Maastricht University

The contribution of citizen rescuers to survival after out-of-hospital cardiac arrest

Citation for published version (APA):

Pijls, R. W. M. (2019). *The contribution of citizen rescuers to survival after out-of-hospital cardiac arrest*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. ProefschriftMaken. https://doi.org/10.26481/dis.20191129rp

Document status and date:
Published: 01/01/2019

DOI:
10.26481/dis.20191129rp

Document Version:
Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

• A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
• The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
• The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the “Taverne” license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 19 Apr. 2024

Samenvatting

Het doel van het proefschrift is om te bepalen of een burgerhulpsysteem bijdraagt aan een hogere overleving na een (cardiale) hartstilstand buiten het ziekenhuis. Het burgerhulpsysteem bestaat uit burgers die worden opgeroepen om een slachtoffer van een hartstilstand te reanimeren. We hebben ook onderzocht welke factoren bijdragen aan het prestatievermogen van het systeem, wat de onderliggende oorzaken (zowel cardiaal als niet cardiaal) van de hartstilstanden buiten het ziekenhuis zijn en wat de kenmerken van het burgerhulpsysteem zijn. Over een periode van 2 jaar werden alle gegevens met betrekking tot reanimaties buiten het ziekenhuis in de provincie Limburg verzameld.

In **hoofdstuk 2** werd de effectiviteit van het burgerhulpsysteem bepaald door twee groepen met elkaar te vergelijken. In één groep werd het burgerhulpsysteem geactiveerd maar kwam geen enkele vrijwilliger bij de reanimatie opdagen (*n*=131). In deze groep werd dus de standaard zorg voor een reanimatie buiten het ziekenhuis geleverd. In de andere groep werd het burgerhulpsysteem geactiveerd en kwam er minimaal één vrijwilliger bij de reanimatie opdagen (*n*=291). In deze groep werd er dus naast de standaard zorg extra hulp geboden door de vrijwilliger(s). Het bleek dat de overleving (tot ontslag uit het ziekenhuis) in de eerste groep 16 procent was en in de tweede groep 27 procent (*P*=.013). Dit komt overeen met een odds ratio (OR) van 1.95 (95% CI 1.15–3.33; *P*=.014). Na correctie voor mogelijk verstorende factoren nam de odds ratio toe (OR=2.82; 95% CI 1.52–5.24; *P*=.001). Van de 100 overlevers werd 92% naar huis ontslagen zonder of met beperkte neurologische gevolgen.
De hogere overlevingskans in de aanwezigheid van vrijwilligers suggereert dat het systeem de tijd van het ontstaan van de hartstilstand tot start van de reanimatiepoging verkort. Dit wordt ondersteund door de bevinding dat een schokbaar ritme vaker aanwezig was als er vrijwilligers kwamen opdagen (59.9% versus 46.5%, *P*=.015). Deze bevinding kan samenhangen met de kortere tijdsduur tot start van de reanimatie maar ook aan de goede kwaliteit van de reanimatiehandelingen van de vrijwilligers. Het burgerhulpsysteem blijkt dus effectief te zijn in het verhogen van de overlevingskans na een plotselinge hartstilstand buiten het ziekenhuis op basis van een cardiale oorzaak en in de meeste gevallen met een goede neurologische uitkomst.

De kans op overleving wordt steeds kleiner als het tijdsinterval tussen het optreden van de hartstilstand en begin van de reanimatie groter wordt. De ambulancedienst arriveert vaak (72.8%) na 6 minuten. Het doel van het burgerhulpsysteem is dan ook om ervoor te zorgen dat zo snel mogelijk adequate hulp (vrijwilligers) bij het slachtoffer ter plaatse is zodat de reanimatie al kan worden gestart voordat de ambulance arriveert. Het systeem is dus waarschijnlijk het meest effectief als het wordt ingezet in situaties waarbij er een vertraging aanwezig is tussen de aanvang van de harstilstand en het starten van het reanimeren. Factoren die vertragend zouden kunnen werken zijn de locatie van het slachtoffer (thuis versus publieke locatie), het

dagdeel waarin de hartstilstand optreedt (overdag versus avond/nacht) en aanrijdtijden van de ambulance. Daarnaast zal het reduceren van de tijd tussen aanvang van de harstilstand en het starten met reanimeren door de inzet van vrijwilligers waarschijnlijk meer effect hebben bij hartstilstanden waarbij een getuige aanwezig was. Hartstilstanden waarbij geen getuige aanwezig is hebben al bij voorbaat een slechte prognose. In **hoofdstuk 3** hebben we de invloed van deze vier factoren op het prestatievermogen van het systeem onderzocht. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de effect van het systeem het hoogst is in situaties waarbij er een getuige aanwezig was bij de plotselinge hartstilstand (OR=2.25; 95% CI 1.27 – 4.00; *P*=.005) vergeleken met de situatie waarbij er geen getuige aanwezig was (OR=0.64; 95% CI 0.10 – 4.05; *P*=.638), waarbij de hartstilstand plaatsvond in de thuissituatie (OR=2.28; 95% CI 1.21 – 4.28; *P*=.011) vergeleken met hartstilstanden buiten de thuissituatie (OR=1.36; 95% CI 0.47 – 3.89; *P*=.570), waarbij de aankomsttijd van de eerste ambulance 7 tot 10 minuten was (OR=2.63; 95% CI 1.09 – 6.35; *P*=.032) vergeleken met een aankomsttijd van ≤ 6 minuten (OR=1.96; 95% CI 0.81 – 4.73; *P*=.137) of een aankomsttijd van ≥ 11 minuten (OR=1.29; 95% CI 0.39 – 4.31; *P*=.679), en in situaties waarbij de reanimatiesetting ontstond in de avond of nacht (OR=3.07; 95% CI 1.34 – 7.03; *P*=.008) vergeleken met situaties waarbij de reanimatie setting overdag ontstond (OR=1.32; 95% CI 0.65 – 2.67; *P*=.441). De *P*-waarden voor de interactietests waren, waarschijnlijk door het beperkt aantal patiënten, niet significant.

Hoofdstuk 4 vormt een inventarisatie van de oorzaken van plotselinge hartstilstanden buiten het ziekenhuis en de omstandigheden waarin de hartstilstanden optraden. Tijdens de onderzoeksperiode zijn 1546 hartstilstanden in de provincie Limburg geregistreerd. Van deze 1546 bleken er 461 een lijkvinding te zijn. Reanimaties die in de ambulance ontstonden (*n*=32) werden geëxcludeerd evenals reanimaties in besloten publieke locaties met een AED en bedrijfshulpverleners (*n*=85). In totaal werden er 968 reanimaties geïncludeerd waarbij het burgerhulpsysteem bij 492 reanimaties werd geactiveerd en bij 476 reanimaties niet. Als het systeem geactiveerd was kon de oorzaak van de hartstilstand in 345 achterhaald worden en bleek deze in 83.2% (287/345) cardiaal te zijn. De belangrijkste oorzaak van de cardiale hartstilstanden was acuut en chronisch coronarialijden en in bijna 84% vond de hartstilstand in de thuissituatie plaats. In 75% van de hartstilstanden was er een getuige waarbij in 60.9% van deze gevallen de getuige of omstanders begonnen met reanimeren. In 18% van de gevallen was de burgerhulpverlener de eerste die begon met reanimeren voordat de ambulance arriveerde. In ongeveer 75% arriveerde de ambulance na 6 minuten of later.
Het bleek dat de meerderheid van de patiënten met een plotselinge hartstilstand geen cardiovasculaire voorgeschiedenis heeft, dat het vaak (83%) gevallen betreft met een cardiale oorzaak en dat veel hartstilstanden in de thuissituatie plaatsvinden (84%).

De incidentie van een plotselinge hartstilstand buiten het ziekenhuis met cardiale oorzaak werd onderzocht in **hoofdstuk 5**. Tevens werden vragen beantwoord als: hoe vaak is het systeem bij plotselinge hartstilstanden geactiveerd en wat waren de redenen om het

systeem niet te activeren; hoe vaak kan een vrijwilliger per jaar worden opgeroepen; heeft de vrijwilligersdichtheid invloed op de overlevingskans?

De ruwe (ongecorrigeerde) incidentie van een plotselinge hartstilstand buiten het ziekenhuis met een cardiale oorzaak bedraagt 69 per 100,000 inwoners per jaar, 94 per 100,000 mannen per jaar en 44 per 100,000 vrouwen per jaar. De voor leeftijd en geslacht gestandaardiseerde incidentie met behulp van de European Standard Population (ESP) bleek 67 per 100,000 inwoners per jaar, 95 per 100,000 mannen per jaar en 39 per 100,000 vrouwen per jaar. In overeenstemming met andere studies[1-6] bleek bij alle leeftijdsgroepen de incidentie hoger te zijn voor mannen dan voor vrouwen en piekte de incidentie in de leeftijdsgroep 70 tot en met 79 jaar.

Tijdens de onderzoeksperiode waren er ongeveer 9000 geregistreerde vrijwilligers. Van deze 9000 vrijwilligers was 60% man, had 59% geen ervaring met werkelijke reanimaties en was 27.4% zorgprofessional. In 51.3% bleek er wel een plotselinge hartstilstand te zijn maar werd het systeem niet geactiveerd. Vaak (47.9%) was de reden hiervoor dat er tijdens de 112-melding nog geen sprake was van een hartstilstand. De reanimatiesetting ontstond pas op het moment dat de eerste ambulance al aan het rijden was. Het kwam ook voor dat de postcode van de reanimatielocatie niet bekend was (15.4%) waardoor het systeem niet kon worden geactiveerd of dat er al medische hulp (zoals een arts tijdens een wielerronde) aanwezig was op de locatie (8.8%). Tijdens de onderzoeksperiode is het systeem 1076 keer geactiveerd waarbij er 548 (51%) keer geen daadwerkelijke reanimatiesetting aanwezig was. Ook bleek dat vrijwilligers gemiddeld 1 keer per jaar opgeroepen worden. De effectiviteit van het systeem lijkt een relatie te hebben met het procentuele aantal vrijwilligers in een gemeente. In gemeenten met een vrijwilligersdichtheid van ≥7.5 vrijwilligers per 1000 inwoners werd een overlevingskans van 34.8% gezien indien er vrijwilligers gehoor gaven aan de oproep. De overlevingskans was met 20.6% lager in gemeenten met een dichtheid van minder dan 2.5 vrijwilligers per 1000 inwoners.

References

1. de Vreede-Swagemakers JJ, Gorgels AP, Dubois-Arbouw WI, et al. Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990's: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. J Am Coll Cardiol. 1997;30:1500-5.
2. Chugh SS, Reinier K, Teodorescu C, et al. Epidemiology of sudden cardiac death: clinical and research implications. Prog Cardiovasc Dis. 2008;51:213-28.
3. Straus SM, Bleumink GS, Dieleman JP, van der Lei J, Stricker BH and Sturkenboom MC. The incidence of sudden cardiac death in the general population. J Clin Epidemiol. 2004;57:98-102.
4. Waalewijn RA, de Vos R and 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;38:157-67.
5. Kannel WB and Schatzkin A. Sudden death: lessons from subsets in population studies. J Am Coll Cardiol. 1985;5:141B-149B.
6. Kim C, Fahrenbruch CE, Cobb LA and Eisenberg MS. Out-of-hospital cardiac arrest in men and women. Circulation. 2001;104:2699-703.

Summary

Sudden out-of-hospital circulatory arrest (OHCA) is an important public health problem[1, 2] in industrialised countries and mainly caused by cardiac disease.[3] In order to increase the low survival rates of OHCA a community responder system was developed in which trained volunteers can be notified and send to an OHCA. Although the system is widely implemented in the Netherlands it is not known whether this system has an effect on survival of OHCA. This thesis evaluates the benefit of the system regarding outcomes of the victims, the efficiency and effectiveness of the system, and the potentical burden to the citizen rescuers. The results of the different studies this thesis comprises are described and summarised below.

Chapter 2 Does the text message alert system for trained volunteers improve out-of-hospital cardiac arrest survival?

Whether the community responder system (alert system) improves survival at hospital discharge in victims of OHCA due to a cardiac cause is reported in this chapter. On site resuscitation attempts for presumed cardiac arrest were made in 833 cases who were still alive at the moment of arrival of one or more volunteers or the ambulance. The alert system was activated in 422 cases. The study population consisted of these 422 cases. Two cardiopulmonary resuscitation (CPR) scenarios were compared: 1. alert system was activated but no responders attended (*n*=131), and 2. alert system was activated with attendance of 1 or more responder(s) (*n*=291). Scenario 1 (with no responders attending) is an unwanted situation, but for the purpose of our study these cases were considered as the reference group because survival of the OHCA victims depended on standard care.

The primary outcome measure was the proportion of OHCA victims who survived to hospital discharge. Secondary outcome measures were proportion with return of spontaneous circulation (ROSC) at departure from site of the OHCA and at hospital arrival, proportion with discharge to rehabilitation centre and nursing / caring home and Modified Rankin[4] score (mRS); a score which is used to determine the degree of disability at hospital discharge.

Survival to hospital discharge was 16.0% in scenario 1 (no responders) and 27.1% in scenario 2 (one or more responders) corresponding with odds ratio (OR)=1.95 (95% CI 1.15–3.33; *P*=.014). After adjustment for potential confounders the OR increased (OR=2.82; 95% CI 1.52–5.24; *P*=.001). Of the 100 survivors, 92% were discharged from the hospital to their home with no or limited neurological sequelae.

The higher survival rate in scenario 2 compared to scenario 1 suggests that the system successfully can decrease the time between onset of the OHCA and start of resuscitation. Importantly, a shockable initial rhythm was recorded more often in scenario 2 compared to scenario 1 (59.9% vs 46.5%, *P*=.015). This finding could be related to a decrease in time to start resuscitation, but also to high quality basic life support (BLS) efforts of these certified volunteers. It is concluded that the alert system is effective in increasing survival to hospital

discharge after a sudden cardiac arrest and that the degree of disability or dependence after survival is low.

Chapter 3 Factors modifying performance of the citizen text message alert system in improving survival of out-of-hospital cardiac arrest

The aim of this study was to explore whether the contribution of the system to survival depended on factors that prolong delay between onset of OHCA and start of resuscitation. Modifying factors that were studied were: a) witnessed versus non-witnessed arrests; b) arrests at home versus arrests out of home; c) arrival time at the OHCA location of the first ambulance and d) whether the OHCA occurred during the day or during the evening/night. The study population was the same as in chapter 2. Survival of 291 cases with out-of-hospital cardiac arrest where one or more volunteers attended (scenario 2) was compared with survival of 131 cases with out-of-hospital cardiac arrest where no volunteers attended and only standard care was given (scenario 1). The impact of the alert system on survival was higher in a) witnessed arrests (OR=2.25; 95% CI 1.27 – 4.00; *P*=.005) when compared with unwitnessed arrests (OR=0.64; 95% CI 0.10 – 4.05; *P*=.638); (b) arrests that occurred in the home (OR=2.28; 95% CI 1.21 – 4.28; *P*=.011) when compared to arrests outside the home (OR=1.36; 95% CI 0.47 – 3.89; *P*=.570); (c) arrests where the ambulance arrived with a delay of 7–10 min (OR=2.63; 95% CI 1.09 – 6.35; *P*=.032) compared to arrival with a delay of ≤ 6 minutes (OR=1.96; 95% CI 0.81 – 4.73; *P*=.137) or a delay of ≥ 11 minutes (OR=1.29; 95% CI 0.39 – 4.31; *P*=.679) ; and (d) arrests at evening/night (OR=3.07; 95% CI 1.34 – 7.03; *P*=.008) when compared with arrests at during daytime (OR=1.32; 95% CI 0.65 – 2.67; *P*=.441). *P*-values from tests for interaction were non-significant, probably due to low sample size.

The results show that survival gain due to the volunteer system is higher in resuscitation settings wherein volunteers can substantially shorten the delay between onset of OHCA and start of resuscitation. Evidently, in case of unwitnessed OHCAs volunteers cannot contribute much to improve survival as the prognosis is already poor from the beginning. Whether an OHCA is witnessed or not is related to the location of the cardiac arrest. OHCAs occurring outside the home have a higher probability of being witnessed and therefore being resuscitated by witnesses/bystanders before arrival of the emergency medical services (EMS). We found that OHCAs inside the home were less likely being witnessed and that CPR was started by a witness or bystander in only 50%, implying that in the other half of OHCA victims the delay time until the start of resuscitation depends strongly on the arrival time of the EMS. This also explains why the alert system was most effective when the arrival time of the ambulance was between 6 and 11 minutes (44.5% of the cases). These 6 to 11 minutes can be considered as the window of opportunity for the notified community responders. In this window their efforts have maximum effect on survival whereas at later arrival times of the ambulance this benefit decreases because professional care by ambulance personnel comes (too) late. Our study also suggested that gain in survival due to the system was more evident during the evening/night than during daytime. A possible explanation is a lower activation state of

the dispatch/ambulance system and/or less availability of the ambulances in the evening/night. The ambulance arrival times during the evening/night were longer compared to the ambulance arrival times during the day. During the evening/night 34.5% of the ambulances arrived after 11 minutes whereas during the day 20.6% arrived after 11 minutes (*P* = <.001).

Chapter 4 Circumstances and causes of sudden circulatory arrests in the Dutch province of Limburg and the involvement of citizen rescuers

Aim of the study was to verify whether the system was deployed in conditions for which it initially was developed by providing a description of the circumstances and causes of OHCAs, specifically were community responders are involved. During the 2-year study period 1546 OHCAs in the Dutch province of Limburg were recorded of which 461 victims with prolonged death; a resuscitation setting was present in 1085 cases including both cardiac and non-cardiac arrests and cases with a do not resuscitate (DNR) policy. Within ambulance arrests (*n*=32) and OHCAs occurring in closed public places with an on-site automated external defibrillator (AED) and local rescuers (*n*=85) were excluded resulting in 968 OHCAs eligible for this study. The distribution of causes of OHCA, patient characteristics and resuscitation settings were compared between 492 arrests wherein volunteers were notified and 476 arrests where the dispatcher decided not to do so. The latter situation occurred frequently because the ambulance was already heading or present at the scene at the time the clinical situation of the patient deteriorated in a resuscitation setting.

In case of notification the cause of OHCA was identifiable in 345 cases and of cardiac origin (treatable) in 83.2% (287/345). About 41% of the cardiac arrests were caused by acute or chronic coronary artery disease. OHCA occurred within the home environment in about 84%. The OHCA was witnessed in 75% of the cases. In 60.9% of the cases a witness or bystander had already started BLS. However, in approximately 18% of the OHCAs the volunteer was the first to start BLS before arrival of the ambulance. In about 75% of the OHCAs the ambulance arrived at 6 minutes or later after time of notification by the dispatch centre.

It is concluded that the alert system is predominantly activated in situations for which it was developed. Furthermore it was found that the majority of patients have no cardiovascular history, that it frequently regards cases with a cardiac cause (83%) and cases in the home environment (84%). The majority of patients encountered by the volunteers had 'hearts too good to die'[5], underscoring the benefit of deploying citizen rescuers in programs to improve survival of OHCA victims.

Chapter 5 Characteristics of a novel citizen rescue system for out of hospital cardiac arrest in the Dutch province of Limburg. The relation to incidence and survival

This study used the data from the registry to estimate the incidence of OHCA and to address questions such as: how often is the system activated in case of OHCAs and what were reasons

to not activate the system; what is the mean notification rate per volunteer; is volunteer density related to survival?

Based on a total of 1546 OHCAs and prolonged deaths, crude incidence was 69 per 100,000 inhabitants per year, 94 per 100,000 men per year and 44 per 100,000 women per year. After standardisation for age with the European Standard Population (ESP), incidence was 67 per 100,000 inhabitants per year, 95 per 100,000 men per year and 39 per 100,000 women per year. In all age groups, the incidence rate of men was higher compared to women in agreement with previous studies[1, 6-10] where OHCA rates in men were 2 to 3 times higher. Also as expected, incidence peaked at the age group 70-79 years. To more accurately assess incidence we also included, in contrast to many studies[2], cases who were found dead unexpectedly and without resuscitation effort.

During the 2-year study period about 9000 volunteers were registered, 60% being male, 59% with no experience in actual resuscitation and 27.4% being health care professionals. The system was not activated in 557/1085 (51.3%) OHCAs, mostly because there was no resuscitation setting present at the moment of the emergency call or medical help was already at the location or close by. Another reason for not activating the system was absence of the zip code of the location of resuscitation. Rescuer notifications occurred in 1076 occasions, with no resuscitation setting being present in 548/1076 (50.9%) cases. Community responders were notified at a mean rate of 1.3 times per year.

A positive relation was found between community responder density and percentage of survival to hospital discharge. If the density exceeded 0.75%, survival increased to 34.8% compared to 20.6% at a density below 0.25%.

References

1. de Vreede-Swagemakers JJ, Gorgels AP, Dubois-Arbouw WI, et al. Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990's: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. J Am Coll Cardiol. 1997;30:1500-5.
2. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG and Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. Resuscitation. 2010;81:1479-87.
3. Zipes DP and Wellens HJ. Sudden cardiac death. Circulation. 1998;98:2334-51.
4. van Swieten JC, Koudstaal PJ, Visser MC, Schouten HJ and van Gijn J. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. Stroke. 1988;19:604-7.
5. Beck CS and Leighninger DS. Hearts too good to die--our problem. Ohio State Med J. 1960;56:1221-3.
6. Chugh SS, Reinier K, Teodorescu C, et al. Epidemiology of sudden cardiac death: clinical and research implications. Prog Cardiovasc Dis. 2008;51:213-28.
7. Straus SM, Bleumink GS, Dieleman JP, van der Lei J, Stricker BH and Sturkenboom MC. The incidence of sudden cardiac death in the general population. J Clin Epidemiol. 2004;57:98-102.
8. Waalewijn RA, de Vos R and 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;38:157-67.
9. Kannel WB and Schatzkin A. Sudden death: lessons from subsets in population studies. J Am Coll Cardiol. 1985;5:141B-149B.
10. Kim C, Fahrenbruch CE, Cobb LA and Eisenberg MS. Out-of-hospital cardiac arrest in men and women. Circulation. 2001;104:2699-703.