

Jesse Järvinen

**Elvytystilanteet sairaalan ulkopuolella Varsinais-Suomen
sairaanhoitopiirissä vuonna 2021**

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2024

Lääketieteen tiedekunta

Turun yliopisto

Jesse Järvinen

**Elvytystilanteet sairaalan ulkopuolella Varsinais-Suomen
sairaanhoitopiirissä vuonna 2021**

Kevät lukukausi 2024

Ohjaaja: Timo Iirola

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

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin sairaalan ulkopuolisten elvytysten tulokset Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella vuonna 2021. Toistetusti tutkimalla elvytystuloksia voidaan kehittää ensihoitojärjestelmän resursseja, toimintatapoja ja maallikoiden toimintaa elvytyksen kaltaisessa hätätilanteessa. Tuloksilla voidaan mitata konkreettisesti, miten erilaiset hankkeet tai toimintatavat ovat vaikuttaneet vuosien saatossa tilastoihin.

Tutkimus oli toistettava Utstein-rekisteritutkimus, jossa analysoitiin erityisiltä tiedonkeruulomakkeilta kerättyä tietoa. Tiedonkeruulomakkeet on tarkoin kehitetty elvytystapahtuman kirjaamiseen ja elvytystulosten raportointiin. Elvytystapahtumat kirjattiin ensihoidon toimesta elvytystehtävän sisällön mukaan. Analysoinnissa otettiin huomioon potilaiden taustatietoja kuten sukupuoli ja ikä sekä selviytyminen. Selviytymistulokset jaoteltiin ensihoidon rekisteröimän sydämen sähköisen alkurytmin mukaan.

Täytettyjä lomakkeita oli 371, joista 150:ssä yritettiin elvytystä. Elvytyksestä selviytyi sairaalaan 19 % (29 potilasta) kaikista elvytysyrityksistä. Kammiovärinä tai kammiotakykardia alkurytmin omanneista potilaista 50 % selviytyi sairaalaan elossa. Vastaavasti sykkeettömän rytmin omaavista potilaista vain 18 % selviytyi sairaalaan ja asystole-potilaista 4 %.

Tutkimus vahvisti yleisen konsensuksen siitä, että potilaan alkurytmi on merkittävässä roolissa potilaan selviytymisessä ja sydänpysähdyksen ennuste on huono. Tutkimus vahvistaa myös, että maallikkoelvyttämällä voidaan vaikuttaa potilaan selviytymiseen myönteisesti sairaalan ulkopuolella. Lisäämällä elvytyskoulutusta maallikoille voidaan samalla lisätä maallikkoelvytyksen saatavuutta ja sen laatua koko Suomessa.

Tutkimuksessa pohdittiin COVID-19 pandemian vaikutuksia elvytystehtäviin. Pandemian aikana terveydenhuoltojärjestelmän kuormitus, resurssien jatkuva uudelleenjärjestely ja suojautumiseen liittyvät epävarmuudet mahdollisesti vaikuttivat epäsuotuisasti ensivasteen saatavuuteen, viiveisiin ja ensihoidon tehokkuuteen. Myös pandemian aikaisilla liikkumisrajoituksilla ja kotiolosuhteisiin eristäytymisellä oli mahdollisesti negatiivisia vaikutuksia ihmisten yleiseen terveyteen ja maallikkoelvytyksen saatavuuteen.

1. Johdanto	1
1.1. Tutkimuksen aihe.....	1
1.2. Tutkimuksen tausta	1
1.3. Aiheen merkitys tieteen, yhteiskunnallisen käytön ja loppukäyttäjän näkökulmasta	2
1.4. Lyhyt yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista ja teorioista	2
2. Sydänpysähdys ja sen hoito	3
2.1. Sydänpysähdys.....	3
2.2. Aivojen vaurioitumisen patofysiologia.....	3
2.3. Elimistön muut sydänpysähdysten aikaiset vauriot	5
2.4. Elvytys	6
2.5. Elvytyksen mekaniikka.....	6
2.6. Sydänpysähdysten aikaiset rytmit.....	7
2.7. Elvytyksen lääkkeet ja niiden vaikutusmekanismit.....	11
2.8. Elvytys sairaalan ulkopuolella	12
3. Elvytyshoidon kehittäminen.....	13
3.1. Maallikkoelvytyksen kehittäminen sydänpysähdysten torjunnassa	13
3.2. Uusimmat hoitoinnovaatiot	14
4. Aineisto ja menetelmät	16
5. Tulokset	17
6. Pohdinta	21
6.1. Vertailua vuosiin 2019–2020	21
6.2. Koronaviruspandemian vaikutus sydänpysähdysiin ja elvytykseen	21
6.3. Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet.....	22
7. Lopuksi	24

Lähteet

Liitteet

1. Johdanto

1.1. Tutkimuksen aihe

Tutkimuksessa analysoitiin ja raportoitiin sairaalan ulkopuoliset sydänpysähdystilanteet (OHCA – Out-of-hospital cardiac arrest) sekä 30 päivän selviytymistulokset vuodelta 2021 Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiriin (VSSHP) alueella Utsteinin menetelmän mukaisesti.

1.2. Tutkimuksen tausta

Äkilliset sydänpysähdykset ovat edelleen suuri terveysongelma Euroopassa ja näkyvät merkittävänä osuuksina tilastoissa kuolemaan johtaneista syistä. Vuonna 2016 kaikista Euroopan sydänpysähdyspotilaista 9–11 % kotiutui sairaalahoidosta. (Gräsner ym., 2016.) Sydänpysähdyspotilaat tarvitsevat elvytyksen lisäksi sairaalatasoista hoitoa, jatkoseurantaa sekä kuntoutusta. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021).

Sydänpysähdysten merkittävyyden vuoksi kehitettiin tilastointimalli, jonka avulla pyrittiin ymmärtämään sydänpysähdystä sairaalan ulkopuolella. Utsteinin tilastointimallin kehittäminen alkoi vuonna 1990 Utsein Abbeyssä, Norjassa. Tarkoituksena oli yhtenäistää sairaalan ulkopuolisten sydänpysähdysten terminologiaa, tilastointimenetelmiä sekä elvytykseen liittyviä määritelmiä monitieteellisessä yhteisössä. Aikaisempaa yhtenäistä mallia ei ollut, ja elvytysten tuloksissa sekä tilastointimenetelmissä oli suuria eroavaisuuksia. Utsteinin mallia on päivitetty useasti vuoden 1990 jälkeen, ja sen kaltaisia raportointikehyksiä on kehitetty esimerkiksi sairaalan sisäisiin elvytyksiin ja elvytyksen jälkeiseen hoitoon.

Utstein-menetelmä toimii suosituksena elvytystapahtumien kirjaamiselle. Utstein-menetelmässä on pyritty määrittelemään oleelliset ydinmuuttujat (core elements) ja täydentävät muuttujat (supplemental elements), joita analysoimalla voidaan ymmärtää äkillisten sydänpysähdysten epidemiologiaa sekä kehittää tarkastelualueen toimintaa liittyen elvytyksiin. Utstein-menetelmä ohjeistaa myös sydänpysähdysten saaneiden potilaiden hoitoprosessin sekä tulosten standardoidun raportoinnin. (Perkins ym., 2015.)

1.3. Aiheen merkitys tieteen, yhteiskunnallisen käytön ja loppukäyttäjän näkökulmasta

Tutkimalla alueellisia elvytystuloksia voidaan arvioida, parantaa ja kehittää ensihoidollisia resursseja. Organisaatiot, kuten tarkasteluajankohdan VSSHP ja nykyinen Varsinais-Suomen hyvinvointialue, vastaavat alueensa sydänpysähdysten hoidosta, ja niiden tulisi mitata ja analysoida elvytysten tuloksia. Tulosten pohjalta kuuluu jatkuvasti parantaa ja kehittää organisaation toimintaa. (Mentzelopoulos ym., 2021.) Lisäksi suomalainen Käypä hoito -suositus tukee tätä toimintamallia (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021). Elvytysten analysointi on johtanut parempaan käsitykseen elvytyspotilaiden selviytymisestä. Potilaan selviytymiseen vaikuttaa merkittävästi useita tekijöitä, jotka voidaan jakaa ja käsittää selviytymisen ketjuna (Chain of Survival). Ketjuun kuuluvat 1. sydänpysähdysten aikainen tunnistaminen ja avun hälyttäminen, 2. maallikkoelvytys, 3. aikainen defibrilointi sekä 4. aikainen hoitoelvytys ja elvytyksen jälkeen tapahtuva hoito. (J. Nolan ym., 2006.)

1.4. Lyhyt yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista ja teorioista

Aikaisempia tutkimuksia elvytyksistä on runsaasti, ja aiheen tutkiminen on standardoitu ILCOR:n (International Liaison Committee On Resuscitation) ansiosta. Tutkimusten peruseräkkeinä on kerätty Utsteinin menetelmän mukaisesti systemaattista informaatiota elvytyksiin liitettävistä tuloksista. ILCOR arvioi ja vertaa toteutuneita tutkimuksia ja niissä esiintyviä menetelmiä sekä tuloksia. Tulosten yhteenvedosta Euroopan elvytysneuvosto (ERC – European Resuscitation Council) kokoaa ja julkaisee elvytys-suositukset. Uusimmat elvytys-suositukset julkaistiin 24.3.2021, ja suomalainen työryhmä on päivittänyt niiden pohjalta suomalaisen elvytyksen Käypä hoito -suosituksen viimeksi 25.11.2021.

2. Sydänpysähdys ja sen hoito

2.1. Sydänpysähdys

Sydänpysähdyksessä sydän menettää kykynsä pumpata mekaanisesti verta elimistöön. Sydänpysähdys voi tapahtua odottamatta ja äkillisesti, mutta taustalla voi olla jo pidempään jatkunutta oireilua. Verenkierron pysähtyminen saa aikaan elimistössä hapenpuutetta, josta aivot kärsivät ensimmäisinä vakavimmat vauriot. Sydänpysähdystä edeltää usein vakava rytmihäiriö, jonka sähköinen kaoottisuus romahduttaa verenkierron. Rytmihäiriöiden taustalla voi olla useita erilaisia syitä kuten sepelvaltimotaudin aiheuttama sydänlihaksen hapenpuute tai elektrolyyttihäiriö kuten hyperkalemia. Sydänpysähdys johtaa nopeaan kuolemaan ilman välitöntä hoitoa, ja hoidon viivästyemisellä on vaikutusta potilaan lopullisessa selviytymisessä sekä liitännäisvammoissa. (Goyal ym., 2023.) Valtaosa sydänpysähdyksistä tapahtuu sairaalan ulkopuolella, mikä asettaa paljon vaatimuksia terveydenhuollolle, sen ensihoitoresurssille sekä alueen asukkaille (Giacoppo, 2019).

2.2. Aivojen vaurioitumisen patofysiologia

Sydänpysähdyksessä aivojen verenvirtaus lakkaa täysin ja kehittyvä hypoksia vaurioittaa aivoja (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021). Aivojen hapentarve on erittäin suuri verrattuna muuhun elimistöön levossa. Jo pienikin happiosapaineen lasku ja hiilidioksidiosapaineen nousu lisäävät aivojen verenkiertoa moninkertaisesti. (Cipolla, 2009.) Aivoilla on kyky säädellä tarkasti verenkiertoa niiden omien metabolisten tarpeiden mukaan. Aivojen autoregulaation alaisena aivojen verenkierto (CBF = Cerebral Blood Flow) pysyy lähes muuttumattomana, vaikka aivojen perfuusiopaineen (CPP = Cerebral Perfusion Pressure) vaihteluväli olisikin laaja (50–150 mmHg). Perfuusiopaine on riippuvainen keskiverenpaineen (MAP) ja kallon sisäisen paineen erotuksesta ($CPP = MAP - ICP$). Aivovaurioiden yhteydessä aivojen regulaatiokyky häiriintyy ja CBF on suoraan verrannollinen CPP:n muutoksiin. Tällöin interventiot keskittyvät keskiverenpaineen ja kallonsisäisen paineen hallintaan. (Marshall & Mayer, 2007.) Aivojen verenkierron keskeytyminen käynnistää laaja-alaisia kaskadireaktioita, jotka johtavat hypoksis-iskeemiseen aivovaurioon jo minuuteissa. Hypoksis-iskeeminen tapahtuma johtaa puolestaan energiavaje -vaiheisiin, jotka vaurioittavat aivoja ensin primaarisen ja lopulta sekundaarisen mekanismin välityksellä.

Primaari energiavaje -vaiheen vauriot aiheutuvat pääasiassa neuronien hapenpuutteesta. Happiosapaineen ja glukoosipitoisuuden laskiessa aivojen solujen ATP-energian tuotanto

romahtaa, jolloin Na⁺/K⁺-pumppujen toiminta keskeytyy sekä intrasellulaarinen laktaattipitoisuus lähtee nousuun. Ionipumppujen sammuminen saa aikaan voimakkaan neuronien solukalvon depolarisaation ja solun ulkoisen välittäjäaineen, glutamaatin, pitoisuuden nousun. Yhdessä solukalvon depolarisaatio sekä kohonnut glutamaattipitoisuus lisäävät solunsisäisen kalsiumpitoisuuden kasvua. Kohonnut kalsiumpitoisuus käynnistää lukuisia kaskadeja, jotka etenevät ohjelmoituun solukuolemaan, solujen nekroosiin, iskemiaan ja mikrovaskulaarisiin vaurioihin. Solutason vauriot johtavat edelleen ympäristönsä vaurioitumiseen aiheuttamalla aivokudoksen tulehdusta ja turvotusta. Mikroglia-solut lisäävät tulehdusalueilla tulehdusta välittäviä tekijöitä, jotka vaurioittavat aivojen valkeaa ainetta. (Allen & Brandon, 2011.)

Primaarivaihe muuttuu latentiksi, jos verenkierto palautuu aivoihin ja normaali metabolia käynnistyy. Verenkierron palautuminen ei palauta jo tapahtuneita vaurioita, ja sekundaariset vauriot tapahtuvat potilaan oman verenkierron (ROSC) palautumisen myötä. Primaarivaiheen kesto on suoraan yhteydessä vaurioiden määrään ja niiden etenemiseen sekundaarisessa vaiheessa. (Cotten & Shankaran, 2010.)

Sekundaarisen energiavaje -vaiheen vauriot alkavat heti aivojen verenkierron palaututtua ja vaurioiden kehittyminen jatkuu useiden tuntien, jopa päivien päästä primaarivaiheesta (Allen & Brandon, 2011). Tarkkaa vauriomekanismia ei ole tiedossa, mutta tiedetään, että palautunut verenkierto käynnistää monimuotoisia mekanismeja, jotka kehittävät vaurioita samankaltaisesti kuin primaarisessa vaiheessa. Myös sekundaarisella vaiheella on sille ominaisia vauriomekanismeja, joihin nykyaikaiset elvytyksen jälkeiset interventiot perustuvat. Tärkeässä roolissa sekundaarisille vaurioille on verenkierron palautuminen, mikroverenkierron häiriöt ja aivojen verenkierron säätelyn häiriöt. Lukuisat tutkimukset keskittyvät inflammatorisen vasteen lieventämiseen, yksilöllisen keskiverenpaineen löytämiseen ja mikroverenkierron parantamiseen. (Sekhon ym., 2017.)

2.3. Elimistön muut sydänpysähdyksen aikaiset vauriot

Muun elimistön vauriot sydänpysähdyksen aikana perustuvat suurilta osin myös hapenpuutteeseen eri elinjärjestelmissä. Ei ole pystytty luotettavasti tutkimaan ihmiselimistössä tapahtuvia muutoksia sydänpysähdyksen aikana, mutta tiedetään, että vauriot johtuvat huonosta perfuusiosta ja verenkierron palautumisesta (reperfuusiovauriot). Yhden elimen vaurioituminen vaikuttaa koko elimistön homeostaasiin ja näin ollen voi johtaa lisävaurioihin muissa elimissä tai hidastaa muiden elimien palautumista. Erilaisissa rotilla tehdyissä tutkimuksissa on vahvistettu hapenpuutteen vaikutuksia tutkimalla mitokondrioiden elektroninsiirtoketjureaktion muutoksia (Kim ym., 2014). Näissä kokeissa tulokset olivat yhdenmukaisia suhteessa hapen kulutukseen ja vaurioiden ilmaantumiseen. Aivot ja munuaiset vaurioituvat hapettomuudessa huomattavasti enemmän ja nopeammin kuin sydän ja maksa. Verenkierron palautumisen jälkeen sydän ja maksa myös palautuvat vaurioistaan nopeammin. (Kim ym., 2016.)

Mekaaninen elvyttäminen on elvytyksen hyödyistä huolimatta elimistölle raskasta ja altistaa potilaan vammoille. Raportoinnit paineluelvytyksestä saaduista vammoista ovat kuitenkin usein puutteellisia, ja tulokset vaihtelevat suuresti. Eri aineistoissa paineluelvytyksen aiheuttamien vammojen esiintyvyys vaihteli 21–65 % välillä (Sommers, 1991.) Voimakas, tylppä ja toistuva isku rintakehälle paineluelvytyksessä saa aikaan non-skeletaalisia ja luuston vammoja. Tyypillisimmät vammat paineluelvytyksestä ovat rintakehän luisten osien kuten rintalastan ja kylkiluiden murtumia. Non-skeletaalisista vammoista yleisimmät ovat viskeraaliset ruhjeet, joita löydetään sydäimestä, kaulan pehmytkudoksista, keuhkoista ja näitä ympäröivistä rakenteista. Paineluelvytys saa aikaan myös laseraatiovammoja sydämeen, sydänpussiin ja maksaan. Laseraatiovammat ovat harvinaisia ja edellyttävät rintalastan luisia vammoja. Lukuisat tutkimukset elvytyksen vammamekanismeista ovat olleet ruumiinavaustutkimuksia. Ruumiinavausten yhteydessä nähdään myös usein veririnnan ja sydänpuussin verenkertymän jälkitiloja (Righi ym., 2021.)

2.4. Elvytys

Elvytyksen historia ulottuu hyvin pitkälle ihmisen historiassa. Nykysairauksista huolimatta äkilliset elottomuuden syyt ovat olleet läsnä ihmisen historiassa, ja aikansa suurimmat luonnontieteilijät kohdistivat ajatuksiansa myös niihin. Kuitenkin vasta 1800-luvulla elvytyksen saralla alettiin tehdä merkittäviä kokeiluja kuten sähköisen shokin hyödyntämistä sydämen elvyttämisessä. 1900-luvulla ymmärrettiin hapenpuute merkittävänä tekijänä sydänpysähdyksen taustalla. (Ristagno ym., 2009). Moderni paineluelvytys sai muotonsa 1960-luvulla, kun aloitettiin ulkoinen, rintakehävälitteinen paineluelvytys rintakehän avausta vaatineen avoimen sydänhieronnan tilalle (Kouwenhoven ym., 1960). Myös puhallusten suorittaminen yhdistettiin tähän moderniin protokollaan. Tämän jälkeen elvyttämisen protokollaa on muokattu niin maallikoiden kuin ammattilaistenkin tarpeisiin.

Nykyaikaisessa elvyttämisen protokollassa todetaan ensin potilaan elottomuus. Todettaessa elottomuutta potilaalta tulee tarkistaa reagointikyky. Mikäli reagointikykyä ei todeta, tulee hengitystiet ja niiden avoimuus tarkastaa. Potilaan hengitystiet avataan potilaan asennon mukaan, pääsääntöisesti pyritään kallistamaan päätä taaksepäin ja työntämään leukaluiden avulla suuta eteenpäin. Mikäli potilas ei reagoi eikä hengitä tai hengittäminen ei ole normaalia, tulee aloittaa elvyttäminen ja hälyttää lisäapua. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021.)

2.5. Elvytyksen mekaniikka

Elvytyksessä pyritään palauttamaan elimistön spontaani verenkierto, jonka palautumisesta käytetään termiä ROSC (Return of Spontaneous Circulation) (Perkins ym., 2021). Tärkeimpänä elvytyksen tavoitteena on vähentää hypoksis-iskeemisen aivovaurion primaari-, latentti-, ja sekundaarivaiheita aivoissa. (J. P. Nolan ym., 2008). Normaali verenvirtaus noin 70 kg painavalla ihmisellä on arvioltaan 5 l/min levossa. (Young, 2010). Virtauksen pysähtyessä ja sydämen sähköisen aktiviteetin lakatessa valtimoiden ja laskimoiden paine-erot tasaantuvat. Kimmoiset valtimot yhdessä korkean perifeerisen vastuksen kanssa palauttavat verta kohti laskimoita proksimaalisen vastuksen ollessa alhainen. Veri siis kiertää normaaliin fysiologiseen tilanteeseen nähden vastakkaiseen suuntaan. Paine-erot tasaantuvat keskuslaskimopaineen tasolle täyttämällä päälaskimot sekä sydämen oikean kammion ja eteisen. (Kuisma ym., 2017.) Tavallinen paineluelvytys kehittää vain noin 1.3 l/min virtauksen ja noin 25 mmHg systeemisen perfuusiopaineen verenkiertoon (Babbs, 1999).

Paineluelvytyksellä tulee palauttaa sydäimestä periferiaan etenevä verenkierto. Defibrillaatiota edeltävä paineluelvytys lisää onnistuneen defibrilloinnin todennäköisyyttä erityisesti silloin, kun elvytyksen aloittamisessa on viivettä. (Cobb ym., 1999; Meier ym., 2010.) Viiveetön defibrillointi ennen painalluksia on mahdollista, jos potilaan elottomaksi meneminen havaittaisiin välittömästi ja defibrillaattori olisi välittömästi käytettävissä. Paine-erot eivät ehdi kumoutumaan ja sydämellä on vielä hyvät edellytykset käynnistyä uudelleen. Kun veren kiertäminen on palautettu, sitä on ylläpidettävä jatkuvasti ja tehokkaasti, sillä lyhyetkin tauot pysäyttävät verenkierron ja paine-erot pyrkivät jälleen kumoutumaan (Kuisma ym., 2017).

Hapenpuute muuttaa sydämen sähköisten solujen toimintaa kaoottiseksi, mikä lopulta johtaa sähköisten solujen kuolemaan ja sydämen pysähtymiseen. Defibrillaatiolla pyritään palauttamaan sydämen sähköinen ja järjestelmällinen toiminta nollaamalla hapenpuutteen tai patofysiologisen tilan luoma sähköinen kaaos. Defibrillaatio pysäyttää siis sydämen sähköisen toiminnan ja antaa tahdistavien solujen käynnistää aktiopotentialin johtoradoissa uudelleen. Onnistunut defibrillaatio edellyttää edellä mainittujen paine-erojen lisäksi erityisiä sähköisiä ominaisuuksia sydämeltä. Mikäli sydämen hapenpuute on ollut pitkäaikaista ja hapenpuutteesta herkästi vaurioituvat sähköiset solut ovat vaurioituneet riittävästi, niin sähköistä toimintaa ei enää pystytä palauttamaan spontaaniksi (Lima ym., 2018).

2.6. Sydänpysähdyksen aikaiset rytmit

Sydämen sähköiset rytmit määräävät potilaan elvytyksen kokonaiskuvaan. Ensimmäinen rekisteröity rytmi ohjaa hoitotoimenpiteitä ja vaikuttaa merkittävästi potilaan ennusteeseen. Elottomalla potilaalla esiintyy neljää eri rytmiä: kammiotakykardia (Ventricular Tachycardia = VT), kammiovärinä (Ventricular Fibrillation = VF), sykkeetön sähköinen rytmi (Pulseless Electrical Activity = PEA) ja asystole (ASY). Nämä neljä rytmiä jaetaan vielä defibrilloitaviin rytmeihin (VT ja VF) ja ei-defibrilloitaviin rytmeihin (PEA ja ASY). Ensimmäinen rekisteröity rytmi antaa viitteitä myös sydänpysähdyksen etiologiasta, sillä rytmien taustalla on myös erilaisia patofysiologisia tilanteita.

Kammiotakykardia on ryhmä nopeita kammiolähtöisiä rytmejä. Kammiotakykardioita voidaan erotella niiden muodon, keston ja etiologian perusteella. Kammiotakykardioissa niiden rekisteröidyt muodot voivat olla monomorfisia (toistuva QRS-kompleksin muoto ja säännöllinen lyöntien välinen rytmi) tai polymorfisia (toisistaan poikkeavat QRS-kompleksin muodot ja epäsäännöllinen lyöntien välinen rytmi). Kestot voidaan määrittellä spontaanien kestojen mukaan

ei-jatkuviin tai jatkuviin rytmeihin. Kammiotakykardioihin johtavat lukuisat erilaiset etiologiat, niistä merkittävimmät sydänpysähdyksen kannalta ovat iskeemiset sydänsairaudet kuten sepelvaltimotauti (Foth ym., 2023). Akuutin sydänlihaskinfarktin jälkeen ilmentyvä kammiotakykardia ennustaa korkeaa sydänpysähdyksen riskiä (Jabbari ym., 2015). Myös erilaiset elektrolyyttihäiriöt, huumeet, perinnölliset rytmihäiriöt ja kardiomyopatiat altistavat kammiotakykardiaan. Nopean kammiotakykardian jatkuessa yli 30 sekuntia potilaan hemodynamiikka voi heikentyä merkittävästi, milloin hoitotoimenpiteet ovat tarpeellisia. Verenkierron heikentymiseen vaikuttavat kammiotakykardiarytmin nopeus, aiheuttava etiologia, vasemman kammion pumppausteho ja sydämen läppärakenteiden viat. Lähtökohtaisesti nopeassa rytmissä sydämen tuottama minuuttitulavuus (Cardiac Output) vähenee sydämen esitäytön ja iskutilavuuden pienentyessä. Tämä voi johtaa hypotensioon, sepelvaltimoiden ja aivojen heikentyneeseen perfuusion ja tajuttomuuteen. Usein sepelvaltimoiden huono perfuusio ruokkii hemodynamiikan heikentymistä entisestään johtaen takykardisen rytmin kammiovärinäksi ja lopulta sydänpysähdykseen. (Kanagasundram ym., 2021).

Kammiovärinän etiologia on hyvin samankaltainen kuin kammiotakykardiassa. VT voi jatkuessaan muuttua kammiovärinäksi, missä sydämen sähköisten solujen toiminta on muuttunut hallitsemattomaksi. Ajatellaan, että kammioden sydänlihaksen depolarisaatio on epävakaata ja koordinoitumatonta. Tätä edeltää usein Purkinjen solujen lisääntynyt automaattisuus alueilla, missä sydänlihaksen vauriot sijaitsevat, saaden aikaan kammiotakykardian. Myös sähköisesti aktiivisten solujen depolarisaatiot muuttuvat aikaisiksi tai myöhäisiksi palautumisajasta riippumatta. Tämä johtaa edelleen lisäyönteihin tai johtumishäiriöihin sekoittaen sydämen sähköistä aktiivisuutta. Kammiovärinän rekisteröinnissä ei esiinny tyypillisiä QRS-kompleksien muotoja vaan karkeajakoista sähköistä aktiivisuutta. Tämän aktiivisuuden amplitudi pienenee hienojakoisemmaksi, kunnes sähköinen aktiivisuus loppuu kokonaan ja syntyy asystolinen perusviiva. Värinässä tulee defibrilloida välittömästi potilasta ja aloittaa painelu-puhalluselytys. Jos vastetta ei edellä mainituin keinoin saavuteta, tulee elvytyshoitoon kombinoida lääkehoitoa (Ludhwani ym., 2023). Tiedetään, että VF:n esiintyessä jokainen kuluva minuutti huonontaa 5–10 % sydämen kykyä käynnistyä pelkällä defibrillaatiolla, joten viiveettömyys defibrilloinnissa on potilaan ennusteen kannalta yksi tärkeimmistä tekijöistä kammiovärinässä. (Holmberg ym., 2000)

Asystole on tila, jolloin sydämen sähköisessä rekisteröinnissä ei havaita enää sähköistä toimintaa. Tämä näyttäytyy rekisteröinnissä suorana perusviivana, joka etenee ajan funktiona vain eteenpäin ilman amplitudia. Asystole johtuu sydämen sisäsyntyisen sähköisen järjestelmän pettämisestä tai kriittisestä sydämen ulkopuolisesta tapahtumasta. Primaarisesti asystole voi johtua mm. vakavasta sydämen iskemiasta tai toimimattomasta tahdistimisesta. Sekundaarinen asystole on usein lopullinen päätepiste VF:ssä tai sykkeettömässä rytmissä (PEA). Mitä pidempään sydämen erilaiset solut kärsivät huonosta perfuusiosta, sitä enemmän asystolen riski kasvaa. Elottoman ihmisen selviytyminen heikentyy myös ajan funktiona, jolloin viiveet elvytyksessä ovat merkityksellisiä. Asystole kohdattaessa tulee aloittaa välitön painelupuhalluselvytys ja antaa 1 mg adrenaliinia suonensisäisesti heti kun mahdollista. Defibrillaatiota ei tule yrittää, sillä sydämessä ei ole sähköistä toimintaa, mitä järjestää uudelleen (Jordan ym., 2023). Myös pitkään jatkuneessa sydänpysähdyksessä verenkierron paine-erot ovat tasaantuneet ja edellytykset sydämen käynnistymiselle ovat defibrillaatiolla olemattomat (Kuisma ym., 2017). Sairaalan ulkopuolella tavattavista asystolessa olevista potilaista selviytyy vain pieni osa, noin 2 %, elvytyksestä huolimatta. Elvytettyjenkin ennuste on huono, sillä sydänpysähdys voi uusiutua ja neurologiset vauriot ilmaantuvat nopeasti (Jordan ym., 2023).

Sykkeettömän rytmin peruskuva sähköisessä rekisteröinnissä muistuttaa usein tavallista sinusrytmiä, mutta todellisuudessa siitä puuttuu verta kierrättävä ominaisuus tai verenkierto on merkittävästi heikentynyt. Tämä voidaan havaita pulssittomuudella esimerkiksi kaulavaltimolta. Potilaan kliininen kuva myös muistuttaa elotonta: potilas ei ole heräteltävissä eikä hengitä. Pulssittomuus johtuu sydämen mekaanisen toiminnan puuttumisesta tai sen häiriöstä. Sydänlihassolut eivät kykene riittävään supistumiskykyyn sähköisten solujen depolarisaatiosta huolimatta. PEA:ssa voi siis olla asianmukainen sähköinen aktiivisuus, mutta kammioiden vaste supistumiselle ei toteudu oikein. PEA:n etiologiaa voidaan tarkastella Suomalaisen Käypä hoito -suosituksessa ilmoitetun 4H/4T:n jaottelun avulla. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021.) Jaottelusta on myös olemassa myös viiden H:n ja viiden T:n ryhmittely (Kuva 1). Viiden H:n ryhmittelyyn kuuluu hypovolemia, hapenpuute, asidoosi (Hydrogen ion = Vety-ioni), hypo/hyperkalemia ja Hypotermia. Viiden T:n ryhmittelyyn toksiinit, paineilmarinta (Tension pneumothorax), trauma, sydämen tamponaatio ja Tromboosit (keuhkoveritulppa - thrombosis, pulmonary), sepelvaltimotukos - thrombosis, coronary). Usein PEA:n syynä on sydämen ulkopuolinen hätätilanne. Jopa puolissa todetuissa PEA-tapauksissa taustalla on ollut hengitysvajaus ja sen aiheuttama hypoksia elimistössä. Kokonaisvaltainen ja diffuusi

hapenpuute sydämessä saa aikaan erilaisen reaktion sydämen sähköisessä sekä mekaanisessa toiminnassa kuin esimerkiksi sepelvaltimon tukkeutuminen. 5H/5T-ryhmittelyssä mainittu sepelvaltimotukos ei johda PEA:n kehittymiseen yksinään. Muut PEA:an johtavat mekanismit vaikuttavat sydämen supistuvuuteen (esim. toksiinit, tamponaatio ja elektrolyyttihäiriöt), esikuorman vähentymiseen (paineilmarinta, esim. hypovolemia ja tamponaatio) ja jälkikuorman lisääntymiseen (esimerkiksi pulmonaaritromboosi). PEA kohdattaessa tulee aloittaa välitön painelu-puhalluselvytys ja antaa 1 mg adrenaliinia suonensisäisesti heti kun mahdollista. Kun PPE jakso saadaan suoritettua, niin rytmintarkastamisen lisäksi tarvitaan sykkeen tunnustelua, jotta voidaan erottaa sykkeetön rytmi sinusrytmistä. Elvytyksen aikana tulee pyrkiä kartoittamaan elottomuuteen johtanutta pääsyytä. Usein elottomuuden syyn selvittely ja laadukas interventio vaatii lääketieteellisesti koulutettuja ammattilaisia. (Oliver ym., 2023.)

Vaikeasti perussairailta potilailla, jotka ovat suurentuneessa riskissä sydänpysähdykselle, tulisi olla ennalta määritetty hoitosuunnitelma sydänpysähdyksen varalle. Hoitosuunnitelman tulisi sisältää mistä toimenpiteistä pidättäydytään perustuen potilaan perussairauksiin ja niiden nykytilaan sekä arvioida selviytymismahdollisuuksia elvytyksestä. Vaikea perussairaus voi olla esimerkiksi pitkälle edennyt muistisairaus tai terminaalinen syöpäsairaus. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021.)

5H	5T
Hypovolaemia	Toxins
Hypoxia	Tamponade (cardiac)
Hydrogen ion (Acidosis)	Tension pneumothorax
Hyper/hypo-kalaemia	Thrombosis, pulmonary
Hypothermia	Thrombosis, coronary

Kuva 1 - 5H/5T-ryhmittely, Hoidettavien sydänpysähdysten syitä (Oliver ym., 2023).

2.7. Elvytyksen lääkkeet ja niiden vaikutusmekanismit

Adrenaliini on tunnetuin hoitoelvytyksessä esiintyvä lääke, vaikkakin sen hyödyistä on ristiriitaista näyttöä äkillisen sydänpysähdyksen ja elvytyksen hoidossa. On kuitenkin todettu, että adrenaliini voi parantaa potilaan spontaanin verenkierron palautumisen (ROSC) todennäköisyyttä elvytyksessä, mutta tieteellinen näyttö potilaan primaariseen selviytymiseen ei ole pystytty todistamaan merkittäväksi (Jacobs ym., 2011.) Adrenaliinin käyttö elvytyksessä on niin sanottua off-label (virallisesta käytöstä poikkeavaa) käyttöä. Adrenaliini vaikuttaa elimistöön monipuolisesti adrenergisten alfa- ja beeta-reseptorien kautta. Adrenaliinin affiniteetti reseptoreihin vaihtelee sen fysiologisen konsentraation mukaan; Pieninä annoksina adrenaliini vaikuttaa enemmän β -reseptoreihin ja puolestaan suurilla annoksilla α -reseptoreihin. Tiedetään, että erityisesti α_1 -reseptorien vaikutuksiin kuuluu sydämen sykkeen nostaminen ja sydänlihassolujen kontraktiiliteetin tehostaminen, joiden ajatellaan olevan suotuisia mekanismeja elvytyksessä (Dalal & Grujic, 2023.) Hoitoelvytyksessä adrenaliinia annostellaan aikuiselle yksi milligramma laskimoon mahdollisimman nopeasti asystolessa ja sykkeettömässä rytmissä. Mikäli potilaan lähtörytmi on kammiotakykardia tai kammiovärinä, niin adrenaliinin annostelu tapahtuu syklisesti yhdessä amiodaronin kanssa (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021). Amiodaroni on toinen yleisimmin käytössä oleva elvytyslääke. Amiodaroni on ryhmän III rytmihäiriölääke, jota käytetään vakavissa, kammioperäisissä rytmihäiriöissä kuten hoitoelvytyksessä, milloin lähtörytminä potilaalla on kammiovärinä tai -takykardia. Amiodaronilla on myös muita käyttöaiheita mm. eteisvärinän kriittisessä hoidossa. Amiodaronin vaikutus perustuu natriumkanavien salpaamiseen, joka solutasolla pidentää sydämen sähköisten solujen aktiopotentiaalia sekä toipumisaikaa impulssien välissä. Tämä vähentää erilaisten kiertoaktivaatioiden jatkumista tai rauhoittaa impulssien ektooppisten fokusten sähköistä toimintaa. Tätä voidaan konkreettisesti seurata sydänsähkökäyrältä (Florek ym., 2023). Amiodaronia annostellaan laskimoon (300 mg aikuiselle) ensimmäisen kerran hoitoelvytyksessä, kun potilasta on defibrilloitu kolme kertaa. Viidennen defibrillaation jälkeen amiodaronia annostellaan redusoitu 150 mg:n annos. Nykyisin adrenaliinia annetaan samanaikaisesti amiodaronin annon yhteydessä hoitoelvytyksessä. Elvytyslääkkeiden antaminen kuuluu hoitoelvytykseen, mutta ei saa sitoa sitä toteuttavaa resurssia siten, että painelu-puhalluselvytys tai aikainen defibrillaatio estyy. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021.)

2.8. Elvytys sairaalan ulkopuolella

Sydänpysähdyksen hoitoketju koostuu ja muodostuu useasta osa alueesta, joista ensimmäinen on hätäilmoitus ja lisäavun hälyttäminen. Hätäilmoituksen tekeminen yleiseen hätänumeroon käynnistää pelastus- ja ensihoitoyksiköiden vasteen riippuen hätäilmoituksen luonteesta. Yhdessä tilannekeskuksen kanssa hätäkeskus arvioi ja valitsee tehtävään sopivat vasteyksiköt. Hätäkeskuksesta voidaan antaa hätäilmoitusta tekeville ohjeita muun muassa elvytyksen aloittamiseen ja suorittamiseen.

Sydänpysähdyksen hoitoketjun seuraava vaihe on elvytys sisältäen painelu-puhalluselvytyksen ja mahdollisuuksien mukaan defibrilloinnin (PPE + D). Elvytys on sydänpysähdyksen saaneelle elintärkeää hoitoa ja potilaan ennuste on siitä täysin riippuvainen. Elvyttäminen tulisi aloittaa maallikon toimesta riippumatta siitä, millainen hänen koulutustasonsa on. Elvytys on osa ensiapua, jota pidetään Suomessa kansalaistaitona. Elvytys aloitetaan painelu-puhalluselvytyksellä ja paikalla olevan resurssin mukaan pyritään saaman paikalle lisäapua ja defibrillaattori. Jos resurssi on vähäinen (1–2 maallikkoelvyttäjää) niin elvytyksessä tulee priorisoida jatkuva ja laadukas paineluelvytys huomioiden kuitenkin hätäilmoitus ja lisäapu. Sydäniskurilla toteutettava defibrillaatio tekee maallikkoelvyttämisestä peruselvytystä. Potilaaseen pyritään nopeasti resurssien rajoissa kiinnittämään defibrillaattorin elektrodit ja analysoimaan potilaan sydämen rytmiä. Useimmat defibrillaattorit, jotka ovat julkisesti saatavilla sairaalan ulkopuolella, ovat automaattisia ja neuvovia. Ensihoidon saapuessa paikalle ensihoitohenkilöt arvioivat potilaan tilanteen, tarvittaessa jatkavat elvytystä hoitoelvytyksellä ja sydämen käynnistyttyä siirtävät potilaan jatkohoitoon. Hoitoelvytyksessä PPE:hen kombinoidaan defibrillointi ilman neuvontaa, turvataan hengitystie, pohditaan sydänpysähdyksen etiologiaa sekä annetaan elvytyslääkkeitä. Myös PPE:tä voidaan toteuttaa erilaisin apuvälinein, jotka parantavat painelun ja ventilaatioiden tehoa. Mikäli potilaan verenkierto saadaan palautettua, siirtää ensihoito potilaan sairaalahoitoon, jossa ennusteellisiksi arvioidut potilaat siirretään teho-osastolle. Teho-osastolla annetaan edistynyttä hoitoa, jossa potilas voidaan esimerkiksi sedatoida aivovaurioiden vähentämisen vuoksi tai mahdollisesti hoitaa sydänpysähdyksen taustalla olevaa tekijää. Mikäli potilas selviytyy elvytyksestä ja siihen liittyvästä hoidosta niin potilas käy läpi vielä jatkohoidon, jossa pyritään potilaan kuntouttamiseen ja mahdollisiin terveydellisiin interventioihin, kuten elämäntapamuutoksiin. (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021.)

3. Elvytyshoidon kehittäminen

3.1. Maallikkoelvytyksen kehittäminen sydänpysähdyksen torjunnassa

Elvytyshoitoa pyritään tutkimaan ja kehittämään sen jokaisilla eri tasoilla. ILCOR:in (International Liaison Committee on Resuscitation) – Kansainvälisen elvytystoimikunnan – pyrkimyksenä on luoda yksimielisiä hoitosuosituksia elvytyshoitoon liittyen. Komitea tarkastelee kansainvälisesti tuotettua tieteellistä tietoa elvytykseen liittyvistä hoitomenetelmistä ja antaa uusia lausuntoja, kun aiheista on kerättyä riittävästi tietoa ja niitä on arvioitu systemaattisesti. Hoitosuositusten lisäksi komitea osallistuu jatkuvasti kehittämään ja tarkastelemaan elvytyshoitoa tukevia prosesseja, kuten elvytyshoidon kouluttamista niin ammattilaisille kuin maallikoillekin. Komitealla on useita jäsenmaita, joiden tehtävänä on edistää annettujen hoitosuositusten integraatiota paikallisesti. (International Liaison Committee on Resuscitation.)

Suomessa isona kehityskohteena on ollut maallikkoelvytyksen lisääminen elvytystilanteissa. Suomessa tarkastelluissa sairaalan ulkopuolisissa elvytystilastoissa maallikkoelvytysten osuus on ollut jopa alle 50 %. (Hiltunen, 2016) Euroopassa keskiarvo maallikkoelvytysten osuudelle on ollut 58 % (13 % - 82 %) ja muut Pohjoismaat ovat olleet keskiarvon yläpuolella. (Gräsner ym., 2020). Suomessa on pyritty lisäämään maallikkoelvytysten osuuksia lisäämällä ja kehittämällä muun muassa peruskoulussa annettavia ensiaputaitoja (Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021). ERC:n käynnistämä ja Suomen elvytysneuvoston tukemaa hanketta KIDS SAVE LIVES tavataan jo laajemmin Suomessa. Hankkeen tavoitteena on lisätä osaamista elvytystilanteessa opettajien keskuudessa peruskouluissa. Näitä taitoja voidaan opettaa 4–6.luokkalaisille peruskouluvuosien aikana. (Erik, 2022.) Suomessa maallikkoelvytys tai ensiaputaidot eivät ole osana peruskoulun opetussuunnitelmaa, joten ensiapukoulutusta annetaan eritasoisesti eri puolella Suomea (Perusopetuksen opetussuunnitelman ydinasiat | Opetushallitus, 2020).

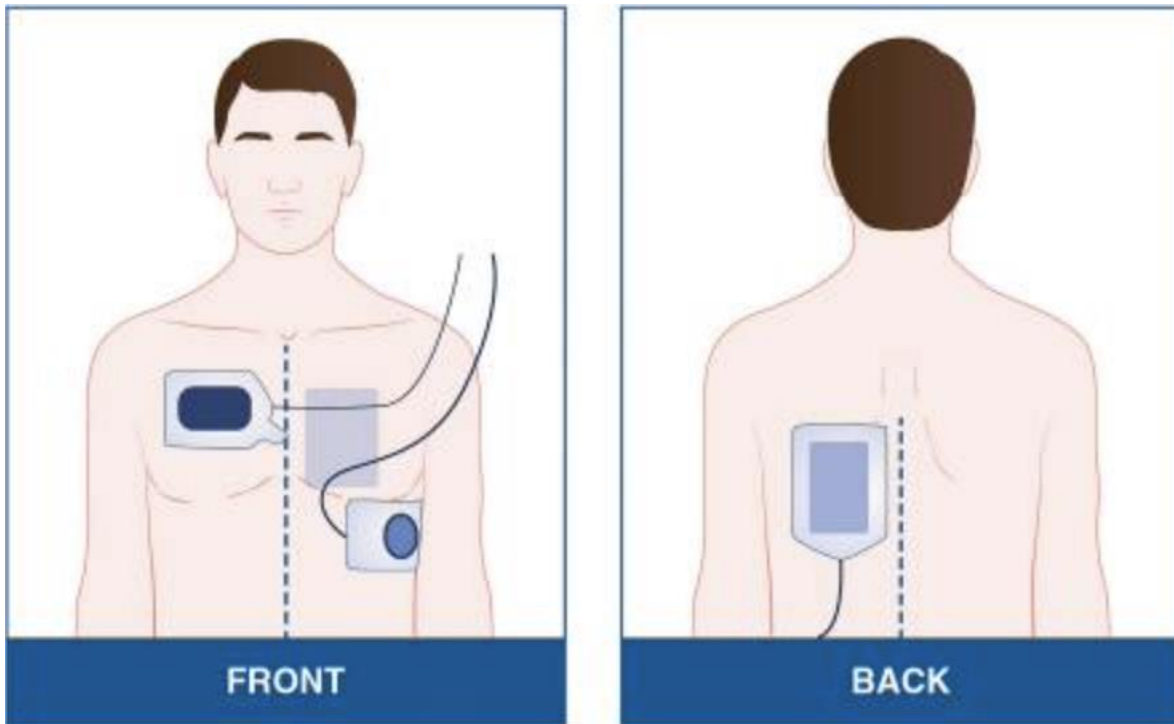
Kansainvälisesti merkittävä maallikkoelvytystä eteenpäin vievä projekti tulee olemaan ERC:n ja UEFA:n (Euroopan Jalkapalloliitto) yhteistyö maallikkoelvytyksen tietoisuuden lisäämiseksi. Taustalla yhteistyölle on kesällä 2021 EM-kisoissa pelaajalle syntynyt sydänpysähdys kesken Suomi – Tanska -ottelun. Kyseinen sydänpysähdys johti onnistuneeseen elvytyshoitoon suorassa lähetyksessä, jota seurasi valtava määrä kansainvälisiä katsojia. Projektin alustana toimii jalkapallon EM-kisat 2024, joissa lisätään katsojien ja pelaajien tietoisuutta ja opastetaan maallikkoelvytyksen toteuttamisessa. (UEFA.com, 2023.) UEFA:n jäsenmaat kehittävät myös toimintaansa tietoisuuden lisäämiseksi, tämä näkyy Suomessa Palloliiton toiminnassa. Palloliitto

on mm. lisännyt ja edellyttää toimijoiltaan kuten tuomareilta ja fysioterapeuteilta elvytystaitojen kouluttautumista ja ylläpitoa. (Ensiapukoulutusta futislääkäreille ja fysioterapeuteille, 2022.) ILCOR:in uusimmassa suosituksessa 2023 päivitettiin hukkuneen potilaan hoitoa. Aikaisemmin 2005 oli suositeltu hukkuneen potilaan siirtämistä vedestä ja välitöntä elvyttämistä. Vedessä olevaa elvytystä tulisi toteuttaa vain puhalluksin ja ammattilaisen toimesta. Painuelvytystä ei tulisi suorittaa laisinkaan vedessä tai kelluvassa välineessä. 2023 suosituksessa painuelvytystä voidaan suorittaa veneessä tai vastaavassa kelluvassa välineessä, mikäli suorittava henkilö kokee sen olevan mahdollista ja turvallista. Vedessä ventilaatioelvytystä voidaan antaa, mikäli suorittava henkilö kokee sen mahdolliseksi ja turvalliseksi kokonaistilanne huomioiden. Mikäli elvytystä suorittava henkilö kokee vedessä tai veneessä välittömän elvyttämisen mahdottomaksi niin elvytystä voidaan lykätä, kunnes saavutaan maalle. (Berg ym., 2023.)

3.2. Uusimmat hoitoinnovaatiot

Mielenkiintoisimpina uusina innovaatioina hoitoelvytyksessä on ollut ns. ”kaksoisdefibrillointi”, eli DSED- (Dual Sequential External Defibrillation) ja VC- (Vector Change) defibrillointi. Molempia menetelmiä on hyödynnetty hoitoelvytyksissä, joissa potilaan kammiovärinä ei ole kääntynyt sinusrytmiin kolmannen defibrillaation jälkeen. DSED menetelmässä potilaaseen kytketään kaksi defibrillaatiolaitetta ja annetaan viiveettä kaksi defibrillaatioiskua. 1. laitteen ihoelektrodit kytketään anterio-lateraalisesti potilaan rintakehälle (kuva 2) ja 2. laitteen elektrodit anterio-posteriorisesti. VC-defibrillaation ideana on vaihtaa elektrodien asettelua anterio-lateraalista anterio-posterioriseen (kuva 2). Menetelmien taustalla ajatellaan, että vasemman kammion takaosa sijaitsee klassisen anterio-lateraalikytkennän vaikutusalueen ääriosassa. Näin defibrilloinnin sähköinen impulssi ei läpäise tehokkaasti vasemman kammion takaosaa ja kammiovärinä palautuu myokardiumin alueelle, missä ajatellaan olevan matalin sähköinen jännite sekä virta. Vasemman kammion hypertrofia ja muut sairaudet mahdollisesti lisäävät vaikutusalueen heikentymistä klassisella elektrodisijoittelulla. DSED- ja VC-defibrillaatiot kattavat sydämestä siis sähköisiä katvealueita ja DSED lisää vielä sähköisen energian määrä toisen sydäniskun avulla. (Cheskes ym., 2023.) ILCOR:in antamassa suosituksessa todettiin, että molempia toimenpiteitä voidaan harkita aikuisella sydänpysähdyksen hoidossa, mikäli kammiovärinää tai pulssitonta kammiotakykardiaa ei saada defibrilloitua kolmen tai useamman sydäniskun jälkeen. Tätä ennen on myös varmistettava, että elektrodit sijaitsevat asianmukaisesti, eikä sijoittelu ole aiheuttanut mahdollista defibrilloinnin tehottomuutta. DSED-

ja VC-menetelmät ovat luokiteltu heikon tason suosituksiksi (Weak Recommendation) ja lisäksi DSED matalan varmuuden (low-certainty evidence) ja VC erittäin matalan varmuuden (very low-certainty evidence) omaavaksi. Molempien osalta tarvitaan lisää hyvin toteutettuja tutkimusasetelmiä lisätiedon saavuttamiseksi. (Berg ym., 2023.)



Kuva 2 – DSED ja VC defibrilloinnissa elektrodien paikat (Cheskes ym., 2023).

4. Aineisto ja menetelmät

Syventävä tutkielma pohjautuu sairaalan ulkopuolisten elvytysten tarkasteluun Utsteinin mallin mukaisesti Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella vuonna 2021 (1.1.-31.12.2021). Tässä tutkimuksessa kartoitettiin ja analysoitiin alueen kaikki elvytykset. Utstein-mallin mukaisia tiedonkeruulomakkeita oli kertynyt vuoden 2021 ajalta 371 kappaletta. Lomakkeessa eriteltiin tehtävään ja elvytykseen liittyviä määreitä (Liite 1 ja liite 2). Käytännössä ensihoitajat kirjasiivat lomakkeisiin elottomuuteen ja elvytykseen liittyvät avaintiedot. Lomakkeita täytettiin myös tehtäviltä, joissa potilaan tilanne johti elvytysyrityksiin joko ensihoidon ollessa paikalla, maallikoiden aloittamissa elvytystapauksissa tai potilas kohdattiinkin elossa. Elvytyksen jatkohoitoa ja jälkeistä selviytymistä tarkasteltiin TYKS:n potilastietojärjestelmän, Uranuksen, avulla. Tutkimuksessa ei huomioitu tapauksia, joissa elvytystä ei yritetty joko tilanteen toivottomuuden tai erillisen hoidonrajauksen vuoksi (DNR – Do Not Resuscitate, DNAR – Do Not Attempt Resuscitation). Tilastoinnissa otettiin kuitenkin huomioon tapaukset, joissa elvytystä yritettiin vastoin hoidonrajausta. Lomakkeista poimittiin potilaan oletettu sukupuoli, ikä, tapahtumapaikka, arvioitu syy, elottomuuden perustiedot (maallikon havaitsema, löydetty elottomana, elottomaksi ensihoidon aikana), maallikkoelvytyksen antaminen (painelu-, puhallus-, painelu-puhallus), alkurytmi, maallikkodefibrillointi (maallikko AED), ROSC yli 30 sekunnin ajaksi, potilaan selviytyminen sairaalaan ja selviytyminen 30 päivän, kuuden kuukauden ja vuoden kohdalla. Käytännössä sairaalajaksoa ja sen jälkeistä jaksoa tarkasteltiin Uranus-potilastietojärjestelmästä. Tiedot kerättiin ja käsiteltiin Microsoft Excel - taulukkolaskentaohjelman avulla. Taulukot luotiin Microsoft Excel ja Word-ohjelmistojen avulla. Tulokset esitetään taulukoissa kokonaismäärinä (n) ja prosenttiosuuksina (%). Analyyseistä pois luettiin elossa kohdatut potilaat.

5. Tulokset

Taulukossa 1 esitetään väestöpohjaa Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella 2021 ja elvytysten kokonaismäärää, jota väestössä esiintyi. Ensihoito palautti yhteensä 371 täytettyä lomaketta, eli 371 ensihoitotehtävää, joissa tehtäväkoodi sisälsi elottomuuden (tehtäväkoodi 700) tai elvytyksen (tehtäväkoodi 701). Elvytys oli aloitettu 41 %:ssa tehtävistä (150 tehtävää). Alkurytminä havaittiin 18 %:lla (27 kappaletta) kammiovärinä tai kammiotakykardia, 44 %:lla (67 kappaletta) sykkeetön rytmi, (kappaletta), 30 %:lla (45 kappaletta) asystole. Taulukosta nähdään myös ei-elvytettyjen tilastoa. Ei-elvytettyjä oli yhteensä 59 % (219 kappaletta), heistä 33 % (124 kappaletta) todettiin vainajiksi ensihoidon toimesta, 13 %:lla (50 kappaletta) oli hoidonrajaus (DNAR – Do Not Attempt Resuscitate) ja 12 %:ssa (45 kappaletta) ensihoidon saapuesssa potilas oli elossa, eli tieto sydänpysähdyksestä oli ollut virheellinen.

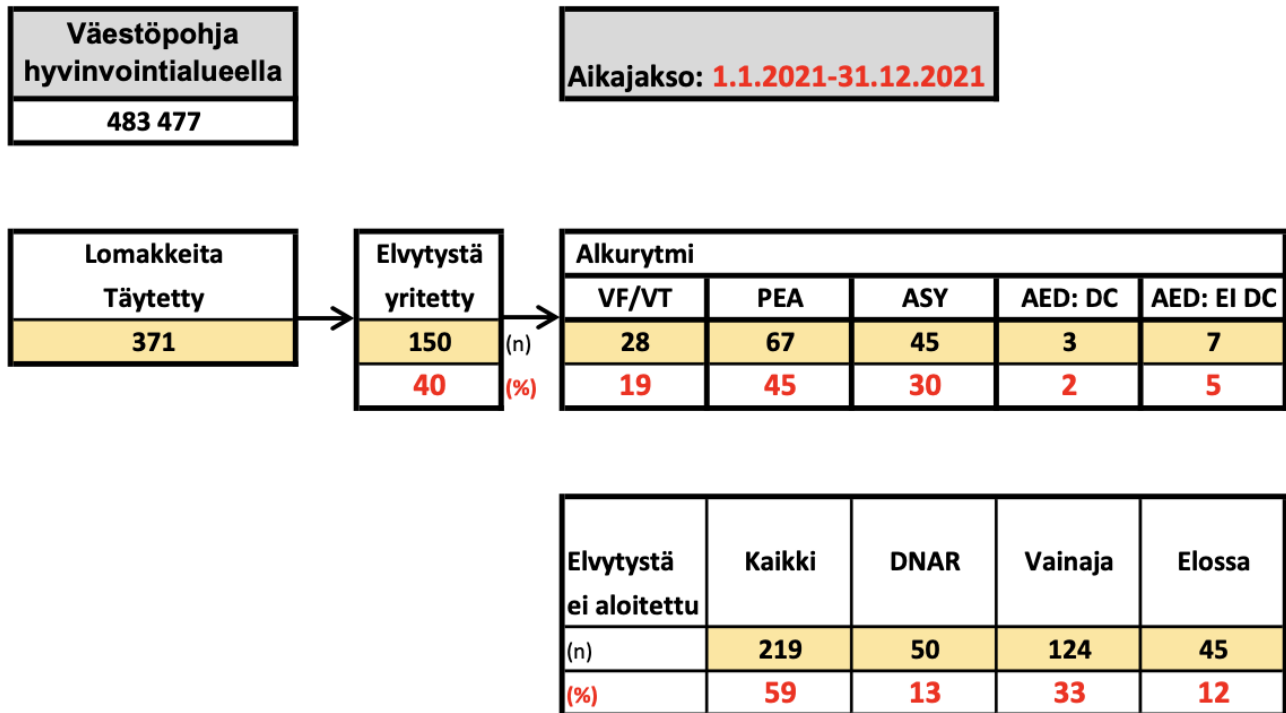
Taulukossa 2 esitetään potilaiden jakauma elvytystehtäviltä. Elvytettyjen ikä oli keskiarvoltaan 70,1 vuotta. Miesten osuus potilaista oli 69 % (103 kappaletta) ja naisten 31 % (49 kappaletta). Valtaosa sydänpysähdyksistä tapahtui kotona osuuden ollessa 66 % (100 kappaletta). Toiseksi eniten ulkona julkisella paikalla, 21 % (14 kappaletta). Seuraavaksi eniten hoitolaitoksissa, 6 % (9 kappaletta). Työpaikoilla ja julkisten paikkojen sisällä tapahtui melkein yhtä paljon sydänpysähdyksiä, työpaikoilla 3 % (4 kappaletta), julkisten paikkojen sisällä 3 % (5 kappaletta). Oppilaitoksissa ei raportoitu yhtään tapausta.

Ensihoidon arvioimina sydänpysähdyksen syistä 88 % (133 kappaletta) oli tautiperäisiä, 3 % (5 kappaletta) tukehtumisia, 1 % (2 kappaletta) myrkytyksiä, 1 % vammoja (1 kappale), 0 % hukkumisia ja sähköiskuja. Lomakkeisiin olisi kuulunut merkitä ”Ei tietoa”, mikäli ensihoito ei pystynyt arvioimaan sydänpysähdyksen syytä. 7 % (11 kappaletta) tapauksista jäi ilman tietoa, joten puuttuvat taulukosta.

Elottomuus havaittiin maallikon näkemänä 61 %:ssa (93 kappaletta) tapauksista, 26 %:ssa (40 kappaletta) tapauksista potilas oli löydetty elottomana ja 13 %:ssa (19 kappaletta) tapauksista meni elottomaksi ensihoidon aikana. Maallikkoelvytystä yritettiin yhteensä 66 %:ssa (87 kappaletta) tapauksista. Taulukosta voidaan nähdä erittely maallikkoelvytyksen sisällöstä. AED oli maallikoiden käytössä 29 tapauksessa, defibrillointeja tehtiin 14 kertaa.

Taulukossa 3 nähdään selviytymistilastoa tarkemmin. Spontaani verenkierto (ROSC) saavutettiin vähintään 30 sekunniksi 30 %:ssa (45 kappaletta) 150:stä elvytysyrityksestä. Sairaalaan selvisi 19 % (29 kappaletta), ja elossa yhden kuukauden kohdalla oli 8 % (12

kappaletta), kuuden kuukauden kohdalla 7 % (11 kappaletta) ja vuoden kohdalla 5 % (6 kappaletta) potilaista.



Taulukko 1 – Väestöpohja VSSHP:n alueella 2021. Taulukossa esitetään vuoden aikana kertyneiden elvytyslomakkeiden määrä, elvytysyritysten määrä, alkurytmien osuudet (Iskettävät alkurytmit VF/VT, PEA, ASY, AED: DC ja AED: ei DC), ja ei-elvytettyjen potilaiden tilastoa. DNAR = Do Not Attempt Resuscitation.

Potilas	Ikä (ka)	Mies (n)	Nainen (n)		Poisluettu
	70,1	103	49	(n)	Elossa kohdatut
		68	32	(%)	

Tapahtumapaikka	Koti	Työpaikka	Oppilaitos ulkona	Julkinen sisällä	Julkinen ulkona	Hoitolaitos
(n)	100	4	0	5	21	9
(%)	66	3	0	3	14	6

Arvioitu syy	Vamma	Myrkytys	Hukkuminen	Sähköisku	Tukehtuminen	Tautiperäinen	Ei tiedossa
(n)	1	2	0	0	5	133	0
(%)	1	1	0	0	3	88	0

Elottomuus	Nähty	EH aikana	Löydetty
(n)	93	19	40
(%)	61	13	26

Maallikko elvytys	Painelu+ puhallus	Pelkkä puhallus	Pelkkä painelu	Ei elvytystä	Elottomaksi EH aikana	Ei tietoa
(n)	14	2	71	47	17	1
(%)	11	2	53	35	13	1

Maallikko AED		
Käytetty	DC	Ei DC
29	14	15

Taulukko 2 – Potilasjakaumataulukko. Taulukossa esitetään elvytysyritysten yleistä potilasjakaumaa. Taulukosta nähdään keski-ikä, sukupuolijakauma, tapahtumapaikka, arvioitu elottomuuden syy, elottomuuden havainnointi, maallikkoelvytysten osuus ja tyyppi sekä maallikkodefibrillaatioiden osuus. AED = Automated External Defibrillation

Selviytymistiedot (n)		(n)	ROSC Kyllä	ROSC ei saavutettu	Selvisi Sairaalaan	Elossa 1 kk kohdalla	Elossa 6 kk kohdalla	Elossa 1 vuoden kohdalla
Kaikki elvytysyritykset		150	45	105	29	12	11	7
		(%)	30	70	19	8	7	5
Poisluettu elottomaksi ensihoidon aikana	Kaikki	135	27	108	29	12	11	7
		(%)	20	80	21	9	8	5
	VF/VT	24	14	10	12	7	6	4
		(%)	≈58	≈42	50	≈29	25	≈17
	PEA	49	16	33	9	2	2	2
		(%)	33	67	18	4	4	4
ASY	45	3	42	2	0	0	0	
	(%)	7	93	4	0	0	0	

Taulukko 3 - Selviytymistiedot. Taulukosta nähdään potilaiden verenkierron palautuminen, primaariselviytyminen sairaalaan, yhden kuukauden, 6 kuukauden, vuoden selviytyminen. ROSC = Return Of Spontaneous Circulation. Taulukosta voidaan myös tarkastella potilaiden alkurytmejä ja niiden vaikutuksia selviytymiseen.

6. Pohdinta

6.1. Vertailua vuosiin 2019–2020

Tarkastelemalla samalla alueella tehtyä rekisteritutkimusta 2019–2020 voidaan vertailla vuoden aikana tapahtuneita muutoksia. Elvytysyrityksiä oli 2021 (150 kappaletta) vähemmän kuin edeltävinä vuosina. Vuonna 2019 elvytystehtäviä oli 224 kappaletta ja 2020 179 kappaletta. Elvytysten määrä siis laski vuosien 2019 ja 2020 välillä noin 20 % ja jatkoi laskuaan noin 16 % vuosien 2020 ja 2021 välillä. Sairaalaan selviytyneiden osuus laski vuonna 2021 33,9 prosentista 19 prosenttiin. Elossa kuukauden kohdalla 2019–2020 oli 14,6 %, 2021 vain 8 %. Lisäksi vuonna 2021 defibrilloitavia alkurytmejä oli 50 %, kun se vuosina 2019–2020 oli 60 %. ROSC saavutettiin 2019–2020 64 %:lla ja 2021 58 %:lla iskettävistä alkurytmeistä. Potilaiden keski-ikä pysyi lähes samana (2019–2020 keski-ikä 71 vuotta, 2021 70 vuotta). Miesten osuus oli vuosina 2019–2020 noin 71 % kun 2021 68 %. (Laaksonen, 2020.)

6.2. Koronaviruspandemian vaikutus sydänpysähdyksiin ja elvytykseen

Elvytysyritysten vähentymiseen ja laskeneeseen selviytymiseen VSSHP:n alueella vaikuttaa varmasti useita tekijöitä, joista yksi keskeinen voisi olla koronaviruspandemia. Pandemian aikana koronavirusinfektion aiheuttamat hätätilanteet kuten vakavat hengitysvaikeudet ja sydänongelmat ovat voineet lisätä sairaalaan hakeutumista. Terveystieteiden tutkimusten mukaan kuormitus sekä resurssien uudelleenjärjestely pandemian aikana voi myös vaikuttaa elvytysresurssien saatavuuteen ja tehokkuuteen. Lisäksi pandemian vaikutus terveyteen on monimuotoinen. Liikkumisrajoitukset ja kotiin eristäytyminen voivat johtaa vähäiseen fyysiseen aktiivisuuteen, mikä lisää sydän- ja verisuonitautien riskiä. Psykkinen stressi, kotona vietetty aika ja mahdolliset ruokailutottumusten muutokset voivat myös vaikuttaa terveyteen negatiivisesti.

Pitkittynyt eristäytyminen ja pelko sairaaloissa tai terveyskeskuksissa altistumisesta koronalle voivat johtaa lääkärikäyntien lykkäämiseen, mikä voi pahentaa olemassa olevia terveysongelmia ja tätä kautta lisätä sydänpysähdyksiä. Sydänpysähdys yksin eristäytyneellä saa aikaan pitkiä viiveitä ja potilas tavataan elottomana, eikä elvytystä enää yritetä.

ILCOR:in suosituksessa 2019 korona pandemian aikana korostettiin ensiaputilanteissa henkilökohtaisten suojarusteiden käyttöä ja erilaisia turvallisuustoimenpiteitä infektioriskin minimoimiseksi. Esimerkiksi elvytysten osalta suositeltiin vain paineluelvytystä niin maallikoille

kuin terveydenhuollon ammattilaisille. Terveydenhuollon ammattilaisten kuten ensiapupäivystäjien tuli suojautua aerosolia muodostavissa toimenpiteissä, kuten paineluelvytyksessä. Puhalluselvytyksen yhteydessä riski altistua koronavirusta sisältäville aerosoleille oli merkittävä, joten sitä ei suositeltu toteutettavaksi laisinkaan. (Siitonen, 2020.) Puhallusten puute saattoi heikentää potilaiden selviytymistä ja henkilökohtaisten suojarusteiden käyttöön liittyi mahdollisesti ongelmia. Suojautuminen kasvatti avun tavoittamisen viivettä ja suojarusteet heikensivät paineluelvytyksen laatua (Alharthi ym., 2021; Tankel ym., 2021). Myös suojarusteiden puute on voinut lisätä tartuntoja maallikoille ja muille elvyttäjille. Koronapandemian alkupuolella kärsittiin myös tiedonpuutteesta koronan ja sydänpysähdyksen vaikutuksista ja oli vaikea arvioida, tulisiko koronainfektiota sairastavaa sydänpysähdyspotilasta elvyttää (Kapoor ym., 2020). Myöhemmin vasta vahvistettiin, että koronapotilaan elvyttäminen oli lähtökohtaisesti ennusteeltaan huonoa (Goodarzi ym., 2021). Vuoden 2021 aikana iskettävien rytmien määrä väheni 10 % verrattuna 2019–2020. Tiedämme, että kammiotakykardia etenee kammiovärinäksi ja aina sykkeettömäksi rytmiksi ilman hoitoa. Koronapandemian aikana ensihoidon viiveet kasvoivat ja potilaiden eristäytyessä koteihin myös etäisyydet olivat pidempiä, eikä maallikkoapua ollut välttämättä saatavilla. Tämä voisi selittää miksi iskettävien rytmien määrä olisi vähentynyt.

6.3. Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Utstein-tietojenkeruulomakkeet aiheuttavat tässä rekisteritutkimuksessa useita mahdollisia virhelähteitä. Lomakkeiden täyttäminen käsin työaikana, joka paikoin saattaa olla hyvinkin kiireistä, lisää virheiden mahdollisuutta. Myös lomakkeiden jälkikäteistä täyttämistä hankaloittaa se, että yksityiskohdat ja elvytystilanteiden tapahtumat eivät välttämättä pysy kirkkaana mielessä seuraavaan päivään asti. Tyypillisiä virheitä lomakkeissa olivat esimerkiksi henkilötunnuksen väärinkirjaaminen tai maallikkodefibrilloinnin kirjaaminen kohteeseen, jossa ei suurella todennäköisyydellä ollut defibrillaattoria. Joistakin kirjauksista selvisi, että defibrillointi oli kuitenkin suoritettu ensihoidon toimesta. Johtopäätöksiä ei kuitenkaan voinut tehdä lomakkeiden perusteella, vaikka on mahdollista nähdä, miten virhe todennäköisesti on tapahtunut. Virheitä lisää vielä, että osa tutkimusaineistosta saatiin erillisinä taulukkoina suoraan toimipisteiltä (Loimaa, Salo ja Vakka-Suomi), jolloin sama henkilö ei ollut tarkistanut samalla rutiinilla lomakkeita.

Kehitysehdotuksena tulevaisuudessa nämä lomakkeet kannattaisi siirtää sähköisille alustoille. Tämä ratkaisisi käsinkirjoittamiseen liittyvät ongelmat, kuten käsialan tulkitsemisen. Sähköinen kirjaaminen mahdollistaisi myös suoran linkittämisen potilaan sairaskertomukseen ja vähentäisi tietojen fyysistä arkistointitarvetta erillisissä tietoturvalisissä tiloissa. Lisäksi sähköinen kirjaaminen helpottaisi aineistojen nopeaa ja vaivatonta analysointia.

Tutkimuksen vahvuuksina korostuvat sen toistettavuus, laaja aineisto ja systemaattinen raportointi. Tämä rekisteritutkimus perustuu ensihoitajien systemaattisesti kirjaamiin elvytysrytymiin, mikä takaa tietojen luotettavuuden ja vertailukelpoisuuden eri ajanjaksoilla ja alueilla. Koska aineisto kerätään ja säilytetään, se voidaan toistaa esimerkiksi tarkastelemalla ja vertailemalla pitkiä ajanjaksoja. Lisäksi rekisteritutkimukset tarjoavat ajantasaista tietoa terveydenhuollon käytännöistä ja tuloksista, mikä on erityisen tärkeää, kun terveydenhuoltoon kohdistetaan muutoksia. Tämänkaltaisen tutkimus tarjoaa kokonaisvaltaisen näkökulman elvytystilanteisiin ja niiden tekijöihin suoraan kentältä kerätyn tiedon avulla. Tämä auttaa ymmärtämään paremmin elvytyksen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja voi johtaa parhaiden käytäntöjen kehittämiseen. Näin ollen tutkimus voi tarjota arvokasta tietoa terveydenhuollon ammattilaisille potilaiden hoidon ja selviytymisen parantamiseksi. Kokonaisuudessaan laajat rekisteritutkimukset ovat olennainen osa tutkimusta lääketieteessä ja sen kehittämisessä. Näin saadaan luotettavaa ja arvokasta tietoa lääketieteen tuloksista.

7. Lopuksi

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida sairaalan ulkoisten elvytysten tuloksia Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella. Tässä tutkimuksessa iskettävien rytmien kohdalla saavutettiin ROSC 58 %:lla (taulukko 3), mikä oli huomattavasti korkeampi verrattuna muihin tutkimuksen lähtörytmeihin. Vaikka iskettäviä rytmejä oli vähemmän kuin vuosina 2019–2020, niin iskettävien rytmien ennuste pysyi silti parhaimpana ROSC:ia saavuttaessa. Tässä tutkimuksessa vahvistettiin jo ennalta vahvasti tiedetty tosiasia, että potilaiden ennuste oli merkittävästi heikompi, mikäli sydämen alkurytmi ei ollut iskettävä (kammiovärinä tai kammiotakykardia). Myös mahdollinen viive potilaan sydänpysähdyksen hoidossa heikensi potilaiden ennustetta.

Tutkimus vahvisti yleisen käsityksen myös siitä, että maallikkoelvytyksen kehittäminen on yksi tehokkaimmista tavoista lyhentää elvytyksen aloittamisen aikaviivettä ja parantaa selviytymismahdollisuuksia. Vaikka suuria innovaatioita ei odoteta elvytyksen saralla lähitulevaisuudessa, maallikojen tietoisuuden ja taidon lisääminen tarjoaa konkreettisen ja kustannustehokkaan tavan vaikuttaa myönteisesti sydänpysähdyspotilaiden selviytymiseen. Tutkimuksesta voidaan epäsuorasti päätellä, että pandemian aikaviiveiden pidentyminen vaikutti epäsuotuisasti potilaiden selviytymiseen. Vertailussa lähes kaikki keskeiset mittarit (elvytysten määrä, sairaalan selviytyneiden osuus, elossa kuukauden kohdalla ja defibrilloitavat alkurytmit) olivat laskeneet vuosien 2019–2020 jälkeen Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella. Tämä korostaa tarvetta investoida resursseja ensiapukoulutukseen, jotta maallikot voivat toimia tehokkaasti hätätilanteissa ja tarjota nopean sekä laadukkaan elvytyksen ennen ammattihenkilöstön saapumista. Tulevaisuudessa resurssien merkittävä lisääminen ensihoitoon on epätodennäköistä ja kallista, joten investoimalla maallikkoelvyttämiseen voidaan mahdollisesti saavuttaa merkittäviä hyötyjä kansanterveyden taloudellisin keinoin.

Lähteet

Alharthi, S., Al-Moteri, M., Plummer, V., & Al Thobiatty, A. (2021). The Impact of COVID-19 on the Service of Emergency Department. *Healthcare*, 9(10), 1295.

<https://doi.org/10.3390/healthcare9101295>

Allen, K. A., & Brandon, D. H. (2011). Hypoxic Ischemic Encephalopathy: Pathophysiology and Experimental Treatments. *Newborn and infant nursing reviews: NAINR*, 11(3), 125–133.

<https://doi.org/10.1053/j.nainr.2011.07.004>

Babbs, C. F. (1999). CPR techniques that combine chest and abdominal compression and decompression: Hemodynamic insights from a spreadsheet model. *Circulation*, 100(21), 2146–2152. <https://doi.org/10.1161/01.cir.100.21.2146>

Berg, K. M., Bray, J. E., Ng, K.-C., Liley, H. G., Greif, R., Carlson, J. N., Morley, P. T., Drennan, I. R., Smyth, M., Scholefield, B. R., Weiner, G. M., Cheng, A., Djärv, T., Abelairas-Gómez, C., Acworth, J., Andersen, L. W., Atkins, D. L., Berry, D. C., Bhanji, F., ... Yamada, N. K. (2023). 2023 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Circulation*, 148(24), e187–e280. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001179>

Cheskes, S., McLeod, S., & Scales, D. C. (2023). Double sequential external defibrillation for refractory ventricular fibrillation. *Intensive Care Medicine*, 49(4), 455–457.

<https://doi.org/10.1007/s00134-023-06993-1>

Cipolla, M. J. (2009). Control of Cerebral Blood Flow. Teoksessa *The Cerebral Circulation*. Morgan & Claypool Life Sciences. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53082/>

Cobb, L. A., Fahrenbruch, C. E., Walsh, T. R., Copass, M. K., Olsufka, M., Breskin, M., & Hallstrom, A. P. (1999). Influence of Cardiopulmonary Resuscitation Prior to Defibrillation in Patients With Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation. *JAMA*, 281(13), 1182–1188.

<https://doi.org/10.1001/jama.281.13.1182>

Cotten, C. M., & Shankaran, S. (2010). Hypothermia for hypoxic-ischemic encephalopathy. *Expert Review of Obstetrics & Gynecology*, 5(2), 227–239. <https://doi.org/10.1586/eog.10.7>

Dalal, R., & Grujic, D. (2023). Epinephrine. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482160/>

Elvytys. Käypä hoito -suositus. 2021. (ei pvm.). Noudettu 30. maaliskuuta 2023, osoitteesta <https://www.kaypahoito.fi/hoi17010#s14>

Ensiapukoulutusta futislääkäreille ja fysioterapeuteille. (ei pvm.). Palloliitto.fi. Noudettu 16. tammikuuta 2024, osoitteesta <https://www.palloliitto.fi/ajankohtaista/laakareille-ja-fysioterapeuteille-jarjestettiin-ensiapukoulutusta>

erik. (2022, lokakuuta 24). Kids Save Lives -hanke tarjoaa elvytyskoulutusta suomalaisiin kouluihin. *Suomen Elvytysneuvosto*. <https://www.elvytysneuvosto.fi/2022/10/24/kids-save-lives-hanke-tarjoaa-elvytyskoulutusta-suomalaisiin-kouluihin/>

Florek, J. B., Lucas, A., & Girzadas, D. (2023). Amiodarone. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482154/>

Foth, C., Gangwani, M. K., Ahmed, I., & Alvey, H. (2023). Ventricular Tachycardia. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532954/>

Giacoppo, D. (2019). Impact of bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: Where would you be happy to have a cardiac arrest? *European Heart Journal*, 40(3), 319–321. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy911>

Goodarzi, A., Khodaveisi, M., Abdi, A., Salimi, R., & Oshvandi, K. (2021). Cardiopulmonary Resuscitation Outcomes of Patients with COVID-19; a One-Year Survey. *Archives of Academic Emergency Medicine*, 9(1), e70. <https://doi.org/10.22037/aaem.v9i1.1381>

Goyal, A., Sciammarella, J. C., Cusick, A. S., & Patel, P. H. (2023). Cardiopulmonary Resuscitation. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470402/>

Gräsner, J.-T., Lefering, R., Koster, R. W., Masterson, S., Böttiger, B. W., Herlitz, J., Wnent, J., Tjelmeland, I. B. M., Ortiz, F. R., Maurer, H., Baubin, M., Mols, P., Hadžibegović, I., Ioannides, M., Škulec, R., Wissenberg, M., Salo, A., Hubert, H., Nikolaou, N. I., ... Whittington, A. (2016). EuReCa

ONE 27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*, *105*, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.06.004>

Gräsner, J.-T., Wnent, J., Herlitz, J., Perkins, G. D., Lefering, R., Tjelmeland, I., Koster, R. W., Masterson, S., Rossell-Ortiz, F., Maurer, H., Böttiger, B. W., Moertl, M., Mols, P., Alihodžić, H., Hadžibegović, I., Ioannides, M., Truhlář, A., Wissenberg, M., Salo, A., ... Bossaert, L. (2020). Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe—Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*, *148*, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.042>

Hiltunen, P. (2016). *Out-of-hospital cardiac arrest in Finland*. Itä-Suomen yliopisto. <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/16855>

Holmberg, M., Holmberg, S., & Herlitz, J. (2000). Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*, *44*(1), 7–17. [https://doi.org/10.1016/s0300-9572\(99\)00155-0](https://doi.org/10.1016/s0300-9572(99)00155-0)

International Liaison Committee on Resuscitation. (ei pvm.). Noudettu 15. tammikuuta 2024, osoitteesta <https://www.ilcor.org/about>

Jabbari, R., Engstrøm, T., Glinge, C., Risgaard, B., Jabbari, J., Winkel, B. G., Terkelsen, C. J., Tilsted, H.-H., Jensen, L. O., Hougaard, M., Chiuve, S. E., Pedersen, F., Svendsen, J. H., Haunsø, S., Albert, C. M., & Tfelt-Hansen, J. (2015). Incidence and risk factors of ventricular fibrillation before primary angioplasty in patients with first ST-elevation myocardial infarction: A nationwide study in Denmark. *Journal of the American Heart Association*, *4*(1), e001399. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001399>

Jacobs, I. G., Finn, J. C., Jelinek, G. A., Oxer, H. F., & Thompson, P. L. (2011). Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-controlled trial. *Resuscitation*, *82*(9), 1138–1143. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.06.029>

Jordan, M. R., Lopez, R. A., & Morrisonponce, D. (2023). Asystole. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430866/>

Kanagasundram, A. N., Richardson, T. D., & Stevenson, W. G. (2021). The Heart Rate of Ventricular Tachycardia. *Circulation*, *143*(3), 227–229.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.051941>

Kapoor, I., Prabhakar, H., & Mahajan, C. (2020). Cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 patients – To do or not to? *Journal of Clinical Anesthesia*, *65*, 109879.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109879>

Kim, J., Perales Villarroel, J. P., Zhang, W., Yin, T., Shinozaki, K., Hong, A., Lampe, J. W., & Becker, L. B. (2016). The Responses of Tissues from the Brain, Heart, Kidney, and Liver to Resuscitation following Prolonged Cardiac Arrest by Examining Mitochondrial Respiration in Rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2016*, 7463407. <https://doi.org/10.1155/2016/7463407>

Kim, J., Yin, T., Yin, M., Zhang, W., Shinozaki, K., Selak, M. A., Pappan, K. L., Lampe, J. W., & Becker, L. B. (2014). Examination of physiological function and biochemical disorders in a rat model of prolonged asphyxia-induced cardiac arrest followed by cardio pulmonary bypass resuscitation. *PloS One*, *9*(11), e112012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112012>

Kouwenhoven, W. B., Jude, J. R., & Knickerbocker, G. G. (1960). CLOSED-CHEST CARDIAC MASSAGE. *JAMA*, *173*(10), 1064–1067. <https://doi.org/10.1001/jama.1960.03020280004002>

Kuisma, M. \$Tkirjoittaja, Holmström, P. \$Tkirjoittaja, Nurmi, J. \$Tkirjoittaja, Porthan, K. \$Tkirjoittaja, Taskinen, T. \$Tkirjoittaja, & Ahlskog-Karhu, M. \$Tkirjoittaja\$. (2017). *Ensihoito* (6. uudistettu painos., 6.-7. painos, 2018). Sanoma Pro Oy.

Laaksonen, M. (ei pvm.). *ELVYTYSTAPAHTUMAT SAIRAALAN ULKOPUOLELLA VARSINAIS-SUOMEN SAIRAANHOITOPUIRISSÄ VUOSINA 2019–2020*.

Lima, A. C. B., Araujo, B. C. P., Pérez, D. L. G., Machado, V. R. N., & Regal, M. L. (2018). Physiological bases of ventricular defibrillation. *MediSur*, *16*(6), 940–950.

Ludhwani, D., Goyal, A., & Jagtap, M. (2023). Ventricular Fibrillation. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537120/>

Marshall, R. S., & Mayer, S. A. (Toim.). (2007). 12—Increased Intracranial Pressure. Teoksessa *On Call Neurology (Third Edition)* (ss. 155–165). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-2375-3.50019-0>

Meier, P., Baker, P., Jost, D., Jacobs, I., Henzi, B., Knapp, G., & Sasson, C. (2010). Chest compressions before defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *BMC Medicine*, *8*(1), 52. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-52>

Mentzelopoulos, S. D., Couper, K., Voorde, P. V. de, Druwé, P., Blom, M., Perkins, G. D., Lulic, I., Djakow, J., Raffay, V., Lilja, G., & Bossaert, L. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Ethics of resuscitation and end of life decisions. *Resuscitation*, *161*, 408–432. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.017>

Nolan, J. P., Neumar, R. W., Adrie, C., Aibiki, M., Berg, R. A., Böttiger, B. W., Callaway, C., Clark, R. S. B., Geocadin, R. G., Jauch, E. C., Kern, K. B., Laurent, I., Longstreth, W. T., Merchant, R. M., Morley, P., Morrison, L. J., Nadkarni, V., Peberdy, M. A., Rivers, E. P., ... Hoek, T. V. (2008). Post-cardiac arrest syndrome: Epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation*, *79*(3), 350–379. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.09.017>

Nolan, J., Soar, J., & Eikeland, H. (2006). The chain of survival. *Resuscitation*, *71*(3), 270–271. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.09.001>

Oliver, T. I., Sadiq, U., & Grossman, S. A. (2023). Pulseless Electrical Activity. Teoksessa *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513349/>

Perkins, G. D., Gräsner, J.-T., Semeraro, F., Olasveengen, T., Soar, J., Lott, C., Van De Voorde, P., Madar, J., Zideman, D., Mentzelopoulos, S., Bossaert, L., Greif, R., Monsieurs, K., Svavarsdóttir, H., Nolan, J. P., Ainsworth, S., Akin, S., Alfonzo, A., Andres, J., ... Zideman, D. A. (2021). European

Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*, 161, 1–60.

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.003>

Perkins, G. D., Jacobs, I. G., Nadkarni, V. M., Berg, R. A., Bhanji, F., Biarent, D., Bossaert, L. L., Brett, S. J., Chamberlain, D., de Caen, A. R., Deakin, C. D., Finn, J. C., Gräsner, J.-T., Hazinski, M. F., Iwami, T., Koster, R. W., Lim, S. H., Huei-Ming Ma, M., McNally, B. F., ... Zideman, D. A. (2015). Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: Update of the Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation*, 132(13), 1286–1300. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000144>

Perusopetuksen opetussuunnitelman ydinasiat | Opetushallitus. (ei pvm.). Noudettu 15. tammikuuta 2024, osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetussuunnitelman-ydinasiat>

Righi, F. A., Jenkins, S., & Lin, P. T. (2021). Nonskeletal injuries related to cardiopulmonary resuscitation: An autopsy study. *Journal of Forensic Sciences*, 66(6), 2299–2306. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14791>

Ristagno, G., Tang, W., & Weil, M. H. (2009). Cardiopulmonary Resuscitation: From the Beginning to the Present Day. *Critical Care Clinics*, 25(1), 133–151. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2008.10.004>
Sekhon, M. S., Ainslie, P. N., & Griesdale, D. E. (2017). Clinical pathophysiology of hypoxic ischemic brain injury after cardiac arrest: A “two-hit” model. *Critical Care*, 21(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1670-9>

Siitonen, S. (ei pvm.). *Suomen Punaisen Ristin ensiapu- ja terveystoimikunta*:

Sommers, M. S. (1991). Potential for injury: Trauma after cardiopulmonary resuscitation. *Heart & Lung: The Journal of Critical Care*, 20(3), 287–293.

Tankel, J. W., Ratcliffe, D., Smith, M., Mullarkey, A., Pover, J., Marsden, Z., Bennett, P., & Green, D. (2021). Consequences of the emergency response to COVID-19: A whole health care system review in a single city in the United Kingdom. *BMC Emergency Medicine*, 21(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12873-021-00450-2>

UEFA.com. (2023, marraskuuta 2). ‘Get trained, save lives’ campaign to educate football fans in CPR skills | *Inside UEFA*. UEFA.Com. <https://www.uefa.com/returntoplay/news/0287->

195ca7e12b5f-8cb5d5879d49-1000--get-trained-save-lives-campaign-to-educate-football-fans-
in-/

Young, D. B. (2010). Introduction. Teoksessa *Control of Cardiac Output*. Morgan & Claypool Life Sciences. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK54473/>

Sydänpysähdyspotilaiden tiedonkeruulomake

19. Maallikkodefibrillaattorin käyttö ennen EVY:n saapumista		20. Alkurytmänä oli VF tai VT (muuten ei kirjata aikaa)				
1	Defibrillaatio annettu	A) Ensimmäinen DC annettu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	AED käytetty, ei defibrillaatiota		T	T	M	M
3	EI	B) DC määrä yhteensä elvytyksen aikana	<input style="width: 100%;" type="text"/>			

21. Onko elvytyksen aikana annettu hoitoa oletettuun elottomuuden aiheuttajaan			
1	EI, syytä EI osoitettavissa tai spesifistä hoitoa annettavissa	6	Myrkytyksessä vasta-aine tai muu spesifi hoito
2	Hapenpuutteessa ilmatien ja happeutumisen turvaaminen	7	Hypotermia potilaan kuljettaen elvytys sairaalaan
3	Tukoksessa keuhkoembolian tai sydäninfarktin liuotushoito	8	Elektrolyyttihäiriön hoito (esim asidoosin hoitoon Nabik)
4	Jänniteilmarinnessa neulatorakosenteesi tai torakostomia	9	Hypovolemiassa nesteresuskitaatio
5	Tamponaatiossa hätätorakotomia tai perikardiumsenteesi	10	Muu, mikä? _____

22. Lopullinen hengitystieväline elvytyksen aikana (elvytystoimien loppuessa (X1) tai kuljetuksen aikana)		23. Millä hengityshoitomenetelmällä elvytys pääosin hoidettiin	
1	Intubaatio	1	I-GEL/LMA
2	I-GEL/LMA	2	Maski+palje (nielutuubi)
3	Nielutuubi	3	Ei mitään
4	Koniotomia (Hätätrakeostomia)	4	Intubaatio
5	Ei hengitystievälinettä		

27. Elvytettiinkö potilasta laatuohjatuksi?		28. Mekaaninen elvytyslaite		29. Lääke/nestereitti elvytyksen aikana		30. Lääkkeet elvytyksen aikana	
1	EI	1	Lucas®	1	IV-yläraaja	1	Adrenaliini
2	Painelutunnistimen avulla	2	Autopulse®	2	IV-ulompi kaulalaskimo	2	Amiodaroni
3	EtCO2 ohjatuksi	3	CorPuls®	3	Reisilaskimo	3	Na.Bikarbonaatti
4	Invasiivinen verenpaine	4	EI käytetty	4	IO-Humerus	4	Liuotuslääke
				5	IO-Tibia	5	Ei annettu
				6	Muu, mikä? _____		
				7	Ei laitettu		

31. ROSC yli 30 s ajaksi (vaikka menisi uudelleen elottomaksi)		32. ROSC aika tai elvytys lopetettu		33. Potilaan selviytyminen	
1	Kyllä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Kuljetettu omalla verenkierrolla sairaalaan
2	Ei	T	T	2	Vainaja (X-1 kohteessa <input type="checkbox"/> tai kuljetuksen aikana <input type="checkbox"/>)
				3	Kuljetettu elvyttäen sairaalaan
				4	Potilas elossa tapahtumapaikalla, ei kuljetusta

Tutkimuskoordinaattori täyttää

34. Sepelvaltimoiden angiografia		36. Potilaan selviytyminen (1= Kyllä, 2= EI)					
1	Heti (2h)	1	Potilas elossa 30 päivän kuluttua elottomuudesta				
2	2-24h sisällä	2	Potilas elossa 6 kk kuluttua elottomuudesta				
3	Hoitajaksolla	3	Potilas elossa 12 kk kuluttua elottomuudesta				
4	Ei						
35. CPC hoitajakson päättyessä		Kuolinaika	2	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	1-2 (Hyvä toipuminen, ei avun tarvetta)	P	P	K	K	V	V
2	3 (Tarvitsee muiden apua päivittäisissä toimissa)						
3	4-5 (Tajuton, aivokuollut)						

Utstein 17.5

Liite 2 - Utstein tiedonkeruulomake 17.5, 2. sivu