

R.W. Koster¹ · M.A. Baubin² · L.L. Bossaert³ · A. Caballero⁴ · P. Cassan⁵ · M. Castrén⁶ · C. Granja⁷ · A.J. Handley⁸ · K.G. Monsieurs⁹ · G.D. Perkins¹⁰ · V. Raffay¹¹ · C. Sandroni¹²

¹ Department of Cardiology, Academic Medical Center, Amsterdam

² Department of Anaesthesiology and Critical Care Medicine, University Hospital Innsbruck

³ Department of Critical Care, University of Antwerp, Antwerpen

⁴ Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla

⁵ European Reference Centre for First Aid Education, French Red Cross, Paris

⁶ Department of Clinical Science and Education, Karolinska Institute, Stockholm

⁷ Emergency and Intensive Medicine Department, Hospital Pedro Hispano, Matosinhos, Porto

⁸ Colchester Hospital University NHS Foundation Trust, Colchester

⁹ Emergency Department, Ghent University Hospital, Gent

¹⁰ University of Warwick, Warwick Medical School, Warwick

¹¹ Municipal Institute for Emergency Medicine Novi Sad, Novi Sad, AP Vojvodina

¹² Catholic University School of Medicine, Policlinico Universitario Agostino Gemelli, Rom

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren

Sektion 2 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council

Die Basismaßnahmen zur Wiederbelebung („basic life support“, BLS) beziehen sich auf das Freihalten der Atemwege sowie das Aufrechterhalten von Atmung und Kreislauf ohne Verwendung von Hilfsmitteln, abgesehen von einfachen Mitteln zum Eigenschutz [1].

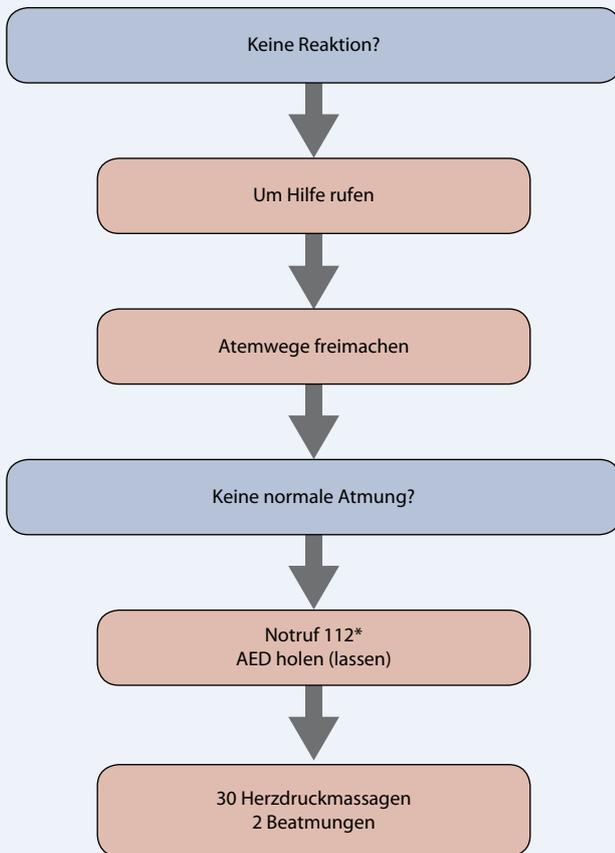
Diese Sektion enthält die Leitlinien zu den Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und zur Verwendung eines automatisierten externen Defibrillators (AED). Sie beinhaltet auch das Erkennen des plötzlichen Herztodes, die stabile Seitenlage und das Handeln bei Erstickten (Verlegung der Atemwege durch Fremdkörper). Leitlinien für den Einsatz von manuellen Defibrillatoren und zur Einleitung von Wiederbelebnungsmaßnahmen im Krankenhaus finden sich in den Sektionen 3 und 4 [2, 3].

Zusammenfassung der Änderungen der Leitlinien von 2005

Viele der Empfehlungen der Leitlinien 2005 des European Resuscitation Council (ERC) bleiben unverändert, weil seit 2005 entweder keine neuen Studien veröffentlicht wurden oder neue lediglich bereits Bekanntes bestätigt haben. So wurden beispielsweise der generelle Ablauf der Basismaßnahmen, der AED-Algorithmus, das Feststellen der Notwendigkeit einer Wiederbelebung, der Einsatz eines AED (einschließlich der Defibrillationsanweisungen), das Verhältnis von 30 Herzdruckmassagen zu 2 Beatmungen sowie das Erkennen und Vorgehen bei einem erstickenden Patienten bestätigt. Allerdings gibt es seit 2005 auch neue Veröffentlichungen, die in einigen Punkten zu Änderungen der Leitlinien 2010 führen. Diese Änderungen sind hier zusammengefasst:

- Um ausreichende Informationen über den Zustand des Notfallpatienten zu erhalten, sollen Leitstellendisponenten geschult werden, Anrufer anhand eines vorgegebenen Abfrageprotokolls zu befragen. Die abgefragten Punkte sollen sich hierbei auf das Erkennen von Bewusstlosigkeit und die Qualität der Atmung beziehen. Wenn erkannt wird, dass es sich um eine bewusstlose Person mit fehlender oder nichtnormaler Atmung handelt, soll eine Handlungsanweisung für den Verdacht auf Kreislaufstillstand zum Einsatz kommen. Die Bedeutung der Schnappatmung als Zeichen für einen Kreislaufstillstand soll in der Ausbildung und bei der Befragung durch den Leitstellendisponenten stärker hervorgehoben werden.
- Alle Helfer, ob ausgebildet oder nicht, sollen bei Patienten mit Kreislaufstillstand Herzdruckmassagen durchfüh-

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung



* Österreich/Schweiz 144

Abb. 1 ◀ Handlungsablauf zur Wiederbelebung Erwachsener

ren. Besonders wichtig ist, dass die Herzdruckmassagen qualitativ hochwertig ausgeführt werden. Es sollen eine Drucktiefe von mindestens 5 cm und eine Druckfrequenz von mindestens 100 Herzdruckmassagen/min erzielt werden. Nach jeder Herzdruckmassage ist der Brustkorb vollständig zu entlasten, und die Unterbrechungen der Herzdruckmassagen sind auf ein Minimum zu reduzieren. Geschulte Helfer sollen auch Beatmungen im Verhältnis von 30 Herzdruckmassagen zu 2 Beatmungen durchführen. Wenn die Helfer vor Ort nicht in Wiederbelebungsmaßnahmen ausgebildet sind, sollen sie telefonisch zur Wiederbelebung aufgefordert und angeleitet werden; hierbei reduzieren sich die Maßnahmen dann auf die ununterbrochenen Herzdruckmassage.

- Damit die Ersthelfer die Wiederbelebung in hoher Qualität durchführen können, ist es wichtig, dass sie eine Rückmeldung zu den von ihnen

durchgeführten Maßnahmen erhalten. Hierfür eignen sich Anzeige-/Feedback-Geräte, die während der Wiederbelebung eingesetzt werden können. Die im Gerät gespeicherten Daten können darüber hinaus für eine Qualitätsanalyse und zur Nachbesprechung mit den professionellen Rettungskräften genutzt werden.

- Bei der Anwendung eines AED sollen die Analyse des Herzrhythmus und die Abgabe eines Schocks nicht durch eine Phase mit Wiederbelebungsmaßnahmen verzögert werden, ansonsten sollen die Wiederbelebungsmaßnahmen vor und während des AED-Einsatzes nur minimal unterbrochen werden.
- Die weitere Entwicklung von AED-Programmen soll gefördert werden – es ist notwendig, weitere AED in öffentlichen Bereichen und Wohngebieten vorzuhalten.

Einführung

Der plötzliche Kreislaufstillstand stellt eine der Haupttodesursachen in Europa dar. Je nachdem, wie der plötzliche Kreislaufstillstand definiert wird, betrifft er zwischen 350.000 und 700.000 Menschen/Jahr [4, 5]. Zum Zeitpunkt der ersten Analyse des Herzrhythmus weisen 25–30% der Betroffenen Kammerflimmern („ventricular fibrillation“, VF) auf, ein Prozentsatz, der sich über die letzten 20 Jahre verringert hat [6, 7, 8, 9, 10]. Wahrscheinlich haben zum Zeitpunkt des Kollapses weitaus mehr Patienten Kammerflimmern oder eine schnelle Kammertachykardie (ventrikuläre Tachykardie, VT), aber bis zur Aufzeichnung des ersten Elektrokardiogramms (EKG) durch das Rettungsdienstpersonal hat sich der Rhythmus zur Asystolie verschlechtert [11, 12]. Wird der Herzrhythmus kurz nach dem Kollaps aufgezeichnet, insbesondere durch einen vor Ort verfügbaren AED, steigt der Anteil der Patienten mit Kammerflimmern auf 59% [13] bis 65% [14]. Viele dieser Patienten könnten überleben, wenn anwesende Notfallzeugen bei noch vorliegendem Kammerflimmern sofort handeln würden. Dagegen ist eine erfolgreiche Wiederbelebung viel unwahrscheinlicher, wenn sich der Herzrhythmus bereits in eine Asystolie verschlechtert hat.

Die empfohlene Behandlung bei einem durch Kammerflimmern ausgelösten Kreislaufstillstand ist die sofortige Wiederbelebung durch anwesende Notfallzeugen (Kombination von Herzdruckmassagen und Beatmung) und eine frühzeitige elektrische Defibrillation. Den meisten nichtkardialen Kreislaufstillständen liegt eine Störung der Atemfunktion zugrunde, verursacht durch Ertrinken (häufig Kinder) und Asphyxie. In vielen Bereichen in der Welt ist Ertrinken eine der Haupttodesursachen (s. http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/drowning/en/). Beatmungen sind bei diesen Patienten für eine erfolgreiche Wiederbelebung umso wichtiger.

Überlebenskette

Das folgende Konzept der Überlebenskette (Sektion 1, Abb. 1) fasst die für eine erfolgreiche Wiederbelebung erforderlichen entscheidenden Schritte zusammen. Die meisten Kettenglieder sind sowohl für Pa-

tienten mit Kammerflimmern als auch für Patienten mit primär asphyktischem Stillstand relevant [15].

1. Frühes Erkennen des Kreislaufstillstands. Dies beinhaltet zu erkennen, dass Schmerzen in der Brust kardialer Ursache sein können, das Erkennen eines eingetretenen Kreislaufstillstands und die schnelle Alarmierung des Rettungsdienstes über die Notrufnummer 112 oder eine örtliche Notrufnummer. Das richtige Einstufen der kardial bedingten Brustschmerzen ist besonders wichtig, da die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kreislaufstillstand als Folge eines akuten Myokardinfarkts in der ersten Stunde nach Beginn der Symptome eintritt, bei mindestens 21–33% liegt [16, 17]. Erfolgt der Notruf, bevor das Opfer zusammenbricht, ist der Rettungsdienst deutlich früher beim Patienten und sind die Überlebensraten tendenziell höher [18].

2. Frühe Wiederbelebung durch Notfallzeugen. Unverzüglich eingeleitete Wiederbelebensmaßnahmen können die Überlebensraten nach einem plötzlichen Kreislaufstillstand verdoppeln oder verdreifachen [18, 19, 20, 21]. Selbst die eine auf die Herzdruckmassage beschränkte Wiederbelebung ist besser als keine [22, 23]. Wenn ein Anrufer nicht in Wiederbelebensmaßnahmen ausgebildet ist, soll der Leitstellen-disponent ihn nachdrücklich ermutigen, Herzdruckmassagen durchzuführen, bis professionelle Hilfe eintrifft [24, 25, 26, 27].

3. Frühe Defibrillation. Die Wiederbelebung plus Defibrillation innerhalb von 3–5 min nach dem Kollaps erhöht die Überlebensraten auf 49–75% [28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35]. Jede Minute Verzögerung vor der Defibrillation vermindert die Wahrscheinlichkeit des Überlebens bis zur Entlassung aus der Klinik um 10–12% [19, 36].

4. Frühzeitige erweiterte lebensrettende Maßnahmen und standardisierte Reanimationsnachsorge. Die Qualität der Behandlung während der Postreanimationsphase beeinflusst das Outcome des Patienten [37, 38, 39]. Die therapeutische Hypothermie ist jetzt eine etablierte Therapieform, die zu deutlich verbesserten Überlebensraten mit gutem neurologischen Outcome beiträgt [40, 41, 42].



Abb. 2 ▶ Prüfen Sie, ob die Person reagiert

In den meisten Gemeinden liegt die durchschnittliche Zeitspanne zwischen der Alarmierung und dem Eintreffen des Rettungsdienstes (Hilfsfrist) bei 5–8 min [13, 14] oder 11 min bis zum ersten Defibrillationsschock [43]. Während dieser Zeit hängt das Überleben des Notfallpatienten davon ab, dass anwesende Notfallzeugen Maßnahmen zur Wiederbelebung einleiten und einen AED zur Defibrillation einsetzen.

Opfer eines Kreislaufstillstands benötigen sofortige Wiederbelebensmaßnahmen. Diese erzeugen einen geringen, aber entscheidenden Blutfluss zum Herzen und zum Gehirn. Außerdem steigt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Defibrillationsschock das Kammerflimmern beendet und das Herz in die Lage versetzt, wieder einen effektiven Rhythmus aufzunehmen sowie einen effektiven Auswurf zu gewährleisten. Herzdruckmassagen sind besonders wichtig, wenn in den ersten Minuten nach dem Kollaps kein Schock verabreicht werden kann [44]. Wenn das Herz noch lebensfähig ist, nehmen seine normalen Schrittmacherzellen nach der Defibrillation ihre Funktion wieder auf und produzieren einen effektiven Herzrhythmus, dem die mechanischen Kontraktionen folgen. In den ersten Minuten nach einer erfolgreichen Beendigung des Kammerflimmerns können der

Herzrhythmus verlangsamt und die Kraft der Kontraktionen schwach sein; Herzdruckmassagen müssen daher ggf. fortgesetzt werden, bis wieder eine ausreichende Herzfunktion gegeben ist [45].

Laienhelfer können in der Anwendung von AED ausgebildet werden. Diese AED werden zunehmend im öffentlichen Bereich vorgehalten. Ein AED gibt Sprachanweisungen, die den Ersthelfer anleiten, analysiert den Herzrhythmus des Patienten und fordert den Ersthelfer auf, einen Schock abzugeben, wenn Kammerflimmern oder schnelle VT erkannt wird. Automatisierte externe Defibrillatoren sind extrem genau und geben nur dann einen Schock ab, wenn Kammerflimmern (oder schnelle VT) besteht [46]. Funktion und Handhabung von AED werden in Sektion 3 behandelt.

Verschiedene Studien haben den positiven Effekt der unverzüglich eingeleiteten Wiederbelebung auf das Überleben und die nachteilige Wirkung von Verzögerungen vor der Defibrillation nachgewiesen. Mit jeder Minute der Verzögerung bis zur Defibrillation sinkt die Überlebensrate bei beobachtetem Kammerflimmern um 10–12% [19, 36]. Bei Wiederbelebung durch Ersthelfer sinkt die Überlebensrate schrittweise durchschnittlich 3–4%/min



Abb. 3 ◀ Rufen Sie um Hilfe



Abb. 4 ▲ Machen Sie die Atemwege frei

[12, 36, 47]. Alles in allem verdoppelt oder verdreifacht eine Wiederbelebung durch Ersthelfer die Überlebensrate nach beobachtetem Kreislaufstillstand [19, 47, 48].

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung von Erwachsenen

Die Maßnahmen der Wiederbelebung ergeben sich aus folgendem Handlungsablauf (▣ Abb. 1):

1. Auf Sicherheit achten:
 - ▣ Vergewissern Sie sich, dass Patient und Anwesende nicht gefährdet sind.
2. Bewusstsein prüfen:
 - ▣ Schütteln Sie ihn leicht an den Schultern und fragen Sie laut: „Ist alles in Ordnung?“ (▣ Abb. 2)
- 3a. Wenn der Patient reagiert:
 - ▣ Lassen Sie ihn, wenn keine weitere Gefahr besteht, in der Lage, in der Sie ihn vorgefunden haben.
 - ▣ Versuchen Sie herauszufinden, was mit ihm los ist, und holen Sie Hilfe, falls erforderlich.
 - ▣ Überprüfen Sie regelmäßig seinen Zustand.
- 3b. Wenn der Patient nicht reagiert:
 - ▣ Rufen Sie um Hilfe (▣ Abb. 3).
 - ▣ Drehen Sie den Patienten auf den Rücken und machen Sie dann die Atemwege durch Überstrecken des Halses und Anheben des Kinns frei (▣ Abb. 4).
 - ▣ Legen Sie Ihre Hand auf seine Stirn und ziehen Sie seinen Kopf leicht nach hinten.
 - ▣ Heben Sie mit Ihren Fingerspitzen das Kinn des Patienten an, um die Atemwege frei zu machen.
4. Atemwege frei machen:
 - Machen Sie Atemwege frei und kontrollieren Sie die Atmung durch Sehen, Hören und Fühlen (▣ Abb. 5):
 - ▣ Sehen Sie nach Bewegungen des Brustkorbs.
 - ▣ Hören Sie am Mund des Patienten nach Atemgeräuschen.
 - ▣ Fühlen Sie nach einem Luftstrom an Ihrer Wange.
 - ▣ Entscheiden Sie, ob die Atmung normal, unnormal oder nicht vorhanden ist.
 - ▣ Während der ersten wenigen Minuten nach einem Kreislaufstillstand ist es möglich, dass ein Patient kaum atmet oder nur vereinzelte, langsame oder geräuschvolle Atemzüge macht. Wechseln Sie dies nicht mit normaler Atmung. Sehen, hören und fühlen Sie *nicht länger als 10 s*, um festzustellen, ob der Patient normal atmet. Wenn Sie irgendwelche Zweifel haben, ob die Atmung normal ist, dann handeln Sie so, als sei sie nicht normal.
- 5a. Wenn der Patient normal atmet:
 - ▣ Bringen Sie ihn in die stabile Seitenlage (s. Abschn. „Stabile Seitenlage“).
 - ▣ Schicken Sie jemanden oder gehen Sie selbst, um Hilfe zu holen – alarmieren Sie den Rettungsdienst über 112 oder eine örtliche Notrufnummer.
 - ▣ Überprüfen Sie wiederholt, ob die Atmung normal ist.
- 5b. Wenn der Patient gar nicht oder nicht normal atmet:
 - ▣ Schicken Sie jemanden, um Hilfe und einen ggf. vorhandenen AED zu holen, oder, falls Sie allein sind, nehmen Sie Ihr Mobiltelefon und alarmieren Sie den Rettungsdienst – verlassen Sie den Patienten nur, wenn es keine andere Möglichkeit gibt.
 - ▣ Führen Sie Herzdruckmassagen wie folgt durch:
 - ▣ Knien Sie seitlich am Patienten.
 - ▣ Legen Sie den Ballen einer Hand auf die Mitte der Brust des Patienten [entspricht der unteren Hälfte des Brustbeins (Sternum); ▣ Abb. 6].
 - ▣ Legen Sie den Ballen Ihrer anderen Hand auf die erste Hand (▣ Abb. 7).

- Verschränken Sie die Finger Ihrer Hände ineinander und vergewissern Sie sich, dass der Druck nicht auf die Rippen des Patienten ausgeübt wird. Halten Sie die Arme gerade (■ **Abb. 8**). Üben Sie keinerlei Druck auf den Oberbauch oder das untere Ende des Brustbeins aus.
- Bringen Sie sich senkrecht über den Brustkorb des Patienten, und drücken Sie das Brustbein mindestens 5 cm (■ **Abb. 9**; jedoch nicht mehr als 6 cm) nach unten.
- Entlasten Sie nach jeder Herzdruckmassage vollständig den Brustkorb, ohne den Kontakt zwischen Ihren Händen und dem Brustbein zu verlieren.
- Wiederholen Sie dies mit einer Frequenz von mindestens 100/min (jedoch nicht mehr als 120/min).
- Druck und Entlastung sollen gleich lang andauern.

6a. Kombinieren Sie die Herzdruckmassagen mit Beatmungen:

- Machen Sie nach 30 Herzdruckmassagen die Atemwege durch Überstrecken des Halses und Anheben des Kinns wieder frei (■ **Abb. 4**).
- Verschließen Sie mit Daumen und Zeigefinger Ihrer auf der Stirn liegenden Hand die Nase durch Zusammendrücken der weichen Nasenflügel.
- Lassen Sie zu, dass der Mund sich öffnet, aber heben Sie weiterhin das Kinn an.
- Atmen Sie normal ein, und legen Sie Ihre Lippen um den Mund des Patienten. Achten Sie dabei auf eine gute Abdichtung.
- Blasen Sie gleichmäßig in den Mund, während Sie beobachten, dass sich der Brustkorb wie bei der normalen Atmung in rund 1 s hebt (■ **Abb. 10**): Dies ist eine effektive Beatmung.
- Nehmen Sie Ihren Mund von dem des Patienten, während Sie den Hals überstreckt und das Kinn angehoben halten, und beobachten Sie, wie sich der Brustkorb beim Entweichen der Luft senkt (■ **Abb. 11**).
- Atmen Sie erneut normal ein, und blasen Sie noch einmal in den Mund des Patienten, um insgesamt 2 effektive Beatmungen zu erzielen. Für bei-

Abb. 5 ► Kontrollieren Sie die Atmung durch Sehen, Hören und Fühlen

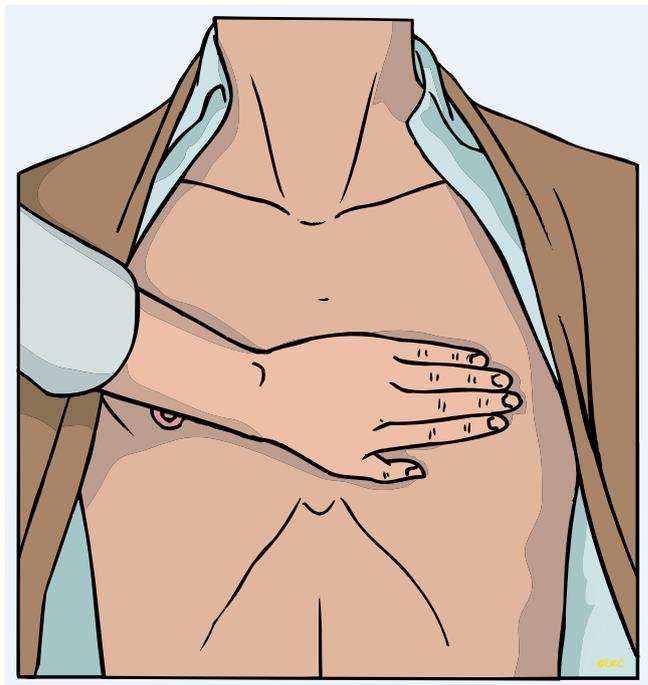


Abb. 6 ► Legen Sie den Ballen einer Hand auf die Mitte der Brust

- de Beatmungen sollen zusammen nicht mehr als 5 s aufgewendet werden. Legen Sie dann ohne Verzögerung Ihre Hände erneut auf die korrekte Stelle des Brustbeins, und führen Sie weitere 30 Herzdruckmassagen durch.
- Fahren Sie mit Herzdruckmassagen und Beatmungen im Verhältnis von 30:2 fort.
- Unterbrechen Sie nur, um den Patienten erneut zu untersuchen, falls er aufwacht: sich bewegt, die Augen öffnet und wieder normal zu atmen beginnt – unterbrechen Sie ansonsten die Wiederbelebungsmaßnahmen nicht.

Falls sich bei Ihrer ersten Beatmung der Brustkorb nicht wie bei einer normalen Atmung anhebt, gehen Sie vor dem nächsten Versuch folgendermaßen vor:

- Schauen Sie in den Mund des Patienten, und entfernen Sie mögliche Verlegungen.
- Vergewissern Sie sich, dass der Hals ausreichend überstreckt und das Kinn angehoben ist.
- Führen Sie jedes Mal höchstens 2 Beatmungsversuche durch, bevor Sie wieder die Herzdruckmassagen aufnehmen.

Falls mehr als ein Ersthelfer anwesend sind, soll ein anderer Ersthelfer die Wie-



Abb. 7 ▲ Legen Sie den Ballen Ihrer anderen Hand auf die erste Hand

- Falls Sie nicht in der Lage oder nicht willens sind, den Patienten zu beatmen, führen Sie nur die Herzdruckmassagen durch.
- Die Herzdruckmassagen sollen kontinuierlich mit einer Frequenz von mindestens 100/min (jedoch nicht mehr als 120/min) erfolgen.

7. Unterbrechen Sie die Wiederbelebungsmaßnahmen nicht, bis ...

- professionelle Hilfe eingetroffen ist und den Patienten übernimmt oder
- der Patient aufwacht: sich bewegt, die Augen öffnet und normal zu atmen beginnt oder
- Sie erschöpft sind.

Freimachen der Atemwege

Das Verschieben des Unterkiefers (Esmarch-Heiberg-Handgriff) wird für Laienhelfer nicht empfohlen, weil die korrekte Durchführung schwierig zu erlernen und anzuwenden ist. Bei der Anwendung können zudem unerwünschte Bewegungen der Wirbelsäule hervorgerufen werden [49]. Daher sollen Laienhelfer sowohl bei verletzten als auch bei nicht-verletzten Patienten die Atemwege durch Überstrecken des Halses und Anheben des Kinns frei machen.

Erkennen eines Kreislaufstillstands

Die Prüfung des Karotispulses (oder eines anderen Pulses) ist sowohl für Laien- als auch für professionelle Helfer eine ungenaue Methode, um festzustellen, ob ein Kreislauf vorhanden ist oder nicht [50, 51, 52]. Es gibt allerdings auch keinen Hinweis, dass die Prüfung auf Bewegungen, Atmen oder Husten („Zeichen für einen Kreislauf“) diagnostisch überlegen wäre. Professionelle Retter und Laienhelfer haben Schwierigkeiten, das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer adäquaten oder normalen Atmung bei nichtansprechbaren Patienten zu bestimmen [53, 54]. Das kann daran liegen, dass die Atemwege nicht frei sind oder dass der Patient nur gelegentliche (agonale) Atemzüge macht, was als Schnappatmung bezeichnet wird. Wenn Ersthelfer von Leitstellendisponenten telefonisch gefragt werden, ob beim Notfallpatienten eine Atmung vorhanden ist,

werten sie eine derartige Schnappatmung häufig als normale Atmung. Diese Fehleinschätzung kann dazu führen, dass der Ersthelfer bei einem Patienten mit Kreislaufstillstand keine Wiederbelebungsmaßnahmen durchführt [55]. Eine Schnappatmung liegt bei bis zu 40% der Patienten mit Kreislaufstillstand in den ersten Minuten nach Eintreten vor; mit ihr geht eine höhere Überlebensrate einher, wenn sie als Zeichen des Kreislaufstillstands gewertet wird [56]. Notfallzeugen beschreiben die Schnappatmung als kaum vorhandene Atmung, als schwere oder angestrenzte Atmung oder als geräuschvolle oder schnappende Atmung [57]. Laien sollen daher unterrichtet werden, mit Wiederbelebungsmaßnahmen zu beginnen, wenn der Patient bewusstlos (nicht ansprechbar) ist und nicht normal atmet. Während der Ausbildung soll betont werden, dass in den ersten wenigen Minuten nach plötzlichem Kreislaufstillstand eine Schnappatmung üblich ist und diese eine Indikation zum sofortigen Beginn mit Wiederbelebungsmaßnahmen darstellt; sie darf nicht mit normaler Atmung verwechselt werden.

Bei der Kommunikation mit dem Leitstellendisponenten ist die zutreffende Beschreibung des Notfallpatienten ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Es ist wichtig für den Disponenten, dass der Anrufer den Patienten sehen kann, jedoch ist der Anrufer in einigen wenigen Fällen gar nicht am Notfallort [58]. Angaben zur Atmung des Patienten sind äußerst wichtig, allerdings ist die Beschreibung der Atmung durch die Anrufer sehr unterschiedlich. Wird die Art der Atmung des Patienten durch den Anrufer nicht beschrieben oder durch den Disponenten nicht gezielt abgefragt, wird vom Disponenten seltener ein Kreislaufstillstand angenommen, als wenn die Atmung als nichtvorhanden oder unnormale beschrieben wird [59]. Wenn der Disponent immer dann von einem Kreislaufstillstand ausgeht, wenn ein Anrufer einen Patienten als bewusstlos und mit nichtvorhandener oder unnormale Atmung beschreibt, würden ihm keine derartigen Fälle entgehen [60].

Bei krampfenden Patienten wird ein Kreislaufstillstand mit höherer Wahrscheinlichkeit als solcher erkannt, wenn aus der medizinischen Vorgeschichte keine Krampfanfälle bekannt sind [59,



Abb. 8 ▲ Verschränken Sie die Finger Ihrer Hände, halten Sie die Arme gerade

derbelebungsmaßnahmen nach jeweils 2 min übernehmen, um eine Ermüdung zu verhindern. Stellen Sie dabei sicher, dass die Unterbrechung der Herzdruckmassagen durch den Wechsel minimal bleibt. Zu diesem Zweck und um die gewünschte Zahl von jeweils 30 Herzdruckmassagen zu erreichen, kann es für die Ersthelfer hilfreich sein, laut mitzuzählen. Erfahrene Ersthelfer sollen bei einer Wiederbelebung zu zweit jeweils alle 2 min die Rolle/Plätze tauschen.

6b. Wiederbelebung ohne Beatmung:

61]. Die Frage nach der Regelmäßigkeit der Atmung kann auch helfen, auf einen Herzstillstand zu schließen, wenn Anrufer von Krampfanfällen berichten.

Ein erfahrener Leitstellendisponent kann ganz wesentlich dazu beitragen, die Überlebensrate zu verbessern: Wenn ein Disponent nur sehr wenige Notrufe zu Kreislaufstillständen pro Jahr erhält, ist die Überlebensrate deutlich niedriger, als wenn er mehr als 9 derartige Anrufe/Jahr aufnimmt (22 vs. 39%; [58]). Die Treffsicherheit der Identifizierung eines Kreislaufstillstands durch Disponenten variiert von ca. 50 bis über 80%. Wenn der Disponent einen Kreislaufstillstand als solchen erkennt, ist das Überleben des Patienten wahrscheinlicher, weil die notwendigen Maßnahmen zielgerichtet eingeleitet werden können (z. B. telefonische Anweisungen zur Wiederbelebung oder Einsatz der richtigen Rettungsmittel).

Initialbeatmungen

Bei einem primären (nichtasphyktisch bedingten) Kreislaufstillstand wird der Blutfluss unterbrochen, das arterielle Blut bleibt jedoch noch für mehrere Minuten mit Sauerstoff gesättigt [62]. Wird die Wiederbelebung innerhalb weniger Minuten eingeleitet, bleibt der Sauerstoffgehalt im Blut noch ausreichend, und die Sauerstoffversorgung von Herz und Gehirn wird stärker durch die reduzierte Auswurfleistung des Herzens begrenzt als durch einen Mangel an Sauerstoff in den Lungen und im arteriellen Blut. Daher sind die Beatmungen zunächst weniger wichtig als die Herzdruckmassagen [63, 64].

Die Wahrscheinlichkeit, dass beim reanimationspflichtigen Erwachsenen der Kreislaufstillstand kardial bedingt ist, ist sehr hoch. Deshalb ist die Herzdruckmassage vorrangig, und es wird empfohlen, mit den Herzdruckmassagen und nicht mit Initialbeatmungen zu beginnen. Es soll ferner keine Zeit darauf verwendet werden, den Mund des Patienten auf Fremdkörper zu untersuchen, es sei denn, dass der Brustkorb sich bei den Beatmungsversuchen nicht hebt.

Beatmung

Durch die im Rahmen der Wiederbelebung durchgeführte Beatmung soll eine ausreichende Sauerstoffversorgung sichergestellt und Kohlendioxid (CO₂) entfernt werden. Das dafür optimale Atemzugvolumen, die optimale Atemfrequenz und die anzustrebende Sauerstoffkonzentration sind jedoch nicht vollständig bekannt. Die aktuellen Empfehlungen basieren daher auf folgenden nachgewiesenen Erkenntnissen:

1. Während der Wiederbelebung ist der Blutfluss zu den Lungen erheblich reduziert, sodass ein ausreichendes Ventilation-Perfusion-Verhältnis auch mit niedrigeren Atemzugvolumina und Atemfrequenzen als normal erzielt werden kann [65].
2. Eine Hyperventilation ist schädlich, weil sie den Druck im Brustraum erhöht und dadurch der venöse Rückstrom zum Herzen sowie dessen Auswurfleistung reduziert werden. Die Überlebenschance sinkt dementsprechend [66].
3. Unterbrechungen der Herzdruckmassagen (z. B., um den Herzrhythmus oder Puls zu überprüfen) wirken sich nachteilig auf die Überlebenschance aus [67].
4. Bei ungeschütztem Atemweg führt ein Atemzugvolumen von 1 l zu einer signifikant stärkeren Magenblähung als ein Atemzugvolumen von 500 ml [68].
5. Ein niedriges Atemminutenvolumen (Atemzugvolumen und Atemfrequenz niedriger als normal) kann während der Wiederbelebung eine effektive Oxygenierung und Ventilation aufrechterhalten [69, 70, 71, 72]. Während der Wiederbelebung von Erwachsenen sind Atemzugvolumen von annähernd 500–600 ml (6–7 ml/kgKG) empfehlenswert.

Daher lauten die aktuellen Empfehlungen für Ersthelfer, jede Beatmung in etwa 1 s durchzuführen, mit ausreichend Volumen, sodass der Brustkorb des Patienten sich hebt. Dabei sollen jedoch schnelle oder kräftige Beatmungen vermieden werden. Die Zeitspanne für 2 Beatmungen soll 5 s nicht überschreiten. Diese Empfehlungen betreffen alle Formen



Abb. 9 ▲ Drücken Sie das Brustbein mindestens 5 cm nach unten

der Beatmung im Rahmen der Wiederbelebung, einschließlich der Mund-zu-Mund- und Beutel-Maske-Beatmung mit oder ohne zusätzlichen Sauerstoff.

Die Mund-zu-Nase-Beatmung stellt eine effektive Alternative zur Mund-zu-Mund-Beatmung dar [73]. Sie kann erwogen werden, falls der Mund des Patienten ernsthaft verletzt ist oder nicht geöffnet werden kann, falls der Ersthelfer einem im Wasser befindlichen Patienten hilft oder falls eine Mund-zu-Mund-Abdichtung nur schwer erreicht werden kann.

Es gibt keine publizierten Erkenntnisse über Sicherheit, Effektivität oder Durchführbarkeit der Mund-zu-Tracheostoma-Beatmung; sie kann jedoch bei beatmungspflichtigen Patienten mit liegender Trachealkanüle oder Tracheostoma angewendet werden.

Die Durchführung der Beutel-Maske-Beatmung erfordert vom Anwender beträchtliche Übung und Geschicklichkeit [74, 75]. Sie kann von geschulten und erfahrenen Ersthelfern angewendet werden, die eine Wiederbelebung zu zweit durchführen.

Herzdruckmassagen

Herzdruckmassagen erzeugen durch Erhöhung des Drucks im Brustraum und durch direkte Kompression des Herzens



Abb. 10 ◀ Blasen Sie gleichmäßig in den Mund, während Sie beobachten, dass sich der Brustkorb hebt



Abb. 11 ◀ Nehmen Sie Ihren Mund von dem des Patienten und beobachten Sie, wie sich der Brustkorb bei Entweichen der Luft senkt



Abb. 12 ◀ Legen Sie den Ihnen nächstgelegenen Arm rechtwinklig zum Körper, den Ellenbogen angewinkelt und mit der Handfläche nach oben

einen Blutfluss. Obwohl durch korrekt durchgeführte Herzdruckmassagen systolische arterielle Spitzendrücke von 60–80 mmHg erreicht werden können, bleibt der diastolische Druck niedrig und der mittlere arterielle Druck in der Karotis steigt selten über 40 mmHg [76]. Herzdruckmassagen erzeugen einen geringen,

aber entscheidenden Blutfluss zum Gehirn und zum Herzen und steigern die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Defibrillation.

Seit Veröffentlichung der Leitlinien 2005 haben Geräte, die die Qualität der Herzdruckmassagen anzeigen und aufzeichnen, neue Daten über Patienten

mit Kreislaufstillstand geliefert. Hierdurch konnten die bisherigen Tier- und Übungsphantomstudien ergänzt werden [77, 78, 79, 80, 81]. Auf diesen nachgewiesenen Erkenntnissen basierende Empfehlungen sind:

1. Platzieren Sie Ihre Hände zur Herzdruckmassage jedes Mal ohne Verzögerung in der Mitte der Brust, wenn Sie mit Herzdruckmassagen beginnen.
2. Komprimieren Sie den Brustkorb mit einer Frequenz von mindestens 100/min.
3. Achten Sie darauf, dass Sie jedes Mal eine Drucktiefe von mindestens 5 cm (beim Erwachsenen) erreichen.
4. Ermöglichen Sie dem Brustkorb, sich nach jeder Herzdruckmassage wieder vollständig zu entfalten, d. h. stützen Sie sich während der Entlastungsphase nicht auf dem Brustkorb ab.
5. Verwenden Sie für Druck und Entlastung ungefähr die gleiche Zeit.
6. Minimieren Sie Unterbrechungen bei der Herzdruckmassage, um sicherzustellen, dass der Patient mindestens 60 Herzdruckmassagen/min erhält.
7. Verlassen Sie sich nicht auf einen tastbaren Karotis- oder anderen Puls als Zeichen für einen effektiven arteriellen Fluss während der Herzdruckmassagen [50, 82].

Handposition

Zur Durchführung von Herzdruckmassagen bei Erwachsenen sollen die Ersthelfer ihre Hände auf der unteren Hälfte des Brustbeins platzieren. Es wird empfohlen, diese Position in vereinfachter Form zu lehren, wie „Platzieren Sie den Handballen Ihrer Hand in der Mitte der Brust mit der anderen Hand darauf.“ Diese Anweisung soll durch eine Demonstration an einem Übungsphantom erläutert werden, bei der die Hände auf der unteren Brustbeinhälfte des Übungsphantoms platziert werden. Die Nutzung der Verbindungslinie zwischen den Brustwarzen als Orientierung für die Platzierung der Hand ist nicht verlässlich [83, 84].

Druckfrequenz

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Zahl der tatsächlich durchgeführten Herzdruckmassagen pro Mi-

nute und der Chance auf eine erfolgreiche Wiederbelebung [81]. Während die Druckfrequenz (die Geschwindigkeit, mit der die 30 aufeinanderfolgenden Herzdruckmassagen gegeben werden) mindestens 100/min betragen soll, ist die tatsächliche Anzahl der Herzdruckmassagen pro Minute, bedingt z. B. durch die Unterbrechungen für die Beatmungen und für die AED-Analyse, niedriger. In einer außerklinischen Studie erreichten Ersthelfer Druckfrequenzen von 100–120/min, die durchschnittliche Anzahl von Herzdruckmassagen reduzierte sich jedoch durch häufige Unterbrechungen auf 64/min [79]. Mindestens 60 Herzdruckmassagen/min sollen verabreicht werden.

Drucktiefe

Aus Angst, Schaden anzurichten, wegen Müdigkeit und eingeschränkter Muskelkraft kommt es häufig dazu, dass Ersthelfer die Herzdruckmassagen nicht tief genug durchführen. Es gibt gesicherte Erkenntnisse dafür, dass eine Drucktiefe von 5 cm und mehr zu einem höheren Anteil von spontan wiedereinsetzendem Kreislauf („return of spontaneous circulation“, ROSC) führt und ein höherer Prozentsatz der Patienten lebend das Krankenhaus erreicht als bei einer Drucktiefe von 4 cm oder weniger [77, 78]. Es gibt weder einen direkten Beweis dafür, dass Schäden durch Herzdruckmassagen von der Drucktiefe abhängig sind, noch haben Studien einen maximalen Grenzwert der Drucktiefe festlegen können. Ungeachtet dessen wird empfohlen, selbst bei kräftigen Erwachsenen eine Drucktiefe von 6 cm bei der Herzdruckmassage nicht zu überschreiten.

Die Wiederbelebensmaßnahmen sollen möglichst auf einer festen Oberfläche durchgeführt werden. Luftgefüllte Matratzen sollen entlüftet werden [85]. Es gibt keine gesicherten Erkenntnisse zur Verwendung von Rückenbrettern [86, 87]. Wenn ein solches allerdings benutzt wird, ist darauf zu achten, dass die Wiederbelebung durch Unterlegen des Brettes nicht unterbrochen wird und keine Venenzugänge oder sonstige Verbindungen getrennt werden.



Abb. 13 ► Legen Sie den entfernt liegenden Arm über den Brustkorb und halten Sie den Handrücken gegen die Ihnen zugewandte Wange des Patienten



Abb. 14 ► Greifen Sie mit Ihrer anderen Hand das entfernt liegende Bein knapp über dem Knie und ziehen Sie es hoch, wobei der Fuß auf dem Boden bleibt

Entlastung des Brustkorbs

Die vollständige Entlastung des Brustkorbs nach jeder Herzdruckmassage führt zu einem besseren venösen Rückfluss in den Brustraum und kann die Wirksamkeit der Wiederbelebensmaßnahmen steigern [88, 89]. Die optimale Methode zur Erreichung dieses Ziels, ohne dabei andere Aspekte der Herzdruckmassage wie Drucktiefe zu vernachlässigen, wurde jedoch noch nicht entwickelt.

Feedback zur Drucktechnik

Ersthelfer können zur Erzielung der empfohlenen Druckfrequenz und Drucktiefe durch Anzeige-/Feedback-Geräte sinnvoll unterstützt werden. Diese sind in AED oder manuellen Defibrillatoren eingebaut; es gibt sie jedoch auch als eigenständige Geräte. Die Verwendung solcher Anzeige-/Feedback-Geräte als Teil einer Gesamtstrategie zur Verbesserung der Qua-

lität der Wiederbelebung kann vorteilhaft sein. Ersthelfer soll bewusst sein, dass die Genauigkeit der Geräte, die Drucktiefen messen, vom Untergrund abhängig ist, auf dem die Herzdruckmassage durchgeführt wird (z. B. Boden/Matratze) und diese daher u. U. überschätzt wird. Weitere Studien sind erforderlich, um festzustellen, ob diese Geräte das Outcome der Patienten verbessern.

Verhältnis von Herzdruckmassagen zu Beatmungen

Daten aus Tierversuchen unterstützen eine Steigerung des Verhältnisses über 15:2 hinaus [90, 91, 92]. Nach einem mathematischen Modell würde ein Verhältnis von 30:2 den besten Kompromiss zwischen Blutfluss und Sauerstoffversorgung bieten [93, 94]. In den Leitlinien 2005 wurde einzelnen Ersthelfern ein Verhältnis von



Abb. 15 ▲ Fertige stabile Seitenlage. Überstrecken Sie den Hals, um die Atemwege frei zu halten; das Gesicht soll nach unten zeigen, um den Abfluss von Flüssigkeiten aus dem Mund zu ermöglichen

30 Herzdruckmassagen zu 2 Beatmungen bei außerklinischen Wiederbelebungsversuchen empfohlen, unabhängig davon, ob es sich um einen erwachsenen oder ein kindlichen Patienten handelt. Geschultes medizinisches Fachpersonal soll bei Kindern ein Verhältnis von 15:2 anwenden. Hierdurch sollen die Zahl der Unterbrechungen von Herzdruckmassagen und der „No-flow“-Anteil (Stillstand der zerebralen Blutzirkulation) verringert [95, 96] sowie die Wahrscheinlichkeit der Hyperventilation herabgesetzt werden [66, 97]. Direkte Beweise dafür, dass sich die Überlebensraten dadurch erhöht haben, stehen allerdings noch aus. Ebenso gibt es keine neuen Erkenntnisse, die eine Änderung des empfohlenen Verhältnisses von 30:2 begründen würden.

Wiederbelebung ohne Beatmungen

Einige professionelle und auch Laienhelfer berichten, dass sie v. a. bei ihnen unbekanntem Patienten eine Mund-zu-Mund-Beatmung nur ungern durchführen würden [98, 99]. Tierstudien haben gezeigt, dass eine Wiederbelebung ohne Beatmungen, also ausschließlich mit Herzdruckmassagen, in den ersten Minuten nach einem nichtasphyktischen Kreislaufstillstand genauso wirksam sein kann wie Wiederbelebung durch Herzdruckmassagen im Wechsel mit Beatmungen [63, 100]. Bei freien Atemwegen können gelegentliche Schnappatmung und passive Brustkorbfaltung einen gewissen Luftaustausch bewirken, möglicherweise ist hiervon jedoch nur der Totraum betroffen [56, 101, 102, 103]. Tier- und mathematische Modellstudien zur Wiederbelebung ohne Beatmungen haben gezeigt, dass arterielle Sauerstoffreserven nach 2–4 min erschöpft sind [92, 104].

Bei Erwachsenen mit nichtasphyktisch bedingtem Kreislaufstillstand ist die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Wiederbelebung ohne Beatmungen signifikant höher als ohne jegliche Wiederbelebungsmaßnahmen [22, 23]. In mehreren, auf den menschlichen Kreislaufstillstand bezogenen Studien wurde empfohlen, die Wiederbelebung ohne Beatmungen mit der kombinierten Wiederbelebung durch Herzdruckmassagen und Beatmungen als gleichwertig anzusehen, jedoch hat keine der Studien die Möglichkeit ausgeschlossen, dass eine Wiederbelebung ohne Beatmungen der Kombination mit Beatmungen unterlegen ist [23, 105]. In einer Studie wurde die Überlegenheit der Wiederbelebung ohne Beatmungen postuliert [22]. Für alle diese Studien gelten jedoch erhebliche Einschränkungen, weil sie auf der Analyse von retrospektiven Daten beruhen, bei denen die Art der Wiederbelebungsmaßnahmen nicht kontrolliert und diese auch nicht gemäß den Leitlinien 2005 (30 Herzdruckmassagen zu 2 Beatmungen) durchgeführt wurden. Herzdruckmassagen ohne Beatmungen sind wahrscheinlich nur in den ersten Minuten nach dem Kollaps ausreichend. Professionelle Hilfe kann im Durchschnitt 8 min oder später nach der Alarmierung des Rettungsdienstes erwartet werden, und alleinige Herzdruckmassagen werden in vielen Fällen nur eine insuffiziente Wiederbelebung bewirken. Wiederbelebung ohne Beatmungen ist nicht so effektiv wie konventionelle Wiederbelebungsmaßnahmen bei einem Kreislaufstillstand mit nichtkardialen Ursprung (wie Ertrinken oder Ersticken) bei Erwachsenen und Kindern [106, 107].

Die Kombination von Herzdruckmassagen mit Beatmungen ist deshalb die Methode der Wahl zur Wiederbelebung, sowohl für ausgebildete Laienhelfer als auch für professionelle Helfer. Laien ohne Aus-

bildung sollen zur Wiederbelebung ohne Beatmungen nur dann angeregt werden, wenn sie unfähig oder nicht willens sind, Beatmungen durchzuführen, oder wenn sie nach Alarmierung des Rettungsdienstes vom Disponenten der Rettungsleitstelle per Telefon entsprechend angeleitet werden [26, 27].

Wiederbelebung in beengten Räumen

In beengten Räumen kann bei nur einem einzelnen Helfer die Über-Kopf-Wiederbelebung, bei 2 Helfern die Wiederbelebung in Grätschstellung erwogen werden [108, 109].

Risiken für Patienten während der Wiederbelebung

Viele Ersthelfer leiten keine Wiederbelebungsmaßnahmen ein, weil sie befürchten, dass die Herzdruckmassagen bei einem Patienten ohne Kreislaufstillstand ernsthafte Komplikationen verursachen können. In einer Studie zu Laienreanimationen mithilfe telefonischer Anweisungen durch die Leitstelle (Telefonreanimation), bei der auch Patienten ohne Kreislaufstillstand Herzdruckmassagen erhielten, gaben 12% der Betroffenen Beschwerden an, jedoch erlitten nur 2% einen Knochenbruch: Kein Patient erlitt eine Verletzung eines inneren Organs [110]. Maßnahmen zur Wiederbelebung durch Notfallzeugen an Patienten, die letztendlich gar keinen Kreislaufstillstand haben, führen äußerst selten zu ernsthaften Schädigungen. Ersthelfer sollen daher nicht aus Sorge um evtl. Schäden zögern, Wiederbelebungsmaßnahmen einzuleiten.

Risiken für Ersthelfer beim Training und bei realer Wiederbelebung

Physikalische Effekte

In Beobachtungsstudien zur Ausbildung oder tatsächlichen Durchführung von Wiederbelebungsmaßnahmen wird nur selten von Muskelzerrungen, Rückenbeschwerden, Kurzatmigkeit und Hyperventilation berichtet, und ebenso selten gibt es Fallberichte über Pneumothorax, Brustschmerzen, Herzinfarkt und Nervenverletzungen [111, 112]. Die Häufigkeit dieser Er-

eignisse ist sehr niedrig, und die Ausbildung in Wiederbelebensmaßnahmen sowie die tatsächliche Wiederbelebung sind unter den meisten Umständen sicher [113]. Teilnehmer von Wiederbelebungsschulungen sollen über Art und Ausmaß der körperlichen Aktivität während des Trainingsprogramms informiert werden. Lernenden und Helfern, die während des Trainings der Wiederbelebensmaßnahmen signifikante Symptome entwickeln (z. B. Schmerzen in der Brust oder schwere Kurzatmigkeit), soll zum Abbruch geraten werden.

Ermüdung des Helfers

Mehrere Studien am Übungsphantom haben nachgewiesen, dass die Drucktiefe bereits weniger als 2 min nach Beginn der Wiederbelebensmaßnahmen abnimmt. Eine Krankenhauspatientenstudie zeigte, dass auch während eines Echtzeit-Feedbacks die durchschnittliche Tiefe der Herzdruckmassagen zwischen 1,5 und 3 min nach Beginn der Wiederbelebensmaßnahmen nachließ [114]. Es wird daher empfohlen, dass sich Ersthelfer etwa alle 2 min abwechseln, um eine Verschlechterung der Druckqualität infolge der Ermüdung des Ersthelfers zu verhindern. Beim Wechsel der Helfer sollen die Herzdruckmassagen nicht unterbrochen werden.

Risiken während der Defibrillation

Eine große randomisierte Studie zu öffentlich zugänglichen Defibrillatoren („public access defibrillation“, PAD) zeigte, dass AED von Laien und professionellen Ersthelfern („first responders“) sicher angewendet werden können [115]. In einer systematischen Metaanalyse wurden 8 Berichte gefunden, die insgesamt 29 unerwünschte Ereignisse bei der Defibrillation auswiesen [116]. Darunter waren Ereignisse, deren Ursache zufälliger oder vorsätzlicher Missbrauch des Defibrillators, Gerätefehlfunktion und versehentliche Entladung während des Trainings oder der Wartung waren. In 4 Einzelfallberichten kam es durch die Entladung implantierter Herzschrittmacher (implantierbarer Kardioverter-Defibrillator, ICD) zu Schocks an Ersthelfern, was in einem Fall zu einer Schädigung peripherer Nerven führte. Es gibt keine Berichte über Schädigungen der Ersthelfer durch Defibrillationsversuche in feuchter Umgebung.

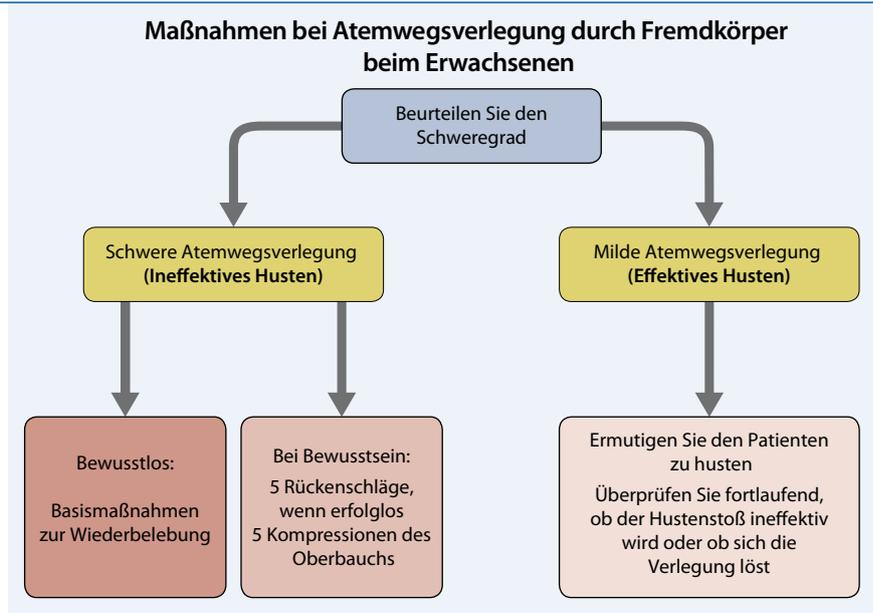


Abb. 16 ▲ Handlungsablauf bei Erstickten Erwachsener

Eine Verletzung der Helfer durch Defibrillationen ist extrem selten. Dennoch sollen Helfer während der Schockabgabe die Herzdruckmassage nicht fortsetzen. Patienten sollen während der ICD-Entladung nicht berührt werden. Bei einer Defibrillation in nasser Umgebung soll direkter Kontakt zwischen dem Helfer und dem Patienten vermieden werden.

Psychologische Folgen

Eine große prospektive Studie zu PAD berichtete von wenigen negativen psychologischen Effekten in Verbindung mit einer Wiederbelebung oder dem Einsatz eines AED, bei denen eine Intervention nötig wurde [113]. Zwei große retrospektive fragebogenbasierte Berichte zur Wiederbelebung durch Notfallzeugen weisen aus, dass fast alle Befragten ihre Wiederbelebensmaßnahmen als eine positive Erfahrung einstufen [117, 118]. Das seltene Auftreten von nachteiligen psychologischen Auswirkungen bei Ersthelfern nach einer durchgeführten Wiederbelebung soll wahrgenommen und angemessen behandelt werden.

Übertragung von Krankheiten

Es sind nur sehr wenige Fälle beschrieben, bei denen die Durchführung der Wiederbelebensmaßnahmen mit der Übertragung von Krankheiten/Infektionen in Verbindung gebracht wurde, wie *Salmonella infantis*, *Staphylococcus aureus*, schweres

akutes respiratorisches Syndrom (SARS), Meningokokken-Meningitis, *Helicobacter pylori*, *Herpes-simplex*-Virus, Hauttuberkulose, Stomatitis, Tracheitis, Shigellen und *Streptococcus pyogenes*. Ein Bericht beschrieb eine *Herpes-simplex*-Virus-Infektion als Folge eines Trainings der Wiederbelebensmaßnahmen. Eine systematische Überprüfung ergab, dass es außerhalb von risikoreichen Aktivitäten wie dem Umgang mit i.v.-Kanülen keine Berichte zu Übertragungen von Hepatitis B, Hepatitis C, „human immunodeficiency virus“ (HIV) oder Zytomegalie während des Trainings oder bei tatsächlich durchgeführter Wiederbelebung gab [119].

Das Risiko einer Krankheitsübertragung während des Trainings und der tatsächlich durchgeführten Wiederbelebung ist extrem niedrig. Das Tragen von Handschuhen während der Wiederbelebung ist dennoch sinnvoll. Der Beginn der Wiederbelebensmaßnahmen soll jedoch nicht verzögert oder unterlassen werden, wenn keine Handschuhe verfügbar sind. Ersthelfer sollen geeignete Sicherheitsvorkehrungen treffen, wenn von dem Patienten bekannt ist, dass er eine schwerwiegende Infektion hat (z. B. HIV, Tuberkulose, Hepatitis B-Virus oder SARS).

Mittel zum Schutz vor Infektionen

Keine Studie an Menschen war bislang darauf ausgerichtet, die Sicherheit, Wirksamkeit oder Durchführbarkeit des Ein-

Tab. 1 Unterscheidung zwischen milder und schwerer Atemwegsverlegung durch Fremdkörper^a

Zeichen	Milde Obstruktion	Schwere Obstruktion
„Haben Sie einen Erstickungsanfall?“	„Ja.“	Unfähig zu sprechen, kann evtl. nicken
Andere Zeichen	Kann sprechen, husten, atmen	Kann nicht sprechen/keuchende Atmung/stille Hustenversuche/Bewusstlosigkeit

^aAllgemeine Zeichen einer Atemwegsverlegung durch Fremdkörper: Anfall ereignet sich während des Essens; Person greift sich evtl. an den Hals.

satzes von Mitteln zum Schutz vor Infektionen (wie Gesichtsschutz oder Gesichtsmaske) zur Verhinderung von direktem Patientenkontakt während der Beatmung zu erheben. Drei Studien zeigten unter kontrollierten Laborbedingungen, dass ein Infektionsschutzmittel die Übertragung von Bakterien verringert [120, 121]. Weil die Gefahr der Krankheitsübertragung sehr gering ist, ist die Durchführung der Beatmung ohne einen Infektionsschutz zumutbar. Wenn von dem Patienten bekannt ist, dass er eine schwerwiegende Infektion hat (z. B. HIV, Tuberkulose, Hepatitis B-Virus, SARS), wird ein Infektionsschutz empfohlen.

Stabile Seitenlage

Es gibt mehrere Variationen der stabilen Seitenlage, von denen jede ihre Vorteile hat. Keine einzelne Lagerung ist für alle Patienten am besten geeignet [122, 123]. Die Lagerung soll stabil sein, annähernd tatsächlich einer Seitenlage entsprechen, mit überstrecktem Hals und ohne Druck auf den Brustkorb, der die Atmung beeinträchtigen könnte [124].

Der ERC empfiehlt den folgenden Handlungsablauf, um eine Person in die stabile Seitenlage zu bringen:

- Knien Sie seitlich neben dem Patienten und vergewissern Sie sich, dass beide Beine ausgestreckt sind.
- Legen Sie den Ihnen nächstgelegenen Arm rechtwinklig zum Körper, den Ellenbogen angewinkelt und mit der Handfläche nach oben (Abb. 12).
- Legen Sie den entfernt liegenden Arm über den Brustkorb und halten Sie den Handrücken gegen die Ihnen zugewandte Wange des Patienten (Abb. 13).
- Greifen Sie mit Ihrer anderen Hand das entfernt liegende Bein knapp über dem Knie und ziehen Sie es hoch, wo-

bei der Fuß auf dem Boden bleibt (Abb. 14).

- Während Sie die Hand des Patienten weiterhin gegen die Wange gedrückt halten, ziehen Sie am entfernt liegenden Bein, um die Person zu Ihnen heran auf die Seite zu rollen.
- Richten Sie das oben liegende Bein so aus, dass es an Hüfte und Knie jeweils rechtwinklig abgewinkelt ist.
- Überstrecken Sie den Hals (durch Beugen des Kopfes in den Nacken), um sicherzustellen, dass die Atemwege frei bleiben.
- Richten Sie die Hand unter der Wange, wenn nötig, so aus, dass der Hals überstreckt bleibt und das Gesicht nach unten zeigt, um den Abfluss von Flüssigkeiten aus dem Mund zu ermöglichen (Abb. 15).
- Überprüfen Sie regelmäßig die Atmung.

Drehen Sie den Patienten auf die andere Seite, falls er länger als 30 min in der stabilen Seitenlage bleiben muss. Hierdurch wird der Druck auf den unteren Arm reduziert.

Atemwegsverlegung durch Fremdkörper (Ersticken)

Die Verlegung der Atemwege durch einen Fremdkörper ist eine seltene, aber potenziell behandelbare Todesursache [125]. Da die meisten Atemwegsverlegungen beim Essen entstehen, werden sie üblicherweise beobachtet. So besteht oft die Möglichkeit zur frühzeitigen Intervention, während der Betroffene noch bei Bewusstsein ist.

Erkennen

Weil der Schlüssel zum erfolgreichen Outcome im Erkennen einer Atemwegsverlegung liegt, ist es wichtig, diesen Notfall nicht mit einer Ohnmacht, einem Herz-

infarkt, einem Krampfanfall oder anderen Zuständen, die eine plötzliche Atemnot, Zyanose oder Verlust des Bewusstseins hervorrufen können, zu verwechseln. Fremdkörper können eine milde oder eine schwere Atemwegsverlegung verursachen. Die Zeichen und Symptome, anhand derer Verlegung differenziert werden kann, sind in Tab. 1 zusammengefasst. Es ist wichtig, die ansprechbare Person zu fragen: „Haben Sie einen Erstickungsanfall?“

Handlungsablauf bei Ersticken Erwachsener

Dieser Ablauf ist ebenfalls für Kinder über 1 Jahr geeignet (Abb. 16).

1. Wenn der Betroffene Zeichen einer milden Atemwegsverlegung zeigt:
 - Ermutigen Sie ihn, mit dem Husten fortzufahren, aber tun Sie sonst nichts.
2. Wenn die Person Zeichen einer schweren Atemwegsverlegung zeigt und bei Bewusstsein ist:
 - Verabreichen Sie 5 Rückenschläge, wie folgt:
 - Stellen Sie sich seitlich etwas hinter das Opfer.
 - Halten Sie den Brustkorb mit einer Hand und beugen Sie die Person nach vorn, damit das verlegende Objekt, wenn es sich löst, aus dem Mund herauskommt und nicht etwa den Atemweg weiter hinunterrutscht.
 - Verabreichen Sie mit dem Ballen Ihrer anderen Hand 5 kräftige Schläge zwischen die Schulterblätter.
 - Falls die Atemwegsverlegung mit 5 Rückenschlägen nicht beseitigt werden kann, führen Sie bis zu 5 Herzdruckmassagen des Oberbauchs durch:
 - Stellen Sie sich hinter das Opfer und legen Sie beide Arme um seinen Oberbauch.
 - Lehnen Sie den Patienten nach vorn.
 - Ballen Sie die Faust und legen Sie sie zwischen Nabel und Brustkorb.
 - Greifen Sie diese Hand mit Ihrer anderen und ziehen Sie kräftig nach innen und oben.
 - Wiederholen Sie dies bis zu 5-mal.

- Falls die Verlegung immer noch nicht beseitigt ist, fahren Sie abwechselnd mit 5 Rückenschlägen und 5 Herzdruckmassagen des Oberbauchs fort.

3. Falls der Patient zu irgendeiner Zeit bewusstlos wird:

- Lassen Sie ihn vorsichtig zu Boden gleiten.
- Alarmieren Sie unverzüglich den Rettungsdienst.
- Beginnen Sie die Wiederbelebung mit Herzdruckmassagen.

Milde Atemwegsverlegung durch Fremdkörper

Husten erzeugt hohe und anhaltende Atemwegsdrücke und kann den Fremdkörper ausstoßen. Eine aggressive Behandlung mit Rückenschlägen, Oberbauch- und Brustkorbkompressionen kann potenziell schwere Komplikationen hervorrufen und könnte die Atemwegsverlegung verschlimmern. Dies soll Patienten vorbehalten bleiben, die Zeichen einer schweren Atemwegsverlegung aufweisen. Patienten mit einer milden Verlegung des Atemwegs sollen unter kontinuierlicher Beobachtung bleiben, bis es ihnen besser geht, weil sich eine schwere Verlegung noch entwickeln kann.

Schwere Atemwegsverlegung durch Fremdkörper

Klinische Daten zum Erstickten sind größtenteils retrospektiv und anekdotisch. Bei Erwachsenen und Kindern über 1 Jahr mit Bewusstsein und mit einer kompletten Atemwegsverlegung durch Fremdkörper haben Fallberichte die Effektivität von Rückenschlägen sowie Oberbauch- und Brustkorbkompressionen gezeigt [126]. In ungefähr 50% der Fälle kann die Atemwegsverlegung nicht durch eine einzige Maßnahme beseitigt werden [127]. Die Erfolgsaussichten steigen bei der Kombination von Rückenschlägen, Oberbauch- und Brustkorbkompressionen [126].

Eine randomisierte Studie an Leichen [128] und 2 prospektive Studien an anästhesierten Freiwilligen [129, 130] haben gezeigt, dass mit Brustkorbkompressionen im Vergleich zu Oberbauchkompressionen höhere Atemwegsdrücke erzeugt werden können. Weil diese Brustkorbkompressionen fast identisch mit Herzdruckmassagen

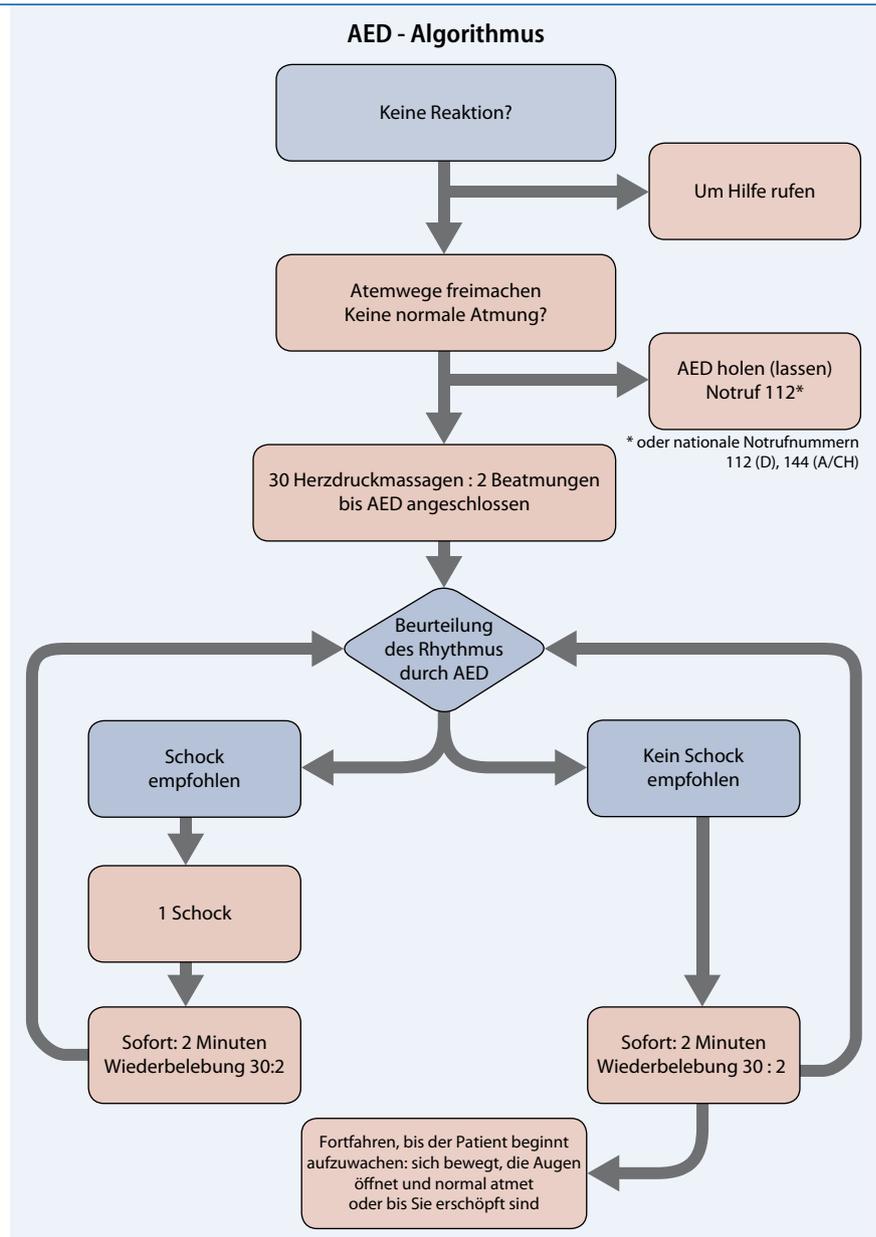


Abb. 17 ▲ Handlungsablauf mit Anwendung eines automatisierten externen Defibrillators

sind, sollen Ersthelfer unterrichtet werden, mit Wiederbelebungsmaßnahmen zu beginnen, wenn ein Patient mit bekannter oder vermuteter Atemwegsverlegung durch Fremdkörper bewusstlos wird. Der Zweck der Herzdruckmassagen ist es in erster Linie, bei dem kraft- und bewusstlosen Opfer die Verlegung der Atemwege aufzuheben und erst in zweiter Linie die Unterstützung des Kreislaufs. Daher sind Herzdruckmassagen erforderlich, selbst wenn ein professioneller Ersthelfer in diesem Fall noch einen Puls fühlen würde. Wenn die Atemwegsverlegung nicht beseitigt werden kann, können eine fortschreitende Bradykardie und Asystolie auftreten. Während

der Wiederbelebungsmaßnahmen soll in diesem Fall jedes Mal, wenn die Atemwege frei gemacht werden, der Mund des Patienten schnell auf Fremdkörper inspiziert werden, die teilweise ausgestoßen worden sein könnten. Dagegen ist während der Wiederbelebung in anderen Fällen eine routinemäßige Inspektion der Mundhöhle auf Fremdkörper nicht erforderlich.

Auswischen des Mundes mit dem Finger

Es gibt keine Studien, die ein routinemäßiges Auswischen mit dem Finger befürworten, um die Atemwege zu säubern, wenn keine sichtbare Atemwegsverlegung



Abb. 18 ▲ Bringen Sie die Klebeelektroden an: Kleben Sie die erste Elektrode in der mittleren Axillarlinie direkt unterhalb der Achsel. Kleben Sie die zweite Elektrode unterhalb des rechten Schlüsselbeins (Klavikula)

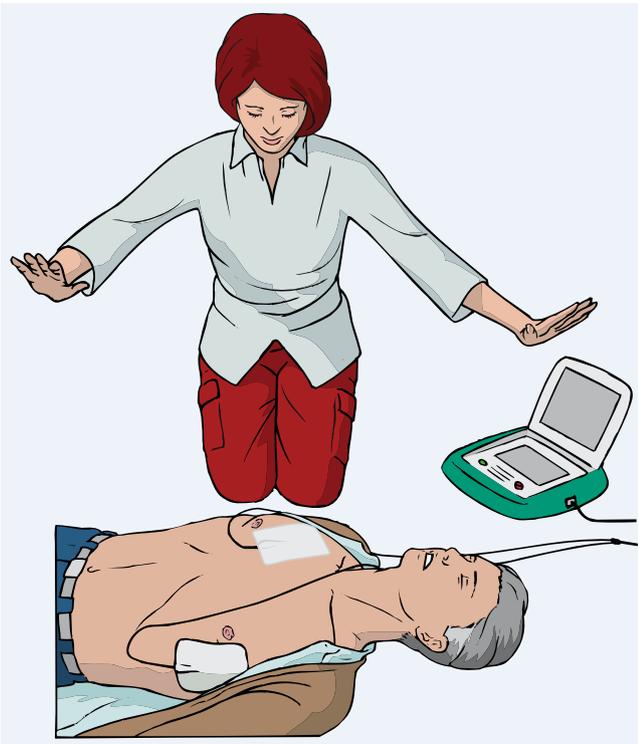


Abb. 19 ▲ Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt, während der automatisierte externe Defibrillator den Herzrhythmus analysiert

besteht [131, 132, 133]. Vier Fallberichte haben Schädigungen des Patienten [131, 134] oder des Helfers [126] während dieses Manövers dokumentiert. Das blinde Auswischen des Mundes mit dem Finger soll daher vermieden werden; entfernen Sie feste Fremdkörper manuell nur dann, wenn sie sichtbar sind.

Nachsorge und Vorstellung beim Arzt

Nach erfolgreicher Beseitigung einer Atemwegsverlegung durch Fremdkörper können immer noch weitere Fremdkörper in den oberen oder unteren Atemwegen verblieben sein und später zu Komplikationen führen. Patienten mit anhaltendem Husten, Schluckbeschwerden oder dem Gefühl, dass

immer noch ein Objekt in der Kehle steckt, sollen daher einem Arzt vorgestellt werden. Oberbauchkompressionen und Herzdruckmassagen können potenziell zu ernsthaften inneren Verletzungen führen; daher sollen alle Patienten, bei denen diese angewendet wurden, anschließend von einem Arzt auf Verletzungen untersucht werden.

Wiederbelebung von Kindern (s. Sektion 6) und Ertrinkungsopfern (s. Sektion 8)

Bei Patienten mit primärem Kreislaufstillstand, bei denen die Wiederbelebung ohne Beatmungen durchgeführt wird, ist die arterielle Sauerstoffreserve 2–4 min nach Beginn der Wiederbelebnungsmaßnahmen erschöpft [92, 104]. Die Kombination von Herzdruckmassagen und Beatmungen ist dann von entscheidender Bedeutung. Nach einem Kollaps infolge eines asphyktischen Kreislaufstillstands ist unverzüglich nach Einleitung der Wiederbelebnungsmaßnahmen eine Kombination von Herzdruckmassagen und Beatmungen wichtig.

Frühere Leitlinien haben versucht, diesen Unterschied in der Pathophysiologie zu begründen, und es wurde empfohlen, dass die Opfer von identifizierbarer Asphyxie (Ertrinken, Vergiftungen) und Kinder zunächst 1 min lang wiederbelebt werden sollen, bevor ein einzelner Ersthelfer den Patienten verlässt, um Hilfe zu holen. Die Mehrzahl der außerklinischen Fälle von plötzlichem Kreislaufstillstand tritt allerdings bei Erwachsenen auf, und auch wenn die Anzahl von Kammerflimmern als erstem aufgezeichneten Herzrhythmus in den letzten Jahren zurückgegangen ist, bleibt Kammerflimmern in den meisten Fällen (59%), die in der Frühphase durch einen AED dokumentiert wurden, die Ursache der Kreislaufstillstände bei Erwachsenen [13]. Bei Kindern mit Kreislaufstillstand liegt Kammerflimmern viel seltener als primärer Herzrhythmus vor (ca. 7%; [135]). Diese zusätzlichen Empfehlungen steigerten daher noch die Komplexität der Leitlinien, obwohl sie nur auf eine Minderheit von Patienten zielten.

Es ist wichtig, sich darüber im Klaren zu sein, dass viele Kinder nicht reanimiert werden, weil potenzielle Helfer fürchten, Schaden anzurichten, da sie nicht speziell in der Wiederbelebung von Kindern geschult sind. Diese Furcht ist unbegründet:

Es ist weitaus besser, die Maßnahmen zur Wiederbelebung von Erwachsenen bei einem Kind anzuwenden, als nichts zu tun. Zur Erleichterung des Lernens und des Behaltens sollen Laien daher unterrichtet werden, dass der zur Anwendung bei Erwachsenen empfohlene Handlungsablauf auch bei Kindern angewendet werden kann, die nicht ansprechbar sind und nicht oder nicht normal atmen.

Die folgenden geringen Modifikationen des Erwachsenenhandlungsablaufs machen ihn indes noch geeigneter für Kinder:

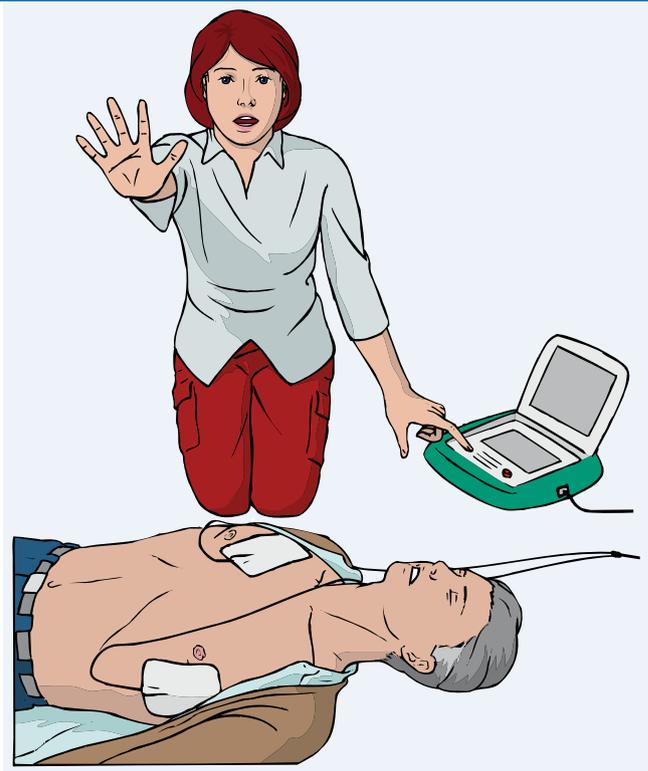
- Geben Sie 5 initiale Beatmungen, bevor Sie mit Herzdruckmassagen beginnen (s. Abschn. „Handlungsablauf der Basismaßnahmen zur Wiederbelebung von Erwachsenen“, 5b).
- Ein auf sich allein gestellter Helfer soll ungefähr 1 min lang Wiederbelebensmaßnahmen durchführen, bevor er Hilfe holen geht.
- Komprimieren Sie den Brustkorb um mindestens ein Drittel seiner Tiefe: Verwenden Sie 2 Finger bei einem Säugling unter 1 Jahr; verwenden Sie bei einem Kind über 1 Jahr entweder eine Hand oder beide Hände, um die erforderliche angemessene Drucktiefe zu erreichen.

Die gleichen Modifikationen, also 5 initiale Beatmungen sowie 1-min-Wiederbelebensmaßnahmen durch auf sich allein gestellten Helfer vor dem Hilfeholen, können das Outcome von Patienten nach Beinaheertrinken verbessern. Diese Modifikation soll nur an Personen vermittelt werden, die eine spezielle Verpflichtung haben, sich um potenzielle Ertrinkungsoffer zu kümmern (z. B. Rettungsschwimmer). Beinaheertrinken ist leicht zu erkennen. Für einen Laien kann es dagegen schwierig sein zu bestimmen, ob ein Kreislaufstillstand direktes Resultat einer Verletzung oder einer Vergiftung ist. Diese Patienten sollen daher entsprechend dem Standardablauf zur Wiederbelebung Erwachsener behandelt werden.

Anwendung eines automatisierten externen Defibrillators

In Sektion 3 werden die Leitlinien zur Defibrillation behandelt, hinsichtlich der An-

Abb. 20 ▶ Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt, wenn die Schocktaste gedrückt wird



wendung von sowohl AED als auch manuellen Defibrillatoren.

Automatisierte externe Defibrillatoren sind sicher und wirksam und können auch von Laien eingesetzt werden. Hierdurch kann eine Defibrillation bereits viele Minuten vor Eintreffen professioneller Hilfe ermöglicht werden. Ersthelfer sollen, bis ein AED herbeigeholt ist, Wiederbelebensmaßnahmen durchführen und die Herzdruckmassagen während der Anwendung des AED nur minimal unterbrechen. Ersthelfer sollen die Sprachanweisungen des AED genau und unverzüglich befolgen und insbesondere jeweils rasch mit den Wiederbelebensmaßnahmen beginnen, wenn sie dazu aufgefordert werden.

Automatisierte externe Defibrillatoren vom Standardtyp sind für den Einsatz bei Kindern ab 8 Jahren geeignet. Verwenden Sie bei Kindern zwischen 1 und 8 Jahren pädiatrische selbstklebende Pads zusammen mit einem Energiedämpfer oder nutzen Sie – falls verfügbar – den pädiatrischen Betriebsmodus. Sind diese nicht vorhanden, dann benutzen Sie den AED, wie er ist. Bei Kindern unter 1 Jahr wird die Anwendung von AED nicht empfohlen. Es gibt allerdings auch einige wenige Fallberichte, die den Einsatz von AED bei Kindern unter 1 Jahr beschreiben [136, 137].

Das Auftreten von defibrillierbaren Herzrhythmen bei Säuglingen ist sehr selten, es sei denn, es liegt eine Herzerkrankung vor [135, 138, 139]. In diesen seltenen Fällen soll, wenn der AED das einzige verfügbare Gerät ist, dessen Einsatz (vorzugsweise mit einem Energiedämpfer) erwogen werden.

Handlungsablauf mit Anwendung eines automatisierten externen Defibrillators

Siehe **Abb. 17** (AED-Algorithmus).

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie, der Patient und evtl. Notfallzeugen nicht gefährdet sind.

2. Handeln sie entsprechend dem Algorithmus zur Wiederbelebung von Erwachsenen (Schritte 1 bis 5):

- Falls der Patient nicht ansprechbar ist und nicht normal atmet, schicken Sie jemanden, den Rettungsdienst zu alarmieren und einen evtl. vorhandenen AED mitzubringen.
- Wenn Sie allein sind, nutzen Sie ihr Mobiltelefon, um den Rettungsdienst zu alarmieren – verlassen Sie den Patienten nur, wenn es keine andere Möglichkeit gibt.



Abb. 21 ▲ Nach der Schockabgabe werden Sie aufgefordert, mit Wiederbelebungsmaßnahmen zu beginnen/fortzufahren. Zögern Sie nicht, starten Sie unverzüglich mit 30 Herzdruckmassagen, gefolgt von 2 Beatmungen

3. Beginnen Sie entsprechend dem Algorithmus zur Wiederbelebung. Wenn Sie allein sind und der AED sich in Ihrer unmittelbaren Nähe befindet, beginnen Sie, den AED anzuwenden.

4. Sobald der AED verfügbar ist:

- Schalten Sie den Defibrillator ein und bringen Sie die selbstklebenden Pads auf der entblößten Brust des Patienten an (▣ **Abb. 18**).
- Falls mehr als ein Helfer anwesend sind, sollen die Wiederbelebungsmaßnahmen fortgesetzt werden, während die selbstklebenden Pads auf der Brust des Patienten angebracht werden.
- Folgen Sie unverzüglich den gesprochenen/visuellen Anweisungen.
- Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt, während der AED den Herzrhythmus analysiert (▣ **Abb. 19**).

5a. Falls ein Schock indiziert ist:

- Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt (▣ **Abb. 20**).
- Drücken Sie den Auslöseknopf, wenn Sie dazu aufgefordert werden. (Vollautomatische AED geben den Schock automatisch ab.)
- Starten Sie unverzüglich erneut mit Wiederbelebungs-

maßnahmen im Verhältnis von 30 Herzdruckmassagen:2 Beatmungen (▣ **Abb. 21**).

- Folgen Sie weiterhin den gesprochenen/visuellen Anweisungen.

5b. Falls kein Schock indiziert ist:

- Nehmen Sie unverzüglich die Wiederbelebungsmaßnahmen wieder auf, mit einem Verhältnis von 30 Herzdruckmassagen:2 Beatmungen.
- Fahren Sie fort, wie durch die gesprochenen/visuellen Anweisungen vorgegeben.

6. Folgen Sie den Anweisungen des AED so lange, bis:

- professionelle Hilfe eintrifft und den Patienten übernimmt.
- der Patient aufzuwachen beginnt: sich bewegt, die Augen öffnet und normal atmet.
- Sie erschöpft sind.

Wiederbelebungsmaßnahmen vor der Defibrillation

Die Bedeutung der unverzüglichen Defibrillation, sobald ein AED verfügbar ist, wurde seit jeher in den Leitlinien und im Rahmen des Trainings hervorgehoben; ihr wird ein großer Stellenwert für das Überleben nach Kammerflimmern zugeschrieben. Dieses Konzept ist infrage gestellt worden, weil sich gezeigt hat, dass eine Phase mit Herzdruckmassagen vor der Defibrillation die Überlebensrate steigern kann, wenn die Hilfsfrist des Rettungsdienstes 5 min übersteigt [140, 141]. Zwei aktuelle klinische Studien [142, 143] und eine kürzlich durchgeführte Tierstudie [144] bestätigen diese Annahme nicht. Aus diesem Grund wird nicht empfohlen, vor der Herzrhythmusanalyse und Schockabgabe routinemäßig zunächst über einen bestimmten Zeitraum Wiederbelebungsmaßnahmen durchzuführen. Jedoch müssen – während die selbstklebenden Pads angebracht werden und der Defibrillator zum Einsatz vorbereitet wird – bereits qualitativ hochwertige Wiederbelebungsmaßnahmen weitergeführt werden. Die Bedeutung der frühzeitig einsetzenden und nur minimal unterbrochenen Herzdruckmassagen wird nochmals be-

tont. Angesichts des Mangels an überzeugenden Daten, die dieses Vorgehen stützen oder widerlegen könnten, ist es allerdings vernünftig, diese Praxis beizubehalten, wenn in einem Rettungsdienstbereich festgelegt wurde, vor der Defibrillation über einen bestimmten Zeitraum Herzdruckmassagen durchzuführen.

Sprachanweisungen

An einigen Stellen sieht der Handlungsablauf vor: „Folgen Sie den gesprochenen/visuellen Anweisungen“. Diese Anweisungen können in der Regel programmiert werden, und es wird empfohlen, dass sie mit der Abfolge der Schocks und den zeitlichen Vorgaben für die Wiederbelebungsmaßnahmen in Übereinstimmung gebracht werden, wie in Sektion 2 vorgegeben. Dazu soll zumindest gehören:

1. Nur ein einziger Schock, wenn ein defibrillierbarer Herzrhythmus festgestellt wurde,
2. keine Prüfung von Herzrhythmus, Atmung oder Puls nach dem Schock,
3. eine Sprachanweisung, nach dem Schock sofort die Wiederbelebungsmaßnahmen wieder aufzunehmen (wobei vorausgesetzt wird, dass Herzdruckmassagen bei vorhandenem Spontankreislauf nicht schädlich sind),
4. eine Periode von 2-min-Wiederbelebungsmaßnahmen, bevor die nächste Sprachanweisung erfolgt, den Herzrhythmus erneut zu analysieren.

Die Abfolge der Schocks und die Energiestufen werden in Sektion 3 behandelt.

Vollständig automatisierte externe Defibrillatoren

Nachdem ein vollautomatischer externer Defibrillator einen defibrillierbaren Herzrhythmus festgestellt hat, gibt er ohne weiteres Zutun des Ersthelfers einen Schock ab. In einer Studie an Übungsphantomen vertrießen untrainierte Krankenpfleger bei Verwendung eines vollautomatischen externen Defibrillators weniger häufig gegen Sicherheitsregeln als bei Verwendung eines halbautomatischen externen Defibrillators [145]. Es existieren aber keine an Menschen gewonnenen

Daten, um festzustellen, ob diese Ergebnisse auf die klinische Praxis übertragen werden können.

Programme mit öffentlich zugänglichen Defibrillatoren

Programme für AED sollen vorrangig im außerklinischen Bereich etabliert werden. Gemeint sind hier öffentliche Plätze wie Flughäfen [32], Sportanlagen, Büros, Kasinos [35] und Flugzeuge [33]. An diesen Orten werden vorkommende Kreislaufstillstände üblicherweise beobachtet, und ausgebildete Ersthelfer sind schnell zur Stelle. In Laienhelfer-AED-Programmen mit sehr schnellen Reaktionszeiten und in unkontrollierten Studien mit Polizeibeamten als Ersthelfer [146, 147] wurden Überlebensraten in Höhe von 49–74% erreicht. Derartige Programme können allerdings nur dann erfolgreich sein, wenn genügend ausgebildete Ersthelfer und AED zur Verfügung stehen.

Das ganze Potenzial der AED wurde noch nicht ausgeschöpft, weil sie meistens in öffentlichen Einrichtungen verwendet werden, jedoch 60–80% der Kreislaufstillstände zu Hause auftreten. Öffentlich zugängliche Defibrillatoren (PAD) und Ersthelferprogramme können die Zahl der Patienten erhöhen, bei denen durch Notfallzeugen Wiederbelebensmaßnahmen sowie eine Defibrillation durchgeführt und so die Überlebenschancen bei außerklinischen plötzlichen Kreislaufstillständen verbessert werden [148]. Aktuelle Daten aus landesweiten Studien in Japan und den USA [13, 43] zeigen, dass die Patienten bei verfügbaren AED viel früher defibrilliert wurden und bessere Überlebenschancen hatten. Allerdings gaben AED nur in 3,7% bzw. 5% aller durch Kammerflimmern ausgelösten Kreislaufstillstände einen Schock ab. In der japanischen Studie waren ein umgekehrtes Verhältnis zwischen der Zahl der verfügbaren AED pro Quadratkilometer und der Zeitspanne zwischen Kollaps und erstem Schock sowie ein positiver Bezug zum Überleben erkennbar. In beiden Studien wurden AED-Schocks eher in einem öffentlichen Bereich als in Wohngebieten durchgeführt. Zum Patienten geschickte Ersthelfer (alarmierbare und geschulte Helfer) wie Polizei- und Feuerwehrangehörige haben in der Regel zwar

längere Hilfsfristen, können jedoch die gesamte Bevölkerung erreichen.

Bei der Einführung eines AED-Programms sollen die Gemeinden und der Programmleiter bestimmte Faktoren beachten, etwa die strategische Positionierung der AED, die Entwicklung eines Teams mit Verantwortung für die Überwachung und Wartung der Geräte, Training und Fortbildungsprogramme für Personen, die voraussichtlich die AED anwenden werden, sowie die Identifizierung einer Gruppe von freiwilligen Einzelpersonen, die sich verpflichten, AED bei Patienten mit Kreislaufstillstand einzusetzen [149].

Das logistische Problem für Ersthelferprojekte besteht darin, dass der Helfer nicht nur früher als der Rettungsdienst, sondern bereits 5–6 min nach dem Notruf eintreffen muss, um einen Defibrillationsversuch innerhalb der elektrischen oder zirkulatorischen Phase des Kreislaufstillstands unternehmen zu können [44]. Bei längerer Verzögerung flacht die Überlebenskurve ab [36, 47]: Wenige Minuten des Zeitgewinns haben wenig Einfluss, wenn der Ersthelfer erst mehr als 10 min nach der Alarmierung eintrifft [14, 150] oder wenn ein Ersthelfer die ohnehin kurzen Hilfsfristen des Rettungsdienstes nicht unterbieten kann [151]. Allerdings sind die durch die Ersthelferprojekte erzielten geringen Reduktionen der Hilfsfristen insgesamt kosteneffektiver als größere durch PAD-Projekte, da von Letzteren weniger Patienten mit Kreislaufstillstand profitieren [152, 153].

Programme, die AED in Wohngebieten öffentlich zugänglich machen, wurden noch nicht evaluiert. Der Erwerb eines AED für den individuellen Einsatz zu Hause, selbst für diejenigen, die ein hohes Risiko für einen plötzlichen Kreislaufstillstand aufweisen, hat sich als nicht effektiv erwiesen [154].

Universelles Hinweisschild auf automatisierte externe Defibrillatoren

Wenn ein Kollaps eintritt und ein AED schnell gefunden werden muss, sind einfache und eindeutige Hinweisschilder mit Angaben zur Position des AED und zum schnellsten Weg dorthin wichtig. Die International Liaison Committee on Re-

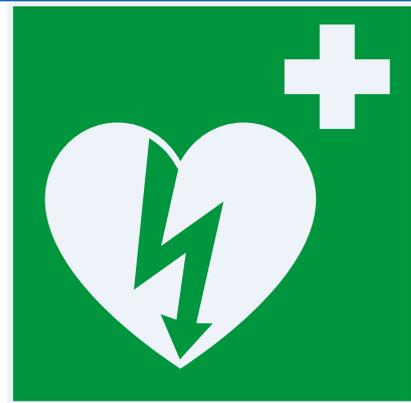


Abb. 22 ▲ Universelles Hinweisschild der International Liaison Committee on Resuscitation, um die Position eines AED anzuzeigen. Dieses Zeichen kann mit Richtungspfeilen zum nächstgelegenen AED kombiniert werden

suscitation (ILCOR) hat ein AED-Zeichen dafür entworfen, das weltweit anerkannt werden soll und empfohlen wird, um die Position eines AED anzuzeigen (■ **Abb. 22**). Nähere Informationen über Design und Anwendung dieses AED-Zeichens finden Sie unter: <https://www.erc.edu/index.php/newsItem/en/nid=204/>.

Korrespondierender Übersetzer

Peter Goldschmidt

Arbeiter-Samariter-Bund Deutschland e.V.
Sülzburgstr. 140
Köln
p.goldschmidt@asb.de

Weitere Übersetzer

Stefan Osche

Deutsches Rotes Kreuz
Berlin
OscheS@drk.de

Dr. Jan Bahr

Zentrum Anaesthesiologie,
Rettungs- und Intensivmedizin
Universitätsmedizin Göttingen
jan.bahr@med.uni-goettingen.de

Interessenkonflikt. Die Übersetzer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. (o A) (1991) Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the „Utstein style“. Prepared by a Task Force Of Representatives from the European Resuscitation Council, American Heart Association, Heart and Stroke Foundation of Canada, Australian Resuscitation Council. *Resuscitation* 22:1–26
2. Deakin CD, Nolan JP, Sunde K, Koster RW (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Section 3. Electrical therapies: Automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 81

3. Deakin CD, Nolan JP, Soar J et al (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Section 4. Adult advanced life support. Resuscitation 81
4. Sans S, Kesteloot H, Kromhout D (1997) The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. Eur Heart J 18:1231–1248
5. Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD (2005) Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. Resuscitation 67:75–80
6. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK (2002) Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980–2000. JAMA 288:3008–3013
7. Rea TD, Pearce RM, Raghunathan TE et al (2004) Incidence of out-of-hospital cardiac arrest. Am J Cardiol 93:1455–1460
8. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J et al (2007) Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. Acad Emerg Med 14:877–883
9. Agarwal DA, Hess EP, Atkinson EJ, White RD (2009) Ventricular fibrillation in Rochester, Minnesota: experience over 18 years. Resuscitation 80:1253–1258
10. Ringh M, Herlitz J, Hollenberg J et al (2009) Out of hospital cardiac arrest outside home in Sweden, change in characteristics, outcome and availability for public access defibrillation. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 17:18
11. Cummins R, Thies W (1991) Automated external defibrillators and the advanced cardiac life support program: a new initiative from the American Heart Association. Am J Emerg Med 9:91–93
12. Waalewijn RA, Nijpels MA, Tijssen JG, Koster RW (2002) Prevention of deterioration of ventricular fibrillation by basic life support during out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 54:31–36
13. Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP et al (2010) Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. J Am Coll Cardiol 55:1713–1720
14. Alem AP van, Vrenken RH de, Vos R et al (2003) Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. BMJ 327:1312
15. Nolan J, Soar J, Eikeland H (2006) The chain of survival. Resuscitation 71:270–271
16. Muller D, Agrawal R, Arntz HR (2006) How sudden is sudden cardiac death? Circulation 114:1146–1150
17. Lowel H, Lewis M, Hormann A (1991) Prognostic significance of prehospital phase in acute myocardial infarct. Results of the Augsburg Myocardial Infarct Registry, 1985–1988. Dtsch Med Wochenschr 116:729–733
18. Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW (2001) Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARREST). Resuscitation 50:273–279
19. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S et al (1997) Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. Circulation 96:3308–3313
20. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J (2001) Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. Eur Heart J 22:511–519
21. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gardelov B (1998) Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. Swedish cardiac arrest registry. Resuscitation 36:29–36
22. SOS-KANTO Study Group (2007) Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. Lancet 369:920–926
23. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A et al (2007) Effectiveness of bystander-initiated cardiac only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 116:2900–2907
24. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L (2001) Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. Circulation 104:2513–2516
25. Kuisma T, Boyd J, Vayrynen T et al (2005) Emergency call processing and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation. Resuscitation 67:89–93
26. Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L et al (2010) Wiederbelebung with chest compressions alone or with rescue breathing. N Engl J Med 363:423–433
27. Svensson L, Bohm K, Castren M et al (2010) Compression-only Wiederbelebung or standard Wiederbelebung in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 363:434–442
28. Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE et al (1988) Use of the automatic external defibrillator in the management of out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 319:661–666
29. Auble TE, Menegazzi JJ, Paris PM (1995) Effect of out-of-hospital defibrillation by basic life support providers on cardiac arrest mortality: a metaanalysis. Ann Emerg Med 25:642–658
30. Stiell IG, Wells GA, Field BJ et al (1999) Improved out-of-hospital cardiac arrest survival through the inexpensive optimization of an existing defibrillation program: OPALS study phase II. Ontario Prehospital Advanced Life Support. JAMA 281:1175–1181
31. Stiell IG, Wells GA, DeMaio VJ et al (1999) Modifiable factors associated with improved cardiac arrest survival in a multicenter basic life support/defibrillation system: OPALS Study Phase I results. Ontario Prehospital Advanced Life Support. Ann Emerg Med 33:44–50
32. Caffrey S (2002) Feasibility of public access to defibrillation. Curr Opin Crit Care 8:195–198
33. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS (1997) An airline cardiac arrest program. Circulation 96:2849–2853
34. Page RL, Hamdan MH, McKenas DK (1998) Defibrillation aboard a commercial aircraft. Circulation 97:1429–1430
35. 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
36. Waalewijn RA, Vos R de, Tijssen JG, Koster RW (2001) Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. Resuscitation 51:113–122
37. Carr BG, Kahn JM, Merchant RM et al (2009) Interhospital variability in post-cardiac arrest mortality. Resuscitation 80:30–34
38. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C et al (2008) Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, Inter-American Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiovascular, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. Circulation 118:2452–2483
39. Sunde K, Pytte M, Jacobsen D et al (2007) Implementation of a standardised treatment protocol for post-resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 73:29–39
40. Bernard SA, Gray TW, Buist MD et al (2002) Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. N Engl J Med 346:557–563
41. (o A) (2002) Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. N Engl J Med 346:549–556
42. Arrich J, Holzer M, Herkner H, Mullner M (2009) Hypothermia for neuroprotection in adults after cardiopulmonary resuscitation. Cochrane Database Syst Rev CD004128
43. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T et al (2010) Nationwide public access defibrillation in Japan. N Engl J Med 362:994–1004
44. Weisfeldt ML, Becker LB (2002) Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. JAMA 288:3035–3038
45. White RD, Russell JK (2002) Refibrillation, resuscitation and survival in out-of-hospital sudden cardiac arrest victims treated with biphasic automated external defibrillators. Resuscitation 55:17–23
46. Kerber RE, Becker LB, Bourland JD et al (1997) Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. Circulation 95:1677–1682
47. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP (1993) Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. Ann Emerg Med 22:1652–1658
48. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J (2000) Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. Resuscitation 47:59–70
49. Aprahamian C, Thompson BM, Finger WA, Darin JC (1984) Experimental cervical spine injury model: evaluation of airway management and splinting techniques. Ann Emerg Med 13:584–587
50. Bahr J, Klingler H, Panzer W et al (1997) Skills of lay people in checking the carotid pulse. Resuscitation 35:23–26
51. Nyman J, Sihvonen M (2000) Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. Resuscitation 47:179–184
52. Tibballs J, Russell P (2009) Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. Resuscitation 80:61–64

53. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH et al (1999) Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. *Ann Emerg Med* 34:720–729
54. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG (2005) Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 64:109–113
55. Hauff SR, Rea TD, Culley LL et al (2003) Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 42:731–737
56. Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA et al (2008) Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation* 118:2550–2554
57. Clark JJ, Larsen MP, Culley LL et al (1992) Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 21:1464–1467
58. Karlsten R, Elowsson P (2004) Who calls for the ambulance: implications for decision support. A descriptive study from a Swedish dispatch centre. *Eur J Emerg Med* 11:125–129
59. Nurmi J, Pettila V, Biber B et al (2006) Effect of protocol compliance to cardiac arrest identification by emergency medical dispatchers. *Resuscitation* 70:463–469
60. Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH et al (2009) Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation* 119:2096–2102
61. Clawson J, Olola C, Heward A, Patterson B (2007) Cardiac arrest predictability in seizure patients based on emergency medical dispatcher identification of previous seizure or epilepsy history. *Resuscitation* 75:298–304
62. Mithoefer JC, Mead G, Hughes JM et al (1967) A method of distinguishing death due to cardiac arrest from asphyxia. *Lancet* 2:654–656
63. 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
64. Bobrow BJ, Clark LL, Ewy GA et al (2008) Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 299:1158–1165
65. Taylor RB, Brown G, Bridges T et al (1988) A model for regional blood flow measurements during cardiopulmonary resuscitation in a swine model. *Resuscitation* 16:107–118
66. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG et al (2004) Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 109:1960–1965
67. Eftestol T, Sunde K, Steen PA (2002) Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 105:2270–2273
68. Wenzel V, Idris AH, Banner MJ et al (1998) Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive-pressure ventilation. *Crit Care Med* 26:364–368
69. Idris A, Gabrielli A, Caruso L (1999) Smaller tidal volume is safe and effective for bag-valve-ventilation, but not for mouth-to-mouth ventilation: an animal model for basic life support. *Circulation* 100:1–644
70. Idris A, Wenzel V, Banner MJ, Melker RJ (1995) Smaller tidal volumes minimize gastric inflation during Wiederbelebung with an unprotected airway. *Circulation* 92 (Suppl):I-759
71. Dorph E, Wik L, Steen PA (2004) Arterial blood gases with 700 ml tidal volumes during out-of-hospital Wiederbelebung. *Resuscitation* 61:23–27
72. Winkler M, Mauritz W, Hackl W et al (1998) Effects of half the tidal volume during cardiopulmonary resuscitation on acid-base balance and haemodynamics in pigs. *Eur J Emerg Med* 5:201–206
73. Ruben H (1964) The immediate treatment of respiratory failure. *Br J Anaesth* 36:542–549
74. Elam JO (1977) Bag-valve-mask O₂ ventilation. In: Safar P, Elam JO (Hrsg) *Advances in cardiopulmonary resuscitation: The Wolf Creek conference on cardiopulmonary resuscitation*. Springer, New York NY, 573–79
75. Dailey RH, Simon B, Young GP, Stewart RD (Hrsg) (1992) *The airway: emergency management*. Mosby Year Book, St. Louis
76. Paradis NA, Martin GB, Goetting MG et al (1989) Simultaneous aortic, jugular bulb, and right atrial pressures during cardiopulmonary resuscitation in humans. Insights into mechanisms. *Circulation* 80:361–368
77. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L et al (2006) Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation* 71:283–292
78. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J et al (2006) Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. *Resuscitation* 71:137–145
79. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H et al (2005) Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 293:299–304
80. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H et al (2005) Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 293:305–310
81. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S et al (2009) Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 120:1241–1247
82. Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Carpintero JM et al (1998) Competence of health professionals to check the carotid pulse. *Resuscitation* 37:173–175
83. Shin J, Rhee JE, Kim K (2007) Is the inter-nipple line the correct hand position for effective chest compression in adult cardiopulmonary resuscitation? *Resuscitation* 75:305–310
84. Kusunoki S, Tanigawa K, Kondo T et al (2009) Safety of the inter-nipple line hand position landmark for chest compression. *Resuscitation* 80:1175–1180
85. Delvaux AB, Trombley MT, Rivet CJ et al (2009) Design and development of a cardiopulmonary resuscitation mattress. *J Intensive Care Med* 24:195–199
86. Perkins GD, Smith CM, Augre C et al (2006) Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. *Intensive Care Med* 32:1632–1635
87. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC et al (2009) Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. *Resuscitation* 80:79–82
88. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D et al (2005) Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of Wiederbelebung performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation* 64:353–362
89. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP et al (2005) Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation* 64:363–372
90. Sanders AB, Kern KB, Berg RA et al (2002) Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression:ventilation ratios. *Ann Emerg Med* 40:553–562
91. Dorph E, Wik L, Stromme TA et al (2003) Quality of Wiederbelebung with three different ventilation: compression ratios. *Resuscitation* 58:193–201
92. Dorph E, Wik L, Stromme TA et al (2004) Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation:compression ratio 2:30 versus chest compressions only Wiederbelebung in pigs. *Resuscitation* 60:309–318
93. Babbs CF, Kern KB (2002) Optimum compression to ventilation ratios in Wiederbelebung under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation* 54:147–157
94. Fenici P, Idris AH, Lurie KG et al (2005) What is the optimal chest compression-ventilation ratio? *Curr Opin Crit Care* 11:204–211
95. Sayre MR, Cantrell SA, White LJ et al (2009) Impact of the 2005 American Heart Association cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care guidelines on out-of-hospital cardiac arrest survival. *Prehosp Emerg Care* 13:469–477
96. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K (2009) Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 80:407–411
97. Aufderheide TP, Lurie KG (2004) Death by hyper-ventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 32:S345–S351
98. Ornato JP, Hallagan LF, McMahan SB et al (1990) Attitudes of BCLS instructors about mouth-to-mouth resuscitation during the AIDS epidemic. *Ann Emerg Med* 19:151–156
99. Hew P, Brenner B, Kaufman J (1997) Reluctance of paramedics and emergency medical technicians to perform mouth-to-mouth resuscitation. *J Emerg Med* 15:279–284
100. Chandra NC, Gruben KG, Tsitlik JE et al (1994) Observations of ventilation during resuscitation in a canine model. *Circulation* 90:3070–3075
101. Geddes LA, Rundell A, Otlewski M, Pargett M (2008) How much lung ventilation is obtained with only chest-compression Wiederbelebung? *Cardiovasc Eng* 8:145–148
102. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW et al (1997) Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 95:1635–1641
103. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA (1997) Assisted ventilation during 'bystander' Wiederbelebung in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. *Circulation* 96:4364–4371
104. Turner I, Turner S, Armstrong V (2002) Does the compression to ventilation ratio affect the quality of Wiederbelebung: a simulation study. *Resuscitation* 52:55–62

105. Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J et al (2007) Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 116:2908–2912
106. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T et al (2010) Bystander-initiated rescue breathing for out-of-hospital cardiac arrests of noncardiac origin. *Circulation* 122:293–299
107. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T et al (2010) Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet* (in press)
108. Handley AJ, Handley JA (2004) Performing chest compressions in a confined space. *Resuscitation* 61:55–61
109. Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F (2004) A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 61:155–161
110. White L, Rogers J, Bloomingdale M et al (2010) Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation* 121:91–97
111. Cheung W, Gullick J, Thanakrishnan G et al (2009) Injuries occurring in hospital staff attending medical emergency team (MET) calls – a prospective, observational study. *Resuscitation* 80:1351–1356
112. Sullivan F, Avstreich D (2000) Pneumothorax during Wiederbelebung training: case report and review of the Wiederbelebung literature. *Prehosp Disaster Med* 15:64–69
113. Peberdy MA, Ottingham LV, Groh WJ et al (2006) Adverse events associated with lay emergency response programs: the public access defibrillation trial experience. *Resuscitation* 70:59–65
114. Sugerman NT, Edelson DP, Leary M et al (2009) Rescuer fatigue during actual in-hospital cardiopulmonary resuscitation with audiovisual feedback: a prospective multicenter study. *Resuscitation* 80:981–984
115. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M et al (2004) Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 351:637–646
116. Hoke RS, Heinroth K, Trappe HJ, Werdan K (2009) Is external defibrillation an electric threat for bystanders? *Resuscitation* 80:395–401
117. Axelsson A, Herlitz J, Karlsson T et al (1998) Factors surrounding cardiopulmonary resuscitation influencing bystanders' psychological reactions. *Resuscitation* 37:13–20
118. Axelsson A, Herlitz J, Ekstrom L, Holmberg S (1996) Bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation out-of-hospital. A first description of the bystanders and their experiences. *Resuscitation* 33:3–11
119. Mejicano GC, Maki DG (1998) Infections acquired during cardiopulmonary resuscitation: estimating the risk and defining strategies for prevention. *Ann Intern Med* 129:813–828
120. Cydulka RK, Connor PJ, Myers TF et al (1991) Prevention of oral bacterial flora transmission by using mouth-to-mask ventilation during Wiederbelebung. *J Emerg Med* 9:317–321
121. Blenkharn JI, Buckingham SE, Zideman DA (1990) Prevention of transmission of infection during mouth-to-mouth resuscitation. *Resuscitation* 19:151–157
122. Turner S, Turner I, Chapman D et al (1998) A comparative study of the 1992 and 1997 recovery positions for use in the UK. *Resuscitation* 39:153–160
123. Handley AJ (1993) Recovery position. *Resuscitation* 26:93–95
124. Anonymous (2000) Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care – An international consensus on science. *Resuscitation* 46:1–447
125. Fingerhut LA, Cox CS, Warner M (1998) International comparative analysis of injury mortality. Findings from the ICE on injury statistics. International collaborative effort on injury statistics. *Adv Data* (303):1–20
126. (o A) (2005) Proceedings of the 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 67:157–341
127. Redding JS (1979) The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 7:475–479
128. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA (2000) Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 44:105–108
129. Guildner CW, Williams D, Subitch T (1976) Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP* 5:675–677
130. Ruben H, Macnaughton FI (1978) The treatment of food-choking. *Practitioner* 221:725–729
131. Hartrey R, Bingham RM (1995) Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. *J Accid Emerg Med* 12:52–54
132. Elam JO, Ruben AM, Greene DG (1960) Resuscitation of drowning victims. *JAMA* 174:13–16
133. Ruben HM, Elam JO, Ruben AM, Greene DG (1961) Investigation of upper airway problems in resuscitation, 1: studies of pharyngeal x-rays and performance by laymen. *Anesthesiology* 22:271–279
134. Kabbani M, Goodwin SR (1995) Traumatic epiglottitis following blind finger sweep to remove a pharyngeal foreign body. *Clin Pediatr (Phila)* 34:495–497
135. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK et al (2009) Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the resuscitation outcomes consortium Epistry-Cardiac arrest. *Circulation* 119:1484–1491
136. Bar-Cohen Y, Walsh EP, Love BA, Cecchin F (2005) First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. *Resuscitation* 67:135–137
137. Divekar A, Soni R (2006) Successful parental use of an automated external defibrillator for an infant with long-QT syndrome. *Pediatrics* 118:e526–e529
138. Rodriguez-Nunez A, Lopez-Herce J, Garcia C et al (2006) Pediatric defibrillation after cardiac arrest: initial response and outcome. *Crit Care* 10:R113
139. Samson RA, Nadkarni VM, Meaney PA et al (2006) Outcomes of in-hospital ventricular fibrillation in children. *N Engl J Med* 354:2328–2339
140. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR et al (1999) Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 281:1182–1188
141. Wik L, Hansen TB, Fylling F et al (2003) Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 289:1389–1395
142. Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA (2005) Wiederbelebung before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *Emerg Med Australas* 17:39–45
143. Baker PW, Conway J, Cotton C et al (2008) Defibrillation or cardiopulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomised control trial. *Resuscitation* 79:424–431
144. Indik JH, Hilwig RW, Zuercher M et al (2009) Preshock cardiopulmonary resuscitation worsens outcome from circulatory phase ventricular fibrillation with acute coronary artery obstruction in swine. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2:179–184
145. Monsieurs KG, Vogels C, Bossaert LL et al (2005) A study comparing the usability of fully automatic versus semi-automatic defibrillation by untrained nursing students. *Resuscitation* 64:41–47
146. White RD, Bunch TJ, Hanks DG (2005) Evolution of a community-wide early defibrillation programme experience over 13 years using police/fire personnel and paramedics as responders. *Resuscitation* 65:279–283
147. Mosesso VN Jr, Davis EA, Auble TE et al (1998) Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 32:200–207
148. The Public Access Defibrillation Trial Investigators (2004) Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 351:637–646
149. Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA et al (2004) Policy statement: ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Resuscitation* 60:245–252
150. Groh WJ, Newman MM, Beal PE et al (2001) Limited response to cardiac arrest by police equipped with automated external defibrillators: lack of survival benefit in suburban and rural Indiana – the police as responder automated defibrillation evaluation (PARADE). *Acad Emerg Med* 8:324–330
151. Sayre MR, Swor R, Pepe PE, Overton J (2003) Current issues in cardiopulmonary resuscitation. *Prehosp Emerg Care* 7:24–30
152. Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP et al (1998) Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation* 97:1315–1320
153. Nichol G, Valenzuela T, Roe D et al (2003) Cost effectiveness of defibrillation by targeted responders in public settings. *Circulation* 108:697–703
154. Bardy GH, Lee KL, Mark DB et al (2008) Home use of automated external defibrillators for sudden cardiac arrest. *N Engl J Med* 358:1793–1804