

Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation
- Einsatz eines audiovisuellen Echtzeit-Rückmeldesystems

Karin Grassl

**Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik – Innenstadt
Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. W. Mutschler**

**Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation
– Einsatz eines audiovisuellen Echtzeit-Rückmeldesystems**

**Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

vorgelegt von:

Karin Grassl

aus

München

2009

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv. Doz. Dr. med. Karl-Georg Kanz
Mitberichterstatter:	Priv. Doz. Dr. Alexander Choukèr Prof. Dr. Hans-Joachim Andreß
Mitbetreuung durch den Promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. Bernd A. Leidel
Dekan:	Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR
Tag der mündlichen Prüfung:	03.12.2009

Aufgrund der Relevanz der Ergebnisse wurden Teile der vorliegenden Arbeit im
Februar 2009 mit Genehmigung des Dekanats bereits vorab veröffentlicht:

Grassl K, Leidel BA, Stegmaier J, Bogner V, Huppertz T, Kanz KG

*Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation – Einsatz eines audiovisuellen
Echtzeit-Rückmeldesystems*

Notfall- und Rettungsmedizin 2009, 12: 117-122

Meinen Eltern gewidmet!

„Von früh auf will man zu sich. Aber wir wissen nicht, wer wir sind. Nur daß keiner ist, was er sein möchte oder könnte, scheint klar. Von daher der gemeine Neid nämlich auf diejenigen, die zu haben, ja zu sein scheinen, was einem zukommt. Von daher aber auch die Lust, Neues zu beginnen, das mit uns selbst anfängt. Stets wurde versucht, uns gemäß zu leben.“

Ernst Bloch, Prinzip Hoffnung

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Fragestellung	4
3. Material und Methoden	5
3.1 Untersuchtes Gerät	5
3.2 Studienprotokoll	6
3.3 Messungen	8
3.4 Auswertung	8
4. Ergebnisse	9
4.1 Probandencharakteristik	9
4.2 Kompressionstiefe	10
4.3 Kompressionsfrequenz	13
4.4 Lerneffekt	15
5. Diskussion	17
6. Zusammenfassung	27
Abkürzungsverzeichnis	29
Literaturverzeichnis	30
Danksagung	41
Curriculum vitae	42

1. Einleitung

Jährlich versterben in Deutschland etwa 100.000 Menschen am plötzlichen Herztod, der zumeist durch tachykarde Herzrhythmusstörungen ausgelöst wird [53, 57]. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Herzstillstand korreliert dabei mit dem sofortigen Beginn suffizienter Wiederbelebungsmaßnahmen sowie der schnellen elektrischen Defibrillation bei Vorliegen von Kammerflimmern oder pulsloser Tachykardie innerhalb der ersten Minuten. Trotz zahlreicher Bemühungen die Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) sowie die Ausbildung in den Basismaßnahmen zu verbessern, bleibt die Überlebensrate des präklinischen Herzkreislaufversagens seit Jahrzehnten niedrig und beträgt ca. 8 % und weniger [43, 51]. Gründe hierfür sind vor allem in der verzögerten oder unterlassenen Aufnahme von *Basic Life Support*-Maßnahmen (BLS) durch Laien, in einer ineffektiven Herzdruckmassage und Beatmung sowohl von Laien als auch von Ersthelfern, in einer verspäteten Abgabe des ersten Defibrillationsschocks sowie in der Qualität der Behandlung während der Postreanimationsphase zu suchen [1, 6, 19, 39, 41, 52, 64].

Zahlreiche Maßnahmen wurden unternommen, die Überlebenszahlen des plötzlichen Herztodes zu erhöhen [26, 32]. Hierzu zählen regelmäßige Updates der bestehenden Reanimationsrichtlinien, die auf den neuesten Erkenntnissen der internationalen Reanimationswissenschaft fußen [5, 24]. Zudem wurden *Public Access Defibrillator*-Programme geschaffen, um an öffentlichen Orten eine möglichst frühzeitige Defibrillation zu gewährleisten, wie z.B. in Einkaufszentren, in Flughäfen und in Bahnhöfen [16, 17, 29, 58, 59]. Zusätzlich kam es zum Aufbau von *First Responder*-Systemen mit Schulung von Ersthelfern in der Frühdefibrillation [35]. Hierdurch konnten positive Effekte erzielt werden und es zeigte sich, dass eine CPR plus Defibrillation innerhalb von 3-5 Minuten nach eingetretenem Kollaps zu Überlebensraten von 49-75% führen kann [29, 32, 59]. Außerdem wurden zahlreiche Kompressionstechniken und Hilfsmittel zur Herzdruckmassage entwickelt, um die Qualität der Thoraxkompressionen durch medizinisches Fachpersonal zu

steigern [7, 30, 50, 54, 60, 61]. Hierzu zählen automatisierte Systeme zur Herzdruckmassage wie AutoPulse® und LUCAS®, die zum Teil zu besseren Überlebensraten des Herzkreislaufversagens führten [18, 23, 55]. Denn in mehreren Studien wurde offensichtlich, dass weder Laien, noch Personen, die in Reanimationssituationen erfahren sind, suffiziente Thoraxkompressionen und Atemspenden durchführen können [2, 33, 52, 64]. Zudem wurden Echtzeit-Feedback-Geräte entwickelt, die eine kontinuierliche Überwachung bei der Durchführung der Reanimationsmaßnahmen und somit eine unmittelbare Korrektur insuffizienter Thoraxkompressionen ermöglichen [3, 14, 22, 31, 38, 62]. Sie wurden bereits im Rahmen der Laienreanimation getestet und konnten ebenfalls die Qualität der Herzdruckmassage teilweise verbessern [56, 63].

Eine Kombination aus inadäquaten, unterbrochenen Thoraxkompressionen und insuffizienten Atemspenden führt zu einer reduzierten Herzauswurfleistung, einem reduzierten koronaren und zerebralen Blutfluss und schließlich zu einer verminderten Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Reanimation [8, 12, 28, 36, 37, 47, 48]. Es zeigte sich, dass eine Verbesserung der Kompressionstiefe um 10 mm mit einer relativen Erhöhung der Herzauswurfleistung um 50% assoziiert ist und einer 30%igen relativen Erhöhung des mittleren arteriellen Blutdrucks [47]. Die Leitlinien des *European Resuscitation Council* (ERC) und der *American Heart Association* (AHA) 2005 räumen der Thoraxkompression deshalb einen hohen Stellenwert ein. Das Verhältnis Thoraxkompression zur Ventilation beträgt 30:2 und die Herzdruckmassage soll mit einer Kompressionstiefe zwischen 38 und 51 mm und mit einer Frequenz von 100/min durchgeführt werden [5, 24].

Der plötzliche Herztod ereignet sich zu 60 – 80% der Fälle im häuslichen Umfeld, wo die Überlebenschancen am geringsten sind, da das Herzkreislaufversagen entweder unbeobachtet bleibt, oder in der Regel erst der eintreffende Rettungsdienst mit suffizienten Wiederbelebungsmaßnahmen beginnt [9, 27, 41]. In der Öffentlichkeit ist dagegen die Wahrscheinlichkeit, dass mit einer Herzlungenwiederbelebung (HLW) begonnen wird, etwa viermal und die Überlebenswahrscheinlichkeit des Herzkreislaufversagens etwa

doppelt bis dreifach so hoch [9, 32]. Gründe für die unzureichende Hilfeleistung sind u.a. Angst vor Infektionen und Ekelgefühle vor Erbrochenem bei einer Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Nase-Atemspende [40]. Die Reanimationsrichtlinien tragen diesem Umstand Rechnung. Es werden ausschließlich Thoraxkompressionen ohne Atemspenden empfohlen, falls die Ersthelfer nicht in der Lage oder Willens sind, eine Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Nase-Beatmung durchzuführen [4, 32]. Weitere Gründe einer zurückhaltenden Reanimation durch Laien sind Unkenntnis und Unsicherheit, da die meisten Laien in der Regel über keine aktuellen Kenntnisse der Basisreanimation und über keine Übung in der Durchführung der Herzlungenwiederbelebung verfügen [10].

2. Fragestellung

Mit welchen Maßnahmen könnten Laien unterstützt werden, um die Aufnahme und insbesondere die Durchführung der BLS zu verbessern? Könnte der Einsatz von portablen mechanischen Reanimationshilfen eine sinnvolle Maßnahme sein, die eine apparative Überwachung und Rückmeldung der CPR-Qualität an den Durchführenden in Echtzeit gewährleisten?

Die vorliegende Untersuchung sollte deshalb Aufschluss darüber geben, ob ein neuartig entwickeltes, manuelles, elektro-mechanisches System mit audiovisueller Echtzeit-Rückmeldung die Qualität der Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation verbessern kann, wie das für bereits auf dem Markt befindliche manuelle Geräte zur Thoraxkompression gezeigt werden konnte [11, 15, 45, 49]. Das PocketCPR™ (Zoll Medical, Chelmsford, USA) ist ein Prototyp eines Echtzeit-Feedback-Gerätes, das den Anwender nach Inbetriebnahme durch den Handlungsablauf der Basisreanimation entsprechend der Leitlinien 2005 der AHA führt.

Insgesamt 42 freiwillige Laien nahmen im November und Dezember 2006 an der vorliegenden Untersuchung teil. Es wurden grundsätzlich die Kompressionstiefe und die -frequenz mit und ohne Einsatz der Reanimationshilfe verglichen, um einen eventuellen

Effekt der Reanimationshilfe PocketCPR™ auf die Güte der Thoraxkompressionen erkennen zu können. Zudem wurden die Kompressionstiefe und -frequenz vor und nach Einsatz der Reanimationshilfe verglichen, um festzustellen, ob das System bereits nach einmaliger Benutzung als Trainingsgerät mit positivem Lerneffekt für die Anwender dienen kann.

3. Material und Methoden

3.1 Untersuchtes Gerät

Das untersuchte Gerät PocketCPR™ (Zoll Medical, Chelmsford, USA) ist ein Prototyp einer neu entwickelten, manuellen, elektronischen Reanimationshilfe. Das Gerät ist eigenständig, tragbar, 10.5 x 5 x 2.5 cm groß, circa 80 g schwer, batteriebetrieben, wieder verwendbar und verfügt über einen Lautsprecher sowie insgesamt vier Leuchtanzeigen (Abb. 1). Während der manuellen Thoraxkompression wird es vom Anwender in Längsrichtung auf die Brustbeinmitte der zu reanimierenden Person gelegt, wo es während der gesamten CPR-Maßnahmen verbleibt. Die Thoraxkompressionen werden über das Gerät auf den Thorax ausgeübt. Ein integriertes Akzelerometer misst die Geschwindigkeit und ein zusätzlicher Sensor die Tiefe der durchgeführten Thoraxkompressionen. Das Gerät



Abb. 1: PocketCPR™

meldet in Echtzeit audiovisuell dem Anwender die Qualität der Herzdruckmassage zurück: durch das Aufscheinen aller vier Leuchtanzeigen sowie über ein sprachliches Feedback, das alle 5 Sekunden bei ungenügender und alle 10 Sekunden bei ausreichender Kompressionstiefe zu vernehmen ist. Alle 20 Sekunden fordert das Gerät intermittierend zu zwei Atemspenden auf, wofür die Thoraxkompressionen für 5 Sekunden unterbrochen

werden sollen. Danach beginnt erneut ein 20sekündiger Kompressionszyklus, währenddessen ein Metronom eine Kompressionsfrequenz von 100/min vorgibt. Die Sprachanweisungen sind mit denen von automatisierten externen Defibrillatoren (AED) vergleichbar, führen den Anwender durch den Reanimationsablauf und können bei Bedarf ausgeschaltet werden. Das Gerät hat die aktuellen Empfehlungen für die Basisreanimation entsprechend den Leitlinien 2005 der AHA implementiert.

3.2 Studienprotokoll

Alle Teilnehmer wurden darüber informiert, dass sie an einer Studie teilnehmen und die Qualität ihrer Maßnahmen hierfür aufgezeichnet wird. Bis auf das Geschlecht, das Alter und den Zeitpunkt des letzten Reanimationstrainings sowie dem möglichen Vorhandensein einer medizinischen Ausbildung wurden keine persönlichen Daten erhoben. Vor Versuchsbeginn erhielten alle Studienteilnehmer eine standardisierte 10-minütige Geräteeinweisung in die Handhabung des PocketCPR™, sowie eine Demonstration am Phantom. Zusätzlich wurden vor Beginn der Übungen die Bandansagen mittels eines Wandbildes erklärt, an dem sich die Teilnehmer bei Bedarf auch vor und während der simulierten Reanimationssituation orientieren konnten.



Abb. 2: Simulierte Reanimationssituation

Die Simulation der Reanimationssituation fand für die jeweils aktiven Probanden einzeln und räumlich getrennt von den übrigen Teilnehmern statt, um potentielle Lerneffekte durch Beobachtung und störende Umgebungseinflüsse so gering wie möglich zu halten (Abb. 2).

Die Evaluation der Herzdruckmassage erfolgte am Trainingsmodell Resusci® Anne (Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen). Die Qualität der Thoraxkompressionen wurde mit dem daran angeschlossenen Aufzeichnungsgerät SkillReporter™ (Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen) in Echtzeit erfasst und dokumentiert (Abb. 3).



Abb. 3: Resusci® Anne Trainingsmodell inkl. SkillReporter™

Insgesamt 42 Laien nahmen an der Studie teil. Alle Probanden waren Teilnehmer mehrerer Erste-Hilfe-Kurse bei der Berufsfeuerwehr München, die randomisiert zwei gleich großen Gruppen (Gruppe A und B) zugeordnet wurden. Jeder Proband durchlief jeweils zwei simulierte Reanimationszyklen von zwei Minuten Dauer mit kontinuierlicher Thoraxkompression ohne intermittierende Beatmung am Trainingsmodell jeweils mit und ohne Einsatz des PocketCPR™.

Um einen eventuellen Lerneffekt des PocketCPR™ zu erkennen, wurden im Sinne eines *Cross-Over-Designs* die Ergebnisse der Probanden vor und nach dem Einsatz der Reanimationshilfe verglichen. Teilnehmer der Gruppe A begannen die Simulation im ersten Durchgang ohne Reanimationshilfe und verwendeten sie im zweiten Durchgang. Die Gruppe B begann die Simulation im ersten Durchgang mit der Reanimationshilfe und verzichtete darauf im zweiten Durchgang (Tab. 1)

Randomisierung der teilnehmenden Probanden in Gruppen

	Gruppe A	Gruppe B
1. CPR-Zyklus (2 min)	∅	+
2. CPR-Zyklus (2 min)	+	∅

Tab.1: CPR kardiopulmonale Reanimation, + = mit PocketCPR™, ∅ = ohne Pocket CPR™

3.3 Messungen

Die Qualität der Wiederbelebungsmaßnahmen wurde in dieser Untersuchung über die Tiefe und die Frequenz der Thoraxkompressionen definiert. Diese wurden in beiden Gruppen für jeweils beide Durchgänge in Echtzeit elektronisch erfasst und dokumentiert.

3.4 Auswertung

Um einen eventuellen Effekt der Reanimationshilfe PocketCPR™ auf die Güte der Thoraxkompressionen zu erkennen, wurden grundsätzlich die Kompressionstiefe und die -frequenz der Anwendergruppen mit und ohne Einsatz der Reanimationshilfe verglichen. Und um einen eventuellen Lerneffekt der Reanimationshilfe PocketCPR™ zu erkennen, wurden außerdem die Kompressionstiefe und -frequenz vor und nach Einsatz der Reanimationshilfe verglichen. Da die gegenwärtigen Empfehlungen zur kardiopulmonalen Reanimation bei Erwachsenen keine Differenzierungen bzgl. der Statur und des Körperbaus

der Betroffenen vornehmen, wurden diesbezüglich auch im Rahmen der Untersuchung und Auswertung keine Unterscheidungen vorgenommen.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Softwareprogramm SPSS Version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA). Die jeweils normalverteilten Probandenergebnisse (Kompressionstiefe und -frequenz) wurden zwischen den beiden unabhängigen Gruppen A und B mit dem t-Test für unabhängige Stichproben und innerhalb der beiden Gruppen vor und nach Anwendung der Reanimationshilfe mit dem t-Test für abhängige Stichproben jeweils auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ analysiert.

4. Ergebnisse

4.1 Probandencharakteristik

Im November und Dezember 2006 wurden insgesamt 42 erwachsene Personen als teilnehmende Probanden in die Untersuchung eingeschlossen, davon 27 Männer (64,3%) und 15 Frauen (35,7%). Die Teilnehmer wurden in zwei gleich große Untergruppen A (n=21) und B (n=21) randomisiert. Hiervon befanden sich 12 Männer (57,1%) und 9 Frauen (42,9%) in Gruppe A und 15 Männer (71,4%) und 6 Frauen (28,6%) in Gruppe B (Tab. 2). Das durchschnittliche Alter betrug bei den Männern 44,5 (± 8.9) und bei den Frauen 38,3 (± 9.8) Jahre.

Charakteristik der teilnehmenden Probanden

	Gruppe A (n = 21)	Gruppe B (n = 21)	p-Wert
Durchschnittsalter (Jahre)	40.0 (± 8.9) Jahre	44.6 (± 9.9) Jahre	0.116
Geschlecht (weiblich)	9/21 (42.9 %)	6/21 (28.6 %)	0.002

Tab. 2: Altersangaben in Mittelwerten +/- Standardabweichung, Geschlechtsverteilung in %. Altersunterschiede wurden mittels t-Test für unabhängige Stichproben, Geschlechtsunterschiede mittels Fisher-Test auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ überprüft. Zwischen den beiden randomisierten Probandengruppen bestand kein Altersunterschied, jedoch eine unterschiedliche Geschlechterverteilung.

Alle Teilnehmer waren ungeübte Laien ohne medizinische Fachausbildung und -erfahrung oder gingen seit Jahren nicht mehr einer eventuell früher ausgeübten medizinischen (Berufs-)Tätigkeit nach. Bis auf einen Teilnehmer hatten in der Vergangenheit alle zumindest einmal an einem Wiederbelebungskurs teilgenommen. Die Zeitspanne zwischen dem letzten Erste-Hilfe-Training und der Durchführung der Studie betrug mindestens 1 Jahr. Die meisten Teilnehmer hatten vor mehr als einem Jahr zuletzt ein Erste-Hilfe-Training absolviert.

4.2 Kompressionstiefe

Alle 42 Teilnehmer sollten den Sprachanweisungen der Reanimationshilfe folgen, jedoch der intermittierenden Aufforderung zu zwei Atemspenden nicht nachkommen und stattdessen ununterbrochen Thoraxkompressionen durchführen. Im Sinne eines *Cross-Over*-Studiendesigns stand die Reanimationshilfe PocketCPR™ der Gruppe A (n=21) während des zweiten Durchganges und der Gruppe B (n=21) während des ersten Durchganges zur Verfügung (Tab. 1).

Die durchschnittliche Kompressionstiefe war mit PocketCPR™ in beiden Gruppen tiefer. Die 21 Probanden der Gruppe A erreichten ohne Reanimationshilfe PocketCPR™ eine durchschnittliche Thoraxkompressionstiefe von 41 (± 10) mm und mit PocketCPR™ 44 (± 7) mm. Die 21 Probanden der Gruppe B erzielten mit der Reanimationshilfe eine durchschnittliche Thoraxkompressionstiefe von 44 (± 7) mm und ohne PocketCPR™ 43 (± 8) mm (Tab. 3).

**Effekt der audiovisuellen Reanimationshilfe auf die
Tiefe der Thoraxkompressionen (mm)**

	Mit PocketCPR™	Ohne PocketCPR™	p-Wert
Gruppe A	44 (± 7)	41 (± 10)	0,029
Gruppe B	44 (± 7)	43 (± 8)	0,258

Tab. 3: Alle Angaben als Mittelwert ± Standardabweichung. Unterschiede der Mittelwerte wurden mittels t-Test für abhängige Stichproben auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ überprüft. Die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompression unterschied sich signifikant in Gruppe A, nicht jedoch in Gruppe B.

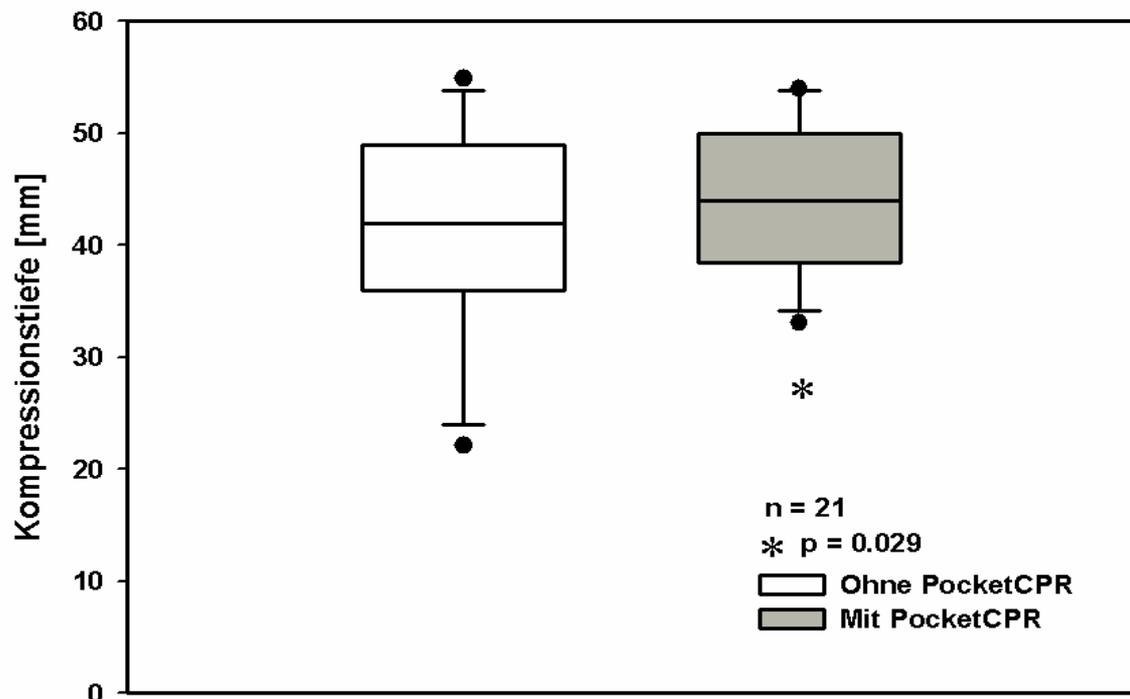


Abb. 4: Kompressionstiefe in mm der Gruppe A mit und ohne PocketCPR™-Anwendung. Die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompressionen unterschied sich signifikant ($p=0,029$)

Es zeigte sich, dass sich die Ergebnisse in Gruppe A mit und ohne Einsatz der Reanimationshilfe signifikant voneinander unterschieden ($p=0,029$) (Abb. 4). In Gruppe B war dies nicht der Fall ($p=0,258$) (Abb. 5). Obwohl die Thoraxkompressionen durch die Anwendung des Gerätes durchschnittlich tiefer waren, verbesserte sich auf einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ nur in Gruppe A die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompressionen, nicht jedoch in Gruppe B.

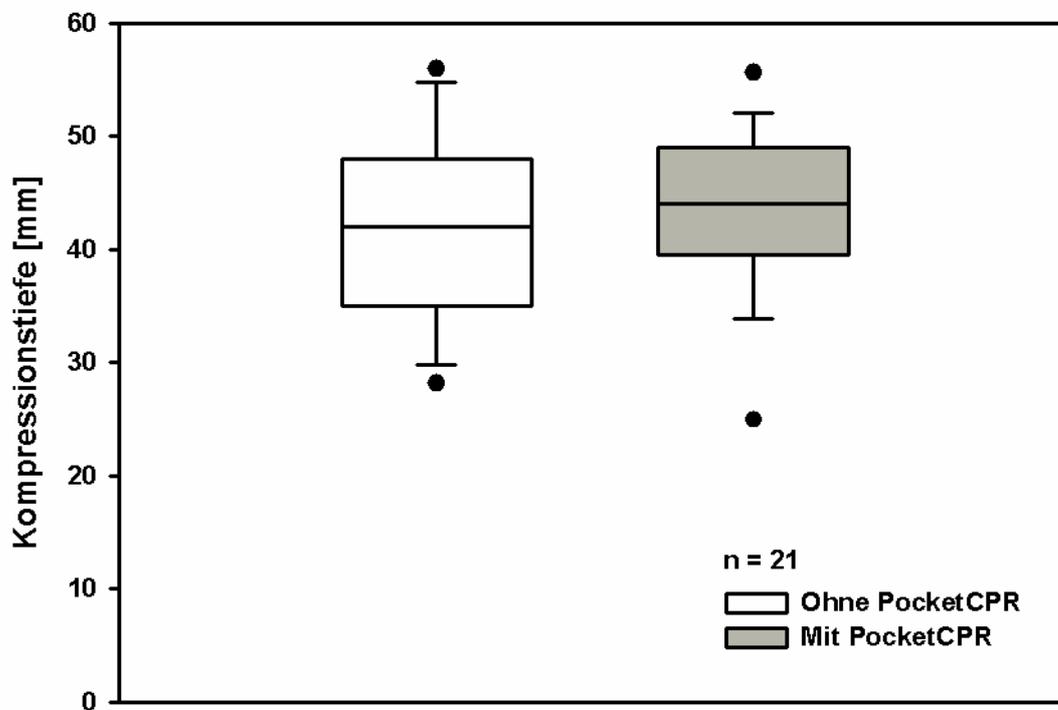


Abb. 5: Kompressionstiefe in mm der Gruppe B mit und ohne PocketCPR™-Anwendung. Die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompressionen unterschied sich nicht signifikant ($p=0,258$)

4.3 Kompressionsfrequenz

Effekt der audiovisuellen Reanimationshilfe auf die Frequenz der Thoraxkompression

	Mit PocketCPR™	Ohne PocketCPR™	p-Wert
Gruppe A	119 (± 30)	119 (± 28)	0,984
Gruppe B	100 (± 21)	115 (± 21)	0,001

Tab. 4: Alle Angaben als Mittelwert ± Standardabweichung. Unterschiede der Mittelwerte wurden mittels t-Test für abhängige Stichproben auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ überprüft. Die durchschnittliche Frequenz der Thoraxkompression unterschied sich signifikant in Gruppe B, nicht jedoch in Gruppe A.

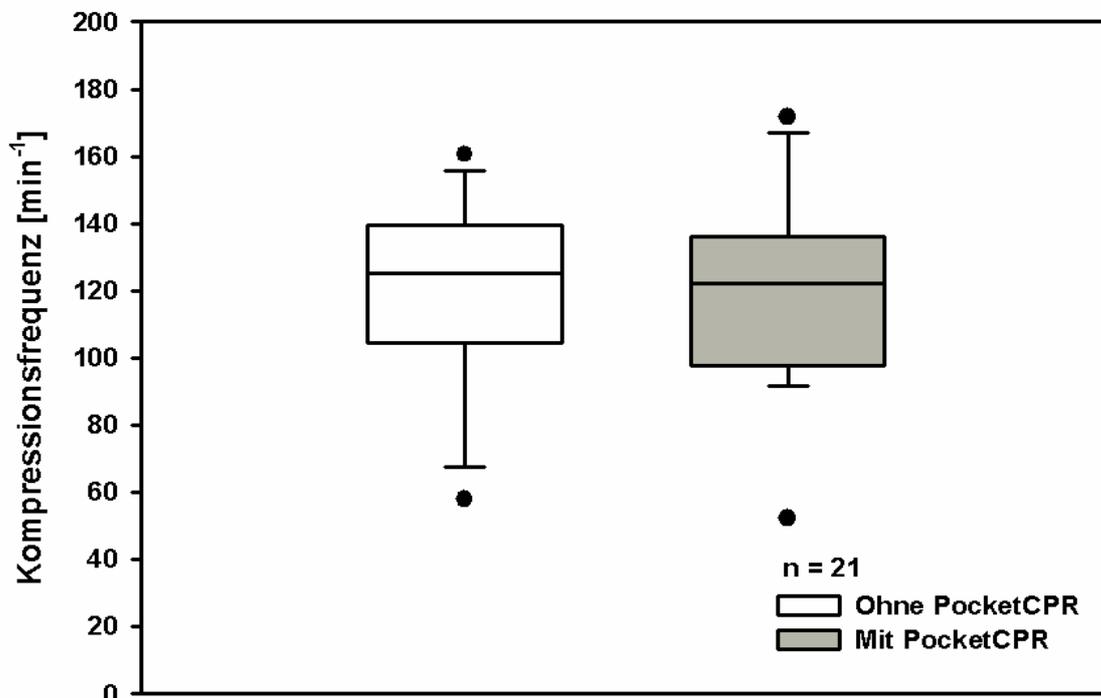


Abb. 6: Kompressionsfrequenz/min der Gruppe A mit und ohne PocketCPR™-Anwendung. Die durchschnittliche Frequenz der Thoraxkompressionen unterschied sich nicht signifikant ($p=0,984$)

In Gruppe A unterschieden sich die Ergebnisse der Kompressionsfrequenz/min mit und ohne Zuhilfenahme der Reanimationshilfe nicht signifikant voneinander (Abb. 6). Die 21 Probanden erreichten ohne Reanimationshilfe PocketCPR™ eine Thoraxkompressionsfrequenz/min von 119 (± 28) und mit PocketCPR™ 119 (± 30) (Tab. 4). In Gruppe B zeigte sich im Sinne einer Signifikanz jedoch ein Unterschied ($p=0,001$) (Abb. 7). Die 21 Probanden der Gruppe B erzielten mit der Reanimationshilfe eine Thoraxkompressionsfrequenz/min von 100 (± 21) und ohne PocketCPR™ 115 (± 21) (Tab. 4).

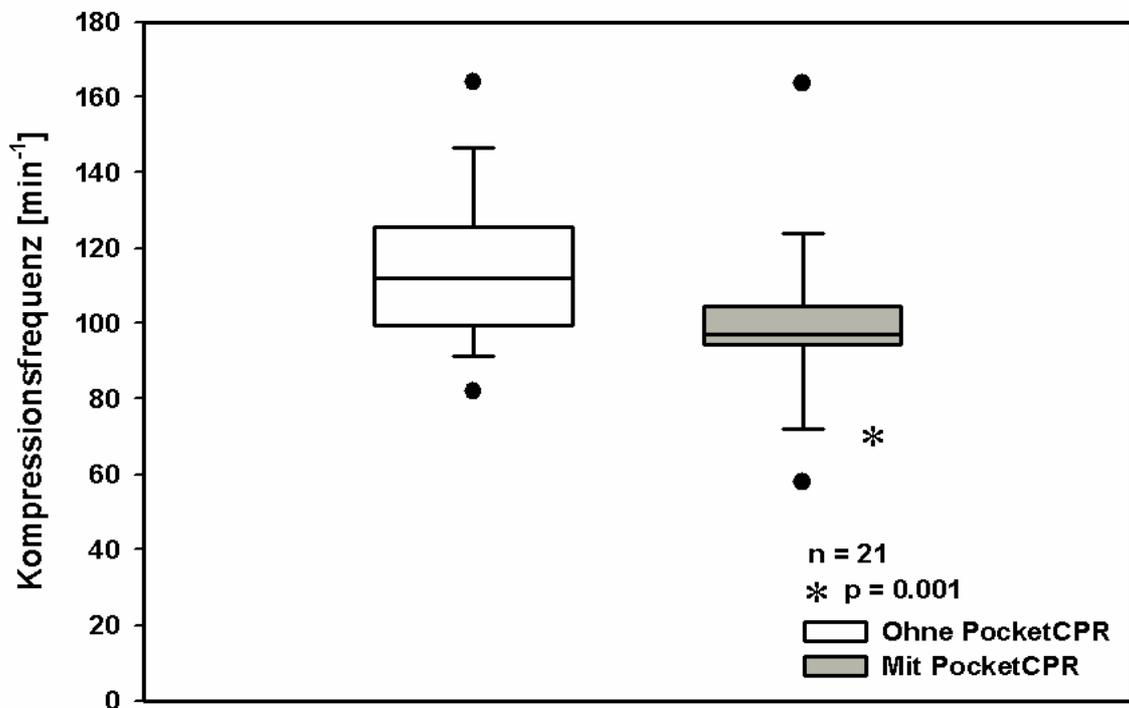


Abb. 7: Kompressionsfrequenz/min der Gruppe B mit und ohne PocketCPR™-Anwendung. Die durchschnittliche Frequenz der Thoraxkompressionen unterschied sich signifikant ($p=0,001$).

4.4 Lerneffekt

Um einen möglichen Lerneffekt evaluieren zu können, stand den Teilnehmern von Gruppe A PocketCPR™ während des zweiten Durchgangs und den Teilnehmern von Gruppe B die Reanimationshilfe während des ersten Durchgangs zur Verfügung. Hierbei konnte hinsichtlich eines Lerneffektes für die durchschnittliche Tiefe und die Frequenz der Thoraxkompressionen vor und nach Einsatz der Reanimationshilfe PocketCPR™ kein deutlicher Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$). Dabei lag die Tiefe der Thoraxkompressionen/mm bereits vor (41 ± 10) aber auch nach Anwendung der Reanimationshilfe (43 ± 8)

Effekt der audiovisuellen Reanimationshilfe auf die Tiefe und Frequenz der Thoraxkompression

	Gruppe A (vorher)	Gruppe B (nachher)	p-Wert
Kompressions- tiefe/mm ohne PocketCPR™	41 (± 10)	43 (± 8)	0,485
Kompressions- frequenz/min ohne PocketCPR™	119 (± 28)	115 (± 21)	0,570

Tab. 5: Alle Angaben als Mittelwert \pm Standardabweichung. Unterschiede der Mittelwerte wurden mittels t-Test für unabhängige Stichproben auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ überprüft. Die durchschnittliche Tiefe und Frequenz der Thoraxkompression unterschied sich vor und nach Einsatz des Rückmeldesystems nicht.

im empfohlenen Bereich zwischen 38 - 51 mm. Die durchschnittliche Frequenz der Thoraxkompressionen/min befand sich dagegen sowohl vor (119 ± 28) als auch nach (115 ± 21) dem Einsatz des Rückmeldesystems außerhalb des empfohlenen Bereichs (100/min) (Tab. 5). Insgesamt ließen sich keine signifikanten Änderungen vor und nach Anwendung der Reanimationshilfe im Sinne eines Lerneffektes nachweisen (Abb. 8, Abb. 9).

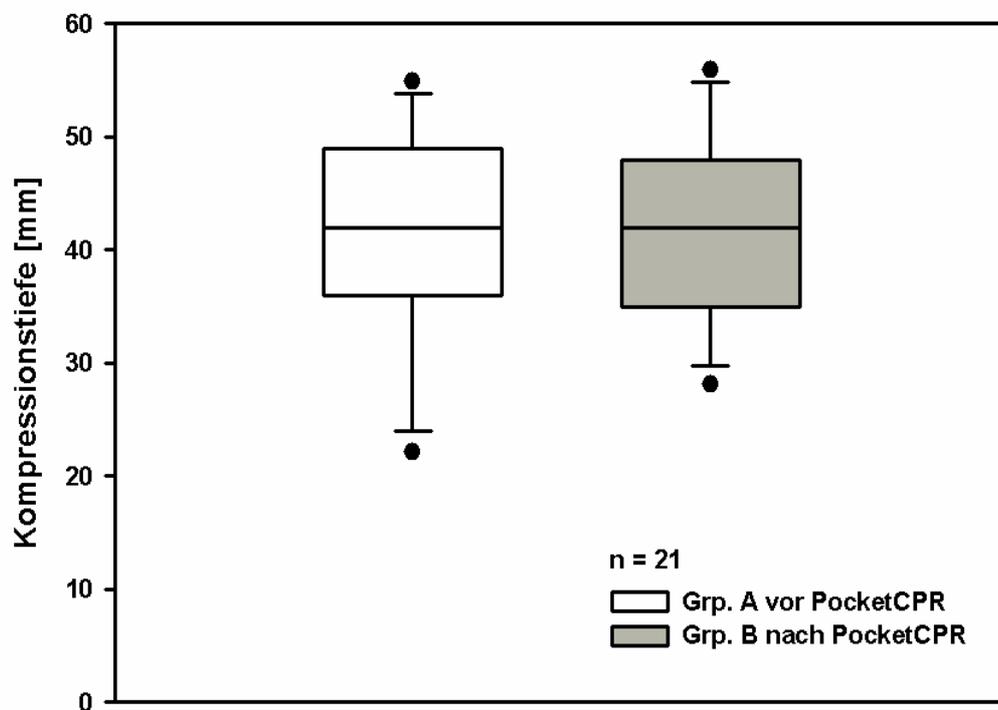


Abb 8: Kompressionstiefe in mm der Gruppe A vor und Gruppe B nach Pocket CPR™-Anwendung. Es ließ sich kein Lerneffekt nachweisen. Die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompressionen unterschied sich nicht signifikant ($p=0,485$)

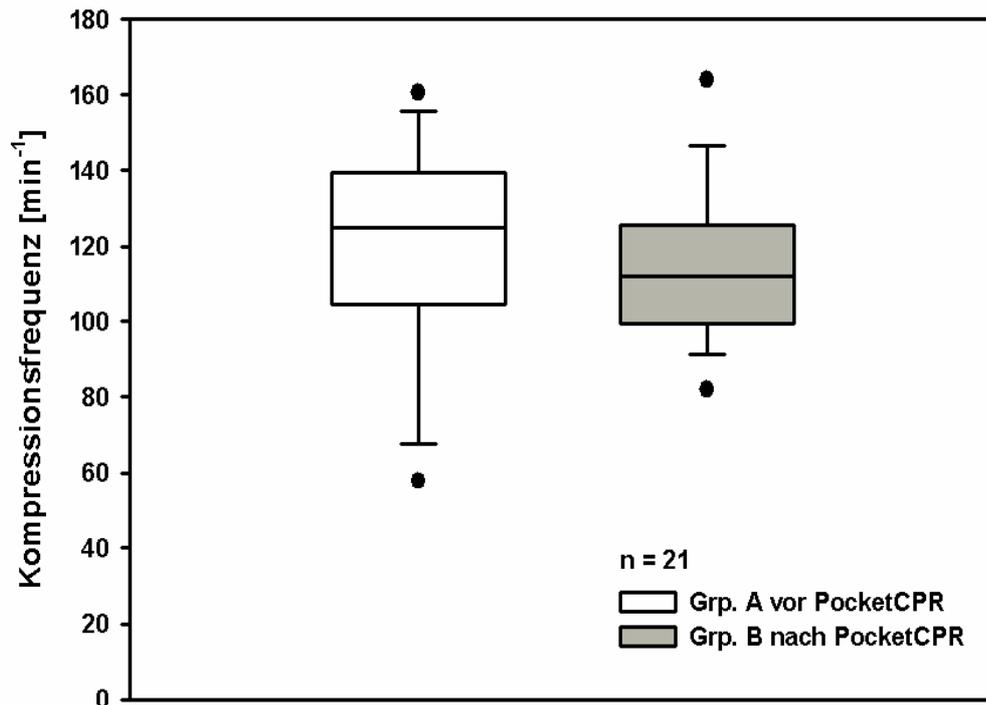


Abb. 9: Kompressionsfrequenz/min der Gruppe A vor und Gruppe B nach Pocket-CPR™-Anwendung. Es ließ sich kein Lerneffekt nachweisen. Die durchschnittliche Frequenz der Thoraxkompressionen unterschied sich nicht signifikant ($p=0,570$)

5. Diskussion

Studienergebnisse

In vorliegender Untersuchung ließ sich also kein eindeutiger Vorteil der Reanimationshilfe PocketCPR™ hinsichtlich einer qualitativen Verbesserung von Thoraxkompressionen am Modell nachweisen. Bei Anwendung der Reanimationshilfe war die durchschnittliche Kompressionstiefe in beiden Gruppen zwar tiefer, als ohne PocketCPR™, jedoch war dieser Unterschied nur in Gruppe A statistisch signifikant. Die durchschnittliche Tiefe der Thoraxkompressionen lag in beiden Gruppen unabhängig vom Einsatz der Reanimationshilfe zwischen 41 und 44 mm. Dies entspricht den aktuellen Empfehlungen der AHA und

des ERC. Demgegenüber lag die durchschnittliche Frequenz der Kompressionen nur in Gruppe B unter Anwendung von PocketCPR™ im empfohlenen Bereich (100/min), ohne diese deutlich darüber (115-119/min). Auch bezüglich eines Lerneffektes konnte in vorliegender Untersuchung durch die Verwendung der Reanimationshilfe kein Lerneffekt festgestellt werden. Denn obwohl die durchschnittliche Drucktiefe/mm nach einmaliger Verwendung von PocketCPR™ beim zweiten Durchgang ohne Reanimationshilfe tiefer war, konnte im Sinne einer Signifikanz kein Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$). Die Kompressionsfrequenz lag auch nach einmaligem Training mit PocketCPR™ deutlich außerhalb der Empfehlungen (100/min).

Q-CPR™ und CPREzy™

Echtzeit-Feedback-Geräte zur HLW ermöglichen eine unmittelbare Rückmeldung über die Effektivität durchgeführter Reanimationsmaßnahmen [14, 22, 31, 38, 42]. Hierzu gehören auch audiovisuelle Echtzeit-Rückmeldesysteme wie CPREzy™ und Q-CPR™.

Q-CPR™ (Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen, Abb. 10) ermöglicht die Überwachung, Analyse und in unmittelbarer Folge die Korrektur der HLW-Maßnahmen in Echtzeit. Hiermit können Tiefe und Frequenz der Herzdruckmassage sowie Volumen und Frequenz der Beatmung gemessen und Rückmeldungen an den Anwender gegeben werden, der die Verabreichung bei Bedarf entsprechend anpassen kann.

Bei Verwendung der Q-CPR™-Technologie wird ein HLW-Aufnehmer am Brustkorb angebracht, der die Qualität der Herzdruckmassage zum angeschlossenen Monitor überträgt, wo die Tiefe und Frequenz der Thoraxkompressionen mit den etablierten Richtlinien der AHA und des ERC verglichen und ausgewertet werden. Abweichungen vom Zielbereich werden dem Anwender visuell am Monitor und auditiv über Sprachanweisungen rückgemeldet. Die Beatmungsdaten werden über die Defibrillations-Pads erfasst, die am Brustkorb angebracht werden. Hierüber können Veränderungen der Thoraximpedanz erkannt und als Lungenvolumen und Beatmungsfrequenz gemessen werden. Abwei-

chungen von den gängigen Richtlinien werden wiederum am Bildschirm signalisiert und über Sprachhinweise rückgemeldet.



Abb. 10: Q-CPR™ – aus: www.laerdal.de

Auch CPREzy™ (Abb. 11) ermöglicht die Analyse und Korrektur der Herzdruckmassage in Echtzeit. Es ist ein manuelles, mechanisches Hilfsmittel zur Thoraxkompression, das während der Herzdruckmassage die richtige Tiefe anzeigt und über ein Metronom eine Frequenz von 100/min vorgibt. Das Aufscheinen von bis zu fünf Kontrolllampen signalisiert die adäquate Drucktiefe, die, abhängig von Größe und Gewicht der zu reanimierenden



Abb. 11: CPREzy™ – aus: www.cprezy.com

Person, aufgebracht werden muss. Zahlreiche Studien konnten belegen, dass sowohl Laien, als auch in Wiederbelebensmaßnahmen geübte Personen, in einer simulierten Reanimationssituation mit CPREzy™ bessere Reanimationsergebnisse erzielen konnten [11, 15, 45, 49].

Studien zu Q-CPR™ und CPREzy™

Die Wirksamkeit von Q-CPR™ und CPREzy™ wurde im Rahmen mehrerer Studien sowohl mit Laien getestet, als auch mit Personen, die in Reanimationssituationen geschult und erfahren sind. Die hierbei gewonnenen Untersuchungsergebnisse sind nicht einheitlich. Durch die Verwendung der Reanimationshilfe CPREzy™ (Abb. 11), das mit dem in der vorliegenden Untersuchung getesteten Gerät vergleichbar ist, konnten in simulierten Reanimationssituationen die Ergebnisse der Thoraxkompression zum Teil qualitativ verbessert werden, bei Verwendung der Q-CPR™-Technologie (Abb. 10) konnten im Rahmen prä- und innerklinischer Reanimationen hingegen keine signifikanten Verbesserungen erzielt werden [3, 46].

Boyle et al. vom kardiologischen Department des St. Vincent's Hospital in Melbourne [15] testeten die Reanimationshilfe CPREzy™ am Phantom mit 33 Krankenhausmitarbeitern, die weder dem Pflegedienst, noch dem ärztlichen Bereich angehörten und somit über keine medizinische Ausbildung verfügten, jedoch in den Maßnahmen der CPR in der Vergangenheit geschult worden waren. Auch sie testeten ausschließlich die Thoraxkompressionen am Modell, die sie im Rahmen ihrer Untersuchung dann als effektiv einstufen, wenn diese mit korrekter Handposition, adäquatem Druck und vollständiger Dekompression durchgeführt wurden. Durch die Zuhilfenahme der Reanimationshilfe CPREzy™ konnte die Anzahl effektiver Kompressionen während einer Gesamtversuchsdauer von 4 Minuten signifikant gesteigert werden ($p < 0,001$). Ohne Verwendung der Reanimationshilfe reduzierte sich die Anzahl effektiver Kompressionen nach 3 Minuten um die Hälfte - mit CPREzy™ war dies nicht der Fall [15]. Auch die Frequenz der Thoraxkompressionen konnte mit Verwendung der Reanimationshilfe entsprechend der Empfeh-

lungen (100/min) verbessert werden. Offen blieb in genannter Untersuchung, ob die Qualitätsverbesserung der Herzdruckmassage ausschließlich dem Einsatz der Reanimationshilfe zuzuschreiben war, oder ob die nachgewiesenen Qualitätssteigerungen nicht z. T. auf einem Trainingseffekt beruhten, da bei nicht erfolgter fehlender Randomisierung die Reanimationshilfe erst im 2. Durchgang eingesetzt wurde und damit ein Trainingseffekt schon alleine durch den 1. Durchgang nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Reanimationshilfe CPREzy™ wurde erneut von Perkins et al. an der Universität von Birmingham im Dezember 2004 getestet [49]. In einer *Cross-Over*-Studie mit 20 Medizinstudenten, die in den Basismaßnahmen zertifiziert waren, wurde die Reanimationssituation am Trainingsmodell simuliert. Bei Einsatz von CPREzy™ konnte die Kompressions-tiefe qualitativ verbessert ($p=0,001$) und der Anteil zu schwacher Kompressionen (<38 mm) signifikant ($p=0,003$) reduziert werden. Hinsichtlich der Kompressionsrate konnte bei Verwendung der Reanimationshilfe kein deutlicher Unterschied festgestellt werden ($p=0,407$). Allerdings waren inkorrekte Thoraxkompressionen unter der Geräteanwendung häufiger, mit einem größeren Anteil langsamer Kompressionen ($< 100/\text{min}$). Aus den gewonnenen Ergebnissen folgerten Perkins et al., dass sich durch CPREzy™ vor allem die Tiefe/mm der externen Herzdruckmassage signifikant verbessern lässt.

Am St. Elisabeth Hospital in Tilburg, Niederlande, führten die Arbeitsgruppe um Noordergraaf et al. im Jahre 2005 eine weitere Studie mit der Reanimationshilfe CPR Ezy™ durch [45]. Sie postulierten eine qualitative Verbesserung von Thoraxkompressionen durch die Verwendung eines Echtzeit-Feedback-Gerätes. Insgesamt 224 Krankenhausangestellte wurden einer vierminütigen simulierten Reanimationssituation am Phantom unterzogen. Der Personenkreis setzte sich aus Ärzten, Krankenschwestern und nicht-medizinischem Personal zusammen. Allen gemeinsam war, dass sie im Verlauf der zurückliegenden ein- bis eineinhalb Jahre ihrer Krankenhaustätigkeit in der CPR geschult worden waren und ihre Kenntnisse der Herzlungenwiederbelebung als ausreichend einstufen. Die Teilnehmer wurden in eine Kontroll- und eine CPREzy™-Gruppe

prospektiv randomisiert und ihre Ergebnisse der Thoraxkompression ausgewertet. Kein Teilnehmer erhielt eine Einführung in die Handhabung der Reanimationshilfe CPREzy™. Es zeigte sich, dass durch die Verwendung von CPREzy™ die Kompressionen signifikant tiefer waren ($p=0,001$). Die Ergebnisse der Kompressionsfrequenz unterschieden sich jedoch nicht signifikant ($p=0,407$). In der CPREzy™-Gruppe konnte bei Durchführung der Thoraxkompressionen eine Ermüdung (Kompressionstiefe < 4 cm) im Durchschnitt erst nach 194 Sekunden (± 87) festgestellt werden. Hierin unterschieden sich die CPREzy™-Anwender signifikant von der Kontrollgruppe ($p=0,0001$). Insgesamt zeigten beide Untersuchungsgruppen effektive durchschnittliche Kompressionstiefen (4 – 4.5 cm) und –frequenzen (102 – 106/min), auch wenn der Anteil der effektiven Thoraxkompressionen in der Gruppe der Geräteanwender größer war. Somit konnten auch Noordergraaf et al. bei Verwendung von CPREzy™ für das Qualitätsmerkmal Kompressionstiefe/mm effektivere Thoraxkompressionen nachweisen, außerdem fanden auch sie ihre Annahme bestätigt, dass die Kompressionshilfe einer Ermüdung während der Herzdruckmassage vorzubeugen hilft.

Beckers et al. der anästhesiologischen Abteilung der Universitätsklinik Aachen testeten 2007 die Reanimationshilfe CPREzy™ mit insgesamt 202 Studenten [11]. Die Probanden befanden sich im 1. Studienjahr ihres Medizinstudiums und verfügten über keine notfallmedizinischen Vorkenntnisse. In einem *Cross-Over*-Studiendesign wurde die Effektivität von Thoraxkompressionen mit und ohne Zuhilfenahme der Reanimationshilfe in mehrmaligen simulierten Reanimationssituationen am Phantom getestet. Durch die Verwendung von CPREzy™ konnten sowohl die Kompressionsfrequenz als auch die Kompressionstiefe deutlich ($p \leq 0,01$) verbessert werden. Außerdem schien ein positiver Lerneffekt des CPREzy™ mit effektiveren Thoraxkompressionen bereits nach einmaliger Anwendung nachweisbar zu sein.

Auch die Q-CPR™-Technologie wurde mehreren Untersuchungen unterzogen. In einer innerklinischen Kohortenstudie von Dezember 2002 bis Dezember 2005 werteten Abella

et al. [3] Reanimationsergebnisse aus, die mit und ohne Echtzeitrückmeldesystem durchgeführt wurden, das in einen experimentellen Defibrillator integriert worden war (Q-CPR™, Laerdal Medical Stavanger, Norwegen). Es wurden die Thoraxkompressionsrate und -tiefe sowie die *No-Flow-Fraction* (NFF) und die Ventilationsrate der jeweiligen Reanimationsereignisse ausgewertet und miteinander verglichen. Ebenso diejenigen Fälle, in denen eine Rückkehr zur Spontanzirkulation (ROSC) stattfand, sowie die Kurzzeitüberlebensrate nach Reanimation. Die Maßnahmen der CPR wurden zumeist von Ärzten durchgeführt, die in den erweiterten lebensrettenden Maßnahmen zertifiziert und in der Handhabung der Q-CPR™-Technologie geschult worden waren. Der Vergleich von 101 Reanimationen mit Rückmeldesystem gegenüber 55 ohne Rückmeldesystem zeigte keine signifikanten Qualitätsunterschiede der Thoraxkompressionen weder hinsichtlich der Tiefe noch der Frequenz. Auch die NFF und die ROSC-Rate sowie das Überleben bei Krankenhausentlassung unterschieden sich in beiden Kohorten im Sinne einer Signifikanz nicht. Abella et al. folgerten hieraus, dass sich durch den Einsatz der Q-CPR™-Technologie die Qualität der CPR zwar etwas verbessern ließ, die Technologie jedoch spezifisch weiterentwickelt werden müsse, um einen maximalen Nutzen mit Hinblick auf höhere Überlebensraten zu erzielen [3].

Auch Olasveengen et al. testeten die Q-CPR™-Technologie mit Personen, die in Reanimationssituationen erfahren waren [46]. Sie gingen davon aus, dass durch den Einsatz eines verbalen und visuellen Echtzeitrückmeldesystems die Fertigkeiten der BLS trainiert und hierdurch schließlich die Qualität der CPR verbessert werden könne [46]. Prospektiv verglichen die Autoren den Effekt des eingesetzten Q-CPR™-Rückmeldesystems bei 85 Reanimationen durch 3 Rettungsdienste mit einer historischen Kontrollgruppe von 39 Fällen ohne Einsatz des Rückmeldesystems. Weder hinsichtlich der Kompressionstiefe noch hinsichtlich der Kompressionsfrequenz unterschieden sich beide Kohorten signifikant. Somit konnten auch Olasveengen et al. bei Verwendung von Q-CPR™ keine Verbesserungen in der Qualität der durchgeführten Reanimationsmaßnahmen nachweisen, wobei

die Implementierung des Rückmeldesystems bei den Anwendern nicht einheitlich erfolgte [46].

Studienvergleich

Alle vorgenannten Studien, in denen die Reanimationshilfe CPREzy™ getestet wurde, zeigen eine qualitative Verbesserung bezüglich der Kompressionstiefe bei Anwendung von CPREzy™ [11, 15, 45, 49]. Außerdem konnte die Annahme bestätigt werden, dass die Verwendung der Kompressionshilfe einer Ermüdung vorzubeugen hilft, wie sie sich im Verlauf einer länger dauernden Herzdruckmassage unweigerlich einstellt [15, 45]. Bezüglich einer Optimierung der Kompressionsfrequenz konnten nur Boyle et al. und Beckers et al. einen Nutzen durch die Verwendung von CPREzy™ feststellen [11, 15]. Alle Studien wurden im Rahmen simulierter Reanimationssituationen durchgeführt, somit bleibt offen, ob die gewonnenen Ergebnisse auch auf eine reale Herzlungenwiederbelebung übertragen werden können.

Demgegenüber wurden die Ergebnisse der Untersuchungen zur Q-CPR™-Technologie in präklinischen und klinischen Reanimationssituationen gewonnen. Im Gegensatz zu den Studienergebnissen von CPREzy™ konnten Abella et al. und Olasveengen et al. bei Verwendung der Q-CPR™-Technologie für keines der ausgewerteten Qualitätsmerkmale der HLW hinsichtlich einer qualitativen Verbesserung der durchgeführten Maßnahmen einen eindeutigen Vorteil belegen [3, 46].

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung mit PocketCPR™ wurden ebenfalls im Rahmen einer simulierten Reanimationssituation gewonnen. Es zeigte sich, dass in Bezug auf die Qualitätsmerkmale Tiefe und Frequenz der Thoraxkompressionen lediglich in einer der beiden Kohorten und zu einem Qualitätsmerkmal der CPR-Maßnahmen ein maßgeblicher signifikanter Unterschied in Abhängigkeit des Einsatzes des Feedback-Gerätes nachgewiesen werden konnte. Die Tiefe der Thoraxkompressionen unterschied sich mit Einsatz der Reanimationshilfe lediglich in Gruppe A signifikant, nicht jedoch in Gruppe B. Beide Gruppen erreichten unabhängig von der Anwendung des Geräts die empfohlene

durchschnittliche Tiefe von 38 – 51 mm. Die Frequenz der Thoraxkompressionen unterschied sich mit Einsatz der Reanimationshilfe lediglich in Gruppe B maßgeblich signifikant. Anders als in den vorgenannten Studien zur Reanimationshilfe CPREzy™ lässt somit die vorliegende Untersuchung aufgrund der fehlenden Ergebniskonsistenz für keines der Qualitätsmerkmale der Thoraxkompression die Annahme eines gesicherten Effekts von PocketCPR™ zu.

Gründe des fehlenden positiven Effektes von PocketCPR™

Gründe für den fehlenden positiven Effekt der Reanimationshilfe PocketCPR™ auf die Qualität der Thoraxkompressionen könnten unter anderem in den von vielen Anwendern als störend empfundenen Sprachanweisungen des Geräts liegen. Zahlreiche Hinweise des Geräts, sowohl positive („Gute Kompression!“) wie auch negative („Schlechte Kompression!“) verunsicherte fast alle Teilnehmer und führte meistens zu Abbrüchen, Pausen und/oder verzögerter Wiederaufnahme der Thoraxkompressionen. In der persönlichen Evaluation der Teilnehmer zeigte sich, dass einige Probanden möglicherweise weniger irritiert gewesen wären, wenn lediglich bei ungenügender Drucktiefe eine Rückmeldung durch das Gerät stattgefunden hätte. Wiederum andere Probanden wurden durch die Geschwindigkeit der Ansagen verwirrt, denen sie laut ihren Äußerungen nur mit Mühe folgen konnten. Schließlich gaben mehrere Teilnehmer an, dass ihnen die Härte des Gehäuses Schwierigkeiten bereitet hätte, der vorgegebenen Frequenz zielführend zu folgen. Hiervon berichteten auch Perkins et al., 95% der Teilnehmer ihrer Studie klagten über Beschwerden am Handballen und am Handgelenk nach Nutzung der Kompressionshilfe CPREzy™ [49]. Letztendlich könnte auch ein generelles, ausgeprägtes Ausbildungsdefizit in den Basismaßnahmen der Wiederbelebung aller Probanden den fehlenden positiven Effekt der Reanimationshilfe PocketCPR™ begründen. Dies erscheint vor dem Hintergrund des entsprechend den ERC-Richtlinien durchgeführten Kursformats aber als eher unwahrscheinlich.

Studienkritik

Für die Übertragung der in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse auf reale Reanimationssituationen bestehen mehrere Einschränkungen: Nachdem die vorliegende Untersuchung ausschließlich am Trainingsmodell erfolgte, sind grundsätzlich auch die Ergebnisse nicht direkt auf eine reale Situation eines Herzkreislaufversagens anwendbar.

Bei mehrminütiger Herzdruckmassage, mit der vor allem bei präklinischem Herzkreislaufversagen in der Regel gerechnet werden muss, sind Ermüdungserscheinungen durch den Ersthelfer von großer Bedeutung. In vorliegender Untersuchung betragen die gemessenen Wiederbelebungsmaßnahmen jeweils zwei Minuten, was sich aus der begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit für den gesamten Kurs ergab. Dies erlaubte aber leider keinen Rückschluss darauf, inwiefern durch eine länger andauernde Thoraxkompression auch PocketCPR™ einer Ermüdungserscheinung entgegenwirkt, wie dies für die Kompressionshilfe CPREzy™ in mehreren Studien gezeigt werden konnte. Potenziell positive Effekte der getesteten Reanimationshilfe bei einer Durchführungsdauer über 2 Minuten konnten somit nicht ermittelt werden.

Die vorliegende Untersuchung konzentrierte sich ausschließlich auf die Thoraxkompressionen und ihrer qualitativen Veränderung in Abhängigkeit vom Einsatz eines Echtzeit-Feedback-Gerätes. Hierfür wurde auf intermittierende Atemspenden verzichtet, wie sie vom ERC und der AHA für die Ein-Helfer-Methode eigentlich vorgegeben werden. Hintergrund hierfür war u.a. die Diskussion um eine *Compression-Only-CPR* für Ersthelfer (13, 20, 21, 25, 34, 44) sowie die Vergleichbarkeit mit Studienergebnissen anderer Feedback-Systeme, wie z.B. CPREzy™, deren Studiendesign auch auf die Atemspenden verzichtet hatten. In der Folge konnte daher nicht überprüft werden, inwieweit das Gerät durch Sprachanweisungen die Anwender durch den Ablauf einer Reanimation führen kann und inwiefern intermittierende Atemspenden die Qualität von Thoraxkompressionen beeinflussen.

Schließlich lässt sich aufgrund des *Cross-Over-Studiendesigns* ein Lerneffekt unabhängig von der getesteten Reanimationshilfe PocketCPR™ nicht sicher ausschließen. Demgegenüber stehen die nicht signifikanten unterschiedlichen Kompressionsergebnisse der beiden Untersuchungsgruppen, die mit und ohne vorherige 2-minütige Kompression bzw. mit und ohne Anwendung der Reanimationshilfe erhoben wurden.

6. Zusammenfassung

Trotz aller Bemühungen, die Überlebensrate des präklinischen Herzkreislaufversagens zu verbessern, ist die Überlebenswahrscheinlichkeit des plötzlichen Herztodes seit Jahrzehnten niedrig. Hauptgründe hierfür sind entweder eine verzögerte Aufnahme oder eine ineffektive Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen, gemäß der Leitlinien des ERC und der AHA.

Bei der Durchführung der CPR kommt vor allem der Qualität der Thoraxkompressionen eine zentrale Bedeutung zu, da die durch die Thoraxkompressionen erzeugten Herzauswurfvolumina in unmittelbarem Zusammenhang zum Erfolg einer Reanimation stehen. Die aktuellen Leitlinien der AHA und des ERC räumen deshalb der korrekten und frühzeitigen Thoraxkompression noch vor der Beatmung und medikamentösen Therapie eine vorrangige Stellung ein. Zahlreiche Studien belegen, dass sowohl Laien als auch Personen, die in Reanimationssituationen geschult und erfahren sind, oftmals eine schlechte Qualität der CPR-Maßnahmen im Sinne unzureichender Kompressionstiefe und -frequenz der durchgeführten Herzdruckmassagen mit konsekutiv entsprechend langen Perfusionspausen erzielen. In der Vergangenheit wurden verschiedene Kompressionstechniken und -hilfsmittel entwickelt, um die Qualität der Herzdruckmassage durch medizinisches Fachpersonal zu steigern. Zudem können Echtzeit-Feedback-Geräte die Qualität der Herzdruckmassage verbessern, wie dies durch zahlreiche Studien belegt werden konnte. Sie gewährleisten eine kontinuierliche Überwachung bei der Durchführung der Reanimationsmaßnahmen und die Rückmeldung bezüglich ihrer Effektivität an den Anwender. Grundsätzlich sind ineffektive Thoraxkompressionen mittels Rückmeldesystem

in Echtzeit unmittelbar erkenn- und damit auch verbesserbar. Eine maßgebliche Voraussetzung für effektive Reanimationsmaßnahmen sind jedoch weiterhin deren Schulung und Training im Vorfeld, vor allem für diejenigen, die nicht regelmäßig mit Wiederbelebungssituationen konfrontiert sind.

Die vorliegende Untersuchung sollte Aufschluss darüber geben, ob ein neuartig entwickeltes System mit audiovisueller Rückmeldung in Echtzeit die Qualität der Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation verbessern kann. Ferner wurde der Frage nachgegangen, ob dieses System bereits nach einmaliger Benutzung als Trainingsgerät mit positivem Lerneffekt für die Anwender dienen kann.

Es zeigte sich, dass durch die Anwendung des audiovisuellen Echtzeit Rückmeldesystems PocketCPR™ die Qualität der Thoraxkompressionen weder hinsichtlich der Kompressionstiefe, noch der -frequenz im Rahmen von Reanimationsmaßnahmen am Trainingsmodell konsistent signifikant verbessert werden konnte. Auch ein positiver Lerneffekt war nach einmaliger Anwendung nicht erkennbar. Somit kann die Anwendung der Reanimationshilfe PocketCPR™ durch Laien zur qualitativen Verbesserung der Thoraxkompression nicht empfohlen werden. Möglicherweise bietet PocketCPR™ in der Realität am Patienten und/oder in den Händen von qualifiziertem und trainiertem Fachpersonal einen Vorteil, was aber weitere Untersuchungen erst zeigen müssen.

Abkürzungsverzeichnis

AED	Automatisierter Externer Defibrillator
AHA	American Heart Association
BLS	Basic Life Support
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
ERC	European Resuscitation Council
HLW	Herzlungenwiederbelebung
NFF	No Flow Fraction
ROSC	Return of Spontaneous Circulation

Literaturverzeichnis

- 01) Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP (2005)**
Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest
IN: JAMA 293:305-310
- 02) Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, o'Hearn N et al. (2005)**
Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation
are suboptimal
IN: Circulation 111:428-434
- 03) Abella BS, Edelson DP, Kim S, Retzer E, Myklebust H, Barry AM, O'Hearn N,
Vanden Hoek TL, Becker LB (2007)**
CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audio-
visual feedback system
IN: Resuscitation 73:54-61
- 04) Abella BS, Aufderheide TP, Eigel B, Hickey RW, Longstreth WT et. al. (2008)**
Reducing barriers for implementation of bystander-initiated cardiopulmonary
resuscitation
IN: Circulation 117:704-709
- 05) American Heart Association in collaboration with the international liaison
committee on resuscitation (AHA) (2005)**
Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care -
an international consensus on science
IN: Circulation 112 (Suppl I): IV-1-IV-211

- 06) Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG et al. (2004)**
Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation
IN: Circulation 109:1960-1965
- 07) Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP et al. (2005)**
Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques
IN: Resuscitation 64(3):353-362
- 08) Babbs CF, Voorhees WD, Fitzgerald KR, Holmes HR, Geddes LA (1983)**
Relationship of blood pressure and flow during CPR to chest compression amplitude: evidence for an effective compression threshold
IN: Am Emerg Med 12:527-532
- 09) Bahr J (2005)**
Die Reanimation durch Laien
IN: DAS NAW-Buch, Hrsg. Madler C, Jauch KW, Werdan K, Siegrist J, Pajonk FG 38:400-408
- 10) Baskett P, Nolan J, Handley A, Soar J, Biarent D, Richmond S (2006)**
Prinzipien des Trainings in der Wiederbelebung
IN: Notfall- und Rettungsmedizin 9:164-170
- 11) Beckers SK, Skorning MH, Fries M, Bickenbach J, Beuerlein S, Derwall M, Kuhlen R, Rossaint R (2007)**
CPREzy improves performance of external chest compressions in simulated cardiac arrest
IN: Resuscitation 72(1):100-107

- 12) Bellamy RF, de Guzman LR, Pedersen DC (1984)**
Coronary blood flow during cardiopulmonary resuscitation in swine
IN: Circulation 69:174-180
- 13) Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L (2007)**
Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation
IN: Circulation 116 (25): 2908-2912
- 14) Bohn A, Gude P (2008)**
Feedback during cardiopulmonary resuscitation
IN: Current Opinion of Anesthesiology 21:200-203
- 15) Boyle AJ, Wilson AM, Connelly K, McGuigan L, Wilson J, Whitbourn R (2002)**
Improvement in timing and effectiveness of external cardiac compressions with a new non-invasive device: The CPR-Ezy
IN: Resuscitation 54(1):63-67
- 16) Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB (2002)**
Public use of automated external defibrillators
IN: N Engl J Med 347:1242-1247
- 17) Callans DJ (2004)**
Out-of-hospital cardiac arrest – the solution is shocking
IN: N Engl J Med 351:632-634
- 18) Casner MAD, Isaacs SM (2005)**
The impact of a new CPR assist device on rate of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest
IN: Prehosp Emerg Care 9(1):61-7

- 19) Chamberlain D, Handley AJ (2003)**
Time for change?
IN: Resuscitation 58:237-247
- 20) Chamberlain DA, Hazinski MF (2003)**
Education in Resuscitation
IN: Resuscitation 59:11-43
- 21) Chamberlain DA, Perkins G, Frenneaux M (2007)**
Chest-compression only or full cardiopulmonary resuscitation?
IN: Lancet, 369(9577):1926
- 22) Chiang W, Chen W, Chen S, Ko P, Lin C, Tsai M, Chang W, Chen S, Tsan C, Ma M (2005)**
Better adherence to the guidelines during cardiopulmonary resuscitation through the provision of audio-prompts
IN: Resuscitation 64(3):297-301
- 23) Eng Hock Ong M (2006)**
Use of an automated, load distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation
IN: JAMA 295:2629-2637
- 24) European Resuscitation Council (ERC) (2005)**
Guidelines for resuscitation 2005. Adult advanced life support
IN: Resuscitation Suppl 67:S1-S189
- 25) Ewy G (2007)**
Continuous-chest-compression cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest
IN: Circulation 116 (25):2894-2896

- 26) Fertig B (2002)**
Strategien gegen den plötzlichen Herztod
Verlagsgesellschaft Strumpf & Kossendey, Wien, 4. Auflage
- 27) Fischer M, Martin J, Messelkan M (2005)**
Die Reanimation durch Profis
IN: DAS NAW-Buch, Hrsg. Madler C, Jauch KW, Werdan K, Siegrist J, Pajonk FG; 39:409-428
- 28) Frenneaux M (2003)**
Cardiopulmonary resuscitation – some physiological considerations
IN: Resuscitation 58:259-265
- 29) Hallstrom A, Ornato JP (2004)**
Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest
IN: The New England Journal of Medicine 351(7):637-646
- 30) Hallstrom AL et al. (2006)**
Manual chest compression vs. use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest
IN: JAMA 295:2620-2628
- 31) Handley AJ, Handley SAJ (2003)**
Improving CPR performance using an audible feedback system suitable for incorporation into an automated external defibrillator
IN: Resuscitation 57:57-62
- 32) Handley AJ, Koster R, Monsieur K et al. (2006)**
Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren
IN: Notfall + Rettungsmedizin 9:10-25

- 33) van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P et al. (1993)**
Quality and efficiency of bystander CPR.
Belgian Cerebral Resuscitation Study Group.
IN: Resuscitation 26:47-52
- 34) Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg R et al. (2007)**
Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest
IN: Circulation 116 (25): 2900-2907
- 35) Kanz KG, Schäuble W, Biberthaler P, Westermeir H, Enhuber K, et al. (2004)**
Einsatz von Hilfeleistungslöschfahrzeugen als First-Responder-Einheiten
IN: Notfall- und Rettungsmedizin 7:42-47
- 36) Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA (2002)**
Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation
IN: Circulation 105(5):645-649
- 37) Klouche K, Weil MH, Sun S et al. (2002)**
Evolution of the stone heart after prolonged cardiac arrest
IN: Chest 122:1006-1011
- 38) Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, Fellows B, Svensson L, Sorebo H, Steen PA (2006)**
Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study
IN: Resuscitation 71(3):283-292

- 39) Kramer-Johansen J, Edelson DP, Abella BS, Becker LB, Wik L, Steen PA (2007)**
- Pauses in chest compression and inappropriate shocks: a comparison of manual and semi-automatic defibrillation attempts
- IN: Resuscitation 73(2):212-220
- 40) Locke CJ, Berg RA, Sanders AB, Davis MF, Milander MM, Kern KB, Ewy GA (1995)**
- Bystander cardiopulmonary resuscitation: concerns about mouth-to-mouth contact.
- IN: Arch Intern Med 155: 938-943
- 41) Löwel H, Trentinaglia I, Heier M, Hörmann A (2002)**
- Der prähospitaler Herzstillstand
- IN: Notfallbehandlung des akuten Koronarsyndroms, Hrsg: Arntz HR, Gulba D, Tebbe, Berlin/Heidelberg 1-12
- 42) Morley PT (2007)**
- Monitoring the quality of cardiopulmonary resuscitation
- IN: Current opinion in critical care 13 (3): 261-267
- 43) Nichol G, Stiell IG, Laupacis A, Pham B, De Maio VJ, Wells GA (1999)**
- A cumulative meta-analysis of the effectiveness of defibrillator-capable emergency medical services for victims of out-of-hospital cardiac arrest
- IN: Ann Emerg Med 34(4):517-525
- 44) Nolan J (2008)**
- Two years after guidelines 2005: where are we now?
- IN: Notfall- und Rettungsmedizin 11:81-83

- 45) Noordergraaf GJ, Drinkwaard BWPM, van Berkomp PFJ, van Hemert HP, Vanema A, Scheffer GJ, Noordergraaf A (2006)**
- The quality of chest compressions by trained personnel: The effect of feedback, via the CPREzy, in a randomized controlled trial using a manikin model
- IN: Resuscitation 69:241-252
- 46) Olasveengen TM, Tomlinson AE, Wik L, Sunde K, Steen PA, Myklebust H, Kramer-Johansen J (2007)**
- A failed attempt to improve quality of out-of-hospital CPR through performance evaluation
- IN: Prehosp Emerg Care 11(4):427-433
- 47) Ornato JP, Levine RL, Young DS, Racht EM et. al. (1989)**
- The effect of applied chest compression force on systemic arterial pressure and end-tidal carbon dioxide concentration during CPR in human beings
- IN: Ann Emerg Med 18:732-737
- 48) Paradis NA, Martin GB, Rivers EP (1990)**
- Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation
- IN: JAMA 263:1106-13
- 49) Perkins GD, Augré C, Rogers H, Allan M, Thickett DR (2005)**
- CPREzy™: an evaluation during simulated cardiac arrest on a hospital bed
- IN: Resuscitation 64(1): 103-108
- 50) Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, Adnet F, Petit JL et al. (1999)**
- A comparison of standard cardiopulmonary resuscitation and active compression-decompression resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest
- IN: The New England Journal of Medicine 341:569-575

- 51) Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD (2004)**
Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States
IN: Resuscitation 63(1):17-24
- 52) Russ W, Kanz KG, Biberthaler P, Lackner CK, Deiler S, Eitel F (1998)**
Theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten in der Basisreanimation
IN: Notfall- und Rettungsmedizin 1:214-222
- 53) Sans S, Kesteloott H, Kromhout D et al. (1997)**
Task Force Report: The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe
IN: European Heart Journal 18:1231-1248
- 54) Schley M, Schüpfer GK, Silberberger S, Schleppers A, Genwürker H, Konrad CJ (2005)**
Ersthelfer und Cardio-Pump – ein gutes Team?
IN: Notfall- und Rettungsmedizin 8 (5):315-319
- 55) 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
IN: Resuscitation 67(1):25-30
- 56) Sutton RM, Donoghue A, Myklebust H, Srikantan S, Byrne A, Priest M, Zoltani Z, Helfaer MA, Nadkarni V (2007)**
The voice advisory manikin (VAM): an innovative approach to pediatric lay provider basic life support skill education
IN: Resuscitation 75(1):161-8

- 57) Tebbe U (2005)**
Reanimationsregister der Arbeitsgemeinschaft leitender kardiologischer
Krankenhausärzte
IN: Notfall- und Rettungsmedizin 8:306-314
- 58) The Public Access Defibrillation Trial Investigators (2004)**
Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest
IN: N Engl J Med 351:637-646
- 59) Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, et al. (2000)**
Outcomes of Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest
in Casinos
IN: The New England Journal of Medicine Vol. 343, 17:1206-1209
- 60) Wigginton JG, Miller AH, Benitez FL, Pepe PE (2005)**
Mechanical devices for cardiopulmonary resuscitation
IN: Current opinion in Critical Care 11(3): 219-223
- 61) Wik L (2000)**
Automatic and manual mechanical external chest compression
devices for cardiopulmonary resuscitation
IN: Resuscitation 47:7-25
- 62) Wik L (2001)**
An automated voice advisory manikin system for training in basic life
support without an instructor. A novel approach to CPR training
IN: Resuscitation 50:167-172

63) Wik L, Myklebust H, Auestad BH, Steen PA (2002)

Retention of basic life support skills 6 months after training with an automated voice advisory manikin system without instructor involvement

IN: Resuscitation 52:273-279

64) Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sorebo H, Svensson L, Fellows B, Steen PA (2005)

Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest

IN: JAMA 293(3):299-304

Danksagung

Mein Dank gilt meinem Doktorvater PD Dr. med. Karl-Georg Kanz für die Überlassung des Themas, für die umfangreiche Hilfestellung bei der Durchführung der Untersuchungen und für die ausführliche Diskussion der Ergebnisse.

Weiterhin möchte ich Dr. med. Bernd A. Leidel für die konstruktive Mitbetreuung der Doktorarbeit und für die hilfreiche Unterstützung bei der Veröffentlichung der Teilergebnisse danken.

Schließlich gilt mein Dank auch der Berufsfeuerwehr München, die es mir ermöglicht hat, die Untersuchungen im Rahmen ihrer Erste-Hilfe-Kurse durchzuführen, außerdem möchte ich den Firmen Zoll Medical (Chelmsford, USA) und Laerdal Medical (Stavanger, Norwegen) für die Überlassung der Untersuchungsmaterialien danken.

Curriculum vitae

Karin Daniela Grassl, M.A.

geb. 22.08.1963 in München

Ausbildung

- 09/1999 – 04/2007 Studium der Humanmedizin an der LMU München, Abschluß: Approbation als Ärztin
- 01 – 04/1999 Ausbildung zur Rettungssanitäterin
- 02/1998 Training für Ausreisende Helfer in der Humanitären Hilfe
- 09/1985 – 04/1992 Studium der Ethnologie, Psychologie und Politikwissenschaft an der LMU München, Abschluß: Magister Artium
- 1985 Abitur am St. Anna-Gymnasium München

Berufserfahrung

- 10/2008 – heute Assistenzärztin OCM Gemeinschaftspraxis/Sana-Klinik München Sendling
- 10/2007 – 09/2008 Stationsärztin Klinik Höhenried/Orthopädie (50%)
- 06/2007 – 09/2008 Ärztin im ADAC Ambulanzdienst (50%)
- 04/2006 – 03/2007 Praktisches Jahr im Rahmen des Medizinstudiums, Wahlfach: Anästhesie und Intensivmedizin
- 1997 – 05/2007 Teilzeitmitarbeiterin im ADAC Ambulanzdienst
- Tätigkeiten: 06/97 – 01/05 und 04/06 - 05/07: Organisation weltweiter Krankenverlegungs- und -rückführungstransporte
- 02/05 – 03/06: Fachverantwortliche Leitung des Medizinischen Informationsservices

1992 – 1996 Redakteurin in den Verlagshäusern: ADAC, Jehle-Rehm, Gräfe & Unzer

1982 Tätigkeit im Krankenhaus als Schwesternhelferin

Internationale Erfahrung

Sommer 2004 6-wöchiges WHO Internship in Kambodscha

August 1999 ADAC-Koordinatorin in der Türkei während der Erdbebenkatastrophe

1988/1989 5-monatiger Studienaufenthalt in Frankreich

Publikation

Februar 2009 Grassl K, Leidel BA, Stegmaier J, Bogner V, Huppertz T, Kanz KG

Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation – Einsatz eines audiovisuellen Echtzeit-Rückmeldesystems, IN: Notfall- und Rettungsmedizin 2009, 12:117-122