

J.-C. Schewe¹ · U. Heister^{1,2} · A. Hoefl¹ · H. Krep³

¹ Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

² Amt für Feuerwehr und Rettungsdienst der Bundesstadt Bonn, Bonn

³ Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Klinikum der Universität zu Köln, Köln

Notarzt und AutoPulse – ein gutes Duo im Rettungsdienst?

Fallbeispiel und Erfahrungsbericht

Im folgenden Fallbericht wird über einen 66-jährigen Patienten, der sich am Einsatzort durch die Reanimationsmaßnahmen nicht stabilisieren und in einen spontanen Kreislauf überführen ließ, berichtet. Da aufgrund der Fremdanamnese der hochgradige Verdacht auf einen akuten Myokardinfarkt bestand, wurde der Patient unter Einsatz des AutoPulse zur Koronarangiographie in das nächstgelegene Katheterzentrum transportiert und konnte durch eine perkutane koronare Intervention (PCI) stabilisiert werden. Neben diesem Fallbeispiel werden die Erfahrungen nach mehr als 3-jährigem Einsatz des AutoPulse im Notarzt- und Rettungsdienst der Stadt Bonn dargestellt.

Das Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand bleibt trotz erheblicher Bemühungen zur Verbesserung der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) und Weiterentwicklungen der elektrischen Defibrillation weiterhin gering; die unbefriedigende Erfolgsrate von Reanimationsversuchen hat sich in den vergangenen 30 Jahren nicht wesentlich verbessert [7]. Auf dem Weg den Behandlungserfolg („outcome“) zu steigern, wurde in letzter Zeit das Hauptaugenmerk auf den

frühzeitigen Beginn und die Qualität der CPR gelegt, verbunden mit einer möglichst frühzeitigen Defibrillation bei entsprechender Indikation [26]. Neben den zeitlichen Determinanten, d. h. Abstand zwischen Herz-Kreislauf-Stillstand und Beginn der Reanimation sowie der Dauer der Reanimation, scheint nach den Ergebnissen klinischer und tierexperimenteller Studien eine effektive Thoraxkompression mit Vermeidung von Unterbrechungen für die Aufrechterhaltung eines adäquaten koronaren Perfusionsdrucks und damit für das Überleben von hoher Bedeutung zu sein [3]. Insbesondere Unterbrechungen der Thoraxkompression reduzieren die Chancen auf einen Defibrillationserfolg in hohem Maß [29]. Die jüngsten Änderungen der Internationalen Reanimationsrichtlinien (2005) tragen diesen, zwar nicht neuen, aber zuletzt verstärkt beachteten Erkenntnissen Rechnung [13]. So stellt häufig die größte Fehlerquelle bei einer CPR der Helfer selbst dar, denn insbesondere Erschöpfung, Ablenkung und Konzentrationsschwäche des Helfers führen zu einem erheblichen Qualitätsverlust oder zu Unterbrechungen der Thoraxkompressionen [12]. In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Reanimationsassistentengeräte mit dem Ziel, eine effektive und kontinuierliche Thoraxkompressionen zu erreichen, ent-

wickelt und mit unterschiedlichem Erfolg eingesetzt, z. B. die pneumatische Thoraxweste [10] oder der „thumper“ (Michigan Instruments) [18]. Als neuere Entwicklungen werden zurzeit das AutoPulse- und das LUCAS-System im klinischen und im präklinischen Einsatz hinsichtlich ihrer Effektivität untersucht [27, 20].

Das AutoPulse-Reanimationssystem (Zoll Medical Deutschland) wurde im Rettungsdienstbereich der Bundesstadt Bonn erstmals von September 2004 bis



Abb. 1 ▲ Der AutoPulse 1.5 G mit Rückenbrett und Kompressionsgurt, Abmessungen L 83*B 45*H 8 cm. (Mit freundlicher Genehmigung durch Zoll Medical Deutschland GmbH)

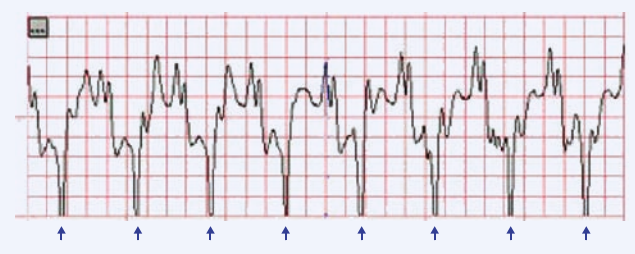


Abb. 2 ▲ Typische elektronische EKG-Aufzeichnung während des AutoPulse-Einsatzes mit einem Monitor (Zoll, M-Serie). Beachte den regelmäßigen Rhythmus (blaue Pfeile) der EKG-Artefakte, hervorgerufen durch die Thoraxkompressionen. (Kästchen 0,2s*0,5 mV, EKG-Ableitung über Defibrillationselektroden)



Abb. 3 ◀ Transport einer Patientin (nicht der beschriebene Fall) unter laufender kardiopulmonaler Reanimation. Mit einem unter den AutoPulse gelegten Rettungstragetuch ist der problemlose Transport unter Fortführung der Thoraxkompressionen möglich. (Bildquelle: P. Jakobs)

Mai 2005 im Rahmen einer Anwendungsbeobachtungsstudie eingesetzt [20]. Der AutoPulse bewirkt die Thoraxkompression durch Anlage einer semizirkulären Zuggurtung (*LifeBand*). Hierbei wird die aufzuwendende Energie mikroprozessorgesteuert an die Begebenheiten des Thorax angepasst, um eine optimale Thoraxkompression zu erreichen. Daher ist die Reanimation nicht vom Geschick des Behandelnden abhängig, sondern bleibt ohne Ermüdungserscheinungen auch über einen längeren Zeitraum konstant. Dies ermöglicht u. a. auch den Transport von Patienten unter weitgehend konstanter Reanimationsqualität, während beim Einsatz manueller Kompressionen unter Transportbedingungen in der Regel mit einem erheblichen Qualitätsverlust der Thoraxkompressionen zu rechnen ist [23, 15]. Im Fall z. B. einer akuten Lungenembolie oder eines akuten Myokardinfarkts, die/der sich vor Ort hämodynamisch nicht stabilisieren lässt, kann die Prognose des Patienten durch Entscheidung zum Transport in die Klinik zur in-

terventionellen Therapie unter konstanten Reanimationsbedingungen möglicherweise verbessert werden. Patienten, die einen Kreislaufstillstand aufgrund eines primär kardialen Ereignisses erleiden und fortgeführt einer CPR unterzogen werden, ohne dass es zu einer „return of spontaneous circulation“ (ROSC) während des Transports in die Zielklinik kommt, überleben nur selten ohne neurologische Schäden [16]. Diese Studienergebnisse basieren allerdings auf Reanimationen mit manueller Thoraxkompression. Umfangreiche Studien zu diesem Endpunkt für mechanische Reanimationshilfen fehlen bislang.

Fallbericht

Notfallmeldung

Der Notarzt wurde um 14.41 Uhr mit dem Einsatzstichwort „leblose Person“ alarmiert. Notfallmeldende war die Ehefrau, die angab, ihr Mann sei plötzlich nach dem Mittagessen zusammengebrochen.

Notarzt und Rettungswagen trafen zeitgleich nur 5 min später in der Wohnung der Meldenden ein. Dort fanden sie einen 66-jährigen, bewusstlosen Patienten ohne tastbaren Puls und mit mittelweiten, nichtlichtreagiblen Pupillen vor. Zwei Handwerker, die durch Zufall an diesem Tag in dem Haus tätig waren und von der Ehefrau noch vor ihrem eigentlichen Notruf bei der Feuerwehr herbeigerufen wurden, führten eine Laienreanimation mit Thoraxkompressionen und Mund-zu-Mund-Beatmung durch.

Die Rettungskräfte übernahmen die Fortführung der Reanimation entsprechend den *European Resuscitation Council Guidelines* (zum Einsatzzeitpunkt noch ERC 2000; [5]). Im EKG zeigte sich ein grobes Kammerflimmern, das auch durch mehrfache Defibrillationsversuche (Zoll, M-Serie, biphasische Schocks mit maximal 200-J-Leistung) nicht zu terminieren war. Nach unverzüglicher endotrachealer Intubation wurde sofort der AutoPulse (■ **Abb. 1**) eingesetzt, der fest auf dem Notarztsatzfahrzeug (NEF) stationiert ist und unmittelbar zum Einsatzort mitgenommen wurde. Bei dem AutoPulse-System kommt der Patient auf einem Rückenbrett zu liegen, und um den Thorax wird ein Kompressionsgurt geschnallt, der über ein im Rückenbrett befindliches elektromechanisches System rhythmisch zirkulär zusammengezogen und entlastet wird. Die Kompressionsfrequenz beträgt $80 \pm 5/\text{min}$ (■ **Abb. 2**). Der Kompressionsgurt wird durch einen im Brett befindlichen Mikroprozessor, der den sagittalen Thoraxdurchmesser bestimmt, dem Thoraxumfang angeglichen, und die Kompressionen werden über einen Druckaufnehmer gesteuert. So werden dem jeweiligen Patienten angepasste Thoraxkompressionen verabreicht. Im Prinzip funktioniert das Gerät wie ein „zusätzlicher Helfer“, der ermüdungsfrei und mit gleich bleibendem Rhythmus die Thoraxkompressionen übernimmt. Ansonsten wurde die Reanimation entsprechend dem ERC-Standard 2000 durchgeführt; hierbei erfolgten die Defibrillationen biphasisch mit maximal 200 J. Bei therapierefraktärem Kammerflimmern erhielt der Patient nach dem dritten erfolglosen Schock einmalig 300 mg Amiodaron (Cordarex®) intravenös. Während

der gesamten AutoPulse-CPR erfolgte eine manuelle Beatmung.

Anamnestisch waren bei dem Patienten ein medikamentös eingestellter Hypertonus, ein insulinabhängiger Diabetes mellitus sowie ein ausgeprägter Nikotinabusus mit >20 „pack years“ bekannt. Im Vorfeld des akuten Ereignisses hatte er nicht über Unwohlsein oder Thoraxschmerzen geklagt. Aufgrund der Anamnese und der klinischen Situation wurde die Verdachtsdiagnose eines akuten Herzinfarkts mit kardiogenem Schock gestellt, und dem Patienten wurden zusätzlich 5000 IE Heparin verabreicht. Bei beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand mit unverzüglicher Laienreanimation und weiterhin fortbestehendem Kammerflimmern wurde um 15.05 Uhr, d. h. nach 18 min frustraner CPR, durch den Notarzt die Entscheidung getroffen, den Patienten unter Fortführung der Reanimationsmaßnahmen in ein nahe gelegenes Krankenhaus mit Herzkatheterlabor zur interventionellen Koronartherapie zu transportieren. Aufgrund des kurzen Transportweges im städtischen Bereich wurde von einer präklinischen Lysetherapie abgesehen.

Transport in die Klinik und Koronarangiographie unter kardiopulmonaler Reanimation

Der Transport zum Rettungswagen erfolgte mit einem unter den AutoPulse gelegten Rettungstragetuch unter Fortführung der kontinuierlichen Thoraxkompressionen (■ **Abb. 3**). Unmittelbar vor dem Eintreffen in der Klinik um 15.22 Uhr gelang es dann durch eine erneute Defibrillation das Kammerflimmern kurzzeitig in einen Sinusrhythmus mit tastbaren Pulsen zu konvertieren. Bis zum weiteren Transport in das Herzkatheterlabor bestand der Sinusrhythmus fort. Beim Umlagern im Herzkatheterlabor zeigte der Patient wiederum ein Kammerflimmern, und die Reanimationsmaßnahmen wurden während der Koronarangiographie mit dem AutoPulse fortgeführt. Die Herzkatheteruntersuchung ergab eine koronare Zweigefäßerkrankung mit führender thrombotischer Okklusion der rechten Koronararterie („right coronary artery“, RCA) und einer höhergradigen Stenose der links-anterioren deszendierenden

Zusammenfassung · Abstract

Anaesthesist 2008 · [jvn]:[afp]–[alp] DOI 10.1007/s00101-008-1376-0
© Springer Medizin Verlag 2008

J.-C. Schewe · U. Heister · A. Hoeft · H. Krep Notarzt und AutoPulse – ein gutes Duo im Rettungsdienst? Fallbeispiel und Erfahrungsbericht

Zusammenfassung

Das Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand bleibt trotz erheblicher Bemühungen zur Verbesserung der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) gering. Die jüngsten Änderungen der Internationalen Reanimationsrichtlinien 2005 betonen die Vermeidung von Unterbrechungen der Thoraxkompressionen. So wurden in der Vergangenheit auch verschiedene Reanimationsassistenzeinrichtungen mit dem Ziel entwickelt, effektive und kontinuierliche Thoraxkompressionen zu erreichen. Eine dieser Entwicklungen stellt das AutoPulse-System dar. Ausgehend von dem

Fallbeispiel eines 66-jährigen Patienten wird über den mehr als 3-jährigen Routineeinsatz des AutoPulse-Systems im Rettungsdienst der Stadt Bonn berichtet. Der AutoPulse stellt dieser Erfahrung nach eine sinnvolle Erweiterung und Bereicherung im Rahmen der Effektivitätsverbesserung der CPR dar.

Schlüsselwörter

Herz-Kreislauf-Stillstand · Kardiopulmonale Reanimation · AutoPulse · Mechanische Reanimationshilfen

Emergency physician and AutoPulse – a good duo in emergency services? Case example and report on experience

Abstract

Survival rates after cardiac arrest remain poor despite substantial efforts to advance the cardiopulmonary resuscitation algorithm in the last decades. Recent changes in the resuscitation guidelines in 2005 focused on minimizing interruptions during chest compressions. The aim to provide optimal chest compressions led to the development of automated mechanical chest compression devices, one of which is the AutoPulse resuscitation system. A case of successful use of the AutoPulse system in a 66-year-old patient with sudden cardiac arrest is presented and a review is given of more than 3 years experi-

ence in the routine use of this mechanical device for CPR in the emergency medical system in Bonn. Based on this experience, the AutoPulse system is considered to be a safe and effective technical advancement that under certain CPR conditions can be a helpful tool and provide an increased quality of chest compressions.

Keywords

Cardiac arrest · Cardiopulmonary resuscitation · AutoPulse · Automated resuscitation device

Tab. 1 Beispiele verfügbarer mechanischer Reanimationshilfen für die kardiopulmonale Reanimation. (Zusammengestellt und mod. nach Wigginton et al. [27])

Gerät	Methode
Ambu® CardioPump®	Aktive Kompressions-Dekompressions-CPR (ACD-CPR) mithilfe einer „Gummisaugglocke“ und integrierter Druckanzeige. Die Reduktion des intrathorakalen Drucks während der Dekompressionsphase erhöht den venösen Rückstrom zum Herzen und hierdurch das Herzzeitvolumen
Impedanzventil („impedance threshold device“, ResQ-POD®)	Beatmungsventil zur Verhinderung eines passiven inspiratorischen Lufteinstroms während der Thoraxentlastung zwischen den Thoraxkompressionen und dadurch konsekutiver Erhöhung eines negativen intrathorakalen Druckes mit erhöhtem venösen Rückstrom zum Herzen
CardioVent™	Faltenbalg zur Thoraxkompression mit Möglichkeit zum Anschluss eines Beatmungsschlauches zur gleichzeitigen Beatmung bei Ein-Helfer-CPR
Lund University Cardiac Arrest System (LUCAS)	Gasbetriebenes (Druckluft-)Gerät zur Kompression des Brustbeins mit eingebauter Saugglocke für die ACD-CPR
AutoPulse	Elektromechanisches Gerät aus Kombination eines Rückenbrettes und eines den gesamten Thorax umspannenden semizirkulären Kompressionsbandes mit automatischer Anpassung an Thoraxumfang und Kompressionstiefe

Koronararterie („left anterior descending artery“, LAD). Eröffnung und Rekanalisation der RCA mit alleiniger Ballondilatation gelangen schließlich um 15.45 Uhr. Nach weiteren 4 min ließ sich das Kammerflimmern durch eine erneute Defibrillation in einen stabilen Sinusrhythmus terminieren.

Der AutoPulse ist im anterior-posterioren Strahlengang nicht röntgendurchlässig. Eine Koronarangiographie unter CPR mit AutoPulse zur Darstellung der Koronargefäße ist jedoch in schrägen Projektionen durchführbar. Für die Notfalldiagnostik ist insbesondere die Darstellung der rechten Koronararterie (RCA) und der linken Koronararterie (LCA) möglich. Bemerkenswert ist, dass es somit auch zu keiner Strahlenbelastung etwaiger Helfer kommt und die Notfalldiagnostik unter kontinuierlichen Thoraxkompressionen fortgeführt werden kann. Darüber hinaus wird im Gegensatz zur manuellen CPR die Effektivität der Thoraxkompressionen nicht durch mögliche Schwingungen des Untersuchungstisches gemindert.

Weiterer Verlauf

Die durchgeführte PCI hatte ein gutes funktionelles Primärergebnis. Im Anschluss an die PCI war der Patient zunächst noch katecholaminpflichtig. Im Verlauf stabilisierte sich die hämodynamische Situation zunehmend. Eine therapeutische Hypothermie wurde nicht durchgeführt. Der Patient konnte am vierten Tag auf der Intensivstation extubiert werden. Die weitere intensivmedizinische Behandlung gestaltete sich bis

auf ein kurzzeitiges akutes Nierenversagen mit notwendiger Hämofiltration und dem Auftreten eines ausgeprägten hirnorganischen Psychosyndroms nach Reanimation komplikationslos. Der Patient konnte nach insgesamt 17 Tagen stationären Aufenthalts ohne neurologische Schäden in eine Anschlussheilmaßnahme entlassen werden.

Diskussion

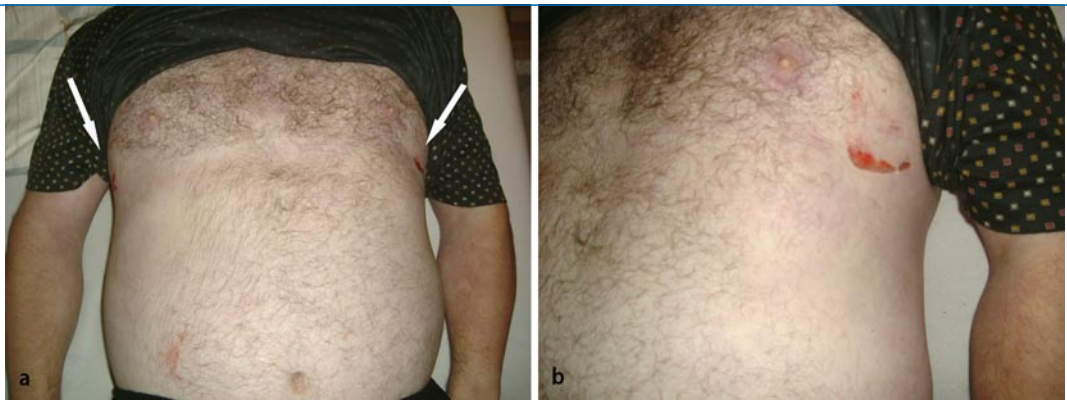
Reanimationshilfen für die kardiopulmonale Reanimation

Die traditionelle CPR mit manueller Thoraxkompression wird i. Allg. als einfach in der Durchführbarkeit, schnell anwendbar, kostengünstig und überall verfügbar angesehen, um zumindest einen Minimalkreislauf aufrechtzuerhalten. Dennoch hat diese Methode ihre Grenzen und, selbst wenn sie optimal durchgeführt wird, wird keine mit dem Spontankreislauf vergleichbare Koronarperfusion und zerebrale Durchblutung erreicht. Unabhängig vom Ausbildungsstand und der Erfahrung des Helfers wird bei der manuellen Thoraxkompression ein Helfer komplett für diese Tätigkeit gebunden. Darüber hinaus kommt es während der CPR durch Ermüdung, Konzentrationsschwächen und Helferwechsel zu Qualitätsverlusten sowie häufigen Unterbrechungen der Thoraxkompression [1, 28]. Insbesondere Reanimationsunterbrechungen durch einen Helferwechsel haben deletäre Folgen für den primären und den sekundären Reanimationserfolg [25, 19]. So konnten Kelum et al. in einer erst kürzlich veröffent-

lichten Studie zeigen, dass durch Verwendung eines Reanimationsprotokolls, in dem Unterbrechungen der Thoraxkompressionen auf ein Mindestmaß reduziert wurden, der Anteil neurologisch intakter Patienten verdreifacht werden konnte [17]. Dauer und Anzahl der Kompressionsunterbrechungen wurden reduziert, indem man ausschließlich Einzelschocks anstatt Serien von 3 Elektroschocks applizierte und auf Post-Schock-EKG-Analysen und Pulschecks verzichtet wurde. In der Hoffnung, die Effektivität der CPR zu verbessern, wurde in der Vergangenheit bereits eine Reihe von technischen Reanimationshilfen entwickelt (■ Tab. 1). Die aufgelisteten Reanimationshilfen werden in den aktuellen ERC-Guidelines 2005 erwähnt; eine generelle Empfehlung zum Einsatz dieser Geräte wurde jedoch aufgrund der noch unklaren Studienlage bislang nicht formuliert [14]. Dennoch wurde der AutoPulse von der American Heart Association in deren Publikation zu den CPR Guidelines 2005 mit einem Empfehlungsgrad IIb (*Evidenz ist belegt durch einige Studien, die häufig eine Überlegenheit des zu prüfenden Merkmals zeigen*; [6]) eingestuft.

Im Rettungsdienstbereich Nord der Bundesstadt Bonn wird seit September 2004 regelmäßig ein AutoPulse-Gerät bei Reanimationen ohne Folge einer Traumaverletzung eingesetzt, dies geschah zunächst bis Mai 2005 im Rahmen einer Anwendungsbeobachtungsstudie [20]. Aufgrund der positiven Erfahrung im Umgang mit dem Gerät innerhalb der Studie, wurde der AutoPulse unmittelbar in den Routinebetrieb übernommen. Der Ein-

Abb. 4 ▶ Durch den Kompressionsgurt hervorgerufene typische Hautabschürfungen **a** an der lateralen Thoraxwand beidseits (Pfeile) und **b** vergrößerte Aufnahme der linken Seite



führung des AutoPulse-Systems standen zunächst viele Mitarbeiter, sowohl Rettungsassistenten als auch Notärzte, kritisch gegenüber. Dies lag zum einen daran, dass ein weiteres Gerät auf dem NEF verlastet werden musste, insbesondere aber an der zusätzlichen Belastung des Rettungsdienstpersonals durch das Tragen eines weiteren Gerätes mit einem Gewicht von ca. 12 kg (einschließlich Akku) zum Einsatzort. Während der Studie wurde jedoch gerade letztere Befürchtung sehr schnell widerlegt, denn die zusätzliche Transportarbeit zum Einsatzort wurde durch die körperliche Entlastung während der Reanimation um ein Vielfaches kompensiert. Die daraus resultierende Personalentlastung machte sich darüber hinaus noch insofern bemerkbar, als dass ein zusätzlicher Helfer frei war, um Medikamente aufzuziehen, weiteres Material aus dem NEF/Rettungswagen (RTW) zu beschaffen oder z. B. auch schon Kontakt mit der Leitstelle wegen einer Intensivbettzuweisung aufzunehmen. Neben der Kontinuität und der gleich bleibenden Qualität der Thoraxkompressionen stellt gerade der letztgenannte Punkt den besonderen Vorteil mechanischer Reanimationshilfen für den präklinischen Einsatz dar.

Hintergrund für den erstmaligen Einsatz des AutoPulse im Rettungsdienst der Stadt Bonn im Jahr 2004 waren Ergebnisse experimenteller Untersuchungen im Tiermodell, die eine Verbesserung der Koronar- und der Hirnperfusion im Vergleich zu manuellen Thoraxkompressionen zeigten [9]. Darüber hinaus lagen zu diesem Zeitpunkt auch Erfahrungen zweier kleinerer klinischer Studien vor [4, 24]. So wurde in einer präklinischen Fallkontrollstudie mit 162 Patienten beim Einsatz des AutoPulse durch „paramedics“ eine

höhere Rate der Wiederherstellung eines Spontankreislaufs beobachtet [4] und bei CPR von 31 Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand auf einer Intensivstation ein höherer koronarer Perfusionsdruck im Vergleich zu manueller Thoraxkompression nachgewiesen [24]. Zwei größere präklinische Studien, die erst kürzlich veröffentlicht wurden, zeigen jedoch widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich des Outcome nach AutoPulse-CPR [8, 22]. Während Ong et al. [22] in einer Kohortenbeobachtungsstudie an 783 Patienten mit „Intention-to-treat“-Analyse eine signifikante Zunahme der Wiederbelebungsrate und des neurologischen Outcome in der Periode, in der der AutoPulse eingesetzt wurde, beobachteten, fanden Hallstrom et al. [8] in einer „clusterrandomisierten“ Multizenterstudie (ASPIRE-Studie) an 767 Patienten keine Verbesserung des primären Studienendpunkts, d. h. ein Überleben bis 4 h nach CPR. Hallstrom et al. beobachteten sogar eine tendenzielle Verschlechterung des neurologischen Outcome der überlebenden Patienten. Die ASPIRE-Studie sorgte für Aufsehen, denn das negative Ergebnis stand den bisher durchweg positiven Erfahrungen anderer Untersucher [24], einschließlich der eigenen Ergebnisse [20], entgegen. In der genaueren Analyse der 5 an der ASPIRE-Studie beteiligten Studienzentren zeigte sich, dass die negativen Ergebnisse überwiegend an einem Studienort generiert wurden. Ein häufiger Wechsel des Studienprotokolls an diesem Studienort war zu einem Großteil ursächlich für die schlechten Ergebnisse. Lewis u. Niemann diskutierten in einem Editorial in der gleichen Ausgabe des *Journal of the American Medical Association*, ob die diskrepanten Ergebnisse der beiden AutoPulse-Studien miteinan-

der in Einklang zu bringen sein könnten [21]. Sie kamen aber zu dem Schluss, dass dies nicht möglich sei. Daher sei auch eine Prognose, welchen langfristigen Einfluss ein flächendeckender Einsatz des AutoPulse oder anderer mechanischer Reanimationshilfen auf die Überlebensrate und den Behandlungserfolg von Reanimationen hätte, ohne zusätzliche Studiendaten nicht möglich.

Komplikationsrate

Eine sachgemäße Anwendung des AutoPulse ist nach eigenen Erfahrungen mit wenig medizinischen Komplikationen verbunden. Hautabschürfungen an der Thoraxwand, verursacht durch den Kompressionsgurt, stellen die häufigste Nebenwirkung dar (■ **Abb. 4**). Hierbei sollte bedacht werden, dass diese Artefakte gerade bei erfolglosen Reanimationsversuchen korrekt dokumentiert werden müssen, um mögliche Fehlinterpretationen im Rahmen rechtsmedizinischer Untersuchungen zu vermeiden [11]. Sowohl in der ursprünglichen Anwendungsbeobachtungsstudie [20] als auch in nun mehr als 3-jährigen Routineeinsatz des AutoPulse (>400 Anwendungen) konnten bei den Reanimationen mit Einsatz des AutoPulse keine traumatisierenden Verletzungen von Thorax, Herz und Lunge beobachtet werden. Einschränkend ist anzumerken, dass dieser Erkenntnis allerdings keine Autopsieergebnisse zugrunde liegen. Gerade bei älteren Patienten scheint das Risiko von Rippenfrakturen durch den Einsatz des AutoPulse niedriger zu sein. Im Gegensatz zur manuellen Thoraxkompression mit punktueller Druckübertragung auf den Thorax verteilt sich die Kraft beim AutoPulse zir-

kulär um den gesamten Oberkörper. Eine Grenze im Einsatz des Gerätes stellen anatomische Gegebenheiten, insbesondere bei adipösen Patienten, dar. Vom Hersteller wird eine obere Gewichtsgrenze von ca. 140 kg angegeben, jedoch kann die Effektivität der Thoraxkompression auch schon bei niedrigerem Gewicht einen kritischen Wert unterschreiten, der die Wiederherstellung eines spontanen Kreislaufs nicht zulässt. In der Bonner Anwendungsbeobachtungsstudie [20] konnte bei einer Patientin mit einem Gewicht von 120 kg mit dem AutoPulse keine effektive Thoraxkompression erreicht werden; dies war an niedrigen endtidalen CO₂-Werten und persistierendem Kammerflimmern erkennbar. Nach Fortführung der Reanimation mithilfe einer Cardiopump (Ambu-Deutschland) zur aktiven Kompressions-Dekompressions- (ACD)-CPR stiegen die etCO₂-Werte, und die Patientin konnte erfolgreich defibrilliert werden. Dieser Fall verdeutlicht, dass Notärzte und Rettungsdienstpersonal die Grenzen mechanischer Reanimationsgeräte kennen und erkennen müssen.

Die Erfahrungen zeigen, dass gerade der Transport von Patienten unter Reanimation im RTW durch den Einsatz der neuen Reanimationshilfe deutlich einfacher und für das beteiligte Rettungsdienstpersonal auch sicherer wird. Ebenso können die Kompressionen bei einem Transport über Haustreppen, wie es im Rettungsdienst häufig vorkommt, kontinuierlich fortgeführt werden. Dabei überprüfen ein eingebauter Druck- und Lage-sensor etwaige Lageveränderungen bei jeder Kompression. Ab einem Neigewinkel über 45° unterbricht das Gerät automatisch die Kompressionen. Im Hinblick auf die möglicherweise zunehmende Zahl von Patienten, die auch unter Reanimationsbedingungen einer akuten koronaren Interventionstherapie zugeführt werden, ist das AutoPulse-Gerät sicherlich auch für längere Transportwege eine sinnvolle Bereicherung im Rettungsdienst. In den aktuellen ERC-Guidelines wird ein regelhafter Transport unter laufender Reanimation von Patienten ohne ROSC zu einer möglichen PCI nicht empfohlen [2]. Ein entsprechendes Vorgehen kann aber im Einzelfall – auch unter dem Vor-teil von Reanimationsassistenten –

denkbar und sinnvoll sein. Entscheidet man sich aber zum Transport unter laufender CPR, gewährleistet der AutoPulse eine ermüdungsfreie und kontinuierliche Thoraxkompression v. a. auch bei prolongierten Reanimationsmaßnahmen, wie z. B. bei hypothermen Patienten. In dieser Hinsicht erfüllt das Gerät die Bedingungen, die gemäß den neuesten Richtlinien der ERC 2005, gefordert werden, wobei dort die Betonung auf v. a. kontinuierlich durchgeführte Thoraxkompressionen liegt.

Der AutoPulse ist eine sinnvolle Erweiterung und Bereicherung im Rahmen der Effektivitätsverbesserung der CPR. Trotz einiger guter experimenteller Ergebnisse stellt die breite Anwendung im klinischen Alltag bislang noch keine Routine dar. Mit dem vermehrten Einsatz von mechanischen Reanimationshilfen mag die Anzahl von Transporten unter laufender Reanimation in Zukunft zunehmen. So kann es durchaus auch schwieriger sein, eine Reanimation zu beenden, wenn man dazu aktiv einen „Ausschalter“ betätigen muss. Dabei sollte dem Notarzt seine Rolle als Entscheidungsträger mit seiner kognitiven und ethischen Kompetenz bei dem Einsatz von mechanischen Reanimationsassistenten durchaus bewusst sein.

Fazit für die Praxis

Häufig werden manuelle Thoraxkompressionen während einer CPR durch die Helfer nicht kontinuierlich und effektiv genug durchgeführt. Dahingegen deuten zahlreiche experimentelle und klinische Studien darauf hin, dass mechanische Hilfsmittel die Effektivität der Thoraxkompressionen steigern können und dies mit einer verbesserten Koronarperfusion, einer höheren Rate an Wiederherstellung eines Spontankreislaufs sowie einer Verbesserung des Outcome nach CPR einhergehen kann. Mechanische Geräte zur Thoraxkompression stellen eine sinnvolle Bereicherung bei der CPR dar. Dennoch muss angemerkt werden, dass bislang von keinem dieser Geräte definitiv gezeigt werden konnte, dass es im Hinblick auf das Langzeitüberleben und das neurologische Outcome nach CPR einer Reanimation mit rein manueller Tho-

raxkompression überlegen ist. Diesen Beweis bleibt bislang auch das AutoPulse System schuldig. Es sollten jedoch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, denn die Argumente für den Einsatz automatischer Reanimationsgeräte sind überzeugend. Zurzeit wird eine europäische Multizenterstudie mit dem AutoPulse-System unter Leitung von Dr. Lars Wik geplant. Die Ergebnisse dieser Studie mit einem Studiendesign, in dem die negativen Erfahrungen der ASPIRE-Studie berücksichtigt werden, sollten wertvolle Hinweise liefern, um den Stellenwert automatischer Reanimationsgeräte für das Outcome nach CPR beurteilen zu können.

Korrespondenzadresse

Dr. J.-C. Schewe

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Sigmund-Freud-Straße 25, 53105 Bonn
jens-christian.schewe@ukb.uni-bonn.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor hat in den letzten 12 Monaten Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen gehalten, die von der Fa. Zoll Medical Deutschland unterstützt wurden. Privatdozent Dr. H. Krep erhielt in den letzten 2 Jahren Honorare für Vorträge von der Firma Zoll Medical Deutschland. Darüber hinaus bestehen keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt.

Literatur

1. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H et al. (2005) Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 293: 305–310
2. Baskett PJ, Steen PA, Bossaert L (2005) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 8. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. *Resuscitation* 67 [Suppl 1]: S171–S180
3. Berg RA, Sanders AB, Kern KB et al. (2001) Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. *Circulation* 104: 2465–2470
4. Casner M, Andersen D, Isaacs SM (2005) The impact of a new CPR assist device on rate of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 9: 61–67
5. De Latorre F, Nolan J, Robertson C et al. (2001) European Resuscitation Council guidelines 2000 for adult advanced life support. A statement from the Advanced Life Support Working Group (1) and approved by the Executive Committee of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 48: 211–221

6. ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association (2005) 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 112: IV1–IV203
7. Eisenberg MS, Mengert TJ (2001) Cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 344: 1304–1313
8. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR et al. (2006) Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA* 295: 2620–2628
9. Halperin HR, Paradis N, Ornato JP et al. (2004) Cardiopulmonary resuscitation with a novel chest compression device in a porcine model of cardiac arrest: improved hemodynamics and mechanisms. *J Am Coll Cardiol* 44: 2214–2220
10. Halperin HR, Tsitlik JE, Gelfand M et al. (1993) A preliminary study of cardiopulmonary resuscitation by circumferential compression of the chest with use of a pneumatic vest. *N Engl J Med* 329: 762–768
11. Hart AP, Azar VJ, Hart KR et al. (2005) Autopsy artifact created by the Revivant AutoPulse resuscitation device. *J Forensic Sci* 50: 164–168
12. Hightower D, Thomas SH, Stone CK et al. (1995) Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 26: 300–303
13. International Liaison Committee on Resuscitation (2005) 2005 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Part 2: Adult basic life support. *Resuscitation* 67: 187–201
14. International Liaison Committee on Resuscitation (2005) 2005 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Part 4: Advanced life support. *Resuscitation* 67: 213–247
15. Kahn CA, Pirralo RG, Kuhn EM (2001) Characteristics of fatal ambulance crashes in the United States: an 11-year retrospective analysis. *Prehosp Emerg Care* 5: 261–269
16. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G (1993) Predicting the outcome of unsuccessful prehospital advanced cardiac life support. *JAMA* 270: 1433–1436
17. Kellum MJ, Kennedy KW, Ewy GA (2006) Cardiocebral resuscitation improves survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Med* 119: 335–340
18. Kern KB, Carter AB, Showen RL et al. (1987) Comparison of mechanical techniques of cardiopulmonary resuscitation: survival and neurologic outcome in dogs. *Am J Emerg Med* 5: 190–195
19. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA et al. (2002) Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 105: 645–649
20. Krep H, Mamier M, Breil M et al. (2007) Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulse system: a prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation* 73: 86–95
21. Lewis RJ, Niemann JT (2006) Manual vs device-assisted CPR: reconciling apparently contradictory results. *JAMA* 295: 2661–2664
22. Ong ME, Ornato JP, Edwards DP et al. (2006) Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *JAMA* 295: 2629–2637
23. Sunde K, Wik L, Steen PA (1997) Quality of mechanical, manual standard and active compression-decompression CPR on the arrest site and during transport in a manikin model. *Resuscitation* 34: 235–242
24. Timerman S, Cardoso LF, Ramires JA et al. (2004) Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 61: 273–280
25. Valenzuela TD, Kern KB, Clark LL et al. (2005) Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. *Circulation* 112: 1259–1265
26. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G et al. (2000) Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 343: 1206–1209
27. Wigginton JG, Miller AH, Benitez FL et al. (2005) Mechanical devices for cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 11: 219–223
28. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H et al. (2005) Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 293: 299–304
29. Yu T, Weil MH, Tang W et al. (2002) Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 106: 368–372