

Ari Salo, Pauli Vuorinen, Marjut Varpula, Jyri Koivumäki, Jouni Nurmi, Erika Wilkman ja Tuukka Puolakka

## Sairaalan ulkopuolisen sydänpysähdyksen ECMO-avusteinen elvytys

Sydänpysähdyksen saaneen potilaan verenkiertoa ei lyhyestä tavoittamisviiveestä ja tehokkaasta hoitoelvytyksestä huolimatta saada aina käynnistymään. Potilaan kuljettaminen elvyttäen sairaalaan sydän-keuhkokoneeseen on alun perin otettu käyttöön alilämpöisten sydänpysähdyspotilaiden hoitamiseksi, mutta viime vuosina kajoavaa verenkierron tukihoitoa on alettu soveltaa myös muihin sydänpysähdyspotilaisiin, joiden verenkierto ei palaudu tavanomaisilla elvytystoimilla. Sydän-keuhkokoneesta kehitetyllä ECMO-laitteella (veren kehonulkoinen happeuttaminen, extracorporeal membrane oxygenation) potilaan verenkiertoa tuetaan siten, että sydänpysähdyksen aiheuttanut syy voidaan hoitaa, ja näin turvataan riittävä verenkierto elimistön toipumiselle. Hoito vaatii runsaasti resursseja ja on potilaalle erittäin raskasta, mikä korostaa tarkan potilasvalinnan merkitystä. Parhaimmillaan ECMO-avusteisella elvytyksellä voidaan merkittävästi parantaa selviytymistä tilanteessa, joka tavanomaisella hoidolla johtaisi potilaan menehtymiseen.

Sairaalan ulkopuolisen äkillisen sydänpysähdyksen ilmaantuvuus on noin 80 tapausta 100 000 asukasta kohden vuodessa, joten väkilukuun mitoitettuna Suomessa ensihoito kohtaa keskimäärin 12 sydänpysähdyspotilasta päivässä (1–3). Elvytystä yritetään hieman yli puolessa tapauksista (3). Tyypillisin äkillisen sydänpysähdyksen aiheuttaja on sydänperäinen syy. Taustalta löytyy useimmiten sepelvaltimotautikohtaus tai rytmihäiriö. Eisydänperäisiä syitä ovat muun muassa trauma, keuhkoembolia, myrkytys, hukkuminen, tukehtuminen tai ei-traumaattinen verenvuoto. Tässä katsauksessa esittelemme ECMO:n roolia normaaliämpöisten ei-traumaattisten sydänpysähdyspotilaiden hoidossa.

### Sydänpysähdyksestä selviytyminen

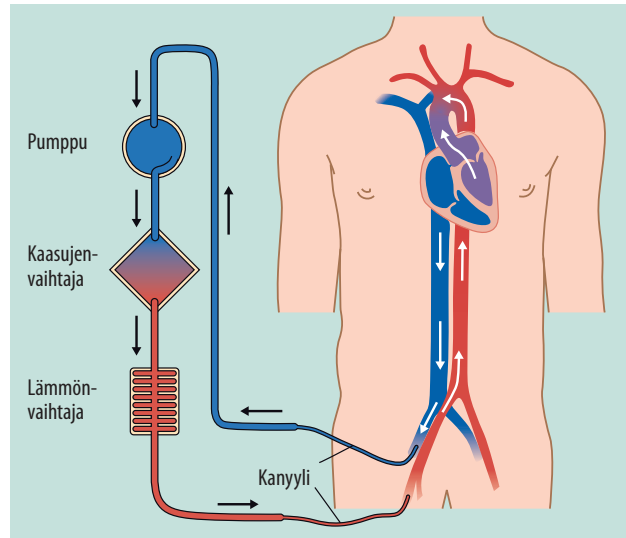
Merkittävimmät sydänpysähdyspotilaan selviytymiseen vaikuttavat tekijät ovat elottomuuden alun havaitseminen ja välitön hätäilmoitus 112:een, maallikkopaineluevlytyksen aloittaminen ja tarvittaessa maallikkodefibrillaatio sekä ensihoidon tavoittamisviive. Defibrilloitava

alkurytmi, potilaan agonaalinen hengitys tai reagointi elvytystoimiin sekä varhainen verenkierron palautuminen liittyvät hyvään toipumiseen. Jos alkurytmi on defibrilloitava, voidaan hyvin toimivan hoitoketjun ansiosta saavuttaa jopa yli 50 %:n selviytyminen (4). Pulssittoman alkurytmin ja asystolen yhteydessä ennuste on selvästi lohduttomampi.

Elvytystilanteen pitkittyessä potilaan ennuste heikkenee jyrkästi, vaikka lähtökohdat olisivat olleet suotuisatkin (5,6). Viime kädessä sydänpysähdyspotilaan selviytymisessä merkittävin asia on neurologinen toipuminen. Potilaiden, joiden verenkierto on saatu elvytystoimilla käynnistymään, yleisin kuolinsyy on sydänpysähdyksen aikana riittämättömästä verenvirtauksesta johtuva iskeeminen aivovaurio.

Refraktorisella sydänpysähdyksellä tarkoitetaan tilannetta, jossa lyhyestä tavoittamisviiveestä ja tehokkaasta hoitoelvytyksestä huolimatta ei saavuteta pysyvää verenkiertoa (7). Syyinä voivat olla sydänlihasiskemiasta johtuva toistuva kammiovärinä, sepelvaltimotukokset tai sydänpysähdyksestä itsestään aiheutuva pumppaustoiminnan häiriö, elottomuuden

**KUVA 1.** VA-ECMO:n toimintaperiaate. Laskimoveri ohjataan nivuslaskimosta viedyn kanyylin kautta pumppuun ja kaasuvaihtajaan sekä lämmönvaihtajaan, mistä veri palautuu nivusvaltimokanyylin kautta verenkiertoon (10).



pitkittyessä kehittyvä metabolinen asidoosi tai sydänlihaksen herpaantuminen (stunning) (8). Välittömästi verenkierron käynnistymisen jälkeen on olemassa uuden sydänpysähdyksen vaara, ja osassa tapauksista spontaani verenkierto (ROSC) saavutetaan ja menetetään toistuvasti.

## Sydänpysähdyspotilaan ECMO-hoito

Potilaan kuljettaminen elvyttäen sairaalaan ja kytkeminen sydän-keuhkokoneeseen on alun perin otettu käyttöön alilämpöisiä sydänpysähdyspotilaita varten (9). Viime vuosina tästä edelleen kehitettyä ECMO-laitetta on käytetty myös normaalilämpöisten potilaiden hoidossa, kun heidän verenkiertonsa ei käynnisty tavanomaisilla elvytystoimilla. Kun ECMO-laitetta (**KUVA 1**) käytetään sydänpysähdyspotilaan verenkierron ylläpitämiseen, puhutaan ECPR-hoidosta (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation) (10).

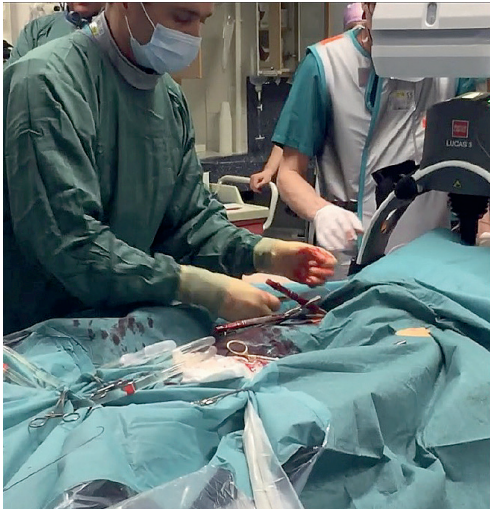
Mekaaninen veren kierrättäminen ja happeuttaminen turvaavat hapenpuutteesta herkästi vaurioituvien elinten kuten aivojen perfuusion ja mahdollistavat samanaikaisen sydänpysähdyksen syyn hoidon, kuten sepelvaltimoiden revaskularisaation, kammiovärinä tai pulssittoman rytmin edelleen jatkussa. Suotuisassa tilanteessa potilaan sydämen pumppaustoiminta palautuu, ja verenkierron toipussa ECMO-hoidosta voidaan siirtyä ta-

vanomaiseen elvytyksenjälkeiseen teho- ja vuodeosastohoitoon.

## ECPR-toiminnan järjestäminen

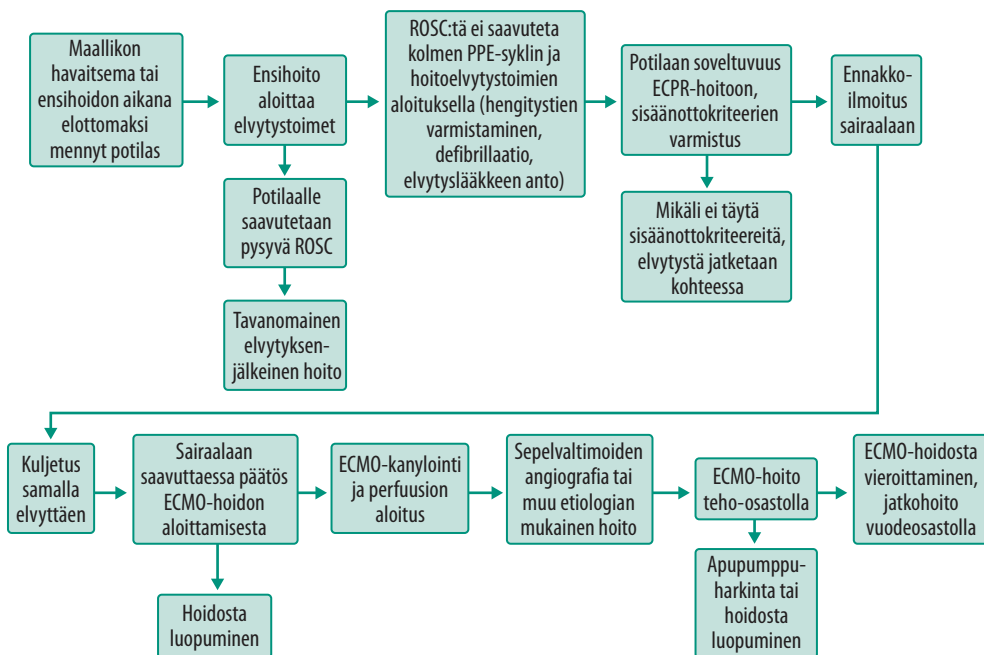
ECPR-toimintaprotokollat vaihtelevat eri maisa ja keskuksissa. Luonnollisesti sydänpysähdyksen tapahtumapaikan etäisyys ECMO-keskukseen määrittää hoitomuodon saatavuuden. Yhdysvalloissa ECPR-hoidon piirissä on maantieteellisesti kuljetusaikojen takia vain noin 2 % sairaalan ulkopuolisista sydänpysähdyspotilaita (11).

Tyypillisimmin potilas kuljetetaan paineluevityslaitteella elvyttäen ECMO-keskukseen, jossa ECMO-hoito aloitetaan päivystyspoliklinikassa angiolaboratoriossa (**KUVA 2**) tai leikkaussalissa. ECMO-keskuksesta voidaan myös hälyttää hoitoryhmä lähialueen sairaalaan, johon ensihoito sydänpysähdyspotilasta kuljettaa. Tällaisessa hybridimallissa hoitoryhmä aloittaa ECMO-hoidon ja siirtää potilaan ECMO-keskukseen jatkohoitoon (12). Joissakin kaupungeissa, kuten Pariisissa, Lyonissa, Berliinissä, Albuquerqueissa sekä Minneapolisissa, on päädytty pitkien ECMO-hoidon aloitusviiveiden vuoksi ottamaan käyttöön autolla liikkuvia yksiköitä, jotka aloittavat ECMO-hoidon jo sairaalan ulkopuolella ensihoidon aikana (13). Alankomaissa samantyyppistä toimintamallia tutkitaan koko maan laajuisesti osana lääkihelikopteritoimintaa (14).



**KUVA 2.** ECPR-potilaan hoitoa sydäntutkimusosastolla. Potilaalle on punktoitu ECMO-kanyyli reisivaltimoon ja -laskimoon. Elvytystä jatketaan mekaanisella paineulvytyslaitteella, kunnes ECMO-laitteella saavutetaan riittävä verenvirtaus.

Suomessa ECMO-hoitoa ei ole käytössä sairaalan ulkopuolella hoitolaitossiirtoja lukuun ottamatta. HUS:n ECPR-hoitoketju sydänpysähdyksestä ECMO-hoitoon esitetään **KUVASSA 3**.



**KUVA 3.** HUS:n ECPR-prosessikuvaus.

ECMO = extracorporeal membrane oxygenation, ECPR = extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, PPE = painelu-puhalluselvytys, ROSC = spontaanin verenkierron palautuminen

## Potilasvalinta

ECPR-hoitoa pidetään nykyisin ainoana hoitomuotona, joka voi pelastaa potilaan refraktorisen sydänpysähdyksen yhteydessä. Hoito on kuitenkin raskasta ja kajoavaa tehohoitoa, johon parhaimmillaankin liittyy pitkä toipumisprosessi ja vakavien komplikaatioiden, kuten verisuonivaurioiden nivuskanyylien asennuksen yhteydessä, verenvuodon, infektion, tromboemolian, aivoverenkiertohäiriön tai alaraajaiskemian mahdollisuus (15). Oikea potilasvalinta on oleellista, jotta potilas hyötyisi hoidosta ja hoito olisi kustannustehokasta. ECPR-hoitoon valittavan potilaan toipumisreservin tulee alkutilanteessa olla riittävä, jotta olisi mahdollista saavuttaa suotuisa fyysinen ja neurologinen selviytyminen.

Potilasvalinnassa käytetään tietoa potilaan aiemmasta terveydentilasta, sydänpysähdyksen tapahtumatietoja, mahdollisia elonmerkkejä elvytyksen aikana sekä arvioitua ECMO-hoidon aloitusviivettä. Liian liberaali käytäntö elvyttäen kuljettamisessa saattaa johtaa jopa sydänpysähdyspotilaiden kokonaiselviyty-

misen huonontumiseen. Potilaan siirtäminen elottomana esimerkiksi kerrostaloasunnosta ambulanssiin on vaativaa ja voi heikentää merkittävästi elvytyksen laatua mekaanisen paineluelvytyksen aikana (16). HUS-alueen ensihoidon ECPR-potilasvalintakriteerit esitetään **TAULUKOSSA 1.**

Vaikka Helsingin ensihoitopalvelun sydänpysähdyksrekisterin mukaan pysyvä ROSC jää saavuttamatta 51 %:ssa kaikista elvytysyrityksistä, ECPR-potilasvalintakriteerit täyttävien osuus elvytysyrityksistä on enintään 5–10 % (julkaisematon havainto). Lopullinen päätös ECMO-hoidon aloituksesta tehdään potilaan saapuessa sairaalaan. Hoidon hyödyttömyyteen viittaavat hyvin suuri valtimoveren laktaattipitoisuus, pieni pH-arvo sekä tehottomasta paineluelvytyksestä kertova loppu-uloshengityksen pieni hiilidioksidiosapaine. Täten ECMO-hoidettujen potilaiden lopullinen määrä jää alle 5 %:iin ensihoidon elvytysyrityksistä.

## Hoitotulokset

Sairaalan ulkopuolisen sydänpysähdyksen ECPR-hoidosta on julkaistu useita takautuvia havainnoivia tutkimuksia (17–20). Tutkimustuloksia yhteen keränneen meta-analyysin mukaan kokonaisselviytyminen elossa sairaalasta oli 24 % ja suotuisan neurologisen toipumisen saavutti 19 % potilaista (21).

Satunnaistettuja tutkimuksia ECPR-hoidosta on julkaistu toistaiseksi kolme. Niiden potilasmäärissä ja mukaanottokriteereissä on merkittäviä eroja. Minneapolisissa tehdyssä ARREST-tutkimuksessa 30 potilasta, joille ei saavutettu spontaaniverenkiertoa defibrilloitavasta alkurytmistä vähintään kolmella defibrillaatioiskulla, satunnaistettiin saamaan ECMO-hoitoa tai tavanomaista hoitoelvytystä (22). ECMO-hoidon jälkeen oli elossa kuuden kuukauden kuluttua jopa 43 % potilaista. Vertailuryhmässä vain yksi selviytyi elossa sairaalasta, mutta hänkin menehtyi ennen kolmen kuukauden seuranta-ajan umpeutumista.

Prahassa tehdyssä tutkimuksessa ECPR-hoidon edellytyksenä olivat alkurytmistä riippumatta maallikon havaitsema sydänpysähdys, sydänperäiseksi arvioitu sydänpysähdyksen syy

**TAULUKKO 1.** HUS:n ensihoidon ECPR-potilasvalintakriteerit.

- Alkurytmi kammiovärinä tai pulssiton kammiotakykardia  
Yksittäistapauksissa erityistä harkintaa käyttäen myös PEA-alkurytmisissä (laaja-alainen iskemia, ensihoidon aikana elottomaksi mennyt myrkytys- tai keuhkoemboliapotilas)
- Ikä alle 70 vuotta
- Tiedossa ei ole merkittäviä perussairauksia tai toimintakykyä heikentäviä tekijöitä
- Elottomuuden alku on nähty tai kuultu
- Aika ilman mitään elvytystä on ollut enintään viisi minuuttia
- Ensihoito tavoittaa potilaan enintään kymmenessä minuutissa
- Elottomuus jatkuu vähintään kolmen PPE-syklin jälkeen defibrillaatiosta ja elvytyslääkkeiden antamisesta huolimatta
- Potilas on intuboitu
- Tehokas paineluelvytys on kuljetuksen aikana mahdollista paineluelvytyslaitteen avulla  
EtCO<sub>2</sub> > 1,3 kPa  
Syke tunnettavissa
- ECMO-hoito on mahdollista järjestää riittävän nopeasti  
Tavoitteena alle 60 minuutin mutta viimeistään 90 minuutin kuluessa sydänpysähdyksen alusta

ECMO = extracorporeal membrane oxygenation, EtCO<sub>2</sub> = loppu-uloshengityksen hiilidioksidiosapaine, PEA = pulssiton rytmi, PPE = painelu-puhalluselvytys

ja se, ettei verenkierron palautumista saavutettu vähintään viiden minuutin hoitoelvytyksellä (23). Tavoitteena oli aloittaa ECMO-hoito 60 minuutin kuluessa sydänpysähdyksestä. Tutkimuksen 256 analysoidusta potilaasta ECPR-ryhmässä sairaalasta selviytyi elossa 32 % ja pelkkää hoitoelvytystä saaneista 22 %. Tilastollista merkitsevyyttä ei kuitenkaan saavutettu, ja tutkimuksen ennenaikaista keskeyttämistä onkin kritisoitu.

Viimeisimmässä eli Alankomaissa toteutetussa INCEPTION-monikeskustutkimuksessa analyysivaiheeseen eteni 134 potilasta (24). Vaikka potilaita kuljetettiin sairaalaan nopeasti eli keskimäärin 36 minuutissa sydänpysähdyksestä, perfuusiokanyylien asettamiseen kului huomattavan kauan aikaa ja mediaaniviive sydänpysähdyksestä ECMO-hoidon aloittamiseen oli 74 minuuttia. Selviytyneiden osuus oli 30 päivän kuluttua ECPR-ryhmässä 20 % ja tavanomaista hoitoelvytystä saaneiden osalta

TAULUKKO 2. ECPR-toiminta Suomessa vuosina 2016–2022.

Sairaanhoidopiiri	Säännöllisen toiminnan aloitus	Ensihoidon tarjoamat ECPR-kandidaatit	Toteutuneet ECMO-hoitojaksot	Ympäri vuorokautinen toimintamalli	Simulaatioharjoittelu
HUS	2016	77	33	Kyllä	Kyllä
KYS	2019	Ei tiedossa	8 <sup>1</sup>	Kyllä	Ei
OYS	2021	Ei tiedossa	1	Kyllä	Ei
Tays	2018	Ei tiedossa	15	Kyllä	Kyllä
Tyks	Ei	Ei tiedossa	1	Ei	Ei

<sup>1</sup>Sisältää myös Pohjois-Karjalan keskussairaalassa aloitetut ECMO-hoidot

16 %. Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Koska tämänkin tutkimuksen aineisto oli varsin pieni sen kysymyksenasetteluun nähden, kaivataan aiheesta lisää tutkimusta suuremmissa potilasaineistoissa.

## Toiminta Suomessa

Maassamme ECPR-hoito toteutetaan yliopistosairaalan ja sen alueen ensihoitopalvelun yhteistyönä. Toimintamalli perustuu valikoitujen potilaiden kuljettamiseen mekaanisella painelulaitteella elvyttämällä sairaalan sydäntutkimusosastolle, jossa lopullinen päätös ECMO-hoidon aloituksesta tehdään (potilasesimerkit 1 ja 2). Vaihtoehtoisesti ECMO-hoito voidaan aloittaa leikkaussalissa. Hoidon aloittamisesta sairaalassa vastaa hoitoryhmä, johon yleensä

kuuluu kardiologi, sydänkirurgi, anestesioologi sekä anestesia-, ECMO-, instrumentti- ja angiografiatoiminnassa avustavia sairaanhoitajia.

Kansallisesti ECPR-toiminta vaihtelee nykyisin merkittävästi alueellisesti (TAULUKKO 2). Toistaiseksi Tyksissä ei ole lainkaan järjestäytyntä ECPR-toimintaa, ja ainoastaan HUS rekisteröi järjestelmällisesti kaikki hoitoon tarjotut sydänpysähdyspotilaat. Myös Pohjois-Karjalan keskussairaalassa on valmius ECMO-hoidon aloittamiseen sydänpysähdyspotilaalle, jolloin potilas kuljetetaan KYSiin jatkohoitoa varten.

HUS:n ECPR-potilaiden alustavia hoitotuloksia on vastikään esitelty kansainvälisessä kongressissa Lontoossa (25). Kuuden vuoden tutkimusjakson aikana vuosina 2016–2021 ECPR-hoitoon tarjottiin yhteensä 73 potilasta, joista 67 (92 %) oli miehiä ja joiden keski-ikä oli 54 (keskihajonta 11) vuotta. Alkurytmi oli defibrilloitava 61 (84 %) tapauksessa. Ensihoidon tavoittamisviiveen mediaani oli 8,5 (kvartiiliväli 7–11) minuuttia, ja potilas saapui sairaalaan 56 (45–68) minuutissa elottomuuden alusta.

ECMO-hoito aloitettiin 37 (51 %) potilaalle. Hoidon aloittamiseen kului aikaa sairaalaan saapumisesta 23 (16–30) minuuttia ja elottomuuden alusta ECMO:n käynnistymiseen (low-flow time) puolestaan 84 (71–105) minuuttia. Kolmesta potilasta (35 %) selviytyi elossa sairaalasta ja heistä yhdentoista (30 %) neurologinen selviytyminen oli hyvä (Cerebral Performance Category 1–2 eli itsenäinen suoriutuminen päivittäistoiminnoista). Valtaosalla (91 %) selviytyneistä ECPR-potilaista oli defibrilloitava alkurytmi, ja kaikkien sydänpysähdysten syy oli oletettavasti sydänperäinen. Tulokset vastaavat kansainvälistä tutkimusnäyttöä ja ovat kannustavia.

### Ydinasiat

- ▶▶ ECMO-laitetta (extracorporeal membrane oxygenation) käytetään henkeä uhkaavan hengityksen tai verenkierron vaurioiden hoidossa.
- ▶▶ ECPR-hoidossa (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation) potilas kytketään ECMO-laitteeseen elvytyksen aikana, jotta sydänpysähdysten aiheuttanutta syytä voidaan hoitaa.
- ▶▶ ECPR-hoitoon soveltuvat hyväennusteiksi arvioidut sydänpysähdyspotilaat, joiden pysyvä verenkierto ei palaudu tavanomaisilla elvytystoimilla.
- ▶▶ ECMO-hoitoa saaneista potilaista noin 20–30 % selviytyy sydänpysähdyksestä hyvällä neurologisella lopputuloksella.

## Omat potilaat

**POTILAS 1.** Aiemmin terveen 26-vuotiaan miehen puoliso havahtui aikaisin aamulla, kun mies oli nous-  
sut yllättäen sängyssä istumaan henkeään haukkoen  
ja mennyt saman tien elottomaksi. Puoliso soitti hätä-  
numeroon, josta ohjeistettiin maallikkoelvytys. Ensi-  
hoitopalvelun ambulanssi ja lääkäriyksikkö olivat koh-  
teessa alle kymmenessä minuutissa. Potilaan alkuryt-  
miksi todettiin kammiovärinä. Ensihoitolääkäri intuboi  
potilaan, ja hänelle annettiin elvytyslääkkeinä adrena-  
liinia ja amiodaronia. Kammiovärinää defibrilloitiin tu-  
loksetta useita kertoja. Potilaalla havaittiin agonaalisia  
hengenvetoja koko elvytyksen ajan.

Potilasta tarjottiin ECPR-hoitoon, ja hänet kulje-  
tettiin ambulanssilla mekaanisella paineluelvytyslait-  
teella elvyttäen suoraan yliopistosairaalan sydäntutki-  
musosastolle. Sairaalaan potilas saapui alle 50 minu-  
tissa hätäpuhelusta, luovutettaessa sydämen rytminä  
oli edelleen kammiovärinä. ECMO-hoito alkoi 62 mi-  
nuutin kuluttua sydänpysähdyksen alusta. Sepelvalti-  
moiden varjoainetutkimuksessa ei todettu poikkeavia  
löydöksiä. Tämän jälkeen kammiovärinä saatiin kään-  
nettyä kolmella defibrillaatiolla sinusrytmiin. Potilas  
siirtyi jatkohoitoon teho-osastolle.

Potilaalle kehittyi dialyysihoitoa vaatinut äkillinen  
munuaisvaurio. Työdiagnosina pidettiin hypertro-  
fista kardiomyopatiaa tai myokardiittia. Etiologisina  
selvittelyinä tehtiin toistetusti sydämen magneettiku-  
vaus, otettiin sydänlihaksesta useita kudoksenäytteitä  
ja tilattiin niin sanottu kardiomyopatiapaneeli DNA-  
näytteestä. Lisäksi potilaalle tehtiin laajoja tulehdus-  
sellisia ja endokriinisia jatkotutkimuksia. Tehohoito  
kesti 18 päivää, joista viikon ajan potilas oli ECMO-hoi-  
dossa, ja sairaalahoito reilun kuukauden.

Lopulta diagnosoiksi varmistui dilatoiva kardio-  
myopatia, ja potilaalle asetettiin iskevä sydämen-  
tahdistin. Potilas toipui sydänpysähdyksestään erin-  
omaisesti. Hän harrastaa aktiivisesti liikuntaa ja käy  
normaalisti töissä. Kardiologisessa seurannassa sydän-  
tilannetta kuvaillaan vakaaksi, joten seurantaväliä on  
voitu harventaa.

**POTILAS 2.** Uniapneaa sairastava 46-vuotias mies  
soitti yöllä hätänumeroon levossa alkaneen rintakivun  
vuoksi. Ensihoidon rekisteröimässä EKG:ssä todettiin  
akuuttiin etuseinän ST-nousufarktiin sopivat muu-

tokset, ja potilas sai protokollan mukaisesti pallolaa-  
jennusta edeltävän lääkehoidon eli asetyyliisalisyy-  
lihappoa 250 mg ja tikagreloria 180 mg tabletteina  
sekä enoksapariinia 40 mg suoneen. Lääkkeiden anta-  
misen jälkeen potilas meni äkillisesti elottomaksi.

Alkurytmi oli kammiovärinä, joka ei reagoanut ta-  
vanomaiseen hoitoelvytykseen. Kohteeseen lisähä-  
lytetty ensihoitolääkäri intuboi potilaan, ja päivystä-  
vän kardiologin konsultaation jälkeen tehtiin päätös  
ECPR-hoidosta. Elvytystä jatkettiin paineluelvytyslait-  
teella, ja potilasta lähdettiin kuljettamaan elvyttäen  
yliopistosairaalan sydäntutkimusosastolle.

Kuljetuksen lopussa saavutettiin hetkellisesti ROSC,  
kun elottomuuden alusta oli kulunut 41 minuuttia.  
Angiolaboratorion toimenpidepöydälle siirrettäessä  
potilas meni kuitenkin uudelleen elottomaksi, ja pai-  
neluelvytystä jatkettiin. Päivystävä kardiologi kanyloi  
reisivaltimon ja -laskimon kaikukuvausavusteisesti, ja  
samassa yhteydessä saadussa valtimoverinäyttees-  
sä todettiin vaikea-asteinen metabolinen asidoosi.  
pH-arvo oli 6,7, happiosapaine ( $pO_2$ ) 13,3 kPa, hiili-  
dioksidiosapaine ( $pCO_2$ ) 8,6 kPa, emäsyylimäärä (BE)  
–29 mmol/l ja laktaattipitoisuus 16,8 mmol/l.

ECMO-hoito aloitettiin 81 minuutin kuluttua sydän-  
pysähdyksestä. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukses-  
sa todettiin eteen laskevassa haarassa ahtauma, joka  
hoidettiin pallolajennuksella ja lääkeverkkoputkella.  
Toimenpiteen myötä potilaan sydän palasi pulsoivaan  
rytmiin, ja hänet siirrettiin jatkohoitoon teho-osastolle.

Hoitojakson aikana merkittävin haaste oli potilaal-  
le kehittynyt vaikea sydämen vajaatoiminta. ECMO-  
hoidon lisäksi verenkierron tueksi tarvittiin levisi-  
mendaani- ja noradrenaliini-infusiota. Potilas sairasti  
myös aspiraatiokeuhkokuumeen. ECMO-hoito pääs-  
tiin lopettamaan neljäntenä ja hengityskonehoito vii-  
dentenä hoitovuorokautena. Tehohoito kesti yhteensä  
kahdeksan ja sairaalahoito 16 päivää. Puolitoista kuu-  
kautta sairaalasta kotiutumisen jälkeen potilas koki  
toipuneensa sydänpysähdyksestä hyvin ja olevansa  
arkiaskareissaan oireeton. Kolmen kuukauden kulut-  
tua tehdyssä neuropsykologisessa tutkimuksessa ei  
todettu poikkeavuuksia, ja potilas sai luvan palata työ-  
elämään.

## Toiminnan kehittäminen

ECPR-potilaan hoito edellyttää moniamma-  
tillista yhteistyötä, aikapaineessa työskentelyä  
sekä nopeaa päätöksentekoa. Hoitoon tarjotta-  
via potilaita on keskusta kohden varsin vähän,  
minkä vuoksi menestyksekkäs ECPR-toiminta

edellyttää paitsi kokemusta ECMO-toiminnas-  
ta myös aktiivista toiminnan arviointia ja kehiti-  
tämistä. Toimintamallista tulisi olla keskusko-  
htainen kirjallinen ohjeistus, jotta toiminta olisi  
yhtenevää niin päivystys- kuin virka-aikanakin.

Potilaiden kliinisestä alkuvaiheen hoidosta on julkaistu vastikään kansainvälisen asiantuntija-paneelin hoitosuositus (26).

ELSO (Extracorporeal Life Support Organization) on yhdysvaltalainen järjestö, joka kerää maailmanlaajuisen rekisteriin tietoja potilaiden ECMO-hoitojaksoista, mukaan lukien anetuista ECPR-hoidoista. Rekisteriin päätyvät kuitenkin vain sinne ilmoitetut tapaukset eli aineisto ei ole kattava. Järjestö julkaisee säännöllisesti muun muassa hoitosuosituksia ja potilashoito-ohjeita (27).

Simulaatiotoiminnasta on saatu aiemmin erinomaisia kokemuksia aikakriittisten potilasryhmien, kuten revenneeseen vatsa-aortan aneurysmaan sairastuneiden hoidossa (28). Simulaatiotoiminnan etuna on, että ECPR-toimintaan osallistuvalla henkilöstöllä on mahdollisuus päästä harjoittelemaan samalla kokoonpanolla, laitteistolla, hoitovälineillä ja aikatavoitteilla kuin todellisessakin tilanteessa.

Kaikista ECPR-hoitoon tarjottavista potilaista tulisi ylläpitää laaturekisteriä, josta käyvät ilmi myös hoitopäätökset perusteluineen. Tämä on ainoa tapa tarkastella potilaiden hoitotulok-

sia järjestelmällisesti, mikä taas on perusedellytys toiminnan kehittämiseksi. Toivottomissa tapauksissa on tärkeää kartoittaa elinluovutuksen mahdollisuutta. ECMO-hoito itsessään ei muodosta estettä elinluovutukselle (29).

## Lopuksi

Ainoastaan valikoitu potilasjoukko hyötyy ECPR-hoidosta. On tärkeää huomioida, että ECPR-hoidon ei ole tarkoitus korvata laadukasta hoitoelvytystä. Mikäli elvytyksen alkutoimille ei kuitenkaan saada vastetta ja ECPR-potilasvalintakriteerit täyttyvät, potilasta tulisi tarjota viipymättä ECMO-hoidon aloitukseen. Käynnissä olevat tutkimukset vastaavat jatkossa entistä tarkemmin potilasvalintaan liittyviin kysymyksiin ja siihen, mikä on sairaalan ulkopuolella aloitetun ECMO-hoidon hyöty sairaalassa aloitettuun hoitoon verrattuna (14,30,31). ■

\* \* \*

Kiitämme ECPR-toiminnan nykytilan tulosten toimittamisesta Petri Aaltosta (TYKS), Tiina Erkinaroa (OYS) ja Timo Nyssöstä (KYS).

**ARI SALO, LL, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri, ensihoitolääketieteen lisäkoulutus, osastonlääkäri**

Akuutti, ensihoidon linja, HUS

**PAULI VUORINEN, LL, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri, ensihoitolääketieteen lisäkoulutus, erikoislääkäri**

Pirkanmaan hyvinvointialue, ensihoitopalvelut

**MARJUT VARPULA, dosentti, kardiologian erikoislääkäri, erikoislääkäri**

Sydän- ja keuhkokeskus, HUS

**JYRI KOIVUMÄKI, LL, kardiologian erikoislääkäri, erikoislääkäri**

Pirkanmaan hyvinvointialue, Tays Sydänsairaala

**JOUNI NURMI, dosentti, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri, ensihoitolääketieteen lisäkoulutus, osastonlääkäri**

Akuutti, ensihoidon linja, HUS ja Helsingin yliopisto

**ERIKA WILKMAN, dosentti, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri, osastonylilääkäri**

Leikkaus- ja tehohoitokeskus, tehohoidon linja, HUS

**TUUKKA PUOLAKKA, LKT, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri, vs. osastonlääkäri**

Akuutti, ensihoidon linja, HUS ja Helsingin yliopisto

### TEEMAN TOIMITTAJAT

Tuukka Puolakka ja Jussi Naukkarinen

### SIDONNAISUUDET

**Ari Salo:** Ei sidonnaisuuksia

**Pauli Vuorinen:** Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (EMA Finland)

**Marjut Varpula:** Ei sidonnaisuuksia

**Jyri Koivumäki:** Luottamustoimet (Suomen Elvytysneuvosto), hankkeet (KIDS SAVE LIVES / Suomen Elvytysneuvosto)

**Jouni Nurmi:** Muut sidonnaisuudet (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK: opetustehtävät; Pro4Pro Oy: opetustehtävät, omistus)

**Erika Wilkman:** Apuraha (Medtronic, External Research Support Grant)

**Tuukka Puolakka:** Apuraha (Tutkimusapuraha Laerdal Foundation for Acute Medicine), luottamustoimet (Reservin lääkintäupseerit), muut sidonnaisuudet (Ambu A/S)

## KIRJALLISUUTTA

1. Kuisma M, Määttä T. Out-of-hospital cardiac arrests in Helsinki: Utstein style reporting. *Heart* 1996;76:18–23.
2. Hiltunen P, Kuisma M, Silfvast T, ym. Regional variation and outcome of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) in Finland - the Finnresusc study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:80.
3. Gräsner J, Wnent J, Herlitz J, ym. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation* 2020;148:218–26.
4. Zive DM, Schmicker R, Daya M, ym. Survival and variability over time from out of hospital cardiac arrest across large geographically diverse communities participating in the Resuscitation Outcomes Consortium. *Resuscitation* 2018;131:74–82.
5. Holmén J, Hollenberg J, Claesson A, ym. Survival in ventricular fibrillation with emphasis on the number of defibrillations in relation to other factors at resuscitation. *Resuscitation* 2017;113:33–8.
6. Park S, Lee SW, Han KS, ym. Optimal cardiopulmonary resuscitation duration for favorable neurological outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2022;30:5.
7. Shanmugasundaram M, Lotun K. Refractory Out of Hospital Cardiac Arrest. *Curr Cardiol Rev* 2018;14:109–14
8. Kern KB, Hilwig RW, Rhee KH, ym. Myocardial dysfunction after resuscitation from cardiac arrest: an example of global myocardial stunning. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:232–40.
9. Davies DM, Millar EJ, Miller IA, ym. Accidental hypothermia treated by extracorporeal blood warming. *Lancet* 1967;1:1036–7.
10. Stark C, Lemström K. ECMO verenkierto- ja kaasujenvaihtovajauksen hoidossa. *Duodecim* 2021;137:1675–7.
11. Gottula AL, Shaw CR, Gorder KL, ym. Eligibility of out-of-hospital cardiac arrest patients for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in the United States: a geographic information system model. *Resuscitation* 2022;180:111–20.
12. Bartos JA, Frascione RJ, Conterato M, ym. The Minnesota mobile extracorporeal cardiopulmonary resuscitation consortium for treatment of out-of-hospital refractory ventricular fibrillation: program description, performance, and outcomes. *EClinicalMedicine* 2020;29:100632.
13. Pozzi M, Cesareo E, Pinero D, ym. Pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: preliminary results of a multidisciplinary approach. *Resuscitation* 2022;176:19–20.
14. ClinicalTrials.gov. ON-SCENE initiation of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation during refractory out-of-hospital cardiac arrest (ON-SCENE). U.S. National Library of Medicine. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04620070>.
15. Kalra R, Kosmopoulos M, Goslar T, ym. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care* 2020;26:228–35.
16. Grunau B, Kime N, Leroux B, ym. Association of intra-arrest transport vs continued on-scene resuscitation with survival to hospital discharge among patients with out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2020;324:1058–67.
17. Lamhaut L, Hutin A, Puymirat E ym. A pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation* 2017;117:109–17.
18. Lunz D, Calabrò L, Belliato M, ym. Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest: a retrospective multicenter study. *Intensive Care Med* 2020;46:973–82.
19. Bougouin W, Dumas F, Lamhaut L, ym. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a registry study. *Eur Heart J* 2020;41:1961–71.
20. Mørk SR, Stengaard C, Linde L, ym. Mechanical circulatory support for refractory out-of-hospital cardiac arrest: a Danish nationwide multicenter study. *Crit Care* 2021;25:174.
21. Downing J, Al Falasi R, Cardona S, ym. How effective is extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) for out-of-hospital cardiac arrest? A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2022;51:127–38.
22. Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, ym. 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* 2020;396:1807–16.
23. Belohlavek J, Smalцова J, Rob D, ym. Effect of intra-arrest transport, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, and immediate invasive assessment and treatment on functional neurologic outcome in refractory out-of-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA* 2022;327:737–47.
24. Suverein MM, Delnoij TSR, Lorusso R, ym. Early extracorporeal CPR for refractory out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2023;388:299–309.
25. Puolakka T, Salo A, Varpula M, ym. Six years of hospital-based ECPR for out-of-hospital cardiac arrest in Helsinki – an observational cohort study. London Trauma Conference, 6.-9.12.2022 Lontoo, Iso-Britannia. [www.londontraumainference.co.uk](http://www.londontraumainference.co.uk).
26. Schmitzberger FF, Haas NL, Coute RA, ym. ECPR2: expert consensus on percutaneous cannulation for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2022;179:214–20.
27. Richardson ASC, Tonna JE, Nanjaya V, ym. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults. Interim guideline consensus statement from the Extracorporeal Life Support Organization. *ASAIO J* 2021;67:221–8.
28. Aho P, Vikatmaa L, Niemi-Murola L, ym. Simulation training streamlines the real-life performance in endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2019;69:1758–65.
29. Fainberg NA, Morrison WE, West S, ym. Organ donation from patients on extracorporeal membrane oxygenation at the time of death. *Crit Care Explor* 2022;4:e0812.
30. ClinicalTrials.gov. A comparative study between a pre-hospital and an in-hospital circulatory support strategy (ECMO) in refractory cardiac arrest (APACAR2). U.S. National Library of Medicine. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02527031>.
31. Singer B, Reynolds JC, Davies GE, ym. Sub30: protocol for the Sub30 feasibility study of a pre-hospital extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) capable advanced resuscitation team at achieving blood flow within 30 min in patients with refractory out-of-hospital cardiac arrest. *Resusc Plus* 2020;4:100029.