

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF
Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
Direktor: Professor Dr. med. Alwin E. Goetz

Kardiopulmonale Reanimation durch Studierende der Medizin -
ein Vergleich von Überkopf- und Standardreanimation

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Tobias Wilhelm Horlacher
aus Eberbach

Hamburg Oktober 2010

Angenommen von der Medizinischen Fakultät am: 18.10.10

**Veröffentlicht mit der Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 23.3.2011**

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Gunter N. Schmidt

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in: PD Dr. Jens Kubitz

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: Prof. Dr. Dominik Singer

Mündliche Prüfung am: 23.3.2011

Inhaltsverzeichnis

1 Arbeitshypothese und Fragestellung.....	1
2 Einleitung.....	2
3 Material und Methoden.....	11
3.1 Studienkollektiv	11
3.2 Studiendesign	11
3.3 Zielvariablen	17
3.4 Statistik	18
4 Ergebnisse	22
4.1 Vorkenntnisse der Studienteilnehmer.....	22
4.2 Thoraxkompressionen.....	23
4.3 Beatmungen	25
4.4 „Hands-off-time“	27
4.5 Persönliche Präferenz der Studienteilnehmer.....	28
5 Diskussion.....	30
5.1 Qualität der Reanimation	30
5.2 Bewertung der Maßnahme durch die Studienteilnehmer	32
5.3 Limitierungen der Studie	33
5.4 Bedeutung der Studie für die klinische Praxis.....	34
6 Zusammenfassung.....	36
7 Literaturverzeichnis	37
8 Danksagung.....	40
9 Lebenslauf- Tobias Wilhelm Horlacher	41
10 Anhang	43
10.1 Fragebogen zum Seminar kardiopulmonale Reanimation.....	43
10.2 Publikation der Dissertation in „ The Journal of Emergency Medicine”	45
11 Eidesstattliche Versicherung.....	53

1 Arbeitshypothese und Fragestellung

Im Fall einer kardiopulmonalen Reanimation (CPR) durch zwei ausgebildete Helfer mit Notfallausrüstung wie Beatmungsbeutel mit Maske und einem ungesichertem Atemweg sind mindestens zwei Methoden möglich:

- Die Standard-CPR entsprechend den aktuellen Leitlinien 2005 des European Resuscitation Council [14] mit seitlichen Thoraxkompressionen durch den ersten Helfer und Beatmung aus der Position hinter dem Kopf des Patienten durch den zweiten Helfer. Erweiterte Maßnahmen wie EKG-Anlage und Defibrillation, Anlage eines intravenösen Zugangs und Medikamentengabe müssen vom zweiten Helfer in den Pausen zwischen den Beatmungen durchgeführt werden.
- Die Überkopf-CPR durch einen Helfer, der abwechselnd Thoraxkompressionen und Beatmungen aus der Überkopfposition durchführt und einem zweiten Helfer, der parallel dazu die erweiterten Maßnahmen durchführt.

In der rettungsdienstlichen Praxis in Deutschland wurde vielfach die Überkopf-CPR angewendet [3; 10]. Zwar gibt es einige Studien zur Überkopfreanimation [3; 10; 15; 20], diese sind jedoch alle nach den Leitlinien 2000 durchgeführt worden. Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit lautete daher: Gibt es signifikante Unterschiede in der Zeit der Unterbrechung der Thoraxkompressionen, der Qualität und Anzahl der Thoraxkompressionen und Beatmungen bei der Durchführung der Überkopfreanimation durch einen Helfer im Vergleich zur „Standardreanimation“ durch zwei Helfer nach den Leitlinien von 2005?

Die Arbeitshypothese war, dass die Unterschiede zwischen Standard- und Überkopf-CPR gering sind, so dass für den Fall einer CPR durch zwei ausgebildete Helfer mit Notfallausrüstung die Überkopf-CPR empfohlen werden könnte und so die freiwerdende Zeit durch den zweiten Helfer genutzt werden kann um die erweiterten Maßnahmen durchzuführen.

2 Einleitung

Die Entstehung der internationalen Leitlinien für die kardiopulmonale Reanimation wurde erst durch die Vereinigung der kontinentalen bzw. nationalen Fachgremien der Reanimation unter dem Dachverband des ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) möglich. Mitglieder sind die American Heart Association, der European Resuscitation Council und andere vergleichbare Fachgremien.

Die von der ILCOR veröffentlichten Reanimationsleitlinien werden durch internationale und nationale Reanimations-Fachgremien abgeleitet und den Gegebenheiten der Kontinente und Länder, für die diese Fachgremien zuständig sind, angepasst. Dabei wird darauf geachtet, dass die von den Fachgremien veröffentlichten Reanimationsleitlinien den Grundsätzen der von der ILCOR vorgegebenen Reanimationsleitlinien entsprechen.

Das für Europa zuständige Fachgremium ist der European Resuscitation Council (ERC). Der ERC überarbeitet die Reanimationsleitlinien der ILCOR und spricht Empfehlungen zur Durchführung der Reanimation für Europa aus. Auf Grund neuer Studien und Forschungsergebnisse wurden vom ERC die Leitlinien von 2005 [6; 14; 19] veröffentlicht. Sie beinhalteten einige grundlegende Änderungen gegenüber den Leitlinien von 2000.

Neben vielen anderen Maßnahmen wurde in den ERC- Leitlinien von 2005 vorgeben, wie die Basismaßnahmen, also Thoraxkompressionen und Beatmungen, bei einem Erwachsenen durchzuführen sind:

- Der die Thoraxkompressionen durchführende Helfer kniet an der Seite des Patienten und führt von dort die Kompressionen durch. Seine Arme sind durchgestreckt und bilden eine senkrechte Linie zum Boden bzw. zum Thorax des Patienten. Der Druckpunkt befindet sich auf der Mitte des Sternums. Der Handballen der unteren Hand wird parallel zum Sternum aufgesetzt. Die zweite Hand wird auf die untere Hand aufgelegt und die Finger beider Hände verschränkt. Die Kompressionstiefe beträgt 4-5 cm. Nach jeder Thoraxkompression ist der Brustkorb des Patienten vollständig zu entlasten. Sowohl die Kompression als auch die Entlastung, sollen die gleiche Zeit in Anspruch nehmen. Die Arbeitsfrequenz der Thoraxkompressionen soll 100 Kompressionen pro Minute betragen. Auf Grund der Unterbrechungen für Beatmung und EKG-Analyse resultiert eine tatsächlich niedrigere Anzahl pro Minute.
- Unterbrechungen der Thoraxkompressionen sind so kurz wie möglich zu halten, da in der so genannten „Hands-off-time“ (Zeit, in der keine Thoraxkompressionen durchgeführt werden) keine Versorgung der Organe mit Sauerstoff stattfindet.

-
- Vor der Beatmung soll der Kopf überstreckt und das Kinn vorgezogen werden. Die Beatmungen sollen vom Laienhelfer als Mund-zu-Mund-Beatmung durchgeführt werden, alternativ können auch Mund-zu-Nase-Beatmungen oder im Sonderfall Mund-zu-Tracheostoma-Beatmungen erfolgen.
 - Für medizinisches Fachpersonal ist die Beatmung mittels Beatmungsbeutel mit Maske nach wie vor das Mittel der Wahl. Hierbei kniet der Helfer hinter dem Patienten und setzt die Maske über Nase und Mund fest auf. Das Fixieren der Maske erfolgt mittels C-Griff (Daumen und Zeigefinger der einen Hand üben Druck auf die Maske aus, um sie über Mund und Nase zu halten. Die restlichen Finger der Hand ziehen den Unterkiefer nach vorn um so eine Hebung des Zungengrundes zu erreichen). Gleichzeitig wird hierbei versucht, den Kopf des Patienten zu überstrecken. Die andere Hand hält den Beatmungsbeutel und entleert diesen durch kontinuierlichen Druck über eine Sekunde.
 - Bei der Beatmung ist eine frühestmögliche Anreicherung der Inspirationsluft mit Sauerstoff wichtig (Reservoirsystem oder Demand-Ventil). Es werden auch weitere Hilfsmittel zur Beatmung empfohlen, wie z.B. Oropharyngealtubus (Guedeltubus) oder Nasopharyngealtubus (Wendltubus).
 - Mit der Beatmung soll über eine Sekunde gleichmäßig Luft in Mund und/oder Nase des Patienten eingeblasen werden, dabei soll sich der Brustkorb des Patienten wie bei einer normalen Atmung heben und senken.
 - Die Thoraxkompressionen und Beatmungen erfolgen im Verhältnis 30:2.

Bei der Reanimation durch Laienhelfer führt ein Helfer allein abwechselnd Thoraxkompressionen und Beatmungen durch, bevor dieser ggf. nach 2 Minuten durch einen weiteren Laienhelfer abgelöst wird und dieser die Basisreanimation komplett übernimmt. Bei der professionellen Reanimation wird hingegen die Basisreanimation aufgeteilt. Ein Helfer übernimmt die Thoraxkompressionen, der andere Helfer führt Beatmungen durch. Nach 2 Minuten sollte ein Positionswechsel vorgenommen werden, so dass die Qualität der Thoraxkompressionen konstant bleibt.

Die Empfehlungen für die Defibrillation sind nach den aktuellen ERC-Leitlinien wie folgt:

- Bei Eintreffen des medizinischen Personals ist meist nicht bekannt, wie lange der Kreislaufstillstand bereits besteht. Vor dem ersten Defibrillationsversuch sollten deswegen 2 Minuten Basisreanimation durchgeführt werden. Ist sicher, dass der Kreislaufstillstand nicht länger als 5 Minuten besteht, kann sofort eine Defibrillation durchgeführt werden. Auch hier soll bis zur Herzrhythmusanalyse (Anschließen des Defibrillators) eine Überbrückung mit Maßnahmen der Basisreanimation erfolgen.

- Die Defibrillation erfolgt beim ersten Schock mit 150-200 Joule (J) biphasisch oder mit 360 J monophasisch. Danach erfolgen alle weiteren Schocks mit 150-360 J biphasisch oder mit 360 J monophasisch. Nach den Schocks wird keine Herzrhythmusanalyse durchgeführt und sofort die CPR für 2 Minuten kontinuierlich fortgesetzt. Erst danach wird wieder eine Herzrhythmusanalyse durch- und ggf. ein erneuter Schock ausgeführt.

Im Jahre 2000 wurden, auf damaligen Forschungsergebnissen basierend, erste internationale Leitlinien für die Reanimation von der ILCOR veröffentlicht. In diesen Leitlinien 2000 [12] wurde - anderes als in den Leitlinien 2005 - ein Verhältnis von Thoraxkompression zu Beatmung von 15:2 empfohlen. Des Weiteren wurde eine sofortige Durchführung der Defibrillation bei Erkennen eines defibrillationswürdigen Herzrhythmus empfohlen. Auch wurde eine Sequenz von drei Defibrillationen in direkter Folge vorgegeben. Nach der Defibrillation sollte zunächst eine Puls- und Herzrhythmus-Kontrolle erfolgen. Erst nach diesem Check wurde die Basisreanimation im Falle des Kreislaufstillstandes fortgesetzt.

Verschiedene Studien haben zu den Empfehlungen des ERC von 2005 geführt. So konnten Babbs und Kern [2] mit physiologischen und mathematischen Methoden das Optimum des Thoraxkompressions- zu Beatmungsverhältnis bei der kardiopulmonalen Reanimation ermitteln. Es wurde dabei das Gleichgewicht zwischen Sauerstoffversorgung des Gewebes, des Blutflusses während der Thoraxkompressionen und der Anzahl der durchgeführten Beatmungen mit physikalischen Modellen berechnet. Die besten Werte des Blutflusses mit Sauerstoffversorgung des Gewebes wurden bei einem Thoraxkompressions- zu Beatmungsverhältnis von 30:2 festgestellt. Für Laienhelfer wurde als optimales Thoraxkompressions- zu Beatmungsverhältnis von 60:2 errechnet. Babbs und Kern kamen zu der Aussage, dass die periphere Versorgung des Gewebes mit Blut bzw. Sauerstoff verbessert werden könnte, wenn die Thoraxkompressionen nicht durch Beatmungen unterbrochen werden. Dies sollte bei den Unterbrechungen der Thoraxkompressionen während der Reanimation immer berücksichtigt werden.

Die Studie von Dorph et al. [7] verglich die Blutgase, die zerebrale Durchblutung und die Sauerstoffversorgung unter verschiedenen Thoraxkompressions-zu-Beatmungsverhältnissen (15:2; 50:2; 50:5) während einer Basisreanimation. Hierzu wurde bei 12 Schweinen ein Kammerflimmern induziert. Nach einem Intervall von 3 Minuten wurden in randomisierter Reihenfolge die unterschiedlichen Thoraxkompressions- zu Beatmungsverhältnisse für jeweils 5 Minuten durchgeführt.

Die Vorteile des Thoraxkompressions-zu-Beatmungs-Verhältnis von 15:2 waren, dass der pulmonale Gasaustausch überlegen, die Sauerstoffsättigung durchgängig 80 % und somit die zerebrale und die zentralvenöse Oxygenierung (als Maß für die Sauerstoffausschöpfung im Gewebe) den anderen Verhältnissen (50:2; 50:5) überlegen waren. Allerdings konnten bei dem 50:2-Verhältnis 30 % mehr Thoraxkompressionen als bei den anderen Verhältnissen durchgeführt werden. Dies führte dazu, dass der Fluss in den Carotiden signifikant höher als bei dem Verhältnis von 15:2 war. Dennoch kamen Dorph et al. zu dem Schluss, dass die CPR von professionellen Helfern nach wie vor mit dem Thoraxkompressions- zu Beatmungsverhältnis von 15:2 durchgeführt werden sollte, wenn nur kurze Pausen der Thoraxkompressionen für die Beatmungen erfolgen.

In einer nachfolgenden Studie von Dorph et al. [8] wurde die zerebrale Oxygenierung bei der Reanimation zwischen Thoraxkompressionen ohne und mit Beatmungen verglichen. Dabei wurde bei 12 Schweinen nach 3 Minuten des unbehandelten Kammerflimmerns die Reanimation gestartet. Eine Gruppe von 6 Schweinen erhielt nur Thoraxkompressionen, die übrigen 6 Schweine erhielten Thoraxkompressionen und Beatmungen im Verhältnis von 30:2. Nach 10 Minuten Basisreanimation wurden erweiterte Maßnahmen aufgenommen. Bei den 6 Schweinen, die während der Basisreanimation beatmet wurden, konnte während der ersten 2 Minuten der erweiterten Maßnahmen ein spontaner Kreislauf hergestellt werden. Bei den Schweinen, die nur Thoraxkompressionen während der Basisreanimation erhielten, konvertierte nur eins von 6 Schweinen in einen spontanen Kreislauf, während der ersten zwei Minuten der erweiterten Reanimationsmaßnahmen. Nur ein Schwein überlebte die Studie nicht. Es gehörte zu der Gruppe, die keine Beatmung, sondern nur Thoraxkompressionen während der Basisreanimation erhielt. Die Schweine, die eine Ventilation während der Basisreanimation bekamen, hatten 2/3 des normalen arteriellen Sauerstoffgehalts und erreichten in kürzerer Zeit einen Spontankreislauf als die Schweine, die keine Beatmung erhielten. Die Schweine, die nur Thoraxkompressionen erhielten, hatten für 1,5-2 Minuten nicht genügend Sauerstoff im arteriellen Blut, um das Gewebe ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen. Dies führte Dorph zu der Aussage, dass die Beatmung während der Reanimation unbedingt durchgeführt werden sollte. Die Studie zeigte in Bezug zu den Reanimationsleitlinien 2005, dass die Beatmung nach wie vor wichtig ist, auch wenn sie nicht den hohen Stellenwert der Thoraxkompressionen besitzt. Zumindest bei länger bestehenden Kreislaufstillstand bzw. länger angewendeter Reanimation sollte die Beatmung ihre Anwendung finden.

Andere Studien zeigten, dass die Effektivität der Reanimation am größten ist, wenn die Thoraxkompressionen mit einer Thoraxkompressionsfrequenz von 100 Kompressionen in der Minute durchgeführt [14; 17] wurden. Die Studie von Kern et al. [17] stellte einen Vergleich zwischen zwei Thoraxkompressionsraten an und untersuchte den Einfluss von hörbaren Taktgebern als Frequenzvorgabe auf die Thoraxkompressionen während der Reanimation. Das CO_2 in der Ausatemluft (etCO_2) wurde dabei als Indikator für die Effektivität der Reanimation verwendet. Bei einem Kreislaufstillstand wurden zunächst die Thoraxkompressionen ohne Frequenzvorgabe, dann mit Frequenzvorgabe von 80 und 120 hörbaren Tönen in der Minute durchgeführt. Die Helfer sollten sich bei der Durchführung der Thoraxkompressionen an die Frequenzvorgabe halten. 19 der 23 Patienten hatten die höchste etCO_2 -Konzentration bei der Thoraxkompressionsfrequenz von 120 in der Minute. Die etCO_2 -Konzentration war ebenfalls höher, wenn die Helfer, welche die Thoraxkompressionen durchführten, einen hörbaren Takt erhielten. Somit kamen Kern et al. zu der Aussage, dass eine hörbare Frequenzvorgabe die Thoraxkompressionen bei Reanimationen verbessern kann. Die Studie zeigte, dass nicht nur die hörbaren Taktgeber einen positiven Einfluss auf die Reanimation hatten, sondern auch die hochfrequente Thoraxkompression positive Auswirkung auf die etCO_2 -Konzentration bei Reanimationen hatte.

Studien zeigten, dass eine möglichst geringe „no flow time“ (Zeit, in der die Organe nicht mit Sauerstoff versorgt werden) zu signifikant besseren Überlebenschancen für den Patienten führten. Vor allem der Zeitverlust bei der Herzrhythmusanalyse, der Anwendung von automatisierten externen Defibrillatoren (AED) und der Durchführung der Beatmung sollte möglichst kurz gehalten werden. Des Weiteren wurde gezeigt, dass die Prognose eines Patienten signifikant verbessert wurde, wenn vor der ersten Defibrillation bei einem länger bestehenden Kreislaufstillstand (> 5 Minuten) zunächst 2 Minuten Basisreanimation durchgeführt wurden [5; 21; 23]. Die Studien gaben auch Hinweise darauf, warum statt der drei Defibrillationen in direkter Folge nur noch eine Defibrillation durchgeführt werden sollte und nach dieser keine Kontrolle des Herzrhythmus, sondern die sofortige Wiederaufnahme der Basisreanimation erfolgen sollte [9; 26].

Yu et al. [26] konnten zeigen, dass lange Unterbrechungen der Thoraxkompression negative Auswirkungen auf den Reanimationserfolg haben. Bei 20 Schweinen wurde ein Kammerflimmern induziert und nach 7 Minuten mit Defibrillation und kardiopulmonaler Reanimation begonnen. Die Defibrillation wurde mit einer Dreier-Defibrillations-Sequenz durchgeführt und nach jeder weiteren Minute der Reanimation wiederholt. Bis zur Abgabe des ersten Schocks wurden die Thoraxkompressionen für

3, 10, 15 oder 20 Sekunden unterbrochen. Die CPR wurde 15 Minuten oder bis zur erfolgreichen Reanimation durchgeführt. Die 5 Tiere, bei denen 3 Sekunden bis zum ersten Schock vergingen, wurden erfolgreich reanimiert. Demgegenüber verstarben alle 5 Tiere, bei denen 20 Sekunden bis zum ersten Defibrillationsversuch vergingen. Zudem war die Reanimationsdauer kürzer und es zeigte sich ein signifikant höherer arterieller Blutdruck bei den Tieren, die nach 3 Sekunden defibrilliert wurden, im Vergleich zu den Tieren, bei denen eine längere Pause bis zum ersten Defibrillationsversuch bestand. Die Autoren folgerten daraus, dass jede mehr als 15 Sekunden dauernde Unterbrechung der Thoraxkompressionen, die Überlebenswahrscheinlichkeit verschlechtert und die myokardiale Dysfunktion ansteigen lässt. Die Studie von Yu et al. ist in Bezug auf die Leitlinien von 2005 eine sehr wichtige Studie, da sie zeigen konnte, dass zu lange Unterbrechungen der Basisreanimation negative Auswirkungen auf den Erfolg der Reanimation haben.

Die Studie von Kern und Hilwig [18] untersuchte an 30 Schweinen zwei Reanimationsmethoden (Standardreanimationsmethode: 15 Thoraxkompression und 2 Beatmungen im Wechsel bzw. kontinuierliche Thoraxkompressionen ohne Beatmungen) und verglich das neurologische Outcome der unterschiedlichen Methoden. Dazu wurde bei den randomisiert in zwei Gruppen verteilten Schweinen ein Kammerflimmern induziert. Dieses bestand 3 Minuten, bevor 12 Minuten Basisreanimation (Thoraxkompressionen und Beatmungen oder nur Thoraxkompressionen) durchgeführt wurde. Bei der Standardreanimation wurden die Thoraxkompressionen für die zwei Beatmungen 16 Sekunden unterbrochen. Der Defibrillationsversuch wurde 15 Minuten nach Kreislaufstillstand durchgeführt. Das normale neurologische 24-Stunden-Überleben war signifikant besser in der Gruppe, in der kontinuierliche Thoraxkompressionen durchgeführt wurden (12 von 15 Tieren im Vergleich zu 2 von 15 Tieren). Aus den Ergebnissen folgerten die Autoren, dass jede Technik, die Unterbrechungen der Thoraxkompressionen gering hielt, zu einem verbesserten neurologischen Outcome nach Kreislaufstillstand beitragen konnte. Diese Studie zeigte, dass die von den Leitlinien 2005 empfohlene möglichst kurze Unterbrechung der Thoraxkompressionen einen enormen Einfluss auf das positive neurologische Outcome der Patienten hat.

Studien zur Defibrillation von Wik et al. [23], Cobb et al. [5] und Stotz et al. [21] haben gezeigt, dass vor Defibrillation, bei einem länger bestehenden Kreislaufstillstand (> 5 Minuten), die Basisreanimation die Prognose signifikant gegenüber der sofortigen Defibrillation verbessern konnte.

Die Studie von Eftestol und Sunde [9] zeigte, wie sich die Wahrscheinlichkeit der Wiederkehr des Spontankreislaufs während der Zeit des Kammerflimmerns reduziert, wenn keine Reanimationsmaßnahmen durchgeführt wurden. Die gute Chance die ein Kammerflimmern zu Beginn des Kreislaufstillstandes hat, durch die Defibrillation erfolgreich therapiert zu werden, wird nach 20 Sekunden ohne Reanimationsmaßnahmen deutlich verringert. Dadurch kamen Eftestol und Sunde zu der Aussage, dass die Unterbrechung der Thoraxkompression für den Defibrillationsversuch so kurz wie möglich gehalten werden sollte. Diese Studie führte mit den Arbeiten von Wik et al. [23] Cobb et al. [5] und Stotz et al. [21] zu der aktuellen Empfehlung der ERC: Bei nicht bekannter Länge des bestehenden Kreislaufstillstandes sollte zunächst für 2 Minuten eine Basisreanimation durchgeführt werden, bevor ein Defibrillationsversuch gestartet wird.

Die Studie von Synder und Morgan [22] verglich die unterschiedlichen AED-Geräte in ihrem Zeitintervall bis zur Auslösung des Schocks. Es wurde hierbei die Zeit von der letzten Thoraxkompression bis zum Auslösen des Schocks gestoppt. Die Studie zeigte, dass die automatischen externen Defibrillatoren zwischen 5,2 und 28,4 Sekunden benötigen, um einen Schock abzugeben. Lange Unterbrechungen der Thoraxkompressionen führen aber zur Verschlechterung der Chance, ein Kammerflimmern in einen spontanen Kreislauf zu konvertieren. Das führte Synder und Morgen zu der Aussage, dass AED-Geräte das Zeitintervall der Analyse des Herzrhythmus und die nachfolgende Schockabgabe möglichst kurz halten müssen, da Unterbrechungen der CPR das Outcome der Patienten verschlechterten.

Weitere Studien zeigten, dass die in der Praxis durchgeführten Reanimationen oftmals zu lange Unterbrechungen der Thoraxkompressionen für Beatmungen und die Durchführung von erweiterten Maßnahmen hatten und somit die „Hands-off-time“ einen zu großen Anteil an der Gesamtzeit der Reanimation ausmachte.

Eine Studie von Wik et al. [24] untersuchte die Qualität der Reanimationen, die außerhalb einer Klinik durchgeführt wurden. Die CPR wurde hierbei von Rettungsdienstpersonal und Anästhesieschwestern an 176 erwachsenen Patienten im Kreislaufstillstand durchgeführt. Der Defibrillator zeichnete neben dem EKG und den Standardereignissen während der Reanimation die durchgeführten Thoraxkompressionen mit einem Druckaufnehmer über dem Sternum und die Beatmungen über die Impedanzänderung zwischen den Defibrillationselektroden auf. Die Studie zeigte, dass in 48 % der Zeit, in der kein spontaner Kreislauf bestand, keine Thoraxkompressionen durchgeführt wurden. Dadurch reduzierte sich die durchschnittliche Thoraxkompressionsfrequenz von 121/Minute auf eine tatsächliche

Thoraxkompressionsfrequenz von 64/Minute. Die durchschnittliche Thoraxkompressionstiefe lag bei 34 mm und im Schnitt wurden 11 Beatmungen in der Minute durchgeführt. 61 Patienten (35 %) kehrten in einen spontanen Kreislauf zurück. 5 Patienten (3 %) verließen das Krankenhaus mit normalem neurologischen Status. Wik kam zu der Aussage, dass die CPR-Qualität verbessert und somit die Überlebenschancen der Patienten erhöht wurden, wenn die Reanimation mit Thoraxkompressionen mit korrekter Drucktiefe, korrekter Thoraxkompressionsfrequenz und mit minimaler „Hands-off-time“ durchgeführt wurde.

Eine Studie von Abella [1] untersuchte die Qualität der Reanimationen, die innerhalb einer Klinik durchgeführt wurden. Dabei wurde die CPR an 67 erwachsenen Patienten anhand der aufgezeichneten Qualität von Thoraxkompression und Beatmung untersucht. Erfasst wurden die Thoraxkompressionsrate, die Kompressionstiefe, die Beatmungsrate und die Zeit während des Kreislaufstillstands, in der keine Thoraxkompressionen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Studie waren:

In 28,1 % der Zeit der Reanimation war die Thoraxkompressionsfrequenz geringer als 90 Kompressionen in der Minute. Bei 37,4 % der durchgeführten Kompressionen wurde eine Thoraxkompressionstiefe von weniger als 38 mm festgestellt und in 60,9 % der Zeit wurde eine Beatmungsrate von mehr als 20 Beatmungen in der Minute erreicht. Die durchschnittliche „no flow Fraktion“ lag bei 0,24. Eine „no flow Fraktion“ von 0,17 je Minute des Kreislaufstillstands bedeuteten 10 Sekunden, in der die Organe nicht mit Sauerstoff versorgt wurden. 27 Patienten (40,3 %) sind in einen spontanen Kreislauf zurückgekehrt und 7 Patienten (10,4 %) sind aus der Klinik entlassen worden.

Die genannten Forschungsergebnisse führten zu den Reanimationsleitlinien 2005 des ILCOR [16], die durch das ERC [6; 14; 19] modifiziert und als die für Europa verbindlichen Guidelines for Resuscitation am 28. November 2005 veröffentlicht wurden. Diese enthalten klare Aussagen darüber, wie ein Patient mit Kreislaufstillstand behandelt werden sollte.

Der ERC trifft nach den aktuellen Reanimationsleitlinien von 2005 jedoch keine klaren Aussagen darüber, wie zwei ausgebildete Helfer mit Equipment (Beatmungsbeutel mit Maske, Medikamente, Sauerstoff, EKG-Defibrillator-Einheit) die Basisreanimation mit den erweiterten Maßnahmen durchführen sollen.

Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

- Die erste Möglichkeit ist die Standardreanimationsmethode, bei der beide Helfer die Basismaßnahmen durchführen. Für erweiterte Maßnahmen müssen die qualifizierten Helfer die Zeit nutzen, in der sie keine Basismaßnahmen durchführen.
- Die zweite Möglichkeit ist die Überkopfreanimationsmethode. Dabei werden die Basisreanimationsmaßnahmen nur von einem Helfer durchgeführt. Der zweite Helfer hat die Möglichkeit, erweiterte Maßnahmen vorzubereiten und durchzuführen. Die Überkopfreanimation scheint einen ruhigeren Ablauf während der Reanimation zu gestatten und einen Zeitvorteil bei der Durchführung der erweiterten Maßnahmen zu bringen.

Die Überkopfreanimationsmethode war zu keiner Zeit eine Empfehlung des ERC in dem Kontext der Zwei-Helfer-Reanimation. Sie wird nach den Leitlinien 2005 des ERC allenfalls in beengten Platzverhältnissen mit einem Helfer empfohlen. Dennoch wurde sie von Rettungsdienstschulen und anderen Ausbildungsinstitutionen in Deutschland gelehrt und wird vielfach in der Praxis angewandt [10].

Die vorliegende Studie untersuchte, ob die Überkopfreanimation unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Durchführung aktuellen Reanimationsleitlinien eine von der Qualität der Thoraxkompressionen und Beatmungen vergleichbare, sinnvolle Alternative zur Standardreanimationsmethode darstellt. Entscheidende Determinante dabei ist die Zeit der Unterbrechungen der Thoraxkompressionen, also die „Hands-off-time“.

3 Material und Methoden

Die Studie wurde von Januar bis März 2008 am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf durchgeführt. Nach Aussage der Ethikkommission der Hamburger Ärztekammer war für die vorliegende Studie eine Zustimmung der Ethikkommission nicht erforderlich.

3.1 Studienkollektiv

Teilnehmer der Studie waren 106 Medizinstudenten im dritten bis fünften Studienjahr. Die Studenten wurden im Rahmen des Tertials „operative Medizin“ des klinischen Studienabschnittes neben den chirurgischen Fächern auch in Anästhesie, Notfallmedizin und kardiopulmonaler Reanimation ausgebildet. Alle Studienteilnehmer gaben eine schriftliche Einverständniserklärung zur Auswertung ihrer unter der kardiopulmonalen Reanimation erhobenen Daten ab.

3.2 Studiendesign

Die Studie war eine randomisierte Cross-over-Studie, welche an einem zufälligen Studentenkollektiv durchgeführt wurde. In randomisierter Reihen- und Abfolge musste jeder Studienteilnehmer die verschiedenen Reanimationsmethoden in den unterschiedlichen Positionen durchführen.

Zu Beginn der Studie erhielten die Studienteilnehmer einen standardisierten, theoretischen 90minütigen Unterricht zu den Basismaßnahmen (Basic Life Support (BLS)) der Reanimation. Des Weiteren wurde die Unterscheidung in Basic Life Support und Advanced Cardiac Life Support (ACLS; erweiterte Maßnahmen) erklärt. Ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts war hierbei der Algorithmus des ERC zur Reanimation von 2005 (**Abbildung 1**).

Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation 2005

European Resuscitation Council (ERC) Guidelines for Resuscitation 2005. Resuscitation 67:S1-S189.

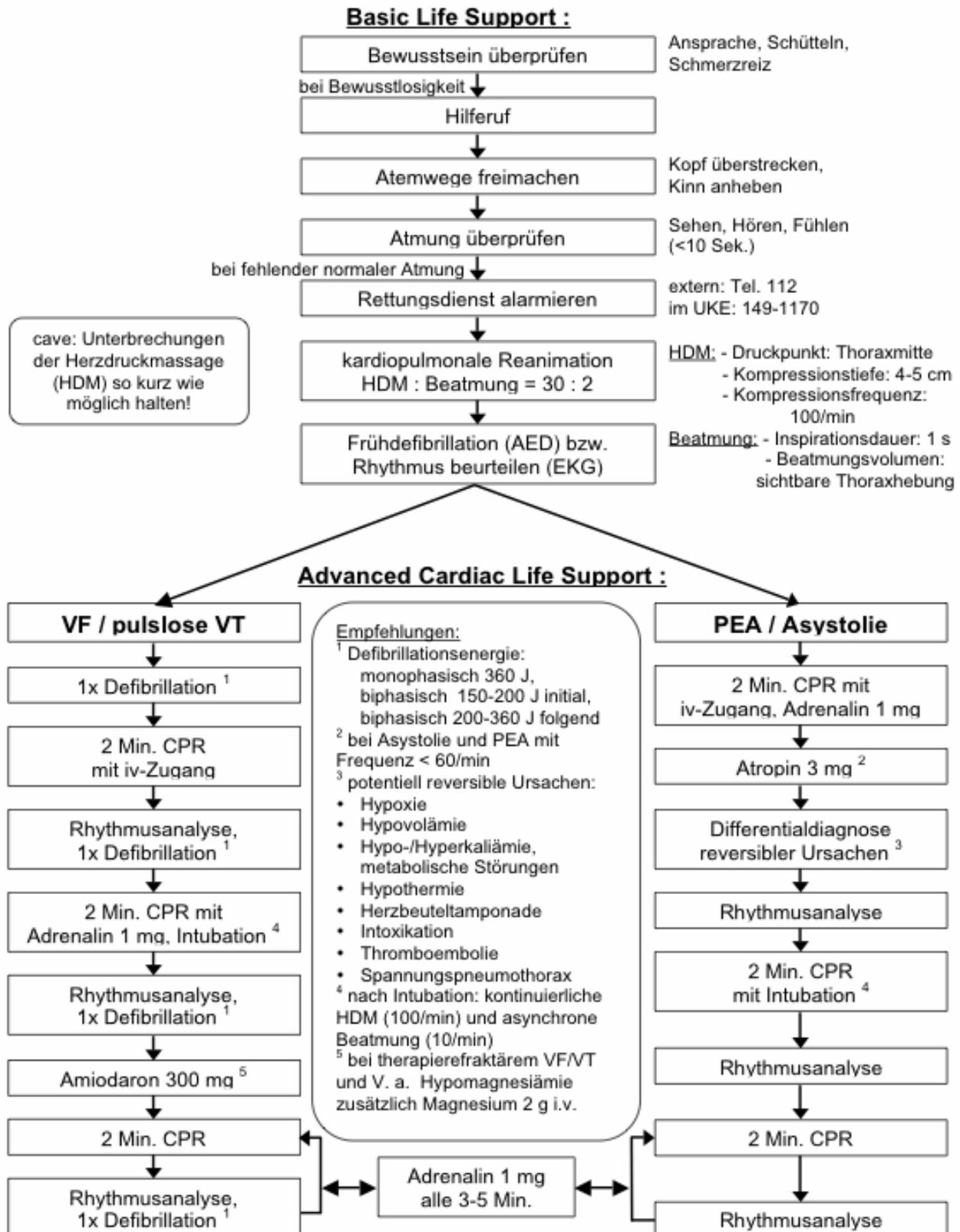


Abbildung 1 Algorithmus des ERC der Reanimation von 2005, zusammengefasst von der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf.

Der Unterricht wurde durch Ärzte der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf nach zum damaligen Zeitpunkt aktuellen Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council von 2005 [6; 14; 19] abgehalten.

Lehrinhalte des Unterrichts waren die Maßnahmen der Reanimation:

1. Kontrolle des Bewusstseins (Ansprache, Schmerzreiz)
2. Hilferuf
3. Freimachen der Atemwege (Kopf überstrecken)
4. Kontrolle der Atmung
5. Pulskontrolle
6. Notruf
7. Korrekte Durchführung der Thoraxkompressionen: Korrekter Druckpunkt (Mitte des Sternums, Handballen parallel zum Sternum), richtige Drucktechnik (Ineinandergreifen der Finger, Durchstrecken der Arme), Kompressionsfrequenz: 100/min und Kompressionstiefe 4-5 cm, vollständige Thoraxentlastung zwischen den einzelnen Thoraxkompressionen
8. Korrekte Handhabung eines Beatmungsbeutels mit Maske und Sauerstoffreservoir, Aufsetzen der Maske über Nase und Mund, Fixieren der Maske mittels C-Griff und Beatmen des Patienten mit 400-600 ml Beatmungsvolumen (orientiert an einem Patienten mit einem Körpergewicht von 70-80 kg bei einem von den Leitlinien vorgegebenen Tidalvolumen von 6-7 ml pro kg Körpergewicht) bei einer Inspirations- und Expirationsdauer von jeweils einer Sekunde. Frühestmögliches Anreichern der Beatmungsluft mit Sauerstoff.
9. Korrekter Umgang mit Guedeltuben
10. Defibrillation
11. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen

Weiterer Inhalt der theoretischen Schulung der Studienteilnehmer war die Darstellung zweier Reanimationsmethoden (Standardreanimationsmethode und Überkopfreanimationsmethode) mit zwei Helfern, die einen Beatmungsbeutel und -Maske zur Verfügung haben und die erweiterte Maßnahmen (EKG-Ableitung, Defibrillation, i.v.-Zugang, Medikamentengabe, Intubation) durchführen wollen. Bei beiden Reanimationsmethoden wurden Thoraxkompressionen und Beatmungen durchgeführt. Nach Feststellen des Kreislaufstillstandes erfolgten nach Algorithmus sofort 30 Thoraxkompressionen, danach folgten 2 Beatmungen. Dieses Schema wiederholte sich abwechselnd 2 Minuten lang, bis es zur Rhythmusanalyse und gegebenenfalls zum Einsatz eines Defibrillators bei defibrillationswürdigem Rhythmus kam. Nach abgegebenem Schock erfolgte sofort die Wiederaufnahme von

Thoraxkompressionen und Beatmungen im Verhältnis von 30:2. Erst nach weiteren 2 Minuten durchgeführter CPR erfolgte eine erneute Herzrhythmuskontrolle. Während der Beatmung achteten die Helfer auf möglichst kurze Unterbrechungen für die Thoraxkompressionen. Bei der Standardreanimationsmethode (**Abbildung 2**) wurden die Basismaßnahmen, Thoraxkompressionen und Beatmungen, mit einem Beatmungsbeutel von beiden Helfern durchgeführt. Der erste Helfer (Seitenhelfer) kniete an der Seite des Patienten auf Höhe des Thorax und führte von dort die Thoraxkompression durch. Er beugte sich über den Thorax des Patienten, so dass er diesen mittig in der unteren Sternumhälfte im 90° Winkel komprimieren konnte. Dabei zählte er die letzten 5 Thoraxkompressionen laut mit, damit der Helfer 2 (Kopfhelfer) wusste, wann er beatmen musste. Die Thoraxkompressionen erfolgten wie oben beschrieben.

Der Helfer 2 kniete am Kopf des Patienten und nahm diesen zwischen die Oberschenkel. Er führte die Beatmung mit dem Beatmungsbeutel durch. Das laute Zählen des anderen Helfers ließ erkennen, wann die Beatmungen erfolgen mussten. Die Beatmungen erfolgten dabei wie oben beschrieben. Diese Maßnahmen wurden abwechselnd wiederholt.



Abbildung 2 Standardreanimationsmethode mit zwei Helfern

Bei der Überkopfreanimationsmethode (**Abbildung 3**) wurden die Basismaßnahmen nur von einem Helfer durchgeführt. Er kniete wie bei der Standardreanimationsmethode am Kopf des Patienten (Kopfhelfer). Der Kopf des Patienten lag in der Mitte zwischen seinen Knien bzw. den Oberschenkeln. Aus dieser Position führte der Helfer die Thoraxkompression durch. Dabei beugte er sich so weit über den Thorax des Patienten, dass er diesen im rechten Winkel mittig in der unteren Sternumhälfte (untere Hälfte des Abstandes vom Incisura jugularis bis Processus xiphoideus) komprimieren konnte. Insbesondere bei dieser Art der Thoraxkompression war auf die korrekte Position der Hand auf dem Druckpunkt zu achten (Handballen möglichst parallel zum Sternum, nicht quer zum Sternum). Der maximale Druck durfte nicht zu weit rechts oder links neben dem Sternum liegen. Ansonsten erfolgte die Thoraxkompression wie oben beschrieben. Nach 30 Thoraxkompressionen ging der Helfer in die ursprüngliche Position (Patientenkopf zwischen Oberschenkel bzw. Knien des Helfers liegend) zurück. Er nahm den Kopf des Patienten zwischen seine Oberschenkel und führt 2 Beatmungen mittels Beatmungsbeutel durch. Die Beatmungen erfolgten wie oben beschrieben. Danach folgten wieder 30 Thoraxkompressionen.

Diese Maßnahmen wurden abwechselnd wiederholt.



Abbildung 3 Überkopfreanimationsmethode

Nach dem theoretischen Unterricht absolvierten die Studienteilnehmer eine 45-minütige praktische Übung. Dabei konnten die Studienteilnehmer beide Reanimationsmethoden unter Anleitung eines Arztes üben. Die Überkopf- und Standardreanimationsmethoden wurden hierbei randomisiert durchgeführt und es wurde darauf geachtet, dass jeder Studienteilnehmer jede Position der verschiedenen Reanimationsmethoden mindestens 4 Minuten trainiert hatte. Darüber hinaus konnten die Studienteilnehmer Unklarheiten bezüglich der einzelnen Technik und der einzelnen Methoden klären und die Methoden aus praktischer Erfahrung miteinander vergleichen. Die Reanimationsübungen wurden an einem Simulator (Resusci Anne Basis[®], Laerdal Medical AS, Stavanger, Norwegen) durchgeführt.

Zu Beginn der Datenerhebung wurden die Studienteilnehmer auf die Durchführung der verschiedenen Reanimationsmethoden in zufälliger Reihenfolge und zufälliger Besetzung der Positionen hingewiesen. Des Weiteren wurden sie über das Ziel der Studie, nicht aber über die Arbeitshypothese, informiert.

Den Studienteilnehmern wurden Nummern zugeordnet, diese wurden durch Randomisierung einer verschiedenen Abfolge der Reanimationsmethoden zugeordnet. Jeder Studienteilnehmer war damit in zufälliger Reihen- und Abfolge sowohl bei der Überkopfreanimation als auch bei der Standardreanimatiionsmethode einmal Kopf- und einmal Seitenhelfer. Pro Reanimationsteam wurden insgesamt 4 Szenarien durchgeführt. Während dieser Szenarien mussten die Studienteilnehmer die verschiedenen Reanimationsmethoden ableisten. Jedes Szenario dauerte exakt 2 Minuten ab der ersten Thoraxkompression (**Tabelle 1**).

Teilnehmer	Szenario			
	1	2	3	4
	Standard	Standard	Überkopf	Überkopf
001	TK	B		Ü
002	B	TK	Ü	
	Standard	Überkopf	Überkopf	Standard
003	B	Ü		TK
004	TK		Ü	B
...				

Tabelle 1 Auszug aus dem Ablaufschema der vorliegenden Studie.

Bei einem Szenario der Standardreanimation wurde mit „TK“ der Teilnehmer, der die Thoraxkompressionen, und mit „B“ der Teilnehmer, der die Beatmung durchführte, festgelegt. Das „Ü“ legte fest, welcher Teilnehmer bei der Überkopfreanimationsmethode die Basisreanimationsmaßnahmen durchführte.

Nach jedem Szenario gab es eine fünfminütige Pause. Damit wurde gewährleistet, dass die folgenden Reanimationsverfahren nicht durch die Erschöpfung der Studienteilnehmer qualitativ schlechter wurden.

Die Studie wurde an einem Simulator durchgeführt (Laerdal SimMan[®] Laerdal Medical AS, Stavanger, Norwegen). Für die Beatmungen hatten die Studienteilnehmer einen Beatmungsbeutel mit Maske und Sauerstoffreservoir zur Verfügung (Laerdal Silicone Resuscitator[®] mit Erwachsenenmaske Größe 4, der Firma Laerdal Medical AS, Stavanger, Norwegen).

3.3 Zielvariablen

Zur Erhebung der Daten wurde das Auswertungsprogramm des Simulators (Laerdal PC SkillReporting System[®], Laerdal Medical AS, Stavanger, Norwegen) verwendet. Zur Abmessung der exakten Dauer der Szenarien wurde zu Beginn der ersten Thoraxkompression eine Stoppuhr gestartet. Zusätzlich gab ein Metronom eine

Frequenz von 100 Schlägen/Minute vor. Damit wurde dem Reanimationsteam ein Anhaltspunkt für die Thoraxkompressionsfrequenz gegeben.

Zur Dokumentation der Studie wurden die einzelnen Szenarien auf Video aufgezeichnet, um mögliche Unklarheiten bei der Auswertung klären zu können. Im Anschluss an die vier Szenarien füllten die Studienteilnehmer einen Fragebogen aus. Sie machten Angaben zu demographischen Daten, Vorkenntnissen bzw. Vorbildungen und evaluierten ihre persönlichen Präferenzen bezüglich der Reanimationsmethode (**Anhang 10.1**).

Die Software des Simulators erfasste für jede Thoraxkompression und Beatmung verschiedene Parameter, die nach Leitlinien des European Resuscitation Council von 2005 in der Software als Standard hinterlegt waren. Die von der Software des Simulators aufgezeichneten Daten sind in **Tabelle 2** und **Tabelle 3** wiedergegeben.

Darüber hinaus wurden Daten erhoben, die Aussagen über den Zeitverlust zwischen den einzelnen Maßnahmen der Reanimationsmethoden ermöglichten (**Tabelle 4**). Diese Daten wurden manuell unter zur Hilfenahme der Simulatorsoftware und der Benutzung von Microsoft[®] Excel (Microsoft Corporation, Redmont, USA) ausgewertet. Parameter für diese Aussage war die „Hands-off-time“.

3.4 Statistik

Alle Daten der Studie wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, ILL, USA) analysiert. Die Daten wurden als nicht normalverteilte Daten mittels Friedman-Test zur Reduktion des Signifikanzniveaus und post-hoc mittels Wilcoxon-Rangsummentest analysiert. Die p-Werte $< 0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen.

Bei den nachfolgenden Ergebnissen bezogen sich die berechneten Mediane auf einen Zeitraum von zwei Minuten je Studienteilnehmer, es sei denn es wird bei dem einzelnen Parameter explizit angegeben, dass es sich um eine Minute handelte.

Daten der Thoraxkompressionen:	
- Gesamt gezählte Thoraxkompressionen	Alle Kompressionen, die auf den Thorax des Simulators ausgeübt wurden, wurden von der Software zu den gesamten Thoraxkompressionen gezählt.
- Fehlerfreie Thoraxkompressionen	Die Software wertete jede Thoraxkompression, bei der eine Kombination aus korrekter Drucktiefe, korrekter Handposition und einer vollständigen Entlastung nach der Thoraxkompression bestand als fehlerfreie Kompression.
- Thoraxkompressionen mit korrekter Drucktiefe (4- 5 cm)	Kompressionen, die eine Drucktiefe zwischen 4 und 5 cm erreichten, wurden von der Software als Kompression mit korrekter Drucktiefe bewertet.
- Thoraxkompressionen mit zu flacher Drucktiefe	Thoraxkompressionen, die nicht mindestens eine Drucktiefe von 4 cm aufwiesen, wurden von der Software als zu flach gewertet.
- Thoraxkompressionen mit zu tiefer Drucktiefe	Thoraxkompressionen mit einer Drucktiefe von mehr als 5cm wurden von der Software als zu tief gewertet.
- Thoraxkompressionen mit korrekter Handposition	Thoraxkompressionen, die in einem bestimmten Areal (entspricht in etwa der Mitte der unteren Sternumhälfte) durchgeführt wurden, wurden von der Software als Kompressionen mit korrekter Handposition gezählt.
- Thoraxkompressionen mit unvollständiger Entlastung	Thoraxkompressionen, nach denen keine vollständige Thoraxentlastung durchgeführt wurde, wurden als Kompressionen mit unvollständiger Entlastung gewertet.
- Durchschnittliche Thoraxkompressionen pro Minute	
- Durchschnittliche Kompressionstiefe	
- Thoraxkompressionstiefe	
- Thoraxkompressionsfrequenz	

Tabelle 2 Von der Software des Simulators aufgezeichnete Daten der Thoraxkompressionen.

Daten der Beatmungen:	
- Gesamt gezählte Beatmungen	Beatmungen, die mit mehr als 50 ml durchgeführt wurden, wurden von der Software zu den gesamten Beatmungen gezählt.
- Beatmungen mit korrektem Beatmungsvolumen (400- 600 ml)	Beatmungen, mit 400- 600 ml (orientiert an einem Patienten mit einem Körpergewicht von 70-80 kg bei einem Tidalvolumen von 6-7 ml pro kg Körpergewicht) wurden von der Software als Beatmung mit korrektem Beatmungsvolumen erkannt.
- Beatmungen mit Beatmungsvolumen < 400 ml (zu geringes Beatmungsvolumen)	Beatmungen, mit einem Beatmungsvolumen von mehr als 50 ml und weniger als 400 ml wurden von der Software als zu geringes Beatmungsvolumen gewertet.
- Beatmungen mit Beatmungsvolumen > 600 ml (zu großes Beatmungsvolumen)	Beatmungen, mit einem Beatmungsvolumen von mehr als 600 ml wurden von der Software als zu großes Beatmungsvolumen gewertet.
- Beatmungsvolumen	
- Beatmungsminutenvolumen	

Tabelle 3 Von der Software des Simulators aufgezeichnete Daten der Beatmungen.

Daten der „Hands-off-time“:	
- Durchschnittliche „Hands-off-time“	Durchschnittliche Zeit für 2 Beatmungen während der keine Thoraxkompressionen stattfanden.
- Gesamt „Hands-off-time“	Zeit, in der keine Thoraxkompressionen stattfanden (in der Gesamtzeit von 2 Minuten).
- „Hands-off-time“ in Verhältnis zur Gesamtzeit	Prozentuales Verhältnis der „Hands-off-time“ zur Gesamtzeit der Reanimation.

Tabelle 4 Ausgewertete Daten zur „Hands-off-time“

4 Ergebnisse

106 Studienteilnehmer (72 weiblich; 34 männlich) hatten von Januar bis März 2008 an der Studie teilgenommen. Es gab keinen Studienteilnehmerausfall und keinen nicht verwertbaren Datensatz bei der Studie. Die demographischen Daten der Teilnehmer sind in **Tabelle 5** gezeigt.

	Median	Bereich
Alter	25 Jahre	21-53 Jahre
Größe	172 cm	159-193 cm
Gewicht	64 kg	50-102 kg

Tabelle 5 Demographische Daten der Studienteilnehmer

Der Median, der bei den einzelnen Ergebnissen angegeben wird, bezieht sich auf einen Studienteilnehmer in 2 Minuten. Die Gesamtsumme bezieht sich auf 106 Studienteilnehmer in 2 Minuten. Die Werte, die in den Klammern angegeben und durch ein Minus getrennt sind, sind die Bereiche der einzelnen Parameter.

4.1 Vorkenntnisse der Studienteilnehmer

Die Studienteilnehmer waren allesamt Medizinstudenten nach bestandener erster ärztlicher Prüfung und befanden sich im Median im 4. Trimester (Trimesterbereich 1-6) des klinischen Studienabschnitts. Zur Anmeldung für die erste ärztliche Prüfung mussten die Studenten während der ersten zwei Jahre ihres Studiums einen 16 Schulstunden umfassenden Erste-Hilfe-Kurs besuchen, der 2 Schulstunden Reanimation beinhaltet. Der Erste-Hilfe-Kurs lag bei den Studenten zwischen 2 und 6 Jahre zurück. Einige der Studienteilnehmer hatten weitere medizinische Ausbildungen absolviert. Jeweils zwei Studienteilnehmer hatten eine Ausbildung zur Krankenschwester, zum Sanitätshelfer oder zum Rettungssanitäter absolviert und vier weitere (3,8 %) hatten einen Rettungshelfer-Lehrgang besucht. Die Studienteilnehmer hatten insgesamt keine klinischen Erfahrungen mit kardiopulmonaler Reanimation. 11 Studienteilnehmer (10,4 %) hatten bereits Reanimationen durchgeführt, dabei war die durchschnittliche Zahl der absolvierten Reanimationen 2 (Zahlbereich 1-4).

4.2 Thoraxkompressionen

Von den Studienteilnehmern wurden in den untersuchten 2 Minuten bei der Überkopfreanimationsmethode im Median signifikant weniger (142) (132-150) Thoraxkompressionen als bei der Standardreanimationsmethode (167) (158-176) durchgeführt.

Bei der durchschnittlichen Thoraxkompressionsfrequenz wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Im Median wurden die Thoraxkompressionen bei der Überkopfreanimation mit einer durchschnittlichen Kompressionsfrequenz von 102 (100-111) pro Minute und bei der Standardreanimation mit einer durchschnittlichen Kompressionsfrequenz von 103 (99-112) pro Minute durchgeführt.

Fehlerfreie Thoraxkompressionen wurden bei der Standardreanimationsmethode (7926 als Gesamtsumme der Kompressionen aller Teilnehmer) signifikant häufiger durchgeführt als bei der Überkopfreanimationsmethode (5584). In 2 Minuten wurden von den Studienteilnehmern im Median bei der Standardreanimation 72 (11-136) und bei der Überkopfreanimation 45 (13-88) fehlerfreie Thoraxkompressionen durchgeführt. Ebenso wurden von den Studienteilnehmern signifikant mehr Thoraxkompressionen mit korrekter Drucktiefe (4-5 cm) bei der Standardreanimationsmethode (10079 Gesamtsumme) erreicht als bei der Überkopfreanimationsmethode (8532 Gesamtsumme). Im Median wurden bei der Standardreanimation (108) (44-147) signifikant häufiger Thoraxkompressionen mit korrekter Drucktiefe durchgeführt als bei der Überkopfreanimation (93) (36-124).

Ein statistisch signifikanter Unterschied war ebenfalls bei den Thoraxkompressionen zu finden, bei denen zu flach komprimiert wurde. Im Median wurde bei der Überkopfreanimation die Thoraxkompressionstiefe 4-mal (0-36) und bei der Standardreanimation 23-mal (1-96) zu flach ausgeführt. Bei der Überkopfreanimationsmethode (5-mal) (0-52) wurde die Thoraxkompression signifikant häufiger zu tief ausgeführt als bei der Standardreanimationsmethode (1-mal) (0-10).

Die Anzahl der Thoraxkompressionen mit korrekter Handposition war bei der Standardreanimationsmethode signifikant höher als bei der Überkopfreanimationsmethode. Im Median waren bei der Standardreanimationsmethode (162) (141-173) häufiger korrekte Handpositionen feststellbar gegenüber der Überkopfreanimationsmethode (119) (70-137).

Die Studienteilnehmer führten im Median signifikant mehr Thoraxkompressionen mit vollständiger Entlastung bei der Standardreanimation (160) (145-172) durch als bei der Überkopfreanimation (132) (122-143).

Ebenfalls wurde ein signifikanter Unterschied bei der durchschnittlichen Kompressionstiefe festgestellt. Im Median betrug diese bei der Überkopfreanimationsmethode 45 mm (40-50 mm) und bei der Standardreanimationsmethode 42 mm (37-47 mm).

Zum besseren Verständnis sind die signifikanten Unterschiede der Thoraxkompressionen bei der Standard- und Überkopfreanimationsmethode in **Abbildung 5** nochmals graphisch dargestellt.

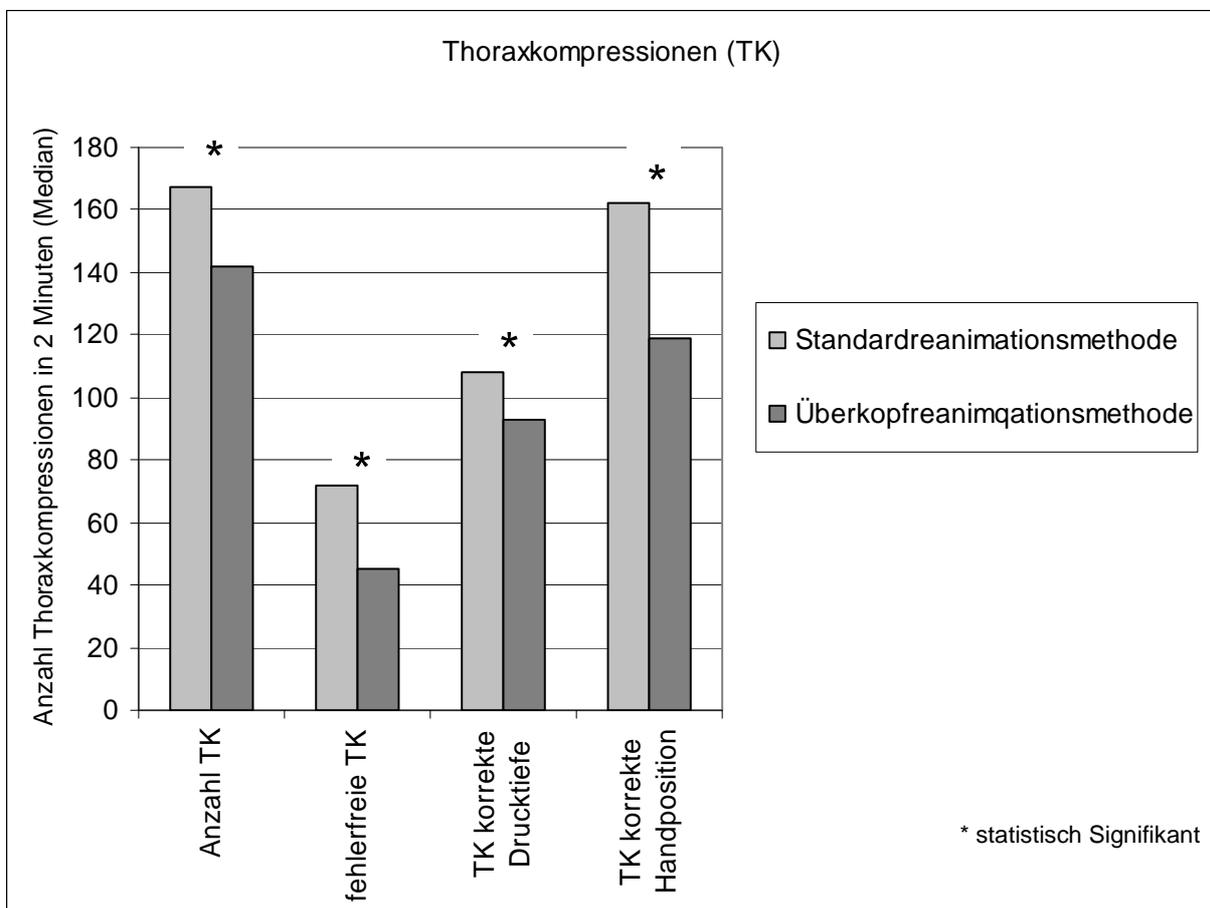


Abbildung 5 Thoraxkompressionen bei Standard- und Überkopfreanimationsmethode im Median während 2 Minuten der Reanimation.

4.3 Beatmungen

Bei der Standardreanimationsmethode wurden signifikant mehr Beatmungen festgestellt als bei der Überkopfreanimationsmethode.

Im Median wurden von den Studienteilnehmern in 2 Minuten bei der Standardreanimation (10) (10-10) signifikant mehr Beatmungen durchgeführt als bei der Überkopfreanimation (8) (8-8) (**Abbildung 6**).

In der Gesamtsumme wurden bei der Überkopfreanimationsmethode 871 und bei der Standardreanimationsmethode 1065 Beatmungen durchgeführt.

Über 2 Minuten wurden bei der Überkopfreanimation (320 als Gesamtsumme der Beatmungen aller Teilnehmer) signifikant weniger Beatmungen mit korrektem Beatmungsvolumen als bei der Standardreanimation (466) durchgeführt. Im Median führten die Studienteilnehmer bei der Überkopfreanimationsmethode 3 (1-4) und bei der Standardreanimationsmethode 5 (2-7) Beatmungen mit korrektem Beatmungsvolumen durch. Dieser Unterschied war signifikant (**Abbildung 6**).

Die Beatmungen mit zu geringem (< 400 ml) oder zu hohem (> 600 ml) Beatmungsvolumen stellten in der Studie keinen statistisch signifikanten Unterschied dar. Im Zweiminutenintervall wurden im Median bei der Überkopfreanimationsmethode und bei der Standardreanimationsmethode jeweils 2 Beatmungen mit zu geringem Beatmungsvolumen durchgeführt. Beatmungen mit zu hohem Beatmungsvolumen erfolgten bei Überkopfreanimation Im Median 2- und bei der Standardreanimation im Median 1-mal.

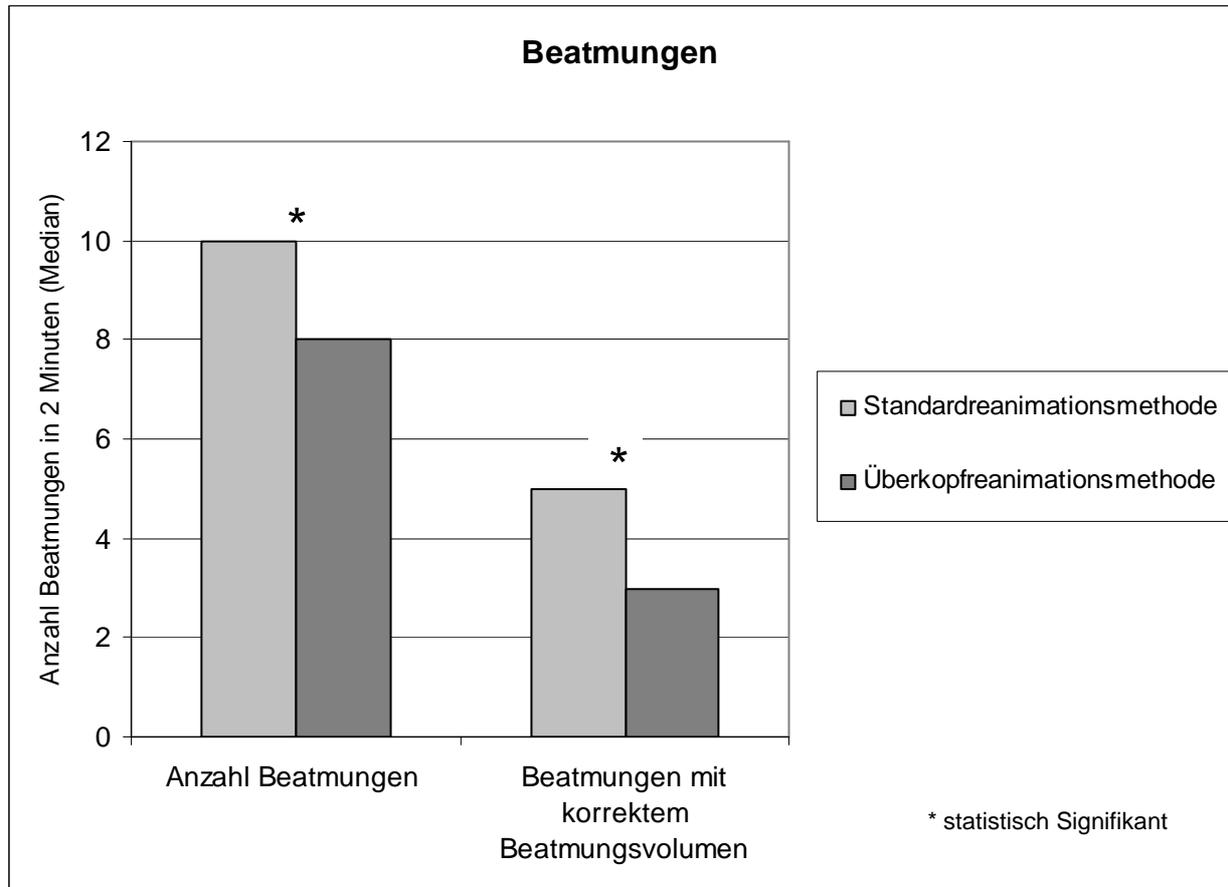


Abbildung 6 Beatmungen bei Standard- und Überkopfreanimationsmethode im Median während 2 Minuten der Reanimation.

Beim durchschnittlichen Beatmungsvolumen konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Median wurde bei der Überkopfreanimationsmethode eine Beatmung mit 486 ml (339-588 ml) und bei der Standardreanimationsmethode mit 456 ml (353-582 ml) durchgeführt.

Das durchschnittliche Beatmungsminutenvolumen war bei der Standardreanimationsmethode (2315 ml) (1770-2815) signifikant höher als bei der Überkopfreanimationsmethode (1978 ml) (1391-2464) (**Abbildung 7**).

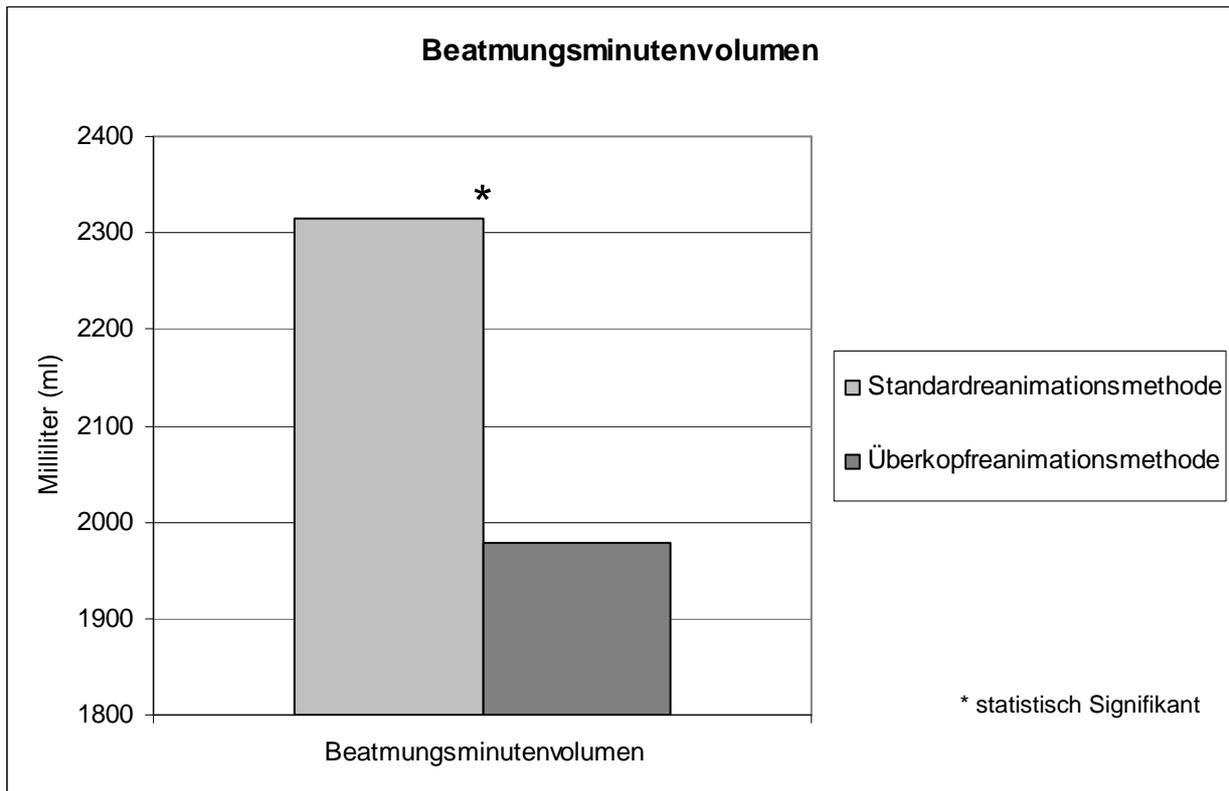


Abbildung 7 Beatmungsminutenvolumen im Median bei Standard- und Überkopfreanimationsmethode.

4.4 „Hands-off-time“

Die durchschnittliche „Hands-off-time“ (Zeit der Unterbrechung der Thoraxkompressionen) war im Median bei der Überkopfreanimationsmethode mit 9,5 Sekunden (8,5-10,5 Sekunden) signifikant länger als bei der Standardreanimationsmethode mit 4,8 Sekunden (4,4-5,4 Sekunden) (**Abbildung 8**). Ebenso war die gesamt „Hands-off-time“ bei der Überkopfreanimationsmethode (38 Sekunden) im Median signifikant länger als bei der Standardreanimationsmethode (25 Sekunden) (**Abbildung 8**).

Das Verhältnis der „Hands-off-time“ zur gesamten Zeit der CPR war für die Überkopfreanimationsmethode (31,7 %) (30,0-35,6 %) signifikant länger als bei der Standardreanimationsmethode (20,4 %) (18,3-21,7 %).

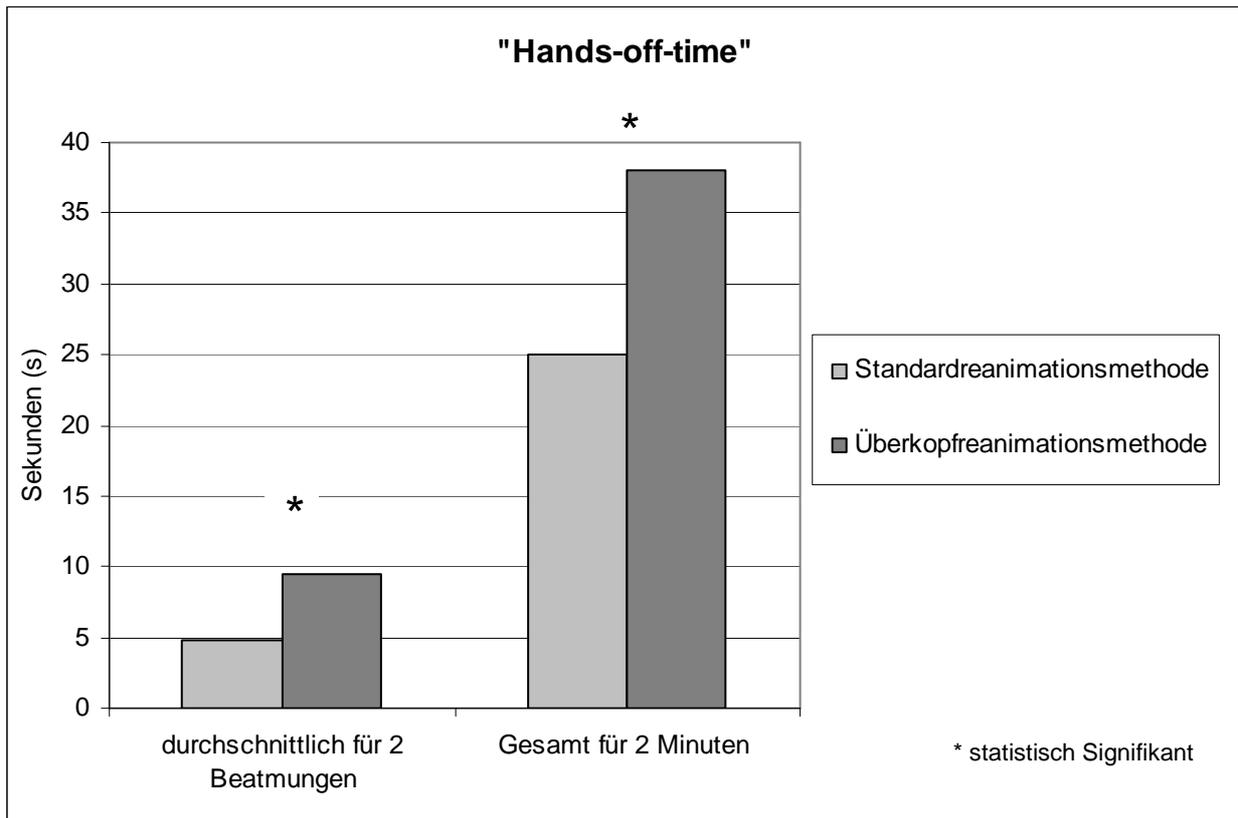


Abbildung 8 „Hands-off-time“ im Median bei Standard- und Überkopfreanimationsmethode

Die Ergebnisse der Thoraxkompressionen, Beatmungen und „Hands-off-time“ sind in **Tabelle 6** nochmals zusammengefasst.

4.5 Persönliche Präferenz der Studienteilnehmer

Nach Ende der Datenaufzeichnung gaben die Studienteilnehmer ihre persönliche Präferenz bezüglich der Reanimationsmethoden an. Dabei wurde eine professionelle Reanimation mit 2 Helfern, die erweiterte Maßnahmen durchführen wollten und einen Beatmungsbeutel mit Maske zur Verfügung hatten, vorausgesetzt. 53 (50 %) der 106 Studienteilnehmer bevorzugten die Überkopfreanimationsmethode, 40 Studienteilnehmer (37,7 %) präferierten die Standardreanimationsmethode und 13 Studienteilnehmer (12,3 %) sahen keinen Vorteil bei einer der zwei möglichen Reanimationsmethoden.

	Standard CPR		Überkopf CRP		p-Wert
“Hands-off-Time”					
Durchschnittliche Zeit für 2 Beatmungen (s)	4,8 (4,4-5,4)		9,5 (8,5-10,5)		< 0,001
Gesamt “Hands-off-Time” (s)	25 (22-26)		38 (36-43)		< 0,001
Im Verhältnis zur gesamten CPR-Zeit (%)	20,4 (18,3-21,7)		31,7 (30,0-35,6)		< 0,001
Thoraxkompressionen		Gesamtzahl		Gesamtzahl	
Anzahl der Thoraxkompressionen	167 (158-176)	17849 ^c	142 (132-150)	15018 ^c	< 0,001
Thoraxkompressionsfrequenz (pro Minute)	103 (99-112)		102 (100-111)		0,732
Anzahl korrekt durchgeführter Thoraxkompressionen	72 (11-136) [42,0 %] ^b	7926 ^c	45 (13-88) [32,2 %] ^b	5584 ^c	0,004
Thoraxkompressionstiefe 4-5 cm	108 (44-147) [65,3 %] ^b	10079 ^c	93 (36-124) [66,2 %] ^b	8532 ^c	0,037
Thoraxkompressionstiefe < 4 cm	23 (1-96) [14,6 %] ^b	5345 ^c	4 (0-36) [2,6 %] ^b	3080 ^c	0,004
Thoraxkompressionstiefe > 5 cm	1 (0-10) [0,6 %] ^b	2425 ^c	5 (0-52) [3,0 %] ^b	3406 ^c	0,049
Korrekte Handposition	162 (141-173) [100,0 %] ^b	15615 ^c	119 (70-137) [82,0 %] ^b	10884 ^c	< 0,001
Thoraxkompressionen mit vollständiger Entlastung	160 (145-172) [99,4 %] ^b	15860 ^c	132 (122-143) [99,7 %] ^b	13025 ^c	< 0,001
Thoraxkompressionstiefe	42 (37-47)		45 (40-50)		0,015
Beatmungen		Gesamtzahl		Gesamtzahl	
Anzahl Beatmungen	10 (10-10)	1065 ^c	8 (8-8)	871 ^c	< 0,001
Beatmungen mit Beatmungsvolumen 400-600 ml	5 (2-7) [45,8 %] ^a	466 ^c	3 (1-4) [37,5 %] ^a	320 ^c	< 0,001
Beatmungen mit Beatmungsvolumen < 400 ml	2 (0-6) [20,0 %] ^a	349 ^c	2 (0-4) [25,0 %] ^a	272 ^c	0,055
Beatmungen mit Beatmungsvolumen > 600 ml	1 (0-4) [10,0 %] ^a	250 ^c	2 (0-5) [20,0 %] ^a	279 ^c	0,410
Beatmungsvolumen (ml)	456 (353-582)		486 (339-588)		0,517
Beatmungsminutenvolumen (ml)	2315 (1770-2815)		1978 (1391-2464)		< 0,001

Effektivität der Standard- und Überkopfreanimationsmethode der zweiminütigen Datenaufzeichnung. Die Werte sind als Median angegebenen (1. und 3. Quartile). Ein p-Wert <0,05 wird als statistisch signifikant angesehen

^a Prozentwert bezieht sich auf Gesamtzahl der durchgeführten Beatmungen

^b Prozentwert bezieht sich auf Gesamtzahl der durchgeführten Thoraxkompressionen

^c Gesamtzahlen der Studie

Tabelle 6 Ergebnisse der Zielparameter.

5 Diskussion

Die vorliegende Studie vergleicht die Standardreanimation und die Überkopfreanimation durch Studierende der Medizin. Die Motivation zu der Studie entstand aus den Empfehlungen des ERC von 2005 in Kombination mit dem Wissen, dass die Überkopfreanimationsmethode vielfach in der Praxis ausgebildet und angewendet wurde [3; 10; 11]. Die Anwender und Ausbildungsinstitutionen begründeten den Einsatz der Überkopfreanimationsmethode mit dem ruhigeren Ablauf und der früheren Möglichkeit erweiterte Maßnahmen bei der Reanimation durchführen zu können. Wären die Basisreanimationsmaßnahmen bei der Standard- und Überkopfreanimation vergleichbar, so könnte die Überkopfreanimation für den Fall einer 2-Helfer-ACLS-Reanimation empfohlen werden.

Die Reanimationsmethoden wurden bei dieser Studie über die ersten 2 Minuten der Reanimation dokumentiert, da diese unverfälschte Aussagen über die Qualität der Basisreanimationsmaßnahmen und der „Hands-off-time“ zeigen konnten. Zusätzlich entsprachen diese ersten 2 Minuten Basisreanimation den Empfehlungen des ERC von 2005, da diese keine weiteren Maßnahmen außer Thoraxkompressionen und Beatmungen bis zur ersten Defibrillation vorsehen. In der Studie wurde die Beatmung mit einem Beatmungsbeutel mit Maske durchgeführt, da diese Form der Beatmung für professionelle Helfer nach wie vor das Mittel der Wahl ist.

5.1 Qualität der Reanimation

In der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, dass die „Hands-off-time“ signifikant länger bei der Überkopfreanimation im Vergleich zur Standardreanimation war. Dieses Ergebnis deckte sich mit den Ergebnissen der Studien von Gliwitzky et al. [11] und Handley et al. [13]. Gliwitzky et al. [11] sprachen sich wegen der bei der Überkopfreanimationsmethode größeren „Hands-off-time“ und der daraus resultierenden geringeren Anzahl von Thoraxkompressionen in der Minute gegen eine Durchführung der Überkopfreanimationsmethode im Kontext der Zweihelferreanimation aus. Des Weiteren forderten Gliwitzky et al. [11], dass die Überkopfreanimationsmethode bei der Zweihelferreanimation nicht mehr ausgebildet werden soll. Handley et al. [13] stellten ebenfalls eine größere „Hands-off-time“ bei einer Einhelferreanimation im Vergleich zu einer Reanimation, die durch zwei Helfer durchgeführt wird, fest. Andere Arbeitsgruppen (Perkins et al. [18], Hüpfel et al. [14], Bollig et al. [3]), die Studien zur Reanimation durchführten und die Überkopfreanimation als Alternative zur Standardreanimation offerierten, bezogen die „Hands-off-time“ nicht in die Auswertungen der Ergebnisse mit ein. Die aktuelle

Datenlage und die Ergebnisse der vorliegenden Studie zur „Hands-off-time“ sind deutlich. Wegen der größeren „Hands-off-time“ bei der Überkopfreanimation durch einen Helfer im Vergleich zur Standardreanimation durch zwei Helfer, soll die Überkopfreanimationsmethode im Kontext der Zweihelferreanimation nicht mehr angewendet werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten, dass bei der Standardreanimation signifikant mehr Thoraxkompressionen und Thoraxkompressionen mit korrekter Handposition durchgeführt wurden als bei der Überkopfreanimationsmethode. Dies deckte sich ebenfalls mit den Studienergebnissen der Arbeitsgruppen von Gliwitzky [11] und Handley [13]. In der Studie von Perkins et al. [20] wurden die zwei Reanimationsmethoden von je einem Studienteilnehmer alleine durchgeführt. Aufgrund der Durchführung der Basisreanimationsmaßnahmen von einem Studienteilnehmer ist die Studie nicht komplett mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Die Studie von Perkins et al. stellte leichte Vorteile der korrekten Handposition bei der Überkopfreanimation fest, sonst konnten keine großen Qualitätsunterschiede bei den beiden Reanimationsmethoden festgestellt werden. Dies deckt sich nicht mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Die Handposition war deutlich häufiger bei der Überkopfreanimationsmethode nicht korrekt. Des Weiteren wurden die Basisreanimationsmaßnahmen signifikant besser bei der Standardreanimationsmethode durchgeführt. Hüpfel et al. [15] stellte eine vergleichbare Qualität der Thoraxkompressionen, bei den verschiedenen Reanimationsmethoden fest. Die Studie von Hüpfel et al. [15] untersuchte in erster Linie die Unterschiede zwischen Überkopf- und Standardreanimationsmethode der Einhelferreanimation. Die vorliegende Studie bezog sich auf die unterschiedlichen Reanimationsmethoden im Kontext der Zweihelferreanimation. Deshalb sind die Studien nicht vergleichbar. Die vorliegende Studie konnte die Aussage von Hüpfel et al., dass die Überkopfreanimationsmethode eine sinnvolle Alternative für die Standardreanimationsmethode ist, nicht widerlegen, da die Aussage im Kontext der Einhelferreanimation getroffen wurde. Die vorliegende Studie zeigte jedoch, dass signifikant mehr Thoraxkompressionen mit korrekter Drucktiefe und korrekter Handposition bei der Standardreanimation durch zwei Helfer als bei der Überkopfreanimation durch einen Helfer durchgeführt wurden.

Die aktuelle Datenlage in Kombination mit den Studienergebnissen der vorliegenden Studie macht bezüglich der Thoraxkompressionen folgendes deutlich: Können zwei Helfer Reanimationsmaßnahmen durchführen, so muss wegen der größeren Anzahl der Thoraxkompressionen und der deutlich häufigeren korrekten Handposition die Standardreanimationsmethode durchgeführt werden.

Die vorliegende Arbeit zeigte zudem auch die deutlichen Vorteile der Beatmungen auf, wenn diese durch zwei Studierende der Medizin im Rahmen der Standardreanimationsmethode durchgeführt wurden. Die Anzahl der Beatmungen, die Beatmungen die mit dem korrekten Beatmungsvolumen und das durchschnittliche Beatmungsminutenvolumen waren signifikant häufiger korrekt als bei der Überkopfreanimationsmethode. Im Gegensatz dazu stellten Hüpfel et al. [15] bei der Überkopfreanimationsmethode deutlich mehr adäquate und korrekte Beatmungen fest als bei der Standardreanimation. Diese deutlichen Vorteile bei der Beatmung veranlassten die Arbeitsgruppe, die Überkopfreanimation als Alternative zur Standardreanimation zu werten. In Anbetracht des Studienprotokolls ist dieser Vorteil aber zu vernachlässigen, da hierbei unterschiedliche Beatmungsmethoden angewendet wurden. Bei der Überkopfreanimationsmethode wurde die Beatmung mittels Beatmungsbeutel und Maske durchgeführt. Im Unterschied dazu erfolgte die Beatmung bei der Standardreanimationsmethode durch Mund- zu Mund-Beatmung. Die unterschiedlichen Beatmungsformen machen es schwierig, die festgestellten Vorteile bei der Beatmung aus der Überkopfform auch wirklich der Überkopfreanimationsmethode zuzuschreiben. In der vorliegenden Studie wurden die Vorteile der Beatmung bei der Standardreanimation durch zwei Helfer im Vergleich zur Überkopfreanimation deutlich. Die von Hüpfel et al. [15] unter anderem wegen der guten Ergebnisse der Beatmungen empfohlene Überkopfreanimation kann nach Ergebnissen der vorliegenden Studie nicht geteilt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aufgrund einer deutlich geringeren „Hands-off-time“, einer höheren Anzahl und besseren Qualität der Thoraxkompressionen und Beatmung die Standardreanimationsmethode bei der Zweihelferreanimation anzuwenden ist.

5.2 Bewertung der Maßnahme durch die Studienteilnehmer

In der vorliegenden Studie empfanden die Mehrzahl (50 %) der Medizinstudierenden den Ablauf der Überkopfreanimation als ruhiger. Ein Helfer führte die Basisreanimationsmaßnahmen durch, der andere konnte sich auf die erweiterten Reanimationsmaßnahmen konzentrieren. Bei der Standardreanimationsmethode war dies anders. Hier mussten die Helfer die Zeit zwischen den Beatmungen und Thoraxkompressionen für erweiterten Reanimationsmaßnahmen nutzen. Auch andere Studien zu der Überkopfreanimation zeigten, dass diese oft angewendet wurde, weil sie einen ruhigeren Ablauf und eine schnellere Durchführung von erweiterten Reanimationsmaßnahmen ermöglichte [11].

5.3 Limitierungen der Studie

Die vorliegende Studie weist verschiedene Limitierungen auf. So war das Zeitintervall möglicherweise zu kurz, um Unterschiede zwischen den beiden Reanimationsmethoden herausfinden zu können, die durch die zunehmende Erschöpfung der Studienteilnehmer während der Reanimation zustande kommen.

Die Positionierung des Reanimationssimulators erfolgte auf dem Boden. Dies entspricht häufig der Situation im Rettungsdienst, aber selten den Gegebenheiten im Klinikalltag. Im Patientenbett ist die Überkopfreanimationsmethode nur schwer durchführbar, da hier durch das Bett und die Lage des Patienten (Kopf am Ende der Matratze) die Position am Kopf des Patienten nur schwer einzunehmen ist. Somit wäre die Studie präklinisch auf die meisten vom Rettungsdienst versorgten Patienten und innerklinisch nur auf die am Boden liegenden Patienten anwendbar.

Die Studie wurde an einem Reanimationssimulator durchgeführt. Der Reanimationssimulator berücksichtigt weder die unterschiedlichen Patientengrößen, noch das differente Patientengewicht bei einer realen Reanimation. Es können keine verschiedenen Compliance-Werte von Thorax und Lunge simuliert werden. Des Weiteren konnte auch die Abdichtung der Maske bei Patienten mit unterschiedlichem Kopfumfang und Gesichtsstrukturen nicht simuliert werden. Der Vorteil eines Simulators war aber, dass er beständige, reproduzierbare experimentelle Daten lieferte.

Die Studie war angelegt, einen fünfprozentigen Unterschied zwischen den verschiedenen Reanimationsmethoden festzustellen. Es gab aber keine Daten, die zeigen konnten, ob ein solcher Unterschied als klinisch relevant anzusehen ist war.

Die Anwendung eines Metronoms, zur Unterstützung einer korrekten Thoraxkompressionsfrequenz der Studienteilnehmer, war eine weitere Restriktion der Studie. Taktgeber werden bei realen Reanimationen noch nicht so häufig eingesetzt und könnten dadurch das Ergebnis der Studie beeinflusst haben. Da das Metronom aber bei beiden Reanimationsmethoden eingesetzt wurde, ist eine einseitige Beeinflussung der Studienergebnisse unwahrscheinlich.

In der vorliegenden Studie konnte nicht darauf eingegangen werden, ob andere Lehrmethoden in der Vorbereitung der Studienteilnehmer zu einem anderen Untersuchungsergebnis geführt hätten. Ebenfalls bleibt es fraglich ob eine Wiederholung des Trainings andere Ergebnisse in der Studie gezeigt hätte.

Die Reanimationssimulation wurde nicht doppelblind durchgeführt. Dies war bei der vorliegenden Fragestellung verständlicherweise nicht möglich. Durch diese Vorgehensweise könnte man unterstellen, dass sich die Studienteilnehmer bei den von ihnen favorisierten Reanimationsmethoden verstärkt engagierten, oder bei Reanimationsmethoden, die sie als nachteilig empfanden, nicht so motiviert arbeiteten.

Die Platzverhältnisse in der Studie wurden großzügig gewählt, so dass jeder Studienteilnehmer ausreichend Raum zur Durchführung der Maßnahmen zur Verfügung hatte. Des Weiteren stand ausreichend Fläche zur Verfügung, um eine optimale Anordnung der Ausrüstung sicherzustellen und eine optimale Standard- und Überkopfreanimationsmethode durchzuführen. Bei realen Reanimationen in beengten Platzverhältnissen, wie zum Beispiel in kleinen Zimmern oder im Flugzeugmittelgang, kann die Ausrüstung gegebenenfalls nicht optimal angeordnet werden. Auch kann es sein, dass die Standardreanimationsmethode nicht angewendet werden kann, da hierfür nicht genügend Platz zur Verfügung steht. Die einzige Möglichkeit in dieser Situation, ist die Durchführung der Überkopfreanimation, es sei denn, es kann eine schnelle Rettung aus der beengten Platzsituation erfolgen.

Wären von Beginn an mehr als zwei professionelle Helfer vor Ort, so träfe das in der Studie untersuchte Szenario nicht auf diese Fälle zu. In einem solchen Fall wäre es denkbar, dass sich zwei Helfer auf die Basisreanimationsmaßnahmen konzentrieren und die anderen Helfer parallel dazu erweiterte Reanimationsmaßnahmen durchführen. Die Helfer, welche die Basismaßnahmen durchführen, sollten wegen der Erschöpfung und der damit verbundenen schwindenden Qualität der Basismaßnahmen alle 2 Minuten durchgetauscht werden. Dieses Szenario entspräche der Situation in einer Klinik, in der sofort mehrere Helfer vor Ort sind. Die erweiterten Reanimationsmaßnahmen wie Intubation, intravenöser Zugang und Medikamentengabe wurden nicht erfasst, da in den ersten zwei Minuten einer Reanimation nach den aktuellen Empfehlungen keine erweiterten Maßnahmen indiziert sind. Es kann deshalb keine Aussage zur Qualität und schnelleren Durchführung von erweiterten Maßnahmen getroffen werden.

5.4 Bedeutung der Studie für die klinische Praxis

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung legen nahe, dass Reanimationen die von zwei Helfern mit Beatmungsbeutel und Maske durchgeführt werden, in der Standardreanimationsmethode erfolgen sollen. Erweiterte Maßnahmen können hierbei vom Kopfhelfer während der Thoraxkompressionen durchgeführt werden. Die Überkopfreanimationsmethode sollte im Falle einer Reanimation durch zwei Helfer

nicht angewendet werden. Die Überkopfreanimationsmethode ist auch zur Überbrückung der Zeit, bis der zweite Helfer das Equipment positioniert oder erweiterte Maßnahmen vorbereitet hat, eine schlechte Alternative. Der Grund hierfür sind die deutlichen Ergebnisse dieser Studie: Die Überkopfreanimation führte im Vergleich zur Standardreanimationsmethode zu einer signifikant längeren „Hands-off-time“. Des Weiteren waren Thoraxkompressionen und Beatmungen von der Anzahl und Qualität signifikant schlechter.

Weitere Studien müssen klären, ob im Falle von mehr als zwei Helfern, die von Beginn an vor Ort sind, sofort erweiterte Maßnahmen durchgeführt werden können. Falls die erweiterten Maßnahmen auch hierbei die Qualität und Effektivität der Basisreanimation beeinflussen, müsste herausgefunden werden, wann der beste Zeitpunkt für die Durchführung dieser erweiterten Maßnahmen ist.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden die Standard- und Überkopfreanimationsmethode in einem Team aus zwei Studierenden der Medizin, die Beatmungsmaske und -beutel zur Verfügung hatten, miteinander verglichen. Bei der Standardreanimationsmethode führte ein Helfer die Thoraxkompressionen von der Seite des Patienten durch, der andere Helfer beatmete den Patienten von der Kopfposition aus. Bei der Überkopfreanimationsmethode führte ein Helfer aus der Kopfposition abwechselnd die Thoraxkompressionen und die Beatmungen durch.

Die Studie untersuchte die Reanimationen von 106 Medizinstudierenden an einem Reanimationssimulator, die in randomisierter Reihenfolge die beiden Reanimationsmethoden über 2 Minuten anwendeten. Die Qualität der Thoraxkompressionen, die Qualität der Beatmungen mittels Beatmungsmaske und -beutel und die so genannte „Hands-off-time“ wurden computergestützt ermittelt (Laerdal SimMan® Laerdal Medical AS, Stavanger, Norwegen). Die an der Studie teilnehmenden Medizinstudierenden wurden zunächst standardisiert in einem Seminar bestehend aus Theorie- und Praxisteil geschult. Am folgenden Tag erfolgte die Durchführung der Studie. Nach erfolgter Reanimation wurden anhand eines Fragebogens die persönlichen Präferenzen bezüglich der Reanimationsmethoden ermittelt. Die Daten wurden als nicht normalverteilte Daten mittels Friedman-Test zur Reduktion des Signifikanzniveaus und post-hoc mittels Wilcoxon-Rangsummentest analysiert. Die p-Werte $< 0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen.

Die Anzahl der durchgeführten Thoraxkompressionen war bei der Standardreanimationsmethode signifikant größer, als bei der Überkopfreanimationsmethode. Zudem wurden signifikant mehr Thoraxkompressionen korrekt durchgeführt. Bei der Standardreanimationsmethode wurden signifikant mehr Beatmungen und signifikant mehr Beatmungen mit korrektem Beatmungsvolumen durchgeführt als bei der Überkopfreanimationsmethode. Die „Hands-off-time“, war bei der Überkopfreanimationsmethode signifikant größer. Der größte Teil der Studierenden (50 % gegenüber 37,7 %) sah Vorteile bei der Überkopfreanimation gegenüber der Standardreanimationsmethode.

Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Studie ist die Überkopfreanimationsmethode im Rahmen einer Zweihelferreanimation für Studierende der Medizin aufgrund der schlechteren Qualität der durchgeführten Maßnahmen nicht zu empfehlen. Interessanterweise bevorzugen dennoch die meisten Studierenden die Überkopfreanimation. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Gruppen, wie z.B. ausgebildetes Rettungsdienstpersonal, scheint möglich.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:305-10
- [2] Babbs CF, Kern KB. Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation* 2002;54:147-57
- [3] Bollig G, Steen PA, Wik L. Standard versus over-the-head cardiopulmonary resuscitation during simulated advanced life support. *Prehosp Emerg Care* 2007;11:443-7
- [4] Burrows J. Reanimationsmanagement. Vorschläge zur Standardisierung des Mega-Code-Trainings. *Rettungsdienst* 1995;18:175-8
- [5] Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh LTR, Copass MK, et al. Influence of Cardiopulmonary Resuscitation Prior to Defibrillation in Patients With Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-8
- [6] Deakin CD, Nolan JP; European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):25-37
- [7] Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA. Quality of CRP with three different ventilation: compression ratios. *Resuscitation* 2003;58:193-201
- [8] Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA. Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation: compression ratio 2:30 versus chest compressions only CPR in pigs. *Resuscitation* 2004;60:309-18
- [9] Eftedal T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105:2270-3
- [10] Gliwitsky B, Hirsch M, Kohlmann T, Wolcke B. Überkopf- versus Standardreanimation: „Performance contra Zeitgewinn ?“ Eine prospektive Studie am Reanimationsphantom. *Rettungsdienst* 2001;24:652-7

-
- [11] Gliwitzky B, Kohlmann T. "Over head CPR": A sensible method for advanced CPR with two rescue workers? *Notfall Rettungsmed* 2003;6:193-6
- [12] Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL. European Resuscitation Council guidelines 2000 for adult basic life support. *Resuscitation* 2001;48:199-205
- [13] Handley AJ, Handley JA. Performing chest compression in a confined space. *Resuscitation* 2004;61:55-61
- [14] Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L; European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):7-23
- [15] Hüpf M, Duma A, Uray T, et al. Over-the-head cardiopulmonary resuscitation improves efficacy in basic life support performed by professional medical personnel with a single rescuer: a simulation study. *Anesth Analg* 2005;101:200-5
- [16] International Liaison Committee on Resuscitation. The 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 2: adult basic life support. *Resuscitation* 2005;67:187-201. Part 4: advanced life support. *Resuscitation* 2005;67:213-47
- [17] Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992;152:145-9
- [18] Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single layrescuer scenario. *Circulation* 2002;105:645-9
- [19] Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Boettinger BW, Smith G; European Resuscitation Council guidelines for Resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):39-86
- [20] Perkins GD, Stephenson BTF, Smith CM, Gao F. A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;61:155-61

[21] Stotz M, Albrecht R, Zwicker G, et al. EMS defibrillation-first policy may not improve outcome in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2003;58:277-82

[22] Synder D, Morgan C. Wide variation in cardiopulmonary resuscitation interruption intervals among commercially available automated external defibrillators may affect survival despite high defibrillation efficacy. *Crit Care Med* 2004;32:421-4

[23] Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al. Delaying Defibrillation Give Basic Cardiopulmonary Resuscitation to Patients With Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation. *JAMA* 2003;289:1389-95

[24] Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:299-304

[25] Wolcke BB, Gliwitzky B, Kohlmann T, Holcombe PA. Overhead-CPR versus standard-CPR in a two rescuer-ALS-scenario. *Resuscitation* 2002;55:110

[26] Yu T, Weil MH, Tang W, et al. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 2002;106:368-72

8 Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie meinem Betreuer Dr. Stefan Maisch, der mir in jeder Phase der Dissertation mit wertvollen Informationen und Ratschlägen zur Seite stand. Besonders danke ich ihm für die Unterstützung bei der Auswertung der Dissertation und das ständige Korrekturlesen. Nur mit seinem Beitrag, seiner Organisation und seiner fachlichen Kompetenz war es mir möglich die Dissertation durchzuführen.

Ein weiterer besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Gunter Schmidt, der mich bei der Auswertung der erhobenen Daten und der Korrektur des Textes unterstützte.

Ich danke den Dozenten des Studentenunterrichts zur kardiopulmonalen Reanimation („Seminar Reanimation“) Dr. Malte Issleib, Dr. Daniel Appel und Oliver Haupt für ihre fachliche und organisatorische Unterstützung.

Ein ganz besonderer Dank gilt auch Willi Petri, der mir durch ständiges Korrekturlesen der Texte wertvolle Hinweise zu einer geeigneten Formulierung gab.

Meinen Eltern, meiner Verlobten, meinen ehemaligen Mitbewohnern und Freunden danke ich für den nötigen Rückhalt bei meinem Studium, bei der Durchführung der Studie und der Verfassung meiner Dissertation.

9 Lebenslauf- Tobias Wilhelm Horlacher

Persönliche Daten

Adresse	Morgensternsweg 5 22305 Hamburg
Telefon	0172/ 4097555
Geburtstag	28.01.1984
Geburtsort	Eberbach
Familienstand	ledig
Kinder	keine
Staatsangehörigkeit	deutsch
Eltern	Hannelore Petri, Dipl.- Betriebswirtin Gerhard Horlacher, Dipl.-Wirtschaftsingenieur

Schulische Ausbildung

1990 - 1994	Grundschule Rodensteinschule Fränkisch-Crumbach
1994 - 2000	Realschule Theodor-Litt-Schule Michelstadt Abschluss: Realschulabschluss
2000 - 2003	Gymnasiale Oberstufe Berufliches Gymnasium Michelstadt Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Zivildienst

2003 - 2004 Rettungsdienst des Odenwaldkreises

Ausbildungen

2001 Ausbildung zum Rettungsanitäter

2004 Ausbildung zum Rettungsassistenten

Studium

2004 - 2007 Studium der Humanmedizin
(vorklinischer Studienabschnitt)

2007 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung

seit 2007 Studium der Humanmedizin
(klinischer Studienabschnitt)

10 Anhang

10.1 Fragebogen zum Seminar kardiopulmonale Reanimation

A: Demographische Daten

1.	Angaben zur Person	
Alter	✎ _____ Jahre	
Geschlecht	<input type="radio"/> weiblich <input type="radio"/> männlich	
Größe und Gewicht	✎ _____ cm ✎ _____ kg	
Anzahl klinischer Semester (inkl. des jetzigen)	✎ _____	

B: Vorkenntnisse

1.	Haben Sie Vorkenntnisse in kardiopulmonaler Reanimation?	
<input type="radio"/>	Besuch eines Kurses „Sofortmaßnahmen am Unfallort“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Besuch eines Kurses „Erste Hilfe“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Erste-Hilfe-Ausbilder“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Sanitäter“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Rettungshelfer“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Rettungsassistenten“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Rettungsassistenten“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	Ausbildung zum „Krankenschwester/-Pfleger“	wann? _____ Jahr
<input type="radio"/>	sonstige Ausbildung, in der die kardiopulmonale Reanimation unterrichtet wurde, und zwar: ✎ _____	wann? _____ Jahr

2.	Haben Sie praktische Vorkenntnisse in kardiopulmonaler Reanimation, die Sie außerhalb der oben genannten Kurse erworben haben?	
<input type="radio"/>	Nein	
<input type="radio"/>	Ja	In welchem Zusammenhang? ✎ _____

3.	Kompetenz (zu Beginn des Seminars)	überhaupt nicht kompetent _____ sehr kompetent				
		1	2	3	4	5
	Für wie kompetent schätzen Sie sich selber im Bezug auf die Reanimationsmethode ein?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.	Anzahl der bislang durchgeführten realen kardiopulmonalen Reanimationen (Notfallsituation)
<input type="radio"/>	Keine
<input type="radio"/>	1
<input type="radio"/>	2-4
<input type="radio"/>	5-10
<input type="radio"/>	>10

C: Fragen zur Durchführung der CPR

1.	Welche kardiopulmonale Reanimationsmethode bei Verfügbarkeit von 2 Helfern mit Beatmungsbeutel und –Maske bevorzugen Sie?
<input type="radio"/>	Die Überkopfreanimation, d.h. Thoraxkompression und Beatmung von der Position hinter dem Kopf durch <u>einen</u> Helfer, damit sich der zweite Helfer um EKG, Defibrillator, iv.-Zugang, Medikamentengabe etc. kümmern kann
<input type="radio"/>	Die Standardreanimation durch <u>zwei</u> Helfer, d.h. Thoraxkompression von der Seite durch den ersten Helfer und Beatmung vom Kopf aus durch den zweiten Helfer
<input type="radio"/>	Ich habe keine Präferenz

D: Fragen zum Seminar

1.	Unterrichtsatmosphäre/ Simulationen					
	Wie sehr...	überhaupt nicht	etwas	Mäßig	ziemlich	sehr
1.	...hat der Dozent eine Lernatmosphäre geschaffen, in der Sie sich wohl gefühlt haben?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
2.	...ist es dem Dozenten gelungen, Sie zur Teamarbeit zu ermutigen?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
3.	...hat Ihnen das Seminar geholfen, Vertrauen zu entwickeln, um das was Sie gelernt haben, im klinischen Rahmen anzuwenden?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
4.	...hat das Seminar Ihnen geholfen, Theorie und Praxis effektiv zu integrieren?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
5.	...stellten die Simulationen für Sie eine sinnvolle Lernerfahrung dar?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
6.	...hätten Sie gerne mehr Übungszeit zur Verfügung gehabt?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>

2.	Wäre Ihrer Meinung nach eine Wiederholung der Simulationsübung sinnvoll?
<input type="radio"/>	Nein
<input type="radio"/>	Ja
	→wenn ja:
	<input type="radio"/> im nächsten Semester
	<input type="radio"/> in einem Jahr
	<input type="radio"/> im PJ

3.	Motivation	sehr niedrig	_____	sehr hoch		
		1	2	3	4	5
	Wie hoch schätzen Sie Ihre Motivation für das Seminar ein?	<input type="radio"/>				

4.	Feedback
1.	Wie würden Sie ihre Mitarbeit während der einzelnen Sitzungen bewerten?
<input type="radio"/>	Ich bin sehr zufrieden.
<input type="radio"/>	Ich bin zufrieden.
<input type="radio"/>	Ich bin im Großen und Ganzen zufrieden.
<input type="radio"/>	Hätte besser sein können.
2.	Wenn Sie eine Gesamtnote für das Seminar geben würden, wie sähe sie aus?
<input type="radio"/>	Besser als gut
<input type="radio"/>	Gut
<input type="radio"/>	Schlechter als gut

10.2 Publikation der Dissertation in „The Journal of Emergency Medicine”



The Journal of Emergency Medicine, Vol. 39, No. 3, pp. 369–376, 2010
 Copyright © 2010 Elsevier Inc.
 Printed in the USA. All rights reserved
 0736-4679/\$-see front matter

doi:10.1016/j.jemermed.2009.04.055

A COMPARISON BETWEEN OVER-THE-HEAD AND STANDARD CARDIOPULMONARY RESUSCITATION PERFORMED BY TWO RESCUERS: A SIMULATION STUDY

Stefan Maisch, MD, Malte Issleib, MD, Beate Kuhls, MD, Jakob Mueller, MD, Tobias Horlacher,
 Alwin E. Goetz, MD, and Gunter N. Schmidt, MD

Department of Anaesthesiology, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Germany

Reprint Address: Stefan Maisch, MD, Department of Anaesthesiology, University Hospital Hamburg-Eppendorf, Martinistrasse 52,
 Hamburg 20246, Germany

□ **Abstract—Background:** In cardiopulmonary resuscitation (CPR) of a patient with an unsecured airway performed by two health care professionals, two methods are possible: 1) Standard CPR according to the guidelines, with one rescuer performing chest compressions from the side and the other rescuer performing ventilations from over the head of the patient. Additional tasks (like attaching the electrocardiogram and defibrillator) must be performed by the second rescuer during the time between ventilations. 2) Over-the-head CPR, with one rescuer performing chest compressions and ventilations from over the head and the other rescuer performing additional tasks. **Objectives:** The aim of this study was to compare the quality of CPR achieved by the two methods. **Methods:** After a standardized theoretical introduction and practical training, 106 medical students with limited knowledge and training in CPR participated in this randomized crossover study. Students performed a 2-min CPR test of standard CPR in both positions and over-the-head CPR alone on a manikin. **Results:** Standard CPR led to a significantly shorter hands-off-time over a 2-min interval than over-the-head CPR (median 25 s [interquartile range (IQR) 22–26 s] vs. 38 s [IQR 36–43 s], respectively, $p < 0.001$), and significantly more chest compressions (167 [IQR 158–176] vs. 142 [IQR 132–150], respectively, $p < 0.001$), more correct chest compressions (72 [IQR 11–136] vs. 45 [IQR 13–88], respectively, $p = 0.004$), inflations (10 [IQR 10–10] vs. 8 [IQR 8–8], respectively, $p < 0.001$), and correct inflations (5 [IQR 2–7] vs. 3 [IQR 1–4], respectively, $p < 0.001$). Con-

clusions: In the case of a two-professional-rescuer CPR scenario, standard CPR enables a quantitatively better resuscitation than over-the-head CPR. © 2010 Elsevier Inc.

□ **Keywords—**basic life support (BLS), cardiopulmonary resuscitation (CPR), chest compression, manikin

INTRODUCTION

The 2005 guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) published by the European Resuscitation Council (ERC) and the International Liaison Committee on Resuscitation do not contain an exact algorithm for a two-rescuer CPR scenario by two health care professionals with the use of equipment like a bag-valve-mask device (1,2). For CPR of a patient with an unsecured airway performed by two professional rescuers, it can be concluded from the guidelines that the first rescuer must perform chest compressions from the side of the patient and the second rescuer must perform ventilations from over the head of the patient (standard CPR). To perform additional tasks like attaching the electrocardiogram (ECG) monitor and defibrillator or inserting an intravenous access line, the second rescuer must use the time between the ventilations.

Another possibility for two professional rescuers performing CPR is over-the-head CPR. This means that one

rescuer performs chest compressions and ventilations from over the head of the patient while the other performs additional tasks. This method is widely used in the emergency medical services (EMS) in Germany.

A few studies of two-rescuer over-the-head CPR have been reported (3–7). These studies showed controversial results and were performed according to the 2000 guidelines, in which the compression-to-ventilation ratio was 15:2 instead of the ratio of 30:2 published in the 2005 guidelines (8,9).

The purpose of this study was to compare, on a manikin, the efficacy of the two different methods of CPR performed by two professional rescuers with equipment. Such a situation is likely in a pre-hospital scenario where two paramedics are present and the victim is lying on the floor.

METHODS

Participants and Setting

The study was conducted at the University Hospital of Hamburg, Germany. The local ethics committee declared that such a study did not require ethical approval. Participants were medical students between their third and fifth year of studying. All participants gave informed consent to participation.

Study Design

The study was performed in a randomized crossover design. Randomization was done using a list of random numbers generated by Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA); random numbers were allocated to the order of the different methods in equal shares. Participants received a standardized theoretical introduction concerning cardiopulmonary resuscitation according to the 2005 guidelines that lasted 90 min and included a demonstration of the two-rescuer standard and over-the-head CPR. Afterwards, participants practiced in a two-rescuer team standard and over-the-head CPR for about 15 min on two different CPR manikins (Resusci Anne Basis and Little Anne, Laerdal Medical AS, Stavanger, Norway). Instructions for over-the-head CPR were to kneel with the head of the manikin between the rescuers' knees and thighs and to place one's hands in the center of the manikin's chest, consistent with guidelines for basic life support (BLS); the heel of the hand was placed across the sternum (Figure 1) (9). Chest compressions were performed at a rate of approximately 100 per minute, with an audio prompt helping to maintain the frequency. Participants then were shown how to perform bag-valve-mask ventilation. The target tidal volume was defined as 400–600 mL; this was based on the guidelines, which recommend $6\text{--}7\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ bodyweight, and the presumed weight of 70–80 kg of the simulator.



Figure 1. Over-the-head cardiopulmonary resuscitation position for chest compressions and ventilation.

Ventilation was administered with a bag-valve-mask device (Laerdal Silicone Resuscitator[®] with an Adult Disposable Resuscitator mask, size 4, Laerdal Medical AS).

Study participants were informed about the general aim of the study but were blinded to the outcome. On the following day, participants performed 30 alternating chest compressions and two breaths with a bag-valve-mask device for 2 min in the over-the-head position alone and also in each standard CPR position in a randomized order on the simulator (Resusci Anne Simulator, Laerdal Medical AS). The simulator was placed on the floor. Participants took a break for relaxation of at least 10 min between performing CPR in the two different positions to exclude diminished quality due to exhaustion.

The simulator was connected to a computer running analysis software (Laerdal PC SkillReporting System[®] software, version 2.21, Laerdal Medical AS). Data were recorded during a 2-min period of BLS. The SkillReporting system measures the quality of chest compression and ventilation parameters and classifies these variables as correct or incorrect according to the published 2005 guidelines of the ERC (9). The following variables were recorded for each individual chest compression and ventilation: correct compression rate per minute (90–110/min), correct compression depth (40–50 mm), correct hand position (automatically recorded by the device), correct release (complete release of pressure after each compression), duty cycle (time spent compressing the chest as a proportion of the time between the start of one cycle of compression and the start of the next), “hands-off time” (interruption of chest compressions), correct ventilation volume (400–600 mL), number of ventilations, duration of two ventilations, duration of inflation, inspiratory flow rate, and correct ratio of compressions to ventilations (30:2). Incorrect compressions could be due to one or more simultaneous errors, for example, the wrong hand position and too-deep chest compression.

The primary outcome was the hands-off time during the 2-min test interval. The secondary outcome was the number of chest compressions and ventilations during the 2-min test interval.

After taking part in the study, each participant completed a questionnaire to indicate the preferred two-rescuer CPR method.

Statistical Analysis

According to the data of Hüpfl et al., it was determined that 99 participants were required to have an 80% chance of detecting as significant (at the two-sided 5% level) a 5% difference between the two groups in the mean hands-off time required for two ventilations (10).

All data were analyzed using the statistics program SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL). Non-normally distributed data were analyzed by the Wilcoxon signed-rank test and were presented as the total number or median (with interquartile range). *p* Values < 0.05 were considered statistically significant.

RESULTS

There were 106 participants (72 women, 34 men) who participated in the study between January and March of 2008. There was no exclusion of participants from enrollment or analysis (Figure 2). The demographics of the students were as follows: the median age was 25 years (range: 21–53 years), the average height was 172 cm (range: 159–193 cm), and the average weight was 64 kg (range: 50–102 kg). Participants had studied for a median of four trimesters (range: 1–6 trimesters) since the preliminary medical examination at the end of the second year.

No participant had extensive prior clinical experience in CPR. Every participant had taken part in a first aid course between 2 and 6 years previously; this was a prerequisite for taking part in the preliminary medical examination. Seven participants (6.6%) had practical experience in CPR (such as emergency medical technician training), and 11 participants (10.4%) had performed cardiopulmonary resuscitation in the past; the average number of CPRs performed was 2 (range: 1–4). Except for two participants, no one had experience in over-the-head CPR.

The results of the compression and ventilation parameters are shown in Table 1. The total hands-off time using standard CPR (25 s) was significantly shorter than the total hands-off time using over-the-head CPR (38 s). Significantly more chest compressions and more ventilations were performed during a 2-min period using standard CPR compared to over-the-head CPR. Over-the-head CPR resulted in significantly fewer correct chest compressions and significantly fewer inflations with correctly applied tidal volume.

Fifty percent of participants preferred over-the-head CPR, 37.7% preferred standard CPR, and 12.3% had no preference.

DISCUSSION

The principal finding of this study was that the quality of CPR performed by two rescuers in the standard position was superior to over-the-head CPR by one rescuer alone. Whereas standard CPR with chest compressions from the side and ventilations from over the head occupies both

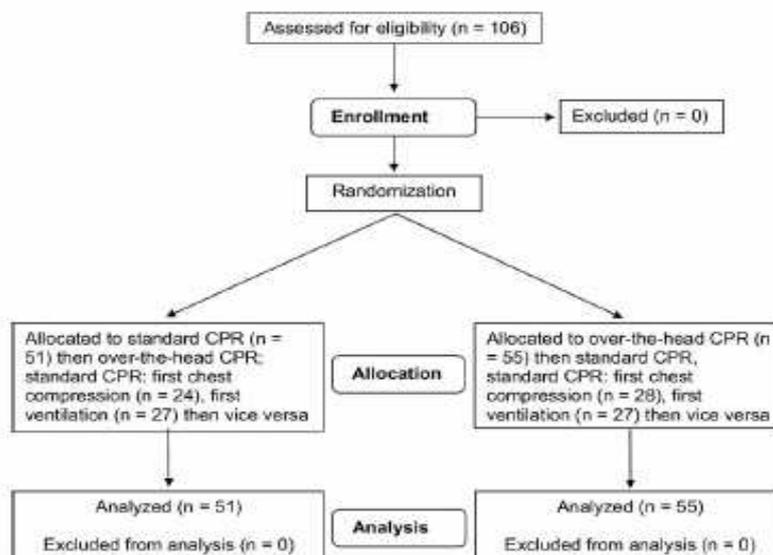


Figure 2. Randomization of participants.

rescuers, over-the-head CPR enables the second rescuer to perform additional tasks.

Over-the-head CPR has been used by EMS in Germany since the 1990s (11). Although this method is widely used in Germany by paramedics performing two-

rescuer CPR, little research into over-the-head CPR has been done. A few other studies have evaluated the quality of over-the-head CPR (Table 2) (3–7,10,12). Gliwitzky et al. and Wolcke et al. compared over-the-head CPR with standard two-rescuer CPR in an advanced life-

Table 1. Efficacy of Standard and Over-the-Head CPR for Chest Compression and Ventilation during a 2-Minute CPR Test

	Standard CPR	Over-the-head CPR	<i>p</i> Value
Chest compressions			
Number of chest compressions	167 (158–176)	142 (132–150)	< 0.001
Rate of compressions (per min)	103 (99–112)	102 (100–111)	0.7
Correct chest compressions	72 (11–136) [42.0%]*	45 (13–88) [32.2%]*	0.004
Chest compression depth 40–50 mm	108 (44–147) [65.3%]*	93 (36–124) [66.2%]*	0.04
Chest compression depth < 40 mm	23 (1–96) [14.6%]*	4 (0–36) [2.6%]*	0.004
Chest compression depth > 50 mm	1 (0–10) [0.6%]*	5 (0–52) [3.0%]*	0.049
Correct hand position	162 (141–173) [100.0%]*	119 (70–137) [82.0%]*	< 0.001
Complete recoiling	160 (145–172) [99.4%]*	132 (122–143) [99.7%]*	< 0.001
Depth of chest compressions (mm)	42 (37–47)	45 (40–50)	0.02
Inflations			
Number of inflations	10 (10–10)	8 (8–8)	< 0.001
Tidal volume 400–600 mL	5 (2–7) [45.8%]†	3 (1–4) [37.5%]†	< 0.001
Tidal volume < 400 mL	2 (0–6) [20.0%]†	2 (0–4) [25.0%]†	0.06
Tidal volume > 600 mL	1 (0–4) [10.0%]†	2 (0–5) [20.0%]†	0.4
Tidal volume (mL)	456 (353–582)	486 (339–588)	0.5
Hands-off time			
Time required for two inflations (s)	4.8 (4.4–5.4)	9.5 (8.5–10.5)	< 0.001
Total hands-off time (s)	25 (22–26)	38 (36–43)	< 0.001
In relation to total CPR time (%)	20.4 (18.3–21.7)	31.7 (30.0–35.6)	< 0.001

* Percentage of total number of chest compressions that were correct.

† Percentage of total number of inflations that were correct.

The term "rate of compressions" refers to the frequency and not the number of chest compressions. Data are shown as medians (and interquartile ranges); *p* < 0.05 was considered significant.

CPR = cardiopulmonary resuscitation.

Table 2. Survey of Published Data on Over-the-Head CPR

Author, Year	Method	Techniques	Ventilation Method	Compression–Ventilation Ratio	Findings
Gliwitzky et al., 2001 and 2003 (3,5) and Wolcke et al., 2002 (4)	Randomized, prospective trial performed by 44 paramedic students	Over-the-head CPR (one person performs rescue-breathing while the other prepares the equipment) vs. standard two-rescuer CPR in an advanced life-support scenario	Bag-valve-mask ventilation, after intubation bag-tube ventilation	15:2 until tracheal intubation	<ul style="list-style-type: none"> - No significant difference in quality of chest compressions and ventilations between the two techniques - Over-the-head CPR allowed significantly more rapid defibrillations compared to standard CPR - The number of delivered chest compressions was significantly lower in the over-the-head group
Handley and Handley, 2004 (6)	Prospective trial performed by 19 airline employees trained in basic life support who had no previous experience of over-the-head CPR	One-person over-the-head CPR vs. one-person standard CPR	Mouth-to-mask ventilation via pocket mask	15:2	<ul style="list-style-type: none"> - Quality of ventilation was not assessed - No difference between the two methods except for more frequent wrong hand position in the over-the-head CPR group (30.4% vs. 7.7% in the standard CPR group)
Perkins et al., 2004 (12)	Randomized crossover trial performed by 20 health care students who had no previous experience of over-the-head CPR	One-person over-the-head CPR vs. one-person standard CPR	Mouth-to-mask ventilation via pocket mask	15:2	<ul style="list-style-type: none"> - No difference in quality of chest compression and ventilation between the two techniques with the exception that hand positioning during chest compressions was better in the over-the-head group (76 incorrect compressions vs. 300 in the standard group)
Hüpfel et al., 2005 (10)	Randomized crossover trial performed by 67 emergency medical technician students who were experienced in bag-valve-mask ventilation and in over-the-head CPR	Single rescuer over-the-head CPR with a self-inflating bag vs. single rescuer standard CPR with mouth-to-mouth ventilation	Over-the-head CPR scenario: bag-valve-mask ventilation; standard CPR scenario: mouth-to-mouth ventilation	15:2	<ul style="list-style-type: none"> - Over-the-head CPR with use of a self-inflating bag provides superior ventilation compared to standard CPR with mouth-to-mouth ventilation - Quality of chest compressions did not differ between the two study groups
Bollig et al., 2007 (7)	Randomized crossover trial performed by 8 paramedic students who were experienced in standard CPR but not in over-the-head CPR	Over-the-head CPR vs. lateral CPR in an advanced cardiac life support scenario; in both experiments, one rescuer delivered chest compressions and ventilations while the other rescuer performed additional tasks	Bag-valve-mask ventilation	15:2	<ul style="list-style-type: none"> - No differences in ventilation, compression variables, or any time factors

CPR = cardiopulmonary resuscitation.

support scenario (3–5). These investigators found no significant difference in quality of chest compressions and ventilations between the two techniques. Although over-the-head CPR allowed significantly more rapid defibrillations compared to standard CPR, the number of chest compressions delivered was significantly lower in the over-the-head group.

Handley and Handley, and Perkins et al. focused on trained laypersons who had no previous experience with over-the-head CPR (6,12). In both studies, ventilation was performed using a pocket mask. In one trial, the quality of ventilations was not assessed; in the other trial, participants performed CPR alone in both the over-the-head and standard positions (6,12). Therefore, the study protocols were not comparable to our study.

Hüpfel et al. compared over-the-head CPR with a self-inflating bag to standard CPR with mouth-to-mouth ventilation by professional medical personnel who were experienced in bag-valve-mask ventilation and over-the-head CPR (10). Over-the-head CPR with the use of a self-inflating bag provided superior ventilation compared to standard CPR with mouth-to-mouth ventilation. The quality of chest compressions did not differ between the two study groups.

Bollig et al. compared over-the-head CPR using bag-valve-mask ventilation with lateral CPR using bag-valve-mask ventilation in an advanced cardiac life support scenario performed by paramedic students who were experienced in standard CPR but not in over-the-head CPR (7). In both experiments, one rescuer delivered chest compressions and ventilations while the other rescuer performed additional tasks. The authors found no differences in ventilation or compression variables or any time factors.

All the studies cited above were performed using the 2000 guidelines (8). Thus, the results might differ if studies were performed using 2005 guidelines, with their greater emphasis on chest compressions.

The aim of our study was to compare the different options for a team of two professional rescuers performing CPR with equipment like a bag-valve-mask device, who are unable to secure the airway in the first minutes after arriving at the scene. In the majority of cases, resuscitation starts more than 5 min after cardiac arrest has occurred. In such a situation, with a patient showing ventricular fibrillation, the guidelines recommend a delayed defibrillation (13). For this reason we concentrated on BLS without additional tasks and decided against studying the time until first defibrillation.

According to our data, standard CPR resulted in significantly more and better chest compressions and a significantly shorter hands-off time compared to over-the-head CPR performed by one rescuer. In the 2005 guidelines, achieving a high quality of chest compression,

especially compression rate and depth, is considered to be of utmost importance (14–17). Experimental studies have shown that the delivery of more than 80 compressions per minute is necessary for the patient's survival in prolonged cardiac arrest (18). Related to the compression rate, another very important aim during cardiopulmonary resuscitation is to minimize interruptions in chest compressions; such interruptions have a detrimental effect on survival (9,19,20).

According to our data, the time required for two inflations was significantly shorter in standard CPR than in over-the-head CPR. Only standard CPR met the recommended target of approximately two compressions per 4 s (9).

Most of the participants preferred over-the-head CPR. We theorize that this was because they perceived over-the-head CPR as less hectic than standard CPR.

Limitations

Several limitations to the study need to be taken into account when extending our findings to a clinical situation. First, the study was performed on a resuscitation simulator, which did not render any differences in patient size, chest wall compliance, or ease of achieving a mask-face seal; on the other hand, this provided consistent and reproducible experimental conditions. Second, it was impossible to blind participants to which technique they were performing. Third, the manikin was positioned on the floor, which is a probable situation in a pre-hospital setting but a rare in-hospital scenario. Fourth, we compared the different techniques during 2 min of CPR. This length of time might be too short to identify differences between the different CPR methods that are caused by increasing fatigue during prolonged CPR. This time is also too short for additional tasks such as attaching the ECG monitor and defibrillator or inserting an intravenous access line. Fifth, although the study was powered to detect a 5% difference in performance, there are no data to show whether this difference would be clinically significant.

CONCLUSIONS

In conclusion, we demonstrated in a simulated CPR model that standard CPR led to a better BLS performance by a two-professional-rescuer team compared to over-the-head CPR. In cases where a patient needs cardiopulmonary resuscitation and two health care professionals are present, over-the-head CPR cannot be recommended.

Acknowledgments—The authors wish to thank the medical students for participating in the study. Our study did not have any sponsors.

REFERENCES

- Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Boettiger BW, Smith G; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):S39–86.
- International Liaison Committee on Resuscitation. Consensus on science and treatment recommendations. Part 4: Advanced life support. *Resuscitation* 2005;67:213–47.
- Gliwitsky B, Hirsch M, Kohlmann T, Wolcke B. Überkopf- versus Standard reanimation: "Performance contra Zeitgewinn?" Eine prospective Studie am Reanimationsphantom. *Rettungsdienst* 2001; 24:652–57.
- Wolcke BB, Gliwitsky B, Kohlmann T, Holcombe PA. Overhead-CPR versus standard-CPR in a two rescuer-ALS-scenario. *Resuscitation* 2002;55:110.
- Gliwitsky B, Kohlmann T. "Over head CPR": a sensible method for advanced CPR with two rescue workers? *Notfall Rettungsmed* 2003;6:193–6.
- Handley AJ, Handley JA. Performing chest compressions in a confined space. *Resuscitation* 2004;61:55–61.
- Bollig G, Steen PA, Wik L. Standard versus over-the-head cardiopulmonary resuscitation during simulated advanced life support. *Prehosp Emerg Care* 2007;11:443–7.
- Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL. European Resuscitation Council guidelines 2000 for adult basic life support. *Resuscitation* 2001;48:199–205.
- Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):S7–23.
- Hüpfel M, Duma A, Uray T, et al. Over-the-head cardiopulmonary resuscitation improves efficacy in basic life support performed by professional medical personnel with a single rescuer: a simulation study. *Anesth Analg* 2005;101:200–5.
- Burrows J. Reanimationsmanagement. Vorschläge zur Standardisierung des Mega-Code-Trainings. *Rettungsdienst* 1995;18:175–8.
- Perkins GD, Stephenson BTF, Smith CM, Gao F. A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;61:155–61.
- Deakin CD, Nolan JP; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1): S25–37.
- International Liaison Committee on Resuscitation. The 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 2: adult basic life support. *Resuscitation* 2005; 67:187–201.
- Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992;152:145–9.
- Abella BS, Alvardo JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:305–10.
- Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:299–304.
- Yu T, Weil MH, Tang W, et al. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 2002;106:368–72.
- Eftestøl T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105: 2270–3.
- Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002;105:645–9.

ARTICLE SUMMARY

1. Why is the topic important?

Over-the-head cardiopulmonary resuscitation (CPR) is a method by which two professional rescuers administer CPR that allows one rescuer to perform additional tasks. This method is widely used in the emergency medical services in Germany.

2. What does this study attempt to show?

The aim of this study was to compare the quality of standard CPR to over-the-head CPR performed by two health care professionals in the case of a patient with an unsecured airway.

3. What are the key findings?

In the case of a two-professional-rescuer CPR scenario, standard CPR offers a quantitatively better resuscitation than over-the-head CPR, with a significantly shorter hands-off time, significantly more correct chest compressions, and significantly more correct inflations.

4. How is patient care impacted?

According to our data, over-the-head CPR cannot be recommended in a two-rescuer CPR scenario.

11 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift: