

# MAALLIKON SUORITTAMA DEFIBRILLAATIO SYDÄNPYSÄHDYSPOTILAAN HOITOKETJUSSA

*Lay-person and public access defibrillation  
in the chain of survival in Finland*

**HEINI HARVE**

AKATEEMINEN VÄITÖSKIRJA

Esitetään Helsingin yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan suostumuksella julkisesti  
tarkastettavaksi Helsingin Yliopiston Päärakennuksen Auditoriossa XII

28.2.2009 klo 12.

HELSINKI 2009

- Ohjaaja            Dosentti Tom Silfvast  
                      HYKS  
                      Anestesiologian ja tehohoidon yksikkö  
                      Helsingin yliopisto  
                      Helsinki
- Esitarkastajat    Dosentti Markku Mäkijärvi  
                      HYKS Meilahden sairaala  
                      Kardiologian yksikkö  
                      Helsingin yliopisto  
                      Helsinki
- Dosentti Pertti Suominen  
                      HYKS Lasten ja Nuorten sairaala  
                      Anestesiologian ja tehohoidon yksikkö  
                      Helsingin yliopisto  
                      Helsinki
- Vastaväittäjä    Professori Heikki Huikuri  
                      Oulun Yliopistollinen Sairaala  
                      Sisätautien klinikka, Kardiologinen osasto  
                      Oulun yliopisto  
                      Oulu

ISBN 978-952-92-5080-6 (nid.)  
ISBN 978-952-10-5277-4 (PDF)

Yliopistopaino  
Helsinki 2009

*Inarille*

# Sisällys

|  |    |
|--|----|
| <b>Tiivistelmä</b> .....   | 7  |
| <b>Abstract</b> .....  | 9  |
| <b>Alkuperäiset julkaisut</b> .....  | 12 |
| <b>Lyhenteet</b> .....   | 13 |
| <b>1. Johdanto</b> .....   | 15 |
| <b>2. Kirjallisuuskatsaus</b> .....  | 17 |
| 2.1 Sydänpysähdys .....  | 17 |
| 2.1.1 Etiologia .....  | 17 |
| 2.1.2 Hoitoketju .....   | 17 |
| 2.1.2.1 Sydänpysähdysten varhainen tunnistaminen<br>ja avun hälyttäminen ..... | 17 |
| 2.1.2.2 Varhainen peruselvytys .....   | 18 |
| 2.1.2.3 Varhainen defibrillaatio .....   | 18 |
| 2.1.2.4 Elvytyksen jälkeinen tehokas hoito .....                               | 18 |
| 2.1.3 Ennuste ja pitkäaikaiselvytyminen .....                                  | 19 |
| 2.2 Historiallisia näkökohtia .....  | 20 |
| 2.2.1 Puhalluselvytys .....  | 20 |
| 2.2.2 Paineluelvytys .....   | 21 |
| 2.2.3 Defibrillaatio .....   | 21 |
| 2.2.4 Maallikkoelvytyksen kehitys Suomessa .....                               | 22 |
| 2.3 Elvytysohjeet .....  | 23 |
| 2.4 Ensihoitojärjestelmä Suomessa .....  | 24 |
| 2.4.1 Häätakeskusjärjestelmä .....   | 24 |
| 2.4.2 Sairaankuljetus .....  | 25 |
| 2.5 Defibrillaatio ja defibrillaattorit .....                                  | 26 |
| 2.5.1 Puoliautomaattiset defibrillaattorit .....                               | 26 |
| 2.5.2 Maallikkodefibrillaatio .....  | 27 |
| 2.5.3 Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmat .....                    | 29 |
| 2.5.4 Maallikkodefibrillaatio Suomessa .....                                   | 31 |
| <b>3. Tutkimuksen tavoitteet</b> .....   | 33 |

|  |    |
|--|----|
| <b>4. Aineisto ja menetelmät</b> .....   | 35 |
| 4.1 Vakinaisten ja sopimuspalokuntien ensivasteyksiköt .....   | 35 |
| 4.2 Lentoyhtiö Finnairin maallikkodefibrillaatio-ohjelma .....   | 35 |
| 4.3 Maallikon suorittama peruselvytys ja defibrillaatio hätäkeskuspäivystäjän<br>puhelinohjauksen avulla .....   | 35 |
| 4.4 Kammiovärinästä elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselvytyminen ja elämänlaatu                                | 37 |
| 4.5 Eettiset näkökohdat .....  | 38 |
| 4.6 Tilastolliset menetelmät .....   | 38 |
| <b>5. Tulokset</b> .....   | 39 |
| 5.1 Puoliautomaattiset defibrillaattorit vakinaisten ja sopimuspalokuntien<br>ensivasteyksiköiden käytössä ..... | 39 |
| 5.2 Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmat .....  | 39 |
| 5.3 Maallikon suorittama peruselvytys ja defibrillaatio hätäkeskuspäivystäjän<br>puhelinohjauksen avulla .....   | 40 |
| 5.4 Kammiovärinästä elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselvytyminen ja elämänlaatu                                | 41 |
| <b>6. Pohdinta</b> .....   | 45 |
| 6.1 Maallikkodefibrillaatio Suomessa .....   | 45 |
| 6.2 Hätäkeskuksen rooli sydänpysähdyspotilaan selviytymisen kannalta .....                                       | 48 |
| 6.3 Sydänpysähdyksestä selviytyneiden potilaiden pitkäaikaisennuste ja elämänlaatu                               | 51 |
| <b>7. Tutkimuksen rajoitukset</b> .....  | 53 |
| <b>8. Tulevaisuuden näkymiä</b> .....  | 55 |
| <b>9. Johtopäätökset</b> .....   | 57 |
| <b>10. Kiitokset</b> .....   | 59 |
| <b>11. Viitteet</b> .....  | 61 |
| <br><b>LIITTEET</b>  |    |
| <b>Kysely puoliautomaattisen defibrillaattorin käytöstä</b> .....  | 68 |
| <b>PUHELINELVYTYSOHJE AIKUISELLE, KUN DEFIBRILLAATTORI ON SAATAVILLA<br/>5 MINUUTISSA</b> .....                  | 70 |



## Tiivistelmä

**Johdanto:** Sydänpysähdyspotilaan hoitoketjun ensimmäinen lenkki on maallikko. Maallikon antaman peruselvytyksen on osoitettu parantavan sydänpysähdyspotilaan ennustetta. Sydänpysähdyksestä selviytymisen mahdollisuus riippuu paljolti siitä, kuinka nopeasti peruselvytys ja kammiovärinän defibrillointi päästään aloittamaan. Taajamien ulkopuolella viive, jolla ensihoitojärjestelmä tavoittaa sydänpysähdyspotilaan voi kuitenkin olla pitkä.

Puoliautomaattisten defibrillaattorien kehitys on mahdollistanut myös maallikoiden toteuttaman defibrillaation. Maallikoista koostuvien ensivasteyksiköiden suorittaman defibrillaation on osoitettu lyhentävän defibrillaatioviiveitä ja parantavan potilaiden selviytymistä. Englanninkielisellä termillä ”Public access defibrillation” tarkoitetaan järjestelmää, jossa valikoiduista maallikoista koostuvia ryhmiä koulutetaan tunnistamaan elottomuus, aloittamaan peruselvytys ja suorittamaan nopea defibrillaatio. Tällä termillä ei ole virallista suomenkielistä vastinetta. Tässä väitöskirjassa vastaavassa merkityksessä käytetään termiä maallikkodefibrillaatio.

**Tutkimuksen tavoitteet:** Väitöskirjatyön tavoitteena on löytää uusia tapoja hyödyntää maallikoiden suorittamaa defibrillaatiota suomalaisissa olosuhteissa. Samalla pyritään selvittämään puoliautomaattisten defibrillaattoreiden asemaa koulutettujen maallikoiden käytössä sekä tutkimaan hätäkeskuksen mahdollisuuksia ohjata maallikoita defibrillaation suorittamisessa. Lisäksi tavoitteena on selvittää kammiovärinästä onnistuneesti elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselviytymistä ja elämänlaatua.

**Aineisto ja menetelmät:** Palokuntien ensivastetoimintaan liittyvän maallikkodefibrillaation kartoittamiseksi palokunnille, joiden ei tiedetty harjoittavan sairaankuljetustoimintaa, lähetettiin kyselylomake. (Osatyö I) Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmista tehtiin kirjallisuushaku. Kaikki löydettyt julkaisut analysoitiin ja niiden tuloksia verrattiin lentoyhtiö Finnairin ohjelmaan. (Osatyö II) Hätäkeskuspäivystäjän antaman puhelinohjauksen vaikutusta peruselvytyksen laatuun ja defibrillaatioon selvittäviin tutkimuksiin osallistui 54 varusmiestä, joilla ei ollut aiempaa kokemusta puoliautomaattisen defibrillaattorin käytöstä. Simuloidussa tilanteessa kuvattiin sydänpysähdyspotilas alkurytmienään kammiovärinä. Toisessa ryhmässä hätäkeskuspäivystäjä neuvoi koehenkilöitä antamaan peruselvytystä ja suorittamaan defibrillaation puoliautomaattisella defibrillaattorilla. Vertailuryhmälle annettiin vain peruselvytysohjeita. Tutkimuksen jälkeen varusmiehet saivat neljän tunnin elvytys- ja defibrillaatiokoulutuksen. Kuusi kuukautta koulutuksen jälkeen suoritettiin uusi simulaatio, jossa asetelma oli sama, mutta hätäkeskuspäivystäjä ei antanut puhelinohjausta. Tuloksia verrattiin aiemman simulaation tuloksiin. (Osatyöt III ja IV)

Elvytyspotilaiden pitkäaikaiselviytymistä ja elämänlaatua selvittävän tutkimuksen potilaat olivat aiemmin osallistuneet tutkimukseen, johon otettiin mukaan Helsingin alueella kammiovärinästä onnistuneesti elvytetty potilaat 1.1.1986-30.6.1988. Potilaille oli suoritettu neurologinen ja neuropsykologinen tutkimus kahdentoista kuukauden kuluttua elvytyksestä. Väestörekisteritietojen perusteella selvitettiin elossa olevat potilaat sekä menehtyneiden kuolinajat ja -syyt. Elossa olleista 11 potilaasta kymmenen osallistui uuteen tutkimukseen. Heille suoritettiin neuropsykologinen, neurologinen ja elämänlaatua koskeva tutkimus samoilla menetelmillä, kuin edellisessä tutkimuksessa.

**Tulokset:** Puoliautomaattisia defibrillaattoreita oli hankittu 1990-luvun kuluessa lisääntyvässä määrin ensivastetoimintaa harjoittavien vakinaisten ja sopimuspalokuntien käyttöön. Laitteen käytön kertaavaa koulutusta vuosittain ilmoitti järjestävänsä 85 % vastaajista. Vain 2 % ei järjestänyt kertaavaa koulutusta lainkaan. Vastaajista 94 % ilmoitti tarkastavansa laitteensa toimintakunnon päivittäin. Kuitenkin vain 60 % synkronoi säännöllisesti laitteen kelloa tai tyhjensi laitteen muistia. Vain 56 % vastaajista ilmoitti, että ensivasteyksikön henkilöstöllä oli viranomaisen myöntämä kirjallinen lupa puoliautomaattisen defibrillaattorin käyttöön. Tietoja elvytystilanteiden määrästä, onnistuneiden elvytysten osuudesta, käytössä ilmenneistä ongelmista tai defibrillaatioviiveistä ei ollut yhdelläkään vastaajista. (Osatyö I)

Kirjallisuudesta löytyi kolme tutkimusta, joissa oli seurattu eri lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmia. Lisäksi löytyi useampia tapausselostuksia sekä kaksi lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmien kustannus-hyötysuhdetta arvioinutta tutkimusta.

Lennon aikana tapahtuvassa käytössä puoliautomaattisten defibrillaattoreiden rytmianalyysin spesifisyys ja sensitiivisyys oli 100 %. Laitteiden ei havaittu aiheuttaneen vaaraa matkustamohenkilökunnalle tai muille matkustajille. (Osatyö II)

Kouluttamattomien maallikoiden hätäkeskuspäivystäjän ohjaamina suorittaman peruselvytyksen todettiin olevan laadultaan heikkoa riippumatta siitä, käytettiinkö lisäksi puoliautomaattista defibrillaattoria vai ei. Defibrillaattorin käyttö ei pidentänyt peruselvytyksen taukoja. Elvytyskoulutus paransi puhalluselvytyksen laatua, mutta ei vaikuttanut merkittävästi paineluelvytyksen laatuun, peruselvytyksen taukoihin tai defibrillaation onnistumisen todennäköisyyteen. (Osatyöt III ja IV)

Kymmenen elossa olleen sydänpysähdyspotilaan keski-ikä oli 72 vuotta. Kaikki asuivat kotona ja hoitivat itsenäisesti jokapäiväiset askareensa. Kaikilla oli myös säännöllisiä harrastuksia ja he harrastivat liikuntaa. Potilaista neljä oli palannut työelämään sydänpysähdyksen jälkeen. Kolmella potilaalla havaittiin lieviä neurologisia poikkeavuuksia. Kolme potilasta arvioi elämänlaatunsa tutkimusajankohtana vähintäänkin tyydyttäväksi. Yhtä lukuun ottamatta potilaat arvioivat elämänlaatunsa vallitsevassa tilanteessa paremmaksi, kuin vuosi sydänpysähdyksen jälkeen tehdyssä tutkimuksessa. Neuropsykologisissa tutkimuksissa viiden potilaan löydös oli normaali, neljällä todettiin lievää poikkeavuutta ja yhdellä huomattavaa poikkeavuutta.

**Johtopäätökset:** Maallikkodefibrillaatio-ohjelmilla voitaisiin todennäköisesti lyhentää defibrillaatioviiveitä myös Suomessa. Esimerkki toimivasta suomalaisesta maallikkodefibrillaatio-ohjelmasta on lentoyhtiö Finnairin toteuttama ohjelma. Defibrillaation liittäminen osaksi hätäkeskuksen antamia puhelinelvytysohjeita voisi tehostaa jo olemassa olevien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käyttöä. Julkisiin tiloihin sijoitettuja defibrillaattoreita pitäisi laatia rekisteri ja niiden sijainnin pitäisi olla hätäkeskuksen tiedossa. Ne tulisi myös merkitä näkyvästi. Yleisön tietoisuutta puoliautomaattisista defibrillaattoreista ja maallikkodefibrillaatiosta on lisättävä.

Sydänpysähdyksestä onnistuneesti elvytettyjen potilaiden kuolleisuus elvytyksestä seuraavan vuoden sisällä on korkea. Pitkäaikaiselvytykset vaikuttavat kuitenkin toipuvan hyvin, palaavan jopa työelämään ja viettävän laadullisesti hyvää elämää. Siksi pitkäaikaiselvytyksien määrän lisäämiseen tähtäävät toimet, kuten maallikkodefibrillaatio, ovat tarkoituksenmukaisia.



## Abstract

Sudden cardiac arrest (CA) is one of the leading causes of death in Europe. It has been estimated that about 40 % of CA victims have ventricular fibrillation (VF) at the time of the first heart rhythm analysis. The treatment for VF is immediate bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) and rapid defibrillation.

The concept of the Chain of Survival includes four vital steps needed for successful resuscitation of a victim of CA. The links of the Chain of Survival are: 1. Early recognition of the emergency and calling for help. 2. Early bystander CPR. 3. Early defibrillation. 4. Early advanced life support and post-resuscitation care.

In most Emergency Medical Services (EMS) systems, the time from emergency call to EMS arrival is 8 minutes or longer. Bystander CPR has been reported to increase survival from out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). CPR also increases the likelihood of defibrillation terminating VF. Although telephone-guided CPR instructions have been reported to increase survival from OHCA, simulated studies have shown the quality of dispatcher-assisted CPR to be poor. Cohort studies have linked better quality of CPR to improved survival.

The automated external defibrillator (AED) and the concept of public access defibrillation (PAD) may be a key to shortening defibrillation delays, especially in sparsely populated rural communities where the EMS delay may be long. Several studies have documented that AEDs are simple to operate. Recent studies have shown that PAD programs are associated with high survival rates from VF without an increase in neurological deficits when devices have been placed in certain risk sites and used by trained laypersons.

Today many public places are equipped with AEDs, and the number of laypersons

trained to use them is increasing. Concomitantly, these AEDs are also within reach of a large number of untrained laypersons.

**Aims:** The purpose of this study was to find new ways of utilizing layperson defibrillation and promote the concept of PAD in Finland. The role of the dispatcher in the Chain of Survival was also of special interest.

**Material and methods:** To explore the use of AEDs by non-medical first responders in Finland, a structured survey was mailed to all voluntary and professional fire brigades that were not known to provide ambulance services. The questions related to the purchase, experience of use and anticipated benefits from the devices. (Study I)

A comprehensive search of MEDLINE was performed to find articles concerning defibrillation aboard a commercial aircraft. A patient case was presented to shed light on this special sector of PAD. (Study II)

Fifty-four conscripts without previous medical education were recruited from the Western Military Command in Finland to explore the role of dispatcher assistance in layperson CPR and defibrillation. The participants were divided at random to form teams of two. In the first study the teams were randomised to dispatcher-assisted CPR with or without AED operation during a simulated VF OHCA. The time interval from collapse to first shock, hands-off time, and the quality of CPR were compared between the two groups. For the second study the participants thereafter received a four-hour basic life support-defibrillation (BLS-D) training. Six months later they were again randomly divided to form teams of two and tested in a similar scenario but without dispatcher assistance. The time interval from collapse to first shock, hands-off time and the quality of CPR were com-

pared between the two simulations. (Studies III and IV)

A 15-year follow-up study of 59 one-year survivors after successful out-of-hospital resuscitation who were thoroughly evaluated at 3 and 12 months after OHCA was performed to evaluate the long-term quality of life of the CA patients. Eleven patients were still alive 15 years later. Ten of them were reached and underwent a comprehensive neuropsychological and neurological examination. Cognitive performance was evaluated and compared with individual results 15 years earlier and with an age-matched control group. The cause and time of death of the non-survivors were established. (Study V)

**Results:** The number of AEDs in use by non-medical first-response units had increased progressively since 1992. Most respondents possessed only one device, and a median of 12 users were trained to use each device. A total of 85 % of the respondents retrained at least once a year, and 94 % checked the device on a daily basis. Half of the users had written authorization to use the AED. None of the respondents could provide data on how many CA they had attended to or the success of resuscitation during the preceding year. The defibrillation delays were not known either. Ninety-four percent of the respondents reported that they considered the AED useful, and 80 % thought that the cost-benefit of the device was either very good or good. (Study I)

The MEDLINE search resulted three follow-up studies concerning the PAD programs of commercial airlines. Also a number of patient cases and two cost-effectiveness evaluations were found. The sensitivity and specificity of AEDs were reported to be 100 % when used on-board. No harm for co-passengers or malfunctions were reported. The survival rates that the airlines have reported after implementation of AEDs on board have been higher than that obtained by the best EMSs. The cost-effectiveness of placing AEDs on commercial aircraft have been claimed to compare favourably with the cost-effectiveness of other widely accepted medical in-

terventions and health policy regulations, especially on large-capacity aircraft. It has even been estimated that the number of sudden deaths from CA during scheduled flights is greater than the number caused by aircraft accidents. (Study II)

The quality of CPR performed by untrained laypersons was poor regardless of the use of an AED. The use of an AED did not increase the hands-off time or the time interval to the first compression. Sixty-four percent of the teams managed to give the first defibrillatory shock within 5 minutes without previous training but with dispatcher assistance. BLS-D training improved the quality of mouth-to-mouth ventilation, but there was only a minor improvement in the quality of compressions and the speed of defibrillation. (Studies III and IV)

All 10 evaluated long-term survivors after CA lived at home and were independent in their daily activities. Their mean age was 72 years. In nine patients there was no change in the present neurological status compared with the status at 1 year after resuscitation, and in one patient it had improved. Five patients were cognitively intact. In four patients mild cognitive problems had emerged or slightly progressed. In one patient with moderate cognitive deficits at the 1-year examination, the deficits had progressed to severe. All but one were satisfied with their perceived quality of life. By the time of examination, the mean survival time for the 1-year survivors was 7 years, and the mean age at the time of death was 70 years. (Study V)

**Conclusions:** Although there are many AEDs in use by non-medical first responders in Finland, the results of the study showed that there are large variations between individual first response units. This is considered to be caused by the lack of national standards and regulations that would define a full integration of first-responder programmes into the EMS system.

The goal of rapid defibrillation in five minutes after the onset of CA is difficult to achieve in Finland due to sparse population and long distances. Local PAD programs may shor-

ten the defibrillation delays. Dispatcher assistance in defibrillation by a layperson not trained to use an AED seems feasible and does not compromise the performance of CPR. In a simulated study, the quality of mouth-to-mouth ventilation performed by laypersons was found to be better after CPR training compared with performance with dispatcher assistance before training. Training was not found to have an influence on the quality of compressions or defibrillation compared with dispatcher assistance of untrained laypersons. Thus, the target groups for CPR and defibrillation training and dispatcher as-

sisted CPR and defibrillation need further evaluation. It may be more cost-effective to enhance the role of the dispatcher to advise compressions and the use of an AED instead of training unselected laypersons. The placements of the AEDs in public areas should be known by the emergency response center and the location should be marked with an international sign.

The finding that once a good neurological outcome after CA is achieved, it can be maintained for more than 10 years, encourages further efforts to improve the survival of CA patients.

# Alkuperäiset julkaisut

- I Harve H, Silfvast T. The use of automated external defibrillators by non-medical first responders in Finland. *Eur J Emerg Med* 2004;11:130-133.
- II Harve H, Hämäläinen O, Kurola J, Silfvast T. AED use in a passenger during a long-haul flight: Repeated defibrillation with a successful outcome. *Aviat Space Environ Med.* (Hyväksytty julkaistavaksi)
- III Harve H, Jokela J, Tissari A, Saukko A, Räsänen P, Okkolin T, Pettilä V, Silfvast T. Can untrained laypersons use a defibrillator with dispatcher assistance? *Acad Emerg Med* 2007;14:624-628.
- IV Harve H, Jokela J, Tissari A, Saukko A, Okkolin T, Pettilä V, Silfvast T. Defibrillation and the quality of layperson cardiopulmonary resuscitation - dispatcher assistance or training? *Resuscitation* 2009;80:275-277.
- V Harve H, Tiainen M, Poutiainen E, Maunu M, Kajaste S, Roine RO, Silfvast T. The functional status and perceived quality of life in long-term survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:206-209.

Osatyöt on julkaistu tässä väitöskirjassa alkuperäisten julkaisijoiden luvalla.  
Reprinted here with the publisher's permission.

## Lyhenteet

|       |  |
|-------|--|
| AED   | Automated External Defibrillator                     |
| AHA   | American Heart Association                           |
| BLS-D | Basic life support -defibrillation                   |
| CA    | Cardiac arrest                                       |
| CK-MB | MB Isoenzyme of Creatine Kinase                      |
| CPR   | Cardiopulmonary Resuscitation                        |
| EMS   | Emergency Medical Services                           |
| ERC   | Emergency Response Center                            |
| ERC   | European Resuscitation Council                       |
| FAA   | The Federal Aviation Administration                  |
| HIE   | Hypoksis-iskeeminen enkefalopatia                    |
| ILCOR | the International Liaison Committee on Resuscitation |
| NYHA  | New York Heart Association                           |
| OHCA  | Out-of-hospital Cardiac Arrest                       |
| PPE   | Painelu-puhalluselytys                               |
| PPE-D | Painelu-puhalluselytys-defibrillaatio                |
| QALY  | Quality Adjusted Life Year                           |
| ROSC  | Return of spontaneous circulation                    |
| SD    | Standard deviation                                   |
| SPEK  | Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö                   |
| TnT   | Cardiac Troponin T                                   |
| VF    | Ventricular fibrillation                             |
| WAIS  | Wechsler Adult Intelligence Scale                    |
| WMS   | Wechsler Memory Scale                                |



# 1. Johdanto

Sepelvaltimotauti oli vuonna 2007 toiseksi yleisin työikäisten miesten ja neljänneksi yleisin työikäisten naisten kuolinsyy Suomessa. Vuonna 2007 sepelvaltimotauti aiheutti yhteensä 1419 työikäisen ihmisen kuolemaa maassamme (Tilastokeskus 2008). Sepelvaltimotauti aiheuttaa sydänlihaksen hapenpuutetta, joka voi johtaa sydämen äkilliseen pysähtymiseen ja kuolemaan. Sydänperäisestä syystä johtuvan sydänpysähdyksen taustalla olevia sydänsairauksia voidaan pyrkiä ehkäisemään ja hoitamaan. Sydänpysähdykseen johtava rytmihäiriö voi kuitenkin olla sydänsairauden ensimmäinen oire. Siksi myös sydänpysähdyspotilaiden hoitoketjua kehittämällä voitaneen ehkäistä ennenaikaisia kuolemia.

Yksi sydänpysähdyspotilaan ennusteeseen oleellisimmista vaikuttavista tekijöistä on viive, jolla apu tavoittaa potilaan. Ensimmäisen rytmianalyysin aikana todetaan noin 40 %:lla sydänpysähdyspotilaista rytminä kammiovärinä (Cobb ym. 2002; Rea ym. 2004a; Waalewijn ym. 1998). Tällöin ainoa pelastava hoito on nopea defibrillaatio. Kansainväliset suositukset asettavat tavoitteeksi defibrillaation viiden minuutin sisällä elottomuuden alusta (American Heart Association 2005, European Resuscitation Council 2005). Jokainen minuutti, jonka defibrillaatio viivästyy, heikentää potilaan ennustetta (Valenzuela ym. 1997; Waalewijn ym. 2001).

Nopean defibrillaation toteuttaminen on haaste ensihoitojärjestelmälle. Nykyaikaisten neuvovien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden avulla myös maallikko voi suorittaa defibrillaation jo ennen ammattiavun saapumista paikalle. Neuvovat puoliautomaattiset defibrillaattorit tunnistavat itse defibrilloitavan rytmin ja ohjaavat käyttäjänsä suorittamaan defibrillaation ääni- ja kuvaohjeiden sekä kirjallisten ohjeiden avulla. Käsitteellä ”Public access defibrillation” (PAD) tarkoi-

tetaan kansainvälisissä julkaisuissa järjestelmää, jossa valikoiduista maallikoista koostuvia ryhmiä koulutetaan tunnistamaan elottomuus, aloittamaan painelu-puhalluselvytys ja suorittamaan nopea defibrillaatio neuvovaa puoliautomaattista defibrillaattoria käyttäen. Toiminnan tulee olla osa paikallista ensihoitojärjestelmää. Termillä ei ole virallista suomenkielistä vastinetta. Tässä väitöskirjassa termin ”Public access defibrillation” suomenkielisenä vastineena käytetään ilmaisua maallikkodefibrillaatio.

Harva asutus taajamien ulkopuolella sekä pitkät etäisyydet tekevät nopean defibrillaation toteuttamisen Suomen olosuhteissa erityisen haastavaksi. Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden määrä on viime vuosina lisääntynyt. Maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat kuitenkin maassamme vielä varsin kehittymättömiä ja järjestäytymättömiä. Lisää tutkimustietoa tarvitaan, jotta maallikkodefibrillaatiosta voitaisiin saada mahdollisimman suuri hyöty sydänpysähdyspotilaiden toipumisennusteen parantamiseksi.

Japanilaistutkimuksessa todettiin, että sellaiset maallikot, joilla oli tietoa puoliautomaattisista defibrillaattoreista ja niiden käytöstä suhtautuivat niihin myönteisesti ja olivat tarvittaessa myös valmiita käyttämään niitä (Taniguchi ym. 2008). Kuitenkin vain 12 % haastatelluista lukiolaisista ja 44 % heidän opettajistaan kertoi tietävänsä, kuinka puoliautomaattista defibrillaattoria käytetään.

Tämän väitöskirjatyon tarkoituksena onkin lisätä tietoisuutta puoliautomaattisista defibrillaattoreista, maallikkodefibrillaatiosta sekä maallikkodefibrillaatio-ohjelmista myös Suomessa. Lisääntyneen tietoisuuden sekä hyvin suunniteltujen ja järjestettyjen maallikkodefibrillaatio-ohjelmien avulla jo hankitut puoliautomaattiset defibrillaattorit voisivat hyödyttää sydänpysähdyspotilaita entistä enemmän.





## 2. Kirjallisuuskatsaus

### 2.1 Sydänpysähdys

#### 2.1.1 Etiologia

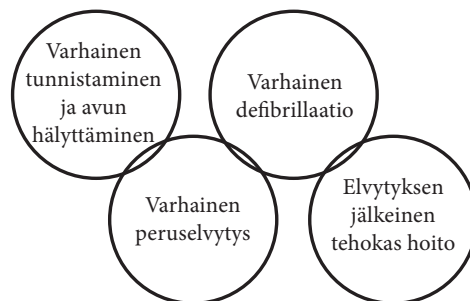
Äkillinen sydänperäinen sydänpysähdys on yleinen kuolinsyy Euroopassa (Sans ym. 1997). Samoin äkillinen sydäntapahtuma ja sitä seuraava sydänpysähdys oli vuonna 2007 yksi yleisimmistä työikäisten kuolinsyistä Suomessa (Tilastokeskus 2008). Ensimmäisen rytmianalyysin aikana todetaan noin 40 %:lla sydänpysähdyspotilaista rytminä kammiovärinä (Cobb ym. 2002; Rea ym. 2004a; Waalewijn, ym. 1998). Todennäköisesti vielä useammalla potilaalla on todellisenä alkurytmianä kammiovärinä tai -takykardia. Rytmianalyysin viivästyessä ehtii rytmi kuitenkin usein muuttua asystoliaksi (Waalewijn ym. 2002). Nopean kammioperäisen rytmihäiriön on arveltu olevan alkuperäisenä alkurytminä jopa yli 80 %:lla sydänperäisestä sydänpysähdyksestä kärsivistä potilaista ennen muuttumista ei-defibrilloitavaksi rytmiksi (Bayes de Luna ym. 1989). Kammiovärinäessä sydämen sähköinen toiminta koostuu epäsäännöllisestä nopeasta de- ja repolarisaatiosta. Tällöin sydän menettää kykynsä supistua koordinoitusti eikä pysty pumppaamaan verta, jolloin verenkierto romahtaa. Moni sydänpysähdyspotilas selviää, mikäli sydänpysähdys havaitaan ajoissa ja hoito päästään aloittamaan ennen defibrilloitavan rytmin muuttumista asystoliaksi (Larsen ym. 1993).

Eurooppalaisissa kaupungeissa tehtyjen tutkimusten mukaan sairaalan ulkopuolella tapahtuvan sydänpysähdysten esiintyvyyttä vaihtelee välillä 49,5-66 sataa tuhatta asukasta kohden (Herlitz ym. 1999; Pell ym. 2003). Tampereella vuosina 2004-2005 toteutetussa tutkimuksessa sydänpysähdysten esiintyvyyttä oli 46/100 000 (Kamarainen ym. 2007). Äkilliseen sydänkuolemaan johtavan rytmihäiriön yleisin syy on sepelvaltimotauti (Zipes ym. 1998). Toiseksi yleisimpiä syitä ovat erilaiset sydänlihassairaudet. Muut sydänsairaudet, kuten synnynnäinen pitkä QT-aika, ovat harvinaisempia äkillisen sydänpysähdysten aiheuttajina (Huikuri ym. 2001).

riön yleisin syy on sepelvaltimotauti (Zipes ym. 1998). Toiseksi yleisimpiä syitä ovat erilaiset sydänlihassairaudet. Muut sydänsairaudet, kuten synnynnäinen pitkä QT-aika, ovat harvinaisempia äkillisen sydänpysähdysten aiheuttajina (Huikuri ym. 2001).

#### 2.1.2 Hoitoketju

Sydänpysähdyspotilaan selviytymiseen tähtäviä eri toimijoiden muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan nimellä ”the chain of survival”, hoitoketju (Cummins ym. 1991). Euroopan elvytysneuvoston (European Resuscitation Council, ERC) mukaan sydänpysähdyspotilaan hoitoketjuun kuuluvat osat ovat sydänpysähdysten varhainen tunnistaminen ja avun hälyttäminen, varhainen peruselvytys, varhainen defibrillaatio sekä elvytyksen jälkeinen tehokas hoito (European Resuscitation Council 2005).



Kuva 1: Sydänpysähdyspotilaan hoitoketju

##### 2.1.2.1 Sydänpysähdysten varhainen tunnistaminen ja avun hälyttäminen

Jotta sydänpysähdyspotilaan hoitoketju sairaalan ulkopuolella käynnistyisi, on avun tarve tunnistettava ja hälytettävä apua. Suomessa on käytössä yleinen eurooppalainen hätänumero 112. Vaikka hätäpuhelua soittava maallikko ei itse ymmärtäisi, että kyseessä

on sydänpysähdys, pyrkii puhelua käsittelevä hätäkeskuspäivystäjä tunnistamaan elottomuuden riskinarvioon sisältyvien kysymyksen avulla (Laukkanen ym. 2000). Vuonna 2005 julkaistussa suomalaistutkimuksessa hätäkeskuspäivystäjät tunnistivat 79,4 %:ssa tapauksista elottomuuden (Kuisma ym. 2005). Tutkimuksessa havaittiin myös, että hätäpuhelua käsitelleen hätäkeskuspäivystäjän kokemus vaikutti sydänpysähdyspotilaan selviytymiseen. Vuonna 2008 julkaistussa irlantilaisstudiosuorituksessa hätäkeskuspäivystäjät tunnistivat elottomuuden 68,9 %:ssa kaikista alkurytmeistä, mutta vain 44,4 %:ssa kammiovärinäpotilaista ja 47,1 %:ssa niistä kammiovärinäpotilaista, joiden elottomuuden alkoli oli nähty (Cairns ym. 2008).

Useimmissa ensihoitojärjestelmissä viivehälytyksestä potilaan tavoittamiseen on vähintään kahdeksan minuuttia (van Alem ym. 2003).

### **2.1.2.2 Varhainen peruselvytys**

Peruselvytyksen tarkoituksena on ylläpitää verenkiertoa aivo- ja sepelvaltimoissa. Tällöin saadaan lisää aikaa defibrillaation toteuttamiselle. Peruselvytys lisää myös todennäköisyyttä siihen, että defibrillaatio lopettaa kammiovärinän (Cobb ym. 1999; Wik ym. 2003b).

Maallikon suorittaman peruselvytyksen on todettu parantavan sydänpysähdyspotilaan ennustetta (Holmberg ym. 2000; Holmberg ym. 2001; Larsen ym. 1993; Valenzuela ym. 1997; Waalewijn ym. 2001). Tämän vuoksi hätäkeskuspäivystäjiä on koulutettu antamaan elvytysohjeita puhelimitse hätäpuhelun aikana. Näin voidaan ohjata myös maallikoita, jotka eivät hallitse peruselvytystä entuudestaan. Myös hätäkeskusohjatun maallikoelvytyksen on todettu parantavan potilaiden ennustetta (Kuisma ym. 2005; Rea ym. 2001).

Simulaatiotutkimuksissa maallikon hätäkeskusohjauksessa suorittaman peruselvytyksen on kuitenkin todettu olevan heikolaatuista etenkin puhallusten osalta (Dorph ym. 2003; Williams ym. 2006; Woollard ym. 2003). Peruselvytyksen hyvällä laadulla tiedetään olevan yhteys parempaan selviytymiseen

(Van Hoeyweghen ym. 1993; Wik ym. 1994). Siksi Suomessakin hätäkeskuspäivystäjät ohjeistavat usein vain paineluelvytystä etenkin, jos elvyttäjä on haluton suorittamaan puhalluselvytystä (Laukkanen ym. 2000).

### **2.1.2.3 Varhainen defibrillaatio**

Kammiovärinän ja nopean kammiotakykardian ainoa parantava hoito on nopea defibrillaatio (Cummins ym. 1991). Kansainväliset elvytysuositukset asettavat tavoitteeksi alle viiden minuutin defibrillaatioviiveen sairaalan ulkopuolella tapahtuvassa sydänpysähdyksessä (European Resuscitation Council 2005). Onnistunut defibrillaatio määritellään kammiovärinän tai -takykardian puuttumisena viiden sekunnin kuluttua sähköiskusta (European Resuscitation Council 2005). Suomen olosuhteissa viiden minuutin defibrillaatiotavoitetta on usein vaikeaa tai jopa lähes mahdotonta saavuttaa harvan asutuksen ja pitkien etäisyyksien vuoksi. Tiedetään, että sydänpysähdyspotilaan selviämismahdollisuudet pienenevät jokaisen minuutin aikana, jonka defibrillaatio viivästyy (Valenzuela ym. 1997; Waalewijn ym. 2001). Puoliautomaattisten neuvovien defibrillaattoreiden myötä myös maallikon toteuttama varhainen defibrillaatio on tullut mahdolliseksi ja osaksi sydänpysähdyspotilaan hoitoketjua.

### **2.1.2.4 Elvytyksen jälkeinen tehokas hoito**

Elvytyksen jälkeisellä hoidolla on suuri merkitys lopullisen selviytymisen kannalta (Langhelle ym. 2003; Langhelle ym. 2005). Elvytyksen jälkeinen vaihe alkaa, kun potilaan oma verenkierto on palautunut. Tästä hetkestä käytetään yleisesti englanninkielistä termiä ”return of spontaneous circulation” (ROSC). Tärkeimpiä elvytyksen jälkeisessä hoidossa huomioitavia asioita ovat optimaalinen ventilaatio ja hapetus, epileptisten kohtausten estäminen ja hoitaminen, normaalin veren-sokeritason säilyttäminen sekä ruumiinlämmön kohoamisen estäminen.

Sydänpysähdyksestä elvytetyn potilaan ennusteen määrää useimmiten syntyneen aivoaurion laajuus. Kaksi kolmesta sydänpysähdyksestä elvytetystä potilaasta, jotka kuolevat tehohoidon aloittamisen jälkeen, menehty-

vät neurologisen vaurion vuoksi (Laver ym. 2004). Sydänpysähdyksen ja elvytyksen jälkeen kehittyy hypoksis-iskeeminen enkefalopatia (HIE). Osa vauriosta syntyy aivoverenkierron ollessa pysähdyksissä, mutta osa vasta elvytyksen jälkeisessä reperfuusivaiheessa. Neuronituhon hapenpuutteesta kärsineissä aivoissa saattaa jatkua useiden vuorokausien ajan (Tiainen ym. 2006).

Veren alentunut hiilidioksidiosapaine johtaa aivoverisuonten supistumiseen ja tätä kautta aivojen verenkierron vähenemiseen (Menon ym. 2004). Verenkierron palautumisen jälkeisen hyperventilaation aiheuttama hiilidioksidiosapaineen lasku voi aiheuttaa aivokudoksen hapenpuutetta sydänpysähdyksipotilailla (Beckstead ym. 1978; Buunk ym. 1997; Buunk ym. 1998; Roine ym. 1991).

Kouristuksia tai myoklonusta esiintyy 5-15 %:lla sydänpysähdyksestä elvytetyistä potilaista (Krumholz ym. 1988). Kouristukset lisäävät aivojen metaboliaa ja pitkittyessään ne voivat johtaa aivovaurioihin. Status epilepticus ja status myoclonus -tilat elvytyksen jälkeen viittaavat huonoon ennusteeseen (Krumholz ym. 1988; Wijdicks ym. 1994). Myös elvytyksen jälkeisellä verensokeriarvojen nousulla on selkeä yhteys huonoon ennusteeseen (Langhelle ym. 2003; Skrifvars ym. 2003). Tämän ilmiön syy ei ole tiedossa. Euroopan elvytysneuvosto suosittelee sydänpysähdyksipotilaiden verensokeritasojen tarkkaa seuraamista ja korkeiden verensokeriarvojen hoitamista insuliini-infuusiolla, vaikkakaan tämän ei toistaiseksi ole voitu osoittaa parantavan sydänpysähdyksipotilaiden ennustetta (European Resuscitation Council 2005).

Ruumiinlämmön nousu eli hypertermia on yleistä kahden elvytystä seuraavan vuorokauden aikana (Hickey ym. 2003; Takasu ym. 2001; Takino ym. 1991). Elvytyspotilaan neurologinen ennuste huononee, kun ruumiinlämpö ylittää 37°C (Zeiner ym. 2001). Sydänpysähdyksestä onnistuneesti elvytettyjä potilaita onkin alettu hoitaa laskemalla heidän ruumiinlämpöään väliaikaisesti lievän alilämpöisyyden eli hypotermian puolelle. Tällaisen hypotermiahoidon tehosta elvytyksen jälkeisen aivovaurion ehkäisyssä on julkaistu useita tutkimuksia, joiden tulokset ovat

olleet yhteneviä. Elvytyksen jälkeisen viilennyshoidon on todettu parantavan neurologista toipumista (Bernard ym. 2003a; Bernard ym. 2002; Bernard ym. 2003b; Holzer ym. 2005a; Holzer ym. 2005b; Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group 2002). Hypotermian aivoja suojaavan vaikutuksen tarkat mekanismit ovat edelleen epäselvät, mutta kyseessä on todennäköisesti monitekijäinen vaikutus (Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group 2002). Hypotermian tiedetään ainakin vähentävän aivokudoksen aineenvaihduntaa ja vähentävän näin hapen kulutusta sekä parantavan solujen ionitasapainoa (Polderman 2004). Hypotermian on myös eläinkoemallissa todettu vähentävän hermosolujen apoptoosia (Xu ym. 2002). Euroopan elvytysneuvosto suositteleeekin hypotermiahoidon aloittamista kaikille sairaalan ulkopuolella kammiovärinästä elvytetyille tajuttomille aikuispotilaille. Suosituksessa todetaan myös, että viilennyshoito voi olla hyödyllinen muidenkin alkurytmien tai sairaalassa elvytettyjen potilaiden kohdalla (European Resuscitation Council 2005).

### **2.1.3 Ennuste ja pitkäaikaiselvytyminen**

Vuonna 2007 julkaistun tutkimuksen mukaan elvytystoimiin johtavien sairaalan ulkopuolisten äkillisten sydänpysähdyksien vuosittainen ilmaantuvuus Tampereen seudulla oli noin 46/100 000 asukasta kohden (Kamarainen ym. 2007). Näistä potilaista 48 % selvisi sairaalaan asti ja 13 % kotiutui sairaalasta. Kammiovärinästä elvytettyjen potilaiden tiedetään kotiutuvan elvytyksen jälkeen sairaalasta todennäköisemmin kuin muista alkurytmeistä elvytettyjen (Gwinnutt ym. 2000; Herlitz ym. 1999; Peberdy ym. 2003). Sydänpysähdyksestä elvytettyjen potilaiden kuolleisuus näyttäisi painottuvan elvytyksen jälkeisiin ensimmäisiin kuukausiin (Kuisma ym. 1997). Ne potilaat, jotka selviävät tämän jakson yli, toipuvat hyvin ja palaavat jopa työelämään (Edgren ym. 1994; Graves ym. 1997; Horsted ym. 2007; Rea ym. 2004b; Saner ym. 2002; van Alem ym. 2004a). Sydänpysähdyksestä selvinneistä potilaista suurin osa viettää hyvälaatuista elämää verrattuna ikä- ja

sairausvakioituihin verrokkeihin (Bunch ym. 2003; Rea ym. 2004b; van Alem ym. 2004b).

Laskettaessa terveydenhuollon toimenpiteillä saavutettuja hyötyjä, käytetään usein yksikkönä laatu painotteista elinvuotta, QALY (Quality Adjusted Life Year). QALY ottaa huomioon sekä saavutetun elinajan lisäksi vuosissa että elämänlaatua painottavan kertoimen 0-1,0. Tässä 0 tarkoittaa kuolemaa ja 1 täysin tervettä. Kertoimen määrittämiseksi on olemassa useita erilaisia elämän eri osa-alueita painottavia menetelmiä. Monissa maallikkodefibrillaatiotutkimuksissa kustannushyötysuhteen yksikkönä on käytetty kustannuksia saavutettua laatu painotteista elinvuotta kohden.

## 2.2 Historiallisia näkökohtia

Sydänpysähdyspotilaiden elvytysyrityksillä on pitkä historia. Erilaisilla toimenpiteillä on yritetty virvoitella elottomia potilaita jo vuosisatojen ajan vaihtelevalla menestyksellä. Kuitenkin ensimmäinen nykyaikainen suusta-suuhun -puhalluselvytyksen ja rintakehän läpi tapahtuvan paineluelvytyksen sisältävä peruselvytys suositus julkaistiin vasta vuonna 1966. Suosituksen antajana toimi Ad Hoc Committee on Cardiopulmonary Resuscitation of the National Academy of Science and National Research Council -järjestö (Liss 1986). Kuluneen 40 vuoden aikana peruselvytys ei juuri ole muuttunut.

### 2.2.1 Puhalluselvytys

Ajatus keinotekoisesta ilmäteiden säilyttämisestä ja tekohengityksestä elottoman potilaan virvoittelussa esiteltiin tiittävästi ensimmäistä kertaa jo 1500-luvulla anatomi Andreas Vesaliuksen toimesta (Vallejo-Manzur ym. 2003). Jostain syystä Vesaliuksen tutkimukset ja keksinnöt kuitenkin unohtuivat nopeasti eivätkä tulleet yleiseen käyttöön. Sen sijaan elottoman potilaan hengitystä pyrittiin palauttamaan puhaltamalla tämän suuhun ilmaa palkeilla. Vaikkakin tämä menetelmä oli huomattavasti tehottomampi kuin Vesaliuksen kehittämä, käytettiin palkeita elvy-

tyksessä vuosisatojen ajan. Palkeiden käyttöä tekohengityksessä kehitti tiittävästi ainakin sveitsiläinen lääkäri Paracelsus 1530-luvulla (Davis ym. 2000). Muita 1500-luvun elvytystoimenpiteitä olivat muun muassa elottoman ruumiin lämmittäminen sekä fyysinen stimulaatio lyömällä, hakkaamalla tai ruoskimalla (Liss 1986).

Hukkumiskuolemien yleistyminen 1700-luvulla lisäsi kiinnostusta uusien elvytysmenetelmien kehittämistä kohtaan. Siksi erilaisia yhdistyksiä perustettiin edistämään elvytyksen kehitystä. Amsterdamissa vuonna 1767 perustettu yhdistys "Maatschappij tot Redding van Drenkelingen" suositteli elvyttämään hukuksiin joutunutta esimerkiksi lämmittämällä tätä nuotion ääressä tai lämpimässä kylvyssä. Hengitysteihin joutunut vesi neuvottiin poistamaan roikuttamalla uhrin pää alaspäin, painamalla makaavan uhrin vatsaa tai laukaisemalla oksennusrefleksin kutittamalla uhrin kurkkua höyhenellä. Uhrin suositeltiin virvoittelemaan myös puhaltamalla tupakansavua uhrin suuhun ja peräsuoleen, laittamalla nuuskaa uhrin nenään tai ruiskuttamalla erilaisia suolan, veden ja öljyn seoksia uhrin suuhun. Yhdistys suositti jopa suoneniskentää hukuksiin joutuneen virvoittelussa (Liss 1986). Kyseisissä suosituksissa mainittiin myös Tossachin vuonna 1732 esittelemä suusta suuhun -ventilaatiomenetelmä (Chamberlain 2004).

1800- ja 1900-luvun alun tekohengitysmenetelmät perustuivat lähinnä aktiivisen uloshengityksen aiheuttamiseen ylävatsaan kohdistuvan ulkoisen paineen avulla. Vuonna 1956 Peter Safar aloitti merkittävät kokeelliset tutkimuksensa elvytyksen parissa Baltimore City Hospital -sairaalassa (Baskett 2001). Koikeiluidensa perusteella Safar kehitti nykyaikaisen suusta suuhun -ventilaatiotekniikan, joka yhdistettiin paineluelvytyksen kanssa peruselvytykseksi. Safar myös kehitti yhdessä norjalaisen leluvalmistaja Asmund Laerdalin kanssa ensimmäisen nukun elvytysharjoittelua varten vuosina 1959-1960 (Baskett 2001). Nukke nimettiin Anneksi, jolla nimellä se edelleen tunnetaan.

### 2.2.2 Paineluelvytys

Jo 1700- ja 1800-luvuilla käytettiin elvytyksessä rintakehän ulkoista painelua. Tavoitteena oli tosin hengitysliikkeiden eikä verenkierron tuottaminen (Liss 1986). 1800-luvulla kehitetty kloroformianestesia ja sen komplikaationa esiintyneet sydänpysähdykset kuitenkin johtivat lisääntyneeseen kiinnostukseen elvytystä kohtaan.

Vuonna 1858 unkarilainen kirurgi Janos Balassa kuvasi unkarilaisessa lääketieteen Ovrosi Hetilap -viikkolehdessä julkaistussa tapauselostuksessaan 18-vuotiaan naispotilaan menestyksekkään elvytyksen tukeutumisen aiheuttamasta sydänpysähdyksestä. Elvytyksessä käytettiin paineluelvytystä, tosin tässäkin tapauksessa tarkoituksena oli hengitysliikkeiden tuottaminen (Baskett, ym. 2005). Professori Boehm tutki paineluelvytystä kloroformilla aiheutetun sydänpysähdyksen hoidossa kissoilla vuonna 1878 (Chamberlain 2004). Jostain syystä paineluelvytystekniikka jäi kuitenkin unohduksiin vuosikymmeniksi (Chamberlain 2004).

Paineluelvytys keksittiin uudelleen vuonna 1958, kun tutkijat Kouwehoven, Langworthy ja Knickerbocker tekivät kokeita Johns Hopkins -instituutissa tarkoituksenaan kehittää kannettava defibrillaattori. Eläinkokeissaan he havaitsivat, että raskaiden elektrodien asettaminen rintakehälle kammiovärinän aikana lisäsi hetkellisesti valtimoiden sisäistä painetta (Acosta ym. 2005). Tohtori James Juden liittyttyä ryhmään alkoi tarkoituksenmukainen tutkimus paineluelvytyksen kehittämiseksi (Acosta ym. 2005). Ryhmä käytti paineluelvytystä leikkaussalissa sattuneiden sydänpysähdyksien hoidossa ja julkaisi kokeilujensa tuloksia vuonna 1960 (Acosta ym. 2005). Seuraavana vuonna julkaistiin 188 potilastapausta kattava aineisto paineluelvytyksen kliinisestä käytöstä. Näissä tapauksissa potilaita ei ventiloitu elvytyksen aikana. Peter Safar kuitenkin yhdisti paineluelvytyksen kehittämiinsä ventilaatiomenetelmiin (Acosta ym. 2005).

### 2.2.3 Defibrillaatio

Sähköä käytettiin elvytyksessä jo 1700- ja 1800-luvuilla. Tarkoituksena tuolloin oli to-

sin keuhkojen ja hengityksen stimulointi. Merkitystä sydämen sähköisen toiminnan palauttamisessa ei vielä ymmärretty (Alzaga ym. 2005). Ensimmäisen elektrostaattisen laitteen kehitti tietävästi Hawksbee vuonna 1705 (Alzaga ym. 2005). Sähköiskun kohdistamista rintakehään esitti Wilkinson julkaisussaan Tutanem Nauticum vuonna 1764. Englantilainen Charles Kite julkaisi Lontoossa vuonna 1788 kirjoituksen ”An Essay on the Recovery of the Apparently Dead”. Tämä kirjoitus sisältää kuvauksen hänen kehittelemästään laitteesta, jolla sähköiskun saattoi antaa (Alzaga ym. 2005). Tämän alkeellisen, mutta toimintakykyisen laitteen toimintaperiaate oli sama kuin nykyaikaisten defibrillaattoreiden. Se koostui varaajasta ja kahdesta rintakehälle asetettavasta elektrodista. Iskun energiamäärää oli mahdollista säätää.

Varsinaisten defibrillaattoreiden kehittäminen tuli mahdolliseksi, kun saksalaiset fysiologit Ludwig ja Hoffa oivalsivat kammiovärinän mekanismin 1800-luvun puolivälissä (Sternbach ym. 2000). Vuonna 1889 John McWilliam julkaisi hypoteesinsa, jonka mukaan vastoin aiempaa uskomusta kammiovärinä olisi asystoliaa yleisempi alkurytmi sydänpysähdyksessä (Dos Santos Cruz Filho ym. 2006). McWilliam tutki myös kammiovärinän mekanismia sekä löysi yhteyden sydänlihaksen hapenpuutteen ja kammiovärinän välillä (Ussenko ym. 2006).

1800-luvun loppupuolella julkaistiin koe-eläintutkimuksia sähköisestä tahdistuksesta kloroformilla aiheutetun sydänpysähdyksen hoidossa ja menetelmää kokeiltiin nopeasti myös ihmispotilaiden hoidossa (Chamberlain 2004). Kuitenkin vasta vuonna 1899 ranskalaiset fysiologit Prevost ja Battelli ymmärsivät kammiovärinän ja defibrillaation yhteyden ja kuvasivat kammiovärinän onnistuneen defibrillaation koirilla (Sternbach ym. 2000).

1900-luvulla defibrillaation ja defibrillaattoreiden kehitys sai uutta vauhtia. Yhteiskunnan nopea sähköistyminen johti lisääntyneisiin työtapaturmakuolemiin sähköasentajien kasvavassa ammattikunnassa. Tämän seurauksena sähköyhtiöt alkoivat tukea ja rahoittaa defibrillaattoreiden kehittämiseen

tähtävää tutkimusta. Defibrillaatiota koskevia tutkimuksia julkaisivat muiden muassa Gurwich ja Yuniev jo vuonna 1939 (Acosta ym. 2005).

Vuonna 1947 Claude Beck kuvasi ensimmäisen onnistuneen defibrillation ihmispotilaalla (Sternbach ym. 2000). Tämä defibrillaatio tapahtui suoraan sydänlihaksen pinnalle asetettujen elektrodien kautta kirurgisesti avatun rintakehän läpi. Tämän raportin seurauksena avoin defibrillaatio ja sydänhieronta hyväksyttiin osaksi sydänpysähdyksen hoitokäytäntöjä (Jude 2003). Koska avoin defibrillaatio ei tullut kysymykseen sähkötapaturman ensihoidossa, alkoi rintakehän läpi käytettävän defibrillaattorin kehittäminen vuonna 1950 (Acosta ym. 2005).

Tärkeä askel kohti nykyaikaisten defibrillaattoreiden kehittämistä otettiin, kun vuonna 1952 Paul Zoll työryhmineen kehitti rintakehän ihon läpi toimivan tahdistimen ja käytti sitä myös ihmispotilailla (Cohen 2007). Tahdistimen keksimistä seurasi rintakehän läpi käytettävän defibrillaattorin kehittäminen. Zoll työryhmineen kuvasi ensimmäisenä tällaisen laitteen käytön ihmispotilailla vuonna 1956 (Cohen 2007). Laite tuotti vaihtovirtaiskun (AC). Zollin tietämättä valkovenäläinen Gurwich oli jo huomattavasti aiemmin tehnyt eläinkokeita sekä taseta vaihtovirtaa tuottavilla defibrillaattoreilla (Cohen 2007).

Eräs tärkeä defibrillaattoreiden kehittäjä oli liettualaissyntyinen Bernard Lown, joka rakensi ensimmäisenä tasavirtaiskun (DC) antavan defibrillaattorin ja käytti sitä menestyksekkäästi ihmispotilailla (Eisenberg 2006). Vaikkakin Lown suunnitteli defibrillaattorinsa lähinnä sairaalakäyttöön, mahdollisti tasavirran käyttö pienempien kannettavien defibrillaattoreiden kehittämisen myöhemmin. Lown käytti tasavirtaa kammiotakykardian defibrillointiin ihmisellä ensimmäistä kertaa vuonna 1961.

Johns Hopkins -instituutin tutkijoina työskennelleet insinöörit William Kouwenhoven ja Guy Knickerbocker kuvasivat jo vuonna 1963 bifaasisen defibrillaattorin teknisen alan lehdessä (Acosta ym. 2005). Tämä keksintö

ei kuitenkaan herättänyt kiinnostusta lääketieteen tutkijoissa vielä tuolloin.

Suomessa rintakehän ulkoinen tasavirta-defibrillaatio otettiin käyttöön rytmihäiriöiden hoidossa vuonna 1964 (Tammisto ym. 2008a).

#### **2.2.4 Maallikkoelvytyksen kehitys Suomessa**

Ensimmäisen kirjallisen kuvauksen onnistuneesta maallikkoelvytyksestä Suomessa laati tiettävästi Tenholan kirkkoherra Johan Avelan vuonna 1780. Tapauksessa käsityöläisvaimo Ingeborg Norell oli onnistuneesti puhalluselvyttänyt hukuksiin joutuneen tytön (Tammisto ym. 2008d). Suomessa olikin ilmeisesti käytössä ruotsinkielisiä puhalluselvytysohjeita jo 1800-luvun alussa.

Ensiapu- ja elvytyskoulutuksen kehitys Suomessa lähti liikkeelle armeijan lääkintähuollon kehittämistä. Kreivitär Aline Armfelt teki jo vuonna 1874 aloitteen Punaisen Ristin yhdistyksen perustamisesta Suomeen. Esitys sai kannatusta ja Suomen yhdistys ”haavoitettujen ja sairasten sotilaiden hoitoa varten” perustettiin vuonna 1877. Yhdistys piti päätehtävänä sotajoukkojen lääkintähuollon parantamista. Tehtäväksi otettiin kuitenkin myös kaikenlainen avustaminen kotimaassa. Myös Venäjän Punainen Risti oli perustanut Suomeen alaosastonsa, joka ei saanut suomalaisten tukea. Pelkona oli, että avustustyö suuntautuisi vain Venäjän armeijan lääkintähuollon tukemiseen. Omalla suomalaisella yhdistyksellä haluttiin varmistaa toimintakyky myös kotimaan siviiliktastrofeissa. Yhdistyksen nimeksi virallistui itsenäistymisen jälkeen Suomen Punainen Risti (Suomen Punainen Risti 2002).

Ensimmäisen varsinaisen ensiapukurssinsa yhdistys järjesti keväällä 1885 Helsingin vanhalla rautatieasemalla (Suomen Punainen Risti 2002). Vuodesta 1957 lähtien Punaisen Ristin osastoihin alettiin perustaa ensiapuryhmiä. Järjestö uudisti koko ensiapukoulutusjärjestelmänsä vuonna 1975 (Suomen Punainen Risti 2002). Ensiapuryhmien, niiden johtajien sekä valmiusohjaajien koulutusta parannettiin. Järjestön kouluttamat ja hyväksymät ensiapuopettajat ryhtyivät vas-

taamaan ensiapuopetuksesta. Vuonna 1976 Lääkintöhallitus hyväksyi Suomen Punaisen Ristin ensiapujärjestelmän yleisesti noudattavaksi malliksi Suomessa (Suomen Punainen Risti 2002).

Tohtori C. F. Wahlberg laati yhdistyksen ensimmäisen ensiapuoppaan, joka ilmestyi vuonna 1886. Sen nimeksi tuli ”Ensi apu onnettomuuden kohtauksissa ja tappelutanteella”. Kirjassa oli myös elvytystä käsittelevä luku ”Käytännöllisiä neuvoja sähköiskujen tainnuttamien henkilöiden henkiin herättämiseen”. Vuonna 1916 professori A. J. Palménin julkaisemassa 104-sivuisessa oppaassa ”Ensi Apu tapaturmissa ja äkillisissä sairauksissa” tekohengitystä kuvattiin neljän painosivun verran (Tammisto ym. 2008c).

1950-luvulla tekohengitysmenetelmänä Suomessa käytettiin niin kutsuttua Holger-Nielsenin menetelmää, jossa hengitysliikkeitä pyrittiin tuottamaan rintakehän ja käsien liikkutella potilaan maata mahallaan (Baskett ym. 2007; Tammisto ym. 2008b). Vuonna 1959 Suomen Anestesiologiyhdistys yhdes- sä Suomen Hengenpelastus- ja Uimaopetusliiton kanssa hyväksyi Peter Safarin kehittämän suusta-suuhun menetelmän virallisesti opetettavaksi tekohengitysmenetelmäksi Suomessa (Tammisto ym. 2008b). Myös Kouwenhovenin työryhmän kehittämä paineluelvytysmenetelmä otettiin käyttöön Suomessa jo 60-luvun alkupuolella.

**Taulukko 1:** Elvytyksen kehityksen merkkipäiviä Suomessa

| Vuosi | Tapahtuma   |
|-------|---|
| 1780  | Ensimmäinen kirjallinen kuvaus maallikkoelvytyksestä                              |
| 1877  | Suomen yhdistys haavoitettujen ja sairasten sotilaiden hoitoa varten perustettiin |
| 1885  | Suomen Punaisen Ristin ensimmäinen ensiapukurssi                                  |
| 1886  | Suomen Punaisen Ristin ensimmäinen ensiapuopas                                    |
| 1959  | Suusta-suuhun –puhalluselvytys virallisesti opetettavaksi menetelmäksi            |
| 1964  | Rintakehän ulkoinen tasavirta-defibrillaatio käyttöön                             |

## 2.3 Elvytysohjeet

Euroopan elvytysneuvoston uusimmat elvytys-suositukset julkaistiin Resuscitation-lehden numerossa loppuvuodesta 2005 (European Resuscitation Council 2005). Ohjeistus pohjautuu kansainvälisen elvytysneuvostojen yhteisjärjestön (ILCOR) samana vuonna julkaisemaan suositukseen ”International Consensus Conference on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment recommendations”. Kyseiset ohjeet korostavat maallikkoelvytyksen ja -defibrillaation merkitystä sydänpysähdyspotilaan hoidossa.

Vuoden 2005 suositusten mukaan maallikkoelvytys tulisi aloittaa, mikäli potilas ei reagoi käsittelyyn eikä hengitä normaalisti. Muutoksena aiempiin suosituksiin verenkierron merkkejä ei enää etsitä. Uusissa ohjeissa maallikkoelvytystä on muutenkin yksinkertaistettu. Paineluiden ja puhallusten suhde on kaikissa tilanteissa ja kaikissa ikäryhmissä 30:2. Ohjeistus korostaa peruselvytyksen laadun tärkeyttä sekä peruselvytyksen keskeytyksettömyyttä.

Ohjeistus suosittelee maallikkodefibrillaatio-ohjelmien aloittamista paikoissa, joissa oletettu defibrilloitavan alkurytmin omaavan sydänpysähdysten esiintymisen todennäköisyys on vähintään kerran kahdessa vuodessa. Maaliskuussa 2008 American Heart Association (AHA) julkaisi maallikkoelvytystä koskevan suosituksen, jonka mukaan maallikoiden ei tulisi antaa puhalluselvytystä, vaan ainoastaan paineluelvytystä (Sayre ym. 2008). Euroopan elvytysneuvosto ei ole katsonut vielä perustelluksi antaa vastaavaa suositusta (Koster ym. 2008).

Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä julkaisi ensimmäisen elvytyksen Käypä hoito -suosituksensa vuonna 2002 (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä 2002). Kyseinen suositus pohjautui tuolloin Euroopan elvytysneuvoston vuonna 2000 antamiin el-

vytys-suosituksiin (European Resuscitation Council 2000). Euroopan elvytysneuvoston vuoden 2005 suositusten (European Resuscitation Council 2005) mukainen päivitys ilmestyi vuonna 2006. Vaikkakin elvytyksen Käypä hoito -suositus on tarkoitettu terveydenhuollon ammattihenkilöille, se sisältää myös suositukset peruselvytyksen toteutuksesta.

Suomen Elvytysneuvostoyhdistys ry. – Resuscitatorsrådsföreningen i Finland r.f. on lääketieteellinen yhdistys, jonka tavoitteena on edistää sydänpysähdyspotilaiden hoitoa ja hoidon kehittämistä niin hoitolaitoksissa kuin niiden ulkopuolellakin. Suomen Elvytysneuvostoyhdistys on Euroopan elvytysneuvoston jäsenneuvosto ja se toimii Euroopan elvytysneuvoston hyväksymien elvytyskurssien vastuullisena järjestäjänä Suomessa. Lisäksi Suomen Elvytysneuvosto julkaisee elvytyksen opastauluja, jotka on päivitetty vastaamaan vuoden 2005 elvytys-suosituksia. Elvytysneuvosto on ollut mukana toimittamassa elvytysohjeistusta Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin julkaisemaan Käypä hoito -sarjaan (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä 2002).

## 2.4 Ensihoitojärjestelmä Suomessa

Ensihoitojärjestelmällä tarkoitetaan sellaista järjestelmää, joka kykenee tarvittaessa aloittamaan potilaan hoidon jo tapahtumapaikalla ja jatkamaan sitä myös kuljetuksen aikana. Ensihoitojärjestelmän tarkoituksena on saada äkillisesti sairastuneen potilaan hoito alkamaan ajoissa niin, että vältetään mahdollinen kuolema tai pysyvä vammautuminen. Ensihoitojärjestelmän kolme tärkeintä osatekijää ovat hätäkeskus, sairaankuljetus sekä erikoissairaanhoito (Castren ym. 2004).

Ensihoitojärjestelmät poikkeavat toisistaan niin rakenteiltaan kuin toimintamalleiltaankin sekä kansanvälisesti että maamme sisällä. Yksi ensihoitojärjestelmän rakentumista merkittävästi ohjaava tekijä on alueen väes-

töpohja (Kuisma ym. 1998). Parhaat hoitotulokset on raportoitu järjestelmistä, joissa on yksi yhteinen hätänumero, yksiköt on hajautettu alueellisesti, hoidon taso on porrastettu ja lääketieteellinen johtamisjärjestelmä on toimiva (Kuisma ym. 1998).

### 2.4.1 Hätäkeskusjärjestelmä

Hätäkeskustoimintaa varten perustettiin vuoden 2001 alussa sisäministeriön alainen Hätäkeskuslaitos. Valtakunnallinen hätäkeskusuudistus toteutettiin vuosina 2001–2005. Uudistuksessa aiemmin toisistaan erillään toimineet pelastustoimen kunnalliset hätäkeskukset ja poliisin hälytyskeskukset yhdistettiin valtion ylläpitämiksi 15 hätäkeskukseksi (Hätäkeskuslaitos 2008).

Hätäkeskuslaitoksen toimintamalli on kansainvälisesti tarkasteltuna ainutlaatuinen. Soittaja saa Suomessa yhden hätänumeron kautta apua kaikissa hätätilanteissa, olipa kyse sitten poliisin, pelastuksen, sairaankuljetuksen tai sosiaalitoimen kiireellisestä avuntarpeesta. Hätäkeskuspäivystäjä ei yhdistä puhelua edelleen toiselle viranomaiselle vaan suorittaa puhelun aikana riskinarvion ja hälyttää tarvittavan avun. Hätänumero 112 on ollut pakollisena käytössä kaikissa EU-maissa vuodesta 2002 lähtien. Hätäkeskuksen lääketieteellisen toiminnan tarkoitus on todellisten lääketieteellisten hätätilanteiden tunnistaminen ja voimavarojen kohdentaminen siten, että paras käytettävissä oleva apu voidaan kohdistaa kullakin hetkellä korkearisimmäksi arvioituun tehtävään (Pajunen ym. 1997).

Hätäkeskuslaitokseen kuuluu 15 hätäkeskusta sekä hallinnollinen hätäkeskusyksikkö, joka sijaitsee Porissa. Hätäkeskuslaitoksen henkilömäärä oli vuoden 2006 alussa yhteensä noin 750. Päivystyshenkilöstöä oli yhteensä noin 600. Yhden hätäkeskuksen henkilömäärä on 30-100, alueen koon mukaan.

Hätäkeskus toimii pelastustoimen, poliisin sekä sosiaali- ja terveystoimen viestikeskukseksi, tukee ja avustaa näiden viranomaisten yksiköitä sekä hoitaa sille hätäkeskuslaissa säädettyjä muita tehtäviä. Tavoitteena on, että ensimmäinen auttava viranomainen häly-



tetään jo puhelun aikana, viimeistään 90 sekunnin kuluttua puhelun vastaanottamisesta. Häätakeskuspäivystäjät ovat tehtävänsä koulutettuja ammattilaisia. Häätakeskuspäivystäjän koulutus on Häätakeskuslaitoksen, Pelastusopiston sekä Poliisikoulun suunnittelema kokonaisuus, joka johtaa häätakeskuspäivystäjän tutkintoon (Pelastusopisto 2008). Opintojen laajuus on 90 opintopistettä. Opinnot kestävät 1,5 vuotta. Häätakeskuspäivystäjän koulutusta on järjestetty vuodesta 1997 alkaen. Häätakeskustoimintaa säätelevät häätakeskuslaki (157/2000) ja häätakeskusasetus (990/2000).

#### **2.4.2 Sairaankuljetus**

Sairaankuljetusasetuksen mukaan ensihoidon määrittämään asianmukaisen koulutuksen saaneen henkilön tekemäksi tilannearvioksi ja välittömästi antamaksi hoidoksi, jolla sairastuneen tai vammautuneen potilaan elintoiminnot pyritään käynnistämään, ylläpitämään ja turvaamaan tai parantamaan hänen terveydentilaansa perusvälineillä, lääkityksellä tai muilla hoitotoimenpiteillä.

Kansanterveyslain perusteella kunta on velvollinen järjestämään sairaankuljetuksen sekä pitämään yllä lääkinnällistä pelastustointia alueellaan. Suomessa sairaanhoitopiirin ensihoidon vastuulääkäri laatii oman alueensa tehtäväkohtaiset toimintaohjeet. Sairaankuljetuksessa käytetään Suomessa niin kutsuttua porrastettua vastetta (Castren ym. 2002; Castren ym. 2004). Porrastetulla vasteella tarkoitetaan sitä, että häätakeskuspäivystäjä lähettää suorittamansa riskinarvion perusteella hätätilapotilaan avuksi tarvittaessa useita eritasoisien ensiapuun ja -hoitoon pystyviä yksiköitä alueellisten hälytysohjeiden mukaisesti. Porrastetun vasteen eri tasoja ovat Suomessa ensivaste sekä perustason, hoitotason ja lääkärিতason ensihoito (Langhelle ym. 2004).

Ensivasteella tarkoitetaan mitä tahansa hätätilapotilaan todennäköisesti ensimmäisenä tavoitettavaa yksikköä, jonka toiminnan tavoitteena on lyhentää henkeä pelastavan hoidon alkamisviivettä. Ensivasteyksikössä toimivia henkilöitä kutsutaan ensiauttajiksi. Ensiauttajina voivat toimia myös koulutetut maallikot. Ensivasteyksiköinä voivat toimia

muutkin kuin varsinaiset sairaankuljetukseen soveltuvat yksiköt kuten esimerkiksi pelastusyksiköt, sopimuspalokuntien tai ensiapuryhmien sopimusyksiköt ja poliisipartiot. Ensivasteyksikkö ei yleensä kuljeta potilasta eikä se korvaa varsinaista sairaankuljetusyksikköä (Castren ym. 2002).

Suomessa ensivasteyksiköinä toimivat ainakin Suomen Punaisen Ristin ensiapuryhmien, sopimuspalokuntien ja Puolustusvoimien sopimusyksiköt. Ensivasteyksiköiden ohjeistaminen ja käyttö vaihtelevat sairaanhoitopiireittäin riippuen alueellisista eroista sekä alueellisen ensihoidon vastuulääkäriin aktiivisuudesta. Ensihoidon vastuulääkäri ohjeistaa ensivasteyksiköiden toimintaa ja hälyttämistä. Ensivasteyksiköiden on Suomessa tehtävä sopimus terveydenhuollon viranomaisen kanssa, jotta toiminta tulisi osaksi ensihoitojärjestelmää (Castren ym. 2004). Ensivasteyksikkö pyritään hälyttämään alueellisen ohjeen mukaan etenkin silloin, kun sairaankuljetusyksikön oletettu viive on pitkä tai potilaan hoidossa tarvitaan oletettavasti lisähenkilöstöä ammattilaisten avuksi. Sisäasiainministeriön aloitteesta on ensiauttajille julkaistu oppikirja hätätilapotilaan kohtaamisesta sekä suomen että ruotsin kielillä (Kinnunen 1999, Kinnunen 2003).

Perustason ensihoidolla tarkoitetaan hoitoa ja kuljetusta, jossa on riittävät valmiudet valvoa ja huolehtia potilaasta siten, ettei hänen tilansa kuljetuksen aikana odottamatta huonone. Lisäksi perustasolla on kyettävä aloittamaan yksinkertaiset potilaan henkeä pelastavat hoitotoimenpiteet (Castren ym. 2004). Perustason sairaankuljettajina voivat toimia terveydenhuollon ammattihenkilön, palomies-sairaankuljettajan tai pelastajan tutkinnon suorittaneet henkilöt (Castren ym. 2004). Perustason osalta kehittämis- ja valvontavastuu kuuluvat kunnan terveyskeskuksen ensihoidosta vastaavalle lääkärille.

Sairaankuljetusasetuksen mukaan hoitotason ensihoidolla tarkoitetaan valmiutta aloittaa potilaan hoito tehostetun hoidon tasolla ja toteuttaa kuljetus siten, että potilaan elintoiminnot voidaan turvata. Hoitotasolla toimimisen edellytyksenä on terveydenhuollon ammattihenkilön tutkinto, yleisimmin sai-

raanhoitaja tai ensihoitaja-AMK. Hoitotason ensihoito ja sairaankuljetus ovat osa erikoissairaanhoitoa (Castren ym. 2004). Valvonta ja ohjeistus kuuluvat näin sairaanhoitopiirin ensihoidon vastuulääkärille. Vastuulääkärin tehtäviin kuuluu myös tarvittavien ohjeistusten laatiminen alueensa hätäkeskukselle ja palveluntuottajille.

Lääkäriyksiköllä tarkoitetaan pääsääntöisesti ympärivuorokautisessa välittömässä toimintavalmiudessa olevaa ensihoitolääkärillä miehitettyä yksikköä (Castren ym. 2004). Suomen ensimmäinen lääkäritasoinen ensihoitoyksikkö aloitti toimintansa Helsingissä vuonna 1972. Kuitenkin jo vuonna 1971 Helsingissä oli kokeiltu kuuden kuukauden ajan niin kutsutun sydänambulanssin toimintaa (Nyström 2005). Sydänambulanssin miehtykseen kuului myös lääkäri. Ensimmäinen lääkäritasoinen helikopteryksikkö, Medi-Heli aloitti toimintansa Helsingin ympäristökuntien alueella vuonna 1992. Tällä hetkellä Suomessa toimii kuusi ympärivuorokautista lääkäriyksikköä: Lääkäriambulanssi Helsingissä, Medi-Heli 01 Vantaalla ja Medi-Heli 02 Turussa, SEPE Oulussa, Pete Vaasassa sekä Ilmari Varkaudessa. Näistä ensiksi mainittu toimii vain maayksikkönä ja loput sekä maa- että helikopteryksikköinä. Myös Porissa toimii lääkäriyksikkö, joka ei kuitenkaan päivästä ympärivuorokautisesti.

## 2.5 Defibrillaatio ja defibrillaattorit

### 2.5.1 Puoliautomaattiset defibrillaattorit

Neuvovien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden (automated external defibrillator, AED) kehittäminen alkoi 1970-luvulla. Puoliautomaattiset defibrillaattorit otettiin ensimmäistä kertaa kliniseen käyttöön vuonna 1979 (Diack ym. 1979). Ensimmäiset maallikoiden toteuttamaa nopeaa defibrillaatiota koskevat tutkimukset julkaistiin vuonna 1994 (White ym. 1994). Vuodesta 1995 AHA ryhtyi edistämään ”Public access defibrillation”-konseptia painottaen kuitenkin samalla huolellisen suunnittelun ja tutkimuksen tärke-

yttä (Nichol ym. 1998; Weisfeldt ym. 1995a; Weisfeldt ym. 1995b).

Puoliautomaattinen defibrillaattori analysoi itse potilaaseen kiinnitettyjen elektrodien kautta sydämen sähköisen rytmin. Analysointi tapahtuu siten, että laite rekisteröi rytmin säännöllisyyttä, amplitudia, poikkeamaa asetetusta perusviivasta sekä kompleksien muotoa. Tunnistaessaan defibrilloitavan rytmin laite latautuu ja kehottaa suorittamaan defibrillaation. Laite ei toteuta defibrillaatiota automaattisesti vaan käyttäjän tulee itse painaa defibrillointipainiketta. Toisaalta laite ei myöskään lataudu eikä defibrillaatio ole mahdollista, ellei laite katso sitä aiheelliseksi. Laite myös ohjaa käyttäjänsä ääni- ja kuvaohjein kiinnittämään elektrodit sekä aloittamaan tarvittaessa peruselvytyksen. Vaikka markkinoilla on useiden eri valmistajien eri mallisia laitteita, on niiden kaikkien toimintaperiaate sama, eikä malli- tai merkkikohtaista käyttökoulutusta tarvita.

Sairaalan ulkopuolisissa olosuhteissa puoliautomaattiset defibrillaattorit tunnistavat kammiovärinän ja kammiotakykardian 81,0 %:n sensitiivisyydellä ja 99,9 %:n spesifisyydellä (Macdonald ym. 2001). Vuosina 2002-2004 toteutetussa itävaltalaisessa maallikkodefibrillaatiotutkimuksessa ei todettu yhtään virheellisen rytmianalyysin perusteella annettua defibrillaatiota (Fleischhackl ym. 2008). Sen sijaa kahdessa viidestäkymmenestä viidestä rytmianalyysistä laite ei tunnistanut kammiovärinää analyysin aikaisen häiriön vuoksi. Rytmianalyysin virheitä voivat aiheuttaa potilaan sisäinen defibrillaattori tai tahdistin, potilaan liikuttelu analyysin aikana tai potilaan oma liikkuminen, esimerkiksi kouristelu (Kerber ym. 1997). Sen sijaan voimakkaidenkaan sähkömagneettisten kenttien ei ole voitu osoittaa vaikuttavan rytmianalyysiin (Fleischhackl ym. 2006b). Nopea teknologinen kehitys on tuonut markkinoille laitteita, jotka kykenevät tulkitsemaan rytmiä potilaan liikkumisesta huolimatta. Tällaiset laitteet sallivat peruselvytyksen jatkamisen myös rytmianalyysin aikana. Myös peruselvytyksen laatua tarkkailevia laitteita on markkinoilla.

Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden tavalliset elektrodit soveltuvat yli 8-vuotiaiden elvytykseen. Alle 8-vuotiaille suositellaan käytettäväksi erityisiä lapsille tarkoitettuja elektrodeja (European Resuscitation Council 2005).

Useissa tutkimuksissa on osoitettu puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käytön yksinkertaisuus ja varmuus. Simulaatiotutkimuksissa jopa pienten lasten on todettu kykenevän käyttämään neuvovaa puoliautomaattista defibrillaattoria oikein ilman edeltävää koulutusta (Gundry ym. 1999; Lawson ym. 2002). Useissa tutkimuksissa on todettu, että asianmukaisen koulutuksen saaneet maallikot kykenevät defibrilloimaan puoliautomaattisen laitteen avulla virheettömästi ja turvallisesti (Callejas ym. 2004; Ecker ym. 2001; Wik ym. 2003a). Simulaatiotutkimuksissa on myös osoitettu, että defibrillaatio hyvin lyhyen teoreettisen koulutuksen jälkeen tai jopa täysin ilman koulutusta onnistuu turvallisesti ja nopeasti (Beckers ym. 2007).

### **2.5.2 Maallikkodefibrillaatio**

Käsitteellä ”Public access defibrillation” (PAD) tarkoitetaan kansainvälisissä julkaisuissa järjestelmää, jossa valikoiduista maallikoista koostuvia ryhmiä koulutetaan tunnistamaan elottomuus, aloittamaan painelu-puhalluselvitys ja suorittamaan nopea defibrillaatio neuvovaa puoliautomaattista defibrillaattoria käyttäen. Ryhmät toimivat osana ensihoitojärjestelmää ja niiden toimintaa valvoo viranomainen. Käsitteeseen kuuluu myös oleellisesti se, että defibrillaattorit sijoitetaan valikoituihin paikkoihin, joissa sydänpysähdyksestä kärsivän potilaan kohtaaminen on todennäköistä (European Resuscitation Council 2005). Defibrillaattorin sijoituspaikka voi olla myös liikkuvassa yksikössä, joka todennäköisesti tavoittaa potilaan nopeasti, esimerkkinä mainittakoon poliisipartiot (White ym. 1994) ja sopimuspalokuntien yksiköt.

Maallikkodefibrillaatio-ohjelmilla voidaan parantaa sydänpysähdyspotilaiden ennustetta (Hallstrom ym. 2004; Sanna ym. 2008). Etenkin riskikohteisiin sijoitettujen defibrillaattoreiden on todettu hyödyttävän sydänpysäh-

dyspotilaita (Colquhoun ym. 2008). Maallikkodefibrillaatio-ohjelmilla on julkaisujen mukaan saavutettu jopa 49-74 %:n selviytymislukuja (Caffrey 2002; Mosesso ym. 1998; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 1998; Valenzuela ym. 2000; White ym. 2005). Euroopan elvytysneuvoston suositusten mukaan maallikkodefibrillaatio-ohjelman tulee täyttää seuraavat edellytykset: suunniteltu ja harjoiteltu toimintamalli, maallikkoauttajien koulutus peruselvytykseen ja defibrillaation suorittamiseen sekä ohjelman jatkuva seuranta ja kehittäminen. Ohjelman tulee myös olla osa paikallista ensihoitojärjestelmää. Euroopan elvytysneuvoston mukaan maallikkodefibrillaatio-ohjelman käynnistämistä tulisi harkita kohteissa, joissa sydänpysähdyksen todennäköisyys on vähintään yksi kahdessa vuodessa (European Resuscitation Council 2005). Seattlen ja King Countyn alueilla Washingtonissa toteutetun tutkimuksen mukaan erityisiä riskipaikkoja sydänpysähdyksen suhteen ovat kansainväliset lentokentät, vankilat, suuret ostoskeskukset, julkiset liikuntatilat sekä suuret teollisuusalueet (Becker ym. 1998).

Viimeaikaiset tutkimukset ovat kiistatta osoittaneet, että maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat parantaneet sydänpysähdyspotilaiden selviytymistä lisäämättä kuitenkaan neurologisista häiriöistä kärsivien potilaiden määrää (Fleischhackl ym. 2008; Hallstrom ym. 2004; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 2000; Valenzuela ym. 2000).

White työryhmineen julkaisi vuonna 1994 ensimmäisenä kokemuksia maallikkodefibrillaatio-ohjelmasta. Kyseisessä ohjelmassa poliiseja koulutettiin defibrillaation suorittamiseen ja puoliautomaattisia defibrillaattoreita sijoitettiin poliisin partioautoihin. Häätakeskus ohjeistettiin hälyttämään ambulanssin lisäksi lähin partioauto sydänpysähdyspotilaan luokse. Mikäli partio saapui paikalle ennen ambulanssia, poliisi suoritti defibrillaation annetun koulutuksen mukaan. Tutkimuksen aikana ensihoitojärjestelmä hoiti 44 kammiovärinässä ollutta potilasta, joista 14 kohdalla defibrillaation suoritti poliisi. Näistä seitsemällä pelkkä defibrillaatio johti verenkierron palautumiseen. Loput seitsemän potilasta vaativat lisäksi muita elvytystoimia

ambulanssin saavuttua. Kymmenen neljästätoista poliisin defibrilloimasta potilaasta kotiutui sairaalasta.

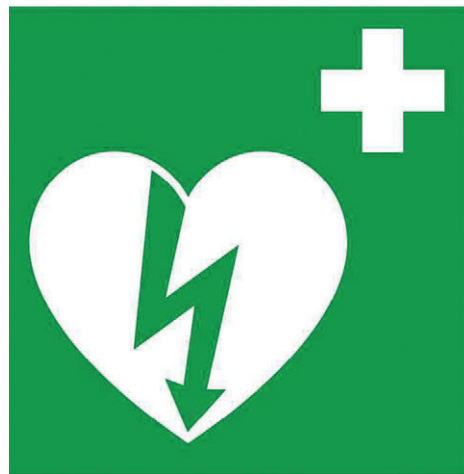
Valenzuela työryhmineen seurasi Nevadan osavaltiossa kasinoilla käynnistettyä maallikkodefibrillaatio-ohjelmaa 32 kuukauden ajan vuosina 1997–1999. Mukana oli 32 kasinoa, jotka varustettiin puoliautomaattisilla defibrillaattoreilla. Käyttäjäkoulutus annettiin kasinojen turvamiehille. Defibrillaattorit pyrittiin sijoittamaan lähelle mahdollisia riskipaikkoja niin, että defibrillaatio kyettäisiin suorittamaan alle kolmessa minuutissa sydänpysähdyksen havaitsemisesta. Tutkimuksen päätetapahtumana oli sairaalasta kotiutuminen. Tutkimuksen aikana turvamiehet defibrilloivat yhteensä 105 sydänpysähdyspotilasta, joiden alkurytminä oli kammiovärinä. Näistä 56 potilasta (53 %) kotiutui sairaalasta. Selviytymisprosentti oli 74 % niillä potilailla, joiden kohdalla defibrillaatioviive ei ylittänyt kolmea minuuttia ja 49 %, mikäli kolmen minuutin aikataavoite ylittyi (Valenzuela ym. 2000).

Caffrey ja hänen työryhmänsä toteuttivat vuosina 1999–2001 kokeellisen tutkimuksen, jossa selvitettiin, kuinka kouluttamattomat maallikot käyttäisivät julkisille paikoille sijoitettuja defibrillaattoreita. Laitteita sijoitettiin kolmen chicagolaisen lentokentän terminaaleihin. Millekään henkilöryhmälle ei annettu varsinaista käyttökoulutusta. Sen sijaan laitteita mainostettiin paikallisissa medioissa sekä terminaalien odotustiloissa julisteiden ja videoiden avulla. Mittauskohteita olivat defibrillaatioviive sekä neurologinen tila kahden vuorokauden ja yhden vuoden kuluttua elvytyksestä. Tutkimuksen aikana hoidettiin 21 sydänpysähdyspotilasta, joista 18:n alkurytminä oli kammiovärinä. Yksitoista potilasta defibrilloitiin onnistuneesti. Näistä kuudessa tapauksessa defibrillaattorin käyttäjä oli satunnainen ohikulkija ilman aiempaa kokemusta puoliautomaattisen defibrillaattorin käytöstä. Kymmenen potilasta yhdestätoista oli vuoden kuluttua elossa ilman neurologisia oireita (Caffrey ym. 2002).

Toistaiseksi suurin maallikkodefibrillaatiotutkimus toteutettiin USA:ssa vuosina 2000–2003. ”The Public Access Defibrilla-

tion (PAD) trial” suoritettiin 993 kohteessa 24 eri alueella USA:ssa. Kohteet satunnaisesti siten, että osassa kohteista maallikoita koostuvat ensiapuryhmät koulutettiin sekä peruselvytykseen että defibrillaatioon, ja osassa vain peruselvytykseen. Kaikki maallikot saivat tehokkaan koulutuksen, joka elvytystaitojen lisäksi sisälsi koulutusta sydänpysähdyksen tunnistamiseen ja avun oikeaoppiseen hälyttämiseen. Tutkimusta varten koulutettiin noin 20 000 maallikkoa ja sijoitettiin 1 600 puoliautomaattista defibrillaattoria. Tutkimukseen kerättiin 239 sairaalan ulkopuolella sydänpysähdyksen saanutta potilasta. Tutkimuksessa todettiin, että potilaiden selviytyminen sairaalasta kotiin oli selvästi todennäköisempää niissä kohteissa, joissa maallikot peruselvytyksen lisäksi toteuttivat myös defibrillaation. Tutkimuksen aikana ei havaittu virheellisesti annettuja defibrillaatioita tai muita vaaratilanteita (Hallstrom ym. 2004).

Julkisissa tiloissa olevien defibrillaattoreiden määrän lisääntymisen myötä, on otettu käyttöön erilaisia laitteen sijainnista ilmoittavia merkkejä. Vuonna 2008 ILCOR julkaisi oman ehdotuksensa kansainvälisesti käytettäväksi puoliautomaattisen defibrillaattorin sijaintipaikkaa osoittavaksi merkiksi (Kuva 2).



Kuva 2: Kansainvälinen puoliautomaattisen defibrillaattorin sijaintia kuvaava merkki.

Hätäkeskuspäivystäjän mahdollisuuksia neuvoa paitsi peruselvytyksen, myös defibrillaation suorittamisessa, on ryhdytty selvittämään aivan viime vuosina. Ecker työryhmiin totehti simulaatiotutkimuksessa vuonna 2001, että hätäkeskuksen antama neuvonta paransi koulutetun maallikon mahdollisuuksia defibrilloida onnistuneesti (Ecker ym. 2001). Lisäksi on todettu, että hätäkeskuspäivystäjä voi hyödyntää matkapuhelimen videopuhelumuinaisuutta neuvoessaan kouluttamatonta maallikkoa defibrillaation suorittamisessa (You ym. 2008).

Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sijoittelu julkisiin tiloihin kouluttamattomien maallikoiden saataville on herättänyt huolta ja vastustusta monissa maissa, myös Suomessa. On esitetty, että defibrillaattorin käyttö voisi olla vaarallista potilaalle, laitteen käyttäjälle tai sivullisille. Kuitenkin tuoreessa puoliautomaattisten defibrillaattoreiden ja käsisammuttimien maallikkokäyttöä vertaileessa katsauksessa todettiin, että maallikodefibrillaation ei ole voitu osoittaa olevan vaaraksi kenellekään (Mell ym. 2008). Sen sijaan maallikon yritys sammuttaa tulipaloa käsisammuttimella on usein vaarallista. Käsisammuttimen käyttö edellyttää koulutusta eikä maallikko koulutuksesta huolimatta kykene sammuttamaan kuin hyvin pienen ja rajoituneen tulipalon. Tästä huolimatta käsisammuttimia sijoitetaan yleisesti julkisiin tiloihin ja myydään laajasti yksityisille henkilöille.

### **2.5.3 Lentoyhtiöiden maallikodefibrillaatio-ohjelmat**

Liikennelennot luovat poikkeuksellisen ympäristön sydänpysähdyspotilaan hoidon kannalta. Lennon aikana minkään maan ensihoidon palvelut eivät ole saatavilla ilman välilaskua. Mikäli matkustaja saa sairaskohtauksen lennon aikana, tavoittaa ensihoitojärjestelmä hänet vasta välilaskun jälkeen. Tämä tapahtuu parhaassakin tapauksessa vähintään 30 minuutin viiveellä. Tällainen viive tekee lennon aikana tapahtuvasta sydänpysähdyksestä selviytymisen mahdottomaksi. Toisaalta äkillisen sairaskohtauksen ja sydänpysähdysten riski voi lennon aikana olla kohonnut esimerkiksi matkustamon alentuneen happiosapai-

neen, vuorokausirytmien häiriintymisen tai matkustamisen aiheuttaman henkisen paineen vuoksi (Aerospace Medical Association 2003). Liikennelentokoneiden lentokorkeus pitkillä lennoilla vaihtelee 9 150–12 200 metrin välillä. Vaikka nykyaikaisen liikennelentokoneen matkustamotilat on paineistettu vastaamaan 1 524–2 438 metrin korkeutta merenpinnasta, laskee terveenkin ihmisen valtimoveren happiosapaine lennon aikana normaalista noin 13 kPa tasolta lievän hypoksemian tasolle 7,7–8,5 kPa (Aerospace Medical Association 2003). Tämä vastaa hemoglobiinin happikyllästeisyystasoa 90 %.

Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden keksiminen ja kehitys ovat mahdollistaneet kammiovärinän defibrillaation jo lennon aikana ilman terveydenhuoltohenkilöstön läsnäoloa (Bertrand ym. 2004; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 2000). Toisaalta rytminäyttöisiä puoliautomaattisia defibrillaattoreita voidaan käyttää lennon aikana myös potilaan elintoimintojen tarkkailuun muissakin kuin sydänpysähdystapauksissa, mikäli lennolla sattuu olemaan mukana terveydenhuoltohenkilöstöä.

Kirjallisuudessa on kuvattu useita onnistuneita lennon aikana toteutettuja elvytyksiä. O'Rourke ja Donaldson julkaisivat ensimmäiset potilastapaukset lennon aikana kammiovärinästä elvytetyistä potilaista 1990-luvun alussa (O'Rourke, ym. 1995). Molemmat kuvatut potilaat kotiutuivat sairaalasta ilman neurologisia jälkioireita.

Australialainen lentoyhtiö Qantas aloitti maallikodefibrillaatio-ohjelmansa vuonna 1991 sijoittamalla puoliautomaattisia defibrillaattoreita lentokoneisiinsa sekä suurimpiin terminaaleihinsa (O'Rourke ym. 1997). Yhteensä 370 purseria koulutettiin laitteen käyttöön. Kuudenkymmenenviiden kuukauden seuranta-aikana laitteita käytettiin 109 kertaa, joista 46 oli sydänpysähdyksiä. Sydänpysähdyksistä 27 tapahtui lennon aikana ja näistä kuudessa alkurytminä oli kammiovärinä. Terminaaleissa tavattiin 19 sydänpysähdyspotilasta, joista 17 kammiovärinässä. Defibrillaatio onnistui lennolla viidellä kuudesta potilaasta ja terminaaleissa kuudella toista seitsemästätoista. Sairaalasta kotiutui

hyväkuntoisena kaksi kuudesta ja neljä seitsemästätoista näistä kammiovärinäpotilaisista. Tutkimuksen aikana Qantas lensi 203 191 lentoa ja kuljetti noin 31 000 000 matkustajaa puoliautomaattisella defibrillaattorilla varustetuilla lentokoneilla.

American Airlines -lentoyhtiö aloitti lentokoneidensa varustamisen puoliautomaattisilla defibrillaattoreilla vuonna 1997. Samalla koko lentohenkilöstö koulutettiin laitteiden käyttöön. Kahden vuoden seuranta-aikana laitteiden käyttökertoja oli yhteensä 191 lentokoneissa sekä yhdeksän terminaaleissa. Näistä käyttökertoista sydänpysähdyksiä oli yhteensä 36, joista 29 lennon aikana ja seitsemän terminaaleissa. Viidellätoista potilaalla oli defibrilloitava alkurytmi ja heistä kuusi kotiutui sairaalasta (Page ym. 2000). Tutkimuksen aikana puoliautomaattinen defibrillaattori oli mukana yhteensä 627 956 lennolla, joilla matkusti yhteensä 70 801 874 matkustajaa. Defibrillaattoria käytettiin, joko monitorointitarkoitukseen tai epäillyn sydänpysähdyksen takia, kerran 3288 lentoa kohden. Sydänpysähdyksen ilmaantuvuus tutkimuksen aikana oli 1/21654 lentoa (Page ym. 2000).

Air France -lentoyhtiö aloitti oman maallikkodefibrillaatio-ohjelmansa vuonna 2001 ja seurasi sen tuloksia vuoden ajan marraskuusta 2002 alkaen. Tänä aikana raportoitiin yhteensä 12 lennon aikana tapahtunutta sydänpysähdystä, joista viidessä oli defibrilloitava alkurytmi (Bertrand, ym. 2004). Sairaalaa asti selvisi kolme potilasta, joista kaksi myös kotiutui sairaalasta. Maallikkodefibrillaatio-ohjelman aloitus aiheutti 1 738 000 euron materiaalikulut. Ensimmäisen vuoden koulutusohjelma, jolloin yhtiön koko matkustamohenkilökunta koulutettiin, maksoi 697 000 euroa (Bertrand ym. 2004). Tietoa sydänpysähdyksen ilmaantuvuudesta tutkimuksen aikana suhteessa matkustaja- tai lentojen määriin ei mainittu.

Kaikissa kolmessa tutkimuksessa puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sensitiivisyys ja spesifisyys rytmin tunnistamisen suhteen oli 100 %. Myöskään muihin matkustajiin kohdistuneita riskejä tai laitteiden virheteroimintoja ei havaittu. Sydänpysähdyspotilaiden selviytymislukujen todettiin olevan

ohjelman piirissä jopa korkeampia, kuin mitä kehittyneet alueelliset ensihoitojärjestelmät ovat raportoineet (Page ym. 2000). Kahdessa tutkimuksessa todettiin ongelmia sydänpysähdyksen tunnistamisessa lennon aikana (Bertrand ym. 2004; O'Rourke ym. 1997). Elottomia potilaita luultiin nukkuviksi, jolloin sydänpysähdyksen tunnistaminen ja hoito viivästyivät. Tutkimusten aikana yksikään tällainen alun perin nukkuvaksi luultu potilas ei selviytynyt elossa.

Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmissa Air France ja American Airlines kouluttivat koko matkustamohenkilöstön neljän tunnin koulutuksella (Bertrand ym. 2004; Page ym. 2000). Qantas sen sijaan koulutti laitteen käyttöön vain pursereita, kun muu henkilökunta sai ainoastaan peruselvytyskoulutuksen. Koulutuksen pituutta ei mainittu (O'Rourke ym. 1997). Yhdysvalloissa siviili-ilmailua valvova viranomaistaho The Federal Aviation Administration (FAA) on suosittanut, että kaikissa kaupallisia lentoja tekevissä matkustajalentokoneissa tulisi olla puoliautomaattinen defibrillaattori sekä vähintään yksi sen käyttöön koulutettu matkustamohenkilökunnan jäsen.

Suomalainen lentoyhtiö Finnair käynnisti oman maallikkodefibrillaatio-ohjelmansa vuonna 1990 sijoittamalla puoliautomaattisia defibrillaattoreita aluksi muutamaa lentokoneisiinsa. Tällä hetkellä kaikissa pitkämatkan lentoja tekevissä sekä lähes kaikissa muissakin matkustajakoneissa on puoliautomaattinen defibrillaattori sekä sitä käyttämään koulutettua matkustamohenkilökuntaa. Lennon aikana sattuvan sairaskohtauksen varalta on olemassa selkeät toimintaohjeet ja matkustamohenkilökunta harjoittelee elvytystä sekä defibrillaattorin käyttöä säännöllisesti. Lentoyhtiöille on myös tarjolla kaupallisia lääkärin konsultaatiopalveluita tilanteissa, joissa matkustaja sairastuu tai loukkaantuu lennon aikana. Alan johtava palveluntuottaja on MedAire, jonka kansainvälistä MedLink-puhelinpalvelua käyttää yli 70 lentoyhtiötä (Tonks 2008). Myös Finnairin matkustamohenkilökunnalla on mahdollisuus pyytää neuvoja MedLinkin lääkäreiltä satelliittipuhelimen välityksellä. Matkustajan sairastu-

essa Finnairin lennolla henkilökunta arvioi tilanteen. Mikäli kyseessä epäillään olevan eloton potilas, tuodaan defibrillaattori potilaan luo mahdollisimman pian. Matkustamossa kuulutetaan lääkäriä tai sairaanhoitajaa. Koneen kapteenia tiedotetaan tilanteesta ja MedLinkin palveluun otetaan yhteyttä. Mahdollisesta välilaskusta päättää aina koneen kapteeni, joka tekee päätöksen MedLinkin lääkärin suositusten perusteella.

American Airlines-yhtiön maallikkodefibrillaatio-ohjelman tulosten (Page ym. 2000) pohjalta on julkaistu kaksi kustannushyötysuhdeanalyysiä koskien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sijoittamista matkustajalentokoneisiin (Cram ym. 2003b; Groeneveld ym. 2001). Molemmissa tutkimuksessa mitattiin kustannuksia saavutettua laatu painotteista elinvuotta kohden (QALY). Kustannuksissa otettiin huomioon paitsi defibrillaattoreiden hankinta- ja käyttökulut, myös onnistuneita elvytyksiä seuranneet sairaanhoitokulut. Groeneveld työryhmineen arvioi kustannushyötysuhteeksi alle 50 000 \$/QALY, mikäli defibrillaattoreita sijoitettiin vain keskisuurin ja suuriin matkustajakoneisiin (Groeneveld ym. 2001). Samassa tutkimuksessa arvioitiin, ettei peruselvytyskoulutuksen järjestämistä matkustamohenkilökunnalle ilman puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käyttöä voida pitää kustannustehokkaana. Kolme vuotta myöhemmin julkaistussa tutkimuksessa kustannuksiksi arvioitiin 34 000 \$/QALY, mikäli jokainen USA:n sisäisiä lentoja tekevä matkustajalentokone varustettaisiin puoliautomaattisella defibrillaattorilla (Cram ym. 2003b). Jälkimmäisessä tutkimuksessa ei laskettu koulutuskustannuksia, koska defibrillaatiokoulutuksen kulujen katsottiin olevan merkityksettömiä. Molemmissa tutkimuksissa katsottiin, että puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sijoittaminen kaupallisiin matkustajalentokoneisiin on kustannushyötysuhteeltaan kannattavaa ja verrattavissa sekä moniin muihin lentoturvallisuutta edistäviin toimenpiteisiin että yleisesti hyväksytyihin lääketieteellisiin toimenpiteisiin (Cram ym. 2003b; Groeneveld ym. 2001). Tavanomaisten maallikkodefibrillaatio-ohjelmien

kustannushyötysuhteeksi on arvioitu noin 30 000 \$/QALY (Cram ym. 2003a).

Kummassakaan tutkimuksessa ei huomioidu ylimääräisistä välilaskuista aiheutuvia kustannuksia. Lentoyhtiö Qantas luopui rutiininomaisesta välilaskusta sydänpysähdyspotilaan kohdalla, mikäli elottomalla potilaalla todettiin alkurytmistä ei-defibrilloitava rytmi, eikä peruselvytys tuottanut tulosta (O'Rourke ym. 1997). Tarkkoja tilastoja ylimääräisten välilaskujen määrän vähenemisestä ei kerrottu, mutta tutkimuksessa arvioitiin näin saavutetun huomattavaa taloudellista hyötyä. Ylimääräisen välilaskun hinnaksi oli arvioitu 25 000 \$. Arvioiden mukaan lentokoneessa saadusta sairaskohtauksesta johtuvaan sydänpysähdykseen kuolee vuosittain enemmän ihmisiä kuin lento-onnettomuuksissa (O'Rourke ym. 1997).

#### **2.5.4 Maallikkodefibrillaatio Suomessa**

Lentoyhtiö Finnairin ohjelman jälkeen seuraava laajamittainen kansainväliset kriteerit täyttävä maallikkodefibrillaatio-ohjelma toteutettiin Helsingissä 1999-2002. Seitsemän julkista tilaa, joissa sydänpysähdysten esiintymisen todennäköisyydeksi oli arvioitu vähintään yksi vuodessa, varustettiin neuvovalla puoliautomaattisella defibrillaattorilla. Sijoituspaikoiksi valittiin kolme satamaterminaalia, rautatieasema, kaksi ostoskeskusta ja yksi matkustajalaiva. Yhteensä 269 kyseisissä paikoissa työskentelevää henkilöä koulutettiin tunnistamaan elottomuus, aloittamaan peruselvytys ja suorittamaan defibrillaatio. Kahden vuoden seuranta-aikana koulutetut maallikot käyttivät defibrillaattoria seitsemän potilaan kohdalla ennen ammattiavun ehtimistä paikalle (Kuisma ym. 2003). Kolmivuotisen tutkimusprojektin kokonaiskuluiksi arvioitiin 110 270 €, josta defibrillaattoreiden osuus oli 32 300 € ja defibrillaattoreiden lisäosien, kuten elektrodien 760 €/vuosi. Koulutuksen hinnaksi arvioitiin 21 030 €/vuosi ja hallinnollisiksi kustannuksiksi 4200 €/vuosi.

1990-luvulta lähtien neuvovia puoliautomaattisia defibrillaattoreita on tullut myös vapaaehtoisista maallikoista koostuvien ensi-

vasteyksiköiden käyttöön. Vaikka maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat kansainvälisesti laajalti hyväksytyjä ja tutkittu osa sydänpysähdyspotilaan hoitoketjua, on maallikkodefibrillaatiotoiminta ollut Suomessa toistaiseksi huonosti tunnettua ja organisoitua. Ensi-vasteyksiköiden koulutuksesta ja toiminnasta ei ole toistaiseksi selkeää kansallista ohjeistusta. Yksiköiden harjoittama maallikkodefibrillaatiotoiminta on ollut niiden oman aktiivisuuden ja paikallisten ensihoidon vastuu-lääkäreiden kiinnostuksen varassa.



### 3. Tutkimuksen tavoitteet

Tämän väitöskirjatyön tavoitteena on kartoittaa maallikkodefibrillaatio-ohjelmien ajankoh-  
taista tilannetta Suomessa ja löytää keinoja hyödyntää maallikoiden suorittamaa defibrillaa-  
tiota etenkin suomalaisissa olosuhteissa. Työn yksityiskohtaiset tavoitteet ovat seuraavat:

1. Selvittää puoliautomaattisten defibrillaattoreiden asemaa koulutettujen maallikoiden käy-  
tössä Suomessa. (I ja II)
2. Selvittää kouluttamattomien maallikoiden mahdollisuuksia suorittaa defibrillaatio paine-  
lu-puhalluselvytyksen lisäksi hätäkeskusohjauksen avulla. (III ja IV)
3. Tutkia toimivan hoitoketjun avulla mahdollisesti saavutettavissa olevia hyötyjä yksittäisen  
potilaan kannalta selvittämällä kammioväriinistä onnistuneesti elvytettyjen potilaiden pit-  
käaikaiselvytymistä ja elämänlaatua. (V)



## 4. Aineisto ja menetelmät

### 4.1 Vakinaisten ja sopimuspalokuntien ensivasteyksiköt

Monissa kunnissa vakinaiset ja sopimuspalokunnat harjoittavat ensivastetoimintaa. Ensivasteyksiköillä on usein käytössään puoliautomaattinen defibrillaattori. Ensivaste- ja siihen liittyvän maallikkodefibrillaatiotoiminnan laajuudesta ja toimintamalleista ei kuitenkaan ole ollut saatavilla kattavaa tietoa. Tämän tiedon saamiseksi vakinaisille ja puolivakinaisille palokunnille lähetettiin kyselylomake (liite 1). Koska etukäteen ei ollut tiedossa, mitkä palokunnat harjoittivat ensivastetoimintaa tai oliko niillä käytössään puoliautomaattista defibrillaattoria, lähetettiin kysely kaikille sellaisille palokunnille, joiden ei jo etukäteen tiedetty harjoittavan myös sairaankuljetustoimintaa. Palokuntien yhteystiedot saatiin puoliautomaattisten defibrillaattoreiden maahantuojalta, Laerdal Oy:ltä. Kyselylomake käsitteli laitteen hankintaa ja siihen johtaneita syitä, lupamenettelyä, käyttäjien koulutusta sekä käyttömääriä. Lisäksi tiedusteltiin subjektiivista tyytyväisyyttä laitteeseen ja käsitystä sen tarpeellisuudesta.

Sairaankuljetustoimintaa harjoittavat palokunnat haluttiin jättää tutkimuksen ulkopuolelle, koska tällöin ensivaste- ja sairaankuljetustoiminnan erottaminen toisistaan olisi ollut vaikeaa. Kyselyitä lähetettiin yhteensä 377. (I)

### 4.2 Lentoyhtiö Finnairin maallikkodefibrillaatio-ohjelma

Vuonna 1990 lentoyhtiö Finnair käynnisti maallikkodefibrillaatio-ohjelman sijoittamalla puoliautomaattisia defibrillaattoreita muutamiin lentokoneisiin. Tällä hetkellä kai-

kissa pitkänmatkan lentoja tekevissä sekä lähes kaikissa muissakin matkustajakoneissa on puoliautomaattinen defibrillaattori. Koko matkustamohenkilökunta on koulutettu antamaan peruselvytystä ja suorittamaan defibrillaation puoliautomaattista defibrillaattoria käyttäen. Väitöskirjan osatyössä Finnairin maallikkodefibrillaatio-ohjelmasta saatuja tietoja verrattiin muiden kansainvälisten lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmista julkaistuihin tuloksiin. Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmien kartoittamiseksi tehtiin Medline-haku. Lisäksi esitellään potilastapaus. (II)

### 4.3 Maallikon suorittama peruselvytys ja defibrillaatio hätäkeskuspäivystäjän puhelinohjauksen avulla

Tutkimukseen haluttiin ikärakenteeltaan yhtenevä, mutta muilta ominaisuuksiltaan valikoitumaton ryhmä maallikoita, joilla ei olisi keskimääräistä suurempaa kiinnostusta ensiapua tai sydänpysähdyspotilaiden hoitoa kohtaan. Tarkoituksena oli pienellä henkilömäärällä, noin kymmenen paria/ryhmä, testata hypoteesia, jonka mukaan myös kouluttamattomat maallikot kykenisivät käyttämään puoliautomaattista defibrillaatiota hätäkeskuksen ohjaamana. Olettamuksena oli kuitenkin, että defibrillaatio häiritsisi peruselvytyksen suorittamista. Tutkimukseen pyydettiin mukaan 73 samassa komppaniassa palvelevaa varusmiestä Läntiseltä Maanpuolustusalueelta. Heille pidettiin ensin 30 minuutin mittainen esittely tutkimuksesta ja sen tavoitteista. Tämän jälkeen heitä pyydettiin täyttämään aiempaa ensiapu- ja elvytyskoulutusta koskeva kyselylomake. Vain

sellaiset henkilöt, joilla ei ollut aiempaa terveydenhuoltoalan koulutusta ja jotka eivät olleet aiemmin käyttäneet puoliautomaattista defibrillaattoria hyväksyttiin mukaan tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Tutkimukseen pyydytyistä henkilöistä kuusi oli kuitenkin käyttänyt puoliautomaattista defibrillaattoria aiemmin ja 12 kieltäytyi osallistumasta. Näin tutkimukseen osallistui lopulta 54 henkilöä.

Kyseessä oli simulaatiotutkimus. Tutkimuksessa käytettiin Laerdal® Resusci Anne SkillReporter -elvytysnukkeja ja puoliautomaattisen ForeRunner®-defibrillaattorin harjoitusmallia. Tutkimuksessa käytetty laitteisto on esitetty kuvassa 3. Nukke mittasi ja tallensi peruselvytyksen kestoa ja ominaisuuksia sekä defibrillaatioiden ajoitusta. Tallentunut tieto tulostettiin jokaisen suorituksen jälkeen.



Kuva 3: Osatöissä III ja IV käytetty välineistö

Tutkimusasetelmana oli sairaalan ulkopuolella tapahtuva äkillinen sydänpysähdys, jossa koehenkilöille tuntematon ohikulkija meni äkillisesti elottomaksi. Koehenkilöt sattuiivat olemaan paikalla ensiapuvälineiden kanssa, joihin kuului myös puoliautomaattinen defibrillaattori sekä matkapuhelin. Tutkimuksessa alkurytmänä oli kammiovärinä, joka kahden oikein suoritettua defibrillaation jälkeen

kääntyi perfusioivaksi sinusrytmiksi. Mikäli koehenkilöt eivät suorittaneet defibrillaatiota, todettiin viiden minuutin keskeytyksettömän peruselvytyksen jälkeen, että lisäapu on saapunut paikalle ja simulaatio on päättynyt. Matkapuhelimet oli ohjelmoitu yhdistämään hätäpuhelut Valtion Pelastusopistolle Kuopioon, jossa niiden käsittelijöinä toimivat koulutetut hätäkeskuspäivystäjät. Puhelut käsiteltiin kansallisen ohjeistuksen mukaan (Laukkanen ym. 2000).

Koehenkilöt jaettiin satunnaisesti pareihin juuri ennen tutkimustilaan siirtymistä. Heille annettiin esitiedot ja neuvottiin soittamaan hätäpuhelu sekä seuraamaan hätäkeskuksesta annettuja ohjeita. Saapuvat puhelut satunnaisesti kahteen eri ryhmään ennen tutkimuksen alkua arvotun listan mukaisesti. Toisessa ryhmässä hätäkeskuspäivystäjä neuvoi koehenkilöitä antamaan peruselvytystä ja suorittamaan defibrillaation puoliautomaattista defibrillaattoria käyttäen. Vertailuryhmälle annettiin vain tavanomaista peruselvytysohjeistusta kansallisen käytännön mukaisesti (Laukkanen ym. 2000). Defibrillaattoria käyttäneelle ryhmälle annetut ohjeet ovat liitteenä 2. Koehenkilöt eivät tienneet kahden erilaisen ohjeistuksen olemassaolosta. Jokaisesta suorituksesta seurasi kaksi tarkkailijaa, jotka eivät tienneet etukäteen, kumpaan ryhmään suoritettava pari satunnaisesti.

Mittauskohteina olivat, pystyykö pari defibrilloimaan viiden minuutin kuluessa elottomuuden alusta, viive elottomuuden alusta peruselvytyksen alkuun sekä elvytyksen laatu ja keskeytyksettömyys. Elvytyksen laatua arvioitiin Euroopan elvytysneuvoston ohjeistuksen mukaan (European Resuscitation Council 2005).

Tutkimukseen osallistuneet henkilöt saivat Suomen ja Euroopan elvytysneuvostojen suositusten mukaisen neljän tunnin mittaisen peruselvytys- ja defibrillaatiokoulutuksen. Kuusi kuukautta alkuperäisen tutkimuksen jälkeen tutkimukseen osallistuneet henkilöt pyrittiin tavoittamaan uudelleen ja heitä pyydettiin osallistumaan uuteen simulaatiotutkimukseen. Simulaation asetelma oli sama kuin ensimmäisessä tutkimuksessa, mutta hätäkeskus ei antanut minkäänlaisia perus-

elvytys- tai defibrillaatio-ohjeita. Simulaatio toteutettiin vasta kuusi kuukautta koulutuksen jälkeen, koska olettamuksena oli, että elvytyskoulutuksen saanut satunnainen maallikko tuskin joutuu elvytystilanteeseen välittömästi koulutuksen jälkeen. Näin tilanne kuusi kuukautta koulutuksen jälkeen vastaisi paremmin tositilannetta kuin tilanne välittömästi koulutuksen jälkeen. Mikäli tutkimus olisi toteutettu välittömästi koulutuksen jälkeen, olisi se voinut antaa liian hyvän kuvan koehenkilöiden elvytystaidoista pitkällä aikavälillä.

Alkuperäiseen tutkimukseen osallistuneista 54 henkilöstä 52 tavoitettiin. He kaikki osallistuivat myös uuteen simulaatioon. Ennen toista simulaatiota osallistujia pyydettiin täyttämään kyselykaavake, jossa kysyttiin henkilöiden omia käsityksiä elvytystaidoistaan sekä asenteita elvytystä kohtaan. (III ja IV)

#### 4.4 Kammioväriinestä elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselvytyminen ja elämänlaatu

Tutkimukseen osallistuneet potilaat olivat alunperin osallistuneet nimodipiinin neuroprotektiivisia ominaisuuksia selvittäneeseen tutkimukseen 80-luvun puolivälissä (Roine ym. 1990). Kyseiseen tutkimukseen otettiin mukaan Helsingin alueella kammioväriinestä onnistuneesti elvytetty potilaat aikavälillä 1.1.1986–30.6.1988. Tutkimukseen mukaan ottamisen kriteereinä olivat vähintään 16 vuoden ikä, nähty elottomuuden alku, oletettu sydänperäinen sydänpysähdyksen syy, viive peruselvytyksen alkuun vähemmän kuin 10 min, viive hoitoelvytyksen alkuun vähemmän kuin 20 min, viive spontaanin verenkierron palautumiseen korkeintaan 30 min elottomuuden alusta sekä tajuttomuus ennen tutkimuslääkityksen aloittamista. Elossa oleville potilaille suoritettiin neurologinen ja neuropsykologinen tutkimus kolmen ja kahdentoista kuukauden kuluttua sydänpysähdyksestä (Roine ym. 1993). Alkuperäi-

sestä 155 potilaasta 59 oli ollut elossa vuoden kuluttua sydänpysähdyksestä.

Tutkimuksessa keskityttiin näiden 59 potilaan tilanteen selvittämiseen. Väestörekisteritietojen perusteella selvitettiin elossa olevat potilaat sekä aiemmin menehtyneiden potilaiden kuolinajat ja -syyt. Maaliskuussa 2003 elossa olleille 11 potilaalle lähetettiin kirjallinen haastattelu- ja tutkimuspyyntö. Kymmenen potilaista tavoitettiin ja he kaikki suostuivat osallistumaan uuteen tutkimukseen. Potilaille suoritettiin yksityiskohtainen neuropsykologinen ja neurologinen tutkimus samoilla menetelmillä kuin alkuperäisessä tutkimuksessa viisitoista vuotta aiemmin sekä elämänlaatua koskeva haastattelu. Kaikille potilaille tutkimuksen suorittivat sama neuropsykologi ja neurologian erikoislääkäri. Lisäksi potilaille lähetettiin samanlaiset elämänlaatua koskevat kyselykaavakkeet kuin alkuperäisessä tutkimuksessa. Vaikka käytettävissä olisi ollut uudempiä validoituja elämänlaadun mittaamiseen yleisesti käytettäviä kyselyitä, valittiin samat menetelmät kuin alkuperäisessä tutkimuksessa, jotta myös koetun elämänlaadun muutokset voitaisiin havaita.

Kyselylomakkeet sisälsivät kysymyksiä koskien koettua elämänlaatua yleensä, arkipäivän askareissa selviytymistä, harrastuksia, perhe-elämää, parisuhdetta, sukupuolielämää sekä sosiaalisia suhteita. Kukin osa-alue oli pisteytetty asteikolla 1–6 erittäin tyytyväisyydestä erittäin tyytymättömyyseen.

Neuropsykologisessa tutkimuksessa potilaiden muistia arvioitiin Wechslerin muistiasteikolla (Wechsler 1986). Visuomotorista suunnittelua ja nopeutta arvioitiin käyttäen Wechslerin aikuisten älykkyysasteikon kuutiotehtävää ja merkkikoetta (Wechsler 1971). Kunkin testin tulos katsottiin poikkeavaksi, mikäli testitulos oli yli kaksi keskihajontaa heikompi kuin suomalaisella ikävakioidulla kontrolliryhmällä (Portin ym. 1992). Henkilön kognitiivinen suorituskky katsottiin normaaliksi, mikäli kaikkien kolmen testin tulos oli normaali. Suorituskky katsottiin hieman heikentyneeksi, mikäli yhdessä testeistä saatiin poikkeava tulos, kohtuullises-

ti heikentyneeksi kahden poikkeavan tuloksen jälkeen ja erittäin heikentyneeksi, mikäli kaikissa kolmessa testissä tulos oli poikkeava. (V)

## 4.5 Eettiset näkökohdat

Missään osatyössä ei suoritettu eläinkokeita. Ainoassa potilastyössä (V) potilaille ei suoritettu kajoavia toimenpiteitä. Luvat potilastietojen käsittelyyn saatiin sairaalan eettiseltä toimikunnalta ja hoitolaitoksen esimieheltä. Potilaiden osallistuminen tutkimukseen oli vapaaehtoista. Potilaille ei maksettu palkkiota, mutta matkakustannukset korvattiin.

Simulaatiotutkimuksiin (III ja IV) anottiin lupa Pääesikunnan huolto-osastolta. Tutkimuksessa käytettiin harjoitusdefibrillaattoreita, jotka eivät tuottaneet oikeaa sähkövirtaa eivätkä näin väärinkään käytettynä olisi aiheuttaneet tutkimukseen osallistuville

henkilöille vaaraa. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja se tapahtui palvelusaikana. Osallistumisesta ei maksettu korvauksia.

Potilastapauksen (II) osalta lupa potilasasiakirjoihin tutustumiseen haettiin sairaalan ylilääkäriltä.

## 4.6 Tilastolliset menetelmät

Tutkimusten luonteesta johtuen osatyöissä I ja II ei käytetty tilastollista analyysiä. Osatyöissä III ja IV tulokset analysoitiin käyttäen Windows SPSS -ohjelmiston versiota 13.0 (SPSS® Inc., Chicago, USA). Tilastollisessa analyysissä käytettiin Mann-Whitney U -testiä jatkuvien muuttujien analysointiin sekä Fisherin tarkkaa testiä ja Khin neliötestiä binominaalisten muuttujien osalta. P-arvo  $p < 0.01$  katsottiin tilastollisesti merkittäväksi. Osatyössä V pieni potilasaineisto esti tilastollisten analyysien käytön.

## 5. Tulokset

### 5.1 Puoliautomaattiset defibrillaattorit vakinaisten ja sopimuspalokuntien ensivasteyksiköiden käytössä

Vastauksia saatiin 213 (56 %). Vastaajista 133 ei harjoittanut sairaankuljetustoimintaa, mutta käytti ensivastetoiminnassa puoliautomaattista defibrillaattoria ja hyväksyttiin mukaan tutkimukseen. Tutkimuksessa todettiin, että puoliautomaattisia defibrillaattoreita oli hankittu 90-luvun kuluessa lisääntyvässä määrin sellaistenkin vakinaisten ja sopimuspalokuntien käyttöön, jotka eivät harjoittaneet sairaankuljetustoimintaa. Yleisimmät käytössä olleet mallit olivat Laerdal Heartstart 911 (32 %), Laerdal Fore Runner (15 %) ja Laerdal Heartstart 3000 (15 %). Yleisin syy laitteen hankintaan oli ensivastetoiminnan aloittaminen (60 %).

Ensivasteyksiköiden laitteen käyttöön koulutetun henkilöstön määrä vaihteli kahden ja viidenkymmenen välillä, mediaani 12. Vastaajista 70 % oli saanut laitteen käyttöönotto-koulutuksen joko laitetoimittajalta tai paikalliselta terveydenhuoltoviranomaiselta. Laitteen käytön kertaavaa koulutusta vuosittain ilmoitti järjestävänsä 85 % vastaajista. Vain 2 % ei järjestänyt kertaavaa koulutusta lainkaan. Vastaajista 94 % ilmoitti tarkastavansa laitteensa toimintakunnon päivittäin. Kuitenkin vain 60 % synkronoi säännöllisesti laitteen kelloa tai tyhjensi laitteen muistia.

Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden ensivastekäyttöön liittyvät lupamenettelyt vaihtelivat. Vain 56 % vastaajista ilmoitti, että ensivasteyksikön henkilöstöllä oli viranomaisen myöntämä kirjallinen lupa puoliautomaattisen defibrillaattorin käyttöön. Näistä suurimmassa osassa luvan myöntäjä oli paikallinen ensihoidon vastuulääkäri. Kolmella

vastaajista luvan myöntäjä oli kuitenkin papolpäällikkö.

Suurin osa vastaajista ilmoitti käyttävänsä puoliautomaattista defibrillaattoriaan 5-10 kertaa vuodessa. Käyttökerraksi määriteltiin tilanne, jossa laite kytketään potilaaseen ja käynnistetään. Yksikään vastaajista ei kuitenkaan osannut sanoa, montako kertaa laitetta oli kuluneen vuoden aikana käytetty elvytystilanteessa. Myöskään tilastoja onnistuneiden elvytysten osuudesta, käytössä ilmenneistä ongelmista tai defibrillaatioviiveistä ei ollut.

Kolmella vastaajista oli hallussaan puoliautomaattinen defibrillaattori, mutta paikalliset viranomaiset eivät olleet antaneet lupaa käyttää sitä ensivastetoiminnassa, joten käyttökokemuksia ei ollut.

### 5.2 Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmat

Kirjallisuudesta löytyi kolme tutkimusta, joissa oli seurattu eri lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmia (Bertrand ym. 2004; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 2000). Lisäksi löytyi useampia tapauselostuksia sekä kaksi lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmien kustannus-hyötysuhdetta arviointuna tutkimusta (Cram ym. 2003b; Groeneveld ym. 2001).

Lennonaikaisessa käytössä puoliautomaattisten defibrillaattoreiden rytmianalyysin spesifisyys ja sensitiivisyys oli 100 % useammassa tutkimuksessa (Bertrand ym. 2004; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 2000). Laitteiden ei havaittu aiheuttaneen vaaraa matkustamohenkilökunnalle tai kanssamatkustajille. Laitevikoja ei raportoitu yhdessäkään tutkimuksessa. Potilaiden sekundaari- ja tertiääriselvytyksen todettiin olevan korkeampaa kuin parhaissa ensihoitojärjestelmissä (Page ym. 2000).

**Taulukko 2:** Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmien tuloksia

|  | Quantas        | American Airlines | Air France           |
|--|----------------|-------------------|----------------------|
| Kansallisuus                             | Australia      | USA               | Ranska               |
| Ohjelman aloitus                         | 1991           | 1997              | 2001 (tutkimus 2002) |
| Tutkimusaika                             | 65 kk          | 24 kk             | 12 kk                |
| Koulutetut henkilöt                      | purserit (370) | koko henkilöstö   | koko henkilöstö      |
| Koulutuksen pituus                       | Ei tiedossa    | 4 h               | 4 h                  |
| Elvytyksiä lennoilla                     | 27             | 29                | 12                   |
| Defibrilloituja potilaita lennoilla      | 6              | 15                | 5                    |
| Onnistuneita defibrillaatioita           | 5/6            | 13                | 3/5                  |
| Defibrilloitujen potilaiden kotiutuminen | 2/6            | 6/15              | 2/5                  |

Analyysien perusteella lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat kustannus-hyötysuhteeltaan edullisia verrattuna muihin lentoturvallisuutta parantaviin yleisesti käytössä oleviin toimenpiteisiin (Cram ym. 2003b; Groeneveld ym. 2001). Molemmissa tutkimuksissa arvioitiin kustannus-hyötysuhteeksi alle 50 000 \$/QALY. Lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmia koskevien tutkimusten tulokset on koottu taulukkoon 2.

### 5.3 Maallikon suorittama peruselvytys ja defibrillaatio hätäkeskuspäivystäjän puhelinohjauksen avulla

Kolmesta paria satunnaistettiin samaan hätäkeskuksesta vain peruselvytysohjeita (PPE-ryhmä). Neljäätoista paria ohjattiin sekä peruselvyttämään että suorittamaan defibrillaatio (PPE-D-ryhmä). Molemmissa ryhmissä peruselvytyksen laatu oli heikkoa. Elvytyksen laadussa ryhmien välillä ei havaittu eroa. Painelvelytyksen aloittamisen nopeudessa ei ryhmien välillä ollut merkittävää eroa. Sen ajan prosentuaalinen osuus, jona peruselvytys oli käynnissä suhteessa koko simulaation kestoon, oli PPE-ryhmässä keskimäärin 65 % ja PPE-D-ryhmässä 58 % ( $p=0,218$ ). PPE-D-ryhmässä 64 % pareista onnistui defibrilloimaan onnistuneesti viiden

minuutin kuluessa simulaation alusta. 80 % niistä pareista, jotka eivät onnistuneet suorittamaan defibrillaatiota viiden minuutin kuluessa, epäonnistui elektrodien sijoittelussa. Kaikki sijoittivat apikaalisen elektrodin liian eteen rintakehälle. Vain kolme paria neljästätoista ei onnistunut defibrilloimaan lainkaan. Kaikki kolme paria kiinnittivät elektrodien liittimen laitteeseen ennen virran kytkemistä, jolloin harjoituslaite ei pystynyt neuvomaan elektrodien kiinnittämisessä. Nämä epäonnistumiset johtuivat siis osittain harjoituslaitteen ominaisuudesta. Todellisessa tilanteessa oikea defibrillaattori olisi neuvonut tarkastamaan elektrodit ja defibrillaatio olisi mahdollisesti onnistunut. Tutkimuksessa ei havaittu yhtään tilannetta, jossa defibrillaattorin käyttö olisi voinut aiheuttaa riskiä potilaalle tai elvyttäjille itselleen. Sen sijaan yhden parin PPE-ryhmässä ja neljän PPE-D-ryhmässä suorittama peruselvytys katsottiin potilaalle vahingolliseksi liian voimallisten tai vatsalle sijoittuneiden painelvelytysyritysten vuoksi.

Kuuden kuukauden kuluttua ensimmäisestä simulaatiosta tavoitettiin 52 alkuperäisestä 54 tutkimukseen osallistuneesta varusmiehestä. Ennen uutta simulaatiota tehdyssä kyselyssä heistä 88 % ilmoitti omasta mielestään hallitsevansa peruselvytyksen hyvin. 79 % ilmoitti osaavansa käyttää puoliautomaattista defibrillaattoria. Yhtä lukuun ottamatta vastaajat ilmoittivat, että aloittaisivat painelu-puhalluselvytyksen myös tuntemat-



**Taulukko 3:** Peruselvytys-defibrillaatiokoulutuksen saaneiden maallikoiden käsityksiä elvytyksestä ja omista elvytystaidoistaan 6 kk koulutuksen jälkeen.

| N=52  |              |
|---|--------------|
| ”Osaisin käyttää puoliautomaattista defibrillaattoria elvytystilanteessa.”  |              |
| Kyllä 41 (79 %)   | Ei 11 (21 %) |
| ”Tarvitsen lisää harjoittelua puoliautomaattisen defibrillaattorin käytössä.”   |              |
| Kyllä 27 (52 %)   | Ei 25 (48 %) |
| ”Jos sattuisin elvytystilanteeseen ennen ambulanssin saapumista, käyttäisin puoliautomaattista defibrillaattoria, jos sellainen olisi käsillä.” |              |
| Kyllä 45 (87 %)   | Ei 7 (13 %)  |
| ”Hallitsen painelu-puhalluselvytyksen mielestäni riittävän hyvin.”  |              |
| Kyllä 46 (88 %)   | Ei 6 (12 %)  |
| ”Jos sattuisin elvytystilanteeseen ennen ambulanssin saapumista, antaisin painelu-puhalluselvytystä.”   |              |
| Kyllä 51 (98 %)   | Ei 1 (2 %)   |
| ”Aion kotiutumisen jälkeen ylläpitää ensiaputaitojani ja osallistua ensiapukursseille mahdollisuuksien mukaan.”                                 |              |
| Kyllä 37 (71 %)   | Ei 15 (29 %) |

tomalle sydänpysähdyspotilaalle. Vastaajista 87 % ilmoitti, että yrittäisi käyttää myös defibrillaattoria, mikäli sellainen olisi saatavilla (taulukko 3).

Puoli vuotta elvytyskoulutuksen jälkeen puhalluselvytyksen laatu oli parempi kuin ilman edeltävää koulutusta hätäkeskuspäivystäjän neuvomana ( $p < 0,001$ ). Merkittävä eroa painantaelvytyksen laadussa ei havaittu. Potilaalle vahingollista painantaelvytystä ei kuitenkaan havaittu lainkaan. Elvytyksen laatua hätäkeskusohjauksessa sekä koulutuksen jälkeen ilman ohjausta on kuvattu taulukossa 4.

Koulutuksen jälkeen defibrillaatio suoritettiin nopeammin ( $p = 0,001$ ), kuin pelkän hätäkeskuspäivystäjän antaman puhelinohjauksen turvin. Toisaalta koulutus ei lisännyt niiden parien osuutta (64 % vrs. 62 %), jotka suorittivat defibrillaation viiden minuutin kuluessa elottomuuden alusta (taulukko 5). Kuusi kuukautta koulutuksen jälkeen kolme paria (12 %) ei edes yrittänyt käyttää defibrillaattoria vaan suoritti pelkästään painelu-puhalluselvytystä. Loput epäonnistuivat elektrodien sijoittamisessa oikein.

## 5.4 Kammiovärinästä elvytettyjen potilaiden pitkäaikaiselvytyminen ja elämänlaatu

Tutkimuksen tekohetkellä keskimääräinen elinikä yli vuoden elvytyksen jälkeen elossa selvinneillä potilailla oli miehillä 69 vuotta (47–87) ja naisilla 76 vuotta (41–87). Vain kaksi (3 %) yli vuoden elvytyksen jälkeen elossa selvinneistä menehtyi alle 50 vuoden iässä. Sen sijaan 27 (46 %) saavutti vähintään 70 vuoden iän. Yleisimmät kuolinsyyt olivat sepelvaltimotauti (62 %), syöpäsairaudet (10 %) ja aivoverenkiertohäiriöt (7 %). Potilaiden selviytyminen elvytystä seuraavina vuosina on esitetty kuvassa 4.

Yksitoista potilasta (18,6 % vuoden jälkeen elossa olleista) oli elossa tutkimushetkellä vuonna 2003. Heidän keski-ikänsä oli 72 vuotta (57–85) ja kahdeksan heistä oli miehiä. Yhtä lukuun ottamatta potilaat tavoitettiin ja kutsuttiin tutkimuksiin kesäkuussa 2003. Kaikki suostuivat osallistumaan tutkimukseen. Kaikki kymmenen potilasta asuivat kotona ja hoitivat täysin itsenäisesti jokapäiväiset askareensa, kuten kotityöt ja raha-asiat.

**Taulukko 4:** Peruselvytyksen laatu ensiapukouluttamattomilla maallikoilla hätäkeskuksen puhelinohjauksessa puoliautomaattisen defibrillaattorin käytön kanssa (PPE-D -ryhmä) ja ilman (PPE -ryhmä) osatyössä III sekä hätäkeskuksen ohjaamana ja ilman hätäkeskuksen ohjausta kuusi kuukautta elvytykskoulutuksen jälkeen osatyössä IV.

| Ryhmä  | Osatyö III |                     |       |                     |              | Osatyö IV                         |                     |                     |                     |                  |
|--|------------|---------------------|-------|---------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|
|  | PPE        |                     | PPE-D |                     | p            | Hätäkeskusohjaus ilman koulutusta |                     | Koulutuksen jälkeen |                     | p                |
|  | ka         | mediaani (25%, 75%) | ka    | mediaani (25%, 75%) |              | ka                                | mediaani (25%, 75%) | ka                  | mediaani (25%, 75%) |                  |
| N  | 13         |                     | 14    |                     |              | 27                                |                     | 26                  |                     |                  |
| Viive paineluelvytyksen alkamiseen (s)                           | 98         | 100 (33, 135)       | 70    | 41 (25, 108)        | <b>0,271</b> | 85                                | 78 (30, 128)        | 58                  | 31 (20, 96)         | <b>0,07</b>      |
| Peruselvytyksen osuus koko simulaatioajasta (%)                  | 65         | 69 (59, 80)         | 58    | 57 (42, 74)         | <b>0,218</b> | 61                                | 68 (46, 75)         | 70                  | 72 (66, 76)         | <b>0,09</b>      |
| Puhallusyritysten keskimääräinen tilavuus (ml)                   | 1250       | 1390 (1020, 1580)   | 831   | 920 (285, 1353)     | <b>0,057</b> | 1050                              | 1260 (600, 1465)    | 740                 | 690 (625, 860)      | <b>0,01</b>      |
| Keskimääräinen paineluvvyys (mm)                                 | 44         | 44 (38, 51)         | 36    | 35 (24, 50)         | <b>0,148</b> | 40                                | 41 (33, 51)         | 39                  | 39 (34, 46)         | <b>0,46</b>      |
| Painelutaajuus (1/min)   | 119        | 112 (104, 132)      | 124   | 124 (109, 143)      | <b>0,453</b> | 122                               | 117 (106, 138)      | 110                 | 111 (93, 121)       | <b>0,15</b>      |
| Hyväksyttävä painelutaajuus (kyllä=1, ei=0)                      | 0,67       | 1 (0, 1)            | 0,33  | 0 (0, 1)            | <b>0,11</b>  | 0,5                               | 0 (0, 1)            | 0,71                | 1 (0, 1)            | <b>0,14</b>      |
| Onnistuneiden puhallusten osuus kaikista puhallusyrityksistä (%) | 14         | 10 (0, 59)          | 15    | 0 (0, 28)           | <b>0,483</b> | 14                                | 3 (0, 20)           | 72                  | 82 (55, 95)         | <b>&lt;0,001</b> |
| Onnistuneiden paineluiden osuus kaikista paineluyrityksistä (%)  | 30         | 17,5 (18, 59)       | 9     | 1 (0, 16)           | <b>0,154</b> | 19                                | 1,5 (0, 36)         | 35                  | 25 (8, 64)          | <b>0,01</b>      |

PPE= painelu-puhalluselvytyks

PPE-D=painelu-puhalluselvytyks-defibrillaatio

ka=keskiarvo

**Taulukko 5:** Puoliautomaattisen defibrillaattorin käyttö elvytyksessä ilman edeltävää koulutusta hätäkeskuspäivystäjän antaman puhelinohjauksen avulla sekä 6 kk käyttökoulutuksen jälkeen ilman hätäkeskuspäivystäjän antamaa ohjausta.

| Ryhmä  | Hätäkeskusohjaus ilman koulutusta |                     | Koulutuksen jälkeen |                     | P            |
|--|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
|  | ka                                | Mediaani (25%, 75%) | ka                  | Mediaani (25%, 75%) |              |
| N  | 14                                |                     | 26                  |                     |              |
| Ensimmäinen onnistunut defibrillaatio viiden minuutin kuluessa (kyllä=1, ei=0) | 0,64                              | 1 (0, 1)            | 0,62                | 1 (0, 1)            | <b>0,26</b>  |
| Aikaviive defibrillaattorin käynnistämiseen (s)                                | 181                               | 172 (140, 223)      | 137                 | 124 (95, 169)       | <b>0,017</b> |
| Aikaviive ensimmäiseen defibrillaatioon (s)                                    | 262                               | 255 (230, 280)      | 185                 | 165 (145, 196)      | <b>0,001</b> |

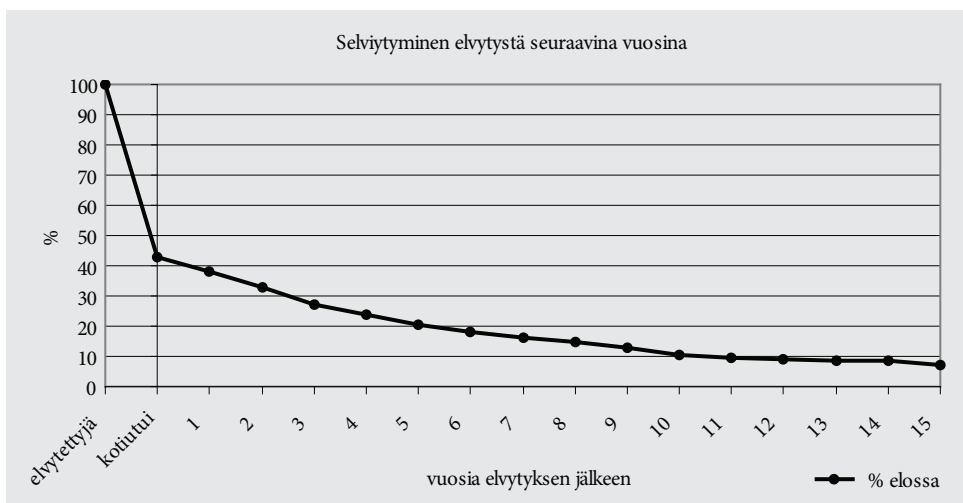
ka=keskiarvo

Kaikilla oli myös säännöllisiä harrastuksia ja he harrastivat myös liikuntaa. Potilaista neljä oli palannut työelämään sydänpysähdyksen jälkeen. Potilaista kahdella ei ollut koskaan ollut ajokorttia. Muut ajoivat edelleen autoa säännöllisesti. Kolmella potilaalla havaittiin lieviä neurologisia poikkeavuuksia.

Sydänpysähdyestä seuranneen vuoden elämänlaatua koskeva tieto oli edelleen saatavilla yhdeksältä potilaalta kymmenestä ja tutkimuksen ajankohdan elämänlaatua koskeva tieto kahdeksalta potilaalta kymmenestä. Kaksi potilasta ei palauttanut elämänlaatumuutoksia toistuvista pyynnöistä huolimatta. Kolme potilasta arvioi elämänlaatunsa tutkimus-

ajankohtana vähintäänkin tyydyttäväksi (> 80 % maksimista). Yksi potilaista katsoi elämänlaatunsa laskeneen merkittävästi puolisoon kuoleman jälkeen. Muut arvioivat elämänlaatunsa vallitsevassa tilanteessa paremmaksi kuin vuosi sydänpysähdyksen jälkeen tehdyssä tutkimuksessa.

Neuropsykologisissa tutkimuksissa viiden potilaan löydös oli normaali ja neljällä todettiin lieviä ongelmia muistin ja visuokonstruktiivisen suunnittelun osa-alueilla. Yhdellä potilaalla lievät kognitiiviset ongelmat olivat lisääntyneet huomattaviksi viidentoista vuoden kuluessa. Kahdella lievästä muistiongelmista kärsineellä potilaalla oli ollut poikkeava löydös jo alkuperäisessä tutkimuksessa.



Kuva 4: 155 onnistuneesti elvytetyn potilaan selviytyminen ajan funktiona. Yli 50 % potilaista kuoli jo sairaalahoitoa aikana. Tämän jälkeen kuolleisuus väheni.



## 6. Pohdinta

### 6.1 Maallikkodefibrillaatio Suomessa

Ensimmäinen osatyö osoitti, että kammiovärinän defibrillaatio neuvovaa puoliautomaattista defibrillaattoria käyttäen oli jo 1990-luvun aikana alkanut vakiinnuttaa asemaansa osana ensivasteyksiköiden suorittamia hoitotoimenpiteitä. Käytännöt kuitenkin vaihtelivat suuresti.

Koulutetun henkilöstön määrän vaihtelu eri ensivasteyksiköiden välillä selittyy osin eri kuntien vakinaisten ja sopimuspalokuntien henkilöstön määrän vaihtelulla. Toisaalta se kertoo myös, että joissakin yksiköissä koko henkilöstö oli koulutettu laitteen käyttöön, kun taas joissakin koulutus oli kohdennettu vain muutamien henkilöihin. Suuren henkilöstömäärän kouluttaminen ja osaamistason ylläpito voi olla vaikeaa. Samoin, jos defibrillaattorin käyttötarvetta esiintyy harvoin, voi suuren henkilöstön jatkuva defibrillaatiokoulutus olla kustannustehotonta. Tämä voisi puoltaa koulutuksen kohdentamista vain muutamien henkilöihin. Toisaalta, mikäli vain osa henkilöstöstä on koulutettu suorittamaan defibrillaatio, voi hälytysvuorojen jakaminen vaikeutua. Tällöin on riskinä, että yksikkö ei kykene ylläpitämään jatkuvaa defibrillaatiovalmiutta. Elvytystilanteessa joudutaan usein vaihtamaan työnjakoa paineluevlytyksen fyysisestä raskaudesta johtuen. Siksi on käytännöllistä, että ensivasteryhmän kaikki jäsenet kykenevät hoitamaan maallikkoelvytyksen kaikkia osa-alueita. Koska puoliautomaattiset defibrillaattorit on todettu helpokäyttöisiksi ja varmatoimiksiksi, ei koulutuksen rajaamista vain pieneen osaan henkilöstöstä voida katsoa perustelluksi.

Lupamenettelyn vaihtelevuus selittyy ensivastetoimintaa ja maallikkodefibrillaatioita määrittävän kansallisen ohjeistuksen ja

lainsäädännön puutteella. Kuitenkin tutkimusajankohtanakin laki määrittäi sairaankuljetuksen järjestämisen kunnan vastuulle. Paikallinen terveydenhuoltoviranomainen on velvollinen ohjeistamaan ja valvomaan perustasoista ensihoitoa. Vaikka ensivastetointa ei olekaan osa perustason ensihoitoa, olisi silti suotavaa, että sama viranomainen vastaisi myös ensiauttajien ohjeistuksesta ja valvonnasta. Vaikka puoliautomaattiset defibrillaattorit ovat helppo- ja varmakäyttöisiä eikä lainsäädäntö vaadi ensiauttajilta kirjallisia lupia defibrillaattorin käyttöön, olisi tällainen lupamenettely tarpeellinen laitteen käyttäjien riittävän koulutustason ja osaamisen varmistamiseksi sekä vastuukysymysten selkeyttämiseksi. Muodollista lupamenettelyä voidaan pitää perusteltuna, jos ensivaste toimii selkeästi osana alueellista ensihoitojärjestelmää. Siksi on huolestuttavaa, että vain 44 % vastaajista ilmoitti defibrillaattorin käyttöön liittyvän lupamenettelyn olemassaolosta.

Toisaalta kolme vastaajaa ilmoitti, että heillä olisi käytössään puoliautomaattinen defibrillaattori, mutta paikalliset viranomaiset olivat kieltäneen sen käytön. Syiksi mainittiin muun muassa paikallisten sairaankuljetusryttäjien kielteiset asenteet ensivastetoimintaa kohtaan. Kun ottaa huomioon jo tutkimusajankohtaan mennessä saadun kansainvälisen tutkimusnäytön puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käytön helppoudesta (Ecker ym. 2001; Gundry ym. 1999) ja varmuudesta (Macdonald ym. 2001) sekä niiden sopivuudesta ensivastekäyttöön (Moseso ym. 1998; O'Rourke ym. 1997; Page ym. 1998; Valenzuela ym. 2000; White ym. 1994), ei tällainen jo hankitun laitteen käytön kieltäminen vaikuta perustellulta. Käyttöluvan epäämisen taustalla voi epäillä olleen tietämättömyys. Samoin mainittu sairaankuljetusryttäjien kielteinen asenne ensivastetoi-

mintaa kohtaan lienee johtunut tiedon puutteesta ensivastetoiminnan luonteen suhteen. Ensivastetoiminta ei missään tilanteessa kilpaile perus- tai hoitotason sairaankuljetuksen kanssa. Häätäkeskus ei koskaan hälytä kohteeseen pelkkää ensivasteyksikköä, eikä paikalle ensin ehtinyt ensivasteyksikkö voi peruuttaa kohteeseen matkalla olevaa sairaankuljetusyksikköä. Hoidon tai kuljetuksen tarpeen määrittää aina kohteessa käynyt ammattihenkilö. Ensivasteyksikkö ei myöskään kuljeta potilasta.

Vaikka ohjeistus ja lainsäädäntö ensiauttajien koulutuksesta puuttuvatkin, kertaavaa koulutusta vastaajat ilmoittivat järjestävänsä varsin säännöllisesti. Suurin osa vastaajista ilmoitti järjestävänsä kertaavaa koulutusta vuosittain. Vain kaksi prosenttia ei järjestänyt kertauskoulutusta lainkaan. Vaikka ensivastetoimintaa koskevaa kansallista ohjeistusta ei ole, on suomalaisilla sopimuspalokunnilla oma verkosto ja niiden koulutusta ohjaa Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö (SPEK). Päästökseen mukaan hälytysosastoon tai ensivastetoimintaan on sopimuspalokuntalaisen suoritettava tietty määrä SPEK:n koordinoimia kansallisesti yhtenäisiä kursseja (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008).

Myös vakinaisten palokuntien pelastusyksiköt saattavat toimia alueellisesta hälytysohjeistuksesta riippuen tarvittaessa myös ensivasteyksikköinä. Suomalainen pelastajan tutkinto antaa valmiudet sekä palomiehen että perustason sairaankuljetuksen tehtäviin (Pelastusopisto 2008), jolloin pelastusyksikköjen henkilöstö on jo pohjakoulutukseltaan kykenevää ensiauttajina toimimiseen.

Lähes kaikki vastaajat ilmoittivat tarkastavansa laitteen toimintakunnon päivittäin. Huolestuttavaa on, että vain 60 % ilmoitti synkronoivansa laitteen kellon tai tyhjentävänsä laitteen muistin säännöllisesti. Mikäli laitteen kello on asianmukaisessa ajassa, saadaan laitteen muistista jälkepäin tärkeitä tietoja defibrillaatioviiveistä, elvytyksen kestosta ja elvytyksen ajallisesta etenemisestä. Nämä tiedot ovat tärkeitä potilaan selviämisen kannalta, mutta myös kehitettäessä elvytystoimintaa entistä tehokkaammaksi. Laitteen muistin hyödyntämättä jättäminen

lienee yhteydessä siihen, ettei vastaajilla ollut juurikaan tietoa laitteidensa käytöstä elvytystilanteissa. Vaikka vastaajat osasivat arvioida laitteidensa vuotuisen käyttömäärän, ei varsinaisten elvytysten vuotuisesta määrästä tai onnistuneiden elvytysten osuudesta ollut tietoa yhdelläkään vastaajista.

Ensivastekäytössä olevan defibrillaattorin käytön seuraaminen kuuluisi paikalliselle terveydenhuoltoviranomaiselle, käytännössä kunnan ensihoidosta vastaavalle lääkärille. Lupamenettelyn puute lienee yhteydessä myös seurannan ja valvonnan puutteeseen. Laitteiden muistitietojen avulla voitaisiin tilastoida defibrillaatioviiveitä sekä varmistaa jälkepäin laitteen rytmianalyysin oikeellisuus. Nyt tämä arvokas tieto jää hyödyntämättä maallikkodefibrillaatioiminnan kehittämisessä.

Lähes jokaisessa suomalaisessa kunnassa on vapaaehtoisuuteen perustuva sopimuspalokunta. Sopimuspalokuntia voi laajemmissa kunnissa olla useita eri kyläkeskuksissa. Nämä sopimuspalokunnat ylläpitävät kunnan kanssa tehdystä sopimuksesta riippuen usein ympärivuorokautista päivystystä sammutus- ja pelastustehtäviä varten. Sopimuspalokuntien henkilöstö toimii harrastepohjalta, mutta on saanut perusteellisen koulutuksen ennen hälytysosastoon mukaan ottamista (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008).

Sopimuspalokuntien ensivastetoiminnan voidaan olettaa olevan sydänpysähdyspotilaiden hoidon ja ennusteen kannalta varsin kustannustehokasta. Sopimuspalokunnat muodostavat jo olemassa olevan ja toimivan järjestelmän, joka kattaa koko maan. Koska SPEK koordinoi sopimuspalokuntalaisten koulutusta, koulutus on yhtenäistä koko maassa. Hälytysosastojen toiminta perustuu vapaaehtoisuuteen, mikä laskee henkilöstökuluja. Toisaalta hälytysvalmiutta ylläpidetään myös sammutus- ja pelastustehtäviä varten, joten ensivastetoiminnan ylläpitäminen ei välttämättä vaadi juurikaan lisäresursseja. Koska sopimuspalokuntien ensivasteyksiköt sijaitsevat haja-asutusalueilla usein lähempänä potilasta kuin lähin sairaankuljetusyksikkö, voisi defibrillaatioon kykenevä ensivasteyksikkö lyhentää defibrillaatioviivettä merkittävästi.

Joissakin ensihoitojärjestelmissä peruselvytys- ja defibrillaatiokoulutus on otettu osaksi poliisien koulutusta ja defibrillaattorit liitetty osaksi poliisipartioiden varustusta. Tällä menettelyllä on saatu hyviä tuloksia (Davis ym. 1998; Mosesso ym. 1998; Mosesso ym. 2002; White ym. 1994; White ym. 2005). Suomessa taajamien ulkopuolella etäisyydet ovat pitkiä ja partioita vähän. Poliisipartioita on varsinkin virka-ajan ulkopuolella liikkeellä jopa vähemmän kuin sairaankuljetusyksiköitä. Näin ollen poliisin maallikkodefibrillaatio-ohjelmalla ei välttämättä saavutettaisi Suomen olosuhteissa vastaavaa hyötyä kuin edellä mainituissa tutkimuksissa on saatu. Näin ollen sopimuspalokuntien ensivastetoimintaan kytketyllä defibrillaatiovalmiudella voidaan olettaa saatavan enemmän hyötyä Suomen olosuhteissa kuin poliisien ensivastetoiminnalla, vaikka jälkimmäisen eduista on kansainvälistä tutkimusnäyttöä.

Sopimuspalokuntien ensivastetoimintaan liitettynä maallikkodefibrillaatio-ohjelman voidaan olettaa lyhentävän defibrillaatioviiveitä etenkin haja-asutusalueilla. Toiminnan voidaan olettaa olevan kustannustehokasta. Aihe vaatii kuitenkin lisätutkimuksia. Ensivastetoiminnan liittäminen lailla osaksi ensihoitojärjestelmää voisi selkeyttää vastuukysymyksiä ja näin edistää toiminnan tuloksellisuuden seurantaakin sekä kehittämistä. Jotta sopimuspalokuntien defibrillaatiotoiminta täyttäisi maallikkodefibrillaatio-ohjelman kriteerit, olisi sitä ohjattava ja seurattava suuremmissa kokonaisuuksissa, esimerkiksi sairaanhoitopiireittäin. Lähitulevaisuudessa ensivastetoiminta tultaneen määrittelemään osaksi terveydenhuoltoa, jolloin ohjeistus ja valvonta on helpompi toteuttaa. Samalla ensivastetoiminnan valtakunnallinen yhtenäistäminen on helpompaa.

Ainoa varsinainen toteutunut maallikkodefibrillaatio-ohjelmaa koskeva suomalainen tutkimus on julkaistu vuosituhaten alussa (Kuisma ym. 2003). Vaikka puoliautomaattiset defibrillaattorit vaikuttavat lisääntyneen selvästi julkisissa tiloissa Suomessa, ei niiden käytöstä ole tiettävästi toistaiseksi julkaistu muuta tilasto- tai tutkimustietoa.

Vaikka suomalainen lentoyhtiö Finnair aloitti oman defibrillaatio-ohjelmansa jo varhain, ei ohjelman tuloksista ole julkaistu yhtään tutkimusta. Lentoyhtiöiden ohjelmat ovat esimerkki kehittyneistä ja hyvin suunnitelluista maallikkodefibrillaatio-ohjelmista. Laitteet ovat sijoitettuina riskikohteisiin, joissa muun avun paikalle saaminen kestäisi kauan. Ohjelmat poikkeavat kuitenkin monista muista maallikkodefibrillaatio-ohjelmista siinä suhteessa, että matkustamohenkilökunta ei käytä defibrillaattoria vapaaehtoisperiaatteella vaan on tehtävänsä puolesta velvollinen siihen. Kuitenkin sekä defibrillaattoria käytävä matkustamohenkilökunta että heidän työnantajansa ovat olleet tyytyväisiä näihin ohjelmiin. Viimeaikaisten tutkimustulosten perusteella lentoyhtiöiden maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat kustannus-hyötysuhteeltaan edullisia verrattuna muihin lentoturvallisuutta parantaviin yleisesti käytössä oleviin toimenpiteisiin (Cram ym. 2003b; Groeneveld ym. 2001). Näin ollen Finnairinkin toteuttaman ohjelman voidaan olettaa olevan kustannus-hyötysuhteeltaan tehokas ja kannattava.

Sopimuspalokunnilla ja Suomen Punaisen Ristin ensiapuryhmillä on käytössään puoliautomaattisia defibrillaattoreita, joita käytetään osana ensivastetoimintaa. Tämä toiminta ei kuitenkaan täytä varsinaisen maallikkodefibrillaatio-ohjelman kriteerejä, sillä toiminnan vaikuttavuuden seuranta ei ole järjestetty. Defibrillaatioon kykenevien ensivasteyksiköiden sijainti vaikuttaisi perustuvan lähinnä paikallisten toimijoiden aktiivisuuteen eikä se näin ollen välttämättä vastaa sydänpysähdysten ilmaantuvuuden ja ensihoitojärjestelmän kattavuuden kannalta edullisinta sijoittelua.

Mikäli maassamme on toteutettu muita maallikkodefibrillaatio-ohjelmia, ei niistä ja niiden tuloksista ole saatavilla tutkimustietoja tai tilastoja.

Vuonna 2003 julkaistussa tutkimuksessa arvioitiin maallikkodefibrillaatio-ohjelmien kustannushyötysuhteeksi 30 000 \$/QALY edellyttäen, että defibrillaattorit sijoitetaan valikoituihin kohteisiin, joissa käytön toden-

näköisyys on vähintään kerran viidessä vuodessa (Cram ym. 2003a). Helsingissä toteutetun kolmivuotisen maallikkodefibrillaatiotutkimusprojektin kokonaiskuluiksi arvioitiin 110 270 € (Kuisma ym. 2003). Defibrillaattoreiden hankintakustannukset muodostivat 29 % kokonaiskuluista. Kuitenkin arvioitiin, että mikäli ohjelmaa oltaisiin jatkettu puoliautomaattisten defibrillaattoreiden oletettuun kahdeksan vuoden käyttöikään asti, olisi hankintakustannusten osuus ollut vain 13,5 % kokonaiskuluista. Näin ollen suurin osa kustannuksista muodostuu koulutuksesta ja hallinnollisista kuluista. Mikäli maallikkodefibrillaatio-ohjelma perustetaan käyttäen hyväksi jo olemassa olevaa ensivasteorganisaatiota, voidaan koulutus- ja hallintokulujen olettaa jäävän suhteessa pienemmiksi.

Vuosina 2004–2006 toteutetussa irlantilaisstudiumuksessa selvitettiin ensivastejärjestelmän käyttöönoton vaikuttavuutta sydänpysähdyspotilaiden selviytymiseen sekä kaupunki- että haja-asutusalueilla. Vaikka ensivastejärjestelmän käyttöönotto seuranta-ajan puolivälissä lyhensi defibrillaatioviiveitä, ei sydänpysähdyspotilaiden selviytymisessä todettu tilastollisesti merkittävää muutosta (Moore ym. 2008). Selviytymisluvut olivat osin jopa hieman huonommat ensivastetoiminnan käynnistämisen jälkeen. Tutkimuksessa oli kuitenkin havaittavissa useita tulokseen mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä. Ensivasteyksikkö tavoitti potilaan ennen ensihoitoyksikköä vain alle puolessa tapauksista. Silloinkin vain 11,8 %:ssa tapauksista ensivastehenkilöstö yritti käyttää defibrillaattoria. Näin ollen ensivasteohjelman osuus sydänpysähdyspotilaiden hoidossa jäi varsin pieneksi. Lisäksi jäi epäselväksi, oliko ensivasteyksiköille annettu myös peruselvytyskoulutusta. Potilaiden tavoittamisviiveet olivat ensivastejärjestelmän käyttöönotonkin jälkeen yli viisi minuuttia. Lisäksi vain 15,6 % potilaista oli defibrilloitava alkurytmi, vain kolmasosa sai peruselvytystä maallikon toimesta ja vain 32,8 %:ssa tapauksista elottomuuden alku oli nähty (Moore ym. 2008). Lisäksi saman tutkimuksen aikana hätäkeskuspäivystäjät tunnistivat elottomuuden vain 44,4 %:ssa kammiovärinäpo-

tilaista ja 47,1 %:ssa niistä kammiovärinäpotilaista, joiden elottomuuden alku oli nähty (Cairns ym. 2008). Näin suurimmassa osassa tapauksista potilaiden ennuste oli jo lähtökohtaisesti huono. Onnistuneesti elvytettyjen potilaiden osuus jäi lopulta niin pieneksi, että sattuman osuus tuloksissa on huomattava. Koko tutkimuksen aikana vain 18 potilasta selviytyi sairaalasta kotiin.

Irlantilaisstudiumuksen tulos osoittaa ennen kaikkea maallikkodefibrillaatio-ohjelmien suunnittelun ja seurannan tärkeyden. Huonosti toteutettu ohjelma aiheuttaa kustannuksia, mutta ei välttämättä tuota tuloksia.

## 6.2 Hätäkeskuksen rooli sydänpysähdyspotilaan selviytymisen kannalta

Koska peruselvytyksen on todettu parantavan sydänpysähdyspotilaiden selviytymistä (Holmberg ym. 2000; Holmberg ym. 2001; Larsen ym. 1993; Valenzuela ym. 1997; Wallewijn ym. 2001) ja lisäävän kammiovärinäherkkyttä reagoida onnistuneesti defibrillaatioon (Cobb ym. 1999; Wik ym. 2003b), on hätäkeskuspäivystäjä alettua kouluttaa antamaan puhelimitse elvytysohjeita myös sellaisille maallikoille, jotka eivät hallitse peruselvytystä entuudestaan. Toisaalta hätäkeskuksen antama ohjaus voi helpottaa ja rohkaista myös elvytyskoulutusta saaneen maallikon toimintaa. Hätäkeskusohjatun maallikkovelvytyksen onkin myös todettu parantavan potilaiden selviytymistä (Kuisma ym. 2005; Rea, ym. 2001). Myös Suomessa hätäkeskuspäivystäjät ohjeistavat tarvittaessa maallikkoa suorittamaan peruselvytystä.

Simulaatiotutkimuksissa hätäkeskusohjatun maallikon suorittaman peruselvytyksen on kuitenkin todettu olevan heikkolaatuista etenkin puhallusten osalta (Dorph ym. 2003; Williams ym. 2006; Woollard ym. 2003). Peruselvytyksen hyvällä laadulla on todettu olevan yhteyttä parempaan selviytymiseen (Van Hoeyweghen ym. 1993; Wik ym. 1994). Omassa tutkimuksessamme koulutus paransi puhalluselvytyksen laatua, mutta ei juurikaan vaikuttanut paineluelvytyksen laatuun



tai määrään. Yksi selitys tälle voi olla se, että koulutuksen jälkeisiä taitoja mittaava simulaatio järjestettiin vasta kuusi kuukautta koulutuksen jälkeen. Tällöin osa taidoista oli mahdollisesti kertauksen puutteessa unohtunut. Englantilaisessa tutkimuksessa todettiin peruselvytystaitojen heikentyneen huomattavasti seitsemän kuukauden kuluttua elvytyskoulutuksesta (Woollard ym. 2006). Tutkimuksemme tulos olisi siten voinut olla toinen, mikäli simulaatio olisi toteutettu välittömästi koulutuksen jälkeen. Käytetty tutkimusasetelma vastaa kuitenkin paremmin todellisuutta. On erittäin epätodennäköistä, että satunnaisesti elvytyskoulutukseen valittu maallikko joutuisi mukaan elvytystilanteeseen välittömästi koulutuksensa jälkeen. Satunnainen maallikko myös osallistuisi kertaavaan elvytyskoulutukseen todennäköisesti harvemmin kuin kuuden kuukauden välein.

Toinen syy paineluelvytyksen huonolle laadulle myös koulutuksen jälkeen voi olla koehenkilöiden valinnassa. Koehenkilöt edustivat varsin valikoimatonta otosta suomalaisista nuorista miehistä. Heillä ei ollut erityistä kiinnostusta tai motivaatiota elvytystaitojen oppimiseen tai ylläpitämiseen. Mikäli koehenkilöillä olisi ollut jokin elvytystaitojen opetteluun motivoiva tekijä kuten kuuluminen ensiapuryhmään tai sydänsairas omainen, olisi tulos voinut olla toinen. Tuore tutkimus onkin esittänyt, että valikoimattomien maallikoiden elvytyskoulutus on kustannus-hyötysuhteeltaan kallista ja tehotonta verrattuna moniin muihin terveydenhuollon toimenpiteisiin (Groeneveld ym. 2005).

Vaikka osatöissä todettiin, että maallikoiden suorittama painelu-puhalluselvytyks ei ollut erityisen laadukasta edes koulutuksen jälkeen, ovat tutkimukset osoittaneet, että laadukas peruselvytyks on vaikeaa myös ammattilaisille (Perkins ym. 2008; Verplancke ym. 2008). Monet terveydenhuoltoalan ammattilaiset osallistuvat elvytyskoulutukseen harvoin jos koskaan. Terveydenhuoltoalan ammattilaisten toteuttaman elvytyksen huono laatu viittaa siihen, että peruselvytyksen säännöllinen harjoittelu on ainut tapa tuottaa laadukasta peruselvytystä.

Vaikka hätäkeskusohjatun maallikkoelvytyksen onkin todettu parantavan potilaiden selviytymistä (Kuisma ym. 2005, Rea ym. 2001), ei sen kustannus-hyötysuhdetta ole tiettävästi tutkittu. Ei myöskään ole tutkittu, olisiko hätäkeskuspäivystäjien puhelimitse antaman elvytysohjauksen tehostaminen ja maallikoiden elvytyskoulutuksen tarkempi kohdentaminen kustannustehokkaampaa kuin valikoimattomien maallikoiden elvytyskoulutus. Voidaan kuitenkin olettaa, että hätäkeskuspäivystäjien kouluttaminen on tehokasta ja edullista. Hätäkeskuspäivystäjät ovat tutkinnon suorittaneita ammattilaisia, joita jatkokoulutetaan joka tapauksessa. Koulutettavien hätäkeskuspäivystäjien joukko on pieni. He myös kohtaavat työssään todennäköisesti useita elvytystilanteita, toisin kuin satunnaiset maallikot. Tuoreessa tutkimuksessa todettiin, että maallikoiden peruselvytystaidot heikkenivät huomattavasti jo seitsemän kuukauden kuluessa koulutuksesta ja suositettiin, että kertaavaa koulutusta tulisi näin järjestää useammin kuin seitsemän kuukauden välein (Woollard ym. 2006). Mikäli maallikoiden elvytyskoulutuksella saavutetaan tehokkaita tuloksia vasta, jos kertaavaa koulutusta järjestetään useammin kuin kerran vuodessa, ei valikoimattomien maallikoiden elvytyskoulutus tässä valossa vaikuta kovin kustannustehokkaalta toiminnalta.

Osatöiden tulokset viittaavat siis siihen, ettei valikoimattomien maallikoiden elvytyskoulutus välttämättä paranna paineluelvytyksen laatua tai lisää sen määrää verrattuna hätäkeskuspäivystäjän antamaan elvytysohjaukseen. AHA suositti maaliskuussa 2008, että maallikkoelvytyks koostuisi vain painelusta (Sayre ym. 2008). Euroopan elvytysneuvosto ei vielä tämänhetkisen näytön pohjalta ole antanut samaa suositusta (Koster ym. 2008). Mikäli jatkossakin puhallusten merkitys maallikkoelvytyksessä todetaan vähäiseksi ja maallikoiden suorittamasta puhalluselvytyksestä ollaan jopa luopumassa, voidaan hätäkeskusohjatun maallikkoelvytyksen katsoa muodostavan varteenotettavan vaihtoehdon valikoimattomien maallikoiden elvytyskoulutukselle. Aihe vaatii kuitenkin vielä lisätutkimuksia. Toisaalta voitaneen edelleen pitää pe-

rusteltuna antaa elvytyskoulutusta sellaisille maallikoille, joilla on jostain syystä kohonnut riski kohdata sydänpysähdyspotilas, erityisesti jos puhalluselvytyksestä ei luovuta.

Vaikkakin tutkimukseen osallistuneet henkilöt eivät tutkimuksen ensivaiheessa olleet saaneet varsinaista elvytyskoulutusta, olivat he tuskin voineet välttyä saamasta edes jonkinlaista kuvaa siitä, miten peruselvytystä toteutetaan. Painelu-puhalluselvytys on toistuvasti esillä erilaisissa medioissa ja sitä käsitellään myös kouluissa. Lisäksi lähes kaikki osallistujat olivat osallistuneet aikaisempaan Puolustusvoimien alokkaille järjestämään lähinnä luentomuotoiseen ensiapukoulutukseen, jossa oli sivuttu myös elottomuutta. Se, että maallikolla on edes jonkinlainen ennakkokäsitys siitä, kuinka ja miksi painelu-puhalluselvytystä suoritetaan, voi helpottaa hätäkeskuspäivystäjän neuvontatyötä. Toisaalta, jos maallikko on omaksunut vääriä käsityksiä elvytyksen tekniikasta esimerkiksi elokuvien perusteella, voi tämä olla todellisessa elvytystilanteessa haitaksi. Hätäkeskuspäivystäjä ei näe elvytysuudistusta eikä näin välttämättä osaa korjata vääriä tekniikkaa. Tältä kannalta koko väestöön kohdistuva neuvonta ja tiedotus peruselvytyksen oikeaoppisesta suorittamisesta esimerkiksi osana koulujen terveystiedon opetusta voisi olla hyödyllistä ajatellen mahdollista elottoman potilaan kohtaamista.

Puoliautomaattisten defibrillaattoreiden määrä julkisissa tiloissa on kasvanut. Tällä hetkellä pidetään ensisijaisena tavoitteena sitä, että defibrillaation suorittaa siihen koulutettu henkilö (European Resuscitation Council 2005). Defibrillaattorien määrän kasvaessa ne ovat samalla lisääntyvässä määrin myös kouluttamattomien maallikoiden ulottuvilla. Koska hätäkeskuspäivystäjän puhelimitse ohjaama maallikkoelvytys on jo yleisesti hyväksytty osa sydänpysähdyspotilaan hoitoketjua, on herännyt kysymys, voisiko hätäkeskuspäivystäjä neuvoa myös nopean defibrillaation toteuttamisessa.

Nykykaikaisten neuvovien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden helppokäyttöisyys ja toimivuus myös kouluttamattomien maallikoiden käytössä on osoitettu useissa simu-

laatiotutkimuksissa (Gundry ym. 1999; Lawson ym. 2002). Caffrey työryhmineen osoitti, että kouluttamattomat maallikot kykenevät nopeaan defibrillaatioon myös käytännössä (Caffrey ym. 2002).

Vuosituhanen alussa julkaistussa simulatiotutkimuksessa todettiin, että hätäkeskuspäivystäjän antama ohjaus paransi vanhusten edellytyksiä suorittaa defibrillaatio neuvovan puoliautomaattisen defibrillaattorin avulla (Ecker ym. 2001). Koehenkilöt olivat edeltävästi saaneet defibrillaatiokoulutuksen. Osa työ III osoitti, että simuloitussa tilanteessa defibrillaattorin käyttö ei heikentänyt peruselvytyksen laatua eikä vähentänyt sen määrää hätäkeskuspäivystäjän ohjatessa kouluttamattomia maallikoita. Vaikka käyttökoulutus hieman nopeutti defibrillaatiota, se ei lisännyt niiden koehenkilöiden osuutta, jotka kykenivät suorittamaan nopean defibrillaation tavoitellun viiden minuutin kuluessa elottomuuden alusta.

Nämä tutkimustulokset antavat viitettä siitä, että defibrillaation sisällyttäminen hätäkeskuksen antamaan elvytysneuvontaan sekä koulutettujen että kouluttamattomien maallikoiden osalta voisi olla hyödyllistä. Aiheesta tarvitaan kuitenkin lisätutkimuksia. Samalla on varmistettava, ettei defibrillaation suorittaminen vie huomiota mahdollisimman laadukkaasta peruselvytyksestä.

Suomessa on toistaiseksi ollut vallalla käytäntö, että puoliautomaattista defibrillaattoria voi käyttää vain asiaan koulutettu ja paikallisesti laitteen käyttöön valtuutettu henkilö. Caffrey työryhmineen kuitenkin osoitti, että myös kouluttamattomat maallikot voivat käyttää puoliautomaattisia defibrillaattoreita tuloksettaasti (Caffrey ym. 2002). Kyseiseen tutkimukseen yhdistettiin laaja tiedotuskampanja, jonka avulla puoliautomaattiset defibrillaattorit ja niiden käyttöperiaate tuotiin suuren yleisön tietoon. Tanskassa on aloitettu ”Hurtig Hjælp med Hjertestarter” –niminen ohjelma, jonka avulla pyritään edistämään puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käyttöä. Ohjelmaan liittyen on avattu yleisölle suunnattu internetsivusto <http://www.hjertestarter.dk/>. Sivustolla on tietoa sydänpysähdyksestä ja puoliautomaattisen

defibrillaattorin käytöstä. Ohjelmaan kuuluu Hjertestarter-Netværket -rekisteri, johon pyritään rekisteröimään mahdollisimman monen yksityisessä omistuksessa olevan julkiseen tilaan sijoitetun puoliautomaattisen defibrillaattorin tarkka sijainti. Sivustolta löytyy kartta, johon on merkitty kaikki ohjelmaan rekisteröidyt puoliautomaattiset defibrillaattorit koko Tanskassa. Jokaisen defibrillaattorin osalta on saatavissa myös sijaintipaikan osoite ja yksityiskohtainen kirjallinen kuvaus sijainnista. Sijainnit ovat myös hätäkeskuksen tiedossa. Mikäli sydänpysähdyksestä hätäkeskukseen ilmoittavan henkilön läheisyydessä on defibrillaattori, auttaa hätäkeskuspäivystäjä sen löytämisessä.

Pelkkä puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sijoittaminen julkisiin tiloihin ei riitä lyhentämään defibrillaatioviiveitä. Defibrillaattoreiden on oltava myös helposti saatavilla ja löydettävissä. Helsingissä toteutetussa maallikkodefibrillaatiotutkimuksessa osoitettiin, että yllättävän monen sydänpysähdyspotilaan kohdalla defibrillaattoria käyttävien henkilöiden hälyttäminen epäonnistui (Kuisma ym. 2003). Defibrillaattoreiden sijainnin kerääminen rekisteriin Tanskan mallin mukaisesti voisi tehostaa jo olemassa olevien laitteiden käyttöä, kun hätäkeskuspäivystäjä voisi ohjata defibrillaattorin noutamisessa. Vaihtoehtoisesti hätäkeskus voisi myös hälyttää laitteen käyttöön koulutetut henkilöt, mikäli paikallinen hälyttäminen epäonnistuu. Useissa maissa julkisiin tiloihin sijoitetut defibrillaattorit on myös merkitty vastaavalla tavalla kuin hätäpoistumistiet ja sammuttimet. ILCOR onkin julkaissut oman ehdotuksensa kansainväliseksi puoliautomaattisen defibrillaattorin sijaintia kuvaavaksi merkiksi. Tämän merkin käyttöönottoa myös Suomessa tulisi harkita.

### 6.3 Sydänpysähdyksestä selviytyneiden potilaiden pitkäaikaisennuste ja elämänlaatu

Mietittäessä keinoja parantaa sydänpysähdyspotilaiden ennustetta on samalla kiinnitettävä huomiota paitsi saavutettavien lisävuosien määrään, myös niiden laatuun. Oma tutkimuksemme tavoitti kymmenen potilasta, jotka olivat elossa yli viisitoista vuotta sydänpysähdyksen jälkeen. Yhtä elossa ollut potilasta ei tavoitettu. Nämä yksitoista potilasta edustavat vain 7 % alun perin sairaalaan tuodusta 155 elvytyspotilaasta ja 18,6 % vuoden jälkeen elossa olleesta 59 potilaasta.

Vaikka selviytyjien määrä vaikuttaa vähäiseltä, on otettava huomioon, että sydänpysähdyspotilaat ovat pääsääntöisesti iäkkäitä. Näin ollen odotettavissa oleva elinikä ei muutenkaan ole välttämättä kovin pitkä. Potilaiden saavuttamat iät ylittivät jo tutkimushetkellä yhtä lukuun ottamatta samana vuonna syntyneiden yleisen eliniänennusteen (Tilastokeskus 2008). Iät myös lähentelivät heidän syntymävuotensa perusteella annettua keskimääräistä eliniän odotetta sydänpysähdyksen ajanhetkellä (Tilastokeskus 2008). Vain kaksi (3 %) yli vuoden elvytyksen jälkeen elossa selvinneistä menehtyi alle 50 vuoden iässä. Sen sijaan 27 (46 %) saavutti vähintään 70 vuoden iän. On otettava myös huomioon, että sydänpysähdyksen taustalla on yleensä vakava sairaus, useimmiten sepelvaltimotauti, joka jo itsessään laskee eliniänodotetta verrattuna muuhun samanikäiseen väestöön. Verenkiertohäiriöistä johtuvat kuolinsyyt olivatkin kuolinsyynä yliedustettuja muuhun väestöön nähden (Tilastokeskus 2008).

Vaikka tutkittujen määrä oli pieni, antaa tulos rohkaisevan kuvan elvytyspotilaiden neurologisen toipumisen pitkäaikaisennusteesta. Vaikuttaa siltä, että sydänpysähdyksen jälkeen saavutettu hyvä neurologinen toipuminen säilyy myös pitkällä ajanjaksolla.

Korkeasta iästään huolimatta kaikki tutkitut kymmenen potilasta vaikuttivat viettävän varsin täysipainoista elämää. Yksikään heistä

ei käyttänyt eikä tarvinnut minkäänlaista kotiapua, vaan kaikki selvisivät jokapäiväisestä elämästään täysin itsenäisesti. He myös arvioivat oman elämänlaatunsa varsin hyväksi ja olivat pääsääntöisesti tyytyväisiä elämäänsä. Kaikilla potilailla oli harrastuksia, myös liikunnallisia. He olivat kiinnostuneita omasta terveydestään ja sen edistämisestä. Kliinisissä tutkimuksissa oli havaittavissa myös kaikille potilaille yhteisenä piirteenä positiivinen elämänasenne. Herääkin kysymys, ovatko nämä seikat hyvän toipumisen seurausta vai ovatko ne edesauttaneet juuri näiden potilaiden toipumista. Näin pienellä potilasaineistolla ei kuitenkaan ole mahdollista vetää johtopäätöksiä sydänpysähdyspotilaiden pitkäaikaiseen elämänlaatuun ja selviytymiseen vaikuttavista tekijöistä.

Vaikka 11 pitkäaikaiselvytyjää vastasivat vain 7 % alkuperäisestä potilasaineistosta, edustivat he yli 40 % elvytyksen jälkeen saavutetuista lisäelinvuosista. Kun elvytystoimien kustannus-hyötysuhteita mitataan laaturapainotteisissa elinvuosissa (QALY), vastaa pieni pitkäaikaiselvytyjien joukko merkittävästä osasta tulosta.

Tutkimuksen tulokset tukevat myös muita tutkimuksia, jotka ovat antaneet viitteitä siitä, että vaikka kuolleisuus ensimmäisinä kuukausina sydänpysähdyksen ja onnistuneen elvytyksen jälkeen on suurta, tästä ensivaiheesta selviytyvät potilaat toipuvat hyvin ja jopa palaavat työelämään (Edgren ym. 1994; Graves ym. 1997; Horsted ym. 2007; Longstreth ym. 1983; Rea ym. 2004b; Saner

ym. 2002; van Alem ym. 2004a; van Alem ym. 2004b). Suurin osa pitkäaikaiselvytyjistä vaikuttaisi myös nauttivan hyvästä elämänlaadusta verrattuna ikä- ja sairaushistorialtaan vakioituihin verrokkeihin (Bunch ym. 2003; Rea ym. 2004b; Stiell ym. 2003; van Alem ym. 2004b).

On esitetty pelkoja, että maallikkodefibrillaatio-ohjelmat lisäisivät huonon neurologisen ennusteen omaavia potilaita. Pelon perusteena on ollut ajatus siitä, että maallikot aloittaisivat elvytyksen myös jo valmiiksi huonoennusteisille potilaille. Mittavassa maallikkodefibrillaatiota koskeneessa tutkimuksessa maallikon suorittama defibrillaatio ei lisännyt huonon neurologisen ennusteen omaavien potilaiden määrää (Hallstrom, ym. 2004). Omassa aineistossamme havaittiin runsas kuolleisuus ensimmäisen elvytystä seuranneen vuoden aikana. Tämä voisi viitata siihen, että huonon neurologisen ennusteen omaavat potilaat menehtyvät varsin nopeasti elvytyksen jälkeen.

Mitattaessa terveydenhuollon toimenpiteiden kustannustehokkuutta käytetään mittayksikkönä laaturapainotteisia elinvuosia (QALY). Myös maallikkodefibrillaation kustannus-hyötysuhdetta on pyritty mittaamaan. Osatyön V tulokset antavat viitettä siitä, että mikäli maallikkodefibrillaatiolla saadaan kohtuullisin kustannuksin parannettua sydänpysähdyspotilaiden ennustetta ja näin lisättyä pitkäaikaiselvytyjien määrää, myös laaturapainotteisissa elinvuosissa mitattu kustannustehokkuus kasvaa.

## 7. Tutkimuksen rajoitukset

Tutkimuksessa on useita rajoituksia. Ensivastetoimintaa koskevaa kansallista ohjeistusta ei ole ja toiminta vaihtelee alueellisesti. Ensivastetoimintaa koskeva tiedonkeruu on puutteellista ja toiminnan tutkiminen sekä arviointi toistaiseksi työlästä. Toimintaa voidaan kuvailla, mutta toiminnan tuloksellisuuden mittaaminen on vaikeaa. Defibrillaattoreiden ostaminen ei Suomessa ole luvanvaraista eikä rekistereitä laitteiden omistajista ole. Siksi myös defibrillaattoreiden maallikkokäytön luotettava kartoittaminen osoittautui vaikeaksi. Ensimmäisen osatyön vastausprosentti oli myös varsin matala.

Potilasmäärät olivat pieniä ja estivät näin laadukkaan tilastollisen analyysin. Viisitoista vuotta sydänpysähdyksen jälkeen elossa olevien potilaiden löytäminen Suomen kokoisessa maassa on kuitenkin vaikeaa. Maallikkoelvytystä ja -defibrillaatiota koskevissa simulaatiotutkimuksissa oli kyse pilottitutkimuksista, joihin tarkoituksella kerättiin pienet, mutta valikoitumattomat koehenkilöryhmät.

Simulaatiotutkimus ei koskaan vastaa todellista tilannetta. Tasokkainkaan elvytysnukke ei täysin vastaa ominaisuuksiltaan ihmisen kudoksia. Tositilanteessa myös potilaiden ruumiinrakenne vaihtelee, mikä voi vaikeuttaa elvytystä. Myös kasvojen anatomia vaihtelee, ja suussa tai nielussa olevat eritteet voivat haitata puhalluselvytystä. Näin simulaatiotilanteessa mitattu elvytyksen laatu ei ole suoraan yleistettävissä koskemaan elvytyksen laatua todellisessa tilanteessa.

Neljännessä osatyössä koulutus paransi peruselvytyksen laatua odotettua vähemmän. Olisikin ollut parempi, että taidot olisi testattu sekä heti koulutuksen jälkeen että kuusi kuukautta myöhemmin. Tällöin olisi nähty, kuinka paljon koulutus vaikutti suorituksiin ja kuinka suuri osuus taitojen unohtamisella oli. Toisaalta taas ylimääräinen simulaa-

tio olisi toiminut samalla harjoituskertana ja olisi voinut itsessään parantaa suoritusta myöhemmissä simulaatiossa. On epätodennäköistä, että satunnainen maallikko kohtaa sydänpysähdyspotilaan kuudenkaan kuukauden sisällä elvytyskoulutuksesta. Väli on todennäköisimmin vuosia, ellei henkilö osallistu säännölliseen kertaavaan koulutukseen. Tutkimustuloksista ei voi päätellä, miten paljon elvytystaidot heikkenivät vielä kuuden kuukauden jälkeen tai millainen merkitys kertaavalla koulutuksella olisi ollut.

Vuonna 2008 julkaistussa elvytystaitojen säilymistä mittaavassa tutkimuksessa maallikoiden peruselvytys- ja defibrillaatiotaitoja mitattiin välittömästi koulutuksen jälkeen sekä kuuden ja kahdentoista kuukauden kulluttua siitä. Taidot olivat merkittävästi heikentyneet kuuden kuukauden jälkeen, mutta kuuden ja kahdentoista kuukauden välillä ei havaittu juurikaan eroa (Andresen ym. 2008). Näin voidaan olettaa, että suurin unohtaminen tapahtuu ensimmäisen kuuden kuukauden aikana, jonka jälkeen taitojen heikentyminen ainakin hidastuu. Toisaalta PAD-tutkimuksessa todettiin, että elvytystaidot säilyivät kohtuullisina kahdentoista kuukauden ajan, kun kuuden kuukauden jälkeen järjestettiin lyhyt kertaava koulutus (Christenson ym. 2007). Tutkimuksessa taitojen säilymistä mittaavaan analyysiin otettiin mukaan vain ne henkilöt, jotka osallistuvat alkukoulutuksen lisäksi kaikkiin kertaaviin koulutuksiin ja taitojen testauksiin. Tällaisia oli vain pieni osa alun perin koulutetuista maallikoista. Näin on mahdollista, että analyysiin osallistuivat vain kaikkein motivoituneimmat henkilöt, jotka myös pyrkivät itse ylläpitämään elvytystaitojaan.

Myös ympäristön paineet vaikuttavat suoritukseen. Todellinen elvytystilanne voidaan kokea henkisesti rasittavammaksi kuin simulaatiotilanne. Tällöin maallikkoauttaja ei vält-

tämättä kykene noudattamaan hätäkeskuksen antamia ohjeita yhtä hyvin kuin simulaatiotilanteessa. Toisaalta vastoin yleistä luuloa, hätäkeskuksesta sydänpysähdyspotilaalle apua soittavat maallikot käyttäytyvät tutkimuksen

mukaan rauhallisesti ilman ylenmääräistä ahdistusta ja levottomuutta (Meron ym. 1996). Jotkut koehenkilöt voivat myös kokea taitoja mittaavan simulaatiotilanteen hermostuttavaksi ja toimia siksi jopa hermostuneemmin kuin todellisessa tilanteessa.

## 8. Tulevaisuuden näkymiä

Puoliautomaattiset defibrillaattorit kehittyvät jatkuvasti. Markkinoille on tullut yhä pienempiä, lähes taskukokoisia malleja. Laitteiden muuttuessa pienemmiksi ja hintojen laskeessa yhä useampi yritys ja yhteisö päätyy puoliautomaattisen defibrillaattorin hankintaan. Samalla yhä useampi maallikko joutuu jatkossa laitteen kanssa tekemisiin.

Ensihoitoa koskeva lainsäädäntö on uudistumassa. Uudistusten myötä ensivaste tullaan liittämään osaksi terveydenhuollon toimintaa. Mikäli ensivastetoiminta tulee osaksi terveydenhuoltoa, sitä koskeva tiedonkeruu todennäköisesti helpottuu. Tämän muutoksen voi odottaa helpottavan ensivastetoiminnan tuloksellisuutta mittaavaa tutkimusta.

Koska maassamme myytäviä puoliautomaattisia defibrillaattoreita ei rekisteröidä, ei laitteiden todellista määrää tiedetä. Näin ei voida myöskään tutkia, onko laitteiden sijainti sydänpysähdysten ilmaantumisen kannalta ihanteellinen. Myöskään laitteiden käyttömääriä ei voida selvittää. Tanskan mallin mukainen vapaaehtoinen rekisteri olisi merkittävä askel kohti jo olemassa olevien laitteiden tehokkaampaa käyttöä sekä sitä koskevan tutkimuksen kehittämistä.

Tietoisuus puoliautomaattisten defibrillaattoreiden toimintaperiaatteesta ja käyttömahdollisuuksista lisää myönteistä suhtautumista niihin sekä todennäköisyyttä, että maallikko tarpeen tullen käyttää laitetta (Taniguchi ym. 2008). Tanskassa ja Itävallassa on onnistuttu tiedotuskampanjoiden avulla lisäämään kiinnostusta sydänpysähdyspotilaiden hoitoa ja maallikkodefibrillaatiota kohtaan (Fleischhackl ym. 2006a). Tällainen tiedotuskampanja tulisi toteuttaa myös Suomessa, jotta kiinnostus jo hankittujen laitteiden

tehokkaaseen käyttöön lisääntyisi. Kampanja voisi houkuttaa sellaisia maallikoita, joilla on suurentunut riski kohdata sydänpysähdyspotilas, hakeutumaan elvytyskoulutukseen. Lisäksi tietoisuus puoliautomaattisten defibrillaattoreiden varmakäyttöisyydestä ja turvallisuudesta voisi rohkaista myös koulutamattomia maallikoita käyttämään laitetta tarvittaessa. On myös osoitettu, että puoliautomaattisen defibrillaattorin käyttö onnistuu hyvin lyhyen teoreettisen koulutuksen jälkeen ja että taidot säilyvät vähintään kuusi kuukautta (Beckers ym. 2007). Näin tiedotuskampanjan yhteyteen liitetty internetsivusto, joka sisältäisi yksinkertaiset ohjeet laitteen käytöstä voisi jo riittää lisäämään kansalaisten valmiuksia käyttää puoliautomaattista defibrillaattoria.

Maallikoiden elvytyskoulutuksen pitkäaikaisvaikutuksista elvytystaitoihin tarvitaan lisätutkimuksia. Tutkimusten avulla olisi löydettävä kustannustehokkain tapa toteuttaa elvytyskoulutusta sekä ihanteellinen aikaväli kertaavan koulutuksen järjestämiselle. Äskettäin markkinoille tulleen MiniAnne® -nukan (Laerdal Oy) ja DVD-levyn yhdistelmällä peruselvytystä voidaan harjoitella itseopiskelumenetelmällä. Jatkotutkimuksia tarvitaan myös tämän koulutusmenetelmän vaikuttavuudesta elvytystaitoihin pitkällä ajanjaksolla. Lisäksi jatkossa on selvitettävä, soveltuisiko sama menetelmä myös puoliautomaattisen defibrillaattorin käyttökoulutukseen.

Vaikka maallikkoelvytyksen ja -defibrillaation merkityksestä sydänpysähdyspotilaiden primaari- ja sekundaariselviytymiseen on julkaistu tutkimuksia, on vielä selvittämättä, miten ne vaikuttavat potilaiden pitkäaikaisen nusteeseen ja elämänlaatuun.





## 9. Johtopäätökset

1. Defibrillaatioviiveitä voitaisiin lyhentää erilaisilla maallikkodefibrillaatio-ohjelmilla myös Suomessa. Maallikkodefibrillaatio-ohjelmat ovat kuitenkin maassamme edelleen varsin tuntemattomia puoliautomaattisten defibrillaattoreiden kasvaneesta määrästä huolimatta. Tietoisuutta maallikkodefibrillaatiosta ja puoliautomaattisista defibrillaattoreista on lisättävä. Jo olemassa olevien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden käyttöä on tehostettava tuomalla ne suuremman käyttäjäkunnan saataville esimerkiksi merkitsemällä julkisissa tiloissa olevien defibrillaattoreiden sijainti näkyvästi. Ensivastetoiminta on liitettävä osaksi terveydenhuoltoa, ja toiminnasta on saatava kansallisesti yhtenäinen ohjeistus tai lainsäädäntö.
2. Defibrillaation liittäminen osaksi hätäkeskuksen antamia puhelinelvytysohjeita ei näyttäisi vaikuttavan peruselvytyksen laatuun tai määrään. Hätäkeskuspäivystäjien antamaan elvytysohjaukseen on panostettava entistä enemmän. Suomeen tulisi perustaa rekisteri julkisissa tiloissa olevien puoliautomaattisten defibrillaattoreiden sijainnista. Hätäkeskuspäivystäjä voisi rekisterin avulla neuvoa maallikkoauttajia noutamaan lähimmän defibrillaattorin potilaan luo tai vaihtoehtoisesti hälyttää kyseistä laitetta käyttävän ensivasteryhmän paikalle.
3. Sydänpysähdyksestä onnistuneesti elvytettyjen potilaiden kuolleisuus elvytystä seuraavan vuoden sisällä on korkea. Pitkäaikaiselvytyjät vaikuttavat kuitenkin toipuvan hyvin, palaavan jopa työelämään ja viettävän laadullisesti hyvää elämää. Mikäli maallikkodefibrillaatiolla onnistutaan entisestään lisäämään pitkäaikaiselvytyjien määrää, saavutetaan samalla huomattavasti laatuvaikutteisia elinvuosia.



## 10. Kiitokset

Tämä tutkimus suoritettiin Helsingin yliopiston anesthesiologian ja tehohoidon yksikössä vuosina 2004–2008, sekä Puolustusvoimien Sotilaslääketieteen Keskuksen Lääkintäkoulussa vuosina 2006–2008. Lisäksi tutkimuksen tekemiseen osallistuivat myös Helsingin yliopiston neurologian klinikka, Kuopion yliopiston anesthesiologian ja tehohoidon klinikka sekä Pelastusopisto.

Suuret kiitokset ohjaajalleni dosentti Tom Silfvastille asiantuntevasta ohjauksesta ja kärsivällisyydestä matkan varrella. Ilman hänen asiantuntemustaan ja yhteyksiään osatöiden toteuttaminen olisi ollut mahdotonta. Professori Per Rosenbergiä haluan kiittää hänen huolellisesta perehtymisestäään käsikirjoitukseeni sekä kaikesta avusta ja tuesta tämän tutkimuksen loppuunsaattamiseksi.

Kiitokset esitarkastajilleni dosentti Markku Mäkijärvelle ja dosentti Pertti Suomiselle huolellisesti suoritetusta esitarkastuksesta ja rakentavasta palautteesta. Kiitokset myös seurantaryhmän jäsenelle Olli Väisäselle, joka tuki ja innosti minua vaikeuksien jälkeen taas uudelleen ensihoidon ja tutkimuksen pariin. Haluan myös kiittää FM Mari Harvea asiantuntevasta ja tehokkaasta kielentarkastuksesta sekä osatöiden että yhteenvedon osalta. Kiitokset myös professori Päivi Niemelle ja professori Pekka Niemelle asiantuntija-avusta psykologian terminologiaa koskien.

Haluan kiittää tutkijakumppaneitani LT Marjaana Tiaista, joka tartutti minuun kiinnostuksen sydänpysähdyspotilaiden selviytymistä kohtaan; dosentti Ville Pettilää, joka opasti minua tilastollisen analyysin viidakossa; LT Olavi Hämäläistä Finnairilta, joka antoi minulle arvokasta tietoa ilmailulääketieteestä ja Finnairin maallikkodefibrillaatio-ohjelmasta; yliopettaja Toni Okkolinia Pelastusopistolta, joka johdatti minut hätäkeskuspäivystäjien maailmaan; LT Jouni Ku-

rolaa, dosentti Risto O. Roinetta, PsyM Meri Maunua ja dosentti Erja Poutiaista, PsL Soili Kajastetta sekä THL Jorma Jokelaa, yliluutnantti Petri Räsästä, yliluutnantti Ari Saukkoa ja opetushoitaja Antti Tissaria yhteistyöstä, pitkämielisyydestä ja kannustuksesta.

Kiitokset myös Sotilaslääketieteen Keskuksen henkilökunnalle, etenkin sairaanhoitajille Sari Markkanen ja Marika Koskinen sekä Lääkintäkoulun Reserviupseerikurssin nro 227 kurssitovereille LL Jaakko Harju, LL Juhani Ojala ja LK Eetu Heervä osallistumisesta tutkimusjärjestelyihin osatöiden III ja IV osalta.

Kiitän esimiehiäni lääkintäeversti Matti Lehesjokea, LT Harri Tohmoa ja LT Olli Laaksoa myötämielisestä suhtautumisesta tutkimukseeni ja tutkimusvapaisiini. Suomen Lääketieteen Säätiön Aino Eerolan rahasto ja Hyvinkään sairaalan EVO-tutkimusrahoitus puolestaan tekivät tutkimuksen taloudellisesti mahdolliseksi.

Kiitokset työtovereilleni Hyvinkään sairaalan anestesiayksikössä kaikesta siitä, mitä olette minulle opettaneet anesthesiologian ja elämän alalta.

Lämmin kiitos kaikille ystäväilleni, etenkin kollegoilleni Soila Niemi, Heli Salmi ja Lauri Salmi myötäelämisestä, kannustuksesta ja tuesta myös huonompina hetkinä.

Kiitokset perheelleni tuesta ja kannustuksesta. Vanhemmilleni kiitokset varauksettomasta tuesta tutkimusprojektin ja koko elämäni ajalta. Sisarelleni Lotta Joensuulle ja langolleni Mika Joensuulle kiitokset etenkin lastenhoitoavusta tutkimuksen loppuvaiheessa.

Puolisolleni Antille olen kiitollinen lopputtomasta kärsivällisyydestä ja rakkaudesta. Olet jaksanut ylläpitää kotiamme ja tukea väitöskirjaprojektissa myös silloin kun minä olen jo ollut valmis luovuttamaan.

Tänä väitöspäivänä vuoden täyttävä rakas tyttäreni Inari nukkuu ensimmäisinä elin-kuukausinaan tuntikausia sylissäni kantoliinassa mahdollistaen tämän väitöskirjan yhteenvedon kirjoittamisen. Inari, olet elämäni ilo!

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized initial 'H' followed by a long, horizontal, slightly wavy line.

Tuusulan Jokelassa 19. tammikuuta 2009

# 11. Viitteet

- Acosta P, Varon J, Sternbach GL, Baskett P. Resuscitation great. Kouwenhoven, Jude and Knickerbocker: The introduction of defibrillation and external chest compressions into modern resuscitation. *Resuscitation* 2005;64:139-143.
- Aerospace Medical Association: Medical guidelines for airline Travel. *Aviat Space Environ Med* 2003;74:A1-A19.
- Alzaga AG, Varon J, Baskett P. The resuscitation greats. Charles Kite: The clinical epidemiology of sudden cardiac death and the origin of the early defibrillator. *Resuscitation* 2005;64:7-12.
- American Heart Association. American Heart Association (AHA) guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiovascular care (ECC). *Circulation* 2005;112(24):Suppl.
- Andresen D, Arntz HR, Grafling W, Hoffmann S, Hofmann D, Kraemer R, ym. Public access resuscitation program including defibrillator training for laypersons: a randomized trial to evaluate the impact of training course duration. *Resuscitation* 2008;76:419-424.
- Baskett PJ. Peter J. Safar, the early years 1924-1961, the birth of CPR. *Resuscitation* 2001;50:17-22.
- Baskett TF. The resuscitation greats. The Holger Nielsen method of artificial respiration. *Resuscitation* 2007;74:403-405.
- Baskett TF, Kis M. The resuscitation greats. Janos Balassa and resuscitation by chest compression. *Resuscitation* 2005;65:11-13.
- Bayes de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 1989;117:151-159.
- Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L. Public locations of cardiac arrest. Implications for public access defibrillation. *Circulation* 1998;97:2106-2109.
- Beckers SK, Fries M, Bickenbach J, Skorning MH, Derwall M, Kuhlen R, ym. Retention of skills in medical students following minimal theoretical instructions on semi and fully automated external defibrillators. *Resuscitation* 2007;72:444-450.
- Beckstead JE, Tweed WA, Lee J, MacKeen WL. Cerebral blood flow and metabolism in man following cardiac arrest. *Stroke* 1978;9:569-573.
- Bernard S, Buist M, Monteiro O, Smith K. Induced hypothermia using large volume, ice-cold intravenous fluid in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a preliminary report. *Resuscitation* 2003a;56:9-13.
- Bernard SA, Buist M. Induced hypothermia in critical care medicine: a review. *Crit Care Med* 2003b;31:2041-2051.
- Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, ym.. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* 2002;346:557-563.
- Bertrand C, Rodriguez Redington P, Lecarpentier E, Bellaiche G, Michel D, Teiger E, ym.. Preliminary report on AED deployment on the entire Air France commercial fleet: a joint venture with Paris XII University Training Programme. *Resuscitation* 2004;63:175-181.
- Bunch TJ, White RD, Gersh BJ, Meverden RA, Hodge DO, Ballman KV, ym.. Long-term outcomes of out-of-hospital cardiac arrest after successful early defibrillation. *N Engl J Med* 2003;348:2626-2633.
- Buunk G, van der Hoeven JG, Meinders AE. A comparison of near-infrared spectroscopy and jugular bulb oximetry in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest. *Anaesthesia* 1998;53:13-19.
- Buunk G, van der Hoeven JG, Meinders AE. Cerebrovascular reactivity in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest. *Stroke* 1997;28:1569-1573.
- Caffrey S. Feasibility of public access to defibrillation. *Curr Opin Crit Care* 2002;8:195-198.
- Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 2002;347:1242-1247.

- Cairns KJ, Hamilton AJ, Marshall AH, Moore MJ, Adgey AA, Kee F. The obstacles to maximising the impact of public access defibrillation: an assessment of the dispatch mechanism for out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 2008;94:349-353.
- Callejas S, Barry A, Demertsidis E, Jorgenson D, Becker LB. Human factors impact successful lay person automated external defibrillator use during simulated cardiac arrest. *Crit Care Med* 2004;32(9 Suppl):S406-13.
- Castren M, Kuroala J, Lund V, Silfvast T. *Ensihoitopas. 1. painos.* Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim; 2004.
- Castren M, Kinnunen A, Paakkonen H, Pousi J, Seppälä J, Väisänen O. *Ensihoidon perusteet. 2.painos.* Keuruu: Pelastusopisto, Suomen Punainen Risti; 2002.
- Chamberlain D. Never quite there: a tale of resuscitation medicine. *Resuscitation* 2004;60:3-11.
- Christenson J, Nafziger S, Compton S, Vijayaraghavan K, Slater B, Ledingham R, ym.. The effect of time on CPR and automated external defibrillator skills in the Public Access Defibrillation Trial. *Resuscitation* 2007;74:52-62.
- Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000. *JAMA* 2002;288:3008-3013.
- Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, ym.. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-1188.
- Cohen SI. Resuscitation great. Paul M. Zoll, M.D. - the father of "modern" electrotherapy and innovator of pharmacotherapy for life-threatening cardiac arrhythmias. *Resuscitation* 2007;73:178-185.
- Colquhoun MC, Chamberlain DA, Newcombe RG, Harris R, Harris S, Peel K, ym.. A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: early results. *Resuscitation* 2008;78:275-280.
- Cram P, Vijan S, Fendrick AM. Cost effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations. *J Gen Intern Med* 2003a;18:745-754.
- Cram P, Vijan S, Wolbrink A, Fendrick AM. The impact of including passive benefits in cost-effectiveness analysis: the case of automated external defibrillators on commercial aircraft. *Value Health* 2003b;6:466-473.
- Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 1991;83:1832-1847.
- Davis EA, Mosesso VN, Jr. Performance of police first responders in utilizing automated external defibrillation on victims of sudden cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 1998;2:101-107.
- Davis JE, Sternbach GL, Varon J, Froman RE, Jr. Paracelsus and mechanical ventilation. *Resuscitation* 2000;47:3-5.
- Diack AW, Welborn WS, Rullman RG, Walter CW, Wayne MA. An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest (abstract). *Med Instrum* 1979;13:78-83.
- Dorph E, Wik L, Steen PA. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. An evaluation of efficacy amongst elderly. *Resuscitation* 2003;56:265-273.
- Dos Santos Cruz Filho, F.E., Chamberlain D. Resuscitation great: John Alexander MacWilliam. *Resuscitation* 2006;69:3-7.
- Ecker R, Rea TD, Meischke H, Schaeffer SM, Kundenchuk P, Eisenberg MS. Dispatcher assistance and automated external defibrillator performance among elders. *Acad Emerg Med* 2001;8:968-973.
- Edgren E, Hedstrand U, Kelsey S, Sutton-Tyrrell K, Safar P. Assessment of neurological prognosis in comatose survivors of cardiac arrest. BRCT I Study Group. *Lancet* 1994;343:1055-1059.
- Eisenberg M. The resuscitation greats. Bernard Lown and defibrillation. *Resuscitation* 2006;69:171-173.
- European Resuscitation Council. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. *Resuscitation* 2005;67:S1-S190.
- European Resuscitation Council. International Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Resuscitation* 2000;46:1-448.
- Fleischhackl R, Roessler B, Domanovits H, Singer F, Fleischhackl S, Foitik G, ym.. Results from Austria's nationwide public access defibrillation

- on (ANPAD) programme collected over 2 years. *Resuscitation* 2008;77:195-200.
- Fleischhackl R, Foitik G, Czech G, Roessler B, Mittlboeck M, Domanovits H, ym.. Reaching the public via a multi media campaign as a first step to nationwide public access defibrillation. *Resuscitation* 2006a;69:269-275.
- Fleischhackl R, Singer F, Roessler B, Arrich J, Fleischhackl S, Losert H, ym.. Automated external defibrillators do not recommend false positive shocks under the influence of electromagnetic fields present at public locations. *Anesth Analg* 2006b;103:1485-1488.
- Graves JR, Herlitz J, Bang A, Axelsson A, Ekstrom L, Holmberg M, ym.. Survivors of out of hospital cardiac arrest: their prognosis, longevity and functional status. *Resuscitation* 1997;35:117-121.
- Groeneveld PW, Owens DK. Cost-effectiveness of training unselected laypersons in cardiopulmonary resuscitation and defibrillation. *Am J Med* 2005;118:58-67.
- Groeneveld PW, Kwong JL, Liu Y, Rodriguez AJ, Jones MP, Sanders GD, ym.. Cost-effectiveness of automated external defibrillators on airlines. *JAMA* 2001;286:1482-1489.
- Gundry JW, Comess KA, DeRook FA, Jorgenson D, Bardy GH. Comparison of naive sixth-grade children with trained professionals in the use of an automated external defibrillator. *Circulation* 1999;100:1703-1707.
- Gwinnutt CL, Columb M, Harris R. Outcome after cardiac arrest in adults in UK hospitals: effect of the 1997 guidelines. *Resuscitation* 2000;47:125-135.
- Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, Travers A, Christenson J, McBurnie MA, ym.. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;351:637-646.
- Herlitz J, Bahr J, Fischer M, Kuisma M, Lexow K, Thorgeirsson G. Resuscitation in Europe: a tale of five European regions. *Resuscitation* 1999;41:121-131.
- Hickey RW, Kochanek PM, Ferimer H, Alexander HL, Garman RH, Graham SH. Induced hyperthermia exacerbates neurologic neuronal histologic damage after asphyxial cardiac arrest in rats. *Crit Care Med* 2003;31:531-535.
- Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Swedish Cardiac Arrest Registry. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 2001;22:511-519.
- Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000;47:59-70.
- Horsted TI, Rasmussen LS, Meyhoff CS, Nielsen SL. Long-term prognosis after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2007;72:214-218.
- Holzer M, Behringer W. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005a;18:163-168.
- Holzer M, Bernard SA, Hachimi-Idrissi S, Roine RO, Sterz F, Mullner M, ym.. Hypothermia for neuroprotection after cardiac arrest: systematic review and individual patient data meta-analysis. *Crit Care Med* 2005b;33:414-418.
- Huikuri HV, Castellanos A, Myerburg R. Sudden death due to cardiac arrhythmias. *N Engl J Med* 2001;345:1473-82.
- Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2002;346:549-556.
- Hätäkeskuslaitos 2008; [www.112.fi](http://www.112.fi). Tiedot haettu 4.8.2008.
- Jude JR. Personal reminiscences of the origin and history of cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Am J Cardiol* 2003;92:956-963.
- Kahn RA, Ruckman RE, Brown SB. Case 3--2006: cardiac arrest at 30,000 feet. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;20:438-444.
- Kamarainen A, Virkkunen I, Yli-Hankala A, Silfvast T. Presumed futility in paramedic-treated out-of-hospital cardiac arrest: an Utstein style analysis in Tampere, Finland. *Resuscitation* 2007;75:235-243.
- Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, Cummins RO, Hallstrom AP, Michos MB, ym.. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrilla-

- tion, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. *Circulation* 1997;95:1677-1682.
- Kinnunen A. Ensivaste, hätäensiapu ja ensiarvio. 4. painos. Edita Publishing Oy; 2003.
- Kinnunen A. Första respons: Nödförstahjälpen och primärbedömning. 1. painos. Inrikesministeriet, Polisavdelningen; 1999.
- Koster RW, Bossaert LL, Nolan JP, Zideman D. Advisory statement of the European Resuscitation Council on Basic Life Support. 2008; <http://www.erc.edu/index.php/docLibrary/en/view-Doc/775/3/>. Tiedot haettu 18.5.2008.
- Krumholz A, Stern BJ, Weiss HD. Outcome from coma after cardiopulmonary resuscitation: relation to seizures and myoclonus. *Neurology* 1988;38:401-405.
- Kuisma M, Boyd J, Vayrynen T, Repo J, Nousila-Wiik M, Holmstrom P. Emergency call processing and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2005;67:89-93.
- Kuisma M, Castren M, Nurminen K. Public access defibrillation in Helsinki--costs and potential benefits from a community-based pilot study. *Resuscitation* 2003;56:149-152.
- Kuisma M, Martikainen M. 112 toimii. *Duodecim* 1998;114:1631-1638.
- Kuisma M, Castren-Persons M. Sydänpysähdystilaiden pitkäaikaisselektiivisyys. *Duodecim* 1997;113:141-146.
- Langhelle A, Nolan J, Herlitz J, Castren M, Wenzel V, Soreide E, ym.. Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on post-resuscitation care: the Utstein style. *Resuscitation* 2005;66:271-283.
- Langhelle A, Lossius HM, Silfvast T, Bjornsson HM, Lippert FK, Ersson A, ym.. International EMS Systems: the Nordic countries. *Resuscitation* 2004;61:9-21.
- Langhelle A, Tyvold SS, Lexow K, Hapnes SA, Sunde K, Steen PA. In-hospital factors associated with improved outcome after out-of-hospital cardiac arrest. A comparison between four regions in Norway. *Resuscitation* 2003;56:247-263.
- Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1652-1658.
- Laukkanen J, Turva J, Pietilä L, Oksanen T. Häätäpuhelun käsittely, Ensihoitojärjestelmän riskinarvio ja vasteenmääritys hätäkeskuksessa. Suomen Ensihoidon Tiedotus; Forssa 2000.
- Laver S, Farrow C, Turner D, Nolan J. Mode of death after admission to an intensive care unit following cardiac arrest. *Intensive Care Med.* 2004;30:2126-2128.
- Lawson L, March J. Automated external defibrillation by very young, untrained children. *Prehospital Emerg Care* 2002;6:295-298.
- Liss HP. A history of resuscitation. *Ann Emerg Med* 1986;15:65-72.
- Longstreth WT, Jr, Inui TS, Cobb LA, Copass MK. Neurologic recovery after out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Intern Med* 1983;98:588-592.
- Macdonald RD, Swanson JM, Mottley JL, Weinstein C. Performance and error analysis of automated external defibrillator use in the out-of-hospital setting. *Ann Emerg Med* 2001;38:262-267.
- Mell HK, Sayre MR. Public access defibrillators and fire extinguishers: are comparisons reasonable? *Prog Cardiovasc Dis* 2008;51:204-212.
- Menon DK, Coles JP, Gupta AK, Fryer TD, Smielewski P, Chatfield DA, ym.. Diffusion limited oxygen delivery following head injury. *Crit Care Med* 2004;32:1384-1390.
- Meron G, Frantz O, Sterz F, Mullner M, Kaff A, Laggner AN. Analysing calls by lay persons reporting cardiac arrest. *Resuscitation* 1996;32:23-26.
- Moore MJ, Hamilton AJ, Cairns KJ, Marshall A, Glover BM, McCann CJ, ym.. The Northern Ireland Public Access Defibrillation (NIPAD) study: effectiveness in urban and rural populations. *Heart* 2008;94:1614-1619.
- Mosesso VN, Jr, Newman MM, Ornato JP, Paris PM, Andersen L, Brinsfield K, ym.. Law Enforcement Agency Defibrillation (LEA-D): proceedings of the National Center for Early Defibrillation Police AED Issues Forum. *Prehospital Emergency Care* 2002;6:273-282.
- Mosesso VN, Jr, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM. Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1998;32:200-207.
- Nichol G, Hallstrom AP, Kerber R, Moss AJ, Ornato JP, Palmer D, ym.. American Heart Association report on the second public access defibrillation conference, April 17-19, 1997. *Circulation* 1998;97:1309-1314.



- Nyström S. Stadin tabis sata vuotta. Helsingin pelastuslaitoksen ensihoito- ja sairaankuljetustoiminta 1905-2005. Helsingin pelastuslaitos 2005. ISBN 952-473-484-2.
- O'Rourke M, Donaldson E. Management of ventricular fibrillation in commercial airliners. *Lancet* 1995;345:515-516.
- O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. *Circulation* 1997;96:2849-2853.
- Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, ym.. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 2000;343:1210-1216.
- Page RL, Hamdan MH, McKenas DK. Defibrillation aboard a commercial aircraft. *Circulation* 1998;97:1429-1430.
- Pajunen P, Murtomaa M. Hätäkeskus - osa terveydenhuoltojärjestelmää. *SLL* 1997;52:3512.
- Peberdy MA, Kaye W, Ornato JP, Larkin GL, Nadkarni V, Mancini ME, ym.. Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resuscitation* 2003;58:297-308.
- Pelastusopisto. <http://www.pelastusopisto.fi/pelastus/home.nsf>. 2008; Tiedot haettu 18.5.2008.
- Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. *Heart*;89:839-842.
- Perkins GD, Boyle W, Bridgestock H, Davies H, Oliver Z, Bradburn S, ym.. Quality of CPR during advanced resuscitation training. *Resuscitation* 2008;77:69-74.
- Polderman KH. Application of therapeutic hypothermia in the ICU: opportunities and pitfalls of a promising treatment modality. Part 1: Indications and evidence. *Intensive Care Med* 2004; 30:556-575.
- Portin R, Revonsuo A, Koivikko L, Rinne J. Kognitiivinen hitaus ja vanheneminen. *Gerontologia* 1992;6:192-210.
- Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* 2004a;63:17-24.
- Rea TD, Paredes VL. Quality of life and prognosis among survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care* 2004b;10:218-223.
- Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation* 2001;104:2513-2516.
- Roine RO, Kajaste S, Kaste M. Neuropsychological sequelae of cardiac arrest. *JAMA* 1993;269:237-242.
- Roine RO, Launes J, Nikkinen P, Lindroth L, Kaste M. Regional cerebral blood flow after human cardiac arrest. A hexamethylpropyleneamine oxime single photon emission computed tomographic study. *Arch Neurol* 1991;48:625-629.
- Roine RO, Kaste M, Kinnunen A, Nikki P, Sarna S, Kajaste S. Nimodipine after resuscitation from out-of-hospital ventricular fibrillation. A placebo-controlled, double-blind, randomized trial. *JAMA* 1990;264:3171-3177.
- Saner H, Borner Rodriguez E, Kummer-Bangerter A, Schuppel R, von Planta M. Quality of life in long-term survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2002;53:7-13.
- Sanna T, La Torre G, de Waure C, Scapigliati A, Ricciardi W, Dello Russo A, ym.. Cardiopulmonary resuscitation alone vs. cardiopulmonary resuscitation plus automated external defibrillator use by non-healthcare professionals: a meta-analysis on 1583 cases of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2008;76:226-232.
- Sans S, Kesteloot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J* 1997;18:1231-1248.
- Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD. Hands-Only (Compression-Only) Cardiopulmonary Resuscitation: A Call to Action for Bystander Response to Adults Who Experience Out-of-Hospital Sudden Cardiac Arrest. A Science Advisory for the Public From the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation* 2008;117:2162-2167; originally published online Mar 31, 2008.
- Skrifvars MB, Pettila V, Rosenberg PH, Castren M. A multiple logistic regression analysis of in-hospital factors related to survival at six months in

- patients resuscitated from out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2003;59:319-328.
- Sternbach GL, Varon J, Fromm RE. The resuscitation greats. Claude Beck and ventricular defibrillation. *Resuscitation* 2000;44:3-5.
- Stiell I, Nichol G, Wells G, De Maio V, Nesbitt L, Blackburn J, ym.. Health-related quality of life is better for cardiac arrest survivors who received citizen cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2003;108:1939-1944.
- Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä. Elvytys, Käypä Hoito. <http://www.kaypahoito.fi>. Tiedot haettu 19.11.2008.
- Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. <http://www.spek.fi/>. Tiedot haettu 18.5.2008.
- Suomen Punainen Risti. Suomen Punaisen Ristin historia - poimintoja 130 vuoden varrelta. 2002; [http://www.redcross.fi/ext/vuosien\\_varrelta/index.html](http://www.redcross.fi/ext/vuosien_varrelta/index.html). Tiedot haettu 18.5.2008.
- Takasu A, Saitoh D, Kaneko N, Sakamoto T, Okada Y. Hyperthermia: is it an ominous sign after cardiac arrest? *Resuscitation* 2001;49:273-277.
- Takino M, Okada Y. Hyperthermia following cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med.* 1991;17(7):419-420.
- Tammisto T, Tammisto C. "Elvytyshoito vaatii päätäväisyyttä, innostusta ja uskoa". Elvytys Suomen lääketieteellisissä julkaisuissa, osa 4. *Finnanest* 2008a;41:322-323.
- Tammisto T, Tammisto C. Moderni anestesia Suomeenkin. Elvytys Suomen lääketieteellisissä julkaisuissa, osa 3. *Finnanest* 2008b;41:213-216.
- Tammisto T, Tammisto C. Kolme ensiapuopasta yleisölle. Elvytys Suomen lääketieteellisissä julkaisuissa, osa 2. *Finnanest* 2008c;41:122-124.
- Tammisto T, Tammisto C. Puhalluselvytyksestä takaisin puhalluselvytykseen. Elvytys Suomen lääketieteellisissä julkaisuissa, osa 1. *Finnanest* 2008d;41:42-46.
- Taniguchi T, Omi W, Inaba H. Attitudes toward automated external defibrillator use in Japan. *Resuscitation* 2008;79:288-291.
- Tiainen M, Hastbacka J, Takkunen O, Roine RO. Induced hypothermia improves prognosis after resuscitation from cardiac arrest. *Duodecim* 2006;122(3):295-304.
- Tilastokeskus. Tilastot. 2008; [www.tilastokeskus.fi](http://www.tilastokeskus.fi). Tiedot haettu 28.12.2008.
- Tonks A. Cabin fever. *BMJ* 2008;336:584-586.
- Ussenko LV, Tsarev AV, Leschenko YA. Resuscitation great. Naum L Gurchich: a pioneer of defibrillation. *Resuscitation* 2006;70:170-172.
- Waalewijn RA, Nijpels MA, Tijssen JG, Koster RW. Prevention of deterioration of ventricular fibrillation by basic life support during out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2002;54:31-36.
- Waalewijn RA, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. *Resuscitation* 2001;51:113-122.
- Waalewijn RA, de Vos R, Koster RW. Out-of-hospital cardiac arrests in Amsterdam and its surrounding areas: results from the Amsterdam resuscitation study (ARREST) in 'Utstein' style. *Resuscitation* 1998;38:157-167.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000;343:1206-1209.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997;96:3308-3313.
- Vallejo-Manzur F, Perkins Y, Varon J, Baskett P. The Resuscitation Greats: Andreas Vesalius, the concept of an artificial airway. *Resuscitation* 2003;56:3-7.
- van Alem AP, de Vos R, Schmand B, Koster RW. Cognitive impairment in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Am Heart J* 2004a;148:416-421.
- van Alem AP, Waalewijn RA, Koster RW, de Vos R. Assessment of quality of life and cognitive function after out-of-hospital cardiac arrest with successful resuscitation. *Am J Cardiol* 2004b;93:131-135.
- van Alem AP, Vrenken RH, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. *BMJ* 2003;327:1312.
- Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P, Buylaert WA, ym.. Quality and efficiency of bystander CPR. *Belgian Cere-*

- bral Resuscitation Study Group. Resuscitation 1993;26:47-52.
- Wechsler D. Wechslerin muistiasteikko (Wechsler Memory Scale). 3. painos. Helsinki: Psykologien kustannus OY; 1986.
- Wechsler D. Wechslerin aikuisten älykkyysasteikko. Kirjassa: von Fienand K, Kalimo E, (toim). Käsikirja. 1. painos. Helsinki: Psykologien kustannus Oy; 1971.
- Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, ym.. Public access defibrillation. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation. Circulation 1995a;92:2763.
- Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, ym.. American Heart Association Report on the Public Access Defibrillation Conference December 8-10, 1994. Automatic External Defibrillation Task Force. Circulation 1995b;92:2740-2747.
- Verplancke T, De Paepe P, Calle PA, De Regge M, Van Maele G, Monsieurs KG. Determinants of the quality of basic life support by hospital nurses. Resuscitation 2008;77:75-80.
- White RD, Bunch TJ, Hankins DG. Evolution of a community-wide early defibrillation programme experience over 13 years using police/fire personnel and paramedics as responders. Resuscitation 2005;65:279-283.
- White RD, Vukov LF, Bugliosi TF. Early defibrillation by police: initial experience with measurement of critical time intervals and patient outcome. Ann Emerg Med 1994;23:1009-1013.
- Wijdicks EF, Parisi JE, Sharbrough FW. Prognostic value of myoclonus status in comatose survivors of cardiac arrest. Ann Neurol 1994 ;35:239-243.
- Wik L, Dorph E, Auestad B, Andreas Steen P. Evaluation of a defibrillator-basic cardiopulmonary resuscitation programme for non medical personnel. Resuscitation 2003a;56:167-172.
- Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, ym.. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. JAMA 2003b;289:1389-1395.
- Wik L, Steen PA, Bircher NG. Quality of bystander cardiopulmonary resuscitation influences outcome after prehospital cardiac arrest. Resuscitation 1994;28:195-203.
- Williams JG, Brice JH, De Maio VJ, Jalbuena T. A simulation trial of traditional dispatcher-assisted CPR versus compressions--only dispatcher-assisted CPR. Prehosp Emerg Care 2006;10:247-253.
- Woollard M, Whitfield R, Newcombe RG, Colquhoun M, Vetter N, Chamberlain D. Optimal refresher training intervals for AED and CPR skills: a randomised controlled trial. Resuscitation 2006;71:237-247.
- Woollard M, Smith A, Whitfield R, Chamberlain D, West R, Newcombe R, ym.. To blow or not to blow: a randomised controlled trial of compression-only and standard telephone CPR instructions in simulated cardiac arrest. Resuscitation 2003;59:123-131.
- Xu L, Yenari MA, Steinberg GK, Giffard RG. Mild Hypothermia Reduces Apoptosis of Mouse Neurons In Vitro Early in the Cascade. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism 2002;22:21-28.
- Yu HY, Yeh HL, Wang SS, Tsai MK, Chen YS, Ko WJ, ym.. Ultra long cardiopulmonary resuscitation with intact cerebral performance for an asystolic patient with acute myocarditis. Resuscitation 2007;73:307-308.
- You JS, Park S, Chung SP, Park JW. Performance of cellular phones with video telephony in the use of automated external defibrillators by untrained laypersons. Emerg Med J 2008;25:597-600.
- Zeiner A, Holzer M, Sterz F, Schorkhuber W, Eisenburger P, Havel C, ym.. Hyperthermia after cardiac arrest is associated with an unfavorable neurologic outcome. Arch Intern Med. 2001;161:2007-2012.
- Zipes DP, Wellens HJ. Sudden cardiac death. Circulation 1998;98:2334-2351.

# Kysely puoliautomaattisen defibrillaattorin käytöstä

*Ympyröi oikea vaihtoehto ja lisää tarvittava tieto sille varattuun tilaan. Voit ympyröidä tarvittaessa useamman vaihtoehdon.*

1. Perustiedot laitteesta
  - 1.1 Laitteen / laitteiden hankintavuosi / -vuodet \_\_\_\_\_
  - 1.2 Laitteiden lukumäärä \_\_\_\_ kpl
  - 1.3 Laitetta käyttävä organisaatio
    - a) pelastuslaitos
    - b) terveyskeskuksen sairaankuljetus
    - c) yksityinen sairaankuljetus
    - d) VPK
    - e) muu, mikä? \_\_\_\_\_
  - 1.4 Laitteen sijoituspaikka
    - a) sairaankuljetusauto
    - b) paloauto tai pelastusyksikkö
    - c) julkinen tila, mikä? \_\_\_\_\_
    - d) muu, mikä? \_\_\_\_\_
  - 1.5 Kuinka monta henkilöä on koulutettu käyttämään laitetta? \_\_\_\_\_
  - 1.6 Miksi laite hankittiin? \_\_\_\_\_
2. Laitteen käyttäjät
  - 1.1 Laitteen käyttäjien peruskoulutus
    - a) palo- ja pelastusalan ammattihenkilö
    - b) terveydenhuoltoalan ammattihenkilö
    - c) muu, mikä? \_\_\_\_\_
  - 1.2 Laitteen käyttökoulutuksen antanut taho
    - a) terveyskeskus
    - b) laite-edustaja
    - c) oman organisaation / yksikön kouluttaja
    - d) muu, mikä? \_\_\_\_\_
  - 1.3 Laitteen käyttäjien ylläpitokoulutus
    - a) < 1 krt / vuosi
    - b) 1-3 krt / vuosi
    - c) >3 kertaa vuodessa
    - d) satunnaisesti
    - e) ei ylläpitokoulutusta
3. Laitteen käyttö
  - 1.1 Laitteen käyttökerrat vuodessa (myös muut kuin elvytystilanteet)
    - a) < 5
    - b) 5-10
    - c) 10-20
    - d) 20-50
    - e) >50

- 1.2 Onnistuneiden elvytysten (sairaalaan kuljetettujen elvytettyjen) lukumäärä vuodessa
- a) < 5
  - b) 5-10
  - c) 10-20
  - d) >20
  - e) ei tietoa

4. Laitteen käytön koordinointi ja huolto

- 1.1 Onko defibrillaattorin käyttäjillä kirjallinen lupa käyttää laitetta?
- a) kyllä, kenen antama (virka-asema)? \_\_\_\_\_
  - b) ei
- 1.2 Onko laitteen käytöstä kirjallinen toimintaohje? kyllä / ei
- 1.3 Mikä taho vastaa laitteen käytöstä, käyttökoulutuksesta, huollosta ym.?
- a) paikallinen palo- ja pelastusviranomainen
  - b) paikallinen terveyskeskus
  - c) muu, mikä? \_\_\_\_\_
- 1.4 Onko laitteen sijainti aluehälytyskeskuksen (AHK) tiedossa?  
kyllä / ei
- 1.5 Onko AHK ohjeistettu tarvittaessa hälyttämään kyseinen yksikkö? kyllä / ei
- 1.6 Tarkastetaanko laitteen toimintakunto säännöllisesti? kyllä / ei
- 1.7 Synkronoidaanko laitteen kello säännöllisesti viralliseen aikaan? kyllä / ei
- 1.8 Tarkastetaanko ja tyhjennetäänkö laitteen muistiin tallentuneita tietoja säännöllisesti? kyllä / ei
- 1.9 Järjestetäänkö elvytystilanteiden jälkeen palautetilaisuuksia?  
kyllä / ei

4 Muuta

Asteikolla 1-5 (1= täysin hyödytön / merkityksetön; 5=erittäin hyödyllinen / merkittävä)

- 4.1 Onko laite nykyisessä käytössään koettu tarpeelliseksi?  
1 2 3 4 5
- 4.2 Mikä on laitteen avulla saavutettu hyöty hankinta- ja käyttökustannuksiin nähden? 1 2 3 4 5
- 4.3 Laitteen käytön kannalta, hyödynnetäänkö organisaatiotanne tarkoituksenmukaisesti osana alueenne ensihoitojärjestelmää?  
1 2 3 4 5

4.4 Muita kommentteja

---

---

---

---

**Kiitos vastauksestanne!**

## PUHELINELVYTYSOHJE AIKUISELLE, KUN DEFIBRILLAATTORI ON SAATAVILLA 5 MINUUTISSA

Ei hukuksiin joutunut tai tukehtunut

Haluatteko auttaa

Minä opastan (koulutettukin voi tarvita opastusta)

Kuunnelkaa kunnes saatte luvan toimia

Viekää puhelin mahdollisimman lähelle potilasta  
(kaiutinpuhelin)

Pyytäkää joku paikallaolija hakemaan defibrillaattori  
potilaan vierelle

- Siirtäkää potilas avaraan tilaan lattialle selin makuulle (varokaa potilaan päätä)
- Avatkaa vaatteet potilaan ylävartalolta
- Tarkastakaa potilaan hengitys nostamalla potilaan niskasta niin, että potilaan pää taipuu taakse
- Laittakaa kämmenselkä potilaan suun eteen
- Tuntuuko ilmavirtaus selkeästi?
- Tulkaa sitten takaisin puhelimeen, minä odotan

- ✓ jos potilas puhuu → Sairastunut
- ✓ ei herää, mutta ilmavirta tuntuu selkeästi → Tajuton
- ✓ muutoin → herätelkää potilasta reippaasti ravistelemalla → ei reagoi ↓

- Kertokaa minulle heti kun defibrillaattori on potilaan vierellä
- Aloitetaan elvytys ennen defibrillaattorin käyttöä

- ✓ **Anna PE -OHJE (sininen laatikko), jos deffa haetaan kauempaa**
- ✓ Defibrillaattori potilaan vieressä → anna **punainen** ohje alhaalta deffan tuojalle ↓

- Kuunnelkaa annan ohjeita
- Asettakaa defibrillaattori potilaan pään vierelle
- Avatkaa defibrillaattorin kansi
- Näkyvillä on kuvallisia ohjeita. Ne auttavat toimimaan oikein
- Painakaa käynnistuspainiketta, laite alkaa puhumaan (kuva 1)
- Kuunnelkaa tarkasti ja toimikaa ääni- ja kuvaohjeiden mukaisesti

✓ Defibrillaattorin pyytäessä aloittamaan elvytys anna PPE -OHJE (vihreä laatikko)

- Kuuntele, annan ohjeita.
- Polvistu potilaan viereen lattialle.
- Aseta kämmenesi tyvi potilaan rintakehän keskelle, rintojen väliin, luun (rintalastan) päälle.
- Aseta toinen kätesi tämän käden päälle.
- Paina voimakkaasti pumpaten noin 5 cm syvään 30 kertaa tiheään tahtiin.
- Laske ääneen niin että kuulen.
- Laita puhelin nyt viereesi, ja toimi antamieni ohjeiden mukaan, palaa sen jälkeen takaisin puhelimeen. Minä odotan.
- Älä keskeytä painelua defibrillointia valmistelevan henkilön toiminnoista huolimatta
- Painelu keskeytetään vasta sitten kun defibrillaattori sanoo ”IRTI POTILAASTA”

- Kuuntele, annan ohjeita.
  - Polvistu potilaan viereen lattialle.
  - Aseta kämmenesi tyvi potilaan rintakehän keskelle, rintojen väliin, luun (rintalastan) päälle.
  - Aseta toinen kätesi tämän käden päälle.
  - Paina voimakkaasti pumpaten noin 5 cm syvään 30 kertaa tiheään tahtiin.
  - Laske ääneen niin että kuulen.
  - Tule sitten takaisin puhelimeen, minä odotan.
- 
- Polvistu potilaan viereen lattialle.
  - Nosta toisella kädellä potilasta niskasta niin, että pää painuu taaksepäin.
  - Purista toisen käden peukalolla ja etusormella potilaan sieraimet tiukasti kiinni.
  - Paina suusi tiiviisti potilaan suuta vasten.
  - Puhalla 2 syvää puhallusta.
- 
- Jos puhallus ei onnistu, oliko suussa oksennusta? Jos kyllä → nielun tyhjennys ja uusi yritys.
- 
- Laita puhelin nyt viereesi, ja toimi antamieni ohjeiden mukaan, palaa sen jälkeen takaisin puhelimeen. Minä odotan.
  - Jatka vuorotellen puhalluksia ja painalluksia, kunnes kone sanoo ”IRTI POTILAASTA”