

AP HOGESCHOOL
DEPARTEMENT GEZONDHEID EN WELZIJN
I.S.M. KAREL DE GROTE HOGESCHOOL
Jaak De Boeckstraat 10
2170 Merksem

EFFECTIVITEIT EN VEILIGHEID VAN CARDIOPULMONAIRE RESUSCITATIE:
EEN VERGELIJKING VAN MANUELE COMPRESSIES VERSUS
MECHANISCHE COMPRESSIES DOOR MIDDEL VAN
LUCAS™ EN AUTOPULSE™

een literatuurstudie

Afstudeerproject voorgelegd tot het
behalen van het diploma van bachelor
intensieve zorg en spoedgevallenzorg
door Eline Balemans

Promotor: Geert Briers

Begeleider AP-Hogeschool: Peter Soogen

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----|
| Inhoudsopgave..... | I |
| Dankwoord | II |
| Lijst van gebruikte afkortingen | III |
| Lijst van figuren | IV |
| Lijst van tabellen | V |
| Lijst van grafieken | VI |
| 1. Algemene inleiding | 1 |
| 2. Factoren voor een goede reanimatie..... | 3 |
| 3. Hartmassage doorheen de geschiedenis | 5 |
| 3.1. Externe hartmassage | 5 |
| 3.2. Mechanische compressiesystemen met bedframe | 5 |
| 3.3. Draagbare, mechanische compressiesystemen..... | 6 |
| 3.4. Manuele, actieve decompressie | 9 |
| 3.5. Mechanische compressie én decompressie..... | 9 |
| 4. Probleemstelling, vraagstelling, doelstelling..... | 10 |
| 5. Methode..... | 11 |
| 5.1. Bronnen | 11 |
| 5.2. Selectie van studies..... | 11 |
| 5.3. Data-extractie | 11 |
| 6. Schematisch overzicht van resultaten | 12 |
| 7. Resultaten | 17 |
| 8. Discussie | 38 |
| 9. Besluit..... | 39 |
| 10. Literatuurlijst..... | 40 |
| 11. Bijlages..... | 45 |

Dankwoord

De realisatie van dit eindwerk zou onmogelijk zijn geweest zonder de hulp, steun en tijd van heel wat mensen. Via deze weg zou ik aan hen graag een woord van dank richten.

Eerst en vooral zou ik mijn promotor, de heer Geert Briers, willen bedanken om dit onderwerp met het nodige enthousiasme goed te keuren en me hierin te willen bijstaan. Hij heeft het mee mogelijk gemaakt om van nul te starten en een mooi eindwerk te bekomen. Tevens heeft hij mij de nodige morele steun geboden.

Verder zou ik de heer Peter Soogen, docent aan de Artesis-Plantijn Hogeschool, willen bedanken voor het begeleiden van mijn eindwerk en alle raadgevingen die hij me heeft gegeven.

Mijn collega's van de spoedgevallenafdeling AZ Sint-Maarten Mechelen wil ik ook graag bedanken voor hun adviezen en raad betreffende het onderwerp.

Tenslotte gaat mijn oprechte dank uit naar mijn partner en mijn ouders die een grote morele steun betekenden tijdens het ontstaan van dit werk.

Lijst van gebruikte afkortingen

| | |
|-----------------|--|
| ABC | Airway Breathing Circulation |
| ALS | Advanced Life Support |
| BLS | Basic Life Support |
| B.S. | Belgisch Staatsblad |
| CCR | cardiocerebral resuscitation |
| CO ₂ | koolstofdioxide |
| CPC | Cerebral Performance Categories |
| CPR | cardiopulmonary resuscitation |
| dB(a) | decibel |
| ECG | Elektrocardiogram |
| ERC | European Resuscitation Council |
| ITP | Intrathoracic pressure, intrathoracale druk |
| KB | Koninklijk Besluit |
| LUCAS | Lund University Cardiac Assist System |
| OHCA | Out-of-hospital cardiac arrest |
| OPC | Overall Performance Categories |
| PTCA | percutane transluminale coronaire angioplastie |
| ROSC | return of spontaneous circulation |
| vb. | Voorbeeld |
| VF | ventrikelfibrillatie |

Lijst van figuren

- | | |
|----------|--|
| Figuur 1 | Chain of Survival |
| Figuur 2 | Cardiac Massage Unit & Artificial Circulator |
| Figuur 3 | Wartier, External Cardiac Massage Unit en Rodriguez Tocker Automatic External Cardiac Massage Machine |
| Figuur 4 | Butterworth-LSI External Cardiac Compressor en Cardiac Massage Unit |
| Figuur 5 | Hospital Mechanical Pump |
| Figuur 6 | Thumper |
| Figuur 7 | AutoPulse™ |
| Figuur 8 | ResQPump |
| Figuur 9 | LUCAS-2™ |

Lijst van tabellen

Tabel 1 Overzicht resultaten

Lijst van grafieken

- | | |
|-----------|---|
| Grafiek 1 | Vergelijking van overleving varkens tussen LUCAS en manuele CPR |
| Grafiek 2 | Vergelijking in overleving van patiënten tussen AutoPulse en manuele CPR |
| Grafiek 3 | Overlevingspercentage op korte termijn: vergelijking LUCAS en manuele CPR |
| Grafiek 4 | Vergelijking in overleving van patiënten tussen AutoPulse en manuele CPR in helikopters |
| Grafiek 5 | Vergelijking van het percentage patiënten met letsels na reanimatie met AutoPulse, LUCAS of manuele CPR |
| Grafiek 6 | Type letsels na reanimatie met AutoPulse, LUCAS of manuele CPR |

1. Algemene inleiding

Zuurstof is levensnoodzakelijk. Via het bloed levert het lichaam zuurstof aan alle organen. Als het hart stopt met pompen, valt de bloedsomloop stil. Hierdoor ontstaat bijgevolg in vitale organen een tekort aan zuurstof. De hersenen zijn gevoelig voor een zuurstoftekort. Neurologische schade is dus ook niet ondenkbaar als het lichaam te maken krijgt met onderbreking van de circulatie.

Niet alleen is een circulatiestilstand een frequente aandoening in onze hedendaagse maatschappij, het eist wereldwijd ook een zeer hoog aantal dodelijke slachtoffers. Jaarlijks krijgen er gemiddeld 37500 mensen in Europa te maken met een circulatiestilstand. (Steen S., et al., 2005)

In een Zweeds onderzoek werd bij maar liefst 29.700 patiënten bekeken hoeveel personen een maand na een reanimatie nog in leven waren, ongeacht dit in coma aan de beademing was of gezond buiten het ziekenhuis. Na één maand was 2.2% van de niet door omstander gereanimeerde personen nog in leven, 4.9% van degenen die door niet-professionals waren gereanimeerd en 9.2% van de mensen die door (toevallig als omstander aanwezige) professionele hulpverleners waren gereanimeerd. Volgens dit onderzoek is het aantal mensen dat zonder aanmerkelijke neurologische schade overleeft, nog aanzienlijk kleiner. (Herlitz J., et al., 2005) Daarom zou je bij slachtoffers met een circulatiestilstand zo snel en effectief mogelijk moeten starten met 'cardiopulmonary resuscitation' of kortweg CPR. Op deze manier breng je de circulatie weer op gang om het lichaam te voorzien van zuurstof.

De hartmassage kan bij correcte toepassing vele slachtoffers van die fatale afloop redden tot de oorzaak wordt behandeld. De handmatige uitvoering ervan laat in vele gevallen te wensen over. (Balemans E., et al., 2012)

Onderzoek toont aan dat de kennis over reanimatie, zelfs bij verpleegkundigen al geruime tijd problematisch is. (Gass D., et al., 1983) (Balemans E., et al., 2012) Dat maakt dat er in de huidige maatschappij voldoende aandacht moet uitgaan naar opleiding en daarbij bijscholing van personen werkzaam in de zorg, maar tevens ook voor de gewone burger. Dit laatste wordt door de media ook bekrachtigd door te willen ijveren dat leren reanimeren een verplicht schoolvak zou moeten worden in het secundair onderwijs. (Knack, 2014)

Uit lers onderzoek is echter ook gebleken dat CPR door onnauwkeurige bepaling van de compressieplaats makkelijk ribbreuken en orgaankneuzingen kunnen ontstaan. Het is dus van enorm groot belang dat CPR op een correcte manier wordt toegepast zodat de kans op complicaties, zoals lever- of miltruptuur, vermindert en de outcome van patiënten verbetert. (Smekal D., et al., 2009)

De richtlijnen van de Europese Reanimatieraad leggen een sterke nadruk op het leveren van thoraxcompressie van hoge kwaliteit. Het doel van deze laatste nieuwe richtlijnen is om vijf tot zes centimeter diepte te bereiken aan een tempo van minstens honderd tot honderdtwintig compressies per minuut. Dit in een verhouding van dertig hartmassages op twee beademingen. Al deze aspecten dragen bij tot het verkrijgen van een optimalere centrale perfusie in het lichaam. (European Resuscitation Council, 2010)

Voor ononderbroken en effectieve hartcompressie zijn er door de wetenschap en gezondheidszorg mechanische hulpmiddelen, zoals LUCASTM en AutoPulseTM, ontwikkeld die compressies tijdens een reanimatie overnemen. De LUCASTM (Jolife AB, Zweden) comprimeert de borst vijf tot zes centimeter diep terwijl de AutoPulseTM (ZOLL Medical Corporation, VS) gebruik maakt van een band die zich automatisch aanpast aan de grootte van de borstkas en comprimeert tot 20% van de gemeten antero-posterieure diameter. Deze mechanische hulpmiddelen voor thoraxcompressie bieden wellicht enkele voordelen tegenover manuele compressies.

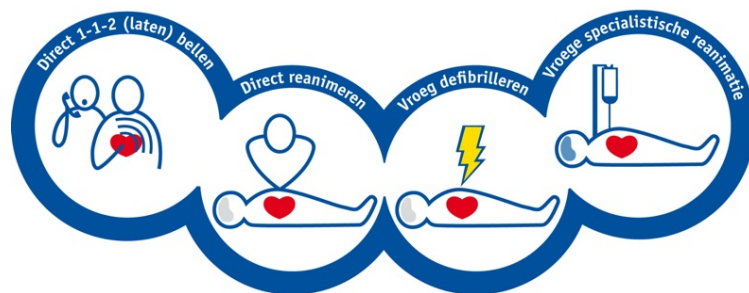
De geautomatiseerde CPR met ononderbroken thoraxcompressie reduceert vermoeidheid bij de hulpverlener en individuele variaties of psychologische factoren bij reanimatie worden weggenomen. Er is eveneens geen behoefte meer om elke twee minuten te wisselen van CPR-aanbieders. Hulpverleners worden zo vrijgemaakt om zich te concentreren op andere belangrijke levensreddende handelingen zoals ventilatie, medicatie en defibrillatie. Dit alles leidt tot een toenemende focus op behandeling van een circulatiestilstand waardoor er een hoger slaagpercentage van de reanimatie kan worden bereikt.

2. Factoren voor een goede reanimatie

Bij reanimatie wordt er vaak meteen gedacht aan het uitvoeren van borstcompressie en beademingen bij een slachtoffer met een ademhalingsstilstand of een circulatiestilstand. Er zijn echter enkele belangrijke stappen uit te voeren voordat een hulpverlener kan overgaan tot reanimatie van het slachtoffer. Deze zijn essentieel om een betere outcome te bereiken.

Deze stappen worden net zoals de andere reanimatietechnieken ongeveer elke vijf jaar opnieuw bekeken en vernieuwd. Eind 2010 werden na uitgebreid wetenschappelijk onderzoek de reanimatierichtlijnen aangepast door de European Resuscitation Council (ERC). De eerste reanimatierichtlijnen werden gepubliceerd in 1970 en werden aangepast in 1980, 1986, 2000, 2005 en recent in 2010.

In de ERC-richtlijnen spreekt men van een 'chain of survival' die gevolgd dient te worden voor het zo snel en effectief mogelijk hulp bieden. Figuur 1 geeft een beeld van deze keten.



Figuur 1: Chain of Survival

De eerste schakel in deze keten geeft aan dat het zeer belangrijk is om een slachtoffer te herkennen dat risico loopt op een hartstilstand en het roepen om hulp voor het vroegtijdig aanpakken van een mogelijks hartstilstand. Hierbij wordt dan ook het alarmeren van de hulpdiensten begrepen.

De centrale schakels tonen de integratie van de reanimatie en defibrillatie als de fundamentele componenten van de vroegtijdige reanimatie in een poging om de functie van het hart te herstellen. Onmiddellijke CPR kan de overlevingskans van een out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) met een ventrikelfibrillatie verdubbelen of verdrievoudigen. Het uitvoeren van reanimatie door middel van enkel borstcompressies is beter dan het geven van geen enkele CPR. Het uitvoeren van reanimatie plus defibrillatie binnen drie tot vijf minuten na de collaps kan de overlevingskansen verhogen tot 49-75% bij de VF OHCA. Elke minuut vertraging voor de defibrillatie vermindert de kans op overleving met 10-12%. (Nolan J.P., et al., 2010)

De laatste schakel in de keten, effectieve zorg na de reanimatie is gericht op het behoud van de functie, in het bijzonder van de hersenen en het hart. In het ziekenhuis is het belang van vroegtijdige herkenning van de ernstig zieke patiënt en activering van een medische noodsituatie met behulp van een urgentieteam, met een behandeling gericht op het voorkomen van een hartstilstand nu algemeen geaccepteerd (Nolan J.P., et al., 2010).

Meestal zal een professionele hulpverlener niet binnen enkele minuten bij een reanimatie ter plaatse zijn. Het is daarom belangrijk dat zo veel mogelijk mensen de basale reanimatievaardigheden aanleren om mensenlevens te redden. Als elke schakel in de hulpverleningsketen optimaal functioneert, kunnen burgers en professionele hulpverleners samen levens redden.

Om een effectieve hartmassage toe te dienen, moet er krachtig worden gemasseerd. De patiënt moet op een harde ondergrond liggen en het borstbeen moet, bij een volwassen persoon, vijf tot zes centimeter worden ingedrukt. De hartmassage moet met beide handen worden uitgevoerd en hierbij worden ondersteund door het lichaamsgewicht van de hulpverlener. Zelfs dan is het zwaar werk dat velen niet langer dan een paar minuten volhouden.

In de afgelopen tien jaar is het belang van het leveren van hoge kwaliteit reanimatie voor patiënten met een hartstilstand steeds meer benadrukt. Veel deskundigen zijn het eens over de juiste compressie, diepte en hoogte van de borstterugslag die nodig is voor hoogwaardige reanimatie. (European Resuscitation Council, 2010)

Naast deze factoren, is er een groeiende hoeveelheid bewijs dat continue of ononderbroken hartmassage als een even belangrijk aspect van hoge kwaliteit CPR moet worden aanzien.

Een innovatief reanimatieprotocol, genaamd 'cardiocerebral resuscitation' (CCR), benadrukt ononderbroken hartmassage en is geassocieerd met een superieur overlevingspercentage in vergelijking met de traditionele reanimatie met standaard Advanced Life Support-ondersteuning, of kortweg ALS.

Onderbreking van hartmassage tijdens een reanimatie kan een negatieve outcome beïnvloeden bij een hartstilstand. Deze onderbrekingen treden op door een aantal redenen waaronder polsbepalingen, analyse van hartritme, defibrillatie, ademhalingsondersteuning en het voorzien van een vasculaire toegang. (Cunningham L.M., et al., 2012)

3. Hartmassage doorheen de geschiedenis

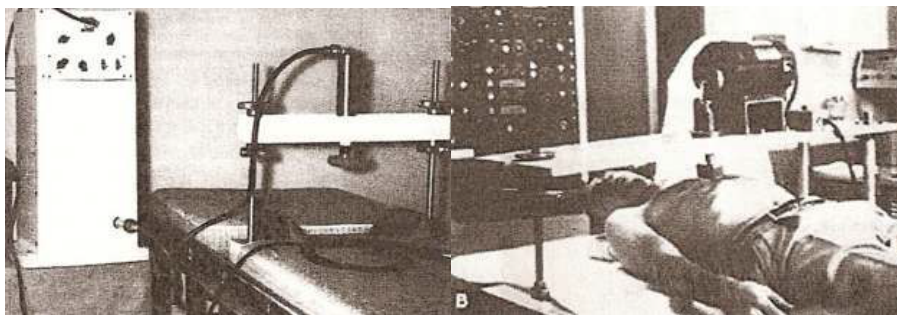
De geschiedenis van de hartmassage start bij de periode waarin externe hartmassage voor het eerst werd toegepast. Vervolgens worden de eerste mechanische compressiesystemen met en daarna zonder bedframe besproken met de evolutie tot op de dag van vandaag. De info die nodig was voor dit onderdeel werd voornamelijk uit de literatuurstudie van Russell H.P., et al. (2007) gebruikt, tenzij dit in de tekst anders wordt weergegeven.

3.1. Externe hartmassage

Een eeuw geleden waren ziekenhuiskamers van hartpatiënten uitgerust met een thoracotomiekist. De arts kon op deze manier in geval van een hartstilstand de thorax van de patiënt onmiddellijk openen en het hart rechtstreeks manueel masseren. (Nuland S.B., 1995) Dit was meteen ook de eerste vorm van reanimeren. Van handmatige thoraxcompressie met gesloten borstkas was geen sprake tot in de vroege jaren '60. Hulpverleners kampten in die tijd met dezelfde tekortkomingen als vandaag, zoals vermoeidheid en bijgevolg verminderde kwaliteit van thoraxcompressies. Het ontwikkelen van de eerste mechanische toestellen om de thoraxcompressies over te nemen liet dan logischerwijs ook niet lang op zich wachten.

3.2. Mechanische compressiesystemen met bedframe

Kort na de uitvinding van externe hartmassage, al in 1961, doken de allereerste toestellen voor de mechanische uitvoering ervan op. Kenmerkend voor die eerste modellen is hun grote en zware voorkomen doordat ze met een frame op het ziekenhuisbed gemonteerd werden. Naast het frame bevatten ze ook een stamper om het sternum van de patiënt in te drukken. De oudste apparaten waren de Cardiac Massage Unit, ontwikkeld door Bramson en de Artificial Circulator, door Dotter bedacht. De stamper van de Cardiac Massage Unit was met gas aangedreven terwijl de Artificial Circulator van een elektrische motor voorzien was.



Figuur 2: Cardiac Massage Unit & Artificial Circulator

Eén jaar later ontwierp Warltier een gelijkaardig toestel met een nog groter bedframe. Het berustte op hetzelfde principe als het vorige. Ook kwamen in 1962 Nachlas en Sieband met de External Cardiac Massage Unit op de proppen. Zelf beschreven ze het toestel als een lichte, draagbare pneumatische pomp. De External Cardiac Massage Unit laat echter uitschijnen dat het net als zijn voorgangers op het bed gemonteerd moest worden en allesbehalve een lichtgewicht was. De laatste in het rijtje van toestellen met een bedframe was de Rodriguez Tocker Automatic External Cardiac Massage Machine die door Tocker werd ontwikkeld. Hoewel het apparaat over een alarmfunctie bij een falend hartritme beschikte en zelfs in dat geval automatisch in werking trad, bleven de hoofdonderdelen een frame en een stamper.



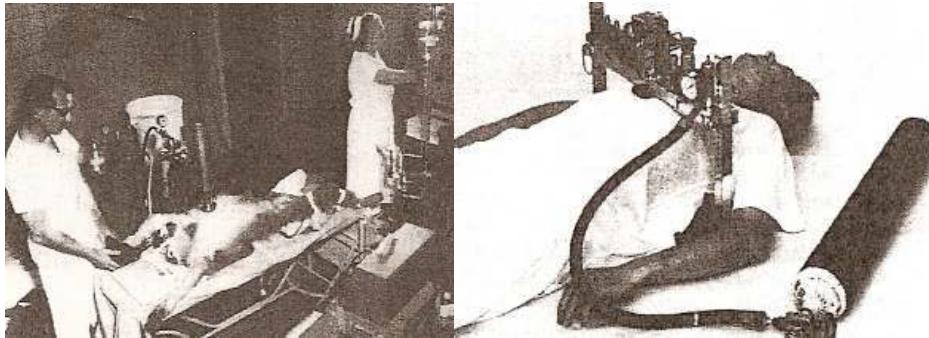
Figuur 3: Warltier, External Cardiac Massage Unit en Rodriguez Tocker Automatic External Cardiac Massage Machine

De eerste modellen waren niet alleen onhandig, ze brachten de patiënten ook levensgevaarlijke letsels, als lever- en miltrupturen, toe. Daardoor waren ze geen lang leven beschoren en domineerden ze op geen enkel moment het toenmalige ziekenhuisbeeld.

3.3. Draagbare, mechanische compressiesystemen

Een tweede generatie van mechanische thoraxcompressiesystemen baseerde zich op hetzelfde mechanisme waarbij een stamper de borstkas van de patiënt eenvoudigweg indrukt. Dat systeem onderging wel een significante evolutie; het werd namelijk draagbaar. Een eerste vervoerbaar systeem voor mechanische thoraxcompressie bedacht Birch in 1963. Dit was de Butterworth-LSI External Cardiac Compressor. Het toestel werd ontwikkeld in het kader van een onderzoek naar de effecten van variërende krachten om het sternum tijdens hartmassage in te drukken. Hoewel het nooit voor klinische doeleinden bestemd en gebruikt is, gaf Birch met de Butterworth wel de aanzet om thoraxcompressiesystemen draagbaar te maken. Dat idee gaf Bailey een jaar later een concreet gestalte met de Cardiac Massage Unit. Voor het eerst vormde een zuurstofcilinder de krachtbron. Bovendien bewees de Cardiac Massage Unit zich

doeltreffend in proeven op honden en recent overledenen door een goede polsslag te verwezenlijken zonder de borstkas te beschadigen. Het apparaat werd gepatenteerd en vervaardigd maar een echte doorbraak bleef echter uit.



Figuur 4: Butterworth-LSI External Cardiac Compressor (links) en Cardiac Massage Unit (rechts)

Nachlas en Sieband, die al in 1962 een mechanisch thoraxcompressiesysteem ontwikkelden, waagden zich drie jaar later aan een nieuw project dat ze de Hospital Mechanical Pump doopten. Ze gingen op zoek naar tekortkomingen bij vorige systemen en bedachten hiervoor oplossingen. Zo merkten ze terecht op dat toestellen die uitsluitend op elektriciteit of batterijen werkten onvoldoende mobiel waren. Ook bedframes en overtollige snufjes verlaagden de hanteerbaarheid. De Hospital Mechanical Pump zou soelaas bieden maar opnieuw bleef het grote succes uit. Het toestel ziet er complex, zwaar en allesbehalve draagbaar uit. Toch speelde de Hospital Mechanical Pump een cruciale rol in de ontstaansgeschiedenis van LUCASTM doordat het voor het eerst aangesloten kon worden op een zuurstofbron uit de muur.



Figuur 5: Hospital Mechanical Pump

Sinds de Hospital Mechanical Pump doeken verschillende met zuurstofbronnen compatibele toestellen op. Uiteindelijk geraakten een zestal varianten in omloop. In 1973 werden ze definitief afgeraden door het destijds gerenommeerde Journal of Health Devices. Die onderwierpen de apparaten aan onderzoeken en concludeerden dat de efficiëntie ontoereikend was. Eén jaar later bracht de American Heart Association de 'Standards for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care' uit,

vooraanstaande literatuur in het reanimatiemilieu. Ook daarin kon het gebruik van mechanische apparaten voor hartmassage op weinig enthousiasme rekenen. Daardoor daalde de interesse om nieuwe thoraxcompressietoestellen te ontwikkelen behoorlijk.

In de jaren tachtig wakkerde die belangstelling weer aan doordat de richtlijnen het potentieel van zo'n toestellen meer en meer onderstreepten. De firma Michigan Instruments ontwikkelde daarom de Thumper. Deze sluit meteen het hoofdstuk van eenvoudige, draagbare thoraxcompressietoestellen af. In een recente, kleinschalige studie onderzochten Ristagno G., et al. (2007) het verschil in outcome na reanimatie door middel van de Thumper versus LUCASTM. Ze telden meer overlevenden bij de LUCASTM-groep. Ze namen tijdens reanimatie met LUCASTM continu een negatieve intra-thoracale druk waar, wat de outcome gunstig beïnvloedt.



Figuur 6: Thumper

Rond 1985 kwam Halperin op het idee om de thoraxcompressie mechanisch door een heuse circulaire borstkasvest uit te laten voeren. Die vormde de voorloper van de AutoPulseTM, een recent systeem dat zich naast varianten met stamper ontwikkelde. Een recent gevoerde multicenter gerandomiseerde studie werd voortijdig afgebroken omdat het overlevingspercentage met AutoPulseTM ten opzichte van de standaardgroep 40% lager lag. (Wigginton J.G., et al., 2007)



Figuur 7: AutoPulseTM

3.4. Manuele, actieve decompressie

Vanaf de jaren zestig tot tachtig werd het mechanisch overnemen van de thoraxcompressies door een stamper verfijnd. Het principe op zich bleef echter ongewijzigd. In 1990 kwam daar, heel toevallig, verandering in. Een jongen maakte gebruik van een mechanische ontstopper met zuignap om zijn vader te reanimeren. Het slachtoffer overleefde en het concept van decompressie was geboren. De Amerikaanse firma Advanced Circulatory Systems, Inc. vervatte het concept in de ResQPump. Wigginton G., et al. (2007) omschrijven het toestel letterlijk als een ontstopper die de hulpverlener zelf handmatig bedient. Ondanks het feit dat de decompresserende eigenschap de vullingsgraad van het hart verhoogt, vraagt de manuele bediening de nodige inspanning.



Figuur 8: ResQPump

3.5. Mechanische compressie én decompressie

Het duurde nog een decennium voor een onderzoeksteam van de Universiteit in Lund op het idee kwam om het mechanisch verlenen van hartmassage te combineren met actieve decompressie. Beide eigenschappen werden uiteindelijk vervat in een draagbaar mechanisch compressiesysteem gecombineerd met het actieve decompressieprincipe dat vandaag bekend staat als LUCASTM of Lund University Cardiac Assist System.



Figuur 9: LUCAS-2TM

4. Probleemstelling, vraagstelling, doelstelling

De kwaliteit van de reanimatietechnieken is, zoals eerder besproken, een kritische factor voor het overleven van een hartstilstand. Het belang van deze kwaliteit maakt feedback aan hulpverleners en educatie met betrekking tot reanimatiekwaliteit noodzakelijk. (Abella B.S., et al., 2005) (Wik L., et al., 2005)

Een snelle en doeltreffende eerst hulp kan in vele gevallen een fatale afloop na een circulatiestilstand voorkomen.

Vele burgers durven niet te beginnen aan reanimatie omdat ze niet weten hoe het moet of omdat ze bang zijn dat ze iets verkeerd doen. Ook bij verpleegkundigen in het ziekenhuis blijken er nog hiaten in de kennis omtrent het reanimeren te zitten. (Balemans E., et al., 2012)

De geautomatiseerde CPR met ononderbroken thoraxcompressie reduceert vermoeidheid bij de hulpverlener en individuele variaties of psychologische factoren bij reanimatie worden weggenomen. Er is eveneens geen behoefte meer om elke twee minuten te wisselen van CPR-aanbieders. Hulpverleners worden zo vrijgemaakt om zich te concentreren op andere belangrijke levensreddende handelingen zoals ventilatie, medicatie en defibrillatie. Dit alles leidt tot een toenemende focus op behandeling van een circulatiestilstand waardoor er een hoger slaagpercentage van de reanimatie kan bereikt worden.

Deze mechanische hulpmiddelen bieden een oplossing om het starten van reanimatie makkelijker en tevens minder vermoeiend te maken. Maar zijn automatisch mechanische thoraxcompressie even effectief als de manuele reanimatie?

Deze literatuurstudie bestudeert de verschillende manieren van reanimatie: reanimatie met manuele compressie in vergelijking met reanimatie met automatische compressie en eventuele decompressie. Is er een verschil in outcome op het vlak van overlevingskansen en blijvende letsels? Zo ja, wat zijn deze verschillen?

5. Methode

5.1. Bronnen

Via de elektronische databanken Pubmed en ScienceDirect werd er gezocht naar relevante wetenschappelijke publicaties.

De wetenschappelijke publicaties zijn verkregen in de periode van 22 oktober 2013 tot en met 22 november 2013.

5.2. Selectie van studies

Er werd voor de publicaties een tijdslimiet van maximum tien jaar oud ingesteld. Hierbij werd in eerste instantie de voorkeur 'free full text' en taalkeuze Engels gesteld. Later werd via de VPN-toegang van de school betalende artikels geraadpleegd. Om de historiek van mechanische hulpmiddelen voor thoraxcompressie te bekijken werd er gezocht naar artikels die mogelijks ouder waren dan tien jaar. Elke gevonden en relevante publicatie bevatte extra referenties die gerelateerd werden aan deze literatuurstudie.

Er werd gebruik gemaakt van een aantal zoektermen die artikels in verband met het manuele versus mechanische compressie bij reanimatie konden opleveren, zoals cardiac arrest, mechanical chest compressions, resuscitation, cardiopulmonary resuscitation, out-of-hospital CPR, LUCAS, AutoPulse, injury, chest compression, cardiac massage, outcome, prognosis, return of spontaneous circulation (ROSC) en survival. Deze items zijn tevens ook gemeenschappelijke kenmerken van de verschillende publicaties. Er zijn op deze manier 37 publicaties gevonden die gebruikt zijn voor deze literatuurstudie.

5.3. Data-extractie

Tijdens de literatuurstudie werd getracht informatie te verzamelen omtrent de mechanische hulpmiddelen voor thoraxcompressie en hun verschillen met manuele hartmassage. Als doel werd er vooropgesteld om aan te tonen welke techniek de voorkeur zou kunnen genieten in een reanimatiesetting.

6. Schematisch overzicht van resultaten

| Auteur | Jaar | Resultaat |
|--------------------|------|--|
| Wik L., et al. | 1996 | Outcome is gelijk bij manuele hartmassage en mechanische hartmassage, als deze optimaal worden uitgevoerd. |
| Steen S., et al. | 2002 | <p>Betere drukken en bevloeiing van het hart bij LUCAS-reanimatie in het artificieel thoraxmodel.</p> <p>Betere drukken en hoger ROSC-percentages in de LUCAS-groep in de varkensstudie.</p> <p>Er is geen duidelijk succespercentage in de klinische pilootstudie.</p> |
| Steen S., et al. | 2005 | <p>De patiëntengroep die LUCASTM-reanimatie ontving, kende een hoger overlevingspercentage.</p> <p>De veiligheid van LUCASTM werd getest aan de hand van een crashtest met een ziekenwagen. Deze toonde aan dat er geen verplaatsing van LUCASTM bij een crash tot 30km/u.</p> |
| Liao Q., et al. | 2010 | <p>LUCASTM-reanimatie brengt algemeen betere resultaten met zich mee in vergelijking met manuele uitvoering van hartmassage.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betere coronaire perfusiedruk • Lager aantal ribfracturen • Geen lever- of miltrupturen • Geen drukkneumothorax • Beter ROSC-percentages |
| Ong M.E.H., et al. | 2006 | AutoPulse TM -reanimatie bij een preshospitaal en niet-traumatisch hartstilstand geeft een hoger overlevingspercentage en een korter ziekenhuisverblijf. |

| | | |
|-----------------------|------|--|
| Hallstrom A., et al. | 2006 | Mechanische uitvoering van hartmassage tijdens een reanimatie gaf slechtere neurologische resultaten en bijgevolg ook een verminderd overlevingspercentage. |
| Axelsson C., et al. | 2006 | Er werd geen significant verschil in ROSC, overleving tot ziekenhuisopname en ontslag uit het ziekenhuis waargenomen. Er kan dus worden gesteld dat er onvoldoende bewijs is dat mechanische uitvoering van hartmassage de algemene overlevingskans zou verbeteren. |
| Putzer G., et al. | 2013 | Er is een verhoogde reanimatiekwaliteit en een lagere hands-off-tijd bij reanimatie tijdens het gebruik van LUCAS™ in een scenario van hartstilstand tijdens een helikopterredding. Potentiële voordelen van het gebruik van LUCAS™ tijdens helikopterredingen dienen nog te worden bevestigd. |
| Rubertsson S., et al. | 2005 | LUCAS™-reanimatie geeft een betere cerebrale bloeddorstrooming en cardiale output in vergelijking met manuele uitvoering. Hoewel er geen verschil is in ratio voor zuurstofextractie en ROSC-percentage. Er is dus eveneens geen overtuigend bewijs dat mechanische uitvoering van hartmassage een algemeen betere outcome zou opleveren. |
| Risom M., et al. | 2008 | AutoPulse™ kan tijdens een langdurige reanimatie een beter overlevingspercentage zonder neurologische restletsels bekomen. |

| | | |
|----------------------|------|--|
| Perkins G.D., et al. | 2010 | <p>De studie zal peilen naar het overlevingspercentage bij ontslag uit het ziekenhuis en de verscheidenheid aan neurologische – en functionele outcome op korte en lange termijn.</p> <p>De studie zal uiteindelijk ook de klinische effectiviteit en de kosteneffectiviteit van LUCAS™ beoordelen. Het einde van de studie was voorzien op eind 2013. Het is nu dus nog wachten op de resultaten van het onderzoek.</p> |
| Yuan W., et al. | 2013 | <p>Manuele thoraxcompressies toonde meer voordelen qua maximale intrathoracale druk, fluctuatie amplitude, hemodynamische en zuurstofdynamische veranderingen, gebruiksgemak en duur van de behandeling.</p> <p>Het overlevingscijfer en neurologische outcome liggen in de groep van de manuele compressies significant hoger.</p> |
| Xanthos T., et al. | 2012 | <p>Het belang voor hemodynamische gevolgen van ononderbroken hartmassage wordt benadrukt in deze studie.</p> <p>Er waren geen significante verschillen in ROSC-percentages en 1-uursoverleving.</p> <p>Er waren echter wel significante verschillen in de neurologische outcome en de 24-uursoverleving. De ononderbroken hartmassage scoorde hier beter.</p> |
| Yost D., et al. | 2012 | <p>De duur van onderbreking van reanimatie tijdens het aanbrengen en het gebruik van de LUCAS™ is in praktijk veel te lang. Terwijl dit eigenlijk maximum twintig seconden zou mogen zijn.</p> <p>Specifieke opleiding en bijscholing van hulpverleners is nodig om het gebruik van hulpmiddelen voor mechanische hartmassage vlotter en sneller te laten verlopen.</p> |

| | | |
|--------------------|------|--|
| Smekal D., et al. | 2011 | Er werd geen verschil van gesteld in de uiteindelijke overleving bij personen met een out-of-hospital hartstilstand bij zowel reanimatie uitgevoerd met mechanische hartmassage door middel van LUCAS™ en reanimatie met handmatige hartmassage. |
| Omari K., et al. | 2013 | De studie toont aan dat het gebruik van AutoPulse™ in vliegende helikopters significant beter is voor een verbeterd ROSC-percentage. |
| Hoke R.S., et al. | 2004 | Er is geen overtuigend bewijs om aan te tonen dat een verhoogde kans op complicaties wordt geassocieerd met automatisch mechanische reanimatie met actieve compressie en decompressie. Het is onwaarschijnlijk dat rib- of sternumfracturen voor een verhoging van het sterftcijfer zorgen, omdat zij zelden leiden tot ernstige inwendige orgaanschade. Toekomstig prospectief onderzoek is nodig om complicaties expliciet door post-mortem onderzoek te beoordelen. |
| Truhlar A. | 2010 | Het gebruik van mechanische hartmassageapparaten wordt geassocieerd met een verhoogde incidentie van letsels ten opzichte van handmatige reanimatie maar wordt verrassend genoeg ook met een trend tot slechtere overleving. |
| Ong M.E.H., et al. | 2012 | Er werd geconcludeerd dat reanimatie met behulp van AutoPulse™ op spoedgevallen is geassocieerd met een verbeterde ROSC en neurologische outcome bij volwassenen met een langdurig en niet-traumatische hartstilstand. |

| | | |
|-----------------------|------|--|
| Krep H., et al. | 2007 | AutoPulse™ wordt beschreven als een effectief en veilig mechanisch hartmassageapparaat dat nuttig is in een reanimatie van een out-of-hospital hartstilstand. Het levert continue hartmassage van een constante kwaliteit wat van invloed is op het algemeen overlevingspercentage. |
| de Rooij P.P., et al. | 2009 | Het gebruik van LUCAS™ tijdens een reanimatie geeft fatale complicaties. In de case report wordt een uitgebreide hypovolemische shock beschreven als gevolg van een leverruptuur en een ruptuur van de rechter vena hepatica. |
| Wind J., et al. | 2009 | Het gebruik van AutoPulse™ kan fatale complicaties met zich meebrengen. Deze case report beschrijft een geval van een lever- en miltruptuur met een grote hoeveelheid vrij abdominaal bloed, bilaterale dorsale ribfracturen, een gebroken manubrium van het sternum en laterale cutane snijwonden. |

Tabel 1: overzicht van resultaten

7. Resultaten

De effecten van manuele en mechanische thoraxcompressie tijdens langdurige reanimatie met het oog op hemodynamiek en outcome werden onderzocht in een Noorse prospectieve, gerandomiseerde en gecontroleerde experimentele studie met twaalf honden. (Wik L., et al., 1996)

Alle honden hadden een gewicht tussen de negen en dertien kilogram en hadden een uitgelokte ventrikelfibrillatie als initieel ritme. Dit onderzoek toonde aan dat mechanische externe hartmassage een betere hemodynamiek geeft dan de handmatige uitvoering, desalniettemin verschilde de outcome niet in deze studie. Ze beschouwen dat zowel mechanische hartmassage en de optimaal uitgevoerde handmatige techniek een toereikende bloedflow produceren om het hart en de hersenen te voorzien gedurende dertig minuten tijdens een reanimatie.

Verder bleek ook dat er een betere coronaire perfusiedruk en end-tidal CO₂ is bij mechanische thoraxcompressie. Tevens wordt er aangetoond dat de CPR-traumascore (zie bijlage 1) bij reanimatie met mechanische hulpmiddelen voor hartmassage lager ligt dan bij de manuele versie. Alle proefdieren zijn uiteindelijk succesvol gereanimeerd en geëntubeerd zonder verschillende neurologische outcome.

Er wordt hier gesteld dat zowel manuele – als mechanische hartmassage voldoende zijn om een flow te garanderen voor het hart en de hersenen indien deze optimaal worden uitgevoerd.

In het onderzoek van Steen S., et al. (2002) wordt een vergelijking gemaakt tussen manuele reanimatie en LUCASTM-reanimatie. Dit is door verschillende deelonderzoeken van naderbij bekeken. Tijdens de verschillende studies is er gewerkt met een artificieel thoraxmodel, varkens en patiënten. De hoofdoelstelling van het onderzoek was het meten van gerealiseerde drukken (varkens/thoraxmodel) en de ROSC-rate (varkens/patiënten).

Tijdens de studie met het artificieel thoraxmodel ging men tewerk met een plastic-reservoir ter nabootsing van het hart. Er werd meting gedaan van gerealiseerde drukken bij manuele reanimatie en reanimatie met LUCASTM. De resultaten toonden aan dat er hogere drukken en een betere bevloeiing was bij LUCASTM-reanimatie.

Een belangrijk gegeven bij de varkensstudie was dat de varkens moesten voldoen aan bepaalde criteria (afmeting en gewicht) om het menselijk lichaam zo goed mogelijk te benaderen. De varkens werden onderverdeeld in drie groepen. De eerste groep kreeg

manuele reanimatie die door een getrainde arts werd uitgevoerd. Een tweede groep kreeg LUCASTM-reanimatie. De laatste categorie was de hypothermiegroep met reanimatie. Doorheen de studie met de verschillende groepen werden drukmetingen zoals hemodynamische druk door middel van katheters en de ROSC-rate opgevolgd. Na de uitvoering van reanimatie heeft er een autopsie plaatsgevonden om te controleren of de katheters op hun plaats zaten of dat er trauma's ten gevolge van de reanimatie waren opgetreden. De resultaten van dit deelonderzoek waren dat LUCASTM-reanimatie betere drukken kende en dat er bij 83% recuperatie was tegenover 0% in de manuele reanimatiegroep. Er bleek ook een hogere recuperatie te zijn indien de lichaamstemperatuur 34°C bedroeg. Een beperking in dit onderzoek is dat de anatomie van varkens maar gedeeltelijk overeenkomt met de menselijke anatomie. Ook is de bouw van het LUCASTM-systeem volledig gericht op mensen en past het dus niet geheel op varkens.

De klinische pilootstudie met een twintigtal patiënten had betrekking op LUCASTM-reanimatie. Er werd gestart met LUCASTM-reanimatie nadat manuele reanimatie faalde. Uit het onderzoek bleek dat het LUCASTM-systeem heel makkelijk aan te leggen was en dat men hierdoor één personeelslid bespaarde dat terwijl andere taken omtrent de reanimatie kan uitvoeren. Er werd geen specifiek succespercentage vermeld, maar bij patiënten in het ziekenhuis met een asystolie, waar handmatige bystander reanimatie mislukte, bereikte LUCASTM-reanimatie binnen drie minuten een toestand van ROSC, zonder blijvende neurologische schade.

Een andere studie van Steen S., et al. (2005) onderzocht het algemeen gebruik van LUCASTM tijdens een reanimatie bij een circulatiestilstand. Het onderzoek kende vier grote deelaspecten.

Het eerste deelonderzoek was het testen van LUCASTM in twee Zweedse ambulancediensten (= extramuros test). Het feitelijke onderzoek liep bij honderd patiënten. Tijdens deze studie werden drie ziekenwagens in het zuiden van Zweden uitgerust met LUCASTM. Wanneer een oproep voor een cardiaal arrest binnenliep, werd er onmiddellijk bijstand van de LUCASTM-ziekenwagen meegestuurd. De patiënten werden uiteindelijk geregistreerd in enkele groepen, zijnde:

- Al dan niet 'witnessed arrest'.
- Al dan niet CPR door omstanders.
- Ritme bij aankomst ambulance: VF, asystolie.
- Registratietijden.
- Al dan niet ROSC

Het onderzoek bracht een grotere overlevingskans als resultaat aan het licht. Enkel patiënten met een getuige-cardiaal arrest en met toepassing van LUCAS™-reanimatie binnen de 15 minuten hadden een overlevingskans (30 dagen na cardiaal arrest). Hier is er ook een groot verschil tussen de vastgestelde ritmes:

- VF: 25% van de VF-patiënten overleefden.
- Asystolie: 5% van de asystolie-patiënten overleefden.

Patiënten met een getuige-cardiaal arrest waarbij LUCAS™-reanimatie langer dan 15 min na arrest werd toegepast kenden 0% overleving. Patiënten met geen getuige-cardiaal arrest kenden eveneens 0% overleving.

Globaal over de studie wil dit zeggen dat van de 100 patiënten (n=100) er 7 na 30 dagen nog overleefden (7% of n=7).

Het belang van snelle reanimatie door omstaanders is ook aangetoond tijdens het onderzoek.

Wanneer defibrillatie wordt toegepast tijdens reanimatie is er meer kans op slagen van de reanimatie. Dit is enkel mogelijk met LUCAS™ omdat de defibrillatieschok niet kan overgaan naar een hulpverlener. Wanneer manuele reanimatie wordt uitgevoerd dient een hulpverlener het slachtoffer volledig los te laten vooraleer de schok wordt toegediend.

Het belang van langdurige reanimatie tot herstelling van hartwerking (vb. PTCA) werd eveneens aangetoond in het onderzoek.

Een tweede deelonderzoek was een crashtest waarbij het effect van een crash op een LUCAS™-systeem, aangelegd op een dummy, werd onderzocht. Hierbij werd LUCAS™ geïnstalleerd op een dummy en werd een crash van 30 km/u (10G) gesimuleerd. Uit het onderzoek blijkt dat tegen een snelheid van 30 km/u of 10G LUCAS™ niet loskomt van de patiënt.

Een derde deelaspect was het meten van zuurstofconcentraties in kleine ruimtes (vb. ziekenwagens). Het LUCAS™-systeem werkte immers onder andere op zuurstof. Deze studie is intussen achterhaald want LUCAS-2™ werkt op batterijen. Tijdens het onderzoek werden de bereikte zuurstofconcentraties in de ambulances gemeten. De resultaten toonden aan dat de zuurstofconcentratie op een normaal niveau kan worden gehouden wanneer de ambulance geventileerd wordt.

En een vierde en laatste deelonderzoek was het meten van geluidsproductie. Hierbij werden metingen van geluiden met LUCASTM in werking in verschillende situaties: een stilstaande ambulance, een rijdende ambulance en een rijdende ambulance met sirene getest. Uit het onderzoek bleek dat het LUCASTM-systeem minder dan 85dB(a) produceert, wat in Zweden aanvaardbaar is als geluidsniveau om acht uur in te werken. In België daarentegen dient men persoonlijke beschermingsmaatregelen te gebruiken vanaf 80dB(a) per acht uur. (KB 16.01.2006 betreffende bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers tegen risico's van lawaai op het werk, B.S. 15.2.2006)

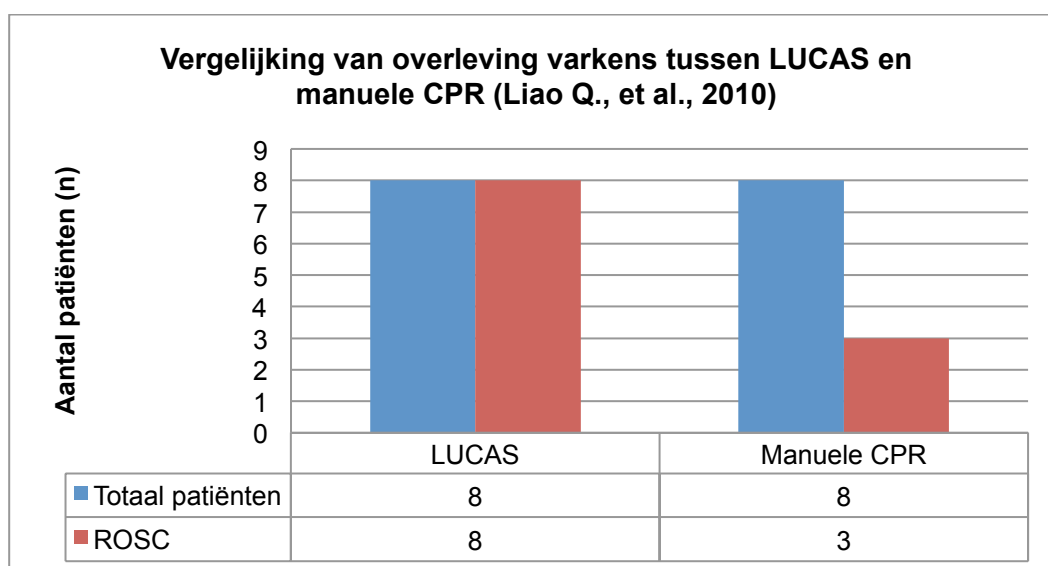
Het idee achter een experimenteel onderzoek van Liao Q., et al. (2010) is dat doeltreffende manuele borstcompressies bij reanimatie moeilijk zijn om te geven. Een mechanische compressie in combinatie met een mechanische decompressie, met andere woorden het LUCASTM-systeem, is in staat om optimale compressies te geven volgens de internationale reanimatierichtlijnen (Nolan J.P., et al., 2010). Het doel van de studie was om manuele reanimatie te vergelijken met LUCASTM-reanimatie. Dit deden ze door een experimenteel onderzoek met varkens.

In deze studie werden zestien varkens van 30kg geanestheseerd en geïntubeerd. Na een periode van vijf minuten ventriculaire fibrillatie, werd er gestart met manuele reanimatie (acht varkens) of LUCASTM-reanimatie (acht varkens) gedurende twintig minuten. De manuele reanimatie werd uitgevoerd door professionele paramedici. De resultaten van het onderzoek waren de volgende:

- Coronaire perfusiedruk bij LUCASTM-reanimatie (20mmHg) was hoger dan bij manuele reanimatie (5mmHg).
- Het aantal ribfracturen bij LUCASTM-reanimatie (33) lag een stuk lager dan bij de manuele reanimatie (54).

In de manuele groep heeft er zich nog één ernstige leverbeschadiging en één drukkneumothorax voorgedaan.

Onderstaande grafiek toont aan dat alle acht varkens in de groep van LUCAS™-reanimatie realiseerden een terugkeer van spontane circulatie of kortweg ROSC in vergelijking met drie varkens in de manuele groep.



Grafiek 1: Vergelijking van overleving varkens tussen LUCAS en manuele CPR

Uit het onderzoek blijkt dus dat LUCAS™-reanimatie een aanzienlijk betere coronaire perfusiedruk gaf en opvallend minder ribfracturen veroorzaakte in vergelijking met manuele reanimatie. Uit dit onderzoek kunnen we concluderen dat LUCAS™-reanimatie betere resultaten met zich meebrengt.

Een gefaseerde, niet-gerandomiseerde observationele studie van Ong M.E.H., et al. (2006) onderzocht de klinische resultaten van patiënten voor en na de overgang van behandeling met handmatige reanimatie naar mechanische reanimatie met behulp van AutoPulse™.

Inclusie van patiënten bestond uit volwassen persoon vanaf achttien jaar en slachtoffer van niet-traumatisch en out-of-hospital hartstilstand.

Tijdens het grootschalige onderzoek werden belangrijke parameters zoals ROSC, overleving van ziekenhuisopname en ontslag uit het ziekenhuis, en neurologische outcome bij ontslag in opgevolgd. Neurologische outcome en levenskwaliteit werden geanalyseerd met behulp van gestandaardiseerde scoresystemen: cerebrale prestatie categorieën (CPC, Cerebral Performance Categories) en algemene prestatie categorieën (OPC, Overall Performance Categories).

Uit de studie blijkt dat er in de mechanische groep een hoger percentage een terugkeer van spontane circulatie kent ten opzichte van de reanimatie met manuele thoraxcompressie. Verder bestaat er een betere overlevingskans in de groep patiënten die reanimatie met behulp van AutoPulse™ kreeg. Er is bij beide groepen geen verschil waargenomen in CPC en OPC. Algemeen kan gezegd worden dat reanimatie met een mechanisch hulpmiddel voor thoraxcompressie beter is, indien de ambulance binnen de acht minuten ter plaatse kan zijn.

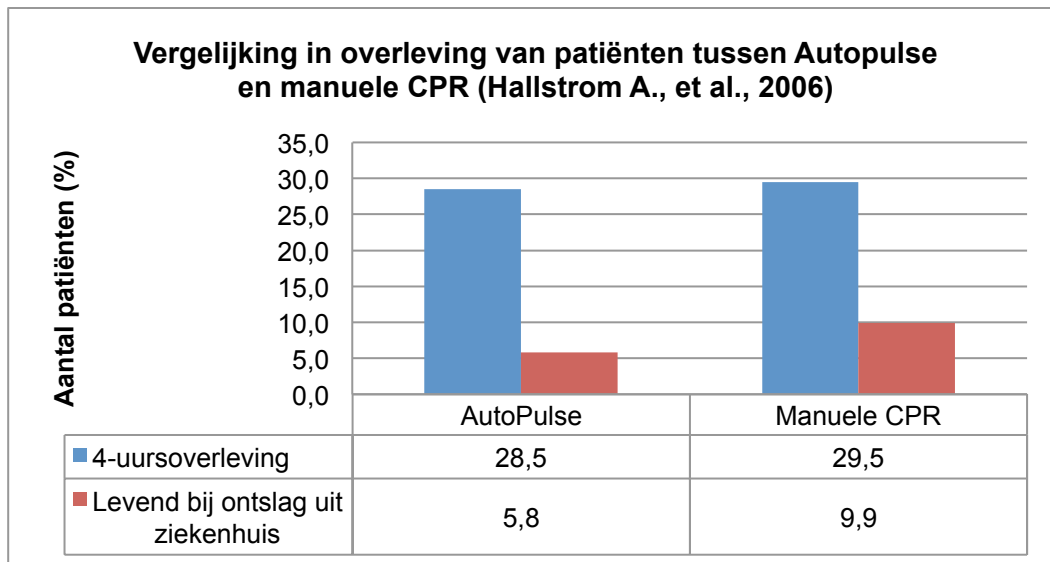
Als conclusie werd gesteld dat prehospital reanimatie door middel van AutoPulse™ in vergelijking met reanimatie door manuele thoraxcompressie bij patiënten met een out-of-hospital en niet-traumatische hartstilstand een betere overlevingskans en een korter ziekenhuisverblijf met zich meebrengt.

De gerandomiseerde studie van Hallstrom A., et al. (2006) ging eveneens de vergelijking aan in het gebruik van manuele thoraxcompressie en het gebruik van geautomatiseerde mechanische thoraxcompressie door middel van AutoPulse™ tijdens een reanimatie van een out-of-hospital circulatiestilstand.

Enkele belangrijke inclusiecriteria voor patiënten waren van toepassing. Zo moesten alle studiepersonen een leeftijd van achttien jaar of ouder hebben bereikt. Ze moesten tevens slachtoffer zijn van een niet-traumatisch en out-of-hospital hartstilstand. De reanimatie werd ook uitgevoerd door de getrainde dringende medische hulpverleners. De manuele groep bevatte 517 personen en mechanische groep 554.

Er werd onderzocht wat het overlevingspercentage met spontane circulatie was vier uur na de noodoproep. Bij overlevende patiënten werd bij ontslag uit het ziekenhuis ook de neurologische outcome met eventuele hersenschade bestudeerd.

Zoals in onderstaande grafiek duidelijk wordt, waren de resultaten niet bevorderend voor het gebruik van de mechanische hulpmiddelen voor thoraxcompressie tijdens een reanimatie. Er was namelijk geen verschil in overleving tot vier uur na de noodoproep (29,5% in de manuele groep vs. 28,5% in de mechanische groep), het overlevingspercentage tot ontslag uit het ziekenhuis lag in de manuele groep bijna dubbel zo hoog (9.9%) als bij de patiënten die mechanische thoraxcompressie kregen (5.8%). De neurologische outcome bij ontslag uit het ziekenhuis bleek aan de hand van de CPC-score tot slot ook beter in de manuele groep. Uiteindelijk werd de studie dan ook beëindigd toen bleek dat de mechanische CPR werd geassocieerd met slechtere neurologische resultaten en een trend zette naar een slechtere overlevingskans.



Grafiek 2: Vergelijking in overleving van patiënten tussen AutoPulse en manuele CPR

Het doel van de niet-gerandomiseerde, gecontroleerde studie van Axelsson C., et al. (2006) was de uitkomst bij patiënten die te maken kregen met een out-of-hospital hartstilstand na gebruik van mechanische hartmassage in vergelijking met standaardreanimatie van naderbij te bekijken.

De patiënten die in de studie werden geïncludeerd hadden allemaal de leeftijd van achttien jaar of ouder en waren slachtoffer van een niet-traumatisch en out-of-hospital hartstilstand met getuige.

Tijdens het onderzoek werd gefocust op gevolgen als ROSC op elk moment tijdens de prehospitalische behandeling, overlevingspercentage na ziekenhuisopname en het percentage met neurologisch herstel na ontslag uit het ziekenhuis.

Er werd uiteindelijk geen significant verschil in ROSC, overleving op ziekenhuisopname of ontslag uit het ziekenhuis waargenomen.

Als conclusie werd dan echter ook gesteld dat er onvoldoende bewijs is dat mechanische CPR de overlevingskans zou verbeteren. Dit was mogelijk te wijten aan de vertraging tussen de aankomst van de ALS-ambulance en bijgevolg het starten van mechanische reanimatie.

Een Duits onderzoeksteam nam het leveren van hoogwaardige borstcompressie van groots belang is om te overleven en een goede neurologische uitkomst na een hartstilstand te bekomen als uitgangspunt voor het starten van hun studie. Hun idee was

ook dat zelfs professionals in de gezondheidszorg moeite hebben met de uitvoering van effectieve hartmassage en dat de kwaliteit ervan kan nog verder wordt verminderd tijdens een transport. (Putzer G., et al., 2013)

Er werd daarom een vergelijking gemaakt tussen reanimatie met het mechanisch borstcompressie-apparaat, Lund University Cardiac Assist System (LUCAS™), en handmatige hartmassage in een gesimuleerd reanimatiescenario tijdens een interventie per helikopter.

Er werden vijftientig ALS-gecertificeerde paramedici geïncorporeerd voor deze prospectieve en gerandomiseerde cross-over studie. Tijdens de studie werd gebruik gemaakt van een Resusci Anne-oefenpop met datalogger.

In het eerste deel van de studie werd er gedurende een dertigtal minuten getraind op LUCAS™-CPR en manuele reanimatie. Daarna voerde elke deelnemer tweemaal een volledige reanimatiecyclus uit, eenmaal met LUCAS™ en eenmaal met manuele thoraxcompressie.

De primaire parameter om de efficiëntie te bepalen was het percentage juiste borstcompressies in verhouding tot het totaal aantal borstcompressies.

Uit het onderzoek bleek dat borstcompressies door LUCAS™ in vergelijking met manuele compressies vaker correct zijn (99% versus 59%), vaker correct uitgevoerd zijn met betrekking tot compressiediepte (99 % versus 79%), drukpunt (100 % versus 79%) en drukontlasting (100 % versus 97%). De hand-off-tijd was korter bij de LUCAS™-reanimatie dan bij de manuele groep (46 versus 130 seconden). De tijd tot de eerste defibrillatie was langer in de LUCAS™-groep (112 versus 49 seconden).

Als besluit werd geformuleerd dat tijdens dit gesimuleerd hartstilstandscenario met helikopterredding LUCAS™-reanimatie, ten opzichte van handmatige borstcompressies, een verhoogde reanimatiekwaliteit en een lagere hands-off-time realiseert, maar dat er nog wel een verlengd tijdsinterval bestaat tot de eerste defibrillatie. Verdere klinische studies zijn bijgevolg noodzakelijk om potentiële voordelen van LUCAS™-reanimatie in helikopterinterventies te bevestigen.

Het doel van de studie van Rubertsson S., et al. (2005) was om de werkzaamheid van LUCASTM te vergelijken met standaard handmatige externe hartmassage aan de hand van cerebrale corticale bloedstroom, cerebrale zuurstofextractie, end-tidal CO₂-meting en indirecte meting van het hartminuutvolume. Medicamenteuze behandeling met adrenaline (epinefrine) werd tijdens de reanimatie opgeheven, zodat de effecten van hartmassage alleen konden worden geëvalueerd.

Er werden veertien varkens geanestheseerd en vervolgens werd een ventriculaire fibrillatie (VF) geïnduceerd. Na acht min zonder interventie werden de dieren willekeurig onderverdeeld in twee groepen. De ene groep kreeg externe hartmassage met LUCASTM. De andere groep kreeg standaard handmatige externe hartmassage. De compressiesnelheid was 100 per minuut en mechanische ventilatie werd hervat met 100% zuurstof tijdens reanimatie in beide groepen. Na vijftien minuten reanimeren werd er externe defibrillatie toegepast voor herstel van spontane circulatie (ROSC) te bereiken. Corticale cerebrale doorbloeding werd continu gemeten met behulp van Laser-Doppler flowmeting. End-tidal CO₂ werd gemeten met behulp van mainstream capnografie.

Tijdens het onderzoek bleek de corticale cerebrale bloedstroom significant hoger in de groep behandeld met LUCASTM. Er was geen verschil in ratio voor zuurstofextractie tussen beide groepen. End-tidal CO₂, een indirecte meting van het bereikt hartminuutvolume tijdens reanimatie, was significant hoger in de groep behandeld met LUCASTM. Herstel van spontane circulatie werd bij twee dieren bereikt, een per groep.

Als conclusie werd gesteld dat hartmassage met LUCASTM tijdens experimentele reanimatie resulteerde in hogere cerebrale bloeddorstrooming en cardiale output dan bij standaard manuele uitwendige hartmassage. Deze resultaten ondersteunen de nood naar prospectieve gerandomiseerde studies bij patiënten om mechanische thoraxcompressie door LUCASTM verder te evalueren.

De richtlijnen van de Europese Reanimatie Raad voor reanimatie, die het leveren van ononderbroken hartmassage van voldoende diepte tijdens een hartstilstand benadrukken, werden als uitgangspunt genomen voor de studie van Risom M., et al. (2008).

Het doel van hun onderzoek was om te beschrijven hoe de omstandigheden van een out-of-hospital hartstilstand de prestaties van reanimatie kan belemmeren en hoe deze bijgevolg ook kunnen worden overwonnen.

Een goede beschrijving werd gemaakt aan de hand van de presentatie van twee gevallen van langdurige reanimatie (respectievelijk 48 minuten en 120 minuten) met het geautomatiseerde hartmassage apparaat, AutoPulse™, onder erg moeilijke omstandigheden. Beide patiënten hebben uiteindelijk het hartstilstand overleefd zonder neurologische restletsels.

Er werd geconcludeerd dat langdurige hartmassage noodzakelijk kan zijn in sommige gevallen van een hartstilstand. Deze gevallen suggereren dat geautomatiseerde en mechanische hartmassage de kans op een gunstige outcome kunnen verhogen.

De Britse PaRAMeDIC-studie of *Prehospital Randomised Assessment of a Mechanical Compression Device In Cardiac Arrest* (Perkins G.D., et al. 2010) is van plan om 4200 patiënten met een out-of-hospital hartstilstand willekeurig te laten behandelen door getrainde paramedici op ambulances met ofwel hartmassage door middel van LUCAS™ ofwel door handmatige hartmassage.

Volwassen patiënten met een niet-traumatisch out-of-hospital hartstilstand komen in aanmerking voor opname. Patiënten met een traumatisch hartstilstand of die zwanger zijn, zullen worden uitgesloten.

Overleving na een out-of-hospital hartstilstand is nauw verbonden met de kwaliteit van de reanimatie, maar in praktijk is reanimatie tijdens de prehospitaalzorg en ambulancevervoer vaak niet optimaal. Mechanische hartmassageapparaten die ononderbroken borstcompressies leveren, zijn niet gevoelig aan vermoeidheid en kunnen mogelijks een aantal van de beperkingen van handmatige hartmassage overwinnen. Er is geen hoogwaardige bewijs dat ze klinische resultaten verbeteren, of dat ze kosteneffectief zijn.

Er zal gepeild worden naar het overlevingspercentage bij ontslag uit het ziekenhuis en de verscheidenheid aan neurologische – en functionele outcome op korte en lange termijn. De studie zal uiteindelijk ook de klinische effectiviteit en de kosteneffectiviteit van LUCAS™ beoordelen. Het einde van de studie was voorzien op eind 2013. Het is nu dus nog wachten op de resultaten van het onderzoek.

De doelstelling van de studie van Yuan W. et al. (2013) was om een realistische vergelijking te verkrijgen tussen artificiële apparaten voor hartmassage en manuele compressies. De meeste studies vergeleken toestellen die op voorhand opgesteld stonden, maar dit komt niet overeen met levensechte situaties. Om dit te bekomen werd er acht minuten gewacht vooraleer te starten met reanimeren. Het verdere idee achter deze studie was dan om een reële vergelijking van drie verschillende extracorporale compressiemethoden tijdens cardiopulmonale resuscitatie van intrathoracale druk (ITP), hemodynamiek en zuurstofmetabolisme in een varkensmodel met ventriculaire fibrillatie (VF) te verkrijgen.

De reanimatierichtlijnen van 2010 zeggen dat mechanische reanimatie tal van voordelen heeft zoals accurate compressiediepte, stabiele compressiefrequentie en niet onderhevig is aan vermoeidheid. Ook zijn er nadelen aan dergelijke technieken zoals pauzes tijdens compressies bij het opstarten.

Tijdige effectieve extracorporele compressie is de meest effectieve reddingsmethode voor een out-of-hospital hartstilstand. De tijd van de start van het cardiaal arrest tot initiatie van de compressies is een kritische factor bij de outcome.

Eenentwintig volwassen varkens van ongeveer dertig kilogram werden geanestheseerd en vervolgens geïntubeerd en optimaal geventileerd. Nadien werd er een ventriculaire fibrillatie uitgelokt.

Acht minuten na de ontwikkeling van VF, werden varkens blootgesteld aan drie verschillende extracorporale reanimatiemethoden: traditionele kunstmatige handcompressie, mechanische compressie door middel van AutoPulse™ of de manual sucker. Hartritme werd beoordeeld door electrocardiografie na vijf cycli van extracorporale hartmassage. Als VF nog aanwezig was, werd er elektrische defibrillatie uitgevoerd. Na defibrillatie, werden er opnieuw vijf cycli van extracorporale hartmassage uitgevoerd. De reanimatie werd als mislukt beschouwd als de bovenstaande procedure gedurende 30 minuten zonder terugkeer van spontane circulatie werd uitgevoerd. Hemodynamiek en ITP werden continu gemonitord. Zuurstofmetabolisme werden gemeten en het slaagpercentage werden vergeleken tussen de groepen.

Manuele thoraxcompressie toonde voordelen boven de beide andere methoden qua maximale ITP en fluctuatie amplitude, hemodynamische en zuurstofdynamische veranderingen, gemak van toediening en de duur van de behandeling. Het overlevingscijfer en de neurologische outcome ligt voor de manuele compressie significant hoger dan die voor de andere groepen.

Tot slot kan de reanimatie met mechanische thoraxcompressie de traditionele manuele hartmassage niet vervangen, waardoor die laatste dan ook de aangewezen methode voor reanimatie blijft .

Grieks onderzoek ging uit van het standpunt dat er aanwijzingen zijn dat eventuele onderbrekingen, waaronder die van beademing tijdens reanimatie, belangrijke nadelige effecten op overleving hebben. De ERC-richtlijnen van 2010 leggen sterk de nadruk op het belang van het minimaliseren van onderbrekingen tijdens de hartmassage. De richtlijnen benadrukken echter ook de noodzaak voor ventilatie in het geval van een langdurig hartstilstand. Het is op dit moment nog niet duidelijk op welk punt van hartstilstand de noodzaak van beademing belangrijker is dan de hemodynamische gevolgen veroorzaakt door de onderbreking van hartmassage. (Xanthos T., et al., 2012)

In het onderzoek werd er een ventrikelfibrillatie (VF) elektrisch uitgelokt bij twintig varkens van ongeveer twintig kilogram. Vervolgens werden ze gedurende 8 minuten niet behandeld om een reële situatie te bekomen voor de resultaten van het onderzoek. De dieren werden gelijk onderverdeeld in twee groepen: een groep die enkel hartmassage kreeg en een groep die standaard reanimatie, 30 hartcompressies en 2 beademingen, kreeg. De dieren werden gedurende vier uren na de reanimatie volledig gemonitord onder narcose. Daarna werden ze gewekt en geobserveerd voor vierentwintig uur .

Uit de studie bleek er geen significant verschil tussen beide groepen in zowel terugkeer van spontane circulatie en de 1-uursoverleving . Er was wel een significant verschil in de 24-uurs overleving. In de groep van varkens die enkel hartmassage ontvingen overleefde zeven van de tien varkens, terwijl in de groep van de standaardreanimatie maar twee van de tien varkens overleefde na 24 uur. Verder bleek het lactaatniveau significant lager in de groep varkens met enkel hartmassage in vergelijking met de groep die standaardreanimatie kreeg, dit zowel op het ogenblik van een en vier uren na de reanimatie. Bovendien hadden de dieren die enkel hartmassage kregen een betere gemiddelde neurologische outcome.

Een Amerikaans onderzoek van Yost D., et al. (2012) nam als uitgangspunt dat de kwaliteit van reanimatie een belangrijke determinant is voor de outcome van een out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) . Uit recente gegevens blijkt handmatige hartmassage meestal te ondiep is met frequente en langdurige onderbrekingen. Mechanische hartmassagesystemen zijn mogelijks een oplossing om die beperkingen uit te sluiten, maar onderbreking van reanimatie tijdens het gebruik ervan is echter nog niet goed onderzocht.

Het doel van de studie was daarom om een analyse te maken van de onderbrekingen van reanimatie tijdens het aanbrengen en het gebruik van de LUCAS™.

Hierbij werd gebruik gemaakt van vierenvijftig LUCAS-1™ toestellen aangedreven door perslucht. Deze werden ingezet in drie grote Amerikaanse ambulancediensten om patiënten met een OHCA te behandelen.

Een ECG en de datagegevens van de defibrillator en/of monitor werden geanalyseerd om de timing van de reanimatie te evalueren. Terwijl werd er een schatting gemaakt van de tijd die nodig was om het LUCAS™-apparaat te installeren en dus bijgevolg de tijd dat de hartmassage werd gepauzeerd. Deze tijd werd vergeleken met de gemeten toepassingstijd.

In de tweeëndertig onderzochte gevallen werd thoraxcompressie gemiddeld 32,5 seconden onderbroken tijdens de toepassing van LUCAS™. De geschatte toepassingstijd van LUCAS™ correleerde slecht met de gemeten duur van de pauze. De pauzes waren vaak meer dan tweemaal zo lang als geschat. De gemiddelde compressieverhouding van LUCAS™ was 104 compressies per minuut.

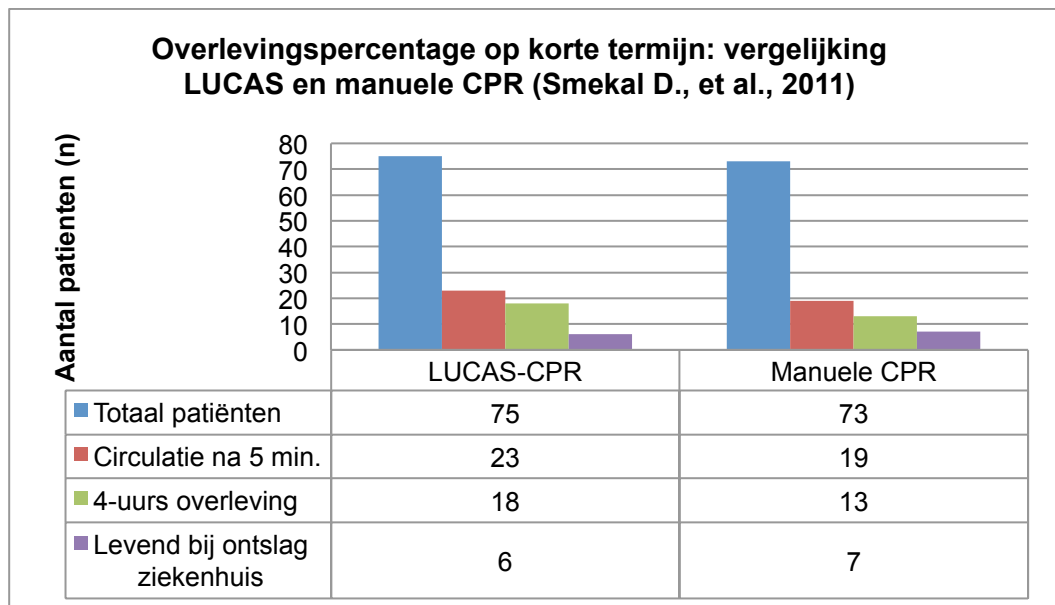
Als conclusie werd gesteld dat de onderbreking van hartmassage, voor de installatie van LUCAS™, minder kan zijn dan twintig seconden. In realiteit is de pauze vaak veel langer. Specifieke opleiding en bijscholing van hulpverleners maakt dat het gebruik van hulpmiddelen voor mechanische hartmassage vlotter en sneller kan gebeuren. Terwijl zou een datalogger op deze toestellen de mogelijkheid geven om hulpverleners objectieve feedback te bezorgen over de reanimatie.

Experimenteel onderzoek naar LUCAS™ heeft aangetoond dat orgaandoorbloeding verbetert tijdens een hartstilstand. In de pilotstudie van Smekal D., et al. (2011) was het doel om op korte termijn het overlevingspercentage te vergelijken tussen reanimatie uitgevoerd met mechanische hartmassage door LUCAS™ en reanimatie uitgevoerd met handmatige hartmassage.

In een prospectieve pilotstudie van werden gedurende twee jaar 149 patiënten met een out-of-hospital cardiac arrest in twee Zweedse steden geïnccludeerd voor mechanische hartmassage of standaard reanimatie met handmatige hartmassage.

Zoals in onderstaande grafiek te zien bevatte de LUCAS™-groep vijvenzeventig personen en de manuele groep drieënzeventig patiënten na toepassing van exclusiecriteria. Terugkeer van spontane circulatie met voelbare pols was in de LUCAS™-groep significant hoger, namelijk dertig personen, in vergelijking met de

manuele hartmassage-groep, drieëntwintig. Een spontane circulatie met een bloeddruk boven 80/50 mmHg gedurende minstens vijf minuten werd gezien bij drieëntwintig personen die behandeld werden met LUCAS™ en bij negentien patiënten die manuele thoraxcompressie. Het aantal opgenomen patiënten dat overleefde vier uur na de reanimatie was achttien in de LUCAS™-groep en vijftien in de manuele groep. Bij ontslag uit het ziekenhuis overleefden er respectievelijk zes personen in de LUCAS™-groep en zeven in de manuele groep.



Grafiek 3: Overlevingspercentage op korte termijn: vergelijking LUCAS en manuele CPR

Als conclusie van deze pilootstudie van patiënten met een out-of-hospital cardiac arrest werd er geen verschil in de uiteindelijke overleving vastgesteld tussen reanimatie uitgevoerd met mechanische hartmassage door middel van LUCAS™ en reanimatie met handmatige hartmassage.

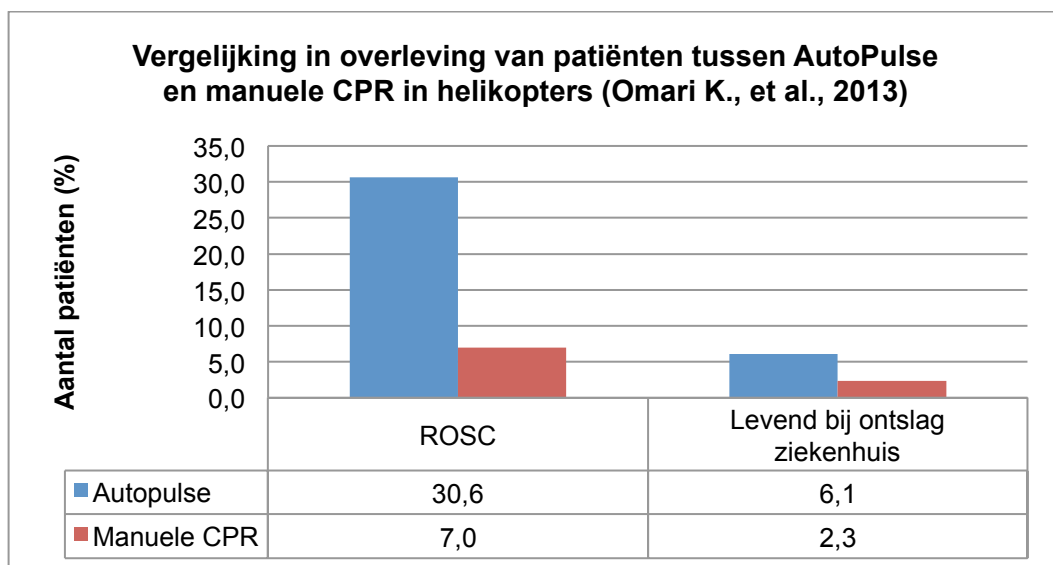
Volgens een Japans onderzoeksteam (Omari K., et al., 2013) is het moeilijk om continue en effectieve handmatige reanimatie in vliegende helikopters te handhaven. Om dit probleem te verhelpen, werd de AutoPulse™, een automatisch mechanisch CPR apparaat, geïntroduceerd. Er werd een retrospectieve studie gevoerd om de werkzaamheid van AutoPulse™ op een cardiopulmonair arrest in vliegende helikopters te verduidelijken.

Er werden in totaal tweeënnegentig patiënten in de studie geïnccludeerd. Hiervan ontvingen er drieënveertig handmatige CPR en negenenveertig kregen AutoPulse™-reanimatie. Er werd een vergelijking gemaakt van de handmatige reanimatie-groep met

de AutoPulse™-groep met behulp van logistische regressie-analyse. Tevens werd de werkzaamheid van AutoPulse™ in vliegende helikopters onderzocht.

De personen die in aanmerking kwamen voor de studie waren de patiënten met een cardiopulmonair arrest met een leeftijd van vijvenzestig jaar of jonger.

Onderstaande grafiek toont aan dat het aantal patiënten met ROSC hoger lag in de AutoPulse™-groep in vergelijking met de handmatige reanimatiegroep, namelijk vijftien patiënten (30.6%) tegenover drie patiënten (7.0%). Er werd terwijl ook een hoger overlevingspercentage vastgesteld bij ontslag uit het ziekenhuis, 3 patiënten (6.1 %) in de AutoPulse™-groep en één patiënt (2.3%) in de manuele groep.



Grafiek 4: Vergelijking in overleving van patiënten tussen AutoPulse en manuele CPR in helikopters

De studie toont aan dat het gebruik van AutoPulse™ in vliegende helikopters significant is voor het ROSC-percentage. Het gebruik van automatische borstcompressie apparaten zoals AutoPulse™ wordt in deze studie aangewezen bij patiënten met een cardiopulmonair arrest die per helikopter worden vervoerd.

Brits onderzoek (Hoke R.S., et al., 2004) wou de gegevens omtrent incidentie van rib- en sternumfracturen na conventionele standaardhartmassage bij de behandeling van een hartstilstand in vergelijking met reanimatie met actieve compressie-decompressie, dit zowel bij volwassenen als bij kinderen.

De bevindingen waren dat conventionele reanimatie bij volwassenen een incidentie van ribfracturen suggereerde van 13 tot 97%. Sternumfracturen had een incidentie van 1 tot 43%. Rapporten over reanimatie bij kinderen wijzen op een incidentie van ribfracturen van 0,2% en geen sternumfracturen. Automatisch mechanische reanimatie met actieve

compressie-decompressie is gemeld als oorzaak van ribfracturen in 4 tot 87% en sternumfracturen bij 0 tot 93% van de gevallen. Bij zuigelingen en peuters veroorzaakt handmatige reanimatie zelden thoracale fracturen. Bij volwassenen ontstaan rib- of sternumfracturen bij ten minste een op vijf, rib- en sternumfracturen komen voor bij ten minste een derde van de patiënten tijdens conventionele reanimatie.

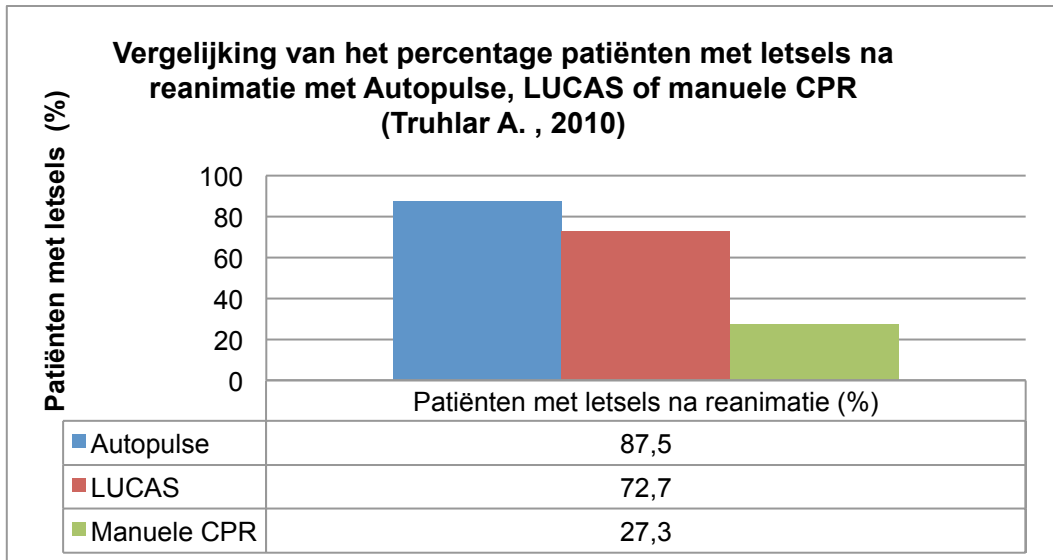
Er is geen overtuigend bewijs om aan te tonen dat een verhoogde kans op complicaties wordt geassocieerd met automatisch mechanische reanimatie met actieve compressie en decompressie. Rib- of sternumfracturen verhogen onwaarschijnlijk het sterftcijfer, omdat zij zelden leiden tot ernstige inwendige orgaanschade. Bij toekomstig prospectief onderzoek is het wenselijk om complicaties expliciet door post-mortem onderzoek te beoordelen.

Het gebruik van mechanische hartmassageapparaten biedt wellicht een alternatief voor de handmatige reanimatie, maar kan mogelijks ook verwondingen veroorzaken. Een Tsjechische studie had als doel om een vergelijking te maken in verwondingen veroorzaakt door de AutoPulse™ (Zoll, USA), LUCAS-2™ (Jolife, Zweden) en handmatige reanimatie in zowel overlevenden als niet-overlevenden van een out-of-hospital hartstilstand (OHCA). (Truhlar A., 2010)

Tijdens een prospectieve studie met niet-traumatische OHCA's werden twee ziekenwagendiensten uitgerust met twee verschillende mechanische reanimatieapparaten. De AutoPulse™ werd geïnstalleerd in een helikopter die overwegend actief was in landelijke gebieden, terwijl de LUCAS-2™ werd gebruikt in stedelijk gebied. Manuele reanimatie werd uitgevoerd als er een ambulance zonder hartmassageapparaat naar de interventie werd gestuurd. De overlevenden ondergingen lichamelijk onderzoek met vervolgens een radiografische opname van de thorax. De niet-overlevenden werden onderworpen aan een post-mortem autopsie. De gegevens werden geanalyseerd met behulp van Fisher's exact test. Deze test beoordeelt of het verschil tussen resultaten werkelijk bestaat of slechts toevallig is.

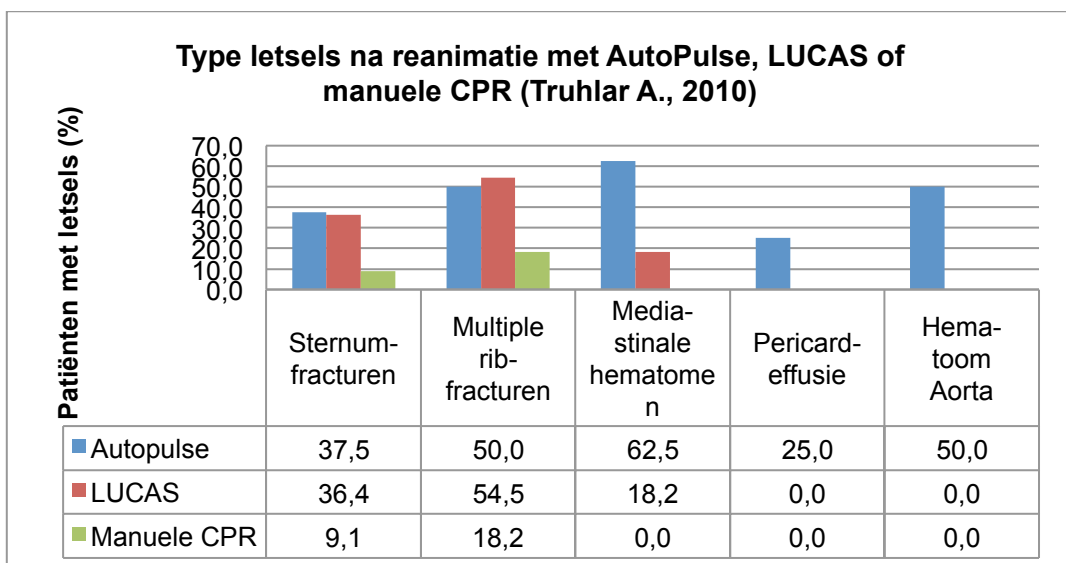
De reanimatie werd in het onderzoek uitgevoerd bij dertig patiënten (AutoPulse™: 8 , LUCAS™: 11 en manueel: 11).

Onderstaande grafiek toont dat letsels werden waargenomen bij zeven van de acht patiënten in de AutoPulse™-groep (87.5%), bij acht van de elf patiënten in de LUCAS™-groep (72.7%) en drie van de elf bij de manuele groep (27.3%).



Grafiek 5: Vergelijking van het percentage patiënten met letsels na reanimatie met AutoPulse, LUCAS of manuele CPR

In onderstaande grafiek is af te leiden dat sternumfracturen een incidentie hadden van drie op acht patiënten bij AutoPulse™ (37.5%), vier op elf bij LUCAS™ (36.4%) en één op elf bij de manuele groep (9.1%). Multiple ribfracturen (≥ 3) werden gezien bij vier op de acht patiënten in de AutoPulse™-groep (50.0%), zes op elf bij LUCAS™ (54.5%) en twee van de elf patiënten in de manuele groep (18.2%). Mediastinale hematomen kenden een incidentie van vijf op acht (62.5%), twee op elf (18.2%) en nul op elf patiënten (0.0%). Pericardeffusie en hematomen ter hoogte van de buitenste vaatwand van de Aorta werden enkel waargenomen in de AutoPulse™-groep met een incidentie van twee (25,0%) en vier (50,0%) patiënten. Er werden tijdens de studie noch pulmonale noch buikverwondingen waargenomen.



Grafiek 6: Type letsels na reanimatie met AutoPulse, LUCAS of manuele CPR

Het aantal patiënten dat uit het ziekenhuis werd ontslagen was ook verschillend bij de drie groepen. Dit was een van de acht patiënten in de AutoPulse™-groep (12,5%), één van de elf in de LUCAS™-groep (9,1 %) en vier van de elf die manuele thoraxcompressie kregen (36,4 %).

De resultaten van deze studie worden beperkt door de grootte van de testgroep en eventuele voorafgaande BLS (90,0%), waarvan de complicaties moeilijk zijn te onderscheiden van letsels die veroorzaakt zijn door de gebruikte mechanische hartmassageapparatuur.

Het gebruik van mechanische hartmassageapparaten wordt tot slot geassocieerd met een verhoogde incidentie van letsels ten opzichte van handmatige reanimatie maar wordt verrassend genoeg ook gelinkt met een trend tot slechtere overleving.

Singaporees onderzoek (Ong M.E.H., et al, 2012) ging uit van het feit dat het onduidelijk is of mechanische reanimatie een levensvatbaar alternatief is voor handmatige reanimatie. Ze poogden de outcome van reanimatie te vergelijken voor en na het overschakelen van manuele reanimatie naar AutoPulse™-reanimatie.

Dit gebeurde door een multicenter onderzoek op twee afdelingen voor spoedeisende hulp. Er werd een gefaseerde, prospectieve cohortstudie met intention-to-treat analyse van een volwassen persoon met een niet-traumatisch hartstilstand gevoerd. De primaire outcome werd gemeten aan de hand van overleving bij ontslag uit het ziekenhuis. De secundaire outcome werd bekeken aan de hand van de terugkeer van spontane circulatie, de overleving tot bij ziekenhuisopname en de neurologische uitkomst bij ontslag.

Een totaal van 1011 patiënten werd opgenomen in de studie (459: manuele reanimatie, 552: mechanische reanimatie). In de mechanische groep werd AutoPulse™ toegepast bij 454 patiënten (82,3%). Exclusiecriteria voor deze groep waren het niet meer nodig zijn van AutoPulse™-gebruik door ROSC na eerste defibrillatie, een geldig 'niet reanimeren'-document, het niet beschikbaar zijn van de AutoPulse™ door gelijktijdig gebruik of mechanisch defect en de onmogelijkheid tot het aanleggen van de AutoPulse™ door een te kleine of te grote lichaamsbouw van de patiënt.

Personen in de groep van de handmatige reanimatie en de mechanische groep waren vergelijkbaar voor gemiddelde leeftijd, geslacht en etniciteit. De gemiddelde duur van collaps tot aankomst op spoedgevallen voor handmatige reanimatie en mechanische reanimatie was respectievelijk vierendertig minuten en drie seconden en drieëndertig minuten achttien seconden. Het percentage van de overleving bij ontslag uit het

ziekenhuis neigde hoger te zijn in de mechanische groep. Er waren meer overlevenden met goede neurologische outcome in mechanische groep.

In dit onderzoek werd geconcludeerd dat een reanimatie met behulp van AutoPulse™ op spoedgevallen werd geassocieerd met een verbeterde ROSC en neurologische outcome bij volwassenen met een langdurig en niet-traumatische hartstilstand.

Een Duits onderzoek (Krep H., et al., 2007) wou de effectiviteit, veiligheid en bruikbaarheid van AutoPulse™ evalueren bij een out-of-hospital hartstilstand. Dit gebeurde aan de hand van een prospectieve en observationele studie bij middelgrote en stedelijke hulpdiensten in Bonn.

Effectiviteit werd bekeken aan het aantal personen met ROSC en de waarden van het end-tidal CO₂ tijdens een reanimatie.

De factor om de veiligheid te beoordelen, was het voorkomen van verwondingen veroorzaakt door het gebruik van AutoPulse™. De mate van bruikbaarheid werd bepaald door het meten van de tijd die nodig was voor het aanbrengen van de AutoPulse™.

Zesenvestig patiënten werden gereanimeerd met AutoPulse™. Bij vijventwintig patiënten (54,3%) werd ROSC bereikt, achttien patiënten (39,1%) werden opgenomen op intensieve zorgen en tien patiënten (21,8%) werden op intensieve zorgen ontslagen. End-tidal capnografie vertoonde significant hogere waarden bij patiënten met ROSC dan bij patiënten zonder ROSC.

De gemiddelde tijd voor de aankomst van AutoPulse™ was 4,7 tot 5,9 minuten, maar het aanbrengen ervan na aankomst was in 67,4% van de gevallen binnen de twee minuten of minder mogelijk. Er werden geen verwondingen geconstateerd na gebruik van de AutoPulse™.

Als conclusie werd AutoPulse™ beschreven als een effectief en veilig mechanisch hartmassageapparaat dat nuttig is in een reanimatie van een out-of-hospital hartstilstand. Geautomatiseerde mechanische hartmassageapparaten kunnen in de toekomst een steeds belangrijker rol gaan spelen bij reanimaties omdat deze zorgen voor continue hartmassage van een constante kwaliteit.

Het VU medisch centrum Amsterdam, een academisch ziekenhuis in Nederland dat verbonden is aan de Vrije Universiteit Amsterdam, beschreef een case report gericht aan de fabrikanten van LUCAS™. Zij beschrijven een fatale complicatie van het gebruik van een mechanisch hartmassageapparaat. (de Rooij P.P., et al., 2009)

Een 48-jarige vrouw met klinische tekenen van een cerebrovasculair accident had tijdens het transport naar het ziekenhuis een asystolische hartstilstand, in het bijzijn van het ambulancepersoneel, tijdens het transport in de ambulance. Ze werd gereanimeerd met behulp van LUCAS™ en verder vervoerd naar het ziekenhuis.

Op spoedgevallen werd er ROSC bereikt met een sinusritme en een initiële bloeddruk van 70/40mmHg die geleidelijk verhoogde. Echocardiografie en een computertomografie van de hersenen waren normaal. Verder is er duidelijk te zien dat de zuignap van LUCAS™ is gemigreerd van de juiste midsternale positie in de richting van het rechter bovenste abdominale kwadrant.

Later, bij opname op intensieve zorgen, ontwikkelde de vrouw progressieve hypotensie en tachycardie. Bij een eerste lichamelijk onderzoek had ze een fors opgezet abdomen. Een verminderd hemoglobinegehalte en een abdominale echografie suggereerde een abdominale bloeding. Door een progressief verlies van de bloeddruk werden handmatig hartmassage gestart. Vervolgens werd er een spoedlaparotomie uitgevoerd.

De abdominale laparotomie toonde massale bloeding door een ruptuur van de lever geassocieerd met een ruptuur van de rechtse hepatische ader bij de overgang naar de vena cava inferior.

Ondanks zorgvuldige abdominale packing, hemostatische hechtingen, massale transfusie en hoge doses inotropica hield de ernstige hypotensie aan. Uiteindelijk stierf de vrouw ten gevolge van een uitgebreide hypovolemische shock door een leverruptuur en een ruptuur van de rechter vena hepatica.

Een andere case report naar de fabrikanten van AutoPulse™ meldt een geval van een 49-jarige vrouw met een lever- en miltruptuur, die kunnen verbonden zijn aan het gebruik van AutoPulse™. (Wind J., et al., 2009)

De vrouw werd opgenomen vanwege een out-of-hospital hartstilstand. Er werd trombolytica toegediend op verdenking van een longembolie. Ondanks langdurige voortzetting van mechanische reanimatie stierf ze ten gevolge van een persistente asystolie.

Het bewijs voor betere resultaten van patiëntenoutcome bij het gebruik van een mechanische hartmassageapparaten tijdens reanimatie zijn nog schaars. Om voorgenoemde complicaties te voorkomen, is het volgens hen aanbevolen de juiste positie van de borstband tijdens reanimatie regelmatig te controleren.

Een dag na een ongecompliceerde artroscopie collabeerde een 49-jarige, overigens gezonde, vrouw plotseling thuis. Haar dochter was getuige van deze collaps en verwittigde de hulpdiensten.

Bij hun aankomst had de vrouw een gaspende ademhaling en een asystolie als initieel ritme. ALS-reanimatie werd onmiddellijk gestart, maar er was nog altijd sprake van persisterende asystolie ondanks hoge doses adrenaline, atropine en adequate reanimatie. Aankomst op spoedgevallen was vijfenveertig minuten na aanvang van de reanimatie

Echocardiografie bevestigde een hartstilstand en een gedilateerde rechterventrikel zonder andere afwijkingen. Een massieve longembolie werd vermoed en intraveneuze tenecteplase (8000 IU), trombolyticum, werd toegediend in bolus, waarna borstcompressie werd voortgezet met behulp van AutoPulse™. Omdat de asystolie voortdurend was na 105 minuten, werd reanimatie gestopt waarna de patiënt overleed.

Bij de autopsie werden geen longembolie gevonden, maar wel lever- en miltrupturen met een liter vrij abdominaal bloed. Daarbij vond men ook bilaterale dorsale ribfracturen, een gebroken manubrium van het sternum en laterale cutane snijwonden. Deze letsels werden sterk geassocieerd met het gebruik van AutoPulse™, hoewel een verband met eerdere handmatige externe hartmassage niet kan worden uitgesloten. Microscopisch onderzoek toonde recent en langdurig ischemische schade van het myocard.

8. Discussie

Tijdens de verwerking van de verzamelde resultaten viel het op dat er nood is aan objectief onderzoek naar mechanische hulpmiddelen voor hartmassage, hun voor- en nadelen en hun outcome.

Het merendeel van de objectieve resultaten toonden geen overduidelijk pluspunt voor mechanische uitvoering van hartmassage. Indien er wel een uitmuntend positieve outcome was in het onderzoek bleek de studie echter vaak gesponsord te zijn door fabrikanten van mechanische hulpmiddelen voor thoraxcompressie. Dit geeft een vals positieve resultaten.

Momenteel kunnen de mechanische hulpmiddelen de traditionele manuele hartmassage dus nog niet vervangen. Dit terwijl de kwaliteit van handmatige pompbewegingen afneemt binnen de minuut door vermoeidheid van de hulpverlener, zelfs zonder dat die zich daarvan bewust is. (Rubertsson S., et al., 2005; Steen S., et al., 2002; Axelsson C. et al., 2006).

Naar mijn mening is het dus belangrijk dat er hieromtrent in de toekomst onafhankelijk onderzoek wordt uitgevoerd. Verder is het van cruciaal belang dat er positieve evolutie komt in de apparatuur voor mechanische thoraxcompressie zodat de meest effectieve hartmassage kan worden uitgevoerd zonder bijkomende complicaties dit zowel in het voordeel van de professionele hulpverlener als dat van de patiënt.

9. Besluit

Uit deze literatuurstudie blijkt dat het merendeel van de mechanische hulpmiddelen voor hartmassage operationele beperkingen hebben als gevolg van de toepassingstijd, ze zijn lastig te installeren of te bedienen, ze zijn onstabiel op de borst. Tevens zijn ze zwaar en duur om aan te kopen. En tot slot leveren ze niet altijd betere resultaten.

Er zijn eveneens te weinig humane studies die verschillen tussen handmatige en mechanische externe borstcompressie ten opzichte van hemodynamica en outcome aantonen en verklaren.

Op dit moment zijn er weinig gegevens waaruit blijkt dat er een verbeterde overleving bestaat met mechanische externe thoraxcompressie. De verklaring hiervoor is dat er nog niet voldoende studies zijn uitgevoerd. Automatische mechanische CPR zou een zo adequaat mogelijke circulatie moeten leveren aan de hersenen en het hart tijdens reanimatie. Maar gemechaniseerde apparatuur zal nooit het belang van de manuele eerste hulptechnieken overnemen.

Het doel voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek zou het ontwikkelen van mechanische hulpmiddelen die gemakkelijk aan te brengen zijn bij de patiënt. Dergelijke apparatuur moet het hemodynamische profiel verbeteren ten opzichte van manueel uitgevoerde borstcompressie en zou geen majeure complicaties met zich mogen meebrengen. De mechanische hulpmiddelen kunnen op dat ogenblik voldoende het ABC-aspect van BLS ondersteunen terwijl de hulpverlener zich kan concentreren op ALS interventies zonder onderbreking van externe thoraxcompressie. Dan pas is het mogelijk om de kans op een goede outcome te verhogen.

10. Literatuurlijst

Steen S., Sjöberg T., Olsson P., Young M. (2005). Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation*, 67, 25-30.

Herlitz J., Svensson L., Holmberg S., Angquist KA., Young M. (2005). Efficacy of bystander CPR: intervention by lay people and by healthcare professionals. *Resuscitation*, 66, 291-295.

Balemans E., Claes J., Dispa B., Geys R. (2012). Reanimatie kennen, kunnen en doen. Eindwerk 3^{de} jaar Bachelor in de Verpleegkunde.

Gass D., Curry L. (1983). Psychians' and nurses' retention of knowledge and skill after training in cardiopulmonary resuscitation. *Canadian Medical Association Journal*, 128, 550-551.

Knack (2014). Maak reanimatie een verplicht schoolvak [online]. <http://www.knack.be/nieuws/gezondheid/maak-reanimatie-een-verplicht-schoolvak/article-normal-133291.html> (raadpleging op 13 maart 2014)

Smekal D, Johansson J., Huzevka T., Rubertsson S. (2009). No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manuel chest compressions compared with mechanical compressions with the LUCAS™ decive – A pilot study. *Resuscitation*, 80, 1104-1107.

European Resuscitation Council (2010). Guidelines for Resuscitation 2010. Ierland: Elsevier.

Jolife AB. (2006). LUCAS™ chest compression system: Instructions for use. Zweden: Medtronic.

Nolan J.P., Soar J., Zideman D.A., Biarent D., Bossaert L.L., Deakin C., Koster R.W., Wyllie J., Böttiger B. (2010). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010, *Resuscitation*, 81, 1219-1451.

Cunningham L.M., Mattu A., O'Connor R.E., Brady W.J. (2012). Cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: the importance of uninterrupted chest compressions in cardiac arrest resuscitation. *The American Journal of Emergency Medicine*, 30, 1630-1638.

Russell H.P. (2007). A history of mechanical devices for providing external chest compressions. *Resuscitation*, 73, 330-336.

Nuland S.B. (1995). *How we die: reflections of life's final chapter*. New York: Random House.

Ristagno G., Tang W., Wang H., Sun S., Weil M.H. (2007). Comparison between mechanical active chest compression-decompression and standard mechanical chest compression. *Circulation*, 116, 929-930.

Wigginton J.G., Isaacs S.M., Kay J.J. (2007). Mechanical devices for cardiopulmonary resuscitation. *Current Opinion in Critical Care*, 13, 273-279.

Abella B.S., Alvarado J.P., Myklebust H., Edelson D.P., Barry A., O'Hearn N. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *The Journal of the American Medical Association*, 293(3), 305-310.

Wik L., Kramer-Johansen J., Myklebust H., Sørebo H., Svensson L., Fellows B. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *The Journal of the American Medical Association*, 293(3), 299-304.

Wik L., Bircher N. G., Safar P. (1996). A comparison of prolonged manual and mechanical external chest compression after cardiac arrest in dogs. *Resuscitation*, 32, 241-250.

Steen S., Liao Q., Pierre L., Paskevicius A., Sjöberg T. (2002). Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation*, 55, 285-299.

Steen S., Sjöberg T., Olsson P., Young M. (2005). Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation* 67, 25-30.

Koninklijk besluit van 16 januari 2006 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van lawaai op het werk. (B.S. 15.2.2006)

Liao Q., Sjöberg T., Paskevicius A., Wohlfart B., Steen S. (2010). Manual versus mechanical cardiopulmonary resuscitation. An experimental study in pigs. *BMC Cardiovascular Disorders*, 10, 53.

Nolan J.P., Soar J., Zideman D.A., Biarent D., Bossaert L.L., Deakin C., Koster R.W., Wyllie J., Böttiger B. (2010). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010, *Resuscitation*, 81, 1219-1451.

Ong M.E.H., Ornato J.P., Edwards D.P., Dhindsa H.S., Best A.M., Ines C.S., Hickey S., Clark B., Williams D.C., Powell R.G., Overton J.L., Peberdy M.A. (2006). Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *The Journal of the American Medical Association*, 295, 2629–2637.

Hallstrom A., Rea T.D., Sayre M.R., Christenson J., Anton A.R., Mosesso V.N., Van Ottingham L., Olsufka M., Pennington S., White L.J., Yahn S., Husar J., Morris M.F., Cobb L.A. (2006). Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest. *The Journal of the American Medical Association*, 295, 2620–2628.

Axelsson C., Nestin J., Svensson L., Axelsson A.B., Herlitz J. (2006). Clinical consequences of the introduction of mechanical chest compression in the EMS system for treatment of out-of-hospital cardiac arrest - A pilot study. *Resuscitation*, 71, 47–55.

Putzer G., Braun P., Zimmermann A., Pedross F., Strapazon G., Brugger H., Paal P. (2013). LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue – A prospective, randomized, cross-over manikin study. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31, 384-389.

Rubertsson S., Karlsten R. (2005). Increased cortical cerebral blood flow with LUCAS; a new device for mechanical chest compressions compared to standard external compressions during experimental cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 65, 357-363.

Risom M., Jørgensen H., Rasmussen L.S., Sørensen A.M. (2008). Resuscitation, prolonged cardiac arrest, and an automated chest compression device. *The Journal of Emergency Medicine*, Vol. 38, No. 4, 481-483.

Perkins G.D., Woollard M., Cooke M.W., Deakin C., Horton J., Lall R., Lamb S.E., McCabe C., Quinn T., Slowther A., Gates S. (2010). Prehospital randomised assessment of a mechanical compression device in cardiac arrest (PaRAMeDIC) trial protocol. *The Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 18, 58.

Yuan W., Wang S., Li C.-S. (2013). The effects of 3 different compression methods on intrathoracic pressure in a swine model of ventricular fibrillation. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31, 100-107.

Xanthos T., Karatzas T., Stroumpoulis K., Lelovas P., Simitsis P., Vlachos I., Kouraklis G., Kouskouni E., Dontas I. (2012). Continuous chest compressions improve survival and neurologic outcome in a swine model of prolonged ventricular fibrillation. *The American Journal of Emergency Medicine*, 30, 1389-1394.

Yost D., Phillips R.H., Gonzales L., Lick C.J., Satterlee P., Levy M., Barger J., Dodson P., Poggi S., Wojcik K., Niskanen R.A., Chapman F.W. (2012). Assessment of CPR interruptions from transthoracic impedance during use of the LUCASTM mechanical chest compression system. *Resuscitation*, 83, 961-965.

Smekal D., Johansson J., Huzevka T., Rubertsson S. (2011). A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCASTM device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 82, 702-706.

Omori K., Sato S., Sumi, Y., Inoue Y., Okamoto K., Uzura M., Tanaka H. (2013). The analysis of efficacy for AutoPulseTM-system in flying helicopter. *Resuscitation*, 84, 1045–1050.

Hoke R.S., Chamberlain D. (2004). Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 63, 327–338.

Truhlar A., Hejna P., Zabka L., Zatopkova L., Cerny V. (2010). Injuries caused by the autopulse and LUCAS II resuscitation systems compared to manual chest compressions. *Resuscitation*, 81, 62.

Ong M.E.H., Fook-Chong S., Annathurai A., Hu Ang S., Tiah L., Yong K.L., Koh Z.X., Yap S., Sultana P. (2012). Improved neurologically intact survival with the use of an automated, load-distributing band chest compression device for cardiac arrest presenting to the emergency department. *Critical Care*, 16, 144.

Krep H., Mamier M., Breil M., Heister U., Fischer M., Hoeft A. (2007). Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulseTM-system: a prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation*, 73, 86-95.

de Rooij P.P., Wiendelsa D.R., Snellen J.P. (2009). Letter to the Editor: fatal complication secondary to mechanical chest compression device. *Resuscitation*, 80, 1214-1215.

Wind J., Bekkers S.C.A.M., van Hooren L.J.H. (2009). Case report: extensive injury after use of a mechanical cardiopulmonary resuscitation device. *The American Journal of Emergency Medicine*, 27, 1017.e1-1017.e2.

11. Bijlages

Bijlage 1:

CPR-traumascore

Wik L., Bircher N. G., Safar P. (1996). A comparison of prolonged manual and mechanical external chest compression after cardiac arrest in dogs. *Resuscitation*, 32, 241-250.

| | |
|---|--|
| Thoracic cavity (left and right) | <ol style="list-style-type: none"> 0. Chest deformed but no bruises 1. Rib contusions 2. Rib fracture and/or pneumothorax 3. One rib fracture and/or pneumothorax 4. Two rib fractures and/or pneumothorax 5. Four or more rib fractures and/or pneumothorax |
| Liver | <ol style="list-style-type: none"> 0. No trauma 1. Small superficial bruising 2. Large superficial bruising 3. Small laceration + haemoperitoneum 4. Large laceration + haemoperitoneum 5. Severe laceration + haemoperitoneum |
| Heart | <ol style="list-style-type: none"> 0. No trauma 1. Small epicardial punctuate haemorrhage 2. Epicardial punctuate haemorrhage 3. Epicardial haemorrhage >4 cm' 4. Transmural cardiac contusion 5. Transmural cardiac contusion + haemopericardium |
| Intestine + Stomach | <ol style="list-style-type: none"> 0. No trauma 1. Superficial bruises 2. Some blood in gastric tube 3. More blood in gastric tube 4. Severe bleeding (> 2 ml/kg) 5. Open rupture or necrosis |
| Lungs (left and right) | <ol style="list-style-type: none"> 0. No trauma 1. Atelectasis 2. Atelectasis + < 5 small areas of haemorrhage 3. Atelectasis+ >5 small areas of haemorrhage 4. Atelectasis+ multiple lobar hemorrhages 5. Lobar haemorrhage+ haemothorax |

| | |
|---------------------------|---|
| Skin | <ol style="list-style-type: none">0. No trauma1. Defibrillation burns or small piston abrasions2. Small wounds3. Large wounds4. Penetrating wounds5. Large penetrating wounds |
| Endotracheal blood | <ol style="list-style-type: none">0. No trauma1. Stops immediately2. Stops <4 h after resuscitation3. Stops 4-6 h after resuscitation4. Continuous5. Continuous, exsanguinating |

