

Aktuelle Standards der Reanimation

M. ROESSLER

Im Jahre 1992 wurde das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), ein Gremium aus Vertretern von American Heart Association, Australian Resuscitation Council, Canadian Heart and Stroke Foundation, European Resuscitation Council und Resuscitation Council of Southern Africa, gegründet. Seit 1997 gehört ihm auch der Resuscitation Council of Latin America an. Als Ziel von ILCOR wurde definiert, internationale Leitlinien zu entwickeln. Diese sollten dabei soweit wie möglich wissenschaftlich abgesichert sein und die pädagogisch-didaktisch begründete Forderung nach Vereinfachung der Algorithmen berücksichtigen.

1997 wurden die ersten empfehlenden ILCOR-Stellungnahmen (Advisory statements) publiziert, die vom European Resuscitation Council (ERC) im Juni 1998 weitgehend übernommen und als neue Modell-Leitlinien (Model guidelines) verabschiedet wurden. Die Arbeitsgruppe CPR des Deutschen Beirates für Erste Hilfe und Wiederbelebung, die federführend für die Überarbeitung der Empfehlungen verantwortlich war, hat sich weitgehend an den Vorlagen von ILCOR bzw. ERC orientiert. Nach der Veröffentlichung der neuen internationalen Leitlinien im Jahre 2000 hat sich im Januar 2005 das Gremium des ILCOR in Dallas, USA getroffen um die Änderungen der aktuellen Leitlinien zu diskutieren.

Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Manuskriptes waren die Änderungen der Konferenz noch nicht bekannt, so dass aktuelle Erkenntnisse an dieser Stelle nur diskutiert werden können.

Entstehungsgeschichte der Wiederbelebungs-Leitlinien

1966	Erste Konferenz über kardiopulmonale Wiederbelebung NAS Empfehlungen zur standartisierten Ausbildung
1973/74	AHA guidelines schließen Laienausbildung in Herz-Lungen- Wiederbelebung mit ein
'80 er	Ausbreitung der Wiederbelebungs-Leitlinien in verschiedenen Ländern
1983	Leitlinien für Neugeborene und Kinder
1992	Publikation einer Übereinkunft für Leitlinien in Europa durch den ERC
1992	Gründung der ILCOR
1997	Empfehlungen der ILCOR; erste „universelle“ Leitlinien. Durch UK in dieser Form übernommen.
1998	ERC veröffentlicht die übernommenen ILCOR Empfehlungen mit kleinen Anpassungen an die Situation im UK
2000	Erste Internationale Leitlinien Konferenz; weitreichende Leitlinien mit umfangreichem evidenzbasiertem Bezug

AHA, American Heart Association; ERC, European Resuscitation Council; ILCOR, International Liaison Committee On Resuscitation; NAS, National Academy of Science; UK, United Kingdom

Evidenz

Nicht alle Maßnahmen, die im Rahmen einer Reanimation durchgeführt werden können, haben bislang den Beweis erbringen können, dass sie die Rate des Überlebens mit gutem neurologischem Ergebnis tatsächlich verbessern.

Aus diesem Grund werden die Maßnahmen sogenannten Evidenzklassen zugeordnet, so dass deutlich wird, was wissenschaftlich gesichert, was evidenzbasiert ist und wo dieser Beweis nicht oder noch nicht geführt werden konnte.

Klasse	Evidenz	Empfehlung	Kommentar
I	exzellent	definitiv empfohlen	Defibrillation bei Kammerflimmern
II a	gut bis sehr gut	Intervention der Wahl	Mund-zu-Mund Beatmung
II b	mäßig bis gut	alternative Intervention	Vasopressin bei Kammerflimmern
X	unbestimmt	neutral	„phone fast – phone first“
III	nicht akzeptabel	nicht empfohlen	Lifestick CPR

Alle Maßnahmen, die im Rahmen einer Herz-Lungen-Wiederbelebung ergriffen werden, werden exemplarisch in der Rettungskette und im universellen Algorithmus veranschaulicht.

Die Rettungskette, die nur so stark sein kann wie ihr schwächstes Glied, macht deutlich, dass jeder Schritt von entscheidender Bedeutung für ein gutes Ergebnis nach einer Wiederbelebung ist.

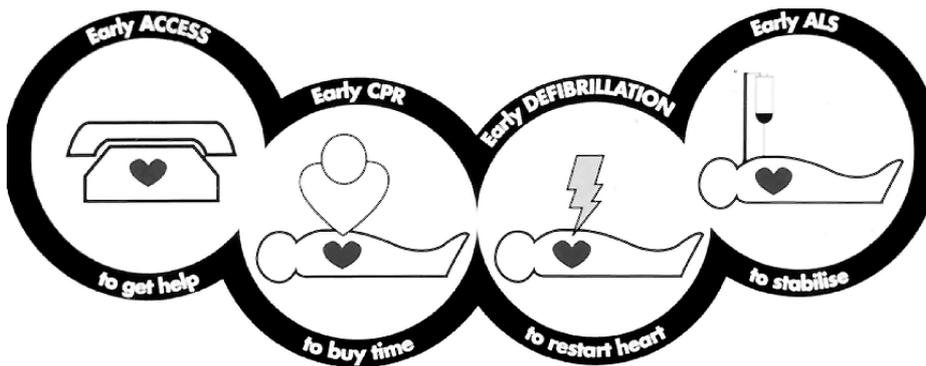


Abbildung 1: Die Rettungskette

Nachfolgend werden die Maßnahmen der Wiederbelebung für Erwachsene (alle Patienten älter als 8 Jahre) der ILCOR-Leitlinien 2000 und aktuelle Erkenntnisse, die eventuell zu möglichen Änderungen in den kommenden Leitlinien führen, diskutiert (1).

Basismaßnahmen der Reanimation

„Phone Fast – Phone First“

In der Ausbildung von Laien in der Reanimation führt die Unterscheidung von Hilfe- und Notruf immer wieder zu Verwirrung. Während durch einen Hilferuf lediglich auf eine besondere Situation aufmerksam gemacht werden soll und weitere mögliche Helfer herbeigerufen werden sollen, bedeutet der Notruf die Alarmierung des Rettungsdienstes oder eines mobilen Notfallteams.

Ist der Helfer allein wird dieser Notruf erst abgesetzt, nachdem eine Bewusstlosigkeit festgestellt worden ist, die Atemwege frei gemacht und die Atmung überprüft worden

sind. Bei vorhandener Atmung wird der Patient in die stabile Seitenlage gebracht und sodann der Notruf abgesetzt, andernfalls wird vor einer Atemspende ein Notruf abgesetzt.

Dieser Grundsatz – „*Phone First*“ – soll sicherstellen, dass so früh wie möglich ein Rettungsteam mit einem Defibrillator zum Patienten kommt, da in der Mehrheit der Fälle davon ausgegangen werden darf, dass der Grund für einen akuten Kreislaufstillstand ein Kammerflimmern oder eine pulslose Breit-Komplex-Tachykardie ist.

„*Phone Fast*“ hingegen bedeutet, dass zunächst für eine Minute Basismaßnahmen der Wiederbelebung durchgeführt werden sollen, bevor ein Notruf abgesetzt wird. Beispiele hierfür sind Ertrinkungsunfälle, Drogen- oder Alkoholintoxikation und wenn es sich bei dem Patienten um einen Säugling oder ein Kind handelt. Also, Situationen in denen ein Kreislaufstillstand auf Grund einer Hypoxie wahrscheinlicher ist. Obgleich die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Wiederbelebung in Folge eines Traumas gering ist, wird dieses Vorgehen auch hierbei empfohlen (2).

Ob das Vorgehen „*Phone Fast*“ tatsächlich zu einer Verbesserung der Überlebensrate führt ist noch unklar, weswegen dieses Vorgehen der Evidenzklasse X zugeordnet ist (3).

Nach dem nationalen Konsens der Bundesärztekammer wird das Vorgehen „*Phone Fast*“ auch nur für Säuglinge und Kinder empfohlen. Die darüber hinaus gehenden Empfehlungen des Vorgehens „*Phone Fast*“ werden als kontraproduktiv in der Laienausbildung angesehen.

Diagnostischer Block

Der bei der Ausbildung der Laienhelfer in Deutschland in der Vergangenheit gelehrt diagnostische Block wird zu Gunsten der Empfehlungen des ERC nicht mehr gelehrt. Dies wird zum einen damit begründet, dass mehr als 10 Sekunden benötigt werden um einen vorhandenen Karotispuls festzustellen, zum anderen, dass es trotz langer Palpationszeiten zu Fehldiagnosen kommt (4-9).

Laienhelfer sollen, wenn sie keine Zeichen des Lebens wie Atmung, Husten oder Bewegungen feststellen können, mit der Herzdruckmassage beginnen.

Professionelle Helfer sollen weiterhin den Karotispuls prüfen und zusätzlich auf Kreislaufzeichen achten.

Beatmung

Der Empfehlung des ERC aus dem Jahr 1996, dass ein Volumen von 400-600 ml bei der Mund-zu-Mund Beatmung erreicht werden soll (10), stand die Empfehlung der AHA mit 800-1200 ml zu beatmen gegenüber (11). Da ein kleineres Volumen zwar das Risiko einer Magenbeatmung senkt, aber ohne zusätzlichen Sauerstoff zu einer ungenügenden Oxygenierung führen kann, wird empfohlen bei einer Beatmung von Erwachsenen ohne Sauerstoff mit einem Tidalvolumen von 10 ml/kg KG zu beatmen (12-14). Dieses Atemzugvolumen sollte langsam über 2 Sekunden appliziert werden. Für die Laienausbildung bedeutet dies, dass das Lernziel die deutlich sichtbare Brustkorbhebung und -senkung bleibt.

Kann Sauerstoff mit einer FiO_2 über 0,4 zugeführt werden, kann das Tidalvolumen auf ca. 6 ml/kg KG reduziert werden. Unter diesen Umständen kann die Beatmungszeit auf 1 - 2 Sekunden verkürzt werden.

Ob diese Atemzugvolumina bei einer Reanimation mit einem auf 10 - 20% reduzierten Herzzeitvolumen tatsächlich notwendig sind und nicht sogar geringere Atemzugvolumina ausreichen, ist derzeit noch unklar (15). Tierexperimentell konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Dauer eines Kreislaufstillstandes der untere Ösophagusphinkterdruck sinkt (16), so dass bei prolongierten Reanimationsbemühungen beim

ungeschützten Atemweg mit einer Magenbeatmung gerechnet werden muss. Da klinisch und tierexperimentell gezeigt werden konnte, dass vor allem die ununterbrochene Durchführung der Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100/min. lebensrettend ist (17 - 20, 22), gibt es Überlegungen, die Beatmungszeit weiter zu verkürzen – da es ohnehin zu einer Magenbeatmung bei ungeschützten Atemweg kommt – um mehr Zeit für Herzdruckmassagen zur Verfügung zu haben (zur Publikation eingereichte Daten). Es kann damit gerechnet werden, dass die neuen ILCOR-Leitlinien besondere Aufmerksamkeit der effizienten und konsequent durchgeführten Herzdruckmassage widmen werden.

Da es Erkenntnisse gibt, dass ein Verzicht auf eine Beatmung während der Reanimation zu schlechteren Ergebnissen führt (23), kann eine Empfehlung zur Reanimation „oben ohne“ nicht ausgesprochen werden. Auch fünf Jahre nach den Empfehlungen 2000 gibt es keine Evidenz, die ein Abweichen von den bisherigen Empfehlungen der Ausbildung in Basismaßnahmen der Wiederbelebung nahe legt.

Für den Fall, dass ein Helfer nicht in der Lage ist zu beatmen oder die Beatmung sich als unmöglich herausstellt, ist es besser, nur die Herzdruckmassage durchzuführen, statt ganz auf Maßnahmen zu verzichten (Empfehlung der Klasse II A). Ein Verzicht auf die Beatmung kann zur Überwindung der "Ekelbarriere" oder für die Telefonreanimation als Ausnahme gelten, ist aber keine generelle Empfehlung!

Die möglichen Maßnahmen zur Atemwegssicherung können in diesem Beitrag nicht ausführlich besprochen werden.

Die endotracheale Intubation gilt nach wie vor als „gold standard“ der Atemwegssicherung. Die Lage eines Endotrachealtubus sollte immer entweder durch eine expiratorische CO₂-Messung oder mittels eines Ösophagusdetektors überprüft werden (Empfehlung Klasse II B). Für Rettungsdienste wird empfohlen, dass für die Personen, die eine Atemwegssicherung mittels Intubation durchführen, die Anzahl der durchgeführten Intubationen, die Erfolgsrate und die Komplikationen dokumentiert wird (Empfehlung Klasse II A).

Der Maskenbeatmung überlegen und eine Alternative zur Intubation stellt die Beatmung mittels Larynxmaske oder Combitubus dar, vorausgesetzt, dass die Anwendung durch adäquat trainiertes Personal erfolgt (Empfehlung Klasse II A). Ob der Larynxtubus, der derzeit als unbestimmt (Empfehlung Klasse X) eingestuft wird, in den neuen Empfehlungen z. B. als alternatives Atemwegshilfsmittel (Empfehlung Klasse II B) klassifiziert wird, muss abgewartet werden.

Thoraxkompressionen

Es ist bekannt, dass der koronare und zerebrale Perfusionsdruck während der Thoraxkompressionen nur allmählich steigt und bei jeder Unterbrechung schnell abfällt. Die Ergebnisse einer Wiederbelebung sind darum umso günstiger sind, je mehr Thoraxkompressionen kontinuierlich durchgeführt werden. Daher wird empfohlen immer ein Verhältnis von 15 Herzdruckmassagen zu 2 Beatmungen einzuhalten, unabhängig davon, ob ein oder zwei Helfer zugegen sind (21, 22). Diese Empfehlung, die sich als „easy to teach, easy to remember, easy to practice“ herausgestellt hat, ist der Klasse II B zugeordnet.

Erweiterte Maßnahmen der Reanimation

Der universelle Algorithmus

Der universelle Algorithmus (1) ist in leicht modifizierter Form beibehalten worden und komplexeren Versionen anderer Ländern vorgezogen worden.

ERWEITERTE REANIMATION beim Erwachsenen

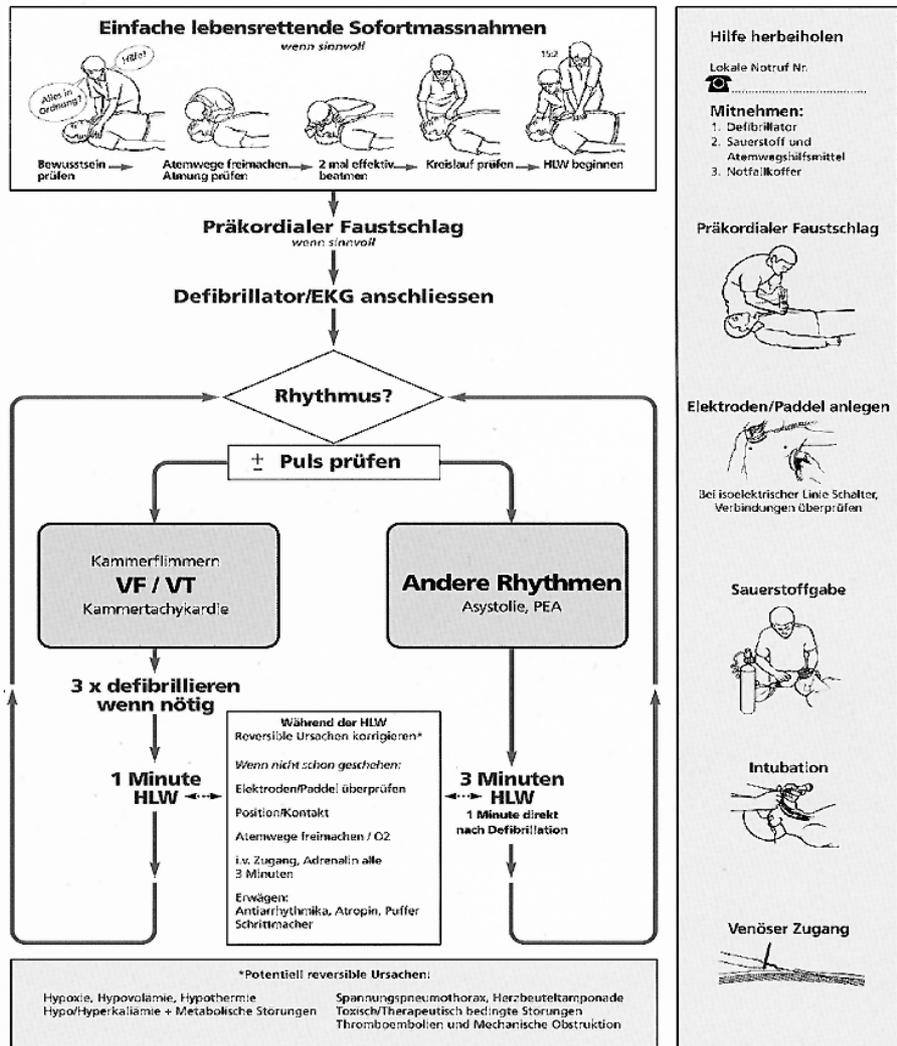


Abbildung 2: Basismaßnahmen der Wiederbelebung und der universelle Algorithmus der erweiterten Maßnahmen der Wiederbelebung

Präkordialer Faustschlag

Durch einen präkordialen Faustschlag soll mechanische in elektrische Energie umgesetzt werden. Hierdurch soll eine Extrasystole ausgelöst werden, in deren Folge es zu einer geordneten elektrischen Aktivität des Herzens kommen soll.

Ein einzelner präkordialer Faustschlag darf durch professionelle Helfer durchgeführt werden, wenn ein Kreislaufstillstand klinisch oder am Monitor beobachtet wird und nicht sofort defibrilliert werden kann. Ein Erfolg dieser Maßnahme ist nach einem Kreislaufstillstand von mehr als 30 Sekunden unwahrscheinlich, weshalb der präkordiale Faustschlag nach Ablauf dieser Zeitspanne nicht mehr empfohlen ist.

Defibrillation

Die Defibrillation ist nach wie vor die Maßnahme der Wahl beim Kammerflimmern und der pulslosen Breit-Komplex-Tachykardie. Die ILCOR-Leitlinien im Jahre 2000 haben die frühzeitige Defibrillation besonders stark betont (Klasse I Empfehlung).

Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Reanimationsmaßnahmen nur möglichst kurz durch die Defibrillation unterbrochen werden, d. h. dass drei Schocks, wenn notwendig, so schnell wie möglich nacheinander abgegeben werden. Je kürzer die „hands-off“ time, desto höher scheint die Wahrscheinlichkeit zu sein einen Spontankreislauf wieder herstellen zu können (24, 25).

Zwar lagen schon in den Jahre 1998/99 erste Erkenntnisse vor, dass Thoraxkompressionen über einen gewissen Zeitraum vor einer Defibrillation zu einem besseren Überleben führen können (26, 27), die klinische Evidenz dieser Beobachtungen wurde zu diesem Zeitpunkt aber als nicht ausreichend angesehen. Mehr Aufmerksamkeit wurde dieser Problematik letztlich durch gut kontrollierte, randomisierte Studien zuteil, die ebenfalls ein verbessertes Überleben zeigen konnten, wenn vor einer Defibrillation eine Herzdruckmassage durchgeführt wurde (28 - 30).

Das Zeit-abhängige 3-Phasen Modell

In Hinblick auf diese Erkenntnisse wurde das *Zeit-abhängige 3-Phasen Modell* der Wiederbelebung (31) formuliert. Dabei wird eine *elektrische Phase*, eine *Kreislaufphase* und eine *metabolische Phase* unterschieden. In der elektrischen Phase, die vom Zeitpunkt des Kreislaufstillstandes durch Kammerflimmern etwa 4 Minuten dauert, ist die Defibrillation die Maßnahme der Wahl. In der Kreislaufphase, ca. von der vierten bis zur zehnten Minute eines Kammerflimmerns, scheint die wichtigste lebensrettende Therapie die Sauerstoffversorgung durch Herzdruckmassage / Beatmung zu sein, gefolgt von der Defibrillation. Während die Dauer der Kreislaufphase theoretisch leicht nachvollziehbar ist, dürfte sie in der Praxis nicht einfach umzusetzen sein, da eine zuverlässige Methode, mit der die Zeit seit Eintritt des Kreislaufstillstandes gemessen werden kann, hierfür notwendig wäre. In der metabolischen Phase, ab etwa der 10. Minute seit Kreislaufstillstand, scheint die Behandlung und Korrektur metabolischer Störungen von besonderer Bedeutung zu sein.

Denkbar wäre, dass die Leitlinien dahin gehend geändert werden, dass bei Patienten, bei denen keine Wiederbelebungsmaßnahmen durch Ersthelfer ergriffen worden sind, bei Eintreffen des Rettungsdienstes oder des Notfallteams zunächst für ein bis drei Minuten eine Herz-Lungen-Wiederbelebung durchgeführt wird, bevor defibrilliert wird.

Die Bedeutung der Laienausbildung und der Defibrillation zum frühest möglichen Zeitpunkt, z. B. mittels eines AED, wird durch diese Erkenntnisse erneut untermauert.

Biphasische Impulse

Die Defibrillation mit biphasischen Impulsen mit „gleichwertigem Energieniveau“ wird als akzeptabel angesehen (Empfehlung der Klasse II A).

Die Effizienz der biphasischen Defibrillation, erklärt sich durch den zweiten gegenläufigen Impuls während einer Defibrillation. Hierdurch können an den Zellen vorhandene Ladungen neutralisiert werden, die andernfalls zu einer erneuten Erregung von Zellen in der vulnerablen Phase führen und dadurch wiederum ein Kammerflimmern auslösen können (32).

Wird von Energieäquivalenten gesprochen, wird zumeist an die Höhe des Wertes „Joule“ gedacht, obgleich dies eine unglückliche Betrachtungsweise beim Vergleich der Energiemenge ist, da die Effizienz eines abgegebenen Impulses insbesondere davon abhängt, über welche Zeit eine Energie abgegeben wird (32, 33). Anders ausgedrückt: der *Stromfluss der über eine gewisse Zeit abgegeben wird* bewirkt die Defibrillation, nicht die Energiemenge an sich.

In einer klinischen Untersuchung, in der biphasische mit monophasischen Impulsen verglichen wurden, wurde zwar eine höhere Rate an primär erfolgreichen Reanimationen bei den Patienten, die biphasisch defibrilliert wurden beobachtet, die Gesamtüberlebensrate war jedoch nicht signifikant erhöht (34).

Es erscheint zur Zeit unwahrscheinlich, dass durch die ILCOR die Empfehlung gegeben werden wird, nur noch mit biphasischen Impulsen zu defibrillieren. Möglicherweise wird aber ein Energieäquivalent zu den monophasischen Impulsen genannt werden.

Medikamente

Nur wenige Medikamente werden in der Situation einer Reanimation empfohlen.

Adrenalin (Epinephrin)

Während es durch die α -adrenerge Wirkung zu einer Erhöhung des peripheren Widerstandes und damit zu einer verbesserten koronaren und cerebralen Durchblutung kommen kann, kann die

β -adrenerge Wirkung zu einem erhöhten myokardialen Sauerstoffverbrauch, zu einer Zunahme ventrikulärer Arrhythmien und zu myokardialer Dysfunktion führen. Darüber hinaus kann es durch die β_2 -Wirkung zu einer Senkung des diastolischen Blutdrucks kommen, was wiederum den koronaren und zerebralen Perfusionsdruck vermindern würde.

Für Adrenalin konnte bislang nicht gezeigt werden, dass es zu einer Verbesserung des Überlebens führt, weswegen die Substanz der Evidenzklasse „unbestimmt“ zugeordnet wird.

1 mg Adrenalin kann entweder in einer Dosis von 1 mg i. v. oder 2 - 3 mg endobronchial, verdünnt auf 10 ml, verabreicht werden. Die Gabe kann alle 3 Minuten wiederholt werden.

Die Gabe höherer Dosierungen ist nicht mehr empfohlen.

Vasopressin

Die Vorteile von Vasopressin gegenüber Adrenalin liegen in der besseren Wirksamkeit bei Vorliegen einer Azidose, in der längeren Wirkdauer sowie in der fehlenden β -mimetischen Wirkung und der fehlenden Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs.

Als Alternative zum Adrenalin wird eine einzelne Gabe von 40 Einheiten Vasopressin i. v. beim Kammerflimmern / pulsloser Breit-Komplex-Tachykardie, das auf drei Defibrillationen refraktär ist, vorgeschlagen. Diese Empfehlung ist in den ILCOR Leitlinien von 2000 der Klasse II B (gute bis mäßige Evidenz, alternative Intervention) zugeordnet worden.

Vor allem tierexperimentelle Daten hatten nahegelegt, dass Vasopressin bei der Behandlung von Patienten mit Kammerflimmern und pulsloser elektrischer Aktivität effektiver als Adrenalin sein könnte (35 - 39). Beim Vergleich von Vasopressin und Adrenalin an 1186 Patienten im Rahmen einer prähospitalen Reanimation wurde allerdings gezeigt, dass die Effekte von Vasopressin und Adrenalin bei Kammerflimmern und pulsloser elektrischer Aktivität vergleichbar waren. Vasopressin war beim Vorliegen einer Asystolie Adrenalin jedoch überlegen, wenn der Gabe von Vasopressin die Gabe von Adrenalin folgte (40). Die Ergebnisse dieser multizentrischen Untersuchung wurden von den Autoren dahingehend kritisch beurteilt, dass Einflussgrößen, wie die Ursache des Kreislaufstillstandes und die weitere Intensivtherapie, im Studienprotokoll nicht berücksichtigt wurden, die Überlebensraten aber beeinflusst haben könnten.

Insofern wäre denkbar, dass in den Leitlinien 2005 Vasopressin weiterhin als Alternative zum Adrenalin genannt wird, dies aber nicht nur beim Kammerflimmern und der pulslosen elektrischen Aktion, sondern auch bei der Asystolie. Die Zulassung von Vasopressin in Deutschland wäre dann allerdings wünschenswert, da es derzeit über internationale Apotheken bezogen werden muss.

Antiarrhythmika

Derzeit gibt es für kein Antiarrhythmikum den wissenschaftlichen Beweis, dass es das Überleben bis zur Krankenhausentlassung bei refraktärem Kammerflimmern bzw. pulsloser Breit-Komplex-Tachykardie verbessert.

Amiodaron

Amiodaron ist allerdings das einzige Antiarrhythmikum, für das bei einer Reanimation günstige Effekte nachgewiesen werden konnten. So war in der ARREST Studie (41) der Anteil der Patienten, die mit stabilen Kreislaufverhältnissen in das Krankenhaus eingeliefert werden konnten, signifikant höher, wenn sie mit Amiodaron statt mit Placebo behandelt worden waren.

Die Gabe von Amiodaron sollte nach dem dritten Schock in Erwägung gezogen werden (Empfehlung Klasse II B). Interessant dabei ist, dass dies – dem Algorithmus folgend – erst nach der Gabe von Adrenalin geschehen soll. Initial kann ein 300 mg Bolus periphervenös gegeben werden, wenn erforderlich gefolgt von weiteren 150 mg Bolus und einer Infusion von 1 mg/min über 6 Stunden und weiteren 0,5 mg/min, bis zu einer Gesamtdosis von 2 Gramm.

Lidocain

Wenn Amiodaron nicht zur Verfügung steht, kann Lidocain verwendet werden (Empfehlung Klasse II B). Es sollte aber nicht zusätzlich zu Amiodaron gegeben werden.

Magnesium

Ein positiver Effekt von Magnesium konnte nur bei Magnesiummangelzuständen und bei der Torsade de pointes, einer atypischen Form des Kammerflimmerns nachgewiesen werden. Die Gabe von 8 mmol Magnesium – was ca. 4 ml einer 50%igen Magnesiumsulfatlösung entspricht – wird daher bei refraktärem Kammerflimmern empfohlen, wenn der Verdacht auf eine Hypomagnesämie, z. B. durch Einnahme von Diuretika, besteht (Empfehlung Klasse II B).

Natrium-Bicarbonat

Die Gabe von Natrium-Bicarbonat ist in der Regel nicht empfohlen. Bei nachgewiesener Hyperkaliämie, bei Überdosierung mit trizyklischen Antiarrhythmika sowie einer Reanimationsdauer von über 20 Minuten beim intubierten und beatmeten Patienten kann Natrium-Bicarbonat in einer Dosierung von 0,5 mval/kg KG gegeben werden. Die routinemäßige Gabe nach Wiedereinsetzen eines spontanen Kreislaufes ist nicht empfohlen. Eine Überdosierung sollte auf jeden Fall vermieden werden. Der beste Puffermechanismus ist eine effektive Herz-Lungen-Wiederbelebung.

Mechanische Hilfsmittel während der Reanimation

Das *Active Compression-Decompression Device* (ACD) und das *Impedance Threshold Device* (ITD) sind Hilfsmittel, mit denen unter Reanimation der negative intrathorakale Druck in der Entlastungsphase erhöht werden kann, wodurch wiederum der Rückfluss des Blutes zum Herzen erhöht werden kann. Da gezeigt werden konnte, dass mit der Kombination dieser Verfahren der Blutdruck und der koronare Perfusionsdruck gesteigert werden können (42), wurde hierfür bereits in den ILCOR Leitlinien 2000 die Empfehlung als alternative Intervention ausgesprochen (Klasse II B). Obwohl häufiger wieder ein Spontankreislauf erzielt werden konnte, wurde eine höhere Rate an Krankenhausentlassungen nicht beobachtet. In einer multizentrischen Studie wurden Patienten unter Einsatz eines ACD reanimiert, zusätzlich wurde randomisiert ein ITD eingesetzt. Insgesamt wurden 400 Patienten wiederbelebt. 10 Patienten, die mit Hilfe des ITD reanimiert wurden konnten aus dem Krankenhaus entlassen werden, 6 davon ohne neurologisches Defizit. Demgegenüber konnten 8 Patienten, die ohne ITD reanimiert

wurden das Krankenhaus verlassen, allerdings hatte nur 1 Patient eine regelrechte neurologische Funktion (43).

Derzeit erscheint es unwahrscheinlich, dass sich die Empfehlungen der ILCOR bezüglich mechanischer Hilfsmittel ändern werden.

Erwägen / behandeln reversibler Ursachen

Während einer Reanimation sollten die möglichen, reversiblen Ursachen oder die Faktoren, die die Situation verschlechtern bedacht werden. Einfach erinnerlich sind die 4 Hs und 4 HITS:

Hypoxie, Hypovolämie, Hyper/Hypokaliämie & metabolische Störungen, Hypothermie; Herzbeuteltamponade, Intoxikation, Thromboembolie, Spannungspneumothorax.

Behandlung nach der Reanimation

Die wohl wichtigste Neuerung in der Behandlung von Patienten bei denen es nach einem Kreislaufstillstand gelungen wieder einen Spontankreislauf zu etablieren, ist die therapeutische Hypothermie. In den ILCOR-Leitlinien 2000 wurde empfohlen, dass hämodynamisch stabile Patienten, die eine leichte Hypothermie entwickelt haben ($> 33^{\circ}\text{C}$) nicht aktiv gewärmt werden sollen, da eine leichte Hypothermie möglicherweise einen positiven Effekt auf das neurologische Ergebnis haben kann (Empfehlung Klasse II B). Febrile Patienten sollten antipyretisch behandelt werden (Empfehlung Klasse IIA). Eine Hypothermie sollte aber nicht aktiv induziert werden (Empfehlung Klasse X).

Im Jahre 2002 wurden zwei multizentrische Studien veröffentlicht, die ein besseres neurologisches Ergebnis bei Patienten fanden, die nach Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufes gekühlt wurden. Die Einschlusskriterien waren in beiden Studien gleich: persistierendes Koma nach Reanimation bei Kammerflimmern, Spontankreislauf, kontrollierte Beatmung. In der in Australien an vier Zentren durchgeführten Untersuchung wurden 77 Patienten eingeschlossen, die innerhalb von zwei Stunden für 12 Stunden auf 33°C gekühlt wurden. 21 von 43 Patienten überlebten mit gutem neurologischem Ergebnis, hingegen nur 9 von 34 der Patienten, die in Normothermie weiterbehandelt wurden (44). Bei der in Europa durchgeführten Multicenterstudie wurden 273 Patienten eingeschlossen, die über 24 Stunden auf $32 - 34^{\circ}\text{C}$ Körpertemperatur gekühlt wurden. 75 von 136 Patienten der mit Hypothermie behandelten Gruppe zeigten ein gutes neurologisches Ergebnis, gegenüber 54 von 137 normothermen Patienten (45).

Auf Grund dieser Erkenntnisse hat die ILCOR im Juli 2003 folgende Empfehlungen ausgesprochen (46):

- Bewusstlose Patienten mit einem Spontankreislauf nach einem außerhalb des Krankenhauses erlittenen Kreislaufstillstand, sollen auf $32 - 34^{\circ}\text{C}$ für 12 bis 24 Stunden gekühlt werden, wenn der initiale Rhythmus Kammerflimmern gewesen ist.
- Die Hypothermie kann möglicherweise auch bei Patienten von Nutzen sein, die einen Kreislaufstillstand im Krankenhaus erlitten haben oder wenn der initiale Rhythmus nicht Kammerflimmern gewesen ist.

Zusammenfassung

Jede empfohlene Maßnahme während einer Reanimation hat ihren Stellenwert.

Von herausragender Bedeutung sind jedoch alle Strategien, die dazu beitragen den koronaren und zerebralen Blutfluss während der Wiederbelebung zu optimieren. Dies bedeutet vor allem, dass die Herzdruckmassage nur so kurz wie möglich unterbrochen werden sollte. In Zukunft wird vermehrt darauf geachtet werden, dass die „hands-off“ Zeit so kurz wie möglich gehalten wird. Möglicherweise wird in diesem Sinne auch das Verhältnis von Beatmung zu Herzdruckmassagen dahin gehend modifiziert, dass mehr

Herzdruckmassagen als bisher kontinuierlich durchgeführt werden, ohne dass zwischenzeitlich beatmet wird.

Das Zeit-abhängige 3-Phasen Modell macht deutlich, wie wichtig Ersthelfermaßnahmen und eine möglichst frühe Defibrillation – gerade auch mittels halbautomatischer Geräte – sind. Da die vergleichsweise lange Analysezeit der Halbautomaten zu einer Verlängerung der „hands-off“ Zeit führt, wäre auch denkbar, dass von der bisherigen Empfehlung 3 Schocks nacheinander abzugeben, zu Gunsten der Herzdruckmassage abgewichen wird.

Ob die Defibrillation mit biphasischen Impulsen, der Einsatz von Vasopressin oder mechanische Hilfsmittel letztlich dazu beitragen können, dass mehr Patienten mit guter neurologischer Funktion aus dem Krankenhaus entlassen werden können, kann derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden.

Vielversprechend erscheint die Hypothermie nach einer Reanimation, die an jedem Ort, an dem Patienten nach einer Reanimation betreut werden, durchführbar sein sollte.

Literatur

1. The American Heart Association in Collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care – An International Consensus on Science. *Resuscitation* 2000; 46: 1-448.
2. Sefrin P. Reanimation unter besonderen Bedingungen. *Notarzt* 2003; 19: 59 – 63.
3. Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL. European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. A statement from the Basic Life Support and Automated External Defibrillation Working Group by the Executive Committee of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 2002; 48: 199 – 205.
4. Flesche CW, Breuer S, Menadel LP, Brevik H, Tarnow J. The ability of health care professionals to check the carotis pulse. *Circulation* 2004; 90 (Suppl.): 288.
5. Mather C, O’Kelly S. The palpitation of pulses. *Anaesthesia* 1996; 51: 189 – 91.
6. Monsieurs KG, De Cauwer HG, Bossaert LL. Feeling for the carotid pulse: is five seconds enough? *Resuscitation* 1996; 31: S3.
7. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997; 35: 23 – 26.
8. Ochoa FJ, Ramalle-Gomera E, Carpintero JM, Garcia A, Saralegui I. Competence of health professionals to check the carotid pulse. *Resuscitation* 1998; 37: 173 – 75.
9. Eberle B, Dick FW, Schneider T, Wisser G, Doetsch S, Tzanova I. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy of first responders in patients with and without a pulse. *Resuscitation* 1996; 33: 107 – 16.
10. Baskett P, Bossaert L, Carli P, Chamberlai D, Dick W, Nolan JP, Parr MJA, Scheidegger D, Zideman D. Guidelines for the basic management of the airway and ventilation during resuscitation. A statement by the Airway and Ventilation Working Group of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 1996; 31: 187 – 200.
11. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. *J Am Med Assoc* 1992; 268: 2171 – 295.
12. Idris AH, Wenzel V, Banner MJ, Melker RJ. Smaller tidal volumes minimize gastric inflation during CPR with an unprotected airway. *Circulation* 1995; 92 (Suppl. I): 1759.
13. Idris AH, Gabrielli A, Caruso L. Smaller tidal volume is safe and effective for bag-valve-ventilation, but not for mouth-to-mouth. *Circulation* 1999; 100 (Suppl. I): 1644.
14. Htin KJ, Birenbaum DS, Idris AH, Banner MJ, Gravenstein N. Rescuer breathing pattern significantly affects O₂ and CO₂ received by the patient during mouth-to-mouth ventilation. *Crit Care Med* 1998; 26: A 56 – 60.
15. Idris AH, Stapels ED, O’Brien DJ, Melker RJ, Rush WJ, Del Duka KD, Falk JL. Effect of ventilation on acid-base balance and oxygenation in low blood-flow states. *Crit Care Med* 1994; 22: 1827 – 34.
16. Bowman FP, Menegazzi JJ, Check BD, Duckett TM. Lower esophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. *Ann Emerg Med* 1995; 26: 216 – 19.
17. Sato Y, Weil MH, Sun S, Tang W, Xie J, Noc M, Bisera J. Adverse effects of interrupting precordial compression during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 1997; 25: 733 –36.
18. Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenrich J, Ewy GA. Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Ann Emerg Med* 2002; 40: 553- 62.

19. Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad PH, Steen PA. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomised trial. *JAMA* 2003; 289: 1389 – 95.
20. Yu T, Weil MH, Tang W, Sun S, Klouche K, Povoas H, Bisera J. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 106: 368 – 72.
21. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA. Efficacy of chest compressions – only BLS CPR in the presence of an occluded airway. *Resuscitation* 1998; 39: 179 – 188.
22. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002; 105: 645 – 49.
23. Hoeyweghen RJ van, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P, Buylaert WA, Delooz H. Quality and efficiency of bystander CPR. Belgian Resuscitation Study group. *Resuscitation* 1993; 26: 47 – 52.
24. Sunde K, Eftestol T, Askenberg C, Steen PA. Quality assessment of defibrillation and advanced life support using data from the medical control module of the defibrillator. *Resuscitation* 1999; 41: 237 – 47.
25. Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002; 105: 220 – 73.
26. Robinson JS, Davies MK, Johns BM, Edwards SN. Out-of-hospital cardiac arrests treated by the Wets Midlands Ambulance Service over a 2-year period. *Eur J Anaesthesiol* 1998; 15: 702 – 09.
27. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, Hallstrom AP. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *J Am Med Assoc* 1999; 281: 1182 – 88.
28. Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, Steen PA. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomised trial. *J Am Med Assoc* 2003; 289: 1389 - 95.
29. Wik L. Rediscovery of the importance of compressions to improve outcome. *Resuscitation* 2003; 58: 267 – 69.
30. Stotz M, Albrecht R, Zwicker G, Drew J, Ummenhofer W. EMS defibrillation-first policy may not improve outcome in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2003; 58: 277 – 82.
31. Weisfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest. *JAMA* 2002; 288: 3035 – 38.
32. Cansell A. Wirksamkeit und Sicherheit neuer Impulskurvenformen bei transthorakaler Defibrillation. *Notfall- und Rettungsmedizin* 2000; 3: 458 – 74.
33. Cansell A. Efficacy and Safety of waveforms of transthoracic cardiac defibrillation. *La Revue des SAMU Mai* 2004.
34. Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, Russell JK, Weaver WD, Bossaert L, Chamberlain D. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000; 102:1780 - 87.
35. Lindner KH, Prengel AW, Pfenninger EG, Lindner IM, Strohmenger HU, Georgieff M, Lurie KG. Vasopressin improves vital organ blood flow during closed-chest cardiopulmonary resuscitation in pigs. *Circulation* 1995; 91: 215 – 21.
36. Prengel AW, Lindner KH, Keller A. Cerebral oxygenation during cardiopulmonary resuscitation with epinephrine and vasopressin in pigs. *Stroke* 1996; 27: 1241 – 48.
37. Wenzel V, Lindner KH, Prengel AW, Maier C, Voelckel W, Lurie KG, Strohmenger HU. Vasopressin improves vital organ blood flow after prolonged cardiac arrest with post countershock pulseless activity in pigs. *Crit Care Med* 1999; 27: 486 – 92.
38. Wenzel V, Lindner KH, Krismer AC, Miller EA, Voelckel WG, Lignau W. Repeated administration of vasopressin but not epinephrin maintains coronary perfusion pressure after early and late administration during prolonged cardiopulmonary resuscitation in pigs. *Circulation* 1999; 99: 1379 – 84.
39. Wenzel V, Lindner KH, Krismer AC, Voelckel WG, Schocke MF, Hund W, Witkiewicz M, Miller EA, Klima G, Wissel J, Lingau W, Aichner FT. Survival with full neurological recovery and no cerebral pathology after prolonged cardiopulmonary resuscitation with vasopressin in pigs. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 527 – 33.
40. Wenzel V, Krismer AC, Arntz HR, Sitter H, Stadlbauer KH, Lindner KH. A Comparison of Vasopressin and Epinephrin for Out-of-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation. *NEJM* 2004; 350: 105 – 13.
41. Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, Cummins RO, Doherty AM, Fahrenbruch CE, Hallstrom AP, Murray WA, Olsufka M, Walsh T. Amiodarone for Resuscitation after Out-of-Hospital Cardiac Arrest Due to Ventricular Fibrillation. *NEJM* 1999; 341: 871 – 78.
42. Plaisance P, Lurie K, Payen D. Inspiratory Impedance during compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) : a randomized evaluation in patients with cardiac arrest. *Circulation*; 2000; 101: 989 – 94.
43. Plaisance P, Lurie K, Vicaut E, Martin D, Gueugniaud PY, Petit JL, Payen D. Evaluation of an impedance threshold device in patients receiving active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation in out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2004; 61: 265 – 71.

44. Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, Smith K. Treatment of Comatose Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest with Induced Hypothermia. *NEJM* 2002; 346: 557 – 563.
45. The Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. Mild Therapeutic Hypothermia to Improve the Neurologic Outcome after Cardiac Arrest. *NEJM* 2002; 346: 549 – 556.
46. Nolan JP, Morley PT, Vanden Hoek TL, Hickey RW and ALS Task Force. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advanced Life Support Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 2003; 57: 231 – 35.