., John, R., Shaffer, A, R. J., Frascone, R.J., Wesley, K. Conterato, M., Biros, M., Tolar, J. & Aufderheide, T.P. 2020. Advanced reperfusion strategies for patients with out-of hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial. Lancet. Viitattu 3.11.2022. [https://doi.org/10.1016%2FS0140-6736\(20\)32338-2](https://doi.org/10.1016%2FS0140-6736(20)32338-2)

tekijä (t)	alkuperäisilmaisu	suomennos	pelkistys
Haneyaa, A ym 2012	"Extracorporeal CPR may improve survival with good neurological outcome in selected patients."	Kehonulkoinen elvytys saattaa parantaa selviämistä ja hyviä neurologisia tuloksia valikoituilla potilailla	Ecmo elvytyksen yhteydessä saattaa olla hyödyksi.
Chonde, M. ym 2019	"Logistical challenges such as rapid deployment of a mechanical CPR device or procedural challenges such as who performs ECMO cannulation, can be anticipated and appropriately addressed"	Logistiset haasteet, kuten nopeasti asennettava mekaaninen elvytyslaitte tai haasteet protokollissa, esimerkiksi kuka laittaa ECMO kannyyliit voidaan ennakoita ja niihin voidaan varautua	Ecmo-hoidon aloittaminen elvytyksen yhteydessä vaatii logistista suunnittelua
Chen, Z. ym 2019	"Compared to CCPR, use of ECPR may improve the survival and neurologic outcome of patients with IHCA. In contrast to IHCA patients, TSA could not confirm better survival and neurologic outcome of ECPR in OHCA patients, suggesting that further studies are needed. Additionally, clinicians need to more rigorously define the criteria to be used for selection of patients with CA who will benefit most from ECPR"	Verrattuna elvytykseen ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä voi parantaa selviytymistä ja neurologista toipumista sairaalan sisäpuolella tapahtuvissa sydänpysähdyksissä. Sairaalan ulkopuolella tapahtuviin sydänpysähdyksiin hyötyä ei pystytty vahvistamaan ja lisätutkimusta tarvitaan. Vaihtoehtoisesti kliinikot tarvitsevat selvemmat potilasvalintakriteerit sydänpysähdyksipotilaille,	ECMO-hoito saattaa parantaa potilaiden ennustetta varsinkin sairaalan sisällä tapahtuvissa sydänpysähdyksissä. Selvät potilasvalintakriteerit ovat tärkeässä roolissa.

		jotka voisivat hyötyä eniten ECMO-hoidosta elvytyksen yhteydessä.	
Okada, Y. ym 2022	"This study descriptively indicated that approximately 60% of patients treated by ECPR met the three criteria (initial shockable, time to the hospital within 45 minutes, and age <75) and these patients achieved better neurological outcomes than patients who did not meet the criteria. The three criteria would be valuable for making clinical decisions and planning further research about the effects of ECPR"	Tämä tutkimus osoitti, että keskimäärin 60 % potilaista, joilla täyttyy nämä kolme kriteeriä (iskettävä rytmi, alle 45min kuluttua sairaalassa ja alle 75 vuotias potilas) saavuttavat parempia neurologisia tuloksia kuin ne joilla nämä kriteerit eivät täyty. Nämä kolme kriteeriä saattavat olla arvokkaita kliinisessä päätöksenteossa ja tulevaisuuden tutkimusten suunnittelussa koskien ECMO-hoidon vaikutuksia elvytyksen yhteydessä.	iskettävä rytmi, alle 45min kuluttua sairaalassa elottomuuden alusta ja alle 75 vuotias potilas saattaa ennustaa parempaa neurologista toipumismahdollisuutta.
Haas, N.L. ym 2017	"This international analysis of ECPR for refractory OHCA, which is the largest such international report to date, revealed an overall survival to hospital discharge rate of 27.6% (95%CI 22.1-34.0%). It demonstrated association of male gender and weight with	Tämä kansainvälinen analyysi ECMO-hoidosta elvytyksen yhteydessä, joka on tällä hetkellä suurin kansainvälinen raportti, paljastaa kaiken kaikkiaan 27,6% kotiinpääsemisprosentin. Se osoittaa miessukupuolen ja ylipainon	Miessukupuoli ja ylipaino lisää kuolleisuutta

	increased mortality but observed no detectable association of age with mortality”	olevan suhteessa kuolleisuuteen mutta ei havaitse iän vaikuttavan siihen.	
Mosca, M.S. ym 2016	”Although previous work has suggested higher survival following shorter CCPR durations, this study did not find a significant difference in 30-day, discharge or 1-year survival for patients who received either <45 minutes or ≥45 minutes of CCPR. It is plausible that patient selection based on the reversibility of the disease is most determinate of survival when ECPR is instituted within a reasonable time frame (<60 min)”	Vaikka aiemmat työt ehdottavat korkeampaa selviytymistä lyhyemmällä elvytysajalla, tämä tutkimus ei löydä merkittävää eroa 30 päivän kotiutumisen tai 1 vuoden selviytymisen kannalta potilailla, joita elvytettiin alle 45 minuuttia tai yli 45 minuuttia. On uskottavaa, että potilas valinta taudin kannalta on merkittävämpää selviytymisen kannalta kun ECMO-hoito aloitetaan elvytyksen yhteydessä järkevässä aikaikkunassa (60min)	45 minuutin aikaraja ei välttämättä korreloi selviytymiseen vaan perustauti voi olla merkityksellisempi
Yannopoulos, D. ym 2020	”in conclusion, early ECMO-facilitated resuscitation for patients with OHCA and refractory ventricular fibrillation significantly improved survival to hospital discharge and functional status compared with patients receiving	Lopputuloksena varhaisen ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä sydänpysähdyspotilaille sairaalan ulkopuolella ja pitkittyneessä kammiovärinäessä parantaa merkittävästi selviytymistä sairaalasta kotiin	Varhainen ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä myös sairaalan ulkopuolella alkaneessa pitkittyneessä kammiovärinäessä parantaa potilaan selviämismahdollisuuksia.

	standard ACLS resuscitation”	ja toimintakykyä verrattuna potilaisiin, joita elvytettiin normaalilla hoitoelvytyksellä.	
Boudoulas, K.D. ym 2020	”Multidisciplinary collaboration is critical for a successful program.”	Monitieteellinen yhteistyö on tärkeää toimivan protokollan kehittämiseksi.	Monitieteellinen yhteistyö on tärkeää toimivassa protokollassa.
Scquizzato, T. ym 2022	”Evidence from randomized trials and propensity score-matched studies suggests that treating refractory OHCA patients with E-CPR increases survival, also with favorable neurological outcome. However, it is important to identify which patients are most likely to benefit from ECPR. Large, multi-centre randomized studies are needed to confirm these findings.”	Tulokset satunnaistetuista tutkimuksista ja PSM tutkimuksista osoittavat, että pitkittyneen kammiovärinän hoitoon yhdistetty ECMO-hoito parantaa selviytymistä ja on suosituisaa myös neurologiselle toipumiselle. Kuitenkin on tärkeää tunnistaa potilaat, jotka suurimmalla todennäköisyydellä hyötyvät ECMO-hoidosta. Tarvitaan laajoja satunnaisesti tutkittuja tutkimuksia näiden tulosten vahvistamiseksi.	ECMO-hoito pitkittyneen kammiovärinän hoidossa parantaa potilaan selviytymistä ja neurologista toipumista.
Abrams, D. ym 2022	”ECPR offers the promise of significantly improving the low rates of survival with functional and neurological recovery among patients suffering car-	ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä tarjoaa merkittävää parannusta selviämiseen ja neurologiseen toipumiseen	ECMO-hoito valikoiduilla potilailla parantaa selviämistä ja neurologista toipumista

	<p>diac arrest. At present, there are sufficient data to support the initiation of ECPR in select individuals with reversible etiologies of cardiac arrest in whom low-flow time is minimized—and even in certain circumstances with more prolonged low-flow time—with greater potential benefit in IHCA than OHCA.”</p>	<p>aiemmin huonoennusteisen sydänpysähdystiltaan hoidossa. Tällä hetkellä on olemassa riittävästi tietoa, että ECMO-hoito elvytyksen yhteydessä valikoiduilla potilailla riippuen sydänpysähdysten etiologiasta ja niillä joiden low-flow aika on minimoitu ja jopa niillä joilla tietyistä olosuhteiden pakosta on low-flow aika on hieman pidempi. Suurempi hyöty on kun sydänpysähdys tapahtuu sairaalan sisäpuolella kuin ulkopuolella.</p>	<p>varsinkin sairaalan sisäpuolisissa sydänpysähdyksissä</p>
<p>Rob, D. ym 2022</p>	<p>”In this secondary analysis of the randomized refractory OHCA trial, ECPR increased both 180-day survival and favorable neurological outcome in patients without pre-hospital ROSC compared to patients treated with prolonged conventional ACLS only. In a multivariate Cox regression analysis, the use of ECPR was significantly</p>	<p>Tässä toisessa analyysissä satunnaistetussa kokeilussa pitkittyneessä elvytyksessä sairaalan ulkopuolella ECMO-hoito paransi 180 päivän selviytymistä ja suotuisaa neurologista tulosta potilailla, joilla ei verenkierto ollut palautunut ennen sairaalaan saa-</p>	<p>ECMO:n käyttö pitkittyneessä elvytyksessä parantaa potilaan selviytymistä ja neurologista kuntoutumista.</p>



	<p>associated with 180-day survival. This result is further supporting ECPR as an increasingly used method for r-OHCA and is consistent with previously published observational studies as well as the one randomized trial”</p>	<p>pumista verrattuna potilaisiin joita hoidettiin pitkittyneessä elvytyksessä perinteisellä hoitoelvytyksellä. Monimuuttuja Cox regressioanalyysissä ECMO:n käyttö elvytyksen yhteydessä oli merkittävästi vaikuttamassa 180-päivän selviytymiseen. Tämä tulos tukee ECMO:n käyttöä pitkittyneessä elvytyksessä ja on linjassa aiemmin julkaistujen havainto ja satunnaistettujen tutkimusten kanssa.</p>	
<p>D’Arrigo, S. ym 2017</p>	<p>”Our systematic review and meta-analysis showed that in adult in-hospital cardiac arrest treated with ECPR a shockable initial rhythm, a cardiac aetiology of arrest, a shorter low-flow time, lower blood lactate levels or lower creatinine levels either before ECPR start and on ICU admission, and a lower post-arrest SOFA score were associated with significantly higher rates of survival to discharge.</p>	<p>Meidän systemaattinen kirjallisuus katsaus ja meta-analyysi osoittaa, että aikuisen potilaan sairaalan sisäpuolella tapahtuvassa sydänpysähdyksessä iskettävä lähtörytmi, sydänperäinen etiologia, lyhyempi low-flow aika, matala veren laktaattitaso tai matalampi kreatiinitaso ennen kuin ECMO hoito aloitetaan on yhteydessä parempaan</p>	<p>Iskettävä lähtörytmi, sydänperäinen etiologia, lyhyt low-flow aika ja matala veren laktaattitaso ovat suotuisia merkkejä ECMO-hoidon aloittamiselle ja potilaan selviytymiselle pitkittyneessä sairaalan sisäpuolisessa elotomuudessa.</p>

	These factors could help clinicians identify those IHCA patients who will benefit most from ECPR.”	selviytymiseen. Nämä tekijät voivat auttaa kliinikkoja tunnistamaan ne potilaan jotka hyötävät eniten ECMO-hoidosta sairaalan sisäpuolella tapahtuvissa sydänpysähdyksissä. Tulevaisuudessa	
Mandigers, L. ym 2018	”In our two-center experience, we conclude that survival rate and favourable neurological outcome in patients with CA due to (suspected) massive PE is improved using ECPR as compared to CCPR. However, further research is needed in larger samples to confirm these encouraging findings”	Meidän kahden keskuksemme kokeilussa totesimme, että selviytymisprosentti ja neurologinen toipuminen paranee massiivisesta keuhkoemboliasta johtuvassa sydänpysähdyksessä, kun käytetään ECMO:a elvytyksen yhteydessä. Kuitenkin lisää tutkimusta tarvitaan rohkaisevien tulosten vahvistamiseksi.	Massiivisesta keuhkoemboliasta johtuvassa sydänpysähdyksessä ECMO:n käyttö parantaa potilaan ennustetta.
Karve, S. ym 2021	”Large well-designed prospective studies that enable assessment ECPR prognostic variables, inclusion criteria and their relative weighting of effects on outcomes are urgently	Laajat hyvin suunnitellut prospektiiviset tutkimukset, jotka perehtyvät ECMO-hoitoon elvytyksen yhteydessä liittyvään potilasvalintaan, hoidon aloituskriteeri-	Potilasvalintakriteerit ECMO-hoidon aloittamiseen elvytyksen yhteydessä ovat vielä epäselvät.

	required to ensure optimal patient selection for ECPR.”	hin ja niiden suhteelliseen painottamiseen oikean potilasvalinnan varmistamiseksi ovat kiireellisesti tarpeen.	
Guglin, M. ym 2019	”Appropriate infrastructure, appropriate skill set of team members, and thorough assessment of each ECMO candidate, with an evaluation of indications and contraindication to ECMO support, are key steps to ensure optimal outcomes.”	Sopiva infrastruktuuri, sopiva tiimin jäsenten osaaminen ja perusteellinen harkinta indikaatioiden ja kontraindikaatioiden kautta jokaisen ECMO-kandinaatin kohdalla ovat avainasemassa varmistamaan optimaalisen lopputuloksen	Sopivat tilat, välineet ja tiimi, sekä ennalta sovittu indikaatiot vaaditaan optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi ECMO-hoidon aloittamisessa.
Haneyaa, A. ym 2012	”Extracorporeal life support (ECLS) has been suggested as a therapeutic option in refractory cardiac arrest since 1976. However, the use of this technique remains limited and is confined to specialized centres and reserved for exceptional cases due to high complication rates (bleeding, thrombosis, haemolysis, severe infec-	ECMO-hoito elvytyksen hoidossa on ollut vaihtoehto pitkittyneessä sydänpysähdyksessä vuodesta 1976. Kuitenkin, tämän tekniikan käyttö on pysynyt rajoitettuna ja se rajoittuu erikoistuneisiin keskuksiin ja on varattu poikkeuksellisten tapausten hoitamiseen korkeiden komplikaatioiden määrän (verenvuoto, tromboosi, infektiot, systeeminen embolia, iskemia	ECMO elvytyksen yhteydessä on ollut käytössä vuodesta 1976 mutta korkean komplikaatoriskin, kustannusten ja vaikean logistiikan takia sen käyttö on ollut rajoitettua.

	tion, systemic emboli, ischemia, and renal insufficiency), high costs and difficult logistics.”	ja munuaisten vajaatoiminta), korkeiden kustannusten ja vaikean logistiikan takia.	
Haneyaa, A. ym 2012	”Contraindications of ECLS implantation included preexisting brain damage, terminal status of malignancy, and advanced age.”	Kontraindikaationa ECMO-hoidon aloitukselle oli aiempi aivovamma, terminaalivaiheen kasvain ja iäkkyyys	Aiempi aivovamma, terminaalivaiheen kasvain ja korkea ikä ovat kontraindikaatiot ECMO-hoidon aloittamiselle
Haneyaa, A. ym 2012	”The ECLS circuits are preconnected and suitable for rapid setup and priming. As all blood contact surfaces of the system are heparin coated, systemic anticoagulation can be kept low.”	ECMO:n kierto on ennakoon kasattu ja sopiva nopeaan primaamiseen. Kaikki verenkannassa tekemisessä olevat pinnat ovat hepariinipäällysteisiä, systeemiheparinisaatio voidaan pitää matalana.	ECMO-laitteiston tulee olla nopeasti käyttökuntoinen ja letkustot heparinipintaiset.
Haneyaa, A. ym 2012	”The specialized ECLS team was available at all times and consisted of a cardiovascular surgeon, a cardiac anaesthesiologist and/or an intensivist and a perfusionist. After receiving a request, the team evaluated the indication for ECLS and whether the patient was suitable for it. Generally, the ECLS device was transported to the CPR site (emergency room,	Erikoistunut ECMO tiimi oli käytettävissä koko ajan ja sisälsi sydänkirurgin, sydänanestesiologin ja perfusionistin. Pyynnön jälkeen ryhmä arvioi onko potilas sopiva ECMO-hoitoon elvytyksen yhteydessä. Yleensä ECMO-laitte vietiin elvytys paikalle (Ensiapuun, sydänteholle, sydänangiin,	ECMO-tiimi on käytettävissä koko ajan ja koostuu sydänkirurgista, sydänanestesiologista ja perfusionista. Laitte siirtyy potilaan luo, eikä potilas laitteen luo.

	cardiac surgery ICU, catheter laboratory, operating room or general ward)”	leikkaussaliin tai vuodeosastolle)	
Haneyaa, A. ym 2012	”All patients were an-algo-sedated with midazolam and fentanyl and pressure-controlled mechanically ventilated. Settings of the ventilator were adjusted according to blood gas analysis from the right radial artery”	Kaikki potilaat olivat sedatoitu midazolam ja fentanyl yhdistelmällä ja painekontroloidussa mekaanisessa ventiloinnissa. Hengityskoneen säädöt sovitettiin verikaasuanalyysin mukaan oikeasta radialisvaltimosta.	Kevyt sedaatio ja verikaasuohjattu painekontrolloitu ventilaatio.
Haneyaa, A. ym 2012	”on ECLS, the patient’s body temperature was adjusted to provide mild hypothermia (33–34 °C) for 24 h for cerebral protection in post-resuscitation care.”	ECMO:ssa potilaan kehonlämpö säädettiin lievään hypotermiaan (33–34 °C) vuorokauden ajaksi aivojen suojaamiseksi.	Lievä hypotermia aivojen suojaamiseksi
Haneyaa, A. ym 2012	”To recognize possible limb ischemia caused by the femoral artery cannulation early, clinical examination, pulse oximetry and ultrasound measurements were routinely performed.”	Reisivaltimokanyylin mahdollisesti aiheuttaman raajaiskemian välttämiseksi kliininen tutkiminen, pulssioksimetri ja ultraäänitutkimus suoritettiin säännöllisesti	Arteriakanyylin mahdollisesti aiheuttamaan raajan iskemiaan tulee varautua.

<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Weaning of ECLS was considered after echocardiographic improvement and if the patient was haemodynamically stable with an ECLS flow of 1–1.5 L/min for 6 h with a mixed venous saturation values (SVO2) &gt;70% without escalation of the inotropic support."</p>	<p>ECMO:sta vierottamista harkittiin echo-tutkimuksen jälkeen jos siinä todettiin selkeää paranemista ja potilas oli hemodynaamisesti vakaa kun ECMO:n virtaus oli 6 tunnin ajan 1-1,5L/min, sekä venasaturaatio (SVO2) pysyi &gt;70% ilman inotropitukea.</p>	<p>ECMO:sta vierottamista voi harkita jos potilas on hemodynaamisesti vakaa ja SV02 on &gt;70% ECMO:n virtauksella 1-1,5L/min 6h ajan ilman inotropitukea.</p>
<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Mechanical chest compression devices can be supportive, but they carry marked additive risks and disadvantages."</p>	<p>Mekaaniset rintakehänpainelu laitteet voivat olla tehokkaita mutta ne sisältävät huomattavia lisäriskejä ja haittoja</p>	<p>Mekaaniset elvytyslaitteet voivat olla tehokkaita mutta niiden käyttöön liittyy riskejä.</p>
<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Percutaneous ventricular assist devices, like the TandemHeart device (Cardiac assist, Pittsburgh, USA) or the Impella system (Abiomed, Danvers, USA), can be beneficial, but proper placement while on mechanical chest</p>	<p>Perkutaaniset kammiensisäiset apulaitteet, kuten TandemHeart tai Impella järjestelmä voivat olla hyödyllisiä mutta niiden oikea paikalleen saaminen paineluelvytyksen aikana on vaikeaa ja aikaa vievää.</p>	<p>Kammionsisäiset apulaitteet voivat olla hyödyllisiä mutta niiden asentaminen elvytyksen aikana on hidasta ja vaikeaa.</p>

	compression is difficult and time consuming.”		
Haneyaa, A. ym 2012	”if both cardiac and pulmonary functions are severely impaired, mechanical circulatory assistance in combination with gas exchange is necessary to provide sufficient cardiopulmonary support.”	Jos molemmat verenkierron ja hengityksen toiminta on vakavasti heikentynyt, mekaaninen verenkierto yhdistettynä kaasujen vaihtoon on tarpeen riittävän kardiopulmonaalisen tuen tarjoamiseksi.	Verenkierron tuen lisäksi tulee myös kaasujen vaihtoa tukea jossain on vakavia häiriöitä.
Haneyaa, A. ym 2012	”Crucial technical innovations and ease of device implantation and transport allow location-independent stabilization and make necessary examinations (e.g. coronary angiography, pulmonary angiography, CT-scan, etc.) and intervention possible”	Tärkeät tekniset innovaatiot ja helppo laitteen asentaminen ja kuljetus mahdollistaa sijainnista riippumattoman stabiloinnin ja mahdollistaa tarvittavat tutkimukset (esimerkiksi sepelvaltimoiden angiokuvaukset, keuhkojen angiotutkimukset) ja interventiot.	ECMO mahdollistaa tarvittavat angiotutkimukset ja interventiot helposti
Haneyaa, A. ym 2012	”Our study confirmed that longer CPR duration was associated with poor outcome. The survival rate was higher for CPR lasting <30 min than for CPR lasting >30 min”	Meidän tutkimuksemme vahvistaa, että pidempi elvytysaika on yhteydessä huonoon lopputulokseen. Selviytymisprosentti oli korkeampi kun elvytys kesti alle 30 minuuttia kuin yli minuuttia.	Alle 30 minuuttia kestänyt elvytys ennustaa parempaa lopputulosta.

<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Older age is often considered a contraindication for ECLS support because of comorbid diseases, although this is controversial. The mean age of our patients, who were discharged from hospital, was <math>62 \pm 15</math> years, and 48% of these patients were more than 60 years. Probably due to the relatively small sample size, we did not see an increased mortality in older age."</p>	<p>Vanhempaa ikää usein pidetään kontraindikationa ECMO-hoidon aloitukselle samanikäisten sairauksien vuoksi, vaikkakin tämä onkin kiistanalaista. Keski-ikä meidän potilassa, jotka kotiutuivat oli <math>62 \pm 15</math> ja 48% näistä potilaista oli yli 60 vuotiaita. Todennäköisesti pienen otoskoon vuoksi, emme havainneet kohonnutta kuolleisuutta vanhemmassa väestössä.</p>	<p>Ei välttämättä kohonnutta kuolleisuutta iäkäämmässä potilaissa.</p>
<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Our multivariate logistic regression analysis indicated that low arterial blood pH value, and high lactate acid were independent risk factor for mortality after extracorporeal CPR using ECLS."</p>	<p>Monimuuttuja regressioanalyysimme osoittaa, että arteriaveren matala pH ja korkea laktaatti oli yksittäinen riskitekijä korkealle kuolleisuudelle ECMO-hoidon jälkeen elvytyksen yhteydessä.</p>	<p>Matala pH ja korkea laktaatti ennustaa huonoa selviytymistä</p>
<p>Haneyaa, A. ym 2012</p>	<p>"Cannulation-related complications, including leg ischemia, vessel injuries, and major bleeding, are frequent problems that</p>	<p>Kanyleihin liittyvät komplikaatiot, kuten jalan iskemia, verisuonivammat ja massiivinen verenvuoto ovat yleisiä haittavaikutuk-</p>	<p>ECMO-hoitoon voi liittyä komplikaationa jalan iskemiaa, verisuonivammoja ja massiivista verenvuotoa</p>



	contribute to the significant morbidity associated with emergency ECLS.”	sia, jotka liittyvät hätätilanteessa aloitettuun ulkoiseen verenkiertoon.	
Chonde, M. ym 2019	”Currently, there are no standardized protocols for ECPR and current guidelines support ECPR primarily as a salvage treatment. Prior reports do not agree upon a single structure for the development or makeup of ECPR-teams”	Tällä hetkellä ei ole standardoituja protokollia ECMO-hoidosta elvytyksen yhteydessä ja nykyiset ohjeet tukevat ECMOA ensisijaisesti pelastushoitona. Aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole osoitettu yhtä rakennetta ja kokoonpanoa ECPR tiimin jäsenistä.	ECPR:stä ei löydy standardoituja protokollia ja tiimin kokoonpano vaihtelee
Chonde, M. ym 2019	”With relatively little guidance on development or implementation of ECPR teams, institutions may face challenges in developing their own”	Suhteellisen vähäisen ohjeistuksen takia ECPR-tiimien kehittämisestä ja implementoinnista, instituutit voivat kohdata haasteita omien tiimien kehittämisessä.	ECPR-tiimin kehittäminen ja implementointi voi olla haastavaa
Chonde, M. ym 2019	”For the purposes of initial screening, we developed a checklist based on 4 Utstein characteristics with the goal of identifying patients likely to have a reversible cause of their collapse and likely recoverable brain injury: witnessed collapse, lay person CPR, initial shockable	Alkuseulontaa varten kehitimme tarkistuslistan, joka perustuu 4 Utseinin kriteereihin tavoitteena tunnistaa potilaat joilla on todennäköisesti hoidettava syy verenkierron romahtamiseen ja todennäköi-	Nähty elottomuus, hoidettava elottomuuden syy ja todennäköisesti parantuva aivovamma, maallikkoelvytys, isketävä rytmi ja 18-60 vuotias potilas voivat olla kriteereitä ECPR-hoidolle.

	rhythm, and age 18-60 years old.”	sesti parantuva aivo- vamma: Nähty elotto- muus, maallikkoelvytys, iskettävä rytmi ja 18-60 vuotias.	
Chonde, M. ym 2019	”If the EMS providers recognized these inclusion crite- ria, they contacted a medical command physician by radio, who would confirm inclusions and also review ex- clusion criteria”	Jos ensihoito tunnisti nämä kriteerit, he ottivat yhteyttä lääkäriin joka vahvasti mukaanottokri- teerit ja arvioi myös poissulkukriteerit.	Ensihoito tunnistaa ECPR kandidaatin ja ottaa yhteyttä lääkäriin tarkempaa seulontaa varten.
Chonde, M. ym 2019	”EMS would apply a mechanical CPR device, such as the LUCAS™, (JOLIFE AB, Sweden) and transport immediately to our hospital for ECPR.”	Ensihoito käyttäisi me- kaanista elvytyslaitetta, kuten LUCAS™ (JO- LIFE AB, Ruotsi) ja kul- jettaisi välittömästi sai- raalaamme ECPR-hoi- toa varten	Nopea kuljetus sairaa- laan käyttäen mekaa- nista elvytyslaitetta.
Chonde, M. ym 2019	”The cannulation team is composed of: two physicians from cardiothoracic sur- gery or critical care medicine who staff the cardiothoracic ICU (CTICU) and who are credentialed to perform femoral venous and arterial cannulation, the CTICU charge nurse,	Kanylointiin kuuluu kaksi lääkäriä sydänki- rurgialta tai sydänteho- osastolta ja joilla on val- tuudet suorittaa las- kimo- ja valtimo- kanylointi. Lisäksi sy- dänteho-osaston hoi- taja ja perfusionisti kuka avustaa siirtymisessä ECMOON.	Kanylointi tiimi vaatii sy- dänkirurgin, sy- dänanestesiologin, sy- dänhoitajan ja perfusi- onistin.

	CTICU nurse and perfusionist who assist with transition on to ECMO.”		
Chonde, M. ym 2019	”EMS delivered patients to a major procedure room within the ED where ECMO cannulation equipment and ECMO pumps are located”	Ensihoito kuljettaa potilaan toimenpidehuoneeseen ensiapuun missä ECMO ja kanylaattotarvikkeet sijaitsevat.	Potilas laitetaan ECMOON ensiavussa.
Chonde, M. ym 2019	”Once on ECMO, the patient was transferred to the cardiac catheterization lab for coronary angiography and then to the cardiothoracic ICU for ongoing management.”	Kun potilas on laitettu ECMO:on hänet siirretään angiohuoneeseen koronaarien angiografian varten, jonka jälkeen sydänteho-osastolle jatkohoitoon.	Ensin potilas ECMO:on sitten sydänangioon.
Chonde, M. ym 2019	”To be eligible for the protocol, patients had to arrive to the ED within 30 min and cannulation had to occur within 60 min from arrest.”	Jotta potilas hyväksytään protokollaan, tulee hänen saapua ensiapuun 30 minuutin kuluessa ja kanylointi tulee tapahtua 60 minuutin kuluttua sydänpysähdyksestä.	Potilaan tulee olla 30 minuutissa sairaalassa ja kanyylit paikallaan 60 minuutissa elottomuuden alusta.
Chonde, M. ym 2019	”We employed targeted temperature management for all patients. In the absence of a neurological catastrophe hypothermia was continued for 24 h followed by slow re-warming.”	Käytimme lämmönhallintaa kaikille potilaille. Jos neurologinen katastrofi jäi puuttumaan, hypotermiaa jatkettiin 24 tuntia, jonka jälkeen aloitettiin hidas lämmitys.	Lämmönhallinta, hypotermia ja hidas lämmitys jatkohoidossa

Chonde, M. ym 2019	"Of the patients that do not achieve ROSC and are pronounced dead at the scene, a small but significant percentage is likely to have benefited from ECPR."	Potilaista, joiden verenkierto ei palaudu kentällä ja julistetaan kuolleeksi, pieni mutta merkittävä prosentti todennäköisesti hyötyisi ECPR-hoidosta.	Pieni osa kentällä kuolleista potilaista voitaisiin pelastaa ECMO:lla.
Chonde, M. ym 2019	"The procedure of cannulation itself is also a challenge. Percutaneous cannulation is more appropriate for OHCA than central cannulation as it allows for continued CPR during the procedure. Cannulation is performed with ultrasound or direct visualization of the vasculature via cut-down"	Kanylaation suorittaminen on myös itsessään haastavaa. Perkutaaninen kanylointi on sopivampaa sairaalan ulkopuolella olevissa sydänpysähdyksissä kuin sentraalinen kanylointi, koska se mahdollistaa jatkuvan painantaelvityksen. Kanylaatio suoritetaan ultraääniohjautusti tai avoimesti verisuoneen.	Perkutaaninen kanylointi ultraäänellä tai avoimesti.
Chonde, M. ym 2019	"Access sites are the common femoral artery and vein. Alternative sites such as internal jugular vein and subclavian artery are available, but are more challenging due to ongoing CPR"	Kanylointireitit ovat yleisemmin reisivaltimo ja -laskimo. Vaihtoehtoisena reittinä sisäinen kaulalaskimo ja solisvaltimo ovat mahdollisia mutta haastavempia jatkuvan elvytyksen aikana.	Yleisemmin kanyylit reisivaltimoon ja reisilaskimoon.
Chen, Z. ym 2019	"Our systematic review and meta-analysis, which compared ECPR and	Sytemaattinen katsausemme ja meta-analyysi, joka vertaili	ECPR-hoito vaikuttaa parantavasti 30 päivän

	CCPR for patients with CA, showed that ECPR was associated with an improved 30-day survival and an improved 30-day neurologic outcome of patients with IHCA”	ECPR:ää tavalliseen elvytykseen sydänpysähdyksessä, osoittaa että ECPR-hoito parantaa 30 päivän selviytymistä ja parantaa 30-päivän neurologista tulosta sairaalan sisäpuolisissa elvytyksissä.	selviytymiseen ja neurologiseen toipumiseen sairaalan sisäpuolisissa elvytyksissä.
Chen, Z. ym 2019	”However, ECPR had no effect on the survival or neurologic outcome of patients with OHCA.”	Kuitenkin ECPR-hoidolla ei ole vaikutusta selviytymiseen tai neurologiseen tulokseen potilailla joiden elottomuus alkaa sairaalan ulkopuolella.	ECPR-hoito ei paranna sairaalan ulkopuolelle alkavan elottomuuden ennustetta.
Chen, Z. ym 2019	”In particular, ECPR-treated patients were more likely to be male, younger, and suffering from AMI, all of which are associated with increased survival in this setting”	ECPR-hoito saaneet potilaat olivat todennäköisesti miehiä, nuorempia ja kärsivät akuutista sydäninfarktista, jotka kaikki nostavat selviytymisprosenttia tässä ympäristössä	ECPR-hoitoa saaneet olisivat selvinneet todennäköisemmin muutenkin.
Okada, Y. ym 2022	”Regarding the eligibility, the following three criteria have been particularly considered as being clinically important: the initial cardiac rhythm is ventricular fibrillation (VF) or pulseless ventricular tachycardia (pVT), time duration from emergency call	Kelpoisuusehtoina ollaan pidetty seuraavaa kolmea kliinisesti tärkeää kriteeriä: lähtörytminä on kammiovärinä (VF) tai pulsiton kammiotakykardia (pVT), hätäpuhelusta sairaala-	Kelpoisuusehtona isketävä lähtörytmi, hätäpuhelusta sairaalassa 45 minuutissa ja alle 75 vuotta.

	initiation to hospital arrival is within 45 minutes, and patient age younger than 75 years”	laan saapumista 45 minuutin sisällä ja potilaan ikä alle 75 vuotta.	
Haas, N.L. ym 2017	”Most were placed percutaneously (71.0%), and the most common locations were the femoral artery (98.6%) and femoral vein (95.7%). Additional cannula locations reported included the aorta, common carotid artery, right atrium, and internal jugular vein”	Eniten kanyyleita oli laitettu perkutaanisesti ja yleisimmät paikat olivat reisivaltimo ja reisilaskimo. Vaihtoehtoisia kanyylinpaikkoja oli raportoitu muun muassa aortassa, oikeassa eteisessä, sisemmässä kaulalaskimossa.	Kanyylit yleisimmin perkutaanisesti reisivaltimeen ja reisilaskimoon.
Haas, N.L. ym 2017	”The most common arterial cannula diameters were 17 Fr (22.3%) and 19 Fr (14.9%), and the most common venous cannula diameters were 21 Fr (21.7%) and 25 Fr (14.0%) (Supplemental Table 1). The most commonly used cannula diameters (17 Fr arterial and 21 Fr venous) did not differ by gender.”	Yleisin valtimokanyylin koko oli 17 Fr ja 19 Fr ja yleisin laskimokanyylin koko oli 21 Fr ja 25 Fr. Yleisimmin käytetyillä kanyylin koolla ei ollut ero sukupuolesta riippuen.	Sukupuolesta riippumatta yleensä 17 Fr tai 19 Fr valtimokanyyli ja 21 Fr tai 25 Fr laskimokanyyli.
Haas, N.L. ym 2017	”The most commonly used pumps were the Jostra Rotaflow (35.0%) and Cardiohelp (29.0%)”	Yleisimmin käytetyt pumpit olivat Jostra Rotaflow (35%) ja Cardiohelp (29%)	Rotaflow tai Cardiohelp on yleisimmin käytetty pumppu.
Haas, N.L. ym 2017	”The overall median duration of ECPR was 47 h (IQR 17–94, range	Kaiken kaikkiaan ECPR hoidon keskikesto oli 47h. ECPR hoidon	ECPR-hoidon kesto on keskimäärin noin 47h.

	0–711) (Table 2). The duration of ECPR for survivors was significantly longer than that of non-survivors.”	kesto oli selviytyjillä merkittävästi pidempi kuin ei-selviytyjillä.	
Yannopoulos, D. ym 2020	”We included all consecutive adults (presumed or known to be 18–75 years old) with an initial OHCA rhythm of ventricular fibrillation or pulseless ventricular tachycardia, no ROSC after three defibrillation shocks, body morphology able to accommodate a Lund University Cardiopulmonary Assist System, and an estimated transfer time to the emergency department shorter than 30 min.”	Otimme mukaan kaikki aikuiset (oletetusti tiedetysti 18-75 vuotias), joilla oli lähtörytminä kammiovärinä tai pulsiton kammiotakykardia, ei spontaanin verenkierron palautumista jälkeen 3 defibrilointiyrityksen jälkeen, kehon morfologia sopii Lundin yliopiston kardiopulmonaaliseen tukilaitteeseen, ja arvioitu kuljetusaika ensiapuun on alle 30 minuuttia.	potilasvalintana 18-75 vuotias, iskettävä lähtörytmi, eikä ROSC kolmen defibriloinnin jälkeen ja alle 30 minuutin kuljetusmatka ensiapuun.
Yannopoulos, D. ym 2020	”In the early ECMO facilitated resuscitation group, patients gained immediate access to the cardiac catheterisation laboratory regardless of presence or absence of pulses on hospital arrival. In the catheterisation laboratory, patients undergoing cardiopulmonary resuscitation had arterial blood gas collected and, if resuscitation discontinuation criteria	Varhaisessa ECMO-ohjauksessa ryhmässä, potilaat vietiin välittömästi sydänangioon. Sydänangiassa jatkuvassa elvytyksessä potilaista otettiin valtimoverinäyte josta tehtiin verikaasuanalyysi. Jos elvytyksen lopettamiskriteereistä kaksi tai useampi seuraavista täyttyivät: EtCO2	Potilaat vietiin suoraan sydänangioon, jossa arvioitiin verikaasuanalyysi ja jos lopettamiskriteerit eivät täytyneet laitettiin potilas ECMO:on, jonka jälkeen tehtiin angiotutkimus ja mahdollinen toimenpide.

	<p>were met (two or more of the following: end-tidal CO<sub>2</sub> &lt;10 mm Hg, PaO<sub>2</sub> &lt;50 mm Hg or oxygen saturation &lt;85%, and lactic acid &gt;18 mmol/L), all further efforts were terminated and the patient was declared dead.</p> <p>If not, peripheral veno-arterial ECMO support was initiated and an angiogram immediately done with revascularisation as clinically indicated."</p>	<p>&lt;10mm Hg, PaO<sub>2</sub> &lt;50mm Hg tai happisaturaatio &lt; 85% ja laktataatti &gt;18mmol/L, kaikki yritykset lopetettiin ja potilas todettiin kuolleeksi. Jos ei, perkutaaninen V-A ECMO tuki aloitettiin, jonka jälkeen angiotutkimus ja mahdollinen revaskularisaatio tehtiin välittömästi.</p>	
Boudoulas, K.D. ym 2020	<p>"Epinephrine and amiodarone were administered as per advanced cardiovascular life support (ACLS) protocol, patients were also intubated, and the automated CPR device (LUCAS chest compression system, Stryker Medical, Portage, Michigan) was placed and initiated at 100 to 120 beats per minute."</p>	<p>Efedriini ja amiodaroni annosteltiin normaalin hoitoelvytysprotokollan mukaan. Potilaat myös intuboituihin ja kytkettiin automaattiseen elvytyslaitteeseen, (LUCAS painanta laitejärjestelmä, Stryker Medical Portage, Michigan) joka asennettiin painamaan 100-120 kertaa minuutissa.</p>	<p>Normaalit hoitoelvytyslääkkeet, intubointi ja mekaaninen elvytyslaite.</p>
Boudoulas, K.D. ym 2020	<p>"Exclusion criteria in the field included do not resuscitate (DNR) pre-specified wishes by the victim, asystole at any time, PEA upon arrival, and lack of automated CPR device in place for</p>	<p>Poissulkukriteerit kentällä olivat elvytyskielto, asystole milloin tahansa, PEA saapuessa potilaan luo ja auto-</p>	<p>Jos potilas menee asystoleen milloin tahansa, lähtörytmi on PEA, potilaalla on DNR tai ei ole mahdollista käyttää automaattista</p>



	transportation.”	maattisen elvytyslaitteen puuttuminen siirron aikana.	elvytyslaitetta -> ei sovellu ECPR hoitoon.
Scquizzato, T. ym 2022	”In this systematic review and meta-analysis including only randomized trials and propensity score-matched studies, patients with OHCA treated with E-CPR had higher rates of survival, also with favorable neurological outcome, compared to C-CPR.”	Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analyyssissä, joka pitää sisällään ainoastaa satunnaistetut tutkimukset ja PSM tutkimukset, potilaat joiden elototu muutta sairaalan ulkopuolella hoidettiin ECPR-hoidolla on korkeammat selviytymismahdollisuudet ja suotuisimmat neurologiset tulokset, verrattuna normaalin hoitoelvytykseen.	ECPR-hoito tuottaa korkeammat selviytymismahdollisuudet ja paremman neurologisen toipumisen.
	”The patient should be prepared for transport to a cardiac arrest center capable of E-CPR, mechanical CPR should be initiated, a valid vascular access obtained, and a definitive airway placed. At hospital arrival, E-CPR must be initiated immediately and followed by post-cardiac arrest care that	Potilas tulee valmistella kuljetukseen sellaiseen keskukseseen, joka kykenee ECPR hoitoon, mekaaninen elvytyslaite tulee olla käytössä, toimiva suoniyhteys avattu ja tiivis ilmatien hallinta väline paikallaan. Sairaalaan saavuttua ECPR-hoito tulee aloittaa välittömästi ja seurata elvytyksen jälkeistä	Mekaaninen elvytyslaite, toimiva ilmatien hallinta ja suoniyhteys kentällä.  ECPR-hoito välittömästi sairaalaan tultessa, jonka jälkeen interventio.

	include temperature control, advanced ventilatory, and circulatory support, and definitive treatment (e.g., coronary angioplasty). In the post-cardiac arrest phase, a comprehensive approach to mechanical circulatory support should be available, including intra-aortic balloon pump and left ventricular assist devices.”	hoitoa, johon kuuluu lämpötilakontrolli, kontrolloitu ventilaatio ja syyn mukainen hoito (esimerkiksi koronarien angioplastia). Verenkierron pysähdyksen jälkeinen kattava lähestymistapa mekaaniseen verenkierrontukihoittoon tulee olla saatavilla, kuten kontrapulsaattori ja vasemman kammion tukilaitteet.	Huomioitava elvytyksen jälkeinen hoito (lämpötilakontrolli, kontrolloitu ventilaatio yms.)  Kontrapulsaattori ja vasemman kammion tukilaitteet saatavilla.
D'Arrigo, S. ym 2017	”However, the potential benefit of ECPR should be balanced against the risk of futility, post-anoxic brain damage and additional costs so that selecting patients who will benefit most from ECPR is essential.”	Kuitenkin mahdollinen hyötö ECPR-hoidosta tulee tasapainottaa turhan riskin, anoksisen aivovaurion ja lisäkustannusten kanssa, joten ECPR:stä eniten hyötävien potilaiden valinta on välttämätöntä.	Potilas valinta on tärkeää riskien ja kustannusten välttämiseksi.