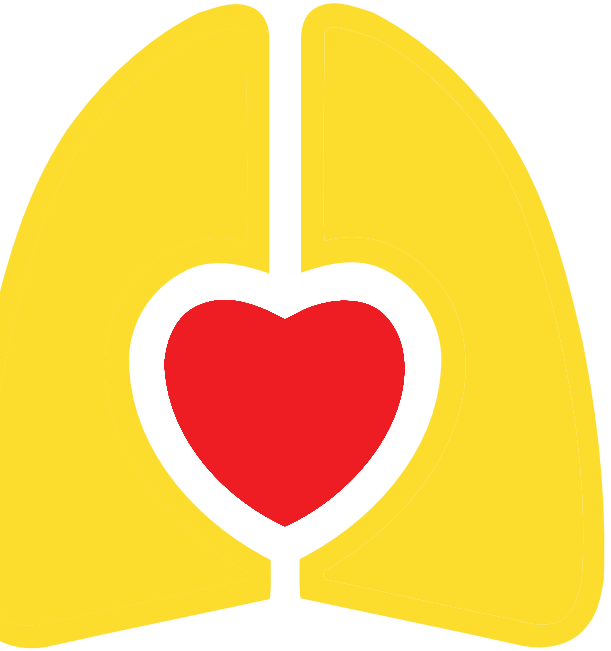
REANIMATION 2015

LEITLINIEN KOMPAKT



GERMAN RESUSCITATION COUNCIL

DEUTSCHER RAT FÜR WIEDERBELEBUNG

Impressum

Reanimation 2015 – Leitlinien kompakt
1. Auflage 2015 mit 50 Abbildungen, ISBN: 978-3-9814591-4-2

Herausgeber
© 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung - German Resuscitation Council e.V.*
GRC Geschäftsstelle, c/o Universitätsklinikum Ulm Sektion Notfallmedizin
Prittwitzstr. 43, 89075 Ulm, info@grc-org.de, www.grc-org.de

Verantwortlich für den Inhalt:
Dr. rer. nat. Dr. med. Burkhard Dirks
GRC Geschäftsstelle, c/o Universitätsklinikum Ulm Sektion Notfallmedizin
Prittwitzstr. 43, 89075 Ulm, Mail: dirks@grc-org.de

Vorstand und Exekutivkommitee:
Prof. Dr. med. Bernd W. Böttiger, Prof. Dr. med. Karl Heinrich Scholz, Stefan Osche,
Prof. Dr. Michael Müller, Christian Kamp, PD Dr. med. Stefan Beckers, Dr. med. Michael Sasse
Priv.-Doz. Dr. med. Markus Roessler, Priv.-Doz. Dr. med. Hans-Jörg Busch,
Dr. med. Jörg Christian Brokmann, Priv.-Doz. Dr. med. Christoph Bernhard Eich,
Prof. Dr. med. Matthias Fischer, Bernhard Gliwitzky, Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner,
Dr. med. Ralf G. Huth, Dr. med. Ulrich Jost, Marco König, Prof. Dr. med. Uwe Kreimeier,
Prof. Dr. med. Jan-Holger Schiffmann. Dr. med. Max Skorning

Austrian Resuscitation Council
Vorstand
Univ.-Doz. Dr. med Michael Baubin, Ass. Prof. Dr. med. Gudrun Burda, Dr. med. Joachim Schlieber
Univ.-Prof. Dr. med. Wolfgang Schreiber, Univ.-Prof. Dr. med. Hans Domanovits,
Dr. med. Jens Schwindt, Dr. med. Monika Watzak-Helmer, Martin Breiteneder,
Dr. med. Klaus Hellwagner

Conflict of interest (COI) Regeln für die 2015 ERC Guidelines
COI Erklärungen aller Autoren der ERC Guidelines 2015 unter
www.grc-org.de/leitlinien2015literatur

Übersetzer
Dr. med. Thomas Ahne; Prof. Dr. med. Hans Richard Arntz; Dr. Jan Bahr; Univ. Prof. Dr. Michael Baubin; Priv.-Doz. Dr. med Stefan Beckers; Dr. med. Stefan Braunecker; Dr. med. Michael Bujard; Prof. Dr. med. Gudrun Burda; Dr. med. Francesco Cardona; Dr. rer. nat. Dr. med. Burkhard Dirks; Prof. Dr. med. Volker Dörges; Priv.-Doz. Dr. med. Christoph Bernhard Eich; Prof. Dr. med. Matthias Fischer; Prof. Dr. med. Hendrik W. Gervais; Bernhard Gliwitzky; Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner; Prof. Dr. med. Robert Greif; Dr. med. Elisabeth Gruber; Dr. med. Ulrich Jost; Dr. med. Jörg Helge Junge; Dr. med. Ulrich Kreth; Dr. med. Andreas Kündig; Priv.-Doz. Dr. med. Martin Luginbühl; Prof. Dr. med. Michael Müller; Priv.-Doz. Dr. med. Markus Roessler; Dr. med. Jens-Christian Schwindt; Dr. med. Tamino Trübenbach; Dr. med. Peter Vandenesch

Copy-Editing: Angela Kreimeier
Beratung und Produktion: eickhoff kommunikation GmbH, Köln
Gestaltung und Druck: Arcus Marketing Michael Soukop e.K., Hechingen

*Copyrighthinweise siehe S. 316.

European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015

Koenraad G. Monsieurs*, Jerry P Nolan, Leo L Bossaert, Robert Greif, Ian K Maconochie, Nikolaos I Nikolaou, Gavin D Perkins, Jasmeet Soar, Anatolij Truhlář, Jonathan Wyllie and David A Zideman on behalf of the ERC Guidelines 2015 Writing Group**

Koenraad G Monsieurs
Emergency Medicine, Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Antwerp, Antwerp, Belgium and Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Ghent, Ghent, Belgium
*Corresponding author
Jerry P Nolan
Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Royal United Hospital, Bath, UK and Bristol University, UK
Leo L Bossaert.
University of Antwerp, Antwerp, Belgium
Robert Greif
Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, University Hospital Bern and University of Bern, Bern, Switzerland
Ian K Maconochie
Paediatric Emergency Medicine Department, Imperial College Healthcare NHS Trust and BRC Imperial NIHR, Imperial College, London, UK
Nikolaos I Nikolaou
Cardiology Department, Konstantopouleio General Hospital, Athens, Greece
Gavin D Perkins
Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, UK
Jasmeet Soar
Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Southmead Hospital, Bristol, UK
Anatolij Truhlář
Emergency Medical Services of the Hradec Králové Region, Hradec Králové, Czech Republic and Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Hradec Králové, Hradec Králové, Czech Republic
Jonathan Wyllie
Department of Neonatology, The James Cook University Hospital, Middlesbrough, UK
David A Zideman
Imperial College Healthcare NHS Trust, London, UK

****ERC Guidelines 2015 Writing Group**
Gamal Eldin Abbas Khalifa, Annette Alfonzo, Hans-Richard Arntz, Helen Askitopoulou, Abdelouahab Bellou, Farzin Beygui, Dominique Biarent, Robert Bingham, Joost JLM Bierens, Bernd W Böttiger, Leo L Bossaert, Guttorm Brattebø, Hermann Brugger, Jos Bruinenberg, Alain Cariou, Pierre Carli, Pascal Cassan, Maaret Castrén, Athanasios F Chalkias, Patricia Conaghan, Charles D. Deakin, Emmy DJ De Buck, Joel Dunning, Wiebe De Vries, Thomas R Evans, Christoph Eich, Jan-Thorsten Gräsner, Robert Greif, Christina M Hafner, Anthony J Handley, Kirstie L Haywood, Silvija Hunyadi-Antičević, Rudolph W. Koster, Anne Lippert, David J Lockey, Andrew S Lockey, Jesús López-Herce, Carsten Lott, Ian K Maconochie Spyros D. Mentzelopoulos, Daniel Meyran, Koenraad G. Monsieurs, Nikolaos I Nikolaou, Jerry P Nolan, Theresa Olasveengen Peter Paal, Tommaso Pellis, Gavin D Perkins, Thomas Rajka, Violetta I Raffay, Giuseppe Ristagno, Antonio Rodríguez-Núñez, Charles Christoph Roehr, Mario Rüdiger, Claudio Sandroni, Susanne Schunder-Tatzber, Eunice M Singletary, Markus B. Skrifvars Gary B Smith, Michael A Smyth, Jasmeet Soar, Karl-Christian Thies, Daniele Trevisanuto, Anatolij Truhlář, Philippe G Vandekerckhove, Patrick Van de Voorde, Kjetil Sunde, Berndt Urlesberger, Volker Wenzel, Jonathan Wyllie, Theodoros T Xanthos, David A Zideman.

Inhalt

Vorwort 09
Einleitung 12

Zusammenfassung der wichtigsten Änderungen seit den Leitlinien 2010 14
- Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und automatisierte externe Defibrillation 14
- Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene 17
- Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen 19
- Postreanimationsbehandlung 26
- Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern 27
- Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen 29
- Akutes Koronarsyndrom 31
- Erste Hilfe 35
- Grundlagen der Ausbildung in Reanimation 36
- Ethik der Reanimation und Entscheidungen am Lebensende 38

Der internationale Konsens über die wissenschaftlichen Grundlagen 39
Von der Wissenschaft zu den Leitlinien 42

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und automatisierte externe Defibrillation 43
- Kreislaufstillstand 44
- Die Überlebenskette 44
- Notfallzeugen müssen sofort handeln 46

- Erkennen des Kreislaufstillstands 47
- Die Rolle des Leitstellendisponenten 48
- BLS-Ablauf beim Erwachsenen 49
- Atemwegsverlegung durch Fremdkörper (Ersticken) 74
- Wiederbelebung von Kindern und Ertrinkungsopfern 81

Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene 83
- Vermeidung des innerklinischen Kreislaufstillstands 83
- Vorbeugen des außerklinischen plötzlichen Herztods („sudden cardiac death“, SCD) 84
- Präklinische Reanimation 84
- Innerklinische Reanimation 86
- Algorithmus zur Advanced-Life-Support-Behandlung 96
- Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR) 114
- Defibrillation 115
- Atemwegsmanagement und Beatmung 117
- Medikamente und Infusionen im Kreislaufstillstand 118
- CPR-Techniken und -Geräte 122
- Peri-Arrest-Arrhythmien 124

Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen 130
- Besondere Umstände 130
- Besonderes Umfeld 139
- Besondere Patienten 148

Postreanimationsbehandlung 153
• Postreanimationssyndrom 153
• Atemweg und Atmung 156
• Kreislauf 157
• Behinderung (Optimierung der neurologischen Erholung) 162
• Prognoseerstellung 170
• Rehabilitation 177
• Organspende 178
• Screening auf vererbbare Erkrankungen 178
• Cardiac-Arrest-Zentren 179

Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern 180
• Lebensrettende Basismaßnahmen bei Kindern 180
• Wann soll Hilfe gerufen werden? 192
• Automatisierter externer Defibrillator (AED) und BLS 193
• Stabile Seitenlage 193
• Fremdkörperverlegung der Atemwege („foreign body airway obstruction“, FBAO) 194
• Erweiterte lebensrettende Maßnahmen bei Kindern 200
• Defibrillatoren 218
• Arrhythmien 225
• Besondere Umstände 229
• Postreanimationsbehandlung 230
• Prognose nach einem Atem-Kreislauf-Stillstand 232
• Anwesenheit der Eltern 232

Versorgung und Reanimation des Neugeborenen 234
• Vorbereitung 234
• Abnabelungszeitpunkt 237
• Wärmemanagement 238
• Initiale Beurteilung 238
• Beendigung von bzw. Verzicht auf Reanimationsmaßnahmen 257
• Kommunikation mit den Eltern 259
• Postreanimationsbehandlung 259
• Briefing/Debriefing 260

Initiales Management des akuten Koronarsyndroms 262
• Diagnose und Risikostratifizierung bei akutem Koronarsyndrom 264
• Behandlung von akuten Koronarsyndromen – Symptome 270
• Kausale Behandlung des akuten Koronarsyndroms 271
• Reperfusionsstrategie bei Patienten mit STEMI 273

Erste Hilfe (First Aid) 283
• Erste Hilfe bei medizinischen Notfällen 284
• Erste Hilfe bei Notfällen durch Trauma 290
• Erste-Hilfe-Ausbildung 295

Prinzipien der Ausbildung in Reanimation 296
• Trainingsstrategien für die Basismaßnahmen 296
• Fortgeschrittenentraining 300
• Implementierung und das Management der Änderungen 301

- Einfluss der Leitlinien 301
- Nutzung der Informationstechnologie und sozialer Medien 302
- Messung der Effizienz von Reanimationssystemen 302
- Debriefing nach Reanimationen im innerklinischen Bereich 302
- Medizinische Notfallteams (MET) für Erwachsene 303
- Training in Bereichen mit limitierten Ressourcen 304

Ethik der Reanimation und Entscheidungen am Lebensende 305

- Das Prinzip der Patientenautonomie 305
- Das Prinzip der Fürsorge 305
- Das Prinzip der Schadensvermeidung 305
- Das Prinzip der Gerechtigkeit und des gleichberechtigten Zugangs 306
- Medizinische Aussichtslosigkeit 306
- Vorausverfügungen 308
- Patientenzentrierte Versorgung 308
- Nichteinleiten oder Abbruch der Reanimation 310
- Kreislaufstillstand bei Kindern 311
- Durchführung von Maßnahmen an gerade Verstorbenen 314
- Forschung und informierte Einwilligung 315
- Audit des innerklinischen Kreislaufstillstands und Registeranalysen 315

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Damen und Herren,

1992, 1998, 2000, 2005, 2010, 2015 – zum sechsten Mal publiziert der European Resuscitation Council (ERC) am 15. Oktober 2015 die Leitlinien zur Reanimation für Europa, und seit 2000 basieren diese auf dem „International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations" des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Das ILCOR überprüft seither alle 5 Jahre – unter Beteiligung von Experten aller Kontinente – die Weltliteratur auf Publikationen, die für den Weg und den Erfolg einer Wiederbelebung über die gesamte Rettungskette relevant sind und stellt die Antworten auf sehr viele entscheidende Fragestellungen zusammen. Die ILCOR Mitglieder, also die Reanimationsgesellschaften der einzelnen Kontinente, geben auf dieser Basis und angepasst an die Gegebenheiten in ihrem jeweiligen Bereich Leitlinien zur Reanimation heraus. Für Europa sind dies die „European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015".

Diese Leitlinien stellen detailliert die wissenschaftliche Basis und die resultierenden Therapieempfehlungen in zehn Einzelkapiteln dar. Darunter befinden sich auch allgemeingültige Empfehlungen

zur Ausbildung und zur Ethik am Lebensende. Um Ihnen einen möglichst schnellen Überblick zu ermöglichen, haben wir für Sie in diesem Taschenbuch die wesentlichen Aussagen aus allen Kapiteln als Kurzfassung zusammengestellt.

Die zentralen Aussagen zur Durchführung einer Reanimation wurden 2015 im Wesentlichen beibehalten, viele wurden weiter präzisiert. So gilt nach wie vor: fest und schnell drücken, ohne Pausen, beatmen wenn möglich auch durch Laien, frühe Defibrillation; Kinder im Zweifelsfall reanimieren wie Erwachsenen. Und es ändert sich vieles in der Bewertung oder im Detail: so wird großer Wert auf die Möglichkeiten des Leitstellendisponenten für Diagnose und Ersthelferreanimation gelegt – die „Telefonreanimation“. Wir sind davon überzeugt, dass der entscheidende Weg zu größerem Erfolg und zu mehr Überleben nicht primär über Medikation und weitere Geräte sondern über mehr ausgebildete Ersthelfer, intelligente Alarmierungssysteme für Ersthelfer und eine deutliche Zunahme der Laienreanimation führt. Die Laien möchten wir schon als Kinder und Jugendliche dafür gewinnen. Und das steht nun erstmals auch so in den Leitlinien. Für Deutschland ist die entsprechende Empfehlung der Kultusministerkonferenz aus 2014 hier ein Meilenstein, international ist es die Unterstützung unserer Initiative „Kids save lives“ – zwei Stunden Unterricht in Wiederbelebung pro Jahr ab der 7. Klasse – durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Dass Sie diese neuen Leitlinien von Anfang an auf Deutsch in Händen halten verdanken wir einer sehr engagierten Gruppe von Übersetzern aus Deutschland (German Resuscitation Council, GRC), Österreich (Austrian Resuscitation Council, ARC) und der Schweiz (Swiss Resuscitation Council, SRC). Ganz herzlichen Dank dafür!

Ihnen allen wünschen wir viel Vergnügen beim Lesen und sehr viel Erfolg für Ihre Patienten mit den neuen Leitlinien und unseren interdisziplinären Kampagnen zur Verbesserung der Laienreanimation.

Köln und Ulm, im Oktober 2015

Bernd Böttiger
Vorsitzender des GRC

Burkhard Dirks
Altvorsitzender des GRC

Danksagung
Viele Kollegen haben die Autoren bei der Vorbereitung dieser Leitlinie unterstützt. Speziell danken möchten wir An de Waele, Annelies Pické, Hilary Phelan und Bart Vissers, Mitarbeiter des ERC Office für ihre organisatorische Unterstützung und für die Koordinationsarbeit für Algorithmen und Abbildungen. Wir sind auch Rosette Vanlangendonck und Luke Nolan für ihre Bearbeitung der Zitate zu Dank verpflichtet. Die Übersetzer danken Angela Kreimeier für ihre Hilfe durch sorgfältiges Copy-Editing.

Einleitung

Diese Kurzdarstellung zeigt die wesentlichen Behandlungsalgorithmen für die Wiederbelebung von Kindern und Erwachsenen dar und hebt die wichtigsten Leitlinienänderungen seit 2010 hervor. Für jedes der zehn Kapitel, die als Einzelartikel in Notfall- und Rettungsmedizin 18 (2015), Heft 8 publiziert werden, wird eine detaillierte Anleitung gegeben.

Die Kapitel der ERC Leitlinien 2015 sind:

1. Kurzdarstellung
2. Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren[1]
3. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene[2]
4. Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen[3]
5. Postreanimationsbehandlung[4]
6. Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern[5]
7. Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen[6]
8. Das initiale Management des akuten Koronarsyndroms[7]
9. Erste Hilfe[8]
10. Ausbildung und Implementierung der Reanimation[9]
11. Ethik der Reanimation und Entscheidungen am Lebensende[10]

Die Literaturhinweise beziehen sich auf das Literaturverzeichnis im Internet unter www.grc-org.de/leitlinien2015literatur.

Die folgenden ERC-Leitlinien 2015 definieren nicht den einzigen Weg zur Reanimation; sie repräsentieren nur eine weitgehend akzeptierte Ansicht, wie Wiederbelebung sicher und effektiv durchgeführt werden soll. Die Publikation neuer überarbeiteter Behandlungsempfehlungen bedeutet nicht, dass die bisherige Behandlung unsicher oder ineffektiv ist.

Zusammenfassung der wichtigsten Änderungen seit den Leitlinien 2010

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und die Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren

- Die Leitlinien von 2015 betonen die besondere Bedeutung der Interaktion zwischen dem Leitstellendisponenten und dem die Wiederbelebung durchführenden Zeugen des Ereignisses (Notfallzeugen), sowie der zeitnahen Verfügbarkeit eines Defibrillators. Eine effektive koordinierte Reaktion auf ein kardiales Ereignis, welche diese Elemente zusammenführt, verbessert das Überleben nach einem Kreislaufstillstand außerhalb eines Krankenhauses.

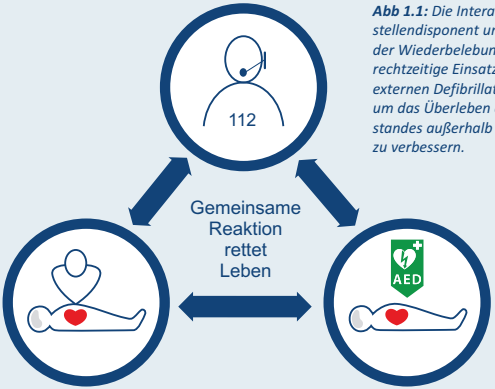


Abb 1.1: *Die Interaktion zwischen Leitstellendisponent und dem Notfallzeugen, der Wiederbelebung durchführt, sowie der rechtzeitige Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators sind der Schlüssel, um das Überleben eines Kreislaufstillstandes außerhalb eines Krankenhauses zu verbessern.*

- Der Leitstellendisponent spielt eine entscheidende Rolle bei der frühzeitigen Diagnose eines Kreislaufstillstands, der leitstellengeführten Reanimation (Telefonreanimation) und dem Lokalisieren und Einsetzen eines externen automatisierten Defibrillators (AED).

- Ein Notfallzeuge, der darin geschult und dazu in der Lage ist, soll den Zustand des kollabierten Patienten zügig beurteilen, indem er feststellt, ob der Kollabierte nicht reagiert und nicht normal atmet und dann sofort den Rettungsdienst alarmiert.

- Der Patient, der nicht reagiert und nicht normal atmet, hat einen Kreislaufstillstand und benötigt eine Herz-Lungen Wiederbelebung (CPR). Notfallzeugen und Leitstellendisponenten sollen bei jedem krampfenden Patienten an einen Kreislaufstillstand denken und sorgfältig klären, ob der Patient normal atmet.

- Bei Patienten im Kreislaufstillstand sollen in jedem Fall Thoraxkompressionen durchgeführt werden. Notfallzeugen die dazu ausgebildet und in der Lage sind eine Atemspende durchzuführen, sollen Herzdruckmassage und Atemspende kombinieren. Da wir nicht davon überzeugt sind, dass eine Wiederbelebung allein durch Thoraxkompressionen einer Standardwiederbelebung gleichwertig ist, empfehlen wir weiterhin die bisher praktizierte Vorgehensweise.

- Qualitativ hochwertige Wiederbelebung ist entscheidend für eine Verbesserung des Ergebnisses (Outcome). Die Thoraxkompressionen

bei der Wiederbelebung sollen ausreichend tief sein (beim durchschnittlichen Erwachsenen ungefähr 5 cm jedoch nicht mehr als 6 cm) mit einer Kompressionsfrequenz von 100–120 pro Minute bei minimierten Unterbrechungen. Nach jeder Kompression muss der Brustkorb vollständig entlastet werden. Beatmet der Helfer, dann sollen die Atemspenden 1 Sekunde dauern und zu einer deutlich sichtbaren Hebung des Brustkorbs führen. Das Verhältnis von Herzdruckmassage zu Beatmung bleibt 30:2. Unterbrechen Sie die Thoraxkompressionen für die Beatmung nicht länger als 10 Sekunden.

- Defibrillation innerhalb von 3–5 Minuten nach dem Kollaps kann zu Überlebensraten von 50–70% führen. Eine frühzeitige Defibrillation kann durch Notfallzeugen unter Verwendung von öffentlichen oder hauseigenen AEDs durchgeführt werden. An Orten mit hohem Publikumsverkehr sollen Programme mit öffentlichem Zugang zu AEDs etabliert werden.

- Der Ablauf der Wiederbelebungsmaßnahmen für Erwachsene kann auch bei Kindern, die nicht ansprechbar sind und nicht normal atmen, sicher verwendet werden. Die Thoraxkompression bei Kindern soll mindestens ein Drittel des Brustdurchmessers betragen (für Kleinkinder sind das 4 cm, für Schulkinder 5 cm).

- Die Verlegung der Atemwege durch einen Fremdkörper ist ein medizinischer Notfall und erfordert sofortige Behandlung durch Schläge auf den Rücken; wenn dies die Verlegung nicht löst, durch Oberbauchkompressionen. Reagiert der Patient nicht mehr, müssen Wiederbelebungsmaßnahmen durchgeführt und Hilfe herbeigerufen werden.

Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene

Die ERC-ALS-Leitlinien von 2015 betonen noch stärker die Bedeutung einer verbesserten Patientenversorgung und einer Umsetzung dieser Leitlinien, um das patientenorientierte Ergebnis zu optimieren.[11] Die wesentlichsten Änderungen seit 2010 sind:

- Der Einsatz innerklinischer Notfallteams („rapid response team", RRT) zur Versorgung des sich verschlechternden Patienten und Vermeidung eines innerklinischen Kreislaufstillstands ist weiterhin sehr wichtig.

- Anhaltende Betonung der nur minimal unterbrochenen, hochqualitativen Thoraxkompressionen während jeglicher ALS-Maßnahme: Thoraxkompressionen dürfen nur kurz für ganz spezielle Interventionen unterbrochen werden. Dies beinhaltet auch, die Thoraxkompressionen für einen Defibrillationsversuch nur minimal zu unterbrechen.

- Weiterer Fokus auf die Anwendung selbst haftender Defibrillations-Pads und eine Strategie zur Minimierung der Thoraxkompressionspause vor der Defibrillation, obwohl wir wissen, dass nach wie vor gelegentlich Defi-Paddles verwendet werden.

- Im Rahmen des neuen Kapitels über ALS-Monitoring wird verstärkt die Verwendung der Kapnographie betont, um die Lage des Endotrachealtubus zu bestätigen, diese und die Reanimationsqualität kontinuierlich zu überwachen sowie frühzeitig einen Hinweis auf den Wiedereintritt eines Spontankreislaufs („return of spontaneous circulation“, ROSC) zu erhalten.

- Es gibt zahlreiche Methoden des Airway-Managements während der Reanimation; ein schrittweiser Zugang, abhängig von Patientenfaktoren, aber auch von den Fertigkeiten des Helfers, wird empfohlen.

- Die Empfehlungen zur medikamentösen Therapie während der Reanimation haben sich nicht geändert. Es besteht aber eine größere Ambivalenz bezüglich der Rolle der Medikamente für ein verbessertes Reanimationsergebnis.

- Die routinemäßige Anwendung mechanischer Reanimationsgeräte wird nicht empfohlen. Jedoch stellen diese eine sinnvolle Alternative in Situationen dar, wo durchgehende qualitativ hochwertige manuelle Thoraxkompressionen nicht durchgeführt werden können oder für den Ersthelfer ein Sicherheitsrisiko darstellen.

- Die Verwendung des Ultraschalls kann zur Feststellung reversibler Ursachen eines Kreislaufstillstands eine Rolle spielen.

- Extrakorporale lebensrettende Techniken können im Einzelfall als rettende Maßnahmen eine Rolle spielen, wenn Standard-ALS-Maßnahmen nicht erfolgreich sind.

Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen

Besondere Umstände
Dieses Kapitel wurde konzipiert, um die potenziell reversiblen Ursachen eines Kreislaufstillstands darzustellen, die bei jeder Reanimation gefunden oder ausgeschlossen werden müssen. Sie sind in zwei Vierergruppen unterteilt – die 4 Hs: Hypoxie, Hypo- oder Hyperkaliämie und andere Elektrolytstörungen, Hypo- oder Hyperthermie und Hypovolämie. Und die HITS:

Herzbeuteltamponade, Intoxikation, Thrombose der Herzkranzgefäße oder der Lungenarterien und Spannungspneumothorax

- Überleben nach einem asphyxiebedingten Kreislaufstillstand ist selten, und Überlebende haben oft schwere neurologische Beeinträchtigungen. Daher ist während der Reanimation die frühzeitige Beatmung unter Sauerstoffzugabe essenziell.

- Der Kreislaufstillstand durch Elektrolytstörungen kann durch ein hohes Maß an klinischem Argwohn und durch aggressives Vorgehen verhindert werden. Der neue Algorithmus liefert eine klinische Anleitung zur Behandlung der lebensbedrohlichen Hyperkaliämie.

- Unterkühlte Patienten ohne Zeichen einer Kreislaufinstabilität (systolischer Blutdruck > 90 mmHg, keine ventrikulären Arrhythmien oder Kerntemperatur > 28 °C) können extern unter Verwendung minimal invasiver Techniken (d.h. Warmluftgebläse und warme Infusionen) wiedererwärmt werden. Patienten mit Anzeichen kardialer Instabilität sollen direkt in ein Zentrum transportiert werden, das auf extrakorporale Herz- und Lungenunterstützung (ECLS) spezialisiert ist.

- Frühzeitiges Erkennen und sofortige Behandlung mit intramuskulärem Adrenalin bleiben die wichtigsten Säulen in der Notfallbehandlung der Anaphylaxie.

- Ein neuer Behandlungsalgorithmus für den traumabedingten Kreislaufstillstand wurde entwickelt, um die Reihenfolge der lebensrettenden Maßnahmen zu priorisieren.

- Ein Transport unter CPR mag bei ausgewählten Patienten nutzbringend sein, wenn ein sofortiger Zugang zu einer klinischen Herzkatheterintervention gegeben ist und Erfahrung mit der perkutanen Koronarintervention (PCI) unter laufender Reanimation besteht.

- Die Empfehlungen hinsichtlich der Fibrinolyse beim Verdacht auf Lungenembolie als Ursache des Kreislaufstillstands bleiben unverändert.

Besondere Umgebung

Der Bereich „besondere Umgebung“ beinhaltet Empfehlungen für die Behandlung des Kreislaufstillstands unter besonderen Umfeldbedingungen. Diese sind z.B. spezialisierte Gesundheitseinrichtungen, wie Operationssäle, Herzchirurgie, Katheterlabor, Dialyseeinheit, Zahn- und Kieferchirurgie, aber auch Passagier-

und Ambulanzflugzeuge, Sportanlagen und Notfälle bei Outdoor-Aktivitäten, wie z.B. Ertrinken, unwegsames Gelände, Notfälle in großer Höhe, Lawinenverschüttung, Blitzschlag, Stromunfälle oder der Massenanfall von Notfallpatienten.

- Ein neuer Abschnitt in den Leitlinien deckt die üblichen Ursachen und relevanten Änderungen der Reanimationsmaßnahmen bei chirurgischen Eingriffen ab.

- Bei Patienten nach großer Herzchirurgie ist der Schlüssel zur erfolgreichen Wiederbelebung das schnelle Erkennen der Notwendigkeit einer Resternotomie, insbesondere bei Herzbeteltamponade oder Blutung, wo externe Thoraxkompressionen wahrscheinlich ineffektiv sind.

- Kreislaufstillstand durch defibrillierbare Arrhythmien – Kammerflimmern (VF) oder pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT) – während Herzkatheterinterventionen soll durch drei sofort aufeinanderfolgende Defibrillationen vor dem Beginn von Thoraxkompressionen behandelt werden. Der Einsatz mechanischer Thoraxkompressionsgeräte während der Angiographie wird empfohlen, um hochwertige Thoraxkompressionen sicherzustellen und die Strahlenbelastung des Personals während der Koronarangiographie unter laufender Reanimation zu vermindern.

- AEDs und adäquates Reanimationsequipment sollen verbindlich an Bord aller kommerziellen Flugzeuge in Europa vorgehalten werden, einschließlich Regional- und Billigflieger. Wenn die Platzverhältnisse an Bord konventionelle Wiederbelebungsmethoden ausschließen, ist an die „Überkopfmethode“ der Reanimation zu denken.

- Der plötzliche und unerwartete Kollaps eines Wettkämpfers auf der Sportanlage ist wahrscheinlich kardial bedingt und erfordert schnelles Erkennen und frühe Defibrillation.

- Eine Submersionszeit von mehr als zehn Minuten ist mit einem schlechten Outcome vergesellschaftet. Ersthelfer spielen daher eine wichtige Rolle in der frühen Rettung und Wiederbelebung von Ertrunkenen. Oxygenierung und Beatmung bilden weiterhin die Schwerpunkte in den Reanimationsbemühungen beim Atem- oder Kreislaufstillstand.

- Die Chancen für eine gute Erholung nach Kreislaufstillstand in unwegsamem Gelände oder in den Bergen können wegen des schwierigen Zugangs und langer Transportzeiten vermindert sein. Daher spielen die Luftrettung und die Verfügbarkeit von AEDs in abgelegenen, aber viel besuchten Gebieten eine große Rolle.

- Die Abbruchkriterien für eine verlängerte Wiederbelebung und extrakorporale Wiedererwärmung bei Lawinenopfern werden strenger gehandhabt, um die Anzahl aussichtsloser Fälle mit extrakorporaler Herz- und Lungenunterstützung (ECLS) zu reduzieren.

- Es wird an die Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen bei der Reanimation von Stromunfallopfern erinnert.

- Wenn beim Massenanfall von Patienten die Anzahl der Notfallopfer die Ressourcen des Rettungsdienstes übersteigt, sollen keine Reanimationsmaßnahmen bei Patienten ohne Lebenszeichen unternommen werden.

Besondere Patienten

Der Abschnitt über spezielle Patienten liefert Anleitungen zur Wiederbelebung von Patienten mit ernsthaften Begleiterkrankungen, wie z.B. Asthma, Herzinsuffizienz mit Herzunterstützungssystemen, neurologischen Erkrankungen oder Fettleibigkeit, und solchen mit physiologischen Besonderheiten, wie z.B. Schwangerschaft oder hohem Lebensalter.

- Bei Patienten mit Herzunterstützungssystemen („ventricular assist device", VAD) kann die Feststellung eines Kreislaufstillstands schwierig sein. Wenn innerhalb der ersten zehn Tage

nach Herzchirurgie ein Kreislaufstillstand nicht auf Defibrillation anspricht, soll sofort eine Resternotomie vorgenommen werden.

- Patienten mit einer Subarachnoidalblutung (SAB) können EKG-Veränderungen haben, die ein akutes Koronarsyndrom (ACS) vermuten lassen. Es ist daher von der klinischen Einschätzung abhängig, ob man eine Computertomographie vor oder nach einer Herzkatheterintervention veranlasst.

- Bei fettleibigen Patienten werden keine Änderungen in der Abfolge der Reanimationsmaßnahmen empfohlen, wenngleich hier effektive CPR eine große Herausforderung darstellt. Es soll aber an einen häufigeren Wechsel der Helfer als im üblichen 2-Minuten-Intervall gedacht werden. Es wird die frühe endotracheale Intubation empfohlen.

- Für die schwangere Frau im Kreislaufstillstand werden weiterhin hochwertige CPR-Maßnahmen mit manueller Uterusverlagerung empfohlen, ebenso frühzeitige ALS-Maßnahmen und die Entbindung des Fetus, wenn es nicht schnell zum Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC) kommt.

Postreanimationsbehandlung

Das Kapitel wurde neu in die Leitlinien des European Resuscitation Council aufgenommen. 2010 war die Thematik Bestandteil des Kapitels ALS.[12] Der ERC hat bei der Erstellung dieser Leitlinien zur Postreanimationsbehandlung mit Vertretern der European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) zusammengearbeitet, die die Bedeutung einer qualitativ hochwertigen Postreanimationsbehandlung als wesentliches Glied der Überlebenskette betonen.[13]

Die wichtigsten Änderungen in der Postreanimationsbehandlung seit 2010 sind:

- Die Notwendigkeit einer vordringlichen Koronarangiographie (Herzkatheteruntersuchung) und perkutanen koronaren Intervention (PCI) nach außerklinischem Kreislaufstillstand mit vermutet kardialer Ursache wird noch stärker betont.

- Ein zielgerichtetes Temperaturmanagement bleibt wichtig, aber es besteht jetzt auch die Option, eine Temperatur von 36°C statt wie bisher 32–34 °C anzustreben. Fieber zu vermeiden bleibt sehr wichtig.

Die Literaturhinweise beziehen sich auf das Literaturverzeichnis im Internet unter www.grc-org.de/leitlinien2015literatur.

- Prognoseerstellungen werden jetzt anhand einer multimodalen Strategie vorgenommen. Dabei liegt der Schwerpunkt darauf, einer neurologischen Erholung und vollständigen Eliminierung verabreichter Sedativa genügend Zeit zu geben.

- Es wurde ein neuer Abschnitt hinzugefügt, welcher sich mit der Rehabilitation nach einem überlebten Kreislaufstillstand befasst. Die Empfehlungen beinhalten den systematischen Aufbau der Nachbetreuung, die ein Screening auf mögliche kognitive und emotionale Defizite und die Erteilung von Auskünften beinhaltet.

Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern

Die Leitlinien wurden auf der Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse überarbeitet und im Sinne von Ausbildung und Merkbarkeit vereinfacht.

Lebensrettende Basismaßnahmen

- Die Dauer für einen Atemhub ist etwa 1 Sekunde und entspricht damit dem Vorgehen bei Erwachsenen.

- Bei Thoraxkompressionen soll der untere Teil des Sternums mindestens um ein Drittel des anteroposterioren Durchmessers des Brustkorbs, bzw. um 4 cm beim Säugling und 5 cm beim Kind, komprimiert werden.

Behandlung kritisch kranker Kinder

- Falls ein Kind mit fieberhafter Erkrankung keine Anzeichen eines septischen Schocks aufweist, soll nur vorsichtig Flüssigkeit verabreicht und danach reevaluiert werden. Bei einigen Formen des septischen Schocks ist die restriktive Gabe einer isotonen, kristalloiden Lösung im Vergleich zur großzügigen von Vorteil.

- Bei der Kardioversion einer supraventrikulären Tachykardie (SVT) wurde die initiale Dosis auf 1 J/kgKG geändert.

Algorithmus des Kreislaufstillstands bei Kindern

Viele Punkte stimmen nun mit dem Erwachsenenalgorithmus überein.

Postreanimationsbehandlung

- Fieber soll bei prähospital versorgten Patienten nach erfolgreicher Wiederherstellung des Kreislaufs (ROSC) vermieden werden.

- Die Zieltemperatur bei Kindern nach erfolgreicher Wiederherstellung des Kreislaufs ist Normothermie oder eine milde Hypothermie.

- Es gibt keinen einzelnen Prognosefaktor, der für sich allein die Dauer der Reanimationsmaßnahmen bestimmt.

Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen

Die neuen Leitlinien 2015 zur Stabilisierung und Reanimation des Neugeborenen beinhalten folgende wesentliche Veränderungen:

- Unterstützung der Anpassung: Die Situation nach der Geburt ist einzigartig im Leben. Neugeborene benötigen selten eine vollständige Reanimation, aber mitunter stabilisierende Maßnahmen. Der Terminus „Unterstützung der Anpassung" wurde zur besseren Unterscheidung zwischen Reanimationsmaßnahmen, die Organfunktionen wiederherstellen sollen, und unterstützenden Maßnahmen während der Umstellung des Körpers eingeführt.

- Abnabeln: Für unbeeinträchtigte, gesunde Neugeborene wird ein verzögertes Abnabeln, frühestens eine Minute nach der Geburt, empfohlen. Dies gilt für reife Neugeborene und Frühgeborene. Für Neugeborene, die Reanimationsmaßnahmen benötigen, können derzeit aufgrund fehlender Daten keine Empfehlungen bezüglich des idealen Zeitpunkts des Abnabelns gegeben werden.

- Temperatur: Die Körpertemperatur von nicht asphyktischen Neugeborenen soll zwischen 36,5 und 37,5 °C gehalten werden. Da das Wärmemanagement für gesunde Neugeborene einen

großen Einfluss auf Morbidität und Mortalität hat, soll in diesen Leitlinien nochmals besonders darauf hingewiesen werden. Die Körpertemperatur bei Aufnahme soll immer dokumentiert und als Prädiktor für das Outcome und als Qualitätsmerkmal der Versorgung angesehen werden.

- Wärmemanagement bei Frühgeborenen: Bei Frühgeborenen <32 Schwangerschaftswochen ist eine Kombination von mehreren Maßnahmen notwendig, um nach der Geburt während der Aufnahme und Stabilisierung eine Temperatur von 36,5 bis 37,5 °C zu erreichen und aufrechtzuerhalten. Dies kann gewärmte und befeuchtete Atemgase, eine Erhöhung der Raumtemperatur und zusätzlich das Einwickeln von Körper und Kopf (unter Aussparung des Gesichts) in eine Plastikfolie und/oder eine Versorgung auf einer Wärmematratze beinhalten. Alle diese Maßnahmen können eine Hypothermie verhindern.

- Optimale Bestimmung der Herzfrequenz: Bei Neugeborenen, die Reanimationsmaßnahmen benötigen, wird angeregt, ein EKG zur schnellen und sicheren Bestimmung der Herzfrequenz zu verwenden.

- Mekonium: Ein avitales Neugeborenes mit Mekonium soll nicht mehr routinemäßig, sondern nur noch bei Verdacht auf eine

Obstruktion der Trachea tracheal intubiert werden. Entscheidend ist, bei fehlender oder insuffizienter Spontanatmung innerhalb der ersten Lebensminute mit einer Beatmung zu beginnen und diese nicht zu verzögern.

- Raumluft/Sauerstoff: Die Beatmung eines reifen Neugeborenen soll mit Raumluft beginnen. Für Frühgeborene kann anfangs ebenfalls Raumluft oder eine geringe Sauerstoffkonzentration (bis 30%) verwendet werden. Wenn es trotz effektiver Beatmungen zu keinem zufriedenstellenden Anstieg der Sauerstoffkonzentration kommt (idealerweise über Pulsoxymetrie gemessen), soll eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration in Erwägung gezogen werden.

- CPAP: Für ein spontan atmendes Neugeborenes mit Zeichen einer angestrengten Atmung hat eine Atemunterstützung mittels CPAP einen höheren Stellenwert als eine Intubation.

Akutes Koronarsyndrom

Im Folgenden sind die wichtigsten neuen Ansichten und Änderungen zu den Empfehlungen für Diagnostik und Behandlung des akuten Koronarsyndroms (ACS) seit den ERC-Guidelines 2010 zusammengefasst:

Diagnostische Maßnahmen bei ACS

- Die prähospitale Registrierung eines 12-Ableitungs-Elektrokardiogramms (EKG) bei Patienten mit Verdacht auf einen ST-Strecken-Hebungsinfarkt (STEMI) beschleunigt nicht nur die prä- bzw. intrahospitale Reperfusion, sondern vermindert auch die Sterblichkeit. Sie wird daher sowohl für Patienten mit geplanter primärer perkutaner Koronarintervention (PPCI) als auch für Patienten, die eine Fibrinolyse erhalten, empfohlen.

- Die STEMI-EKG-Interpretation durch Nichtärzte mit oder ohne Unterstützung durch Computeralgorithmen wird angeregt, wenn eine angemessene diagnostische Qualität durch sorgfältig geführte Qualitätssicherungsprogramme aufrechterhalten werden kann.

- Die prähospitale Aktivierung des Herzkatheterlabors kann nicht nur Behandlungsverzögerungen reduzieren, sondern auch die Patientensterblichkeit verringern.

- Ein negativer Test kardialer „High-Sensitivity"-Troponine (hs-cTn) bei der initialen Untersuchung des Patienten reicht als alleinige Messgröße zum Ausschluss eines ACS nicht aus, kann jedoch bei Patienten mit sehr niedrigem Riskoprofil eine frühe Entlassung rechtfertigen.

Therapeutische Maßnahmen bei ACS

- Bei Patienten mit STEMI-Verdacht kann die Gabe von Adenosindiphosphat(ADP)-Rezeptor-Antagonisten (Clopidogrel, Ticagrelor bzw. mit bestimmten Einschränkungen Prasugrel) prähospital oder in der Notaufnahme bei geplanter PPCI erwogen werden.

- Unfraktioniertes Heparin (UFH) kann entweder schon prähospital oder intrahospital bei Patienten mit STEMI und geplanter PPCI gegeben werden.

- Enoxaparin kann beim STEMI als Alternative zu UFH prähospital gegeben werden.

- Patienten mit akutem Brustschmerz bei vermutetem ACS brauchen keinen zusätzlichen Sauerstoff, sofern sie nicht Zeichen der Hypoxie, Atemnot oder Herzinsuffizienz aufweisen.

Wahl der Reperfusionstherapie bei STEMI

Die Wahl der Reperfusionstherapie wurde unter verschiedenen möglichen lokalen Bedingungen betrachtet:

- Für den Fall, dass die Fibrinolyse die geplante Behandlungsstrategie ist, soll beim STEMI die prähospitale der intrahospitalen Fibrinolyse vorgezogen werden, wenn die Transportzeiten

> 30 Minuten liegen und das Rettungsdienstpersonal gut ausgebildet ist.

- Dort, wo PCI-Kapazitäten vorgehalten werden und verfügbar sind, wird die direkte Auswahl geeigneter Patienten und der Transport zur PCI gegenüber der Fibrinolyse bevorzugt.

- Patienten, die sich mit STEMI in der Notaufnahme eines Krankenhauses ohne PCI-Möglichkeit vorstellen, sollen sofort in ein PCI-Zentrum verlegt werden, sofern die PPCI innerhalb von 120 Minuten (60–90 Minuten für Patienten, die früh gesehen werden, und bei Patienten mit großen Infarkten) durchgeführt werden kann, anderenfalls sollen die Patienten eine Fibrinolyse erhalten und anschließend in ein PCI-Zentrum transportiert werden.

- Patienten, die eine Fibrinolyse in einem Krankenhaus ohne PCI-Möglichkeit erhalten haben, sollen bevorzugt – wenn möglich in den ersten drei bis sechs, maximal 24 Stunden – zu einer frühen Routineangiographie transportiert werden, anstatt abzuwarten, bis sich aus dem Auftreten von Ischämiesymptomen eine Indikation zur Angiographie ergibt.

- Eine PCI in weniger als drei Stunden nach Gabe von Fibrinolytika wird nicht empfohlen. Nur im Falle eines Fibrinolyse-Versagens kann sie infrage kommen.

Entscheidungen über die Reperfusionstherapie im Krankenhaus nach Wiederkehr des Spontankreislaufs („Return of Spontaneous Circulation", ROSC)

- Eine notfallmäßige Beurteilung im Herzkatheterlabor (und sofortige PCI, falls notwendig), ähnlich wie bei Patienten mit STEMI ohne Kreislaufstillstand, wird bei ausgewählten Patienten mit ROSC nach Kreislaufstillstand vermutlich kardialer Genese außerhalb des Krankenhauses (OHCA) und mit ST-Hebung im EKG empfohlen.

- Bei komatösen Patienten mit ROSC nach OHCA vermutlich kardialer Genese ohne ST-Hebung im EKG ist es sinnvoll, daran zu denken, Patienten mit dem höchsten Risiko einer koronaren Ursache des Kreislaufstillstands notfallmäßig im Herzkatheterlabor zu beurteilen.

Erste Hilfe

Ein Kapitel über Erste Hilfe ist erstmalig in die ERC-Leitlinien 2015 eingeschlossen.

Grundlagen der Ausbildung in Reanimation

Zusammenfassung der wichtigsten neuen Bewertungen und Empfehlungen für das Training der Reanimation seit den ERC-Leitlinien 2010:

Training

- Zentren, die über Ressourcen für Anschaffung und Unterhalt von High-Fidelity-Simulationspuppen verfügen, empfehlen wir deren Verwendung. Die Verwendung von Lower-Fidelity-Reanimationspuppen ist aber für alle Niveaus der ERC-CPR-Kurse ausreichend.

- CPR-Feedback-Geräte, die Anweisungen geben, sind sinnvoll, um die Kompressionsfrequenz und -tiefe, die Entlastung und die Handposition zu verbessern. Geräte, die nur Töne abgeben, verbessern nur die Kompressionsfrequenz. Da sich die Helfer dann auf die Frequenz konzentrieren, verschlechtert sich die Kompressionstiefe.

- Die Intervalle für Wiederholungstrainings werden je nach Kursteilnehmern (z.B. Laien- oder professionelle Helfer) unterschiedlich sein. Bekanntermaßen verschlechtern sich die CPR-Fertigkeiten bereits innerhalb von Monaten nach dem Training wieder. Aus diesem Grund sind Strategien mit jährlichem Wiederholungstraining möglicherweise nicht häufig genug.

Auch wenn das optimale Intervall nicht klar ist, scheint häufigeres „niedrig dosiertes“ Wiederholungstraining eine erfolgreiche Strategie zu sein.

- Training in nicht technischen Fertigkeiten, wie Kommunikation, Teamführung und die Aufgabe des Einzelnen im Team, sind eine essenzielle Ergänzung zum Training der technischen Fertigkeiten. Derartige Schulungen sollen in alle „Life Support“-Kurse integriert werden.

- Leitstellenmitarbeiter spielen eine entscheidende Rolle in der Anleitung zur Laien-CPR. Um einem Laien in einer stressbeladenen Situation effizient und klar CPR-Anweisungen geben zu können, benötigen sie ein spezifisches Training.

Implementierung

- Das Debriefing, welches reale Reanimationsdaten miteinbezieht und auf die geleisteten Reanimationsmaßnahmen fokussiert, führt zu klaren Verbesserungen bei den Reanimationsteams. Es gibt eine deutliche Empfehlung, Debriefings für Reanimationsteams durchzuführen.

- Regionale Versorgungssysteme einschließlich “Cardiac Arrest“-Zentren (Zentren zur Behandlung von Kreislaufstillständen) sind zu unterstützen. Sie stehen in Zusammenhang mit gesteigertem

Überleben und verbessertem neurologischem Status bei Patienten nach präklinischen Kreislaufstillständen.

- Es werden neue Systeme entwickelt um Ersthelfer zum nächstgelegenen AED zu führen. Jegliche Technologie, die dafür sorgt, dass Ersthelfer früher mit der CPR, inklusive AED-Anwendung, beginnen können, ist zu unterstützen.

- „Es bedarf eines Systems, um Leben zu retten“ (www.resuscitationacademy.com). Einrichtungen (Rettungs-/Ambulanzorganisationen, „Cardiac Arrest“-Zentren), die Verantwortung in der Gesundheitsversorgung haben und Patienten im Kreislaufstillstand managen, müssen ihre Prozesse so evaluieren, dass sichergestellt wird, dass die zur Verfügung gestellte Behandlung das beste und höchste Maß an Überleben bietet.

Ethik der Reanimation und Entscheidungen am Lebensende

Die ERC-Leitlinien 2015 legen detailliert die ethischen Prinzipien dar, die die kardiopulmonale Reanimation unterstützen.

Der internationale Konsens über die wissenschaftlichen Grundlagen

Mitglieder des International Liaison Committee on Resuscitation (internationaler Ausschuss für die Zusammenarbeit über die Reanimation, ILCOR, www.ilcor.org) sind die American Heart Association (AHA), der European Resuscitation Council (ERC), die Heart and Stroke Foundation of Canada (HSFC), das Australian and New Zealand Committee on Resuscitation (ANZCOR), der Resuscitation Council of Southern Africa (RCSA), die Inter-American Heart Foundation (IAHF) und der Resuscitation Council of Asia (RCA) ein.

Seit 2000 evaluieren Forscher aller ILCOR-Mitgliedsorganisationen die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Reanimation im 5-Jahres-Turnus. Die letzte internationale Consensus-Konferenz fand im Februar 2015 in Dallas statt, die publizierten Schlussfolgerungen und Empfehlungen dieses Prozesses sind die Basis dieser ERC-Leitlinien 2015.

Zusätzlich zu den sechs ILCOR-Task-Forces von 2010 (basic life support (BLS), advanced life support (ALS), acute coronary syndromes (ACS), paediatric life support (PLS), neonatal life support (NLS) und education, implementation and teams (EIT) wurde eine „First Aid"(Erste Hilfe)-Task-Force geschaffen. Die Task-Forces identifizieren Themen, die auf Evidenz untersucht werden müssen

und laden internationale Experten zur Bewertung ein. Wie in 2010, wurde eine umfassende „conflict of interest“ (Interessenkonflikt, COI)-Strategie verfolgt.*

Zu jedem Thema wurden zwei Experten zur unabhängigen Bewertung eingeladen. Ihre Arbeit wurde durch ein neues einmaliges Online-System mit Namen SEERS (Scientific Evidence Evaluation and Review System) unterstützt, das ILCOR entwickelt hat. Um die Qualität der Evidenz und die Stärke der Empfehlung zu bewerten, übernahm ILCOR die GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)-Methodik.[15] An der ILCOR Consensus Conference 2015 nahmen 232 Teilnehmer aus 39 Ländern teil, 64 % der Teilnehmer kamen nicht aus den Vereinigten Staaten. Diese externe Beteiligung stellt sicher, dass die Abschlusspublikation einen echten internationalen Consensus Prozess repräsentiert.

Während der drei Jahre der Vorbereitung dieser Konferenz, werteten 250 Gutachter aus 39 Ländern Tausende relevanter Publikationen mit Peer-Review aus, um 169 spezifische Fragen zur Reanimation zu beantworten, jede im PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome)-Standardformat. Jede wissenschaftliche Stellungnahme fasst die Interpretation des Experten

* Die Literaturhinweise beziehen sich auf das Literaturverzeichnis im Internet unter www.grc-org.de/leitlinien2015literatur.

zu allen relevanten Ergebnissen dieses speziellen Themas zusammen und ist um den Entwurf von Behandlungsempfehlungen der zuständigen ILCOR-Task-Force ergänzt worden. Die abschließende Formulierung der wissenschaftlichen Stellungnahmen und der Behandlungsempfehlungen wurden nach Beurteilung durch die ILCOR-Mitgliedsorganisationen und das Herausgebergremium vervollständigt und in Resuscitation und Circulation als 2015 Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) publiziert.[16,17] Die Mitgliedsorganisationen des ILCOR werden Leitlinien zur Wiederbelebung publizieren, die mit diesem CoSTR-Dokument übereinstimmen, aber auch die geografischen, ökonomischen und systemimmanenten Unterschiede in der Praxis und die Verfügbarkeit von Medizingeräten und Medikamenten berücksichtigen.

Von der Wissenschaft zu den Leitlinien

Diese ERC Leitlinien 2015 basieren auf dem 2015 CoSTR-Dokument und repräsentieren den Konsens der Mitglieder der ERC General Assembly (ERC-Mitgliederversammlung). Neu in den ERC-Leitlinien sind die Erste-Hilfe-Leitlinien, die parallel durch die First Aid Task Force des ILCOR erstellt wurden, und die Leitlinien zur Postreanimationsbehandlung.

Für jedes Kapitel der ERC-Leitlinien 2015 wurde eine Autorengruppe bestimmt, die das Manuskript konzipierte und konsentierte, bevor die General Assembly und das ERC-Board zustimmten.

In Bereichen, zu denen ILCOR keinen systematischen Review durchgeführt hat, sichtete die ERC-Autorengruppe fokussiert die Literatur. Der ERC hält diese neuen Leitlinien für die effektivsten und leicht zu lernende Maßnahmen, die durch aktuelles Wissen, Forschung und Erfahrung unterstützt werden. Unvermeidbar, auch in Europa, werden Unterschiede in der Verfügbarkeit von Medikamenten, Ausrüstung und Personal lokale, regionale und nationale Anpassung dieser Leitlinien notwendig machen. Etliche Empfehlungen der ERC-Leitlinien 2010 bleiben 2015 unverändert, entweder weil keine neuen Studien publiziert wurden oder weil die neue Evidenz seit 2010 die damals verfügbare nur gestärkt hat.

Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und automatisierte externe Defibrillation

Das Kapitel Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren beschreibt die Techniken, die beim Kreislaufstillstand eines Erwachsenen angewendet werden sollen. Damit sind die Basismaßnahmen der Reanimation gemeint (BLS: Atemwege freimachen und Unterstützung von Atmung und Kreislauf ohne Hilfsmittel, ausgenommen zum Eigenschutz des Helfers) sowie der Einsatz eines externen automatisierten Defibrillators (AED).

Außerdem gehören hierzu einfache Techniken, mit denen Erstickungsanfälle bei Atemwegsverlegung durch Fremdkörper beherrscht werden können. Leitlinien für den Einsatz manueller Defibrillatoren und zur Einleitung von Wiederbelebungsmaßnahmen im Krankenhaus finden sich in Kapitel 3 (ALS).[2] Eine Kurzdarstellung der Seitenlage ist enthalten, detaillierter wird auf diese im Kapitel Erste Hilfe eingegangen.

Die Leitlinien zu BLS/AED basieren auf dem ILCOR 2015 Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR).[18] Der ILCOR Review behandelt 23 Themen und führt zu 32 Behandlungsempfehlungen zu den Themen: frühes Erkennen der Situation und Verhindern eines Kreislaufstillstands, frühe hochwertige Herzdruckmassage (Thoraxkompression) und frühe Defibrillation.

Kreislaufstillstand

Der plötzliche Kreislaufstillstand stellt eine der Haupttodesursachen in Europa dar. Zum Zeitpunkt der ersten Analyse des Herzrhythmus weisen 25–50 % der Betroffenen Kammerflimmern („ventricular fibrillation“, VF) auf, aber bei Aufzeichnung des Rhythmus kurz nach dem Kollaps, speziell durch einen AED vor Ort, liegt der Anteil der Patienten mit Kammerflimmern bei bis zu 76 %. [22,23]

Die empfohlene Behandlung bei einem VF Kreislaufstillstand ist die sofortige Wiederbelebung durch Notfallzeugen und die frühzeitige elektrische Defibrillation. Den meisten Fällen von nicht kardialem Kreislaufstillstand liegt eine Störung der Atemfunktion zugrunde, wie Ertrinken (häufig Kinder) und Asphyxie. Bei diesen Patienten sind für eine erfolgreiche Wiederbelebung sowohl Beatmung wie auch Thoraxkompressionen entscheidend.

Die Überlebenskette

Die Überlebenskette fasst die für eine erfolgreiche Wiederbelebung entscheidenden Schritte zusammen (Abb. 1.2). Die meisten Kettenglieder treffen für Patienten mit primär kardial bedingtem wie auch primär asphyktisch bedingtem Kreislaufstillstand zu.[13]

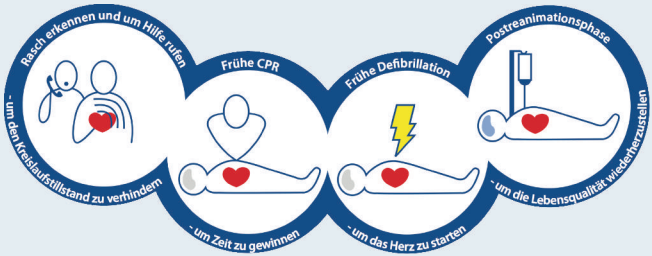


Abb 1.2: *Die Überlebenskette*

1: Frühes Erkennen und Notruf
Erkennt man, dass der Schmerz herzbedingt ist und ruft den Rettungsdienst, bevor der Patient kollabiert, wird dieser früher eintreffen, und zwar hoffentlich, bevor der Kreislaufstillstand eintritt, sodass die Überlebenschancen verbessert werden.[24,26] Ist der Kreislaufstillstand eingetreten, so kommt es darauf an, ihn schnell zu erkennen, um umgehend den Rettungsdienst zu rufen und sofort mit Ersthelfer-Reanimation zu beginnen. Die Schlüsselsymptome sind fehlende Reaktion und nicht normale Atmung.

2: Frühe Wiederbelebung durch Notfallzeugen
Unverzüglich eingeleitete Wiederbelebungsmaßnahmen können die Überlebensrate bei Kreislaufstillstand verdoppeln bis vervier-

fachen.[27,29] Ein ausgebildeter Helfer soll Thoraxkompressionen und Beatmung kombinieren. Ist ein Anrufer nicht in Wiederbelebung ausgebildet, soll der Leitstellendisponent ihn oder sie anleiten, ausschließlich Herzdruckmassage durchzuführen, bis professionelle Hilfe eintrifft.[30,32]

3: Frühe Defibrillation
Eine Defibrillation innerhalb von drei bis fünf Minuten nach dem Kollaps kann die Überlebensrate auf 50–70% erhöhen. Dies kann durch öffentlich zugängliche und hauseigene AEDs erreicht werden.[21,23,33]

4: Frühe erweiterte Maßnahmen und standardisierte Behandlung nach der Reanimation
Erweiterte Maßnahmen wie Atemwegsmanagement, Medikamentengabe und Behandlung der Ursachen können erforderlich sein, wenn die Wiederbelebungsmaßnahmen primär nicht erfolgreich sind.

Notfallzeugen müssen sofort handeln

In den meisten Gemeinden liegt die durchschnittliche Zeitspanne zwischen der Alarmierung und dem Eintreffen des Rettungsdienstes (Hilfsfrist) bei 5–8 Minuten[22,34-36] bzw. bei 8–11 Minuten bis

zum ersten Defibrillationsschock.[21,28] Während dieser Zeit hängt das Überleben des Patienten davon ab, dass Notfallzeugen mit der Wiederbelebung beginnen und einen AED einsetzen.[22,37]

Erkennen des Kreislaufstillstands

Das Erkennen eines Kreislaufstillstands kann eine Herausforderung darstellen. Notfallzeuge und Leitstellendisponent müssen beide rasch die Diagnose stellen, um die Überlebenskette zu aktivieren. Die Prüfung des Karotispulses (oder eines anderen Pulses) hat sich für Laien- wie auch für professionelle Helfer als ungenaue Methode herausgestellt, um festzustellen, ob ein Kreislauf vorhanden ist.[38-42] Schnappatmung kann bei Kreislaufstillstand bei bis zu 40 % der Betroffenen auftreten. Wenn diese als Zeichen für Kreislaufstillstand interpretiert und entsprechend reagiert wird, führt das zu größeren Überlebenschancen.[43] Die Bedeutung von Schnappatmung soll daher bei der Ausbildung in Wiederbelebung hervorgehoben werden.[44,45] Notfallzeugen sollen einen Kreislaufstillstand annehmen und mit Thoraxkompressionen beginnen, wenn der Patient **nicht reagiert** und **nicht normal atmet**. Sie sollen auch an einen Kreislaufstillstand denken, wenn sie einen krampfenden Patienten vorfinden.[46-47]

Die Rolle des Leitstellendisponenten

Erkennen des Kreislaufstillstands durch den Disponenten
Bei Patienten, die **nicht reagieren** und **nicht normal atmen**, muss ein Kreislaufstillstand angenommen werden. Eine agonale Atmung ist häufig, und Anrufer können fälschlicherweise glauben, der Patient atme normal. Ergänzende Schulung der Disponenten, speziell zum Erkennen und zur Bedeutung der agonalen Atmung, kann die Diagnose des Kreislaufstillstands beschleunigen, die Versorgung mit Telefonreanimation verbessern und die Zahl übersehener Kreislaufstillstände verringern. Wenn beim Notruf von einer krampfenden Person berichtet wird, muss der Disponent den starken Verdacht haben, dass ein Kreislaufstillstand vorliegt, selbst wenn aus der Vorgeschichte des Patienten eine Epilepsie bekannt ist.[49,58]

Leitstellengeleitete Reanimation
Wiederbelebung durch Notfallzeugen ist nach wie vor selten. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass sie durch Leitstellenassistenz (Telefonreanimation) häufiger wird[56,59-62], die Zeit des therapiefreien Intervalls sich verkürzt[57,59,62-64], die Anzahl der Thoraxkompressionen erhöht wird[60]und das Outcome der Patienten nach Kreislaufstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA) über alle untersuchten Patientengruppen hinweg verbessert werden kann.

Leitstellendisponenten sollen beim Verdacht auf einen Kreislaufstillstand immer, wenn kein trainierter Ersthelfer vor Ort ist, eine Telefonreanimation anbieten. Handelt es sich um einen erwachsenen Patienten, soll der Disponent ausschließlich Instruktionen zur Thoraxkompression geben. Bei einem kindlichen Notfall soll er Anleitungen zur Beatmung und Thoraxkompression geben.

BLS-Ablauf beim Erwachsenen

Abbildung 1.3 zeigt Schritt für Schritt das Vorgehen für den trainierten Helfer, der ERC legt weiterhin großen Wert darauf, ihm, dem Helfer, Patienten und Notfallzeugen Sicherheit zu geben.

Der Ruf nach zusätzlicher Unterstützung (sofern nötig) ist in den Schritt „Notruf" unten integriert. Der besseren Übersicht halber ist der Algorithmus linear dargestellt. Er ist so zu verstehen, dass die ersten Schritte – Reaktionsfähigkeit überprüfen, Atemwege öffnen, Atemkontrolle und Notruf – simultan oder in rascher Folge abgearbeitet werden können. Wer nicht gelernt hat, einen Kreislaufstillstand zu identifizieren und mit einer Wiederbelebung zu beginnen, wird auch diese Leitlinien nicht kennen und die Hilfe des Disponenten benötigen, wenn er den Notruf 112 absetzt.

Abb 1.3.: *Der BLS-AED-Algorithmus*

Freimachen der Atemwege und Atemkontrolle
Der trainierte Helfer soll den kollabierten Patienten schnell beurteilen, um festzustellen, ob er reagiert und normal atmet. Öffnen Sie die Atemwege durch Überstrecken des Nackens und Anheben des Kinns, und beurteilen Sie dabei, ob die Person normal atmet.

1. **Sicherheit: Vergewissern Sie sich, dass der Kollabierte und Notfallzeugen nicht gefährdet sind.**

2. **Reaktion: Prüfen Sie, ob die Person reagiert.**

Schütteln Sie ihn leicht an den Schultern und fragen Sie laut: „Ist alles in Ordnung?“ Wenn er 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 falls erforderlich Hilfe. Überprüfen Sie regelmäßig seinen Zustand.

Abb 1.4.1: *Überprüfen des Patienten*

3 Atemweg: Machen Sie die Atemwege frei

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.

Drehen Sie den Patienten auf den Rücken.

Abb 1.4.2: *Kinn anheben*

4 Atmung: Kontrollieren Sie die Atmung durch Sehen, Hören und Fühlen

Abb 1.4.3: *Brust beobachten*

Während der ersten Minuten nach einem Kreislauf-Stillstand ist es möglich, dass ein Patient kaum atmet oder nur vereinzelte, langsame oder geräuschvolle Atemzüge macht. Verwechseln 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 und beginnen mit CPR.

5 **Reagiert der Patient nicht und atmet er nicht normal, alarmieren Sie den Rettungsdienstes**

Wenn möglich bitten Sie jemanden, den Rettungsdienst anzurufen (112), sonst rufen Sie selbst an. Verlassen Sie den Patienten nur, wenn es keine andere Möglichkeit gibt. Schalten Sie Ihr Telefon auf „Freisprechen“, um leichter mit dem Leitstellen-disponenten sprechen zu können.

Abb 1.4.4: *Rettungsdienst alamieren*

6 **Lassen Sie einen AED holen**

Schicken sie jemand los, einen AED zu holen. Sind Sie allein, verlassen Sie den Patienten nicht, beginnen Sie CPR.

Abb 1.4.5: *AED holen*

7 Kreislauf: Beginnen Sie mit Thoraxkompressionen

Knien Sie sich neben den Patienten.
Legen Sie den Ballen einer Hand auf die Mitte der Brust des Patienten (entspricht der unteren Hälfte des Brustbeins/Sternum).
Legen Sie den Ballen Ihrer anderen Hand auf die erste Hand.

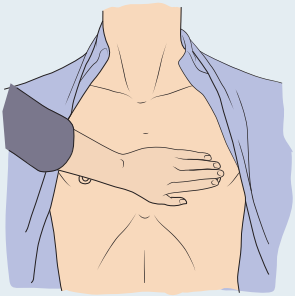


Abb 1.4.6: *Hand auf Brust legen*

Verschränken Sie die Finger Ihrer Hände ineinander und vergewissern Sie sich, sie nicht auf die Rippen des Patienten drücken.

Halten Sie die Arme gerade.

Üben Sie keinerlei Druck auf den Oberbauch oder das untere Ende des Brustbeins aus.

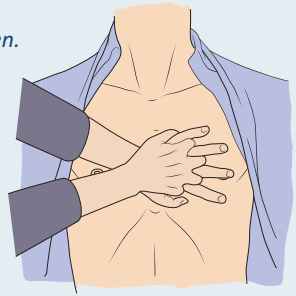


Abb 1.4.7: *Hand auf Hand legen*

8 *Bringen Sie Ihre Schultern senkrecht über den Brustkorb des Patienten, und drücken Sie das Brustbein mindestens 5 cm (jedoch nicht mehr als 6 cm) nach unten.*

Entlasten Sie nach jeder Kompression vollständig den Brustkorb, ohne den Kontakt zwischen Ihren Händen und dem Brustbein zu verlieren.

Wiederholen Sie dies mit einer Frequenz von 100-120 min^{-1}.

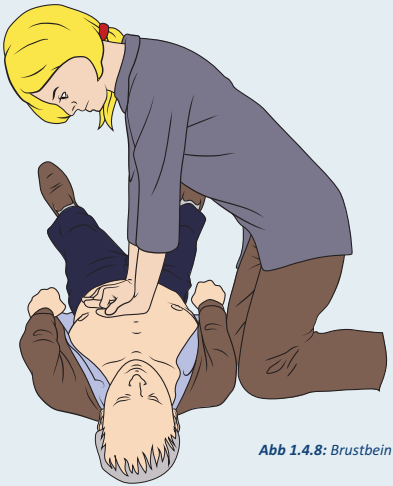


Abb 1.4.8: *Brustbein drücken*

9 Falls Sie trainiert und im Stande sind zu beatmen, kombinieren Sie Thoraxkompressionen und Beatmung

Machen Sie nach 30 Kompressionen die Atemwege durch Überstrecken des Halses und Anheben des Kinns wieder frei. 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: Dies ist eine effektive Beatmung.

Nehmen Sie Ihren Mund von dem des Patienten, während Sie den Nacken überstreckt und das Kinn angehoben halten, und beobachten Sie, wie sich der Brustkorb beim Entweichen der Luft senkt

Atmen Sie erneut normal ein, und blasen Sie noch einmal in den Mund des Patienten, um insgesamt 2 effektive Beatmungen zu erzielen. Unterbrechen Sie für zwei Beatmungen die Kompressionen nicht für mehr als 10 s. Legen Sie dann ohne Verzögerung Ihre Hände erneut auf die korrekte Stelle auf dem Brustbein, und führen Sie weitere 30 Thoraxkompressionen durch.

Fahren Sie mit Thoraxkompressionen und Beatmungen im Verhältnis von 30:2 fort.

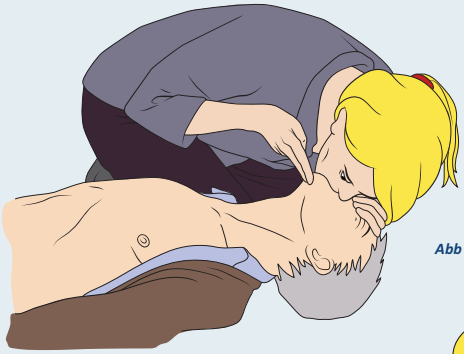


Abb 1.4.9: *Gleichmäßig blasen*

Falls Sie nicht trainiert oder nicht im Stande sind zu beatmen, führen Sie (nur) Thoraxkompressionen fort

Führen sie ausschließlich Herzdruckmassage durch (kontinuierliche Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100–120 min^{-1})

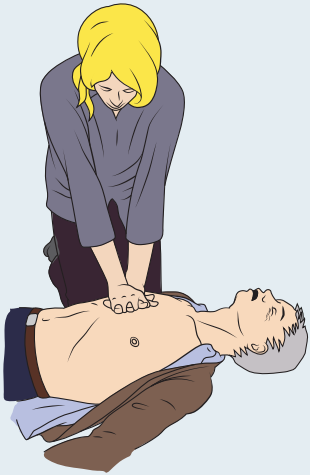


Abb 1.4.10: *Arme durchgedrückt*

10 **Wenn der AED verfügbar ist, schalten Sie den AED ein und kleben Sie die Elektroden auf.**

Sobald der AED verfügbar ist: Schalten Sie den Defibrillator ein und kleben Sie die selbstklebenden Pads auf die nackte Brust des Patienten.

Falls mehr als ein Helfer anwesend sind, soll die CPR fortgesetzt werden, während die Pads auf die Brust des Patienten geklebt werden.

Abb 1.4.11: *2 Personen*

11 Folgen Sie den Sprach-/Bildschirmanweisungen

Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt, während der AED den Herzrhythmus analysiert.

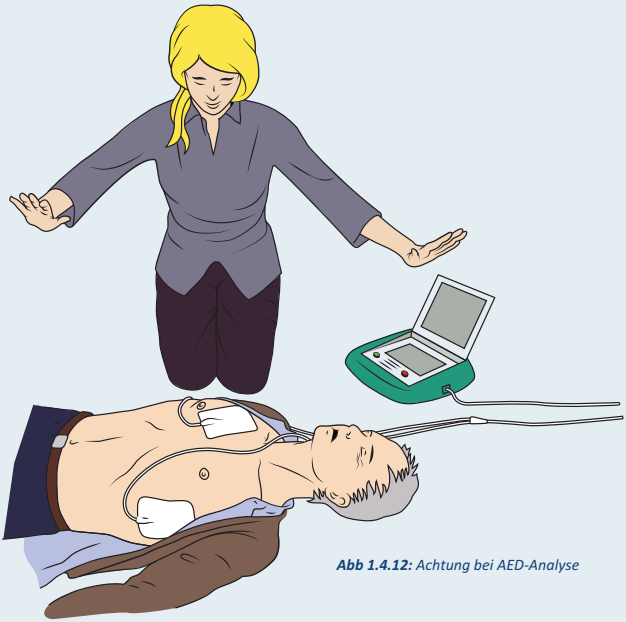


Abb 1.4.12: *Achtung bei AED-Analyse*

12 **Wird ein Schock empfohlen, lösen Sie ihn aus**

Stellen Sie sicher, dass niemand den Patienten berührt.

Drücken Sie den Auslöseknopf, wenn Sie dazu aufgefordert werden. (Vollautomatische AED geben den Schock automatisch ab.)

Starten Sie unverzüglich erneut CPR- 30:2.

Folgen Sie weiter den Sprach/Bildschirmanweisungen.

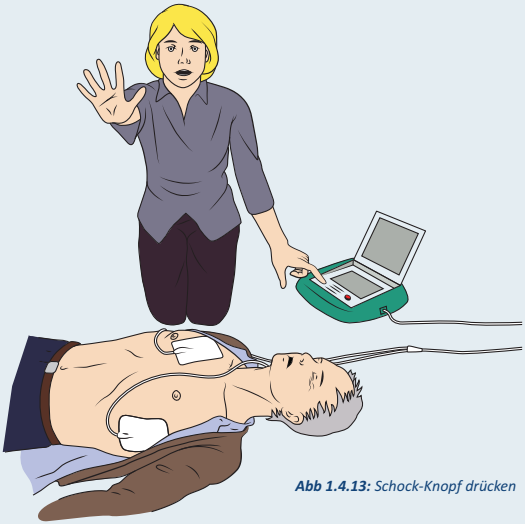


Abb 1.4.13: *Schock-Knopf drücken*

13 Wird kein Schock empfohlen, führen Sie die CPR fort

Nehmen Sie unverzüglich die CPR wieder auf wie von den Sprach-/Bildschirmanweisungen angegeben.

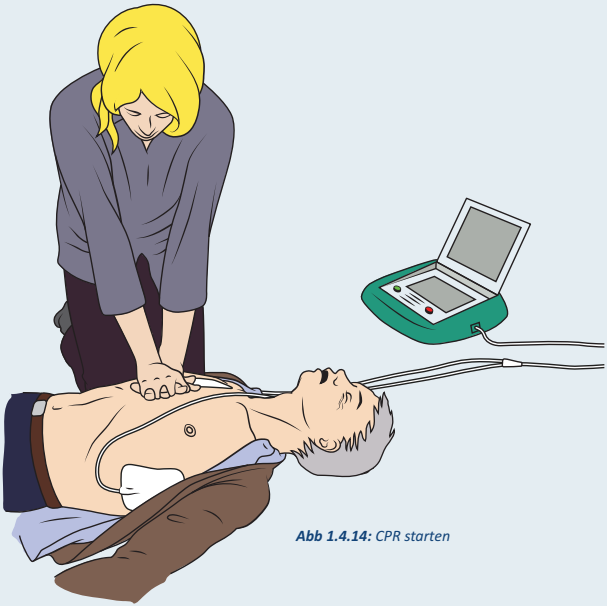


Abb 1.4.14: *CPR starten*

14 Ist kein AED verfügbar, fahren Sie mit Thoraxkompressionen (und Beatmung) fort

Unterbrechen Sie die CPR-Maßnahmen nicht, bis:

- *Ein professioneller Helfer Sie anweist, aufzuhören;*
- *der Patient wirklich aufwacht: sich bewegt, die Augen öffnet und normal zu atmen beginnt;*
- *Sie erschöpft sind.*

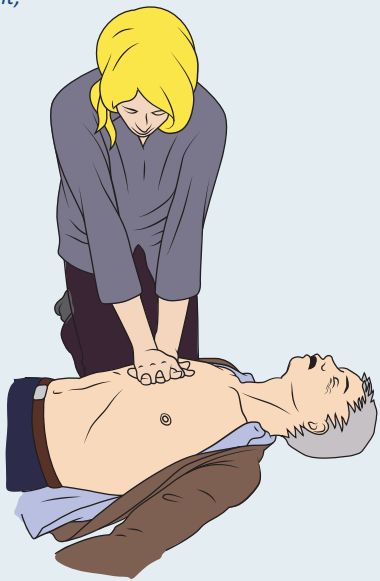


Abb 1.4.10: *Arme durchgedrückt*

15 Wenn der Patient nicht regiert, aber normal atmet

Sind Sie sicher, dass der Patient normal atmet, aber nicht reagiert, drehen Sie ihn in die stabile Seitenlage (Erste Hilfe Kapitel).

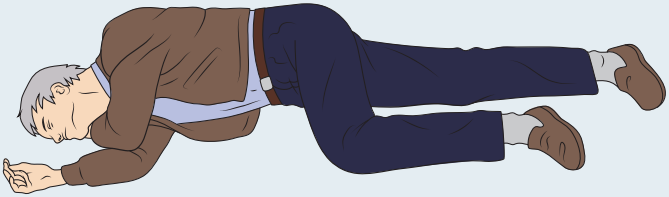


Abb 1.4.15: *Stabile Seitenlage*

Es ist selten, das durch CPR allein wieder ein Kreislauf erreicht wird. Wenn Sie nicht wirklich sicher sind, fahren Sie mit CPR fort, bis der Patient Zeichen der Erholung zeigt:

- *er wacht auf*
- *er bewegt sich*
- *er öffnet die Augen*
- *er atmet normal*

Seien Sie bereit, sofort wieder mit CPR zu beginnen, wenn sich der Patient wieder verschlechtert.

Alarmierung des Rettungsdienstes
112 ist in der gesamten europäischen Union als kostenfreie Notrufnummer eingerichtet. Aus dem Festnetz und über Mobiltelefon lassen sich die Notdienste – Rettungsdienst, Feuerwehr und Polizei – erreichen.

Früher Kontakt mit dem Rettungsdienst ermöglicht die Unterstützung durch den Leitstellendisponenten beim Erkennen eines Kreislaufstillstands, der Telefonreanimation, der Alarmierung des Rettungsdienstes („First Responder") sowie beim Auffinden und Holen eines AED.

Beginn der Thoraxkompression
Wenn ein Erwachsener Herzdruckmassage benötigt, besteht in der Regel ein kardiales Problem. Wenn der Blutfluss beim Kreislaufstillstand stoppt, bleibt das Blut in der Lunge und in den Blutgefäßen noch für einige Minuten mit Sauerstoff gesättigt.

Um den Vorrang der Herzdruckmassage bei der Wiederbelebung zu betonen, wird empfohlen, diese mit Thoraxkompressionen statt mit Beatmung zu beginnen.

Führen Sie Thoraxkompressionen folgendermaßen durch:

1. Drücken Sie auf die Mitte des Brustkorbs.
2. Drücken Sie bei einem durchschnittlichen Erwachsenen ungefähr 5 cm tief, aber nicht tiefer als 6 cm.
3. Komprimieren Sie den Thorax mit einer Frequenz von 100–120 pro Minute, unterbrechen Sie so selten wie möglich.
4. Entlasten Sie nach jeder Kompression den Brustkorb vollständig; lehnen Sie sich nicht auf den Brustkorb.

Handposition

Experimentelle Studien haben gezeigt, dass die hämodynamischen Effekte besser sind, wenn der Druck auf die untere Hälfte des Brustbeins ausgeübt wird[70-72]. Es wird empfohlen, die Lokalisierung so einfach wie möglich zu lehren, wie z.B.: "Legen Sie Ihre Handwurzel mitten auf den Brustkorb und die andere Hand darauf." Gleichzeitig demonstrieren Sie, wie Sie Ihre Hände auf der unteren Hälfte des Brustbeins platzieren[73,74].

Ein einzelner Helfer kniet bei der Thoraxkompression am besten an der Seite des Patienten. So kann er am einfachsten und mit den geringsten Unterbrechungen zwischen Herzdruckmassage und Beatmung wechseln. Über-Kopf-Herzdruckmassage durch

einen einzelnen Retter oder Herzdruckmassage mit gespreizten Beinen (Grätschschritt) durch zwei Helfer kann erwogen werden, wenn durch die räumliche Enge der seitliche Zugang nicht möglich ist[75,76].

Kompressionstiefe

Daten aus vier aktuellen Beobachtungsstudien legen nahe, dass eine Drucktiefe von 4,5 bis 5,5 cm bei Erwachsenen zu besseren Ergebnissen führte als alle anderen angewandten Drucktiefen[77-80]. Eine dieser Studien fand, dass eine Drucktiefe von 46 mm zu den höchsten Überlebensquoten führte[79]. Der ERC schließt sich der ILCOR-Empfehlung an, dass es bei einem durchschnittlich großen Erwachsenen sinnvoll ist, eine Drucktiefe von 5 bis maximal 6 cm anzustreben.[81]

Kompressionsfrequenz

Zwei Studien fanden eine höhere Überlebensrate bei Patienten, die Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100 bis 120 pro Minute erhielten. Sehr hohe Kompressionsfrequenzen führten zu einer zu geringen Drucktiefe[82,83]. Daher empfiehlt der ERC die Kompressionsfrequenz von 100–120/Min.

Unterbrechungen der Thoraxkompressionen minimieren
Pausen von weniger als 10 Sekunden vor und nach der Abgabe eines Schocks und ein Anteil der Thoraxkompressionen von mehr als 60 % sind mit besserem Outcome verbunden.[84-88] Unterbrechungen der Thoraxkompressionen sollen minimiert werden.

Fester Untergrund
Wann immer möglich, soll die Thoraxkompression auf einer harten Unterlage erfolgen. Luftgefüllte Matratzen müssen entlüftet werden[89]. Die Evidenz für den Nutzen von Rückenbrettern gibt Anlass, an diesem zu zweifeln.[90-94] Wenn sie verwendet werden, geben Sie acht, dass es nicht zu Unterbrechungen der Thoraxkompression und zur Dislokation von Atemwegs- und Gefäßzugängen kommt.

Brustkorbentlastung
Kann sich die Brustwand nach jeder Kompression wieder komplett ausdehnen, führt dies zu einem besseren Rückfluss des Blutes zum Herzen, und das kann den Erfolg der Herzdruckmassage verbessern.[95-98] Helfer sollen also darauf achten, sich nicht auf dem Brustkorb abzustützen.

Kompressionsablauf
Es gibt wenig Evidenz dafür, ein spezifisches Kompressions-Entlastungs-Verhältnis zu empfehlen, folglich reicht sie nicht aus, das bisher empfohlene Verhältnis von 50:50 zu ändern.

Feedback der Kompressionstechnik
Keine der Studien zu Feedback oder Sprachführung konnte ein verbessertes Überleben zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus zeigen.[99] Der Einsatz von Feedback oder Sprachführung bei der Wiederbelebung soll als Teil einer umfassenden Qualitätssteigerungsinitiative zur Wiederbelebung betrachtet werden[99,100] und nicht als isolierte Maßnahme.

Atemspende
Wir empfehlen für die Beatmung eines Erwachsenen bei der Wiederbelebung ein Hubvolumen von 500 bis 600 ml (6 bis 7 ml/kg). In der Praxis führt dies zu einem sichtbaren Heben des Brustkorbs.[101] Notfallhelfer sollen eine Beatmungsdauer von 1 Sekunde anstreben, so, dass sich der Brustkorb hebt, aber eine zu schnelle und zu heftige Beatmung vermieden wird.
Für 2 Beatmungen sollen die Thoraxkompressionen nicht länger als 10 Sekunden unterbrochen werden.[102]

Kompressions-Beatmungs-Verhältnis

In den Leitlinien 2010 wurde dem auf sich allein gestellten Helfer ein Verhältnis 30:2 bei der Wiederbelebung eines Erwachsenen empfohlen. Mehrere Beoabachtungsstudien berichten von einer leichten Verbesserung beim Outcome der Patienten, nachdem die Leitlinienänderung von 15:2 auf 30:2 eingeführt worden war[103-106]. Der ERC bleibt daher bei seiner Empfehlung für ein Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 30:2.

Reanimation ohne Beatmung („compression-only CPR")

Beobachtungsstudien, üblicherweise als Studien sehr niedriger Evidenz eingestuft, deuten darauf hin, dass beim wahrscheinlich kardial bedingten Kreislaufstillstand eines Erwachsenen eine Wiederbelebung nur durch Herzdruckmassage und eine Wiederbelebung mit Herzdruckmassage und Beatmung gleichwertig sind[27,107-118]. Unser Zutrauen in die Äquivalenz zwischen compression only CPR und Standard CPR ist nicht ausreichend um das aktuelle Vorgehen zu ändern. Der ERC unterstützt daher die ILCOR-Empfehlung, dass Helfer bei allen Patienten mit Kreislaufstillstand[111,119,120] eine Herzdruckmassage durchführen sollen. Helfer, die trainiert und in der Lage sind zu beatmen, sollen Herzdruckmassage und Atemspenden durchführen, weil dies für Kinder und Patienten mit einem asphyktischen Kreislaufstillstand sowie bei spätem Eintreffen des Rettungsdienstes von Vorteil für den Patienten ist[115].

Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators (AED)

AEDs sind sicher und effektiv, wenn sie durch Laien mit wenig oder ohne Training verwendet werden.[121] AEDs ermöglichen eine Defibrillation viele Minuten, bevor professionelle Hilfe eintrifft. Helfer sollen Thoraxkompressionen mit minimalen Unterbrechungen durchführen, während der AED angelegt und verwendet wird. Die Helfer sollen sich darauf konzentrieren, der Sprachführung unmittelbar zu folgen, insbesondere die Herzdruckmassage sofort wiederaufzunehmen, wenn dazu aufgefordert wird, und Unterbrechungen der Thoraxkompressionen zu minimieren. Standard-AEDs können schon für Kinder ab 8 Jahren verwendet werden[122-124]. Für Kinder zwischen 1 und 8 Jahren sollen spezielle Klebeelektroden für Kinder verwendet werden, wenn möglich mit einem Kinderprogramm.

Wiederbelebung vor der Defibrillation
Führen Sie die CPR durch, während ein Defibrillator oder AED gebracht und angelegt wird, aber dann soll die Defibrillation nicht weiter verzögert werden.

Intervall zwischen den Rhythmusanalysen
Unterbrechen Sie die Thoraxkompressionen alle zwei Minuten für eine Rhythmusanalyse.

Sprachanweisungen

Es ist von großer Wichtigkeit, dass die Notfallhelfer den Anweisungen des AED ohne Verzug folgen. Die Sprachanweisungen sind üblicherweise programmierbar, und es wird empfohlen, die AEDs so zu programmieren, dass sie die beschriebene Schockfolge und Zeitabläufe berücksichtigen. Geräte, die die Qualität der Wiederbelebung messen, können zusätzlich Feedback in Echtzeit und weitere Sprach- oder Sichtanweisungen geben. In der Praxis werden AEDs meist von ausgebildeten Helfern eingesetzt, sodass die AED-Sprachführung grundsätzlich auf ein Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 30:2 eingestellt werden soll. Wenn – ausnahmsweise – AEDs an einem Ort platziert werden, wo es unwahrscheinlich ist, dass ausgebildete Helfer dazukommen, kann der Betreiber die Einstellung auf Herzdruckmassage ohne Beatmung ändern lassen.

Defibrillatoren im öffentlichen Raum (Public access defibrillation, PAD)

Die Verfügbarkeit eines AED an Orten, an denen sich ein Kreislaufstillstand alle 5 Jahre ereignet, kann als kosteneffektiv und anderen medizinischen Interventionen vergleichbar erachtet werden[125-127]. Die Registrierung der AED-Standorte erleichtert es dem Leitstellen-

disponenten, einen Notfallhelfer zum nächstplatzierten AED zu führen und somit die Hilfeleistung zu beschleunigen.[128] Das volle Potenzial von AEDs ist noch nicht ausgeschöpft, da sie meist im öffentlichen Raum zum Einsatz kommen, sich aber 60 bis 80 % der Kreislaufstillstände zu Hause ereignen.[129] Der Anteil der Patienten, die mit Kammerflimmern aufgefunden werden, ist zu Hause geringer als in der Öffentlichkeit, wohingegen die absolute Zahl zu behandelnder Patienten zu Hause höher ist[129]. Selten profitieren Patienten zu Hause von öffentlichen AED-Programmen[130]. Von der Leitstelle geführte Laienhelfer aus der Umgebung des Patienten, die zu einem nahe gelegenen AED geführt werden, können die Zahl der Wiederbelebung durch Laienhelfer verbessern[33] und die Zeit bis zur Defibrillation verkürzen[37].

Einheitliche AED-Kennzeichnung

ILCOR hat ein klares, einfaches AED-Symbol entwickelt, das weltweit verstanden wird, daher wird dieses empfohlen, um den Standort eines AED zu kennzeichnen.[131]

Einsatz von AEDs in Krankenhäusern

Randomisierte Studien zum Einsatz von AEDs in Krankenhäusern im Vergleich zu manuellen Defibrillatoren gibt es nicht. Drei Beobachtungsstudien zeigten beim Vergleich von AED-Einsatz mit manueller Defibrillation keine Verbesserung beim Überleben bis zur Krankenhausentlassung[132-134]. Eine andere große Beobachtungsstudie demonstrierte, dass weniger Patienten bis zur Krankenhausentlassung überlebten, wenn zusätzlich ein AED eingesetzt wurde.[135] Dies legt nahe, dass der AED eine nachteilige Verzögerung beim Beginn der Wiederbelebungsmaßnahmen (CPR) verursacht oder zu Unterbrechungen der Thoraxkompression bei nicht defibrillierbaren Rhythmen führt[136]. Wir empfehlen den Einsatz eines AED in den Bereichen eines Krankenhauses, in denen das Risiko einer verzögerten Defibrillation besteht[137], weil es mehrere Minuten dauert, bis ein Wiederbelebungsteam eintrifft, und Ersthelfer nicht in der Lage sind, manuell zu defibrillieren.
Ziel ist eine Defibrillation innerhalb von 3 Minuten nach dem Kollaps. In Bereichen, in denen die manuelle Defibrillation durch trainiertes Personal oder Wiederbelebungsteams rasch durchgeführt werden kann, ist die manuelle Defibrillation dem AED-Einsatz vorzuziehen. Krankenhäuser sollen die Zeiten von einem Kollaps bis zum ersten Schock registrieren und die Ergebnisse von Wiederbelebungsmaßnahmen überwachen und auswerten.

Risiken für den Ersthelfer und den Reanimationspatienten

Ersthelfer sollen keine Bedenken haben, mit einer Wiederbelebung zu beginnen, da es nur in extrem seltenen Fällen zu ernsthaften Verletzungen kommt, wenn ein Patient keinen Kreislaufstillstand hat und von einem Notfallzeugen wiederbelebt wird.

Atemwegsverlegung durch Fremdkörper (Ersticken)

Die Verlegung der Atemwege durch einen Fremdkörper ist eine seltene, aber potenziell behandelbare Todesursache[138]. Da die Betroffenen anfangs bei Bewusstsein sind und reagieren, besteht oft die Möglichkeit zur frühzeitigen Intervention, die lebensrettend sein kann.

Erkennen

Eine Atemwegsverlegung durch Fremdkörper ereignet sich üblicherweise beim Essen oder Trinken. Abbildung 1.5 zeigt den Behandlungsalgorithmus bei einem Erwachsenen mit Atemwegsverlegung durch Fremdkörper. Fremdkörper können eine milde oder eine schwere Atemwegsverlegung verursachen. Es ist wichtig, den ansprechbaren Patienten zu fragen: „Haben Sie einen Erstickungsanfall?“ Ein Patient, der antwortet, hustet und atmet,

hat eine milde Obstruktion. Kann er nicht sprechen, nur schwach husten, ringt er nach Luft oder kann nicht atmen, so liegt eine schwere Obstruktion vor.

1 **Verdacht auf Ersticken:**
Achten Sie auf Erstickungszeichen, vor allem beim Essen

Abb 1.5:
Schritt-für-Schritt-Erklärung des Behandlungsablaufs beim Erwachsenen mit Atemwegsverlegung durch Fremdkörper.

2 **Ermutigen Sie zu husten: Bestärken Sie den Patienten, zu husten**

Abb 1.5.1: *Unterstützen*

3 Rückenschläge: Wird das Husten wirkungslos, geben Sie 5 Rückenschläge

Wenn der Patient Zeichen einer schweren Atemwegsverlegung zeigt und bei Bewusstsein ist verabreichen Sie 5 Rückenschläge:

Stellen Sie sich seitlich etwas hinter ihn.

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;

Führen Sie mit dem Ballen Ihrer anderen Hand 5 kräftige Schläge zwischen die Schulterblätter.

***Abb 1.5.2:** Rückenschläge*

4 Heimlich-Handgriff: Sind die Rückenschläge wirkungslos, geben Sie 5 Oberbauchstöße

Falls die Atemwegsverlegung mit 5 Schlägen auf den Rücken nicht beseitigt werden kann, führen Sie bis zu 5 Kompressionen des Oberbauchs durch:

Stellen Sie sich hinter den Patienten 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 Rückenschläge und 5 Oberbauch-kompressionen fort.

Abb 1.5.3: *Heimlich-Handgriff*

5 Beginnen Sie mit CPR, wenn der Patient nicht mehr reagiert

Falls der Patient zu irgendeiner Zeit bewusstlos wird:

- *Lassen Sie ihn vorsichtig zu Boden gleiten;*
- *Alarmieren Sie unverzüglich den Rettungsdienst;*
- *Beginnen Sie CPR mit Thoraxkompressionen.*

Abb 1.5.4: *Arme durchgedrückt*

Behandlung der milden Atemwegsverlegung
Fordern Sie den Betroffenen zum Husten auf. Husten erzeugt einen hohen und anhaltenden Atemwegsdruck und kann den Fremdkörper ausstoßen.

Behandlung der schweren Atemwegsverlegung
Bei Erwachsenen und Kindern über 1 Jahr, die bei Bewusstsein sind und bei denen eine komplette Atemwegsverlegung durch Fremdkörper vorliegt, haben Fallberichte die Effektivität von Schlägen auf den Rücken sowie Oberbauch- und Brustkorbkompressionen gezeigt.[139] Die Erfolgsaussichten steigen bei der Kombination von Schlägen auf den Rücken, Oberbauch- und Brustkorbkompressionen.[139]

Behandlung der Atemwegsverlegung beim Bewusstlosen
Eine randomisierte Studie an Leichen[140] und zwei prospektive Studien an anästhesierten Freiwilligen[141,142] haben gezeigt, dass mit Brustkorbkompressionen im Vergleich zu Oberbauchkompressionen ein höherer Atemwegsdruck erzeugt werden kann. Daher soll sofort mit Thoraxkompressionen begonnen werden, wenn der Patient nicht mehr reagiert oder bewusstlos wird. Nach 30 Kompressionen versuchen Sie, zweimal zu beatmen. Führen Sie die Reanimation fort, bis sich der Patient erholt und normal zu atmen beginnt.

Patienten mit anhaltendem Husten, Schluckbeschwerden oder dem Gefühl, dass immer noch etwas im Hals steckt, sollen einem Arzt vorgestellt werden. Oberbauchkompressionen und Herzdruckmassagen können zu ernsthaften inneren Verletzungen führen; daher sollen alle Patienten, bei denen diese angewendet wurden, anschließend auf Verletzungen untersucht werden.

Wiederbelebung von Kindern und Ertrinkungsopfern

Viele Kinder werden nicht reanimiert, weil potenzielle Helfer fürchten, Schaden anzurichten, da sie nicht speziell in der Wiederbelebung von Kindern geschult sind. Diese Furcht ist unbegründet: Es ist viel besser, ein Kind nach dem BLS-Schema für Erwachsene zu reanimieren, als nichts zu tun. Um das Lernen und Erinnern zu vereinfachen, soll Laien beigebracht werden, dass die Erwachsenenmethode auch bei nicht reagierenden und nicht normal atmenden Kindern eingesetzt werden kann. Folgende geringe Änderungen an der Erwachsenensequenz machen diese für Kinder noch geeigneter:

- Beatmen Sie 5-mal, bevor sie mit den Thoraxkompressionen beginnen.
- Falls Sie wirklich ganz allein sind, reanimieren Sie 1 Minute lang, bevor Sie Hilfe holen.

- Komprimieren Sie den Brustkorb um ein Drittel; benutzen Sie 2 Finger bei Säuglingen unter einem Jahr. Bei älteren Kindern sind 1 oder 2 Hände erforderlich, je nachdem, wie Sie eine ausreichende Kompressionstiefe erreichen.

Die gleichen Modifikationen – also 5 initiale Beatmungen sowie 1-minütige Wiederbelebungsmaßnahmen, bevor Sie Hilfe holen, falls Sie wirklich ganz allein sind – können das Outcome von Patienten nach Ertrinkungsunfällen verbessern. Diese Modifikation soll nur Helfern vermittelt werden, die eine spezielle Verpflichtung haben, sich um potenzielle Ertrinkungsopfer zu kümmern (z.B. Rettungsschwimmer).

Vermeidung des innerklinischen Kreislaufstillstands

Frühes Erkennen einer Verschlechterung des Herz-Kreislauf-Zustands und Vorbeugen des Kreislaufstillstands bilden das erste Glied in der Überlebenskette.[13] Von den Patienten, die innerklinisch einen Kreislaufstillstand erleiden, werden nur ca. 20 % lebend aus dem Krankenhaus entlassen.[143,144] Krankenhäuser sollen ein Versorgungssystem mit folgenden Komponenten vorhalten: (a) Schulung des Personals zu den Symptomen und zum Vorgehen bei akuter Verschlechterung von Patienten, (b) angemessenes und häufiges Monitoring der Vitalzeichen der Patienten, (c) klare Anleitung (z.B. zu Alarmierungskriterien oder Frühwarnsystemen), die den Mitarbeitern helfen, Verschlechterungen der Patienten frühzeitig zu erkennen, (d) ein eindeutiges und einheitliches Notrufsystem sowie (e) ein System, mit dem auf Notrufe angemessen und rechtzeitig reagiert wird.[145]

Vorbeugen des außerklinischen plötzlichen Herztods („sudden cardiac death“, SCD)

Die meisten Opfer eines SCD weisen in ihrer Krankengeschichte eine vorangehende Herzerkrankung und Warnzeichen, hauptsächlich Brustschmerzen, v. a. in der Stunde vor dem Kreislaufstillstand, auf.[146] Auch scheinbar gesunde Kinder und junge Erwachsene, die einen SCD erleiden, können Vorzeichen und Symptome haben (z.B. Synkope/Präsynkope, Brustschmerzen und Herzrasen), die professionelle Helfer in Alarmbereitschaft versetzen und sie dazu bewegen, sofort fachkundige Hilfe hinzuzuziehen, um einem Kreislaufstillstand vorzubeugen.[147-151] Athletenspezifische Screening-Programme sind von Land zu Land verschieden.[152,153] Die Identifizierung Einzelner mit angeborenen Problemen und das Screenen von Familienangehörigen können helfen, dem Tod junger Menschen mit angeborenen Herzstörungen vorzubeugen.[154-156]

Präklinische Reanimation

Zuerst kardiopulmonale Reanimation oder zuerst Defibrillation beim außerklinischen Kreislaufstillstand?

Das Rettungsdienstpersonal soll während der Zeit, in der der Defibrillator geholt, vorbereitet und geladen wird, qualitativ hochwertige CPR leisten. Die Defibrillation soll nicht länger hinausgezögert werden, als man braucht, um das Gerät zu laden und zu defibrillieren.

Beendigung der Reanimation

Die „Regel zur Beendigung der lebensrettenden Basismaßnahmen“ hat einen guten Vorhersagewert für BLS-Rettungssanitäter mit der Berechtigung zur Defibrillation.[157]

Diese Regel empfiehlt eine Beendigung, wenn kein ROSC eintritt, kein elektrischer Schock verabreicht werden muss und der Kreislaufstillstand nicht vom Rettungsdienst beobachtet wurde. Mehrere Studien belegen, dass diese Regel allgemein eingesetzt werden kann.[158-164] Neuere Studien zeigen, dass ALS-Rettungssysteme diese BLS-Regel ebenso anwenden können, und nannten sie daher „allgemeine“ Regel zur Beendigung der Reanimation.[159,165,166]

Innerklinische Reanimation

Bei der Behandlung eines Patienten mit innerklinischem Kreislaufstillstand ist die Trennung von BLS- und ALS-Maßnahmen willkürlich. In der Praxis verläuft der Reanimationsprozess kontinuierlich und basiert auf gesundem Menschenverstand.

Ein Algorithmus für das initiale Management eines innerklinischen Kreislaufstillstands ist in Abb. 1 dargestellt:

Innerklinische Reanimation

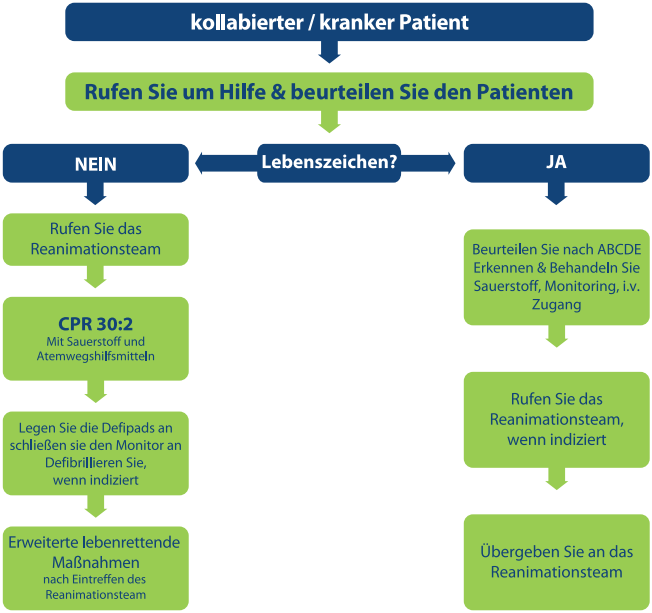


Abb 1.6: *ALS Algorithmus Innerklinische Reanimation*
ABCDE „airway, breathing, circulation, disability, exposure"

- Achte auf den Eigenschutz.
- Wenn Krankenhausmitarbeiter einen Patienten kollabieren sehen oder einen bewusstlosen Patienten auffinden, sollen sie zunächst um Hilfe rufen (z.B. mit einer Notrufklingel oder durch Rufen) und danach überprüfen, ob der Patient auf Ansprechen reagiert. Schütteln Sie ihn vorsichtig an den Schultern, und fragen Sie laut: „Geht es Ihnen gut?“
- Wenn andere Krankenhausmitarbeiter zufällig anwesend sind, ist es möglich, Maßnahmen gleichzeitig durchzuführen.

Wacher Patient

Eine sofortige medizinische Untersuchung ist notwendig. Je nach örtlichen Gepflogenheiten wird diese durch das Herzalarmteam oder ein medizinisches Notfallteam durchgeführt. Während auf dieses Team gewartet wird, soll der Patient Sauerstoff bekommen, an einen Überwachungsmonitor angeschlossen und mit einer Venenverweilkanüle versorgt werden.

Bewusstloser Patient

Die exakte Reihenfolge der Reanimationsmaßnahmen beim Management von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Störungen hängt vom Training und der Erfahrung der Mitarbeiter ab. In der Regel können auch trainierte Klinikmitarbeiter die Atmung und den Puls im Rahmen eines Kreislaufstillstands nicht verlässlich

diagnostizieren.[39,40,42,44,167-172] Insbesondere in den ersten Minuten eines Kreislaufstillstands tritt häufig eine agonale Atmung (gelegentliche Schnappatmung, langsames, mühsames und lautes Atmen) auf; dies ist ein typisches Merkmal für einen Kreislaufstillstand und darf nicht als Zeichen normaler Atmung sowie normaler Herz-Kreislauf-Funktion missverstanden werden.[43,53,54,56] Schnappatmung kann auch während der Herzdruckmassage – als Zeichen verbesserter Hirnperfusion – auftreten und ist kein Indikator für den ROSC. Nach Eintreten des Kreislaufstillstands kann es kurzzeitig zu Krampfanfällen kommen, welche mit einem epileptischen Anfall verwechselt werden können.[46,47] Veränderungen der Hautfarbe, vor allem Blässe und bläuliche Veränderungen, sind kein diagnostisches Kriterium für das Vorliegen eines Kreislaufstillstands.[46]

- Rufen Sie um Hilfe (falls noch nicht erfolgt).
  Drehen Sie danach den Patienten auf den Rücken, und öffnen Sie die Atemwege.
- Öffnen der Atemwege und Überprüfung der Atmung:
  · Überstrecken Sie den Nacken, und heben Sie den Unterkiefer an.
  · Während Sie die Luftwege frei halten, sehen, hören und fühlen Sie, ob eine normale Atmung vorliegt.
  (Cave: Gelegentliche Schnappatmung, langsame, mühsame und geräuschvolle “Atmung” sind nicht normal):

- Untersuchen Sie, ob sich der Thorax hebt und senkt.
  - · Versuchen Sie, am Mund des Patienten Atemgeräusche zu hören.
  - · Fühlen Sie Ein- und Ausatemluftstrom an der eigenen Wange.
- Dieses Sehen, Hören und Fühlen, um zweifelsfrei festzustellen, ob der Patient normal atmet, soll nicht länger als zehn Sekunden dauern.
- Überprüfen Sie den Kreislauf:
  - · Es kann schwierig sein, die Pulslosigkeit des Patienten sicher festzustellen. Falls er keine oder nur zweifelhafte Lebenszeichen aufweist (Bewusstsein, gezielte Bewegung, Atmung oder Husten), müssen sofort Reanimationsmaßnahmen ergriffen werden, und zwar so lange, bis erfahrene Hilfe am Notfallort eintrifft oder der Patient wieder Lebenszeichen zeigt.
- Das Risiko, einem Patienten bei schlagendem Herz durch Thoraxkompressionen Schaden zuzufügen, ist sehr gering. Verzögerungen bei der Diagnose eines Kreislaufstillstands und dem Beginn von Reanimationsmaßnahmen haben dagegen einen negativen Einfluss auf den Reanimationserfolg und sind auf jeden Fall zu vermeiden.
- Nur, wer in ALS erfahren ist, soll versuchen, einen Karotispuls zu tasten, während er gleichzeitig nach anderen Lebenszeichen sucht. Diese schnelle Beurteilung soll nicht länger als zehn Sekunden dauern. Beginnen Sie mit der CPR, wenn es Zweifel am Vorhandensein eines Pulses gibt.

- Falls Lebenszeichen bestehen, ist dringend eine klinische Untersuchung erforderlich. Je nach örtlichen Gepflogenheiten kann diese durch ein entsprechendes Notfallteam durchgeführt werden. Während auf dieses Team gewartet wird, soll der Patient Sauerstoff bekommen, an einen Überwachungsmonitor angeschlossen und mit einer Venenverweilkanüle versehen werden. Wenn eine nachvollziehbare Messung der SpO_2 z.B. über Pulsoxymetrie (SpO_2) erreicht werden kann, soll die F_iO_2 auf eine Sättigung von 94–98 % titriert werden.
- Atmet der Patient nicht, hat aber einen Puls (Atemstillstand) beatmen Sie ihn und prüfen den Puls nach jeweils 10 Beatmungen. Bei Zweifeln über das Vorhandensein eines Pulses beginnen Sie mit Reanimationsmaßnahmen.

Start der innerklinischen Reanimationsmaßnahmen
Die wichtigsten Schritte sind hier aufgelistet. Weitere Informationen können in den folgenden Abschnitten über die spezifischen Maßnahmen gefunden werden.

- Eine Person beginnt mit der CPR, während andere das Reanimationsteam rufen und die Reanimationsausrüstung sowie den Defibrillator herbeibringen. Wenn nur ein Mitarbeiter anwesend ist, bedeutet dies, dass er den Patienten kurzfristig verlassen muss.
- Führen Sie 30 Thoraxkompressionen durch, gefolgt von 2 Atemspenden.

- Drücken Sie ca. 5 cm tief, aber nicht mehr als 6 cm.
- Die Frequenz der Thoraxkompressionen soll 100–120/Min sein.
- Entlasten Sie den Thorax nach jeder Kompression; lehnen Sie sich nicht auf die Brust.
- Minimieren Sie Unterbrechungen, und stellen Sie qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen sicher.
- Die Durchführung qualitativ guter Thoraxkompressionen über einen längeren Zeitraum ist ermüdend; versuchen Sie daher, alle zwei Minuten die Person, die die Thoraxkompression übernimmt, auszuwechseln, und achten Sie dabei auf minimale Unterbrechungen.
- Halten Sie die Atemwege des Patienten frei, und beatmen Sie die Lungen mit den am besten geeigneten Geräten, die unmittelbar zur Hand sind. Taschenmasken, die mit einer oralen Atemwegshilfe (Guedel-Tubus) ergänzt werden können, sind für gewöhnlich sofort verfügbar. Als Alternative können je nach lokalen Gepflogenheiten eine supraglottische Atemwegshilfe („supraglottic airway device“, SAD) oder ein Beatmungsbeutel mit Gesichtsmaske verwendet werden. Die endotracheale Intubation soll nur von jemandem durchgeführt werden, der darin ausgebildet, kompetent und erfahren ist.
- Kapnographie soll routinemäßig zur Überprüfung der korrekten Tubuslage und zum Monitoring der Beatmungsfrequenz eingesetzt werden. Die Kapnographie kann auch mit dem Beatmungs-

beutel oder einem SAD eingesetzt werden. Des Weiteren kann die Kurvenform der Kapnographie als Monitoring für die Reanimationsqualität und zur Identifizierung eines möglichen ROSC dienen.[174]

- Die Inspirationszeit soll eine Sekunde betragen. Geben Sie so viel Beatmungsvolumen, dass sich der Brustkorb normal hebt. Geben Sie so früh wie möglich Sauerstoff, um die höchstmögliche inspiratorische Sauerstoffkonzentration zu erreichen.[175]
- Ist der Patient intubiert oder ein SAD eingeführt, setzen Sie die ununterbrochenen Thoraxkompressionen (außer bei Defibrillationsindikation oder zur Pulskontrolle) mit einer Frequenz von mindestens 100/Min. fort, und beatmen Sie die Lungen mit ungefähr 10 Beatmungshüben/Min.
- Vermeiden Sie eine Hyperventilation (sowohl überhöhte Frequenzen als auch Atemvolumina).
- Falls keine Atemwegshilfen und Beatmungsgeräte vorhanden sind, soll eine Mund-zu-Mund-Beatmung in Erwägung gezogen werden. Sprechen medizinische Gründe dafür, den Mund-zu-Mund-Kontakt zu vermeiden, oder sind Sie unfähig oder nicht gewillt, dies zu tun, führen Sie Thoraxkompressionen durch, bis weitere Hilfe oder die Ausrüstung zum Atemwegsmanagement eintrifft. Die Autoren verstehen, dass es gute klinische Gründe geben kann, eine Mund-zu-Mund-Beatmung zu vermeiden. Dennoch, es gibt Situationen, in denen sie lebensrettend sein kann.

- Wenn der Defibrillator am Notfallort ankommt, bringen Sie die selbst klebenden Defibrillatorpads auf dem Brustkorb des Patienten ohne Unterbrechung der Thoraxkompressionen an, und führen danach eine kurze Analyse des Rhythmus durch. Wenn selbst klebende Defibrillatorpads nicht verfügbar sind, können alternativ „Paddles" verwendet werden. Die Verwendung von Klebeelektroden oder einer „Quick look paddle"-Technik ermöglicht eine raschere Beurteilung des Herzrhythmus im Vergleich zur Verwendung von EKG-Elektroden.[296] Unterbrechen Sie die Thoraxkompression nur kurz, um den Herzrhythmus zu beurteilen. Bei Verwendung eines manuellen Defibrillators laden Sie diesen, wenn der Herzrhythmus VF/VT ist, während ein anderer Helfer die Thoraxkompressionen fortführt. Sobald der Defibrillator geladen ist, setzen Sie die Thoraxkompressionen aus, versichern sich, dass kein Helfer Kontakt zum Patienten hat, und lösen einen elektrischen Schock aus, dann nehmen Sie sofort die Herzdruckmassage wieder auf. Vergewissern Sie sich, dass niemand den Patienten beim Auslösen des Schocks berührt. Planen Sie die Defibrillation, bevor Sie die Thoraxkompressionen unterbrechen.
- Bei Verwendung eines automatisierten externen Defibrillators (AED) folgen Sie den audiovisuellen Anweisungen. Versuchen Sie auch hier, die Unterbrechung der Thoraxkompression zu minimieren.

- Die Autoren wissen, dass an Orten, an denen keine selbstklebenden Defibrillations-Pads zur Verfügung stehen, bei der Verwendung von Paddles Alternativstrategien üblich sind, um die Präschockpause zu minimieren.
- Den Autoren ist bekannt, dass einige Behandlungsstrategien das Laden des Defibrillators zum Ende eines jeden 2-Minuten-Zyklus im Rahmen der Pulskontrolle beinhalten. Ist der Rhythmus VF/VT, wird dann direkt der Schock ausgelöst und die CPR fortgeführt. Ob dies zu einer Verbesserung der Reanimation führt, ist unbekannt, aber es führt zum Laden für einen nicht defibrillierbaren Rhythmus.
- Nehmen Sie die Herzdruckmassage nach der Defibrillation unverzüglich wieder auf. Minimieren Sie die Unterbrechungen der Thoraxkompressionen. Bei der Verwendung eines manuellen Defibrillators ist es möglich, dass die Pause zwischen den Thoraxkompressionen kürzer als fünf Sekunden ist.
- Setzen Sie die CPR-Maßnahmen so lange fort, bis das Notfallteam eintrifft oder der Patient Lebenszeichen zeigt. Bei Verwendung eines AED folgen Sie den Sprachanweisungen.
- Wenn bei laufender Reanimation ausreichend Rettungskräfte am Notfallort anwesend sind, sollen i.v. Verweilkanülen und Medikamente (z.B. Adrenalin) für das nachfolgende Reanimationsteam vorbereitet werden.

- Bestimmen Sie eine verantwortliche Person, die den Patienten an den Leiter des Reanimationsteams übergibt. Verwenden Sie ein strukturiertes Kommunikationswerkzeug für die Übergabe (z.B. SBAR, RSVP).[178,179] Auch die Patientenakte soll bereitliegen.
- Die Qualität der Thoraxkompressionen während einer innerklinischen CPR ist häufig nicht optimal. Die Notwendigkeit, die Thoraxkompressionen nicht zu unterbrechen, kann nicht oft genug betont werden. Selbst kurze Pausen wirken sich katastrophal auf das Patienten-Outcome aus. Deshalb muss jegliches Bemühen darauf gerichtet sein sicherzustellen, dass kontinuierliche und wirksame Herzdruckmassage während des gesamten Reanimationsablaufs aufrechterhalten wird. Thoraxkompressionen sollen am Anfang eines CPR-Versuchs gestartet, ohne Unterbrechung fortgesetzt und nur kurz für spezifische Interventionen (z.B. Pulskontrolle) ausgesetzt werden. Der Teamleiter soll die Qualität der Reanimation überwachen und bei insuffizienten Thoraxkompressionen den Helfer austauschen.
- Eine kontinuierliche Überwachung des endtidalen Kohlendioxidpartialdrucks ($p_{et}CO_2$) kann zur Qualitätssicherung der Reanimation dienen. Ein Anstieg des $p_{et}CO_2$ während der Reanimation ist ein Indikator für das Vorliegen eines ROSC.[174,182-184]

- Wenn möglich, soll die Person, die die Thoraxkompressionen durchführt, alle zwei Minuten ausgetauscht werden, ohne dabei lange Pausen zwischen den Thoraxkompressionen zu verursachen.

Algorithmus zur Advanced-Life-Support-Behandlung

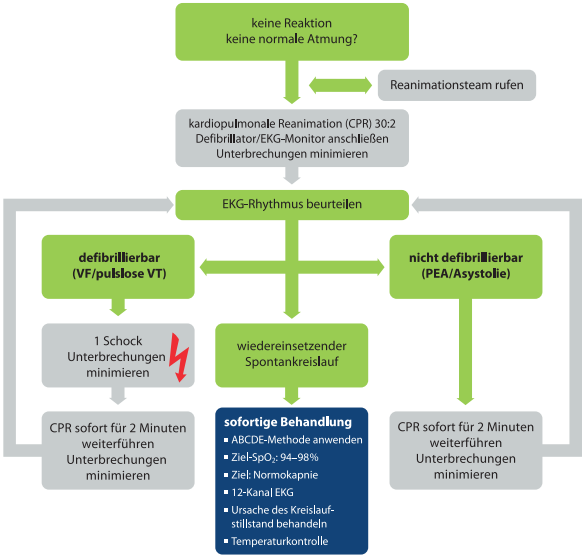
Obwohl der ALS-Algorithmus (Abb. 1.7) auf alle Kreislaufstillstände anwendbar ist, können zusätzliche Interventionen bei jenen Patienten notwendig sein, die einen Kreislaufstillstand aus besonderer Ursache erlitten haben (siehe Abschnitt 4).[3]

Die Interventionen, die zweifellos mit einer höheren Überlebenschance nach einem Kreislaufstillstand korrelieren, sind schnelle, effektive also lebensrettende BLS-Maßnahmen durch Notfallzeugen, ununterbrochene, qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen und eine frühe Defibrillation bei VF- sowie VT-Patienten. Es konnte gezeigt werden, dass die Verwendung von Adrenalin zwar zu einer Steigerung der ROSC-Quote führt, aber nicht zu einer Verbesserung des Überlebens bis zur Krankenhausentlassung. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass Adrenalin eine Verschlechterung des neurologischen Langzeitüberlebens zur Folge hat. Ebenso sind die Nachweise für die Verwendung eines erweiterten Atemwegsmanagements beim ALS begrenzt.[175,185-192] Somit sind Medikamente und erweitertes Atemwegsmanagement –

im Vergleich zur frühen Defibrillation und zu qualitativ hochwertigen, ununterbrochenen Thoraxkompressionen – von sekundärer Bedeutung, auch wenn sie noch immer Teil des ALS sind.

Wie in den früheren Leitlinien wird im ALS-Algorithmus zwischen defibrillierbaren und nicht defibrillierbaren Herzrhythmen unterschieden. Jeder Zyklus ist weitgehend ähnlich, indem insgesamt zwei Minuten lang CPR-Maßnahmen durchgeführt werden, bevor der Herzrhythmus beurteilt und, wenn indiziert, der Puls getastet wird. Alle drei bis fünf Minuten wird 1 mg Adrenalin verabreicht, bis ROSC gesichert ist; der Zeitpunkt zur initialen Adrenalingabe wird nachfolgend beschrieben. Bei VF/VT ist eine Einzeldosis von 300 mg Amiodaron nach drei erfolglosen elektrischen Schocks indiziert. Eine weitere Dosis von 150 mg Amiodaron kann nach fünf Schocks in Erwägung gezogen werden. Die optimale Zyklusdauer ist unbekannt. Es existieren ebenso Algorithmen für längere Zyklen (3 Minuten) mit unterschiedlichen Zeitangaben für die Adrenalingabe.[193]

Advanced Life Support



während CPR

- CPR hoher Qualität sichern: Frequenz, Tiefe, Entlastung
- Unterbrechungen der Thoraxkompression minimieren
- Sauerstoff geben
- Kapnographie verwenden
- Thoraxkompression ohne Unterbrechung wenn Atemweg gesichert
- Gefäßzugang (intravenös oder intraossär)
- Adrenalin alle 3–5 Minuten
- Amiodaron nach dem 3. Schock

reversible Ursachen behandeln

Hypoxie	Herzbeteltamponade
Hypovolämie	Intoxikation
Hypo-/Hyperkaliämie/metabolisch	Thrombose (kardial oder pulmonal)
Hypo-/Hyperthermie	Spannungspneumothorax

Erwägen

- Ultraschall Untersuchung
- Verwendung von mechanischen Reanimationsgeräten für Transport oder weitere Behandlung
- Coronarangiographie und Perkutane Coronar Intervention (PCI)
- extrakorporale CPR

Abb 1.7: ALS Algorithmus des Advanced Life Support
CPR „Kardiopulmonale Reanimation"; VF/pulsloseVT „ventricular fibrillation"/„pulsless ventricular tachycardia"; ABCDE „airway, breathing, circulation, disability, exposure"; SpO_2 Sauerstoffsättigung, pulsoxymetrisch; $PaCO_2$ Co_2 Partialdruck im arteriellen Blut; PEA pulslose elektrische Aktivität

Defibrillierbare Herzrhythmen (Kammerflimmern/pulslose ventrikuläre Tachykardie)
Ist der Kreislaufstillstand bestätigt, fordern Sie Hilfe an (einschließlich eines Defibrillators), und beginnen Sie mit der Reanimation, d.h. mit Thoraxkompressionen bei einem Kompressions-Beatmungs-Verhältnis (CV) von 30:2. Wenn der Defibrillator eingetroffen ist, führen Sie die Thoraxkompressionen fort, während die Defibrillationselektroden angebracht werden. Identifizieren Sie den Herzrhythmus, und behandeln Sie nach dem ALS-Algorithmus.

- Sobald VF/VT bestätigt ist, laden Sie den Defibrillator, während ein zweiter Helfer die Thoraxkompressionen fortsetzt. Ist der Defibrillator geladen, pausieren Sie mit den Thoraxkompressionen, überzeugen sich schnell, dass niemand den Patienten berührt, und lösen Sie einen elektrischen Schock aus.

- Die Energieniveaus für die Defibrillation sind zu den Leitlinien 2010 unverändert.[194] Bei biphasischen Geräten verwenden Sie für die erste Defibrillation 150 J. Bei der manuellen Defibrillation kann es bei Ausbleiben eines Defibrillationserfolgs oder bei Wiederauftreten eines VF angebracht sein, die Energie für die nächste Defibrillation zu erhöhen.[195-196]

- Minimieren Sie die Verzögerung zwischen der Unterbrechung der Thoraxkompressionen und dem Schock (die Präschockpause); selbst eine fünf bis zehn Sekunden andauernde Pause reduziert die Chancen auf einen erfolgreichen Schock.[84,85,197,198]
- Setzen Sie die CPR (CV-Verhältnis 30:2) unmittelbar nach dem elektrischen Schock fort, ohne neuerliche Bewertung des Herzrhythmus oder Fühlen des Pulses. Beginnen Sie dabei mit Thoraxkompressionen, um die Pausen zwischen den Defibrillationen zu minimieren.[84-85]
- Setzen Sie die Reanimation weitere zwei Minuten fort, pausieren Sie dann kurz, um den Herzrhythmus zu beurteilen; liegt noch immer VF/VT vor, verabreichen Sie einen zweiten Schock (150–360 J biphasisch). Ohne den Herzrhythmus neu zu beurteilen oder den Puls zu tasten, führen Sie unmittelbar nach dem elektrischen Schock die CPR-Maßnahmen (CV-Verhältnis 30:2) fort, beginnend mit Thoraxkompressionen.
- Setzen Sie die Reanimation weitere zwei Minuten fort, pausieren Sie dann kurz, um den Herzrhythmus zu beurteilen; liegt noch immer VF/VT vor, verabreichen Sie einen dritten Schock (150–360 J biphasisch). Ohne den Herzrhythmus neu zu beurteilen oder den Puls zu tasten, führen Sie unmittelbar nach dem elektrischen Schock die CPR-Maßnahmen (CV-Verhältnis 30:2) fort, beginnend mit Thoraxkompressionen.

- Ist ein i.v./i.o. Zugang etabliert, verabreichen Sie während des nächsten Zyklus 1 mg Adrenalin und 300 mg Amiodaron.[199]
- Die Verwendung der Kapnographie kann helfen, einen ROSC festzustellen, ohne dabei die Thoraxkompressionen unterbrechen zu müssen, sie kann auch dazu dienen, die Gabe von Adrenalin in einer ROSC-Situation zu vermeiden. Verschiedene Studien am Menschen haben gezeigt, dass der $p_{et}CO_2$ signifikant ansteigt, sobald ein ROSC eintritt[174,182-184,200,201]. Wenn Sie während der CPR einen ROSC vermuten, setzen Sie die Adrenalingabe aus. Geben Sie Adrenalin, wenn der Kreislaufstillstand beim nächsten Rhythmuscheck bestätigt ist.
- Ist mit diesem dritten elektrischen Schock kein ROSC erreicht worden, wird Adrenalin die Myokarddurchblutung verbessern und so die Chance auf eine erfolgreiche Defibrillation beim nächsten Schock erhöhen.
- Der Zeitpunkt der Adrenalingabe kann beim ALS-Anwender zu Verwirrung führen und muss während der Ausbildung unterstrichen werden.[202] Die Ausbildung soll betonen, dass die Gabe von Medikamenten nicht zu einer Unterbrechung der CPR oder zu einer Verzögerung der Defibrillation führen darf. Untersuchungen an Menschen zeigen, dass Medikamente auch ohne Einfluss auf die CPR-Qualität verabreicht werden können.[202]
- Wenn der Herzrhythmus nach einem 2-minütigen CPR-Zyklus in eine Asystolie oder PEA wechselt, richten Sie sich nach den

unten angeführten Anleitungen zum nicht defibrillierbaren Herzrhythmus. Liegt dieser vor (regulär geformte oder schmale Kammerkomplexe), versuchen Sie, einen Puls zu tasten. Die Herzrhythmusanalysen sollen kurz sein. Das Tasten des Pulses ist nur dann indiziert, wenn ein organisierter Herzrhythmus zu beobachten ist. Sollten Zweifel über das Vorhandensein eines Pulses während eines organisierten Herzrhythmus auftreten, nehmen Sie die CPR-Maßnahmen wieder auf. Zeigt der Patient einen ROSC, beginnen Sie mit der Postreanimationsbehandlung.

Während der Behandlung von VF/VT müssen Ärzte und Pflegepersonal die Maßnahmen der Reanimation und die Defibrillation effektiv koordinieren. Jede Verkürzung dieser Zeitspanne – selbst wenn es sich nur um wenige Sekunden handelt – kann die Wahrscheinlichkeit des Defibrillationserfolgs steigern.[84,85,197,198] Darüber hinaus können effektive Thoraxkompressionen die Größe und Frequenz des VF und so die Chance für eine erfolgreiche Defibrillation verbessern.[203-205]

Injizieren Sie, unabhängig vom zugrunde liegenden Herzrhythmus, 1 mg Adrenalin alle 3–5 Minuten, bis ein ROSC erreicht ist; in der Praxis ist dies etwa einmal während 2 Algorithmuszyklen. Falls Lebenszeichen (zielgerichtete Bewegungen, normale Atmung oder Husten) während der Reanimation zurückkehren oder die Kapnographie einen Anstieg des $p_{et}CO_2$ anzeigt, prüfen Sie den

Herzrhythmus am Monitor, und tasten Sie bei Vorliegen eines organisierten Herzrhythmus den Puls. Wenn ein Puls tastbar ist, beginnen Sie mit der Postreanimationsbehandlung. Wenn kein Puls getastet werden kann, fahren Sie mit den Wiederbelebungsmaßnahmen fort.

Beobachtetes und überwachtes VF/VT

Wenn ein Patient einen überwachten und beobachteten Kreislaufstillstand im Herzkatheterlabor, auf der Intensivstation oder unmittelbar nach Thorakotomie erleidet, dann:

- Stellen Sie den Kreislaufstillstand fest, und rufen Sie um Hilfe.
- Ist der anfängliche Herzrhythmus VF/VT, geben Sie bis zu drei schnell aufeinanderfolgende Schocks.
- Überprüfen Sie nach jeder Defibrillation kurz, ob sich der Rhythmus geändert hat und wenn zutreffend, ob ein ROSC vorliegt.
- Sollte auch der dritte Schock nicht erfolgreich sein, beginnen Sie unmittelbar mit den Thoraxkompressionen und setzen die CPR-Maßnahmen für zwei Minuten fort.

Diese Dreischockstrategie kann auch zu Beginn eines beobachteten durch VF/VT ausgelösten Kreislaufstillstands überlegt werden, wenn der Patient bereits an einen manuellen Defibrillator angeschlossen ist. Obwohl es keine Daten zur Unterstützung einer Dreischock-

strategie in den genannten Fällen gibt, ist es unwahrscheinlich, dass Thoraxkompressionen die ohnehin bereits hohen Chancen für einen ROSC verbessern, wenn die Defibrillation sehr früh in der elektrischen Phase, d.h. unmittelbar nach Beginn des VF durchgeführt wird.

Atemweg und Beatmung

Stellen Sie während der Behandlung von persistierendem VF qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen zwischen den Defibrillationsversuchen sicher. Denken Sie an die reversiblen Ursachen (4 Hs und HITS), und, wenn identifiziert, therapieren Sie diese. Die endotracheale Intubation ist die verlässlichste Atemwegssicherung, soll aber nur von einem professionellen Helfer durchgeführt werden, der in dieser Technik gut ausgebildet und in der Anwendung erfahren ist. Intubation darf nicht zur Verzögerung der Defibrillation führen. Ein im erweiterten Atemwegsmanagement erfahrener Helfer soll den Patienten ohne Unterbrechung der Thoraxkompressionen laryngoskopieren und intubieren; eine kurze Unterbrechung der Thoraxkompression ist möglicherweise notwendig, um den Tubus in die Trachea einzuführen; diese Pause soll aber fünf Sekunden nicht überschreiten. Um eine Unterbrechung der Herzdruckmassage zu vermeiden, kann alternativ der Intubationsversuch verschoben werden, bis ein ROSC erreicht ist. Bislang konnte in keiner Studie gezeigt

werden, dass die endotracheale Intubation die Überlebensrate nach Kreislaufstillständen erhöht. Nach erfolgreicher Intubation muss die korrekte Tubuslage bestätigt und der Tubus fixiert werden. Beatmen Sie 10-mal/Min. – hyperventilieren Sie nicht. Sobald der Patient intubiert ist, fahren Sie mit den Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100–120/Min. kontinuierlich fort, ohne Pause für die Beatmung.

Falls keine professionellen Helfer verfügbar sind, die eine endotracheale Intubation durchführen können, sind SADs (z.B. Larynxmaske, Larynxtubus oder I-gel) eine akzeptable Alternative zur Atemwegssicherung. Nach Platzierung eines SAD soll eine kontinuierliche Thoraxkompression versucht werden, die für die Beatmung nicht unterbrochen wird. Falls der Patient durch exzessive Undichtigkeit des Systems nicht adäquat beatmet wird, müssen die Thoraxkompressionen im CV-Verhältnis von 30:2 unterbrochen werden.

Intravenöser Zugang und Medikamente

Legen Sie einen i.v. Zugang, wenn dies noch nicht gemacht wurde. Ein peripherer Venenzugang kann schneller angelegt werden, ist technisch einfacher und daher sicherer. Um peripher injizierte Medikamente sicher in das zentrale Kompartiment zu befördern, muss mit 20 ml Flüssigkeit nachgespült und die betreffende

Extremität für zehn bis 20 Sekunden hochgehalten werden. Wenn ein i.v. Zugang schwer oder nicht machbar ist, besteht die Möglichkeit einer i.o. Injektion. Diese Form der Injektion ist mittlerweile auch bei Erwachsenen etabliert.[207-210] Die i.o. Injektion von Medikamenten resultiert in ähnlichen Plasmakonzentrationen in vergleichbaren Zeit wie nach einer Injektion über eine Vene.[211,212]

Nicht defibrillierbare Herzrhythmen
(pulslose elektrische Aktivität und Asystolie)
Die PEA ist als Kreislaufstillstand mit vorhandener kardialer elektrischer Aktivität (keine ventrikuläre Tachykardie) definiert, die normalerweise mit einem tastbaren Puls einhergehen würde.[213] Das Überleben nach einem Kreislaufstillstand mit Asystolie oder PEA ist jedoch unwahrscheinlich, wenn keine reversible Ursache gefunden und erfolgreich therapiert werden kann.

Bei initial beobachteter PEA oder Asystolie starten Sie 30:2-CPR. Wenn auf dem Monitor eine Asystolie angezeigt wird, überprüfen Sie, ob die EKG-Ableitung korrekt angelegt ist, ohne die Thoraxkompressionen zu unterbrechen. Setzen Sie die Thoraxkompressionen ohne Unterbrechung für die Beatmung fort, sobald ein sicherer Atemweg des erweiterten Atemwegsmanagements liegt. Kontrollieren Sie nach zweiminütiger CPR den Herzrhythmus er-

neut. Besteht eine Asystolie, setzen Sie sofort die CPR fort. Hat sich ein organisierter Herzrhythmus gebildet, versuchen Sie, den Puls zu tasten. Ist kein Puls vorhanden oder bestehen Zweifel über das Vorhandensein des Pulses, fahren Sie mit der CPR fort.

Verabreichen Sie 1 mg Adrenalin, sobald ein Zugang etabliert ist, und wiederholen Sie diese Gabe jeden zweiten CPR-Zyklus (d.h. etwa alle drei bis fünf Minuten). Wenn Lebenszeichen während der CPR vorhanden sind, überprüfen Sie den Rhythmus und den Puls. Gibt es einen Puls, beginnen Sie mit der Postreanimationsbehandlung. Wenn Sie während der CPR einen ROSC vermuten, setzen Sie die Adrenalingabe aus, aber führen Sie die CPR fort. Geben Sie Adrenalin, wenn der Kreislaufstillstand nach dem nächsten Rhythmuscheck bestätigt ist.

Wann immer eine Asystolie diagnostiziert wird, überprüfen Sie das EKG sorgfältig auf das Vorhandensein von P-Wellen, da dann der Einsatz eines transkutanen Herzschrittmachers indiziert sein könnte. Der Einsatz eines Schrittmachers bei Vorliegen einer reinen Asystolie ist nicht sinnvoll. Wenn Zweifel bestehen, ob es sich um eine Asystolie oder um feines VF handelt, führen Sie keine Defibrillation durch, sondern setzen Sie Thoraxkompressionen und Beatmung fort. Eine kontinuierliche und qualitativ hochwertige CPR kann die Amplitude und die Frequenz des VF steigern und

damit die Chance einer erfolgreichen Defibrillation zu einem perfundierenden Rhythmus verbessern.[203-205]

Die optimalen CPR-Zeiten zwischen den einzelnen Rhythmusüberprüfungen können je nach vorliegendem Rhythmus und Zyklus variieren.[214] Folgen Sie dem Algorithmus für defibrillierbare Herzrhythmen, wenn während der Behandlung einer Asystolie oder einer PEA, nach einem zweiminütiger Zyklus von CPR-Maßnahmen ein VF auftritt (Expertenkonsens). Andernfalls setzen Sie die CPR fort und verabreichen alle drei bis fünf Minuten Adrenalin, solange kein tastbarer Puls festgestellt werden kann. Wird ein VF während eines zweiminütigen CPR-Zyklus am Monitor festgestellt, vervollständigen Sie den CPR-Zyklus, bevor die formale Herzrhythmuskontrolle und ggf. eine weitere Defibrillation durchgeführt werden – diese Strategie minimiert die Unterbrechungen der Thoraxkompressionen.

Potenziell reversible Ursachen

Potenzielle Ursachen oder aggravierende Faktoren, für die spezifische Behandlungsmethoden existieren, müssen bei der Therapie jedes Kreislaufstillstands bedacht werden. Um sich diese leichter merken zu können, werden sie in zwei Gruppen von jeweils vier Einzelpunkten unterteilt, basierend auf den Anfangsbuchstaben – Hs und HITS. Weitere Details werden in Kapitel 4, „Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen“, behandelt.[3]

Einsatz von Ultraschall während erweiterter Reanimationsmaßnahmen
Eine Reihe von Untersuchungen hat sich mit der Verwendung der Sonographie zum Erkennen potenziell reversibler Ursachen beim Kreislaufstillstand befasst.[215-217] Obwohl keine Untersuchung ergab, dass diese Form der Bildgebung das Outcome verbessert, gibt es keinen Zweifel daran, dass die Echokardiographie das Potenzial besitzt, reversible Ursachen eines Kreislaufstillstands (z.B. Herzbeuteltamponade, Lungenembolie, Hypovolämie, Pneumothorax) und eine Pseudo-PEA zu erkennen. Die Einbeziehung von Ultraschall in die erweiterten Reanimationsmaßnahmen erfordert ausgiebiges Training, wenn die Unterbrechungen der Thoraxkompressionen minimiert werden sollen.

Monitoring während erweiterter Reanimationsmaßnahmen
Es gibt eine Reihe von Verfahren und neu entwickelten Technologien, mit denen Patienten während CPR überwacht und ALS-Interventionen gesteuert werden können:

- Klinische Zeichen, wie Atembemühungen, Bewegungen und Augenöffnen, können während CPR auftreten. Diese weisen eventuell auf das Vorliegen eines ROSC hin und müssen durch eine Rhythmus- und Pulskontrolle verifiziert werden; sie können allerdings ebenfalls auftreten, weil die CPR eine ausreichende

Zirkulation generiert hat, um Lebenszeichen inklusive des Bewusstseins wiederherzustellen.[218]

- Der Gebrauch von CPR-Feedback-Geräten oder Geräten zur Benutzerführung während CPR („prompt devices") wird in Kapitel 2, „Lebensrettende Basismaßnahmen", erörtert.[223] Er soll lediglich als Teil eines allgemeineren therapeutischen Vorgehens betrachtet werden, das anstelle isolierter Interventionen umfassendere Konzepte zur Verbesserung der CPR-Qualität beinhalten soll.[99,219]
- Pulskontrollen bei Vorliegen eines EKG-Rhythmus, der möglicherweise mit einer Herzauswurfleistung einhergeht, können einen ROSC verifizieren, jedoch werden Sie möglicherweise bei Patienten mit niedrigem Cardiac Output und niedrigem Blutdruck keine Pulse feststellen.[220] Die Bedeutung von Versuchen, während der Thoraxkompressionen arterielle Pulse zu tasten, um die Effektivität der Kompressionen zu beurteilen, ist unklar. In der Vena cava inferior gibt es keine Venenklappen, und ein retrograder Flow in das venöse System kann femoralvenöse Pulsationen hervorrufen.[221]Carotispulsationen während CPR bedeuten nicht zwangsläufig, dass eine adäquate myokardiale oder zerebrale Perfusion vorliegt.
- Ein Rhythmusmonitoring mittels Pads, Paddles oder EKG-Elektroden ist integraler Bestandteil erweiterter Reanimationsmaßnahmen. Bewegungsartefakte während der Thoraxkompres-

sionen verhindern eine zuverlässige Rhythmusbeurteilung, sodass die Helfer gezwungen sind, die Thoraxkompressionen zur Rhythmusanalyse zu unterbrechen, und sie verhindern die frühzeitige Erkennung von rezidivierendem VF/pVT. Einige moderne Defibrillatoren verfügen über Filter zur Beseitigung von Artefakten durch Thoraxkompressionen; es gibt allerdings keine Untersuchungen beim Menschen zu einer Outcome-Verbesserung durch deren Einsatz. Außerhalb wissenschaftlicher Untersuchungen empfehlen wir den Routineeinsatz von Artefakt filternden Algorithmen bei der EKG-Analyse während CPR nicht.[18]

- Der Einsatz der Kapnographie mit Kurvendarstellung wird in den Leitlinien 2015 stärker betont und weiter unten im Detail dargestellt.
- Die Ergebnisse von Blutentnahmen während CPR können dazu genutzt werden, potenziell reversible Ursachen eines Kreislaufstillstands zu identifizieren. Kapillarblutanalysen bei kritisch Kranken sollen vermieden werden, da sie keine zuverlässigen Ergebnisse liefern; stattdessen soll venöses oder arterielles Blut entnommen werden.
- Blutgasanalysen während CPR sind schwer zu interpretieren. Während eines Kreislaufstillstands können arterielle Blutgaswerte irreführend sein und nur wenig Bezug zum Säure-Basen-Status der Gewebe haben.[22] Ein Monitoring der zentralvenösen Sauerstoffsättigung während ALS ist möglich, aber dessen Wert hinsichtlich der Steuerung der CPR ist unklar.

- Invasives kardiovaskuläres Monitoring erlaubt die Erkennung niedriger Blutdrucke nach Erreichen eines ROSC. Durch Optimierung der Thoraxkompressionen soll ein diastolischer arterieller Blutdruck von mehr als 25 mmHg während CPR angestrebt werden.[223] Praktisch gesehen bedeutet dies, dass der diastolische arterielle Druck gemessen werden soll. Obwohl an hämodynamischen Zielen orientierte CPR-Maßnahmen in experimentellen Untersuchungen einen gewissen Benefit zeigen,[224-227] gibt es gegenwärtig keinen Anhalt für eine verbesserte Überlebensrate durch dieses Vorgehen.
- Ultraschalluntersuchungen werden weiter oben dargestellt und zur Identifikation und Behandlung reversibler Ursachen eines Kreislaufstillstands und um Zustände eines niedrigen Cardiac Outputs zu erkennen („Pseudo-PEA“) diskutiert.
- Die zerebrale Oximetrie mittels near-infrared Spektroskopie ermittelt nicht invasiv die regionale zerebrale Sauerstoffsättigung.[228-230] Es handelt sich um eine relativ neue Technologie, die während CPR anwendbar ist. Ihre Bedeutung bei der Steuerung von CPR-Maßnahmen inklusive Prognosestellung während und nach CPR muss jedoch noch ermittelt werden.[231]

Kapnographie während erweiterter Reanimationsmaßnahmen

Die Kapnographie erlaubt während CPR die kontinuierliche Messung des endtidalen CO_2 in Echtzeit. Während CPR sind die end-

tidalen CO_2-Werte infolge des geringen Cardiac Output, der durch die Thoraxkompressionen generiert wird, niedrig. Gegenwärtig gibt es keine Evidenz dafür, dass die Kapnographie während CPR zu einem verbesserten Outcome beiträgt, obwohl es eindeutig vorteilhaft ist, unerkannte oesophageale Intubationen zu verhindern. Die Rolle der Kapnographie unter CPR umfasst:

- Sicherstellung der Platzierung eines Endotrachealtubus in der Trachea (weitere Details siehe weiter unten).
- Monitoring der Beatmungsfrequenz während CPR und Vermeidung von Hyperventilation.
- Monitoring der Qualität der Thoraxkompressionen während CPR. Endtidale CO_2-Werte stehen in Zusammenhang mit der Kompressionstiefe und der Beatmungsfrequenz, und eine größere Eindrucktiefe wird den Wert anheben.[223] Ob dies zur Steuerung der Behandlung und zur Verbesserung des Outcome genutzt werden kann, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten[174] (Abb. 3.3).
- Erkennung eines ROSC während CPR. Ein Anstieg des endtidalen CO_2 während CPR kann ein Hinweis auf einen ROSC sein und vermag eine überflüssige und potenziell schädliche weitere Adrenalingabe bei einem Patienten mit ROSC zu verhindern. Falls während CPR ein ROSC vermutet wird, soll kein weiteres Adrenalin gegeben werden. Wenn bei der nächsten Rhythmusanalyse doch ein Kreislaufstillstand bestätigt wird, soll wieder Adrenalin gegeben werden.

- Prognosestellung während CPR. Niedrige endtidale CO_2-Werte deuten möglicherweise auf eine schlechte Prognose und eine geringe Überlebenschance hin;[175] jedoch empfehlen wir, niemals einen einzigen während CPR erhobenen endtidalen CO_2-Wert als alleiniges Kriterium für den Abbruch von CPR-Maßnahmen heranzuziehen. Endtidale CO_2-Werte sollen lediglich als Baustein eines multimodalen Konzepts bei der Prognosestellung während CPR betrachtet werden.

Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR)

Die extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR) soll als Rettungsversuch für diejenigen Patienten erwogen werden, bei denen die initialen ALS-Maßnahmen nicht zum Erfolg führten, oder um spezielle Interventionen zu ermöglichen (z.B. eine Koronarangiographie und perkutane koronare Intervention (PCI) oder eine pulmonale Thrombektomie bei fulminanter Lungenembolie).[233,234] Randomisierte Studien zu eCPR und große eCPR-Register sind dringend erforderlich, um die Bedingungen für eine optimale Einsatzmöglichkeit zu identifizieren, um Leitlinien für ihren Einsatz zu erstellen und die Vorteile, Kosten und Risiken der eCPR zu definieren.[235,236]

Defibrillation

Die Defibrillationsstrategie für die Leitlinien 2015 des European Resuscitation Council (ERC) unterscheiden sich nur wenig von früheren Leitlinien:

- Die Bedeutung frühzeitiger, ununterbrochener Thoraxkompressionen sowie der Minimierung der Pausendauer vor und nach einem Schock wird in den Leitlinien durchgängig betont.
- Setzen Sie die Thoraxkompressionen während des Ladevorgangs des Defibrillators fort, defibrillieren Sie während einer maximal fünf Sekunden dauernden Unterbrechung der Thoraxkompressionen, und setzen Sie unmittelbar nach der Defibrillation die Thoraxkompressionen fort.
- Selbst klebende Defibrillatorpads weisen eine Reihe von Vorteilen gegenüber manuellen Paddles auf und sollen – wann immer verfügbar – vorrangig eingesetzt werden.
- Während Bereitstellung und Anschluss eines Defibrillators oder eines automatisierten externen Defibrillators (AED) sollen die CPR-Maßnahmen fortgesetzt werden; aber die Defibrillation soll nicht länger verzögert werden, als man braucht, um die Indikation zur Defibrillation zu stellen und das Gerät zu laden.
- Der Einsatz von drei schnell hintereinander abgegebenen Schocks kann in Erwägung gezogen werden, wenn VF/pVT während eines beobachteten Kreislaufstillstands unter Monitoring auftritt und

ein Defibrillator unmittelbar verfügbar ist, z.B. bei der Herzkatheterisierung.

- Die Energiestufen bei den Defibrillationsschocks haben sich seit den Leitlinien 2010 nicht verändert.[194] Bei biphasischen Impulsformen soll der erste Schock mit einer Energie von mindestens 150 J abgegeben werden, der zweite und folgende Schocks mit 150–360 J. Die Schockenergie für einen jeweiligen spezifischen Defibrillator soll sich an den Herstellerempfehlungen orientieren. Es ist sinnvoll – falls möglich – bei Patienten nach einer erfolglosen Defibrillation und bei erneutem Auftreten von Kammerflimmern eskalierende Energiestufen zu erwägen.[195,196]

Maßnahmen zur Minimierung der Präschockpause

Die Verzögerung zwischen der Unterbrechung der Thoraxkompressionen und der Defibrillation (die Präschockpause) muss auf ein absolutes Minimum reduziert werden; selbst eine Verzögerung von nur fünf bis zehn Sekunden senkt die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Schocks.[84,85,87,197,198,237]Die Präschockpause kann auf weniger als fünf Sekunden verkürzt werden, indem die Thoraxkompressionen während des Ladevorgangs des Defibrillators fortgeführt werden und durch Vorhandensein eines effizient arbeitenden Teams, das von einem klar kommunizierenden Teamleiter koordiniert wird. Der Sicherheitscheck, um auszuschließen, dass ein Helfer im Moment der Defibrillation Kontakt zum Patienten hat, soll rasch,

aber effizient vorgenommen werden. Die Postschockpause wird durch die unmittelbare Wiederaufnahme der Thoraxkompressionen nach der Schockabgabe minimiert (siehe unten). Der gesamte Prozess der manuellen Defibrillation soll mit weniger als fünf Sekunden Unterbrechung der Thoraxkompressionen möglich sein.

Atemwegsmanagement und Beatmung

Die optimale Strategie zur Sicherung der Atemwege ist zum gegenwertigen Zeitpunkt nicht definitiv geklärt. Zahlreiche Beobachtungsstudien haben sich mit der Frage beschäftigt, inwieweit erweitertes Atemwegsmanagement (Intubation und supraglottische Atemwege, SGA) das Outcome beeinflussen können.[239] Die ILCOR-ALS-Task-Force empfiehlt für die Atemwegssicherung während der Reanimation entweder die invasive Atemwegssicherung (Intubation oder SGA) oder eine Beutel-Maske-Beatmung.[175] Diese sehr weitgefasste Empfehlung wird gegeben, da qualitativ hochwertige Daten fehlen, die zeigen, welche Atemwegssicherung tatsächlich die beste ist. In der Praxis werden schrittweise verschiedene Arten der Atemwegssicherung bei Reanimationen zum Einsatz kommen.[240] Der beste Atemweg oder die Kombination von Techniken hängen von den Umständen ab. Hierzu zählen die Phase der Reanimation (während der Reanimation oder in der Postreanimationsphase) und natürlich die Fertigkeiten des Anwenders.[192]

Überprüfen der korrekten Tubuslage
Die schwerwiegendste Komplikation eines Intubationsversuchs besteht in einer unerkannten oesophagealen Intubation. Die routinemäßige Anwendung primärer und sekundärer Techniken zur Überprüfung der korrekten Tubuslage soll das Risiko reduzieren. Die ILCOR-ALS-Task-Force empfiehlt die Kapnographie zur Bestätigung und zur kontinuierlichen Überwachung der Tubuslage während der Reanimation zusätzlich zur klinischen Überprüfung (starke Empfehlung, niedrige Evidenzklasse). Kapnographie wird sehr empfohlen, da sie darüber hinaus während der Reanimation weitere Vorteile hat (Überwachung der Beatmungsfrequenz, Qualitätskontrolle der Thoraxkompression). Die ILCOR-ALS-Task-Force empfiehlt, wenn keine Kapnographie verfügbar ist, als Alternative den Einsatz der Kapnometrie oder anderer Verfahren wie z.B. Oesophagus-Detektor oder Ultraschall als Ergänzung der klinischen Beurteilung.

Medikamente und Infusionen im Kreislaufstillstand

Vasopressoren
Die Verwendung von Adrenalin und Vasopressin bei der Reanimation ist in einigen Ländern anhaltend weit verbreitet. Jedoch gibt es keine placebokontrollierte Studie, die gezeigt hat, dass die Routinegabe eines Vasopressors während des Kreislaufstillstands beim Menschen die Überlebensrate bis zur Klinikentlassung

erhöht, obwohl ein verbessertes Kurzzeitüberleben gezeigt werden konnte.[186,187,189]

Unsere aktuelle Empfehlung ist, die Gabe von Adrenalin während der Reanimation entsprechend der Leitlinien von 2010 fortzuführen. Wir haben den Vorteil auf das kurzfristige Überleben (Wiederherstellung eines Spontankreislaufs und Überleben bis Klinikaufnahme) sowie die durch die Limitationen der Beobachtungsstudien bedingten Unsicherheit hinsichtlich nützlichen oder schädlichen Effekten auf die Überlebensrate bis Klinikentlassung und das neurologische Ergebnis gegeneinander abgewogen.[175,241,242] Daraufhin haben wir uns entschlossen, die aktuelle Praxis nicht zu ändern, solange es keine qualitativ hochwertigen Daten zum Langzeitüberleben gibt.

Einige randomisierte Studien stellten keine Unterschiede im Ergebnis (Wiederherstellung eines Spontankreislaufs, Überleben bis Klinikentlassung, neurologisches Ergebnis) bei Vasopressin oder Adrenalin als Vasopressor erster Wahl beim Kreislaufstillstand fest. Auch andere, die Adrenalin allein oder in Kombination mit Vasopressin verglichen, zeigten keine Unterschiede hinsichtlich dieser Faktoren.[248-250] Wir empfehlen, dass Vasopressin beim Kreislaufstillstand nicht anstelle von Adrenalin verwendet werden soll. Professionelle Helfer, die in einem System arbeiten, in dem

bereits Vasopressin verwendet wird, können diese Praxis fortführen, da es keinen Beweis dafür gibt, dass Vasopressin schädlicher ist als Adrenalin.[175]

Antiarrhythmika

Wie auch bei den Vasopressoren ist die Evidenz für positive Effekte beim Kreislaufstillstand für Antiarrhythmika eingeschränkt. Für kein Antiarrhythmikum wurde nachgewiesen, dass die Verwendung im Kreislaufstillstand die Überlebensrate bis Klinikentlassung verbessert, obwohl für Amiodaron gezeigt werden konnte, dass die Zahl der Patienten, die lebend das Krankenhaus erreichen, gesteigert werden kann.[251,252] Trotz des Fehlens von Daten zum Langzeitergebnis bei Patienten favorisieren wir auf der Basis der vorhandenen Evidenz die Verwendung von Antiarrhythmika zur Behandlung von Arrhythmien während der Wiederbelebung. Nach drei initialen Defibrillationen verbessert die Gabe von Amiodaron bei schockrefraktärem Kammerflimmern das Kurzzeitüberleben (Überleben bis Klinikaufnahme) im Vergleich zu Placebo[251] und Lidocain[252]. Die Gabe von Amiodaron bei Mensch oder Tier scheint auch den Erfolg der Defibrillation bei Kammerflimmern oder hämodynamisch instabiler Kammertachykardie zu verbessern.[253-257] Es gibt keine Evidenz für einen optimalen Zeitpunkt der Amiodarongabe bei der 1-Schock-Strategie. In den klinischen Studien, die bis heute verfügbar sind, wurde Amiodaron nach mindestens drei

Schocks gegeben, sofern Kammerflimmern oder pulslose Kammertachykardie persistierten. Deshalb und weil weitere Daten fehlen, wird empfohlen, 300 mg Amiodaron zu geben, falls nach drei Defibrillationen weiterhin Kammerflimmern oder pulslose Kammertachykardie vorliegt.

Die Gabe von Lidocain wird während der erweiterten Maßnahmen der Wiederbelebung empfohlen, wenn Amiodaron nicht verfügbar ist. Behandeln Sie den Kreislaufstillstand nicht mit Magnesium.

Andere Pharmaka
Geben Sie Natriumbikarbonat nicht routinemäßig während des Kreislaufstillstands oder nach ROSC. Erwägen Sie die Gabe bei lebensbedrohlicher Hyperkaliämie, Kreislaufstillstand, der mit Hyperkaliämie assoziiert ist, und bei der Überdosierung von trizyklischen Antidepressiva.

Fibrinolytische Therapie soll nicht als Routine während des Kreislaufstillstands eingesetzt werden. Erwägen Sie sie, wenn bewiesen ist oder vermutet wird, dass der Kreislaufstillstand durch Lungenembolie bedingt ist. Es wurde von Fällen berichtet, in denen der Patient nach Fibrinolyse während der Wiederbelebung bei Lungenembolie mit gutem neurologischem Ergebnis überlebte. Die Wiederbelebung musste jedoch über mehr als 60 Minuten fort-

geführt werden. Darum denken Sie daran, die Wiederbelebung über mindestens 60–90 Minuten fortzuführen, bevor Sie abbrechen, sofern Sie ein Fibrinolytikum unter diesen Umständen einsetzen.[258-260] Die laufende Wiederbelebung stellt keine Kontraindikation für die Fibrinolyse dar.

Intravenöse Flüssigkeitsgabe
Hypovolämie ist eine potenziell reversible Ursache des Kreislaufstillstands. Infundieren Sie Flüssigkeit zügig, wenn Sie eine Hypovolämie vermuten. In der Initialphase der Wiederbelebung bietet die Gabe von Kolloiden keine eindeutigen Vorteile, verwenden Sie deshalb balancierte kristalloide Lösungen, Hartmann-Lösung (Vollelektrolytlösung) oder 0,9 % Natriumchloridlösung. Vermeiden Sie die Gabe von Glucose, die schnell aus dem intravasalen Raum umverteilt wird, zur Hyperglykämie führt und das neurologische Ergebnis nach dem Kreislaufstillstand verschlechtern kann.[261]

CPR-Techniken und -Geräte

Auch wenn manuelle Thoraxkompressionen oft mit schlechter Qualität durchgeführt werden,[262-264] konnte für kein Hilfsmittel ein Vorteil gegenüber manueller Wiederbelebung gezeigt werden.

Mechanische Geräte zur Thoraxkompression

Seit den Leitlinien von 2010 gab es drei große randomisierte kontrollierte Studien, die 7582 Patienten eingeschlossen haben und keinen klaren Vorteil bei der routinemäßigen Verwendung automatischer Thoraxkompressionsgeräte beim außerklinischen Kreislaufstillstand gefunden haben.[36,265,266] Wir empfehlen, dass mechanische Thoraxkompressionsgeräte nicht routinemäßig verwendet werden, um die manuelle Herzdruckmassage zu ersetzen. Ebenso weisen wir darauf hin, dass sie eine sinnvolle Alternative zu qualitativ hochwertigen Thoraxkompressionen darstellen, wenn die Durchführung anhaltend guter manueller Kompressionen nicht praktikabel ist oder die Sicherheit der Helfer einschränkt, z.B. bei Wiederbelebung in einem fahrenden Rettungswagen wo ein Sicherheitsrisiko besteht, lange dauernder Wiederbelebung (z.B. bei Hypothermie) und Wiederbelebung während spezieller Verfahren (z.B. Koronarangiografie oder bei der Vorbereitung für ein extrakorporales Verfahren).[175] Unterbrechungen der Wiederbelebung zum Anlegen des Geräts sollen vermieden werden. Helfer, die mechanische Wiederbelebungsgeräte verwenden, sollen dies in einem strukturierten und überwachten Programm, welches kompetenzbasiertes Training und regelmäßige Möglichkeiten zur Auffrischung der Fertigkeiten bietet, durchführen.

„Impedance threshold device "(ITD)
Eine randomisierte klinische Studie zum Einsatz des ITD bei Standard-CPR, verglichen mit Standard-CPR allein, konnte bei 8718 Patienten mit prähospitalem Kreislaufstillstand keinen Vorteil des ITD hinsichtlich Überleben und neurologischem Reanimationserfolg nachweisen. Daher empfehlen wir, dass das ITD nicht routinemäßig bei Standardreanimation eingesetzt wird. Zwei randomisierte klinische Studien zeigten keinen Überlebensvorteil bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus für das ITD mit aktiver Kompressions-Dekompressions-CPR im Vergleich zur aktiven Kompressions-Dekompressions-CPR allein.[268,269] Die Ergebnisse einer großen Studie, bei der die Kombination des ITD mit aktiver Kompressions-Dekompressions-CPR (ACD-CPR) mit der Standard-CPR verglichen wurde, wurden in zwei Veröffentlichungen dargelegt.[270-271] Es gab keinen Unterschied für das Überleben bis zur Entlassung und das neurologisch günstige Überleben nach zwölf Monaten.[4] Bei Berücksichtigung der Anzahl der notwendigen Behandlungen ("number needed to treat"; NNT) wurde die Entscheidung getroffen, die Routineanwendung von ITD und ACD nicht zu empfehlen.[175]

Peri-Arrest-Arrhythmien

Die richtige Identifikation und Behandlung von Arrhythmien beim kritisch kranken Patienten kann verhindern, dass ein Kreislaufstill-

stand auftritt oder nach primär erfolgreicher Wiederbelebung wieder auftritt. Die initiale Einschätzung und die Behandlung eines Patienten mit einer Arrhythmie soll nach dem ABCDE-Schema erfolgen. Die Einschätzung und Behandlung von Arrhythmien beruht auf zwei Kriterien: dem Zustand des Patienten (stabil oder instabil) und der Art der Arrhythmie. Antiarrhythmika haben eine längere Anschlagszeit und sind weniger zuverlässig als die elektrische Kardioversion, um eine Tachykardie in einen Sinusrhythmus zu überführen; daher soll die medikamentöse Therapie stabilen Patienten ohne bedrohliche Symptome vorbehalten bleiben, während die elektrische Kardioversion das bevorzugte Verfahren für den instabilen Patienten ist, der bedrohliche Symptome zeigt. Die Algorithmen zur Behandlung von Tachykardie und Bradykardie blieben gegenüber 2010 unverändert (Abb. 1.8 und 1.9).

Das Vorliegen oder Fehlen bedrohlicher Zeichen oder Symptome bestimmt für die meisten Arrhythmien, was die angemessene Behandlung ist. Die nachfolgenden bedrohlichen Symptome weisen darauf hin, dass ein Patient wegen der Arrhythmie instabil ist.

1. Schock – dieser ist erkennbar an blassen, schweißigen, kalten und klammen Extremitäten (gesteigerte Sympathikusaktivität), Bewusstseinstrübung (reduzierter zerebraler Blutfluss) und Hypotension (z.B. systolischer Blutdruck <90 mmHg).

2. Synkope – Bewusstseinsverlust als Folge des reduzierten zerebralen Blutflusses.
3. Herzinsuffizienz – Arrhythmien beeinträchtigen durch die Verminderung des koronararteriellen Blutflusses die myokardiale Leistungsfähigkeit. In der Akutsituation zeigt sich dies als Lungenödem (Linksherzinsuffizienz) und/oder erhöhtem jugularvenösem Druck sowie Leberstauung (Rechtsherzinsuffizienz).
4. Myokardischämie – hierzu kommt es, wenn der myokardiale Sauerstoffverbrauch das Angebot übersteigt. Eine Myokardischämie kann mit thorakalen Schmerzen (Angina Pectoris) auftreten oder ohne Schmerzen mit einer isolierten Veränderung im 12-Kanal-EKG (stille Ischämie). Das Auftreten einer Myokardischämie ist von besonderer Bedeutung, wenn eine koronare oder eine strukturelle Herzerkrankung zugrunde liegt, da dies weitere lebensbedrohliche Komplikationen, einschließlich eines Kreislaufstillstands, verursachen kann.

Nachdem der Rhythmus ermittelt und das Vorhandensein oder Fehlen bedrohlicher Symptome geklärt wurde, werden die Möglichkeiten zur sofortigen Behandlung klassifiziert in:

1. elektrisch (Kardioversion, Schrittmachertherapie),
2. medikamentös (Antiarrhythmika und andere Medikamente).

Bradykardie-Algorithmus

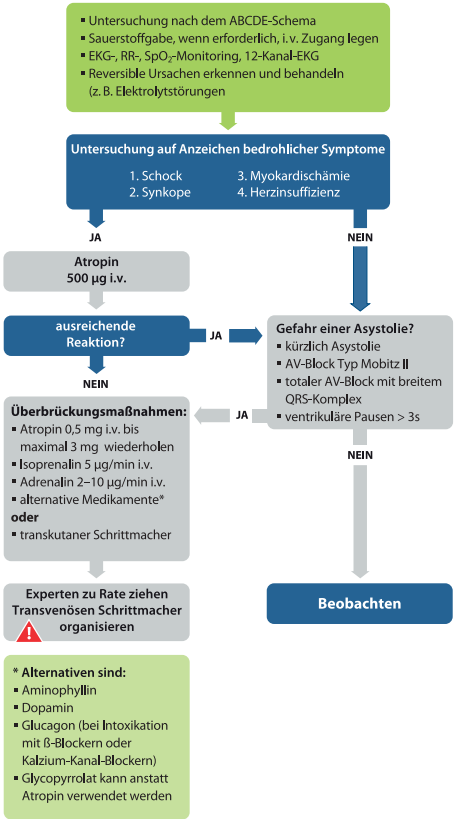
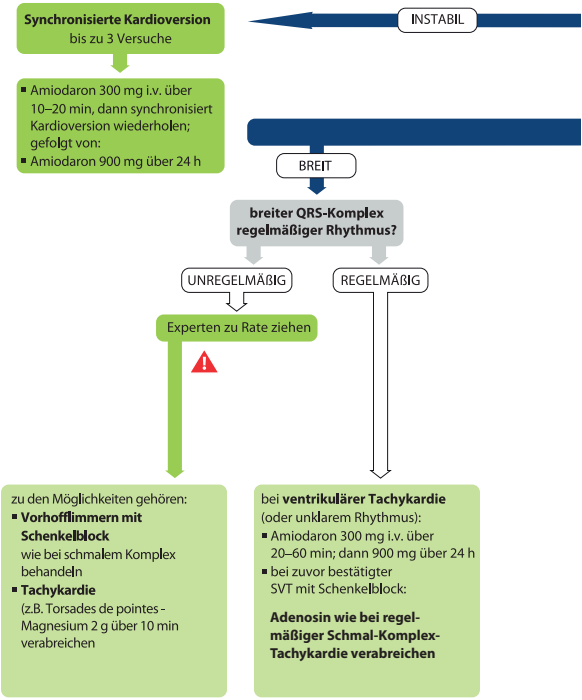


Abb 1.8: Bradycardie Algorithmus

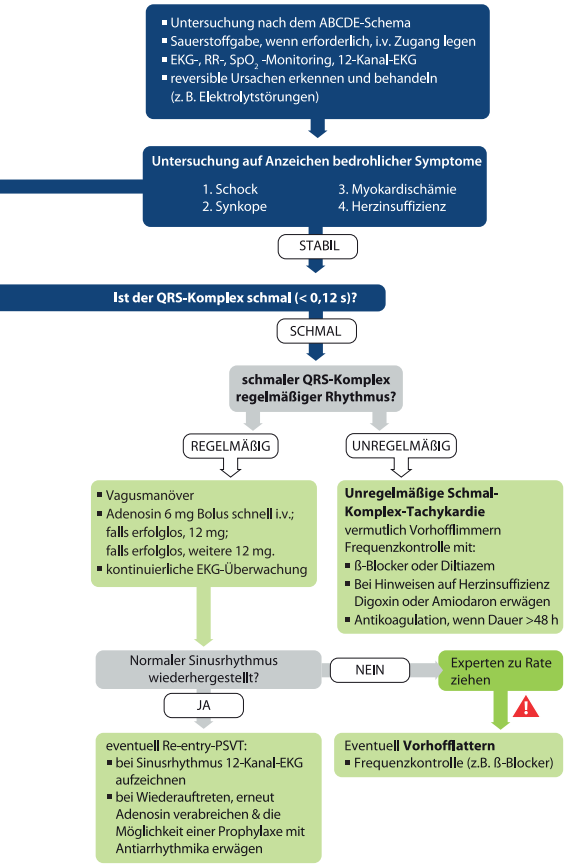
ABCDE – airway, breathing, circulation, disability, exposure
SpO_2 – Sauerstoffsättigung, pulsoxymetrisch
AV – atrioventricular

Abb 1.9: Tachycardie Algorithmus
ABCDE – airway, breathing, circulation, disability, exposure
SpO_2 – Sauerstoffsättigung, pulsoxymetrisch
PSVT – paroxysmale supraventriculäre Tachycardie



* Der Versuch einer elektrischen Kardioversion beim wachen Patienten erfolgt immer unter Sedierung oder in Allgemeinanästhesie

Tachykardie-Algorithmus (mit Pulse)



Besondere Umstände

Hypoxie

Kreislaufstillstand durch Hypoxämie ist üblicherweise Folge von Ersticken, der häufigsten Ursache des nicht kardial bedingten Kreislaufstillstands. Überleben nach Kreislaufstillstand durch Ersticken ist selten, und die meisten Überlebenden leiden unter schweren neurologischen Beeinträchtigungen. Patienten, die bewusstlos sind, aber noch keinen Kreislaufstillstand erlitten haben, erreichen wahrscheinlich eine gute neurologische Erholung.[272,273]

Hypo-/Hyperkaliämie und andere Elektrolytstörungen

Elektrolytstörungen können Arrythmien oder einen Kreislaufstillstand verursachen. Lebensbedrohliche Arrythmien sind am häufigsten mit Kaliumstörungen vergesellschaftet, insbesondere der Hyperkaliämie.

Akzidentelle Hypothermie

Akzidentelle Hypothermie ist definiert als unbeabsichtigter Abfall der Körperkerntemperatur unter 35 °C. Die Abkühlung des menschlichen Körpers reduziert den Sauerstoffverbrauch der Zellen um ca. 6 % pro 1 °C Abnahme der Kerntemperatur.[274] Bei 18 °C kann das Gehirn einen zehnmal längeren Kreislaufstillstand ertragen als bei 37 °C. Deshalb kann die Hypothermie Herz und Gehirn im Falle eines Kreislaufstillstands schützen, sodass eine vollständige neurologische Erholung auch nach längerem Kreis-

laufstillstand möglich ist, sofern die schwere Hypothermie vor Auftreten der Asphyxie eingetreten ist. Wenn kein ECLS-Zentrum verfügbar ist, kann die Aufwärmung mittels Kombination aus externer und interner Erwärmung versucht werden (Warmluftdecken, warme Infusionslösungen, warme Peritoneallavage). Dazu muss jedoch ein spezifisches Behandlungsteam gebildet werden.[276]

Hyperthermie

Zur Hyperthermie kommt es, wenn die Thermoregulation des Körpers versagt und die Kerntemperatur über den Bereich ansteigt, der normalerweise durch die Mechanismen der Homöostase gehalten wird. Die Hyperthermie umfasst ein Kontinuum von hitzeinduzierten Zuständen, beginnend mit Hitzestress über Hitzeerschöpfung bis hin zum Hitzschlag und schließlich zum Multiorganversagen und Kreislaufstillstand.[277] Im Vordergrund stehen unterstützende Maßnahmen und die rasche Kühlung des Patienten.[278-280] Wenn möglich, soll mit der Kühlung bereits präklinisch begonnen werden. Das Ziel ist, die Kerntemperatur so rasch wie möglich auf 39 °C zu senken. Folgen Sie deshalb den Standardleitlinien, und kühlen Sie den Patienten weiter, wenn ein Kreislaufstillstand eintritt. Benützen Sie die gleichen Kühltechniken wie beim gezielten Temperaturmanagement in der Nachsorge nach erfolgreicher Reanimation (siehe dort).[80]

Hypovolämie

Die Hypovolämie gehört zu den potenziell behandelbaren Ursachen des Kreislaufstillstands und beruht meist auf einem reduzieren intravasalen Volumen (z.B. infolge Blutung). Eine relative Hypovolämie kann aber auch auftreten bei massiver Vasodilatation im Rahmen einer anaphylaktischen Reaktion oder einer Sepsis. Beginnen Sie, abhängig von der vermuteten Ursache, die Volumentherapie so rasch wie möglich mit gewärmten Kristalloiden oder Blutprodukten, um das intravasale Volumen wiederherzustellen. Leiten Sie gleichzeitig Maßnahmen zur Kontrolle der Blutung ein, z.B. chirurgische Blutstillung, Endoskopie oder endovaskuläre Techniken,[281] oder behandeln Sie die Ursache (z.B. Anaphylaktischer Schock).

Anaphylaxie

Die Anaphylaxie ist eine schwere, lebensbedrohliche, generalisierte oder systemische Reaktion. Diese ist charakterisiert durch rasch auftretende Störungen am Luftweg und/oder Atmung und/oder Kreislauf, welche meist von Veränderungen an Haut und Schleimhäuten begleitet werden.[282-285] Adrenalin ist das wichtigste Medikament zur Behandlung der Anaphylaxie.[286,287] Den Behandlungsalgorithmus für die Anaphylaxie, inklusive der richtigen Dosierung für Adrenalin, finden Sie in Abbildung 1.10. Adrenalin ist am wirk-

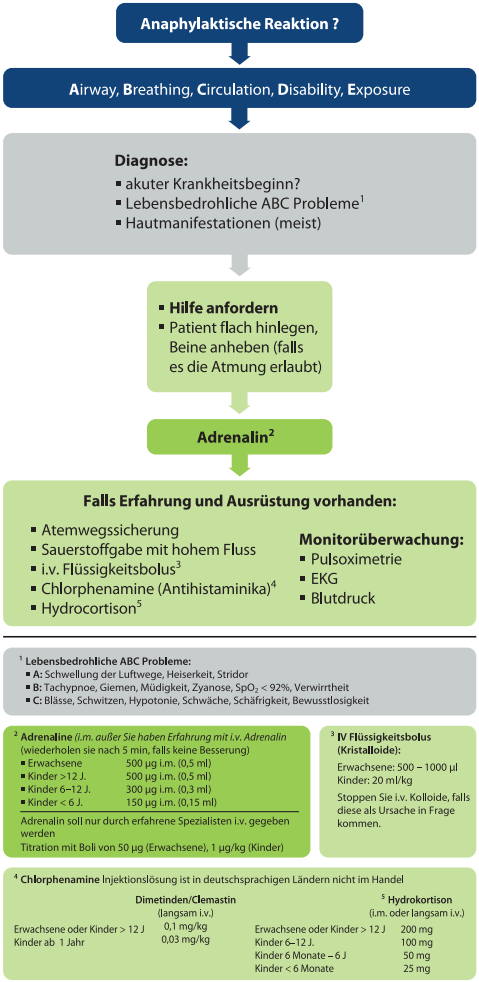


Abb 1.10: Anaphylaxie Behandlungs Algorithm[101]

Reproduziert mit freundlicher Genehmigung von Elsevier Ireland Ltd

samsten, wenn es früh bei Beginn der Reaktion gegeben wird,[288] Nebenwirkungen sind bei korrekter i.m. Dosierung extrem selten. I.v. Adrenalin soll nur durch Erfahrene und im Umgang mit Vasopressoren Geübte eingesetzt werden.

Traumatisch bedingter Kreislaufstillstand

Ein Kreislaufstillstand infolge Trauma („traumatic cardiac arrest", TCA) hat eine sehr hohe Mortalität. Interessanterweise ist bei den Überlebenden das neurologische Outcome viel besser als bei anderen Ursachen für einen Kreislaufstillstand.[289,290] Da Kreislaufstillstände mit internistischem Grund nach dem ALS-Universalalgorithmus behandelt werden müssen, ist es lebenswichtig, dass sie nicht fälschlicherweise als TCA interpretiert werden. Ist dieser durch eine Hypovolämie, eine Perikardtamponade oder einen Spannungspneumothorax verursacht, so ist die Herzdruckmassage wahrscheinlich nicht so effektiv wie bei einem Kreislaufstillstand unter normovolämen Verhältnissen.[291,292] Aufgrund dieser Tatsache hat die Thoraxkompression eine geringere Priorität als die sofortige Behandlung der reversiblen Ursachen (z.B. Thorakotomie, Blutungskontrolle) (Abb. 1.11).

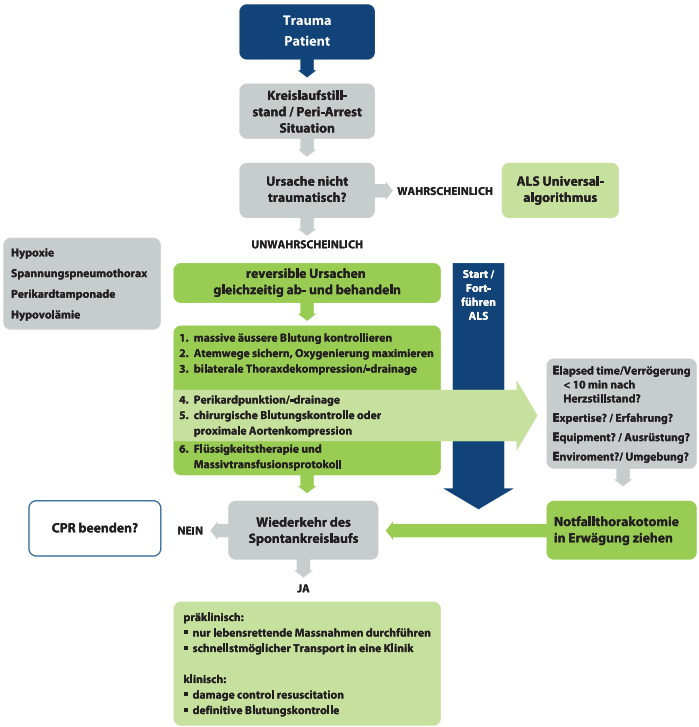


Abb 1.11: Traumatisch bedingter Kreislaufstillstand

Spannungspneumothorax

Schwerverletzte Patienten, die im präklinischen Bereich behandelt werden, weisen eine Spannungspneumothorax-Häufigkeit von ca. 5% auf (in 13% dieser Fälle kommt es zu einem TCA).[293-295] Die Nadeldekompression, die in der Regel vom Rettungsfachpersonal beherrscht wird, ist schnell durchführbar, aber von begrenztem Nutzen.[296,297] Die einfache Thorakostomie ist leicht durchzuführen und wird von einigen arztbesetzten Rettungsmitteln präklinisch routinemäßig angewandt.[298,299] Die Inzision und das rasche Eröffnen des Pleuraraums bei überdruckbeatmeten Patienten entsprechen den ersten Schritten des Vorgehens bei Einlage der Standard-Thoraxdrainage.

Perikardtamponade

Die Mortalität nach Perikardtamponade ist hoch, und um eine Überlebenschance zu haben, ist eine sofortige Entlastung des Perikards notwendig. Ist die Durchführung einer Thorakotomie nicht möglich, erwägen Sie eine ultraschallgesteuerte Perikardiozentese, um eine TCA mit vermuteter traumatischer oder nicht traumatischer Perikardtamponade zu behandeln. Eine Perikardiozentese ohne Steuerung durch ein bildgebendes Verfahren ist nur dann eine Alternative, wenn kein Ultraschallgerät zur Verfügung steht.

Thrombose

Lungenembolie

Ein durch eine Lungenembolie verursachter Kreislaufstillstand ist die schwerste Form der klinischen Manifestation einer venösen Thromboembolie.[300] Der Anteil der Kreislaufstillstände, die durch Lungenembolie bedingt sind, wird präklinisch mit 2–9 %[183,301-303], und innerklinisch mit 5– 6 %[304,305] angegeben. Während des Kreislaufstillstands ist eine Lungenembolie schwierig zu diagnostizieren. Anamnese, klinische Beurteilung, Kapnographie und Echokardiographie (falls verfügbar) können während der CPR alle mit unterschiedlicher Spezifität und Sensibilität zur Diagnose einer akuten Lungenembolie beitragen. Erwägen Sie die Verabreichung von Fibrinolytika, falls eine Lungenembolie die bekannte oder vermutete Ursache für den Kreislaufstillstand ist. Eine fortdauernde CPR ist keine Kontraindikation zur Durchführung einer Fibrinolyse. An Orten ohne Alternative (z.B. in der Präklinik) überwiegt der potenzielle Nutzen der Fibrinolyse die möglichen Risiken im Hinblick auf eine verbesserte Überlebensrate.[258] Ist das fibrinolytische Medikament einmal verabreicht, soll die CPR für mindestens 60–90 Minuten fortgeführt werden, bevor Sie die Wiederbelebungsversuche abbrechen.[258,259]

Koronare Thrombose

Obwohl beim bereits eingetretenen Kreislaufstillstand eine korrekte Diagnose der Ursache schwierig ist, liegt beim Befund

eines primären Kammerflimmerns wahrscheinlich eine koronare Herzkrankheit mit Verschluss eines großen Koronargefäßes vor. In diesen Fällen kann ein Transport unter CPR direkt ins Herzkatheterlabor infrage kommen, wenn die präklinische und klinische Infrastruktur verfügbar ist und die Teams Erfahrung mit den mechanischen und hämodynamischen Unterstützungssystemen und der notfallmäßigen PPCI unter Reanimation haben. Bei der Entscheidung zum Transport unter laufender Reanimation soll die realistische Überlebenschance (z.B. beobachteter Kreislaufstillstand mit initial defibrillierbarem Rhythmus (VF, pVT) und Ersthelfer-CPR) miteinbezogen werden. Ein intermittierender ROSC erleichtert die Entscheidung zum Transport sehr.

Intoxikation

Insgesamt wird Kreislaufstillstand oder Tod nur selten durch Vergiftungen verursacht.[307] Es gibt einige spezifische therapeutische Methoden für Vergiftete, die direkt hilfreich sind und das Outcome verbessern. Dies sind: Dekontamination, gesteigerte Ausscheidung/Elimination und der Einsatz spezieller Antidote[308-310]. Die bevorzugte Methode zur gastrointestinalen Dekontamination bei sicherem oder gesichertem Atemweg ist die Aktivkohlegabe. Diese ist am effektivsten, wenn sie innerhalb von einer Stunde nach Ingestion erfolgt.[311]

Besonderes Umfeld

Perioperativer Kreislaufstillstand

Der häufigste Grund für einen anästhesiebedingten Kreislaufstillstand liegt beim Atemwegsmanagement.[312,313] Ein Kreislaufstillstand aufgrund von Blutverlust hatte bei den nicht herzchirurgischen Eingriffen die höchste Mortalität, nur 10,3% dieser Patienten verlassen das Krankenhaus lebend.[314] Normalerweise sind Patienten im Operationssaal komplett monitorüberwacht, und es soll nur eine geringe oder gar keine Verzögerung bei der Diagnose eines Kreislaufstillstands entstehen.

Kreislaufstillstand in der Herzchirurgie

In der unmittelbar postoperativen Phase nach größeren herzchirurgischen Eingriffen ist ein Kreislaufstillstand recht üblich, die Inzidenz ist 0,7–8 %.[315,316] Wenn alle anderen reversiblen Ursachen ausgeschlossen sind, ist die Resternotomie ein integraler Bestandteil der Reanimation nach Kardiochirurgie. Ist der Atemweg adäquat gesichert, die Beatmung wurde begonnen und drei Defibrillationsversuche bei VF/pVT waren ohne Erfolg, soll die Resternotomie ohne Verzögerung erfolgen. Wenn andere Maßnahmen versagt haben, ist sie auch bei Asystolie oder PEA indiziert und soll innerhalb von fünf Minuten nach dem Kreislaufstillstand durch jemanden mit entsprechender Ausbildung durchgeführt werden.

Kreislaufstillstand im Herzkatheterlabor

Ein Kreislaufstillstand (üblicherweise VF) kann sich während einer perkutanen Koronarintervention (PCI) bei ST-Hebungsinfarkt (STEMI) oder non-STEMI ereignen, er kann auch eine Komplikation einer Angiographie sein. In diesem speziellen Umfeld und mit der Möglichkeit, umgehend auf ein am Monitor sichtbares VF zu reagieren, wird die sofortige Defibrillation, ohne vorausgehende Thoraxkompressionen, empfohlen. Bei fehlgeschlagener Defibrillation oder wenn das VF sofort wiederkehrt, soll umgehend noch bis zu zweimal defibrilliert werden. Wenn das VF nach den drei initialen Defibrillationen weiterbesteht oder ROSC nicht mit Sicherheit erzielt wurde, beginnen Sie ohne weiteren Verzug mit Thoraxkompressionen und Beatmung. Die Ursache des ungelösten Problems muss weiter mit der Koronarangiographie gesucht werden. Auf dem Angiographietisch, mit dem Bildverstärker über dem Patienten, sind Thoraxkompressionen von adäquater Tiefe und Frequenz fast unmöglich. Zudem sind die Helfer gefährlicher Strahlung ausgesetzt. Deswegen ist der frühe Wechsel zum Einsatz einer mechanischen Reanimationshilfe dringend angezeigt.[317,318] Wenn das zugrunde liegende Problem nicht schnell behoben werden kann und die Infrastruktur zur Verfügung steht, gibt es eine geringe Evidenz dafür, dass extrakorporale Unterstützungsverfahren (ECLS) im Sinne einer Rescue-Strategie erwogen werden können. Extrakorporale Verfahren sind wahrscheinlich der intraaortalen Ballonpumpe (IABP) vorzuziehen.[319]

Kreislaufstillstand auf der Dialysestation

Der plötzliche Herztod ist die häufigste Todesursache von Hämodialysepatienten; normalerweise gehen ventrikuläre Arrhythmien voraus.[320] Hyperkaliämie ist in 2–5% ursächlich für den Tod von Hämodialysepatienten[321]. Diese haben häufiger einen schockbaren Rhythmus.[320,322,323] Die meisten Hersteller von Dialysegeräten empfehlen das Abhängen des Geräts vor der Defibrillation.[324]

Kreislaufstillstand in Transportfahrzeugen

Notfälle im Flugzeug während des Flugs

Ein Kreislaufstillstand hat eine Inzidenz von 1:5–10 Millionen Passagierflügen. Ein initial defibrillierbarer Rhythmus liegt dabei in 25–31 % vor,[325-328] der Einsatz eines AED hat dann eine Überlebensrate bis zur Krankenhausaufnahme von 33–50 %.[325,328,329]

Kreislaufstillstand in Rettungshubschraubern und Ambulanzflugzeugen

Luftrettungsdienste arbeiten entweder mit einem Rettungshubschrauber („helicopter emergency medical service", HEMS) oder mit einem Ambulanzflugzeug, das routinemäßig kritisch kranke Patienten transportiert. Ein Kreislaufstillstand während des Flugs kann bei beiden, sowohl bei Patienten, die von einem Unfallort abtransportiert, als auch bei kritisch kranken Patienten, die von

einem Krankenhaus zum anderen gebracht werden, vorkommen.[330,331] Wenn bei einem Patienten am Monitor ein schockbarer Rhythmus (VF/pVT) erkannt wird und die Defibrillation schnell durchgeführt werden kann, wird unmittelbar eine Serie von bis zu drei aufeinanderfolgenden Defibrillationen vor dem Beginn der Thoraxkompressionen abgegeben. Da mechanische Reanimationshilfen Thoraxkompressionen mit hoher Qualität ermöglichen, soll deren Einsatz aufgrund des eingeschränkten Platzangebots in einem Luftrettungsflugzeug erwogen werden.[332,333] Wenn ein Kreislaufstillstand während des Flugs als wahrscheinlich erachtet wird, muss der Patient auf den Flug mit einer mechanischen Reanimationshilfe vorbereitet werden.[334,335]

Kreislaufstillstand während Sportveranstaltungen
Der plötzliche und unerwartete Kollaps eines Sportlers auf dem Spielfeld, der nicht mit Körperkontakt oder einem Trauma assoziiert ist, hat wahrscheinlich eine kardiale Ursache und braucht, um dem Betroffenen ein Überleben zu ermöglichen, schnelles Erkennen und eine effektive Behandlung. Wenn es keine unmittelbare Reaktion auf die Behandlung, aber ein organisiertes medizinisches Team gibt, überlegen Sie, den Patienten an einen gegen Medien und Zuschauer abgeschirmten Ort zu bringen. Zeigt der Patient VF/pVT, verschieben Sie die Verlegung auf einen Zeitpunkt nach den ersten drei Defibrillationsversuchen (die ersten drei Schocks haben die höchste Effektivität bei einer Defibrillation).

Wasserrettung und Ertrinkungsunfall

Ertrinken ist ein häufiger Grund für einen Unfalltod.[336] Die Überlebenskette beim Ertrinkungsunfall beschreibt fünf wichtige Glieder, die die Überlebenschancen nach einem Ertrinkungsunfall verbessern (Abb. 1.12). Laien spielen eine wichtige Rolle bei den ersten Schritten der Rettung und Reanimation.[338-340] ILCOR hat spezifische prognostische Faktoren geprüft und festgestellt, dass eine Submersion von weniger als zehn Minuten Dauer mit einer sehr hohen Chance für ein günstiges Outcome verbunden ist.[18] Alter, Reaktionszeit des Rettungsdienstes, Salz- oder Süßwasser, Wassertemperatur und ob der Ertrinkungsunfall beobachtet war, sind nicht geeignet, um ein Überleben vorhersagen zu können. Submersion in eiskaltem Wasser kann das Zeitfenster für das Überleben verlängern und eine ausgedehntere Such- und Rettungsaktion rechtfertigen. Der BLS-Ablauf bei Ertrinkungsopfern (Abb. 1.13) zeigt, wie wichtig die schnelle Behandlung der Hypoxie ist.

Abb 1.12: Überlebenskette beim Ertrinkungsunfall
(Spizlman 2014 1149); reproduziert mit Erlaubnis von Elsevier Ireland Ltd

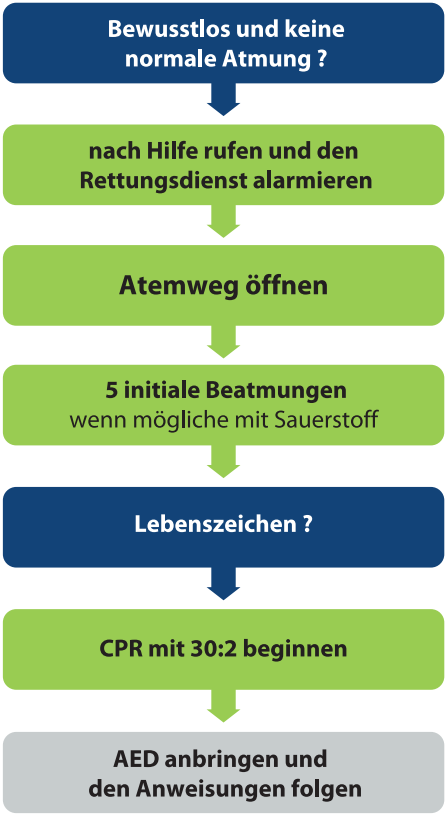


Abb 1.13: *BLS-Ablauf bei Ertrinkungsopfern für ausgebildete Helfer*

Schwieriges Gelände und abgelegene Gegenden

Im Vergleich zu städtischen Gebieten gibt es Einsatzorte, die schwierig zu erreichen und weit von organisierter medizinischer Versorgung entfernt sind. Die Chance auf ein gutes Outcome nach Kreislaufstillstand kann durch verzögertes Erreichen und verlängerte Transportwege negativ beeinflusst werden. Wenn möglich, soll der Patient mit einem Luftrettungsmittel transportiert werden.[344,345] Die Organisation der Luftrettung („Helicopter Emergency Medical Services", HEMS) beeinflusst das Outcome.[346-348]

Höhenkrankheit

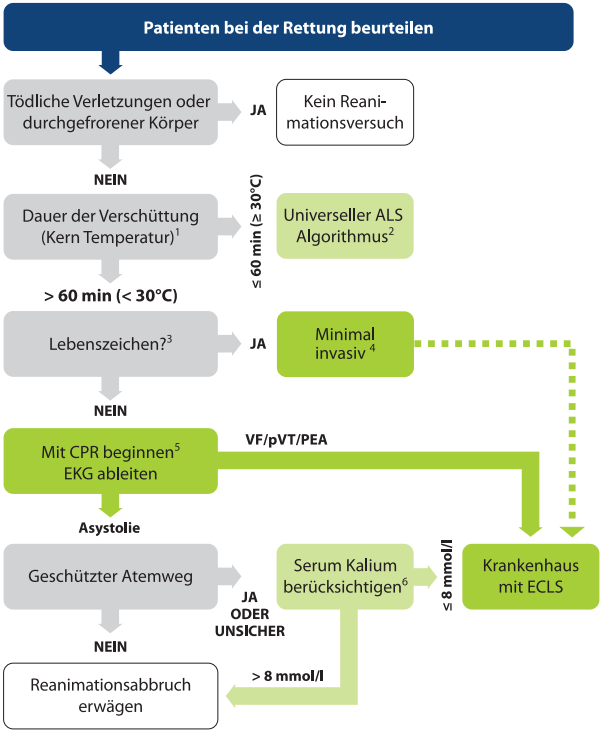
Durch die steigende Anzahl an Touristen, die sich in der Höhe aufhalten, steigt auch die Anzahl derer mit kardiovaskulären und metabolischen Risikofaktoren für einen Kreislaufstillstand. Die Reanimation in der Höhe unterscheidet sich nicht von der Standard-CPR. Mit einem niedrigeren PO_2 ist die CPR für den Helfer erschöpfender als auf Meereshöhe, und die Anzahl der effektiven Thoraxkompressionen sinkt innerhalb der ersten Minute.[349-351] Wann immer möglich, sollen mechanische Reanimationshilfen zum Einsatz kommen. In Situationen, in denen kein Transport und keine Therapie behandelbarer Ursachen möglich ist, ist eine weitere Reanimation zwecklos, und die CPR soll eingestellt werden.

Lawinenverschüttung

In Europa und Nordamerika gibt es jährlich zusammen 150 Tote in Schneelawinen. Die Todesursache ist meistens Asphyxie, manchmal mit Trauma und Hypothermie vergesellschaftet. Prognostische Faktoren sind: Schweregrad der Verletzungen, Dauer der kompletten Verschüttung, Verlegung der Atemwege, Kerntemperatur und das Serumkalium.[352] Die Abbruchkriterien für eine verlängerte Wiederbelebung und extrakorporale Wiedererwärmung bei Lawinenopfern werden strenger gehandhabt, um die Anzahl aussichtsloser Fälle mit extrakorporaler Herz- und Lungenunterstützung (ECLS) zu reduzieren (ECLS). Einen Algorithmus für den Umgang mit verschütteten Lawinenopfern zeigt Abbildung 1.14.

Blitzschlag und Verletzungen mit elektrischem Strom

Stromverletzungen sind relativ selten, aber mit potenziell verheerenden multisystemischen Folgen und einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden, mit 0,54 Toten pro 100.000 Menschen im Jahr. Versichern Sie sich, dass die Stromquelle ausgeschaltet ist, und nähern Sie sich dem Opfer nicht, bevor das nicht sicher ist. Stromschläge von Blitzen sind selten, verursachen aber jährlich 1.000 Tote.[353] Bewusstlose Opfer mit linearen oder punktförmigen Verbrennungen (Fiederung) sollen wie Blitzschlagopfer behandelt werden.[354] Schwere Verbrennungen (thermisch oder elektrisch), Myokardnekrosen, das Ausmaß der Verletzung des zentralen



1. Falls die Dauer der Verschüttung unbekannt ist, kann ersatzweise die Kerntemperatur herangezogen werden
2. Tansportieren Sie Überlebende mit Verletzungen oder Komplikationsrisiko (z.B. Lungenödem) in das dafür geeignetste Krankenhaus
3. Prüfen Sie bis zu 1 min auf Spontanatmung und Puls
4. Transportieren sie kardiovaskulär instabile Patienten oder Patienten mit einer Kerntemperatur <28 °C in ein Krankenhaus mit ECLS (extracorporal life support)
5. Unterlassen Sie die Reanimation, wenn das Risiko für das Rettungsteam unangemessen hoch ist
6. Quetschverletzungen und depolarisierende Muskelrelaxanzien können das Serum Kalium erhöhen

Abb 1.14: *Algorithmus bei Lawinenunfällen*

Nervensystems und in zweiter Linie Multiorganversagen bestimmen die Morbidität und die Langzeitprognose.

Massenanfall an Verletzten (MANV)
Benutzen Sie ein Triage-System, um die Behandlungsprioritäten festzulegen. Die Entscheidung, ein MANV-Triage-System einzusetzen und Wiederbelebungen initial Toten vorzuenthalten, liegt in der Verantwortung einer medizinischen Führungsperson, üblicherweise der mit der höchsten klinischen Kompetenz vor Ort. Übung erlaubt schnelles und korrektes Erkennen derer, die lebensrettende Maßnahmen benötigen, und vermindern das Risiko, unangemessene Behandlungen in sinnlosen Fällen durchzuführen.

Besondere Patienten

Kreislaufstillstand bei Patienten mit Begleiterkrankungen

Asthma
Die Mehrzahl der asthmabedingten Todesfälle tritt vor der Krankenhauseinweisung auf.[355] Der Kreislaufstillstand bei Personen mit Asthma ist häufig das Schlussereignis nach einer Phase der Hypoxämie. Eine Anpassung an die Standard-ALS-Leitlinien betrifft die Notwendigkeit einer frühzeitigen Intubation. Besteht der Verdacht auf eine dynamische Überblähung der Lunge während der CPR, so können Thoraxkompressionen bei diskonnektiertem Trachealtubus das Air-Trapping reduzieren.

Patienten mit Herzunterstützungssystemen (VAD)

Die Bestätigung des Kreislaufstillstands kann bei diesen Patienten schwierig sein. Bei Patienten unter invasivem Monitoring soll ein Stillstand in Betracht gezogen werden, wenn die arterielle Druckmessung dieselben Werte wie die zentrale Venendruckmessung (CVP) anzeigt. Bei Patienten ohne invasives Monitoring ist ein Kreislaufstillstand anzunehmen, wenn keine Lebenszeichen vorliegen und keine Atmung vorhanden ist. Bei Patienten mit einem implantierbaren linksventrikulären Unterstützungssystem (LVAD), soll dem Algorithmus gefolgt werden, der auch für CPR nach einer Herzoperation gilt. Bei pulsloser elektrischer Aktivität (PEA) schalten Sie den Schrittmacher aus, und bestätigen Sie, dass es kein zugrunde liegendes VF gibt, welches defibrilliert werden muss. Thoraxkompressionen sollen durchgeführt werden, wenn sofortige Reanimationsmaßnahmen fehlgeschlagen sind. Eine Kontrolle der Atemwege und der Atmung muss immer erfolgen. Es ist möglich, dass ein Patient eine Asystolie oder VF aufweist, aber dennoch eine ausreichende Hirndurchblutung aufgrund adäquater bestehender Pumpenleistung hat. Ist der Patient bei Bewusstsein und reagiert, dann steht mehr Zeit zur Behebung der Rhythmusstörungen zur Verfügung, und Thoraxkompressionen werden nicht benötigt. Eine Resternotomie soll bei Kreislaufstillstand innerhalb von zehn Tagen nach der Operation durchgeführt werden.

Kreislaufstillstand assoziiert mit neurologischen Krankheitsbildern

Kreislaufstillstand, der mit neurologischen Krankheitsbildern assoziiert ist, ist relativ selten, er kann dann bei Subarachnoidalblutung, intrazerebraler Blutung, Krampfanfällen oder ischämischem Schlaganfall auftreten.[356] Kreislauf- oder Atemstillstand tritt in 3–11 % der Patienten mit Subarachnoidalblutung auf;[357] beim initialen Rhythmus handelt es sich in der Regel um einen nicht schockbaren Rhythmus. Aber Patienten mit Subarachnoidalblutung können EKG-Veränderungen aufweisen, die auf ein akutes Koronarsyndrom hindeuten.[358] Bei Patienten mit neurologischen Prodromalsymptomen, bei denen ein ROSC erreicht werden konnte, soll an eine Schädel-CT-Untersuchung gedacht werden. Ob diese vor oder nach Koronarangiographie durchgeführt wird, muss anhand der klinischen Einschätzung unter Abwägung der Wahrscheinlichkeit der Ursache Subarachnoidalblutung gegen akutes Koronarsyndrom entschieden werden.[4]

Adipositas

Im Jahr 2014 waren über 1,9 Milliarden (39%) Erwachsene übergewichtig und von diesen mehr als 600 Millionen (13%) adipös. Traditionelle kardiovaskuläre Risikofaktoren (Bluthochdruck, Diabetes, Lipidprofil, koronare Herzerkrankung, Herzinsuffizienz und linksventrikuläre Hypertrophie) sind häufig bei adipösen Patienten. Adipositas ist mit einem erhöhten Risiko des plötzlichen Herztods assoziiert.[359] Es werden keine Änderungen hinsichtlich der

Abfolge der Maßnahmen bei der Reanimation von adipösen Patienten empfohlen, wobei die adäquate Durchführung der CPR eine Herausforderung sein kann.

Kreislaufstillstand in der Schwangerschaft
Ab der 20. Schwangerschaftswoche kann der Uterus sowohl die untere Hohlvene als auch die Aorta komprimieren und so den venösen Rückfluss und das Herzzeitvolumen beeinträchtigen. Die Handposition für die Thoraxkompression muss bei Patientinnen mit fortgeschrittener Schwangerschaft (z.B. im dritten Trimester) möglicherweise etwas höher auf dem Brustbein gewählt werden.[360] Verdrängen Sie die Gebärmutter manuell nach links, um die Vena-Cava-Kompression zu verringern. Legen Sie, wenn dies möglich ist, die Patientin in Linksseitenlage, und stellen Sie sicher, dass der Brustkorb auf einer festen Unterlage bleibt (z.B. im Operationssaal). Ziehen Sie die Notwendigkeit einer Notfallhysterotomie oder eines Kaiserschnitts in Betracht, sobald eine Schwangere einen Kreislaufstillstand erleidet. Die beste Überlebensrate haben Kinder nach der 24. bis 25. Schwangerschaftswoche, wenn die Geburt innerhalb von fünf Minuten nach dem Kreislaufstillstand erreicht wurde.[361]

Ältere Menschen
Mehr als 50 % der Menschen, die mit OHCA in den USA wiederbelebt werden, sind 65 Jahre oder älter.[362] Bei der Behandlung von

älteren Patienten mit Kreislaufstillstand sind keine Änderungen der Standardreanimationsempfehlungen nötig. Rettungskräften soll jedoch bewusst sein, dass die Gefahr von Sternum- sowie Rippenfrakturen größer ist.[363-365] Die Inzidenz CPR-assoziierter Verletzungen steigt mit der Dauer der CPR an.[365]

Postreanimationsbehandlung

ROSC ("return of spontaneous circulation") ist der erste Schritt auf dem Weg zur vollständigen Erholung nach einem Kreislaufstillstand. Die komplexen pathophysiologischen Prozesse, welche nach einer Ischämie, die bei einem Kreislaufstillstand den ganzen Körper betrifft, auftreten, und die nachfolgende Reperfusionsantwort während und nach erfolgreicher Wiederbelebung werden als Postreanimationssyndrom („Post-Cardiac-Arrest-Syndrome") bezeichnet.[366] In Abhängigkeit von der Ursache des Kreislaufstillstands und dem Schweregrad des Postreanimationssyndroms benötigen viele Patienten eine multiple Organunterstützung. Die Behandlung in dieser Postreanimationsphase beeinflusst signifikant das allgemeine Ergebnis und insbesondere die Qualität der neurologischen Erholung.[367-373] Der Algorithmus zur Postreanimationsbehandlung (Abb. 1.15) umreißt einige der Kerninterventionen, die zur Optimierung des Outcomes für diese Patienten erforderlich sind.

Postreanimationssyndrom

Das Postreanimationssyndrom umfasst die zerebralen Postreanimationsschädigungen, die kardiale Postreanimationsdysfunktion, die systemische Antwort auf Ischämie und Reperfusion und die persistierende, den Kreislaufstillstand auslösende Pathologie[366,374,375].

Patient mit Spontanzirkulation und Koma

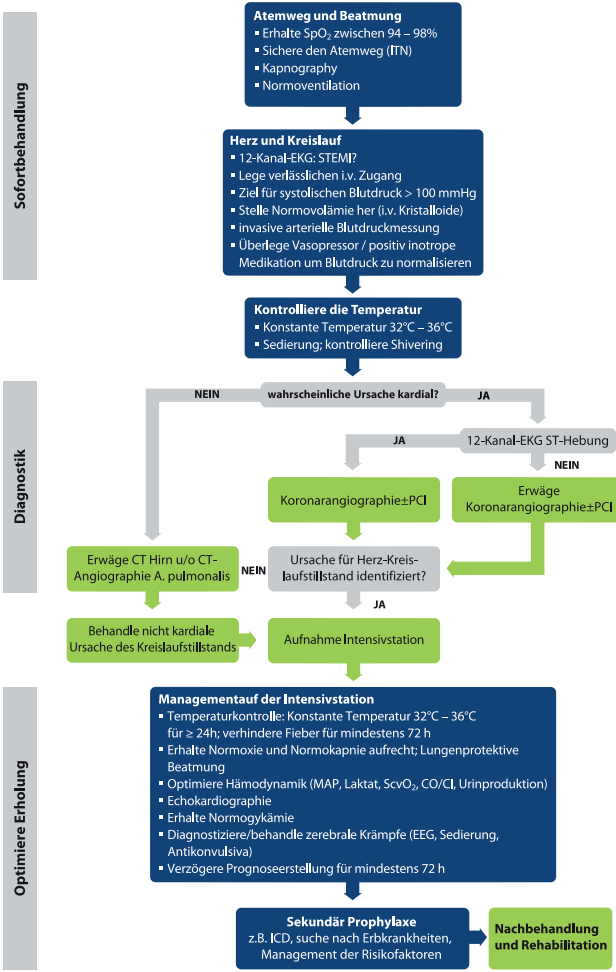


Abb 1.15: Algorithmus zur Postreanimationsbehandlung
SBP systolischer Blutdruck; PCI perkutane koronare Intervention; ICU Intensivstation; MAP mittlerer arterieller Blutdruck; ScvO2 zentralvenöse Sauerstoffsättigung; CO/CI Herzzeitvolumen / Herzindex; EEG Elektroenzephalogramm; ICD implantierter Kardioverter-Defibrillator

Der Schweregrad dieses Syndroms variiert je nach Dauer und Ursache des Kreislaufstillstands. Bei nur kurzer Dauer tritt es nicht zwingend auf. Kardiovaskuläres Versagen ist ursächlich für die meisten Todesfälle in den ersten drei Tagen, während zerebrale Schädigungen für die meisten späteren Todesfälle verantwortlich sind.[376-378]

Bei Patienten mit schlechter Prognose ist der Entzug lebenserhaltender Maßnahmen ("withdrawal of life sustaining therapy", WLST) die häufigste Todesursache (etwa 50%),[378,379] was die Bedeutung der Prognosestrategie hervorhebt (s. u.). Die zerebrale Schädigung in der Postreanimationsphase wird möglicherweise verschlimmert durch Versagen der Mikrozirkulation, Beeinträchtigung der Autoregulation, Hypotonie, Hyperkapnie, Hypoxie und Hyperoxie, Fieber, Hypo- und Hyperglykämie und durch zerebrale Krampfanfälle.

Ausgeprägte myokardiale Funktionsstörungen treten nach einem Kreislaufstillstand häufig auf, beginnen aber, sich üblicherweise nach zwei bis drei Tagen zurückzubilden, wobei die vollständige Erholung erheblich länger dauern kann.[380-382] Die systemische Antwort auf Ischämie und Reperfusion nach einem Kreislaufstillstand aktiviert immunologische Prozesse und das Gerinnungssystem, trägt damit zur Entstehung eines Multiorganversagens bei

und erhöht das Risiko für Infektionen.[383] Daher hat das Postreanimationssyndrom viele Gemeinsamkeiten mit einer Sepsis inklusive der intravaskulären Volumenverschiebungen, Vasodilatation, Endothelschäden und gestörter Mikrozirkulation.[384-390]

Atemweg und Atmung

Hypoxie und Hyperkapnie erhöhen die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Kreislaufstillstands und können zu sekundären Hirnschädigungen beitragen. Einige Tierversuche weisen darauf hin, dass eine Hyperoxie kurz nach ROSC oxidativen Stress verursacht und postischämisch Neurone schädigt.[391] Praktisch alle Daten am Menschen sind von Intensivtherapieregistern abgeleitet, sie ergeben widersprüchliche Ergebnisse zum möglichen Einfluss der Hyperoxämie nach Reanimation.[392] Eine aktuelle Studie, die Raumluftatmung mit der zusätzlichen Gabe von Sauerstoff bei Patienten mit ST-Hebungsinfarkt verglich, zeigte, dass eine zusätzliche Sauerstoffgabe die Myokardläsion, die Reinfarktrate und die Zahl schwerwiegender Herzrhythmusstörungen erhöhte und mit einer Vergrößerung des infarzierten Areals nach sechs Monaten vergesellschaftet war.[393] Die schädigende Wirkung von Sauerstoff nach einem Myokardinfarkt gilt als erwiesen, ebenso die Möglichkeit einer Verstärkung der neurologischen Schädigung nach einem Kreislaufstillstand. Demzufolge soll, sobald eine verlässliche Bestimmung der arteriellen Sauerstoffsättigung möglich ist

(mittels Blutgasanalyse und/oder Pulsoxymetrie), die inspiratorische Sauerstoffkonzentration so angepasst werden, dass die arterielle Sauerstoffsättigung zwischen 94 und 98 % liegt. Vermeiden Sie eine Hypoxämie, die ebenfalls schadet – sichern Sie eine verlässliche Messung der O_2-Sättigung, bevor Sie die Sauerstoffkonzentration senken.

Die endotracheale Intubation, Sedierung und kontrollierte Beatmung muss bei jedem Patienten mit eingeschränkter zerebraler Funktion erwogen werden. Nach einem Kreislaufstillstand bedingt eine durch Hyperventilation verursachte Hypokapnie eine zerebrale Ischämie.[394-396] Auf Daten aus Reanimationsregistern beruhende Observationsstudien belegen einen Zusammenhang zwischen Hypokapnie und schlechtem neurologischem Outcome.[397,398] Bis zur Verfügbarkeit prospektiver Daten erscheint es vernünftig, die Beatmung so zu steuern, dass eine Normokapnie erreicht wird, und diese durch Kontrolle des endtidalen pCO_2 und durch Blutgasanalysen zu überwachen.

Kreislauf

Das akute Koronarsyndrom (ACS) ist eine häufige Ursache für einen außerklinischen Kreislaufstillstand (OHCA): Eine kürzliche Meta-Analyse ergab, dass Patienten mit OHCA ohne eindeutig

nicht kardiale Ursache in 59–71 % überwiegend eine akute Koronararterienläsion aufwiesen.[399] Viele Observationsstudien zeigten, dass eine notfallmäßige Koronarangiographie inklusive einer frühen perkutanen koronaren Intervention (PCI) bei Patienten mit ROSC nach einem Kreislaufstillstand möglich ist.[400,401] Das invasive Vorgehen bei diesen Patienten (d.h. frühe Koronarangiographie, gefolgt von einer sofortigen PCI, falls erforderlich), insbesondere bei prolongierter Reanimation und unspezifischen EKG-Veränderungen, wird kontrovers gesehen, wegen des Fehlens eindeutiger Evidenz und wegen erheblicher Auswirkungen auf den Einsatz der vorhandenen Ressourcen (inklusive des Transports der Patienten zu den PCI-Zentren).

Perkutane koronare Intervention nach ROSC mit ST-Hebung
Angesichts der verfügbaren Daten soll bei erwachsenen Patienten mit ROSC nach OHCA mit vermuteter kardialer Ursache und ST-Hebung im EKG notfallmäßig eine Koronarangiographie und, wenn erforderlich, eine sofortige PCI durchgeführt werden. Diese Empfehlung beruht allerdings auf einer geringen Evidenz anhand von Untersuchungen an ausgewählten Populationen. Einige Observationsstudien weisen auch darauf hin, dass ein optimales Outcome nach außerklinischem Kreislaufstillstand durch die Kombination von zielgerichtetem Temperaturmanagement (TTM) und PCI erreicht wird. Die Kombination von TTM und PCI kann als Teil einer allgemeinen Strategie zur Verbesserung der Überlebensrate mit

vollständiger neurologischer Erholung in einen standardisierten Therapieplan für Patienten nach Kreislaufstillstand aufgenommen werden.[401-403]

Perkutane koronare Intervention nach ROSC ohne ST-Hebung
Im Vergleich zu einem ACS bei Patienten ohne Kreislaufstillstand sind die Standardmethoden zur Beurteilung einer Koronarischämie bei Patienten nach einem Kreislaufstillstand weniger zuverlässig. Die Sensitivität und Spezifität der üblichen klinischen Parameter, des EKG und der Biomarker zur Einschätzung eines akuten Koronararterienverschlusses als Ursache für den Kreislaufstillstand sind nicht geklärt.[404-407] Einige große Observationsstudien konnten zeigen, dass Patienten mit ROSC nach OHCA auch ohne ST-Hebung ein ACS haben können.[408-411] Für diese Patienten ohne ST-Hebung existieren widersprüchliche Daten hinsichtlich des potenziellen Nutzens einer notfallmäßigen Koronarangiographie.[410,412,413] Es ist vernünftig, eine solche nach ROSC bei denjenigen Patienten zu diskutieren und zu erwägen, bei denen das Risiko für eine koronare Ursache des Kreislaufstillstands sehr hoch ist. Faktoren wie Alter des Patienten, Dauer der Reanimation, hämodynamische Instabilität, aktueller Herzrhythmus, neurologischer Status bei Klinikaufnahme und die gefühlte Wahrscheinlichkeit einer kardialen Genese können die Entscheidung beeinflussen, ob die Intervention in der akuten Phase durchgeführt oder auf einen späteren Zeitpunkt während des Klinikaufenthalts verschoben wird.

Indikation und Zeitpunkt für die Computertomographie (CT)
Die kardialen Ursachen für einen OHCA wurden in den letzten Jahrzehnten ausgiebig untersucht. Im Gegensatz dazu ist sehr wenig über nicht kardiale Ursachen bekannt. Die frühe Feststellung einer respiratorischen oder neurologischen Ursache würde die Verlegung dieser Patienten auf eine darauf spezialisierte Intensivstation mit der effektivsten Behandlung ermöglichen. Eine verbesserte Kenntnis der Prognose würde auch die Diskussion darüber erlauben, ob bestimmte therapeutische Maßnahmen angebracht sind, wie z.B. ein TTM. Die frühe Feststellung einer respiratorischen oder neurologischen Ursache kann erreicht werden mit der Durchführung eines Schädel- und Thorax-CTs bei Klinikaufnahme, vor oder nach der Koronarangiographie. Bei fehlenden Läsionen, Anzeichen oder Symptomen für eine respiratorische oder neurologische Ursache (z.B. Kopfschmerzen, zerebrale Krampfanfälle, neurologische Defizite mit neurologischer Ursache, Kurzatmigkeit oder bekannte Hypoxie bei Patienten mit bekannter und fortschreitender Erkrankung der Atemwege) oder bei Vorliegen klinischer oder im EKG verifizierter Beweise für eine koronare Ischämie wird die Koronarangiographie vor der Computertomographie durchgeführt. In verschiedenen Kasuistiken konnte gezeigt werden, dass dieses Vorgehen die Diagnose nicht kardialer Ursachen eines Kreislaufstillstands bei einem erheblichen Anteil der Patienten ermöglicht.[358,414]

Hämodynamisches Management
Nach Reanimation auftretende myokardiale Dysfunktionen verursachen eine hämodynamische Instabilität, die sich als Hypotonie, niedriger Cardiac-Index und Arrhythmie manifestiert.[380,415] Eine frühe Echokardiographie bei allen Patienten erlaubt die Feststellung und die Quantifizierung der myokardialen Beeinträchtigung.[381,416] Nach Reanimation auftretende myokardiale Dysfunktionen erfordern häufig eine zumindest vorübergehende Unterstützung mit positiv inotropen Substanzen.

Die Therapie kann anhand von Blutdruck, Herzfrequenz, Urinproduktion, Plasma-Laktat-Clearance und zentralvenöser Sauerstoffsättigung geführt werden. Die Echokardiographie muss eventuell auch wiederholt zum Einsatz kommen, insbesondere bei hämodynamisch instabilen Patienten. Im Rahmen der Intensivtherapie ist das Anlegen einer arteriellen Kanüle zur kontinuierlichen Blutdruckmessung essenziell.

Vergleichbar der bei der Behandlung der Sepsis empfohlenen „Early Goal-Directed Therapy"[417] – obwohl diese durch mehrere neue Studien infrage gestellt wird[418-420] –, wird eine Anzahl therapeutischer Maßnahmen, wie ein spezifisches Blutdruckziel, als Behandlungsstrategie nach einem Kreislaufstillstand vorgeschlagen.[370] Aufgrund fehlender definitiver Daten soll der mittlere arterielle Blutdruck so eingestellt werden, dass eine ausreichende Urin-

Produktion (1 ml/kg/h) und ein normaler oder zumindest sinkender Plasma-Laktat-Wert erreicht werden, wobei der normale Blutdruck des Patienten, die Ursache des Kreislaufstillstands und das Ausmaß jeglicher myokardialer Dysfunktion zu berücksichtigen sind.[366] Diese Zielwerte können unterschiedlich sein, je nach der individuellen Physiologie und bestehenden Begleiterkrankungen. Es ist zu beachten, dass eine Hypothermie die Urinproduktion steigern[115] und die Laktat-Clearance vermindern[101] kann.[415]

Implantierbare Kardioverter-Defibrillatoren
Überlegen Sie den Einbau eines implantierbaren Kardioverter-Defibrillator (ICD) bei ischämischen Patienten mit ausgeprägter linksventrikulärer Dysfunktion, die eine ventrikuläre Arrhythmie überlebt haben, welche später als 24–48 Stunden nach einem primären koronaren Ereignis auftrat.[422-424]

Behinderung (Optimierung der neurologischen Erholung)

Zerebrale Perfusion
Es konnte in Tierversuchen gezeigt werden, dass unmittelbar nach ROSC eine kurze Periode eines multifokalen zerebralen „No Reflow"-Phänomens auftritt, gefolgt von einer ca. 15–30-minütigen, vorübergehenden globalen Hyperämie.[425-427] Diese Phase wird abgelöst von einer bis zu 24-stündigen Hypoperfusion, während sich der zerebrale Sauerstoffgrundumsatz allmählich erholt. Nach einem

asphyktischen Kreislaufstillstand kann nach ROSC ein vorübergehendes Hirnödem auftreten, welches aber selten zu einer klinisch relevanten Hirndrucksteigerung führt.[428,429] Bei vielen Patienten ist die Autoregulation des zerebralen Blutflusses für einige Zeit nach dem Kreislaufstillstand gestört, was bedeutet, dass die Hirnperfusion vom zerebralen Perfusionsdruck abhängt und nicht von der neuronalen Aktivität.[430,431] Also soll der arterielle Blutdruck nach ROSC etwa auf dem für den Patienten üblichen Niveau gehalten werden.[12]

Sedierung

Obgleich es allgemein üblich ist, Patienten nach ROSC für mindestens 24 Stunden zu sedieren und zu beatmen, gibt es keine verlässlichen Daten, die eine konkrete Zeitspanne für die Beatmung, Sedierung und Relaxierung nach einem Kreislaufstillstand begründen.

Kontrolle von zerebralen Krampfanfällen

Zerebrale Krampfanfälle nach einem Kreislaufstillstand sind häufig und treten bei etwa einem Drittel der Patienten auf, die nach ROSC bewusstlos bleiben. Am häufigsten sind Myoklonien bei 18–25 % der Patienten, die übrigen Patienten entwickeln fokale oder generalisierte tonisch-klonische Krampfanfälle oder eine Kombination von Krampfanfällen unterschiedlicher Genese.[376,432-434]

Klinisch sichtbare Krampfanfälle einschließlich Myoklonien können epileptischen Ursprungs sein oder auch nicht. Andere Manifestationen werden eventuell fälschlicherweise für Krampfanfälle gehalten. Es gibt mehrere Arten von Myoklonien, von denen die Mehrzahl nicht epileptischen Ursprungs ist.[435,436] Bei Patienten mit der klinischen Manifestation von Krampfanfällen ist eine wiederholte Elektroenzephalographie zur Feststellung epileptischer Aktivität angezeigt. Bei Patienten mit einem diagnostisch gesicherten Status epilepticus und wirksamer Therapie soll eine kontinuierliche EEG-Überwachung erwogen werden. Krampfanfälle können den zerebralen Metabolismus erhöhen[437] und haben das Potenzial, die durch einen Kreislaufstillstand verursachten Hirnschäden zu aggravieren: Sie sollen mit Natriumvalproat, Levetiracetam, Phenytoin, Benzodiazepinen, Propofol oder Barbituraten therapiert werden. Insbesondere Myoklonien sind manchmal schwierig zu behandeln, wobei Phenytoin oft unwirksam ist. Propofol ist wirksam bei der Unterdrückung postanoxischer Myoklonien.[152] Clonazepam, Natriumvalproat und Levetiracetam können bei der Behandlung postanoxischer Myoklonien ebenfalls wirksam sein.[436]

Blutzuckereinstellung

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen hohen Blutzuckerwerten nach erfolgreicher Reanimation und einem schlechten neurologischen Outcome.[261,439,440] Auf der Grundlage der verfügbaren

Daten soll nach ROSC der Blutzuckerwert auf ≤10 mmol/l (≤180 mg/dl) eingestellt werden. Das Auftreten von Hypoglykämien soll vermieden werden.[172] Aufgrund des erhöhten Hypoglykämierisikos wird eine strenge Blutzuckereinstellung bei Patienten mit ROSC nach einem Kreislaufstillstand nicht durchgeführt.

Temperaturkontrolle

In den ersten 48 Stunden nach einem Kreislaufstillstand wird häufig eine Periode mit Hyperthermie oder Fieber beobachtet.[261,442-445] Mehrere Studien belegen einen Zusammenhang zwischen der Hyperthermie nach Reanimation und einer schlechten neurologischen Erholung. Obwohl die Auswirkung der Hyperthermie nach Wiederbelebung auf das Reanimationsergebnis nicht zweifelsfrei bewiesen ist, scheint es angemessen zu sein, die Postreanimationshyperthermie mit Antipyretika zu behandeln oder eine aktive Kühlung bei bewusstlosen Patienten zu erwägen.

Daten von tierexperimentellen und klinischen Studien zeigen, dass eine milde Hypothermie – therapeutisch nach globaler zerebraler Hypoxie/Ischämie eingesetzt – neuroprotektiv ist und die Reanimationsergebnisse verbessert. Alle Studien zur milden induzierten Hypothermie nach Reanimation haben ausschließlich Patienten im Koma untersucht. Eine randomisierte und eine pseudorandomi-

sierte Studie haben nachgewiesen, dass eine therapeutische Hypothermie sowohl die Entlassungsrate als auch das neurologische Ergebnis bei Entlassung oder nach sechs Monaten verbessert.[450,451] Die Kühlung wurde innerhalb von Minuten bis Stunden nach ROSC eingeleitet und über einen Zeitraum von 12–24 Stunden in einem Temperaturbereich von 32–34 ºC gehalten.

In die Studie zum zielgerichteten Temperaturmanagement („targeted temperature management trial", TTM) wurden 950 Patienten mit außerklinischem Kreislaufstillstand unabhängig vom initialen Herzrhythmus eingeschlossen. Diese Patienten erhielten ein 36-stündiges Temperaturmanagement entweder bei 33 oder bei 36 °C, wobei die Zieltemperatur 28 Stunden lang aufrechterhalten wurde und eine Phase der langsamen Wiedererwärmung folgte.[376] Die Studie beinhaltete strenge Protokolle zur Bewertung der Prognose und für den Entzug der lebenserhaltenden Intensivbehandlung. Es ergab sich kein Unterschied für den primären Endpunkt – die Gesamtmortalität –, und auch das neurologische Ergebnis nach sechs Monaten war vergleichbar („hazard ratio" (HR) für die Mortalität am Ende der Studie 1,06, 95% CI 0,89–1,28; relatives Risiko (RR) für den Tod oder ein schlechtes neurologisches Ergebnis nach sechs Monaten 1,02, 95% CI 0,88–1,16). Ebenso war das differenzierte neurologische Ergebnis nach sechs Monaten vergleichbar.[452,453] Wichtig ist der Hinweis, dass die Patienten in beiden

Teilen der Studie ein so gutes Temperaturmanagement erhielten, dass Fieber in beiden Gruppen sicher verhindert wurde. Die Begriffe „zielgerichtetes Temperaturmanagement" oder „Temperaturkontrolle" sind gegenüber dem früher gebräuchlichen Begriff „therapeutische Hypothermie" zu bevorzugen. Die Advanced Life Support Task Force des International Liaison Committee on Resuscitation erarbeitete zuvor mehrere Behandlungsempfehlungen zum zielgerichteten Temperaturmanagement,[175] die in diesen ERC-Leitlinien 2015 reflektiert werden:

- Eine konstante Zieltemperatur zwischen 32 und 36 °C soll für jene Patienten eingehalten werden, bei denen eine Temperaturkontrolle angewendet wird (starke Empfehlung, mäßige Qualität der Evidenz).
- Ob bestimmte Subpopulationen von Patienten nach Kreislaufstillstand von niedrigeren (32–34 °C) oder höheren (36 °C) Temperaturen des TTM profitieren, bleibt unbekannt, und weitere Studien sind notwendig, dies zu klären.
- TTM wird für erwachsene Patienten nach prähospitalem Kreislaufstillstand mit defibrillierbarem Rhythmus empfohlen, wenn der Patient nach ROSC weiterhin "nicht reagiert" (starke Empfehlung, geringe Evidenz).

- TTM wird für erwachsene Patienten nach prähospitalem Kreislaufstillstand mit nicht defibrillierbarem Rhythmus vorgeschlagen, wenn der Patient nach ROSC "nicht reagiert" (schwache Empfehlung, sehr geringe Evidenz).
- TTM wird für erwachsene Patienten nach innerklinischem Kreislaufstillstand unabhängig vom initialen Rhythmus vorgeschlagen, wenn der Patient nach ROSC "nicht reagiert" (schwache Empfehlung, sehr geringe Evidenz).
- Wenn ein zielgerichtetes Temperaturmanagement verwendet wird, wird vorgeschlagen, dass die TTM-Dauer mindestens 24 Stunden beträgt (entsprechend der beiden größten bisherigen randomisierten klinischen Studien[376,450]) (schwache Empfehlung, sehr geringe Evidenz).

Wann soll die Temperaturkontrolle beginnen?

Unabhängig davon, welche Zieltemperatur ausgewählt wird, sind Maßnahmen für eine aktive Temperaturregelung zu ergreifen, um die Temperatur im gewählten Zielbereich zu halten. Früher wurde empfohlen, dass die Kühlung so früh wie möglich nach ROSC begonnen werden soll. Diese Empfehlung aber basierte ausschließlich auf tierexperimentellen Daten und rationalen Vermutungen.[454] Tierexperimentelle Daten zeigen, das eine frühere Kühlung nach ROSC eine bessere Erholung bedingt.[455,456] Die Interpretation von Beobachtungsstudien wird durch die Tatsache gestört, dass

Patienten, die schneller spontan abkühlen, eine schlechtere neurologische Erholung zeigen.[457-459] Es wird angenommen, dass Patienten mit schweren ischämischen Hirnschädigungen eher ihre Fähigkeit zur Steuerung der Körpertemperatur verlieren.

Eine randomisierte Studie zur prähospitalen Kühlung, die die schnelle Infusion großer Mengen kalter intravenöser Flüssigkeit unmittelbar nach ROSC gegenüber verzögerter Kühlung bei Krankenhausaufnahme prüfte, zeigte eine höhere Zahl von erneuten Kreislaufstillständen auf dem Transport und von Lungenödemen.[460] Obgleich die unkontrollierte prähospitale Infusion kalter Flüssigkeit nicht empfohlen wird, kann es immer noch sinnvoll sein, kalte intravenöse Flüssigkeit zu infundieren, z.B. dann, wenn der Patient gut überwacht ist und eine Temperatur von 33 °C das Ziel ist. Andere prähospitale Kühlstrategien als die schnelle i.v. Infusion großer Volumina kalter Flüssigkeit sind während der kardiopulmonalen Reanimation nicht ausreichend untersucht worden.

Wie soll die Temperatur kontrolliert werden?

Noch liegen keine Daten vor, die zeigen, dass eine spezifische Kühltechnik im Vergleich mit anderen Methoden die Überlebensrate erhöht, jedoch ermöglichen intern platzierte Wärmetauscher eine genauere Temperaturkontrolle als externe Kühlmethoden.[461,462] Eine Rebound-Hyperthermie ist mit einer schlechteren neuro-

logischen Erholung assoziiert.[463,464] Aus diesen Gründen soll die Wiedererwärmung langsam erfolgen: Die optimale Geschwindigkeit ist nicht bekannt, der aktuelle Konsens aber empfiehlt eine Wiedererwärmungsrate von 0,25 bis 0,5 ºC pro Stunde.[465]

Prognoseerstellung

Dieser Abschnitt wurde auf Basis des "Advisory Statement on Neurological Prognostication in comatose survivors of cardiac arrest"[466] von den Mitgliedern der ERC-ALS-Arbeitsgruppe und der Sektion "Trauma and Emergency Medicine (TEM) of the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM)" adaptiert und im Vorgriff auf die Leitlinien von 2015 formuliert.

Eine hypoxisch-ischämische Hirnschädigung ist nach Reanimation und Kreislaufstillstand ein häufiges Problem.[467] Zwei Drittel der Patienten, die nach prähospitalem Kreislaufstillstand und Reanimation lebend auf eine Intensivstation aufgenommen werden konnten, sterben an einer neurologischen Schädigungen des Gehirns. Dies wurde sowohl vor[468] wie auch nach[376-378] Einführung eines zielgerichteten Temperaturmanagements (TTM) für die Postreanimationsbehandlung festgestellt. Die meisten dieser Todesfälle sind bedingt durch eine Entscheidung zum aktiven Entzug der lebenserhaltenden Behandlung (WLST), welche auf der Prognose

einer schlechten neurologischen Erholung basiert.[377,378] Aus diesem Grund ist es für Prognosestellung bei komatösen Patienten nach Reanimation und Kreislaufstillstand essenziell, das Risiko einer falsch pessimistischen Vorhersage zu minimieren. Im Idealfall soll die falsch positive Rate (FPR) gleich null mit einem möglichst schmalen Konfidenzintervall (CI) sein, wenn eine schlechte neurologische Prognose erstellt wurde. Die meisten Studien zur Prognoseerstellung umfassen jedoch so wenige Patienten, dass selbst dann, wenn die FPR=0 ist, die obere Grenze des 95 % CI meist sehr hoch liegt.[469,470] Darüber hinaus sind viele Studien dadurch schwer zu interpretieren, dass – im Sinne einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung – der behandelnde Arzt selbst die Prognose erstellt und im Falle einer schlechten Prognose die lebenserhaltende Behandlung (WLST) entzieht, was zum Tode führt und die schlechte Prognose bestätigt.[469,471] Abschließend muss festgestellt werden, dass Sedativa und Muskelrelaxantien aber auch eine TTM mit verschiedenen Prognoseindizes interferieren können, insbesondere dann, wenn diese auf klinischen Untersuchungen basieren.[472] Ein multimodaler Ansatz der Prognoseerstellung ist essenziell, er umfasst: klinische Untersuchung, Elektrophysiologie, Biomarker und Bildgebung.

Eine sorgfältige klinisch-neurologische Untersuchung bleibt die Grundlage der Prognoseerstellung des komatösen Patienten nach

Kreislaufstillstand.[473] Sie soll täglich durchgeführt werden. Zu achten ist auf Anzeichen einer neurologischen Erholung, wie z.B. die Wiederkehr von gezielten Bewegungen oder aber darauf, ob sich ein Krankheitsbild entwickelt, das darauf hindeutet, dass der Hirntod eingetreten ist.

Der Prozess der neurologischen Erholung nach globaler anoxisch-ischämischer Läsion ist in den meisten Patienten 72 Stunden nach Kreislaufstillstand abgeschlossen.[474,475] Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass die Verlässlichkeit der neurologischen Untersuchung 72 Stunden nach ROSC bei Patienten, die eine Analgosedierung innerhalb der vorangegangenen 12 Stunden vor dieser Untersuchung erhalten haben, vermindert ist.[472] Bevor eine die Prognose bestimmende Untersuchung durchgeführt wird, müssen die wichtigen Störfaktoren ausgeschlossen sein.[476,477] Neben der Analgosedierung und der neuromuskulären Blockade gehören dazu Hypothermie, schwere Hypotonie, Hypoglykämie sowie metabolische und respiratorische Störungen. Die Applikation von Analgetika, Sedativa und Muskelrelaxantien muss lange genug beendet sein, um eine Beeinflussung der klinisch-neurologischen Untersuchung sicher zu vermeiden. Aus diesem Grund sollen bevorzugt kurz wirksame Medikamente angewendet werden. Wird ein Überhang der Analgosedierung oder Muskelrelaxation vermutet, sollen Antidota appliziert werden, um die Wirkung der Medikamente vor einer Untersuchung zu reversieren.

Der Algorithmus zur Prognosestrategie (Abbildung 1.16) ist bei allen Patienten anwendbar, die nach mehr als 72 Stunden weiterhin komatös sind und auf Schmerzreiz keine motorische Antwort oder Strecksynergismen zeigen. Bei der Gesamtbeurteilung zu diesem Zeitpunkt werden die Ergebnisse früherer prognostischer Tests einbezogen.

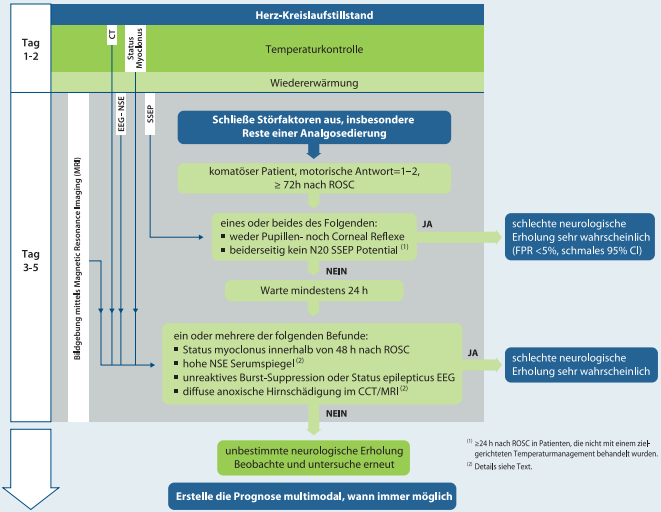


Abb 1.16: Algorithmus zur Prognoseerstellung
EEG Elektroenzephalogramm; NSE neuronenspezifische Enolase; SSEP somatosensorische evozierte Potenziale; ROSC Rückkehr des Spontankreislaufes

Zunächst sollen die robustesten Prädiktoren untersucht und bewertet werden. Diese weisen die höchste Spezifität und Genauigkeit auf (FPR <5% mit 95% CI <5% bei Patienten mit TTM-Behandlung) und wurden in mehr als fünf Studien von mehr als drei Forschungsgruppen dokumentiert. Zu diesen robustesten Prädiktoren gehören bilateral fehlende Pupillenreflexe, festgestellt frühestens 72 Stunden nach ROSC und bilateral fehlende N20-SSEP-Frühpotenziale nach Wiedererwärmung (letzterer Prädiktor kann schon früher – z.B. ≥24 Stunden nach ROSC – erfasst werden, wenn die Patienten keine TTM-Behandlung erhielten). Basierend auf Expertenmeinungen empfehlen wir, die Befunde zu fehlenden Pupillen- und Cornealreflexen gemeinsam hinsichtlich der Prognose einer schlechten neurologischen Erholung zu werten. Okularreflexe und SSEP behalten ihre Vorhersagewerte, unabhängig von der gewählten Zieltemperatur bei TTM-Behandlung.[478,479]

Wenn keiner der oben genannten Prädiktoren für eine schlechte neurologische Prognose vorhanden ist, kann eine Gruppe von weniger genauen Prädiktoren evaluiert werden, deren Vorhersagepräzision aber geringer ist. Diese Prädiktoren weisen ebenfalls eine FPR <5% auf, das 95%-Konfidenzintervall ist aber breiter als bei den zuerst benannten Prädiktoren. Zudem sind Definition und/oder Schwelle in den verschiedenen Prognosestudien unter-

schiedlich. Zu diesen Prognosefaktoren gehören das Vorhandensein eines frühen Status myoklonicus (innerhalb von 48 Stunden nach ROSC), hohe Serumkonzentrationen der NSE, gemessen 48–72 Stunden nach ROSC, ein nicht reaktives EEG und maligne EEG-Muster (Burst-suppression, Status epilepticus) nach Wiedererwärmung, eine deutliche Reduzierung des Röntgendichte-Verhältnisses (GWR) zwischen grauer und weißer Hirnsubstanz oder Furchenauslöschung im Gehirn-CT innerhalb von 24 Stunden nach ROSC oder das Vorhandensein von diffusen ischämischen Veränderungen im MRT des Gehirns 2–5 Tage nach ROSC. Basierend auf Expertenmeinungen, empfehlen wir eine Wartezeit von mindestens 24 Stunden nach der ersten Prognoseerstellung und eine Bestätigung der Bewusstlosigkeit – ermittelt als ein Glasgow Motor Score von 1 bis 2 –, bevor Sie diese zweite Gruppe von Prädiktoren verwenden. Wir schlagen vor, dass mindestens zwei dieser Prädiktoren für die Prognoseerstellung herangezogen werden müssen.

Derzeit kann für die Serumkonzentration der NSE kein Schwellenwert zur Vorhersage einer schlechten Prognose mit einer FPR von 0 % definiert werden. Im Idealfall wird jedes Krankenhauslabor, welches die NSE bestimmt, eigene Normal- und Schwellenwerte – basierend auf dem verwendeten Test-Kit – definieren müssen. Zusätzlich wird empfohlen, Proben zu mehreren Zeitpunkten zu

entnehmen, um Trends in der NSE-Serumkonzentration zu erfassen und das Risiko von falsch positiven Resultaten zu reduzieren.[480]

Obwohl die robustesten Prädiktoren in den meisten Studien keine falsch positiven Resultate zeigen, kann kein einzelner eine schlechte neurologische Erholung mit absoluter Sicherheit vorhersagen, wenn man die entsprechend umfassende Evidenz betrachtet. Darüber hinaus wurden diese Prädiktoren oft für den Entzug der Therapie (WLST-Entscheidungen) verwendet, mit dem Risiko einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung. Aus diesem Grund kann nur eine multimodale Prognoseerstellung empfohlen werden, auch in Gegenwart eines dieser Prädiktoren. Diese Strategie des multimodalen Ansatzes für die Prognoseerstellung erhöht die Sicherheit und steigert die Sensitivität.[481-484]

Bleibt trotz dieser Untersuchungen die Prognose unklar, sollen Ärzte einen längeren Beobachtungszeitraum nutzen. Ein Fehlen der klinischen Verbesserung im Laufe der Zeit deutet auf eine schlechtere neurologische Erholung hin. Obwohl ein Erwachen aus dem Koma bis zu 25 Tage nach Reanimation und Kreislaufstillstand beschrieben wurde,[485-487] erlangen die meisten Überlebenden das Bewusstsein innerhalb einer Woche wieder. In einer aktuellen Beobachtungsstudie[490] erwachten 94 % der Patienten innerhalb von 4,5 Tagen nach Wiedererwärmung, und die rest-

lichen 6 % erwachten innerhalb von zehn Tagen. Selbst diejenigen Patienten, die spät erwachen, können immer noch eine gute neurologische Erholung erreichen.[490]

Rehabilitation

Obwohl die neurologische Erholung für die meisten Überlebenden eines Kreislaufstillstands als gut bewertet wird, sind kognitive und emotionale Probleme sowie ein Erschöpfungssyndrom („fatigue“) häufig.[452,492-494] Langfristige kognitive Beeinträchtigungen werden bei der Hälfte der Überlebenden festgestellt. Diese leichten kognitiven Probleme werden häufig vom medizinischen Fachpersonal nicht erkannt und können nicht mit Standard-Ergebnisskalen wie den „Cerebral Performance Categories“ (CPC) oder der „Mini-Mental State Examination” (MMSE) nachgewiesen werden.[452,497] Sowohl die kognitiven als auch die emotionalen Probleme haben einen erheblichen Einfluss und können das tägliche Leben des Patienten, die Wiedereingliederung in das Arbeitsleben und die Lebensqualität beeinträchtigen.[494,498,499] Deshalb soll eine systematische Nachsorge nach der Krankenhausentlassung , geleitet von einem Arzt oder einer spezialisierten Pflegekraft, organisiert werden. Es soll mindestens ein Screening auf kognitive Beeinträchtigungen und emotionale Probleme und die Bereitstellung von Information einschließen.

Organspende

Eine Organspende soll dann überlegt werden, wenn der Patient ROSC erreicht hatte und die Hirntodkriterien erfüllt sind oder ein irreversibler Hirnfunktionsausfall sicher festgestellt wurde.[500] In komatösen Patienten, bei denen die Entscheidung getroffen wird, lebenserhaltende Maßnahmen zu unterlassen, soll eine Organspende nach Eintritt des Kreislaufstillstands erwogen werden, wenn es rechtlich zulässig ist. Eine Organspende kann auch bei Personen in Betracht kommen, bei denen eine Reanimationsbehandlung nicht erfolgreich war und kein ROSC erreicht wurde. Alle Entscheidungen hierzu müssen den nationalen/lokalen rechtlichen und ethischen Anforderungen entsprechen, da diese von Land zu Land sehr verschieden sind.[1]

Screening auf vererbbare Erkrankungen

Viele Opfer eines plötzlichen Herztods oder Kreislaufstillstands anderer Ursache haben unerkannte strukturelle Herzerkrankungen. Am häufigsten wird eine koronare Herzkrankheit diagnostiziert, aber auch primäre Herzrhythmusstörungen, eine Kardio-

1 Nach dem deutschen Transplantationsgesetz dürfen Herztoten nur dann Organe entnommen werden, wenn der Hirntod festgestellt wurde oder seit dem Kreislaufstillstand mindestens drei Stunden vergangen sind.

myopathie oder eine familiäre Hypercholesterinämie mit vorzeitiger ischämischer Herzerkrankung sind ursächlich verantwortlich. Insofern ist ein Screening auf vererbbare Erkrankungen oder Erkrankungen mit genetischer Dispositon von entscheidender Bedeutung für die Primärprävention im Verwandtenkreis der Patienten, da es z.B. eine präventive antiarrhythmische Behandlung und medizinische Vorsorgeuntersuchungen ermöglicht.[154,155,501]

Cardiac-Arrest-Zentren

Krankenhäuser, die Patienten nach Reanimation und Kreislaufstillstand behandeln, weisen eine hohe Variation ihrer intrahospitalen Mortalität dieser Patienten auf.[261,371,502-506] Viele Studien haben einen Zusammenhang zwischen der Krankenhausentlassungsrate und der Behandlung in einem Cardiac-Arrest-Zentrum berichtet, aber bedauerlicherweise sind die Krankenhausfaktoren, welche das Überleben der Patienten am meisten beeinflussen, nicht konsistent definiert.[368,371,504,507,508] Darüber hinaus sind Art und Umfang der Dienste, die ein Cardiac-Arrest-Zentrum vorhalten soll, nicht einheitlich festgelegt. Die meisten Experten sind sich aber einig, dass ein solches Zentrum sowohl ein Herzkatheterlabor haben muss, das sofort und jederzeit (24/7) einsatzbereit ist, als auch in der Lage zu sein hat, jederzeit eine TTM-Behandlung einzuleiten.

Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern

Das Kapitel „Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern im Rahmen der ERC-Leitlinien 2015“ behandelt folgende Themen:

- lebensrettende Basismaßnahmen,
- Behandlung der Fremdkörperverlegung der Atemwege,
- Prävention des Kreislaufstillstands,
- erweiterte lebensrettende Maßnahmen während eines Kreislaufstillstands,
- medizinische Betreuung unmittelbar nach Reanimation.

Lebensrettende Basismaßnahmen bei Kindern

In den ILCOR-CoSTR-Erklärungen zur empfohlenen Reihenfolge bei lebensrettenden Basismaßnahmen wurde kein Unterschied zwischen CAB (Thoraxkompressionen, Atemweg, Beatmung) oder ABC (Atemweg, Beatmung, Thoraxkompressionen) gefunden.[509-511] Da die Reihenfolge ABC gut etabliert ist und in Europa einen hohen Wiedererkennungswert bei Reanimationsmaßnahmen bei Kindern besitzt, haben die Verfasser der ERC-PLS-Leitlinien festgelegt, dass diese Reihenfolge beibehalten werden soll. Dies vor allem mit der Überlegung, dass die vorherigen Leitlinien dazu führten, dass bereits Hunderttausende professionelle Helfer und Laien nach diesem Konzept unterrichtet wurden.

Handlungsablauf
Helfer, die in den BLS oder im reinen Thoraxkompressionen-Ablauf ausgebildet sind, jedoch über keine spezifischen Kenntnisse in der Reanimation von Kindern verfügen, können dem Ablauf für Erwachsene folgen, da das Outcome definitiv schlechter ist, wenn sie nichts unternehmen. Allerdings ist es bei Kindern vorteilhaft, zunächst fünfmal zu beatmen, da die Asphyxie als häufigste Ursache des Kreislaufstillstands bei Kindern Beatmungen als Maßnahme für eine effektive Reanimation notwendig macht.[119,120]
Nicht spezialisierten Helfern mit professioneller Verantwortung für Kinder (z.B. Lehrer, Sozialarbeiter, Bademeister), die die Reanimation von Kindern erlernen möchten, soll erklärt werden, dass es besser ist, die BLS-Maßnahmen für Erwachsene wie folgt zu modifizieren: zunächst fünf initiale Beatmungen, gefolgt von CPR für eine Minute, bevor aktiv Hilfe geholt wird (siehe „Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene“).

BLS-Ablauf für Helfer mit Verpflichtung zur Notfallversorgung
Der folgende Ablauf ist für Helfer gedacht, die verpflichtet sind, pädiatrische Notfälle zu versorgen, also üblicherweise professionelle Helfer (Abb. 1.17). Obwohl der folgende Ablauf Atemhübe mittels Mund-zu-Mund-Beatmung beschreibt, werden professionelle Helfer für gewöhnlich Zugriff auf und eine Ausbildung in Beutel-Maske-Beatmung haben. Falls vorhanden, soll diese auch verwendet werden.

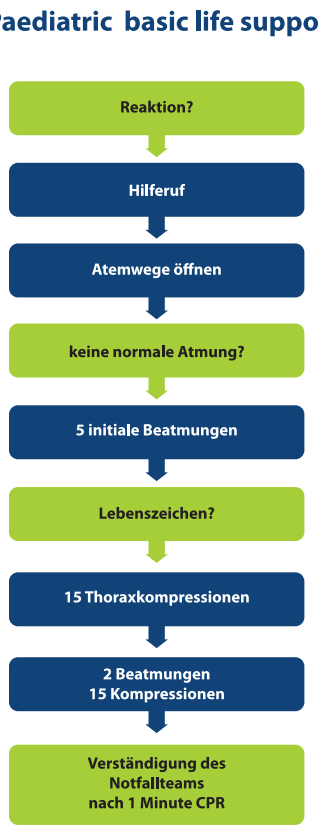


Abb. 1.17: *Lebensrettende Basismaßnahmen beim Kind*

1. Achten Sie auf die Sicherheit von Helfer(n) und Kind.

2. Prüfen Sie die Bewusstseinslage des Kindes:

- Stimulieren Sie das Kind leicht, und fragen Sie laut: „Ist alles in Ordnung?“

3a. Falls das Kind durch Antworten oder Bewegung reagiert:

- Belassen Sie das Kind in der Position, in der Sie es vorgefunden haben (sofern es sich nicht mehr in Gefahr befindet).
- Prüfen Sie seinen Zustand, holen Sie erforderlichenfalls Hilfe.
- Überprüfen Sie es weiterhin regelmäßig.

3b. Falls das Kind nicht reagiert:

- Rufen Sie um Hilfe.
- Drehen Sie das Kind vorsichtig auf den Rücken.
- Machen Sie die Atemwege des Kindes frei, indem Sie wie folgt den Nacken überstrecken und das Kinn anheben:
- Legen Sie Ihre Hand auf die Stirn des Kindes, und wenden Sie den Kopf leicht nach hinten.
- Heben Sie gleichzeitig mit Ihren unter der Kinnspitze platzierten Fingerspitzen das Kinn an. Komprimieren Sie dabei nicht die Hals-Weichteile, weil es sonst zur Atemwegsverlegung kommen kann. Dies ist vor allem bei Säuglingen von Bedeutung.
- Falls Sie Schwierigkeiten haben, die Atemwege freizumachen, versuchen Sie es mit dem Esmarch-Handgriff (Vorschieben des

Unterkiefers). Legen Sie dazu Zeige- und Mittelfinger beider Hände hinter die Kiefergelenke des Kindes, und schieben Sie den Unterkiefer nach vorn.

Falls Sie Verdacht auf eine Halswirbelsäulenverletzung haben, versuchen Sie, die Atemwege nur mit dem Esmarch-Handgriff freizumachen. Bleiben die Atemwege verschlossen, überstrecken Sie zusätzlich vorsichtig und langsam den Nacken, bis die Atemwege frei sind.

4. **Während Sie die Atemwege offen halten, sehen, hören und fühlen Sie, ob eine normale Atmung vorliegt. Dazu halten Sie Ihr Gesicht dicht an das des Kindes und schauen auf seinen Brustkorb:**
   - Sehen: Thoraxbewegungen,
   - Hören: Atemgeräusche an Nase und Mund des Kindes,
   - Fühlen: Luftbewegungen an Ihrer Wange.

In den ersten Minuten nach einem Atem-Kreislauf-Stillstand kann das Kind weiterhin langsame, einzelne Seufzer zeigen (Schnappatmung). Sehen, hören und fühlen Sie nicht länger als 10 Sekunden, bevor Sie eine Entscheidung treffen. Gehen Sie im Zweifel von einem Atemstillstand aus.

5a Falls das Kind normal atmet:

- Drehen Sie das Kind auf die Seite in die stabile Seitenlage (s. unten). Falls anamnestisch ein Hinweis auf Trauma besteht, ziehen Sie eine Verletzung der Halswirbelsäule in Betracht.
- Schicken Sie jemanden, Hilfe zu holen, oder holen Sie diese selbst. Wählen Sie zur Alarmierung des Rettungsdienstes die Notfallnummer.
- Überprüfen Sie, ob eine kontinuierliche Atmung vorliegt.

5b Falls das Kind nicht normal oder gar nicht atmet:

- Beseitigen Sie vorsichtig eine offensichtliche Verlegung der oberen Atemwege.
- Geben Sie 5 initiale Beatmungen.
- Achten Sie während der Beatmung auf Würge- oder Hustenreflexe des Kindes. Das Auftreten oder Ausbleiben derartiger Reaktionen ist bereits Teil Ihrer Einschätzung auf „Lebenszeichen“ (s. unten).

Abb 1.18:
Mund-zu-Mund/Nase-Beatmung beim Säugling

Beatmung beim Säugling (Abb 1.18)

- Stellen Sie sicher, dass sich der Kopf in neutraler Position befindet und das Kinn angehoben ist. Beim Säugling ist der Kopf in Rückenlage in der Regel nach vorn gebeugt, sodass eine leichte Streckung erforderlich sein kann (diese Position kann auch durch ein zusammengerolltes Handtuch oder eine Decke unterhalb des Oberkörpers erzielt werden).
- Atmen Sie ein und bedecken Sie Mund und Nasenöffnung des Säuglings mit Ihrem Mund, wobei Sie eine gute Abdichtung erreichen sollen. Falls Sie bei einem älteren Säugling Nase und Mund nicht gleichzeitig bedecken können, versuchen Sie nur die Nase oder nur den Mund des Säuglings mit Ihrem Mund zu umschließen. (Bei Verwendung der Nase werden die Lippen des Kindes verschlossen, um den Luftausstrom über den Mund zu verhindern.)
- Blasen Sie gleichmäßig über 1 Sekunde in Mund und Nase des Säuglings, sodass der Thorax sich sichtbar hebt.
- Halten Sie die Kopfposition und das Kinn angehoben, nehmen Sie Ihren Mund von dem des Säuglings, und beobachten Sie, wie sich der Thorax senkt, wenn die Luft entweicht.
- Atmen Sie erneut ein, und wiederholen Sie diese Sequenz 5-mal.

Abb 1.19: *Mund-zu-Mund-Beatmung beim Kind*

Beatmung beim Kind >1 Jahr (Abb. 1.19)
Stellen Sie sicher, dass der Nacken überstreckt und das Kinn angehoben ist.

- Drücken Sie den weichen Teil der Nase mit Zeigefinger und Daumen Ihrer auf der Stirn liegenden Hand zusammen.
- Öffnen Sie den Mund des Kindes ein wenig, wobei das Kinn angehoben bleibt.

- Atmen Sie ein, und legen Sie Ihre Lippen um den Mund des Kindes. Achten Sie auf eine gute Abdichtung.
- Blasen Sie gleichmäßig über 1 Sekunde in den Mund des Kindes, sodass der Thorax sich sichtbar hebt.
- Halten Sie den Nacken überstreckt und das Kinn angehoben, nehmen Sie Ihren Mund von dem des Kindes, und beobachten Sie, wie der Thorax sich senkt, wenn die Luft entweicht.
- Atmen Sie erneut ein, und wiederholen Sie diese Sequenz 5-mal. Achten Sie auf die Effektivität, indem Sie schauen, ob sich der Thorax des Kindes ähnlich wie bei normaler Atmung hebt und senkt.

Für Säuglinge und Kinder gilt: Falls Sie Schwierigkeiten haben, effektive Beatmungshübe zu verabreichen, könnten die Atemwege verlegt sein.

- Öffnen Sie den Mund des Kindes, und entfernen Sie sichtbare Fremdkörper. Wischen Sie den Mund jedoch nicht blind mit dem Finger aus.
- Repositionieren Sie den Kopf. Stellen Sie dabei sicher, dass das Kinn angehoben und der Nacken adäquat (jedoch nicht zu sehr) überstreckt ist.

- Falls sich die Atemwege durch Überstrecken des Nackens und Anheben des Kinns nicht freimachen lassen, versuchen Sie es mit dem Esmarch-Handgriff.
- Führen Sie bis zu 5 Versuche durch, um eine effektive Beatmung zu erzielen. Gehen Sie bei Erfolglosigkeit zu Thoraxkompressionen über.

6. Beurteilen Sie den Kreislauf des Kindes:
Für die folgenden Maßnahmen sollen nicht mehr als 10 Sekunden verwendet werden: Achten Sie auf Lebenszeichen. Dazu gehören Spontanbewegungen, Husten oder eine normale Atmung (nicht Schnappatmung oder einzelne, unregelmäßige Atemzüge). Falls Sie den Puls prüfen, sollen Sie dafür keinesfalls mehr als 10 Sekunden brauchen. Die Überprüfung des Pulses ist unzuverlässig, daher ist der Gesamteindruck des Patienten entscheidend dafür, ob BLS[40,41] begonnen werden soll, d.h., falls es keine Lebenszeichen gibt, beginnen Sie mit BLS.

7a. Wenn Sie sicher sind, dass Sie innerhalb von 10 Sekunden Lebenszeichen festgestellt haben:
- Setzen Sie, falls erforderlich, die Beatmung fort, bis das Kind selbst effektiv atmet.
- Wenn das Kind bewusstlos bleibt, drehen Sie es in die stabile Seitenlage.
- Überprüfen Sie engmaschig die Vitalfunktionen des Kindes.

7b. Wenn keine Lebenszeichen vorliegen:

- Beginnen Sie mit Thoraxkompressionen.
- Kombinieren Sie Beatmung und Thoraxkompressionen im Verhältnis von 15 Kompressionen zu 2 Beatmungen.

Thoraxkompressionen

Bei allen Kindern wird unabhängig vom Alter die untere Sternumhälfte komprimiert. Die Kompressionen sollen tief genug erfolgen und dabei das Sternum zumindest um ein Drittel im anteroposterioren Thoraxdurchmesser komprimiert werden. Entlasten Sie den Thorax danach vollständig, und wiederholen Sie mit einer Frequenz von 100–120/Min. Überstrecken Sie nach 15 Thoraxkompressionen den Nacken, heben Sie das Kinn an, und geben Sie 2 effektive Beatmungshübe. Führen Sie Kompressionen und Beatmungshübe in einem Verhältnis von 15:2 fort.

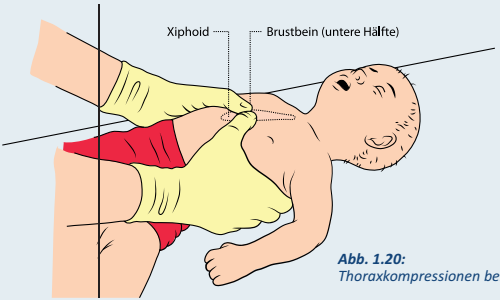


Abb. 1.20:
Thoraxkompressionen beim Säugling

Thoraxkompressionen beim Säugling

Ein einzelner Helfer komprimiert das Sternum mit zwei Fingerspitzen. Wenn zwei oder mehr Helfer anwesend sind, soll die thoraxumfassende 2-Daumen-Technik verwendet werden. Legen Sie dazu beide Daumen flach nebeneinander auf die untere Hälfte des Sternums (s. oben), die Daumenspitzen zum kindlichen Kopf gerichtet. Umfassen Sie bei geschlossenen Fingern mit beiden Händen den unteren Teil des Brustkorbs, wobei die Fingerspitzen auf dem Rücken des Säuglings ruhen. Bei beiden Techniken wird das untere Sternum um mindestens ein Drittel des Thoraxdurchmessers komprimiert bzw. um etwa 4 cm.[512]

Abb. 1.21:
Thoraxkompressionen mit einer Hand beim Kind

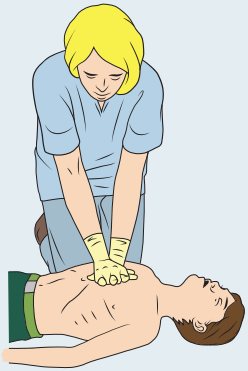


Abb. 1.22:
Thoraxkompressionen mit zwei Händen beim Kind

Thoraxkompressionen beim Kind >1 Jahr

Um eine Kompression des Oberbauchs zu vermeiden, lokalisieren Sie das Xiphoid, indem Sie den Winkel in der Mitte zwischen den untersten Rippen aufsuchen. Legen Sie einen Handballen auf die untere Hälfte des Sternums. Heben Sie dabei die Finger an, um zu vermeiden, dass diese Druck auf die Rippen ausüben. Positionieren Sie sich senkrecht über dem Thorax des Kindes, und komprimieren Sie mit durchgestreckten Armen das Sternum um mindestens ein Drittel des Thoraxdurchmessers oder um etwa 5 cm.[512,513] Bei größeren Kindern oder kleinen Helfern ist es am einfachsten, wenn Sie dabei beide Hände verwenden, wobei die Finger beider Hände ineinandergreifen.

8. Unterbrechen Sie die Reanimation nicht, bis:

- das Kind Lebenszeichen zeigt (beginnt aufzuwachen, bewegt sich, öffnet die Augen, atmet normal),
- mehr professionelle Hilfe eintrifft, die unterstützen oder übernehmen kann,
- Sie körperlich erschöpft sind.

Wann soll Hilfe gerufen werden?

Beim Kollaps eines Kindes ist es von entscheidender Bedeutung, dass Ersthelfer so früh wie möglich Unterstützung bekommen.

Wenn mehr als ein Helfer anwesend ist, beginnt einer mit der CPR, während der andere Hilfe holt. Falls nur ein Helfer vor Ort ist, soll dieser für ungefähr 1 Minute oder 5 Zyklen reanimieren, bevor er Hilfe holt. Um die CPR dabei nur möglichst kurz zu unterbrechen, ist es prinzipiell möglich, einen Säugling oder ein Kleinkind mitzunehmen, wenn Hilfe gerufen wird. Falls Sie allein sind und bei einem Kind einen plötzlichen Kollaps beobachten, den Sie für einen primären Kreislaufstillstand halten, rufen Sie zuerst Hilfe, bevor Sie mit der CPR beginnen, da das Kind voraussichtlich eine rasche Defibrillation benötigen wird. Dies ist jedoch selten.

Automatisierter externer Defibrillator (AED) und BLS

Fahren Sie mit der CPR fort, bis der AED vor Ort ist. Befestigen Sie den AED entsprechend der jeweiligen Anleitung. Für 1–8-Jährige verwenden Sie, falls vorhanden, die entsprechenden Kinderpads (Abgabe verminderter Energiedosis) wie im Kapitel „Basic Life Support und Verwendung von automatisierten externen Defibrillatoren“ beschrieben.[1]

Stabile Seitenlage

Ein bewusstloses Kind, dessen Atemwege frei sind und das spontan atmet, soll in die stabile Seitenlage gedreht werden.

Es gibt verschiedene Techniken zur stabilen Seitenlage. Allen ist gemeinsam, dass sie eine Verlegung der oberen Atemwege sowie die Aspiration von Speichel, Sekret oder Erbrochenem möglichst verhindern sollen.

Fremdkörperverlegung der Atemwege („foreign body airway obstruction", FBAO)

Gehen Sie von einer Fremdkörperverlegung aus, wenn der Symptombeginn sehr plötzlich war, keine anderen Krankheitszeichen vorliegen und es anamnestische Hinweise dafür gibt, z.B. wenn das Kind unmittelbar zuvor gegessen oder mit kleinen Gegenständen gespielt hat. (Tabelle 1.1)

Sowohl Schläge auf den Rücken, als auch Thorax- und abdominelle Kompressionen steigern den intrathorakalen Druck und können Fremdkörper aus den Atemwegen ausstoßen. Falls eine Maßnahme nicht zum Erfolg führt, versuchen Sie es abwechselnd mit den anderen, bis die Fremdkörperverlegung beseitigt ist (Abb 1.23). Der bedeutsamste Unterschied zum Erwachsenenalgorithmus besteht darin, dass bei Säuglingen keine abdominellen Kompressionen durchgeführt werden sollen. Obwohl abdominelle Kompressionen in allen Altersgruppen zu Verletzungen führen können, ist dieses Risiko bei Säuglingen und sehr kleinen Kindern besonders

hoch. Dies ist der Grund, weshalb die Leitlinien in der Behandlung einer Fremdkörperverlegung der Atemwege zwischen Säuglingen und Kindern unterscheiden.

Erkennen einer Fremdkörperverlegung

Aktive Maßnahmen zur Beseitigung einer Fremdkörperverlegung sind nur dann erforderlich, wenn der Husten ineffektiv wird. Dann jedoch müssen sie sehr schnell und beherzt erfolgen.

Allgemeine Zeichen der Fremdkörperverlegung der Atemwege Beobachteter Vorfall Husten/Ersticken Plötzlicher Beginn Während oder unmittelbar nach dem Spielen mit kleinen Gegenständen bzw. dem Essen	
Ineffektives Husten Kann nicht Sprechen Stilles oder leises Husten Kann nicht Atmen Zyanose Sich verschlechternder Bewusstseinszustand	**Effektives Husten** Weinen oder verbale Reaktion auf Ansprache Lautes Husten Kann vor dem Hustenstoß einatmen Bewusstseinsklar

Tabelle 1.1.: *Zeichen der Fremdkörperverlegung der Atemwege*

Fremdkörperentfernung beim Kind

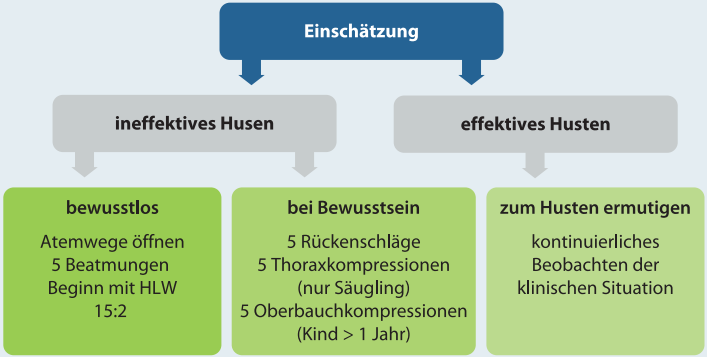


Abb. 1.23: *Behandlung der Fremdkörperverlegung der Atemwege*

Beseitigung einer Fremdkörperverlegung

1. Sicherheit und Hilfe holen

Das Prinzip „nicht schaden" soll Vorrang haben, d.h. ein Kind, das, wenn auch mit Schwierigkeiten, atmet und hustet, soll zu diesen spontanen Anstrengungen ermuntert werden. Intervenieren Sie in diesem Fall nicht, da der Fremdkörper dislozieren und der Atemweg dadurch ggf. vollständig verlegt werden kann.

- Falls das Kind effektiv hustet, sind keine externen Maßnahmen erforderlich. Ermuntern Sie das Kind weiterzuhusten, und überwachen Sie es kontinuierlich.
- Falls das Husten des Kindes ineffektiv ist oder wird, *rufen Sie sofort Hilfe*, und beurteilen Sie den Bewusstseinszustand des Kindes.

2. Ansprechbares Kind mit Fremdkörperverlegung der Atemwege

- Falls das Kind noch bei Bewusstsein ist, aber nicht oder nur ineffektiv hustet, verabreichen Sie Rückenschläge.
- Falls Rückenschläge die Fremdkörperverlegung nicht beseitigen, verabreichen Sie bei Säuglingen Thorax- und bei Kindern abdominelle Kompressionen. Diese Maßnahmen erzeugen einen künstlichen Husten, der den intrathorakalen Druck steigert und den Fremdkörper dadurch ausstoßen soll.

Wenn es nicht gelingt, den Fremdkörper mithilfe der Rückenschläge zu entfernen, und das Kind weiterhin bei Bewusstsein ist, wenden Sie beim Säugling Thorax- und beim Kind abdominelle Kompressionen an. Führen Sie keine abdominellen Kompressionen (Heimlich-Manöver) beim Säugling durch. Untersuchen Sie das Kind im Anschluss an die Thorax- oder abdominellen Kompressionen erneut. Falls der Fremdkörper noch nicht ausgestoßen wurde und das Kind weiterhin bei Bewusstsein ist, setzen Sie die

Sequenz aus Rückenschlägen und Thorax- (beim Säugling) oder abdominellen Kompressionen (beim Kind) fort. Rufen Sie oder lassen Sie Hilfe holen, falls noch keine verfügbar ist. Lassen Sie das Kind in dieser Situation nicht allein.

Falls der Fremdkörper erfolgreich ausgestoßen wurde, beurteilen Sie den klinischen Zustand des Kindes. Es ist möglich, dass ein Teil des Fremdkörpers in den Atemwegen verblieben ist und dadurch Komplikationen verursacht. Suchen Sie beim geringsten Zweifel medizinische Unterstützung. Darüber hinaus können abdominelle Kompressionen zu inneren Verletzungen führen, sodass alle derart behandelten Patienten anschließend von einem Arzt untersucht werden sollen.[514]

3. Bewusstloses Kind mit Fremdkörperverlegung der Atemwege
Falls das Kind mit einer Fremdkörperverlegung der Atemwege bewusstlos ist oder wird, legen Sie es auf eine feste, flache Unterlage. Rufen Sie oder lassen Sie Hilfe holen, falls noch keine verfügbar ist. Lassen Sie das Kind in dieser Situation nicht allein, und gehen Sie wie folgt vor:

Freimachen der Atemwege
Öffnen Sie den Mund, und schauen Sie nach sichtbaren Fremdkörpern. Falls ein solcher zu sehen ist, versuchen Sie, ihn durch ein-

maliges Auswischen mit dem Finger zu entfernen. Führen Sie keine blinden oder wiederholten Auswischversuche durch. Dadurch könnte der Fremdkörper noch tiefer in den Rachen geschoben werden und dort Verletzungen verursachen.

Atemspende
Machen Sie die Atemwege durch Überstrecken des Halses und Anheben des Kinns frei, und versuchen Sie, 5-mal zu beatmen. Prüfen Sie die Effektivität jedes Beatmungshubs. Falls keine Thoraxexkursion sichtbar ist, verändern Sie die Position des Kopfes, bevor Sie den nächsten Versuch unternehmen.

Thoraxkompression und kardiopulmonale Reanimation
- Versuchen Sie, 5-mal zu beatmen, und gehen Sie, falls keine Reaktion (Bewegung, Husten, Spontanatmung) erfolgt, ohne weitere Überprüfung von Kreislaufzeichen zur Thoraxkompression über.
- Folgen Sie der Sequenz für die Einhelferreanimation (s. oben, Abschnitt 7b) für etwa 1 Minute (das entspricht 5 Zyklen mit 15 Thoraxkompressionen und 2 Beatmungen), bevor Sie den Rettungsdienst alarmieren, falls dies nicht schon von jemand anderem übernommen wurde.
- Wenn Sie die Atemwege zur Beatmung freigemacht haben, schauen Sie nach, ob der Fremdkörper im Mund zu sehen ist.

- Falls ein Fremdkörper sichtbar und erreichbar ist, versuchen Sie, ihn durch einmaliges Auswischen mit dem Finger zu entfernen.
- Besteht der Anschein, dass die Atemwegsverlegung beseitigt ist, machen Sie die Atemwege frei, und überprüfen Sie diese (s. oben). Falls das Kind nicht atmet, beatmen Sie es weiter.
- Wenn das Kind sein Bewusstsein wiedererlangt und effektiv spontan atmet, bringen Sie es in eine sichere, stabile Seitenlage, und überwachen Sie fortlaufend Atmung und Bewusstseinszustand, während Sie auf das Eintreffen des Rettungsdienstes warten.

Erweiterte lebensrettende Maßnahmen bei Kindern

Untersuchung des kritisch kranken oder verletzten Kindes – Prävention des Atem-Kreislauf-Stillstands

Der sekundäre (asphyktische) Atem-Kreislauf-Stillstand durch respiratorische oder zirkulatorische Störungen ist bei Kinder häufiger als der primäre (kardiale) durch Herzrhythmusstörungen.[147,515-524] Dieser sogenannte asphyktische oder respiratorische Stillstand ist auch bei jungen Erwachsenen häufiger (z.B. durch Trauma, Ertrinken oder Intoxikationen).[119,525] Da das Outcome des Atem-Kreislauf-Stillstands bei Kindern schlecht ist, ist es potenziell lebensrettend, die vorangehenden Stadien respiratorischen oder zirkulatorischen Versagens zu erkennen sowie diese frühzeitig und effektiv zu behandeln.

Die Beurteilung und Behandlung eines kritisch kranken Kindes folgt den ABCDE-Prinzipien.

- A steht für Atemweg,
- B steht für (Be-)Atmung,
- C steht für Circulation (Kreislauf),
- D steht für Defizit (neurologischer Status),
- E steht für Exploration.

Die Punkte D und E gehen über den Inhalt dieser Leitlinien hinaus, werden jedoch in Kindernotfallkursen („European Advanced Paediatric Life Support"(EPLS)-Kurs) gelehrt.

Die Implementierung und Alarmierung eines innerklinischen pädiatrischen Notfallteams kann die Inzidenz des Atem- und/oder Kreislaufstillstands stationär behandelter Kinder außerhalb einer Intensivstation senken. Die wissenschaftliche Evidenz ist hier jedoch begrenzt, da in den zugrunde liegenden Studien kaum zwischen dem Notfallteam selbst und anderen Systemen zur Erkennung einer akuten Verschlechterung differenziert wird.[526-529] Prozesse zum frühzeitigen Erkennen einer Verschlechterung des kritisch kranken oder verletzten Kindes sind entscheidend für die Reduktion von Morbidität und Mortalität. Die Verwendung spezifischer Scores (z.B. des „Paediatric Early Warning Score", PEWS)[(70,75-96)]

kann hilfreich sein, wenngleich es dafür keine Evidenz im Sinne einer Verbesserung der Entscheidungsprozesse oder des klinischen Outcomes gibt.[512,531]

Erkennen einer respiratorischen Störung: Beurteilung von A und B

Die Untersuchung eines potenziell kritisch kranken Kindes beginnt mit der Beurteilung der Atemwege (A) und der Atmung (B). Zeichen einer respiratorischen Störung sind:

- Atemfrequenz außerhalb der altersentsprechenden Normwerte – entweder zu schnell oder zu langsam.[532]
- Initial erhöhte Atemarbeit, die im Verlauf auch inadäquat oder vermindert werden kann, wenn das Kind erschöpft ist oder die Kompensationsmechanismen versagen.
- Pathologische Atemgeräusche, wie z.B. Stridor, Giemen, Knistern, Stöhnen (Knorksen, Grunzen, Jammern), oder der Verlust des Atemgeräuschs.
- Vermindertes Atemzugvolumen, gekennzeichnet durch oberflächliches Atmen, verminderte Thoraxexkursionen oder ein auskultatorisch vermindertes Atemgeräusch.
- Hypoxämie (ohne oder mit zusätzlicher Sauerstoffgabe), im Allgemeinen klinisch erkennbar durch eine Zyanose, mithilfe der Pulsoxymetrie jedoch frühzeitiger beurteilbar.

Gleichzeitig können auch Zeichen und Symptome anderer Organsysteme auftreten. Auch wenn primär eine respiratorische Störung vorliegt, können im Rahmen physiologischer Kompensationsmechanismen andere Organsysteme mitbetroffen sein. Diese Zeichen werden in Schritt C (s. unten) beurteilt und umfassen:

- zunehmende Tachykardie (Kompensationsmechanismus zur Steigerung des Sauerstoffangebots),
- Blässe,
- Bradykardie (bedrohliches Zeichen im Sinne eines Verlusts der Kompensationsmechanismen),
- Bewusstseinsänderungen als Zeichen verminderter Hirnperfusion aufgrund erschöpfter Kompensationsmechanismen.

Erkennen des Kreislaufversagens: Beurteilung von C

Das Kreislaufversagen (Schock) ist durch das Ungleichgewicht zwischen metabolischem Bedarf des Gewebes und Angebot von Sauerstoff sowie Energie durch den Kreislauf gekennzeichnet.[532,533] Zeichen des Kreislaufversagens sind:

- steigende Herzfrequenz (die Bradykardie ist ein bedrohliches Zeichen der physiologischen Dekompensation),[532]
- verminderter systemischer Blutdruck,

- verminderte periphere Perfusion (verlängerte Rekapillarisierungszeit, verminderte Hauttemperatur, Blässe oder marmorierte Haut), Zeichen eines *erhöhten* systemischen Gefäßwiderstands,
- lebhafte Pulse, Vasodilatation mit ausgedehntem Erythem bei Erkrankungen mit *vermindertem* systemischen Gefäßwiderstand,
- schwache oder fehlende periphere Pulse,
- verminderte oder erhöhtes intravasales Volumen,
- verminderte Urinausscheidung.

Der Übergang vom kompensierten zum dekompensierten Zustand kann unvorhersehbar sein. Daher soll das Kind engmaschig überwacht werden, um eine Verschlechterung der Vitalparameter umgehend erkennen und behandeln zu können.

Erkennen des Atem-Kreislauf-Stillstands
Zeichen des Atem-Kreislauf-Stillstands sind:
- Reaktionslosigkeit auf Schmerz (Koma),
- Apnoe oder Schnappatmung,
- fehlender Kreislauf,
- Blässe oder tiefe Zyanose.

Das Pulstasten ist als alleinige Maßnahme zur Bestimmung der Notwendigkeit einer Thoraxkompression nicht zuverlässig.[40,169,534,535] Bei fehlenden Lebenszeichen sollen Helfer (Laie und Professioneller)

unverzüglich mit der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) beginnen – es sei denn, Sie sind sich sicher, innerhalb von 10 Sekunden einen zentralen Puls zu tasten (Säugling: A. brachialis oder femoralis, Kind: A. carotis oder femoralis). Beim leisesten Zweifel muss mit der CPR begonnen werden.[42,169,170,536] Steht jemand mit hinreichender Erfahrung in der Echokardiographie zur Verfügung, kann diese Untersuchung bei der Beurteilung der Herzfunktion und dem Erkennen von potenziell behandelbaren Ursachen für den Stillstand hilfreich sein.[534]

Management von Atem- und Kreislaufversagen

Atemwege (A) und Atmung (B)

- Machen Sie die Atemwege frei.
- Optimieren Sie die Atmung.
- Stellen Sie eine adäquate Oxygenierung sicher, beginnend mit der Applikation von 100% Sauerstoff.
- Überwachen Sie die Atmung (in erster Linie: Pulsoxymetrie, SpO_2).

Für eine adäquate Ventilation und Oxygenierung kann die Verwendung von Atemwegshilfsmitteln und/oder einer Beutel-Maske-Beatmung notwendig sein; ggf. auch die Verwendung einer Larynxmaske (oder eines anderen supraglottischen Atemwegs) oder eventuell die Sicherung der Atemwege mithilfe einer trachealen Intubation sowie möglicherweise eine maschinelle Beatmung.

- Bei intubierten Kindern ist die Messung des endtidalen pCO_2 Standardpraxis. Das endtidale pCO_2 kann zudem auch bei nicht intubierten, kritisch kranken Kindern gemessen werden.
- Sehr selten besteht die Notwendigkeit für eine chirurgische Sicherung der Atemwege.

Kreislauf (C, Circulation)

- Überwachen Sie den Kreislauf (in erster Linie: Pulsoxymetrie/ SpO_2, EKG und „nicht invasive Blutdruckmessung", NIBP)
- Legen Sie einen Gefäßzugang. Dieser kann periphervenös (i.v.) oder intraossär (i.o.) sein. Liegt bereits ein zentralvenöser Katheter (ZVK), soll dieser verwendet werden.
- Geben Sie einen Flüssigkeitsbolus von 20 ml/kgKG und/oder Medikamente (z.B. Katecholamine (Inotropika bzw. Vasopressoren) und/oder Antiarrhythmika), um einen Kreislaufschock infolge einer Hypovolämie (z.B. durch Flüssigkeitsverlust oder Fehlverteilung bei septischem Schock oder Anaphylaxie) zu behandeln.
- Erwägen Sie bei primär kardialen Funktionsstörungen (z.B. Myokarditis, Kardiomyopathie) einen vorsichtigen Flüssigkeitsbolus.
- Geben Sie keinen Flüssigkeitsbolus bei schweren fieberhaften Erkrankungen ohne Kreislaufversagen.[512,537-539]
- Unabhängig von der Art des Schocks (inkl. des septischen Schocks) wird bei Säuglingen und Kindern eine isotone kristallo-

ide Lösung für die initiale Volumentherapie empfohlen.[512,540-545]

- Beurteilen Sie das Kind kontinuierlich. Beginnen Sie stets mit den Atemwegen (A), bevor Sie mit der (Be-)Atmung (B) und dem Kreislauf (C) fortfahren. Blutgasanalysen und Laktatmessungen können dabei hilfreich sein.
- Während der Behandlung können Kapnographie, invasives Monitoring des arteriellen Blutdrucks, Blutgasanalysen, Messung des Herzzeitvolumens, Echokardiographie und zentralvenöse Sauerstoffsättigung ($ScvO_2$) hilfreich sein, um die Therapie respiratorischer und/oder zirkulatorischer Störungen zu steuern.[225,226] Wenngleich die Evidenz für die Verwendung der einzelnen Techniken gering ist, haben die Grundprinzipien der Überwachung sowie der Beurteilung des Effekts der Interventionen Gültigkeit bei der Versorgung kritisch kranker Kinder.

Atemwege (A)

Zum Freimachen der Atemwege werden die Techniken der Basismaßnahmen (BLS) angewendet. Oropharyngeale (Guedel-Tubus) und nasopharyngeale (Wendl-Tubus) Atemwegshilfen können helfen, die Atemwege frei zu halten.

Supraglottische Atemwege (SGAs) inkl. Larynxmaske (LMA)

Obwohl die Beutel-Maske-Ventilation weiterhin als initiale Methode zur kontrollierten Beatmung von Kindern empfohlen

wird, stellen SGAs eine akzeptierte Alternative für geübte Anwender dar.[546,547]

Die endotracheale Intubation

Die tracheale Intubation ist die sicherste und effektivste Methode, die Atemwege offen zu halten. Im Rahmen der Reanimation ist die orale Intubation zu bevorzugen. Beim wachen Kind ist der kundige Einsatz von Anästhetika, Sedativa und Muskelrelaxantien unumgänglich, um multiple Intubationsversuche oder Fehlintubationen zu vermeiden.[548,549] Die tracheale Intubation soll nur von versierten und erfahrenen Anwendern durchgeführt werden. Zur Bestätigung der korrekten Tubuslage sollen die klinische Beurteilung und die Kapnographie verwendet werden. Die Vitalzeichen müssen kontinuierlich überwacht werden.[550]

Intubation während eines Atem-Kreislauf-Stillstands

Besteht ein Atem-Kreislauf-Stillstand, so benötigt ein Kind während der Intubation weder eine Sedierung noch Analgesie. Die geeigneten Größen des Endotrachealtubus zeigt Tabelle 1.2. Ein korrekt passender, blockbarer Tubus ist für Säuglinge und Kinder (jedoch nicht für Neugeborene!) genauso sicher wie ein ungeblockter, vorausgesetzt, man achtet sorgfältig auf korrekte Größe, Lage und Cuffdruck.[551-553] Da ein zu hoher Cuffdruck zu ischämischen Schleimhautläsionen und in der Folge zu Stenosen führen kann, soll er gemessen und unter 25 cm H_2O gehalten werden.[553]

	Ohne Cuff	Mit Cuff
Frühgeborene	Gestationsalter in Wochen/10	nicht verwendet
Reife Neugeborene	3,5	in der Regel nicht verwendet
Säuglinge	3,5–4,0	3,0–3,5
Kinder 1–2 Jahre	4,0–4,5	3,5–4,0
Kinder > 2 Jahre	Alter/4+4	Alter/4+3,5

Tabelle 1.2.: *Empfehlungen für die Größenwahl von Endotrachealtuben mit und ohne Cuff bei Kindern (innerer Durchmesser in Millimetern)*

Bestimmung der korrekten Tubuslage

Dislokation, Fehllage oder Obstruktion eines Endotrachealtubus tritt bei intubierten Kindern häufig auf und erhöht die Mortalität.[554,555] Es gibt keine Technik, die allein zu 100% verlässlich zwischen oesophagealer und trachealer Tubuslage unterscheiden kann. Ist im Atem-Kreislauf-Stillstand das exspiratorische CO_2 trotz adäquater Thoraxkompressionen nicht nachweisbar oder besteht

irgendein Zweifel, muss die korrekte Tubuslage durch direkte Laryngoskopie überprüft werden. Nach Bestätigung der richtigen Lage soll der Tubus fixiert und erneut kontrolliert werden. Lagern Sie den Kopf des Kindes in Neutralposition. Bei Beugung (Flexion) des Kopfes verlagert sich der Tubus tiefer in die Trachea, während er bei Überstreckung (Extension) aus den Atemwegen herausrutschen kann.

Atmung

Oxygenierung

Geben Sie während der Reanimation die höchstmögliche Sauerstoffkonzentration (100% O_2). Ist das Kind stabilisiert und/oder nach ROSC titrieren Sie die FiO_2 so, dass Normoxämie oder (wenn keine Blutgase verfügbar sind) mindestens eine arterielle Sättigung (SaO_2) zwischen 94 und 98 % erreicht wird.[557,558]

Beatmung

Professionelle Helfer neigen während der Reanimation dazu, den Patienten zu hyperventilieren. Dies kann schädlich sein. Eine einfache Orientierungshilfe für ein adäquates Atemzugvolumen ist ein sich normal hebender Thorax. Verwenden Sie ein Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 15:2 mit einer Frequenz von 100–120/Minute. Sobald der Atemweg durch eine endotracheale Intubation gesichert ist, führen Sie die Beatmung mit 10 Beatmun-

gen/Min kontinuierlich weiter, ohne die Thoraxkompressionen zu unterbrechen. Achten Sie dabei darauf, dass während der Herzdruckmassage die Lungen adäquat belüftet werden. Sobald ein Kreislauf wiederhergestellt ist, führen Sie eine altersgemäße Beatmung durch (Atemfrequenz/Titalvolumen). Als Monitoring setzen Sie das endtidale CO_2 und eine Blutgasanalyse ein, um normale $PaCO_2$- und PaO_2-Werte zu erreichen. Sowohl Hypo- als auch Hyperkapnie sind nach dem Kreislaufstillstand mit einem schlechten Outcome assoziiert. Deshalb ist eine Beatmung von 12–24 Atemhüben/Minute (entsprechend dem altersabhängigen Normalwert) bei Kindern nach Wiedererlangung des Kreislaufs empfohlen. Bei einigen Kindern weichen die Normwerte für CO_2- und Sauerstoffsättigung von denen der restlichen Population ab, wie z.B. bei chronischer Lungenerkrankung oder angeborenem Herzfehler. Es wird empfohlen, den individuellen Normwert anzustreben.

Beutel-Maske-Beatmung (BMV)

Die Beutel-Maske-Beatmung ist eine effektive und sichere Methode zur kurzzeitigen Beatmung von Kindern.[560,561] Die Beurteilung einer effektiven Beutel-Maske-Beatmung erfolgt durch die Beobachtung der Thoraxexkursionen, Überwachung von Herzfrequenz, Auskultation von Atemgeräuschen sowie der Messung

der peripheren Sauerstoffsättigung (SPO_2). Jeder, der für die Notfallversorgung von Kindern verantwortlich ist, muss eine Beutel-Maske-Beatmung beherrschen.

Monitoring von Atmung und Beatmung

Endtidale CO_2-Messung

Durch Überwachung des endtidalen CO_2 ($etCO_2$) mittels Farbindikator oder Kapnometer kann die Tubuslage bei Kindern über 2 kg bestätigt werden. Die Messung kann in prä- und innerklinischen Bereichen zum Einsatz kommen oder auch während des Transports.[562-565] Eine Farbänderung oder eine Wellenform am Kapnometer nach vier Beatmungen zeigt, dass der Tubus endotracheal liegt; dies gilt auch im Kreislaufstillstand. Das Fehlen des exspiratorischen CO_2 während des Kreislaufstillstands ist nicht mit der Fehllage des Tubus gleichzusetzen, da niedrige oder fehlende CO_2-Werte den geringen oder fehlenden pulmonalen Blutfluss widerspiegeln.[200,566-568] Obwohl ein $etCO_2$-Wert über 15 mmHg (2 kPa) für eine adäquate Thoraxkompression spricht, gibt es derzeit keine Evidenz, die die Verwendung der $etCO_2$-Werte als Maß für die Qualität der Reanimation bzw. als Indikator, eine Reanimation zu beenden, unterstützt.[512]

Pulsoxymetrie

Die klinische Beurteilung der arteriellen Sättigung (SaO_2) ist unsicher; das Monitoring der peripheren Sauerstoffsättigung erfolgt durch die Pulsoxymetrie (SpO_2). Unter bestimmten Bedingungen kann diese aber auch ungenau sein, wie z.B. bei Kindern im Kreislaufversagen, Atem-Kreislauf-Stillstand und schlechter peripherer Perfusion.

Kreislauf

Gefäßzugang

Ein Gefäßzugang ist unerlässlich, um Medikamente und Infusionen verabreichen bzw. Blutproben erhalten zu können. Unter Reanimationsbedingungen kann bei Säuglingen und Kindern das Legen eines venösen Zugangs schwierig sein. Kann bei einem kritisch kranken Kind ein venöser (i.v.) Zugang nicht innerhalb einer Minute gelegt werden soll eine intraossäre (i.o.) Kanüle gelegt werden.[208,569]

Intraossärer Zugang

Ein intraossärer (i.o.) Zugang ist ein schneller, sicherer und effektiver Weg um Pharmaka, Flüssigkeit und Blutprodukte zu geben.[570,571] Wirkungseintritt und Zeit bis zu adäquaten Plasmakonzentrationen von Pharmaka sind ähnlich wie nach zentralvenöser Gabe. Knochenmarkproben können für Blutgruppenbestimmung, -typisierung oder chemische Analysen[575-577] und für Blutgase verwendet

werden (die Werte sind vergleichbar mit zentralvenösen Blutgasen, solange kein Medikament gespritzt wurde).[212] Injizieren Sie große Boli Flüssigkeit unter manuellem Druck oder mit einer Druckmanschette.[578] Erhalten Sie den i.o. Zugang bis ein sicherer i.v. Zugang etabliert werden konnte.

Intravenöser Zugang und alternative Wege

Zentrale Zugänge sind sicher und v.a. bei Langzeitanwendung zu bevorzugen, bringen jedoch im Rahmen der Reanimation keinen Vorteil.[209] Eine intratracheale Verabreichung wird nicht mehr empfohlen.

Flüssigkeitstherapie und Medikamente

Isotone kristalloide Lösungen werden für Säuglinge und Kinder als Therapie der ersten Wahl empfohlen, unabhängig von der Form des Kreislaufversagens.[580,581] Bei Zeichen inadäquater Perfusion wird ein Bolus von 20 ml/kg einer kristalloiden Lösung verabreicht, auch wenn der Blutdruck im Normbereich liegt. Nach jedem Bolus ist eine klinische Wiederbeurteilung nötig (ABCDE), um zu entscheiden, ob weitere Bolusgaben oder eine andere Therapie notwendig ist. Bei einigen Kindern ist der frühzeitige Einsatz von inotropen Medikamenten oder Vasopressoren angezeigt.[582,583] Die Literatur zeigt wachsende Evidenz zum Einsatz von gepufferten kristalloiden Lösungen, die in geringerem Ausmaß eine hyperchlorämische

Azidose verursachen.[584-587] Beim lebensbedrohlichen hypovolämischen Schock durch akuten Blutverlust (z.B. nach Trauma) ist der Einsatz von Kristalloiden limitiert; eine Bluttransfusion ist notwendig. Es gibt die unterschiedlichsten Herangehensweisen, die im Fall einer Massentransfusion die kombinierte Gabe von Plasma, Thrombozyten und anderen Blutprodukte empfehlen.[588,589] Welches gewählt wird, obliegt der Entscheidung des jeweiligen Zentrums.

Adrenalin

Adrenalin (Epinephrin) spielt in den Behandlungsalgorithmen des Kreislaufstillstands eine zentrale Rolle, sowohl für defibrillierbare als auch für nicht defibrillierbare Rhythmen. Für die erste und alle weiteren Adrenalingaben im Rahmen der Reanimation bei Kindern ist die empfohlene i.v./i.o. Dosis 10 µg/kg. Die maximale Einzeldosis ist 1 mg. Adrenalin wird, sofern notwendig, alle 3–5 Minuten verabreicht. Eine höhere Dosierung wird nicht empfohlen, da sie weder Überleben noch neurologisches Outcome nach Atem-Kreislauf-Stillstand verbessert.[590-594]

Amiodaron für defibrillationsrefraktäre VF/pulslose VT beim Kind

Amiodaron kann zur Behandlung defibrillationsrefraktärer VF/pVT verwendet werden. Nach dem dritten Schock werden 5 mg/kgKG als Bolus verabreicht (dies kann nach dem fünften Schock wiederholt werden). Für die Therapie von anderen kardialen Rhythmusstörungen wird Amiodaron langsam (über 10–20 Minuten) unter

Blutdruck- und EKG-Monitoring gegeben, um eine Hypotonie zu vermeiden. Diese Nebenwirkung ist seltener bei Verwendung der wässrigen Lösung.[257]

Atropin

Atropin wird nur bei Bradykardien empfohlen, die durch erhöhten Vagotonus oder Intoxikation mit Cholinergika verursacht werden.[596-598] Die gängige Dosis beträgt 20 µg/kgKG. Bei Bradykardie mit schlechter Perfusion, die sich auf Beatmung und Oxygenierung nicht bessert, wird Adrenalin als Medikament der ersten Wahl verabreicht, nicht Atropin.

Calcium

Für die myokardiale Funktion ist Calcium essenziell,[599] dennoch verbessert der routinemäßige Gebrauch das Outcome nach AtemKreislauf-Stillstand nicht.[600,601] Hypokalzämie, die Überdosierung von Calciumantagonisten, Hypermagnesiämie und Hyperkaliämie sind Indikationen für die Verabreichung von Calcium.[602]

Glukose

Daten von Neugeborenen, Kindern und Erwachsenen zeigen, dass sowohl Hyper- als auch Hypoglykämien nach Atem-Kreislauf-Stillstand mit einem schlechten Outcome verbunden sind.[603] Ob es zufälliges Zusammentreffen ist oder ein kausaler Zusammenhang

besteht, ist nicht sicher. Bestimmen Sie die Blut- oder Plasmaglukosekonzentration engmaschig bei jedem kranken oder verletzten Kind, auch nach Kreislaufstillstand. Verabreichen Sie keine glukosehaltigen Flüssigkeiten während einer CPR, es sei denn, es liegt eine Hypoglykämie vor.[604] Vermeiden Sie Hyper- und Hypoglykämien nach ROSC.[605]

Magnesium

Es gibt keine Evidenz, Magnesium routinemäßig während eines Atem-Kreislauf-Stillstands zu verabreichen.[606,607] Magnesium ist indiziert bei einer nachgewiesenen Hypomagnesiämie oder einer Torsades-de-pointes-VT (50 mg/kg) unabhängig von deren Ursache.[608]

Natriumbikarbonat

Es besteht keine klare Evidenz für die routinemäßige Verabreichung von Natriumbikarbonat während des Atem-Kreislauf-Stillstands.[609-611] Natriumbikarbonat kann beim Kind erwogen werden, wenn ein prolongierter Atem-Kreislauf-Stillstand oder eine schwere metabolische Azidose vorliegt. Außerdem kann Natriumbikarbonat bei hämodynamischer Instabilität und gleichzeitiger Hyperkaliämie oder bei der Behandlung einer Überdosierung mit trizyklischen Antidepressiva in Betracht gezogen werden

Vasopressin – Terlipressin

Die Datenlage lässt derzeit keine Empfehlung zu, weder für noch gegen die Gabe von Vasopressin oder Terlipressin als Alternative oder in Kombination mit Adrenalin bei allen Formen von akut lebensbedrohlichen kardialen Rhythmen bei Erwachsenen oder Kindern.[246,248,249,612-616]

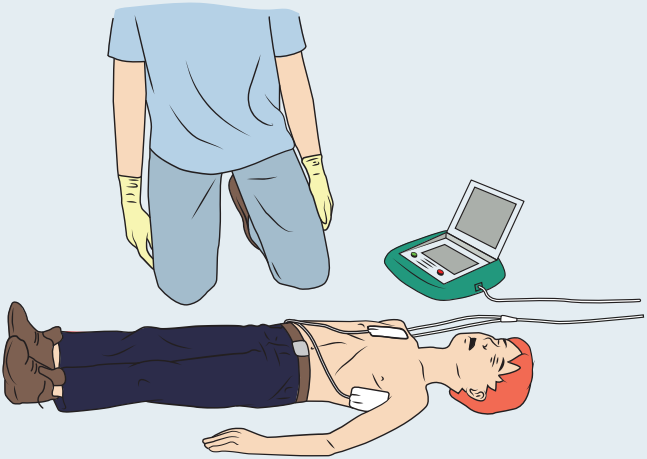
Defibrillatoren

Manuell bedienbare Defibrillatoren müssen altersentsprechende Energiemengen vom Neugeborenen- bis zum Erwachsenenalter abgeben können und in allen Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen verfügbar sein, in denen Kinder mit dem Risiko eines Atem-Kreislauf-Stillstands behandelt werden. Automatisierte externe Defibrillatoren sind voreingestellt für alle Variablen einschließlich der Energiedosis.

Pad-/Paddlegröße für die Defibrillation

Wählen Sie Paddles, die eine möglichst große Kontaktfläche zum Thorax herstellen. Die ideale Größe ist nicht bekannt; es muss genügend Abstand zwischen den Paddles auf dem Thorax vorhanden sein.[617,618] Empfohlene Größen sind 4,5 cm im Durchmesser für Säuglinge und Kinder <10 kg und 8–12 cm im Durchmesser für Kinder >10 kg (älter als 1 Jahr). Selbst klebende Pads erleichtern kontinuierliche CPR guter Qualität.

Abb 1.24: *Position der Paddles zur Defibrillation beim Kind*



Die Paddles werden in anterolateraler Position fest auf den entblößten Thorax aufgesetzt, ein Paddle unterhalb der rechten Klavikula und das andere in die linke Axilla (Abbildung 1.24). Falls die Paddles zu groß sind und die Gefahr eines Spannungsbogens zwischen den Paddles besteht, kann eines auch auf den Rücken unterhalb der linken Skapula geklebt werden, das andere links neben dem Sternum.

Energiedosis bei Kindern

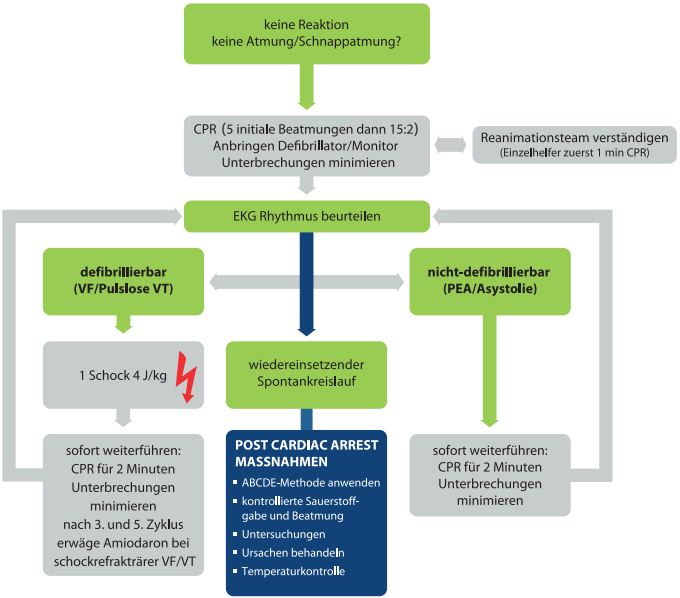
In Europa empfehlen wir weiterhin 4 J/kg für die initiale und für alle weiteren Defibrillationen. Auch mit höheren Dosierungen als 4 J/kg (bis zu 9 J/kg) wurden Kinder mit vernachlässigbaren Nebenwirkungen erfolgreich defibrilliert.[619,620]

Falls kein manueller Defibrillator verfügbar ist, verwenden Sie einen AED, der pädiatrische defibrillierbare Herzrhythmen erkennt.[621-623] Der AED soll mit einem Leistungsminderer ausgestattet sein, der die abgegebene Energie auf eine für Kinder im Alter von 1–8 Jahren besser geeignete Dosis reduziert (50–75 J).[624,625] Falls ein solcher AED nicht verfügbar ist, benutzen Sie einen mit voreingestellten Energiedosierungen für Erwachsene. Für Kinder, die älter sind als 8 Jahre, verwenden Sie einen Standard-AED mit Standardpads für Erwachsene. Die Erfahrung in der Anwendung von AEDs (bevorzugt mit Leistungsminderer) bei Kindern unter einem Jahr ist begrenzt; deren Einsatz ist aber vertretbar, falls keine andere Option verfügbar ist.

Erweitertes Management des Atem-Kreislauf-Stillstands

Den Algorithmus „Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Kinder" zeigt Abb. 1.25. Detailliertere Algorithmen für die Behandlung des nicht defibrillierbaren und des defibrillierbaren Rhythmus zeigen Abb. 1.26 und Abb. 1.27.

Paediatric Advanced Life Support



während CPR

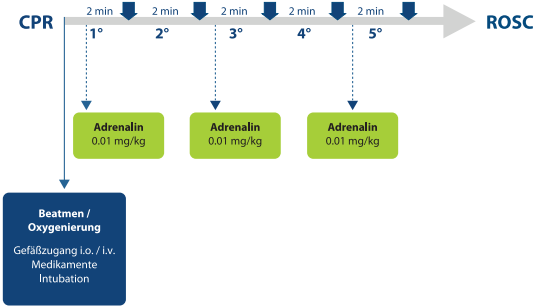
- optimale CPR: Frequenz, Tiefe, Entlastung
- Maßnahmen planen vor CPR Unterbrechung
- Sauerstoffgabe
- Gefäßzugang (intravenös, intraossär)
- Adrenalingabe alle 3-5 Minuten
- invasive Beatmung und Kapnographie erwägen
- ununterbrochene Herzdruckmassage sobald Atemweg gesichert ist
- reversible Ursachen beheben

reversible Ursachen

- **Hypoxie**
- **Hypovolämie**
- Hyper/Hypokaliämie, Metabolismus
- Hypothermie
- Thrombose (cardial oder pulmonal)
- Spannungspneumothorax
- Herzbeuteltamponade
- Intoxikation

Abb 1.25: *Erweiterte lebensrettende Maßnahmen beim Kind*

KREISLAUFSTILLSTAND
NICHT DEFIBRILLIERBARE RHYTHMEN



KREISLAUFSTILLSTAND
DEFIBRILLIERBARE RHYTHMEN

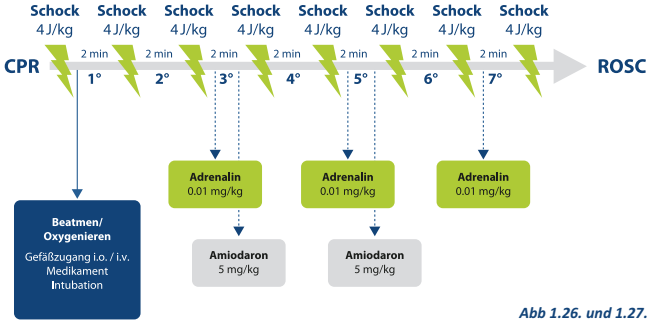


Abb 1.26. und 1.27.

Kardiales Monitoring

Schließen Sie so früh wie möglich die Ableitungen eines EKG-Monitors oder die selbst klebenden Defibrillationspads an, um einen defibrillierbaren von einem nicht defibrillierbaren Herzrhythmus zu unterscheiden. Nicht defibrillierbare Rhythmen sind die pulslose elektrische Aktivität (PEA), die Bradykardie (<60/Min ohne Zeichen eines Kreislaufs) und die Asystolie. Bei PEA und Bradykardie liegen häufig breite QRS-Komplexe vor. Defibrillierbare Rhythmen sind die pulslose Kammertachykardie und das Kammerflimmern. Diese Herzrhythmen treten vornehmlich beim plötzlichen Kollaps von Kindern mit Herzerkrankungen oder bei Jugendlichen auf.

Nicht defibrillierbare Rhythmen

Der Atem-Kreislauf-Stillstand im Kindes- und Jugendalter hat meist eine respiratorische Ursache.[626] In dieser Altersgruppe ist daher eine unverzügliche CPR obligatorisch, bevor ein AED oder ein manueller Defibrillator geholt wird, da dessen unmittelbare Verfügbarkeit das Outcome bei einem respiratorischen Stillstand nicht verbessert. Die häufigsten EKG-Befunde bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen im Atem-Kreislauf-Stillstand sind Asystolie und PEA. Die PEA ist charakterisiert durch elektrische Aktivität im EKG bei fehlendem Puls. Üblicherweise ist die PEA Folge einer Hypoxie bzw. einer myokardialen Ischämie, gelegent-

lich kann aber auch eine reversible Ursache zugrunde liegen (z.B. eine der 4 Hs und HITS), die zu einem raschen Abfall des Herzzeitvolumens geführt hat.

Defibrillierbare Rhythmen

Primäres Kammerflimmern tritt in 3,8–19% bei Atem-Kreislauf-Stillstand im Kindesalter auf; die Inzidenz von Kammerflimmern (VF) und der pulslosen Kammertachykardie (pVT) steigt mit zunehmendem Lebensalter.[123,340,627-634] Entscheidender Faktor für das Überleben nach Atem-Kreislauf-Stillstand durch Kammerflimmern oder pulslose Kammertachykardie ist die Zeit bis zur Defibrillation. Erfolgt die Defibrillation prähospital innerhalb der ersten drei Minuten bei beobachtetem Kreislaufstillstand durch Kammerflimmern beim Erwachsenen, so ist die Überlebenswahrscheinlichkeit >50%. Der Erfolg der Defibrillation sinkt jedoch dramatisch mit ihrer zeitlichen Verzögerung: Pro Minute Zeitverzögerung (ohne CPR) geht die Überlebensrate um 7–10% zurück. Sekundäres Kammerflimmern tritt bei innerklinischer CPR in bis zu 27 % der Fälle auf und hat ein schlechteres Outcome als primäres Klammerflimmern.[635]

Extrakorporaler Organersatz

Extrakorporaler Organersatz soll bei Kindern mit einem trotz konventioneller CPR refraktären Kreislaufstillstand erwogen

werden, wenn eine potenziell reversible Ursache dafür vorliegt und falls Fachkompetenz, Ressourcen und Systeme vor Ort verfügbar sind und unverzüglich mit dem extrakorporalen Organersatz („extracorporeal life support“, ECLS) begonnen werden kann.

Arrhythmien

Instabile Arrhythmien

Untersuchen Sie jedes Kind mit einer Arrhythmie auf Lebenszeichen und zentralen Puls. Falls keine Lebenszeichen vorhanden sind, muss das Kind wie bei einem Atem-Kreislauf-Stillstand behandelt werden. Sind Lebenszeichen und zentraler Puls erkennbar, wird der hämodynamische Status erhoben. Ist die Hämodynamik beeinträchtigt, so sind die ersten Schritte:

1. Machen Sie die Atemwege frei.
2. Verabreichen Sie Sauerstoff, und unterstützen Sie die Atmung je nach Notwendigkeit.
3. Schließen Sie einen EKG-Monitor oder einen Defibrillator an, und beurteilen Sie den Herzrhythmus.
4. Beurteilen Sie, ob der Herzrhythmus altersbezogen schnell oder langsam ist.
5. Beurteilen Sie, ob der Herzrhythmus regelmäßig oder unregelmäßig ist.

6. Messen Sie die Dauer der QRS-Komplexe (schmale Komplexe: <0,08 Sekunden, breite Komplexe: >0,08 Sekunden).
7. Die Therapieoptionen werden durch die hämodynamische Stabilität des Kindes bestimmt.

Bradykardie

Eine Bradykardie ist meist Folge einer Hypoxie, einer Azidose und/oder einer schweren Hypotension und kann in einen Atem-Kreislauf-Stillstand übergehen. Verabreichen Sie jedem Kind mit Bradyarrhythmie oder Kreislaufversagen 100% Sauerstoff, und, falls notwendig, führen Sie eine Beatmung durch. Hat ein Kind im dekompensierten Kreislaufversagen eine Herzfrequenz <60/Min und bessert sich dieser Zustand nicht rasch durch die Beatmung mit Sauerstoff, beginnen Sie mit Thoraxkompressionen, und verabreichen Sie Adrenalin.

Eine kardiale Schrittmacherstimulation (entweder transvenöses oder transthorakales Pacing) ist unter Reanimation generell nicht von Nutzen. Sie kann jedoch bei einem AV-Block oder einer Sinusknotendysfunktion erwogen werden, wenn diese auf Sauerstoff, Ventilation, Thoraxkompression und Medikamente nicht ansprechen. Pacing ist bei Asystolie oder bei Arrhythmien, die durch Hypoxie oder Ischämie verursacht sind, wirkungslos.[636]

Tachykardie

Schmalkomplextachykardie

Liegt eine Schmalkomplextachykardie vor, so soll bei hämodynamisch stabilen Kindern zunächst ein vagales Manöver (Valsalva-Manöver oder Eisbeutel „diving reflex“) versucht werden. Auch bei hämodynamisch instabilen Kindern kann es angewendet werden, jedoch darf dadurch die medikamentöse oder elektrische Kardioversion nicht verzögert werden.[331]

Adenosin ist gewöhnlich ein effektives Mittel, um eine SVT in einen Sinusrhythmus zu konvertieren. Es wird als rascher intravenöser Bolus möglichst herznah verabreicht (siehe oben), unmittelbar gefolgt von einem Bolus physiologischer Kochsalzlösung. Zeigt das Kind Zeichen eines dekompensierten Schocks mit reduziertem Bewusstseinszustand, unterlassen Sie vagale Manöver und die Gabe von Adenosin, und führen Sie sofort die elektrische Kardioversion durch.

Die elektrische Kardioversion (R-Zacken synchronisiert) ist bei fehlendem i.v. Zugang indiziert oder wenn es mit Adenosin nicht gelungen ist, den Herzrhythmus zu konvertieren. Die initiale Energiedosis für die elektrische Kardioversion einer SVT beträgt 1 J/kg, die zweite Dosis 2 J/kg. Geben Sie bei ausbleibendem Erfolg vor dem dritten Versuch unter der Anleitung eines Kinderkardiologen

oder eines pädiatrischen Intensivmediziners Amiodaron oder Procainamid. Bei älteren Kindern kann Verapamil als Alternative erwogen werden, es soll bei Säuglingen allerdings nicht routinemäßig verwendet werden.

Breitkomplextachykardie

Bei Kindern sind Breitkomplextachykardien selten und eher supraventrikulären als ventrikulären Ursprungs.[637] Bei hämodynamisch instabilen Kindern muss jedoch bis zum Beweis des Gegenteils von einer Kammertachykardie ausgegangen werden. Eine solche tritt bevorzugt bei Kindern mit vorbestehender Herzerkrankung auf (z.B. nach Herzoperation, Kardiomyopathie, Myokarditis, Elektrolytstörungen, verlängertem QT-Intervall, intrakardial liegendem zentralem Venenkatheter). Die synchronisierte Kardioversion ist die Therapie der Wahl der instabilen Kammertachykardie (VT) mit Lebenszeichen. Erwägen Sie eine antiarrhythmische Therapie, wenn ein zweiter Kardioversionsversuch erfolglos bleibt oder die Kammertachykardie (VT) erneut auftritt.

Arrhythmien mit stabiler Hämodynamik

Überwachen und unterstützen Sie Atemwege, Atmung und Kreislauf des Kindes, und nehmen Sie vor Einleitung einer antiarrhythmischen Therapie Kontakt zu einem Experten auf. In Abhängigkeit von der Anamnese des Kindes, dem klinischen Zustand und dem

EKG-Befund kann eine stabile Breitkomplextachykardie bei einem Kind wie eine SVT, also mit vagalen Manövern oder Adenosin, behandelt werden.

Besondere Umstände

Maßnahmen bei stumpfem oder penetrierendem Trauma
Kreislaufstillstand durch ein schweres (stumpfes oder penetrierendes) Trauma weist eine sehr hohe Mortalität auf.[292,638-643] Die 4 Hs und HITS sollen als potenziell reversible Ursachen in Betracht gezogen werden. Es besteht geringe Evidenz für die Empfehlung zusätzlicher spezifischer Interventionen, die über die übliche Behandlung des Kreislaufstillstands hinausgehen; bei Kindern mit penetrierenden thorakalen Verletzungen kann allerdings eine Notthorakotomie zur Reanimation erwogen werden.[644,645]

Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO)
Für Säuglinge und Kinder mit einer kardialen Vorerkrankung, die im Krankenhaus einen Kreislaufstillstand erleiden, soll die ECMO als hilfreiche Notfallstrategie erwogen werden, falls Erfahrung, adäquate Ressourcen und Systeme gleichermaßen vorhanden sind. Es besteht aber nicht genügend Evidenz für oder auch gegen den Einsatz der ECMO ohne Kreislaufstillstand oder bei Kindern mit Myokarditis oder Kardiomyopathie ohne Kreislaufstillstand.[512]

Pulmonale Hypertonie
Kinder mit einer pulmonalen Hypertonie haben ein erhöhtes Risiko für einen Kreislaufstillstand.[646,647] Befolgen Sie bei diesen Patienten den üblichen Reanimationsalgorithmus, aber mit besonderem Augenmerk auf eine hohe FiO_2 und eine Alkalose bzw. Hyperventilation, da dies den pulmonalarteriellen Widerstand ebenso effektiv senken kann wie inhalativ verabreichtes Stickstoffmonoxid.[648]

Postreanimationsbehandlung

Die Versorgung nach Kreislaufstillstand muss multidisziplinär sein und alle Maßnahmen beinhalten, die für eine komplette neurologische Erholung erforderlich sind.

Myokardiale Dysfunktion
Nach einer CPR kommt es häufig zu einer myokardialen Dysfunktion.[366,649-652] Volumentherapie und vasoaktive Substanzen (Adrenalin, Dobutamin, Dopamin und Noradrenalin) können die hämodynamischen Parameter bei Kindern nach einem Kreislaufstillstand verbessern und sollen so titriert werden, dass der systolische Blutdruck zumindest über der 5. Altersperzentile liegt.[512]

PaO_2- und $PaCO_2$-Zielwerte
Nach ROSC und Stabilisierung des Patienten soll der PaO_2-Wert

im Normbereich (Normoxie) gehalten werden.[559,653-655] Es gibt nicht genügend wissenschaftliche pädiatrische Evidenz, einen spezifischen $PaCO_2$-Zielwert zu empfehlen; in jedem Fall soll $PaCO_2$ nach ROSC gemessen und an die jeweiligen Besonderheiten und Bedürfnisse des Patienten angepasst werden.[397,592,559,656] Es ist daher sinnvoll, grundsätzlich Normokapnie anzustreben, obwohl dieses Ziel teilweise von den Umständen und der Erkrankung beeinflusst wird.

Kontrolle und Management der Körpertemperatur nach ROSC
Milde therapeutische Hypothermie ist ein etabliertes und sicheres Verfahren bei Erwachsenen[446,450] und Neugeborenen[657]. Eine kürzlich publizierte präklinische Studie („THAPCA") hat gezeigt, dass sowohl Hypothermie (32–34 °C) als auch kontrollierte Normothermie (36–37,5 °C) bei Kindern eingesetzt werden kann.[658] Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsformen bezüglich primärem Outcome (neurologischer Status nach einem Jahr). Nach ROSC muss eine engmaschige Temperaturkontrolle erfolgen, um Hyperthermie (>37,5 °C) und schwere Hypothermie zu vermeiden (<32 °C).

Blutzuckerkontrolle
Sowohl Hyper- als auch Hypoglykämie können das Outcome bei kritisch kranken Erwachsenen und Kindern verschlechtern und sollen daher vermieden werden;[659-661] allerdings kann eine zu enge

Blutzuckereinstellung ebenfalls schaden.[662] Überwachen Sie den Blutzucker, und vermeiden Sie eine Hypoglykämie wie auch eine Hyperglykämie.[366,663,664]

Prognose nach einem Atem-Kreislauf-Stillstand

Obwohl verschiedene Faktoren das Outcome nach Atem-Kreislauf-Stillstand und CPR bestimmen, gibt es keine einfachen Leitlinien, die festlegen, wann Wiederbelebungsbemühungen aussichtslos werden.[512,656] Relevante Überlegungen zur Entscheidungsfindung umfassen die Ursache des Atem-Kreislauf-Stillstands, den vorbestehenden Gesundheitszustand, das Alter, den Notfallort, ob der Kollaps beobachtet wurde,[519,665] die Dauer des unbehandelten Atem-Kreislauf-Stillstands (No-flow-Zeit), das Vorliegen eines defibrillierbaren Herzrhythmus als primärer oder Folgerhythmus, spezielle Begleitumstände (z.B. Ertrinken in eiskaltem Wasser[666,667] oder Vergiftungen). Die Bedeutung des EEG als prognostischer Faktor ist nach wie vor unklar. Empfehlungen zur Beendigung der Reanimationsmaßnahmen werden im Kapitel „Ethik der Wiederbelebung und Entscheidungen am Lebensende“ besprochen.[10]

Anwesenheit der Eltern

In manchen westlichen Gesellschaften wünschen die meisten Eltern, bei der Reanimation ihres Kindes anwesend zu sein. Familien,

die beim Versterben ihres Kindes anwesend sind, können sich besser damit abfinden und durchlaufen einen günstigeren Trauerprozess.[668] Die wissenschaftliche Evidenz für die Anwesenheit der Eltern während einer Reanimation kommt aus ausgewählten Ländern und kann daher nicht ohne Weiteres auf ganz Europa übertragen werden, wo es möglicherweise unterschiedliche soziokulturelle und ethische Vorstellungen gibt.[669.670]

Versorgung und Reanimation des Neugeborenen

Die vorliegenden Leitlinien definieren sicher nicht den einzig gangbaren Weg für die Reanimation eines Neugeborenen. Vielmehr entsprechen sie einer weit verbreiteten und akzeptierten Auffassung über eine sichere und effektive Durchführung von Reanimationsmaßnahmen nach der Geburt.

Vorbereitung

Nur eine sehr geringe Anzahl von Neugeborenen benötigt nach der Geburt eine Reanimation. Allerdings brauchen einige Neugeborene in der Anpassungsphase unterstützende Maßnahmen. Werden diese nicht durchgeführt, können als Folge letztlich doch Reanimationsmaßnahmen erforderlich werden. Meistens bestehen diese dann jedoch lediglich in einer kurzen assistierenden Belüftung der Lungen. Nur eine kleine Minderheit braucht zusätzlich zur Belüftung der Lungen kurzzeitig Thoraxkompressionen.[671-673]

Bei Risikogeburten muss darüber hinaus speziell neonatologisch ausgebildetes und trainiertes Personal zur Verfügung stehen, und zumindest eine Person muss in der Intubation von Neugeborenen erfahren sein. Jede Institution muss über ein Notfallprotokoll verfügen, das die Alarmierungsstruktur klar regelt und eine schnelle

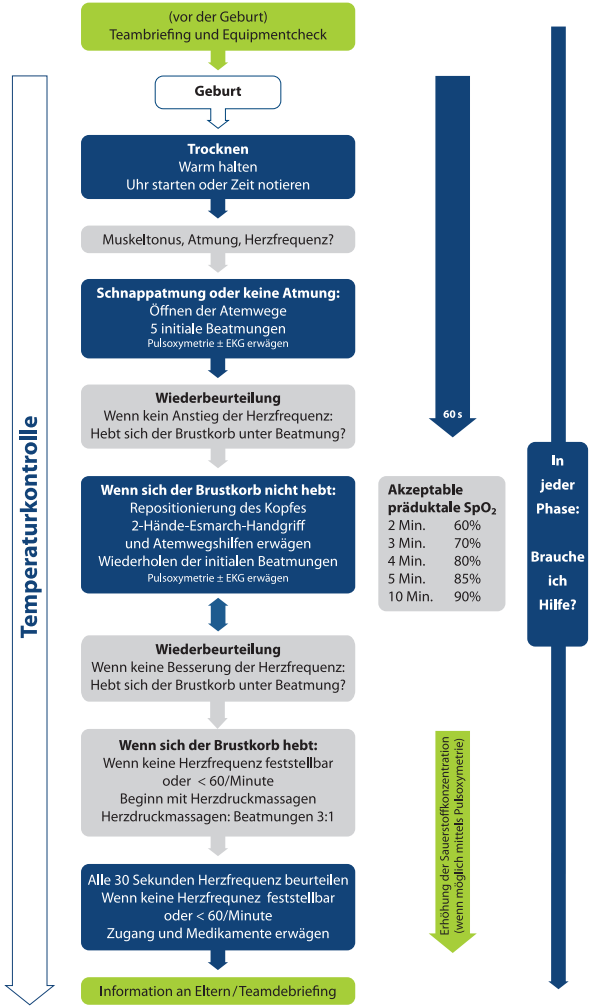


Abb 1.28: Algorithmus der Neugeborenenreanimation *SpO2 pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung; PPV Überdruckbeatmung*

Verfügbarkeit von in Neugeborenenreanimation ausgebildetem und trainiertem Personal zu jeder Zeit ermöglicht.

Geplante Hausgeburten

Von Land zu Land finden sich unterschiedliche Empfehlungen, wer bei einer geplanten Hausgeburt anwesend sein soll. Ist die Entscheidung dafür in Abstimmung mit dem Arzt und der Hebamme gefallen, müssen auch hierbei die Standards der Versorgung zur initialen Beurteilung des Neugeborenen, zu stabilisierenden Maßnahmen und einer mitunter notwendigen Reanimation gelten. Idealerweise sollen bei allen Hausgeburten zwei trainierte professionelle Helfer anwesend sein. Mindestens einer der beiden Helfer muss in der Durchführung von Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen bei Neugeborenen gut trainiert und erfahren sein.

Material und Umfeld

Findet eine Geburt außerhalb der üblichen Entbindungsbereiche statt, soll als Mindestausstattung folgendes Equipment zur Verfügung stehen:

- ein Hilfsmittel zur sicheren, assistierten Beatmung in der passenden Größe für Neugeborene,
- warme, trockene Tücher und Laken,
- sterile Instrumente zum Abklemmen und Durchtrennen der Nabelschnur,
- saubere Handschuhe für alle Versorgenden.

Abnabelungszeitpunkt

Eine systematische Übersicht zum späten Abnabeln und Ausstreifen der Nabelschnur („umbilical cord milking") bei Frühgeborenen zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe eine verbesserte klinische Stabilisierung in der direkten postnatalen Phase sowie einen höheren mittleren Blutdruck (MAD) und höhere Hämoglobinwerte bei Aufnahme.[674] Unbeeinträchtigte Neugeborene, die keine Reanimationsmaßnahmen benötigen, sollen daher verzögert, frühestens nach einer Minute, abgenabelt werden. Diese Empfehlung gilt auch für stabile Frühgeborene. Bis zur Verfügbarkeit neuer Erkenntnisse sollen Neugeborene, die nicht atmen oder schreien, sofort abgenabelt werden, damit unverzüglich mit effektiven Reanimationsmaßnahmen begonnen werden kann.

Wärmemanagement

Nackte, feuchte Neugeborene sind in einem Raum, der für Erwachsene angenehm warm erscheint, nicht in der Lage, ihre Körpertemperatur zu halten. Der Zusammenhang zwischen Hypothermie und Mortalität ist seit mehr als einem Jahrhundert bekannt.[675] Dabei ist die Temperatur bei Aufnahme generell ein bedeutender Prädiktor der Mortalität von nicht asphyktischen Neugeborenen jeder Schwangerschaftswoche.[676] Frühgeborene sind durch eine Hypothermie besonders gefährdet. Halten Sie die Temperatur von nicht asphyktischen Neugeborenen daher zwischen 36,5 und 37,5 °C. Dem Schutz vor Auskühlung kommt eine besondere Bedeutung zu. Allerdings soll auch darauf geachtet werden, eine Hyperthermie (>38 °C) zu vermeiden.

Initiale Beurteilung

Der APGAR-Score war nie als Hilfsmittel gedacht, um durch die Addition von Zahlenwerten einzelner klinischer Parameter reanimationspflichtige Neugeborene zu identifizieren.[677,678] Das rasche, simultane Erfassen einzelner Parameter des APGAR-Scores, wie Atemfrequenz, Herzfrequenz und Muskeltonus, ist jedoch hilfreich, um schnell eine Reanimationspflichtigkeit zu erkennen.[677] Das wiederholte Bestimmen der Herzfrequenz, mehr noch als die Be-

urteilung der Atmung, zeigt an, ob sich das Neugeborene bessert oder weitere Maßnahmen notwendig sind.

Atmung
Überprüfen Sie, ob das Neugeborene atmet. Wenn es atmet, beurteilen Sie die Atemfrequenz, die Atemtiefe und ob die Atemexkursionen seitengleich sind. Achten Sie auf Zeichen pathologischer Atemmuster, wie eine Schnappatmung oder Stöhnen (Knorksen).

Herzfrequenz
Die Herzfrequenz ist der beste klinische Parameter, um den Zustand eines Neugeborenen nach der Geburt zu beurteilen, und zeigt zudem am sensitivsten den Erfolg von unterstützenden Maßnahmen an. Die Herzfrequenz kann initial am schnellsten und zuverlässig durch die Auskultation über der Herzspitze mit dem Stethoskop[679] oder durch ein EKG-Monitoring beurteilt werden.[680-682] Das Tasten des Pulses an der Basis der Nabelschnur ist oft möglich, kann aber durchaus irreführend sein. Zuverlässig beurteilbar ist nur eine getastete Herzfrequenz >100/Min.[679] Eine Beurteilung des klinischen Zustands allein kann zu einer Unterschätzung der Herzfrequenz führen.[679,683,684] Für reanimationspflichtige Neugeborene und/oder Neugeborene, die länger beatmet werden müssen, liefern moderne Pulsoxymeter zuverlässige Herzfrequenzwerte.[681]

Hautfarbe
Das Hautkolorit ist ein schlechter Parameter zur Beurteilung der Oxygenierung.[685] Diese soll, wenn möglich, mittels Pulsoxymetrie erfasst werden. Ein gesundes Neugeborenes ist unmittelbar nach der Geburt zunächst zyanotisch und wird bei effektiver Spontanatmung innerhalb von 30 Sekunden zunehmend rosiger. Wenn Ihnen ein Neugeborenes zyanotisch erscheint, überprüfen Sie die präduktale Oxygenierung durch Pulsoxymetrie an der rechten Hand.

Muskeltonus
Ein deutlich hypotones Neugeborenes ist zumeist auch bewusstlos und benötigt respiratorische Unterstützung.

Taktile Stimulation
Das Abtrocknen des Neugeborenen ist gewöhnlich eine ausreichende Stimulation um eine effektive Spontanatmung anzuregen. Eine übertrieben kräftige Stimulation soll vermieden werden. Entwickelt das Baby unter kurzer taktiler Stimulation keine effektive Spontanatmung, sind weitere unterstützende Maßnahmen notwendig.

Einteilung nach der initialen klinischen Beurteilung
Anhand der initialen klinischen Beurteilung lassen sich Neugeborene in drei Gruppen einteilen:

1. Suffiziente Atmung/Schreien, guter Muskeltonus, Herzfrequenz >100/Min.
Diese Neugeborenen müssen nicht sofort abgenabelt werden. Sie benötigen außer Abtrocknen und Einwickeln in warme Tücher keine weiteren Maßnahmen. Das Neugeborene kann der Mutter übergeben werden.

2. Insuffiziente Spontanatmung oder Apnoe, normaler bis reduzierter Muskeltonus, Herzfrequenz <100/Min.
Diese Neugeborenen werden abgetrocknet und in warme Tücher gewickelt. Meist ist eine kurze Maskenbeatmung ausreichend. Einige Neugeborene benötigen jedoch auch eine längere Maskenbeatmung.

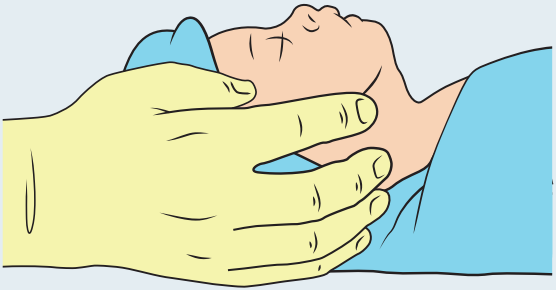
3. Insuffiziente Spontanatmung oder Apnoe, schlaffer Muskeltonus (floppy), Bradykardie oder nicht nachweisbare Herzfrequenz, oft ausgeprägte Blässe als Zeichen einer schlechten Perfusion:
Diese Neugeborenen werden abgetrocknet und in warme Tücher gewickelt. Sie müssen nach dem Öffnen der Atemwege unverzüglich beatmet werden. Möglicherweise benötigen diese Kinder im weiteren Verlauf auch Thoraxkompressionen, eventuell kann eine Medikamentengabe notwendig sein. Frühgeborene atmen zumeist

spontan, zeigen aber häufig gleichzeitig Anzeichen einer Atemnot. Ist dies der Fall, sollen sie zunächst eine Atemunterstützung mittels CPAP („continuous positive airway pressure“) erhalten.

Die Reanimation des Neugeborenen – Newborn Life Support

Mit Reanimationsmaßnahmen muss begonnen werden, wenn Sie bei der initialen Beurteilung feststellen, dass das Neugeborene keine suffiziente und regelmäßige Spontanatmung entwickelt hat oder die Herzfrequenz unter 100/Min. liegt. Meist ist dann nach dem Öffnen der Atemwege lediglich eine kurze Maskenbeatmung notwendig, um die Lungen mit Luft zu füllen. Das Kind erholt sich darunter sofort. Bedenken Sie, dass alle weiteren Maßnahmen erfolglos bleiben, wenn diese ersten beiden Schritte, das Öffnen der Atemwege und die Belüftung der Lunge, nicht erfolgreich durchgeführt wurden.

Abb. 1.29: *Neutralposition des Kopfes bei Neugeborenen*



Atemwege

Lagern Sie das Neugeborene in Rückenlage mit dem Kopf in Neutralposition (Abb. 1.29). Zur optimalen Lagerung und Stabilisierung des Kopfes in Neutralposition kann die Platzierung eines zwei Zentimeter dicken Lakens oder Handtuchs unter den Schultern des Neugeborenen hilfreich sein. Um die Atemwege eines hypotonen Neugeborenen zu öffnen, kann ein Esmarch-Handgriff oder die Verwendung eines oropharyngealen Tubus (Guedel-Tubus) in passender Größe sehr sinnvoll sein. Neugeborene, die beatmet werden, sollen in Rückenlage versorgt werden. Für die initiale

Beurteilung und Routineversorgung im Kreißsaal können reife Neugeborene auch in Seitenlage positioniert werden. Das routinemäßige oropharyngeale Absaugen des Neugeborenen ist nicht in allen Fällen notwendig. Neugeborene müssen nur abgesaugt werden, wenn die Atemwege verlegt sind.

Meconium

Leicht grünliches Fruchtwasser ist häufig und muss das versorgende Team im Allgemeinen nicht beunruhigen, da dies zumeist keine Auswirkungen auf die respiratorische Anpassung nach der Geburt hat. Viel seltener findet sich zähes, grünes Fruchtwasser. Dies ist allerdings ein Hinweis für intrauterinen Stress des Neugeborenen und muss das Team immer in Alarmbereitschaft versetzen, da möglicherweise Reanimationsmaßnahmen notwendig werden. Bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser wird weder das intrapartale Absaugen noch ein tracheales Einstellen und Absaugen eines vitalen Kindes empfohlen. Handelt es sich um dickes, zähes Mekonium bei einem nicht vitalen Neugeborenen und wird eine Verlegung der Atemwege durch Mekonium vermutet, kann in diesem seltenen Fall eine Inspektion des Oropharynx und ein Absaugen unter Sicht *in Erwägung gezogen werden*. Eine routinemäßige tracheale Intubation wird bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser und nicht vitalem Neugeborenen nicht mehr generell empfohlen und soll nur bei Verdacht

auf eine wirkliche Obstruktion der Trachea mit Mekonium durchgeführt werden.[688-692] Entscheidend ist in diesen Situationen, bei einem nicht oder insuffizient atmenden Neugeborenen eine Beatmung nicht unnötig zu verzögern.

Abb 1.30: *Maskenbeatmung des Neugeborenen*

Initiale Beatmungshübe und assistierte Beatmung

Nach den ersten Schritten hat bei fehlender oder insuffizienter Spontanatmung die Belüftung der Lungen Priorität und darf nicht

verzögert werden[693] (Abb. 1.30). Bei reifen Neugeborenen soll die Beatmung mit Raumluft begonnen werden. Das wichtigste Kriterium zur Beurteilung einer adäquaten Lungenentfaltung und -belüftung ist dabei der rasche Anstieg der Herzfrequenz. Kommt es zu keinem solchen Anstieg, muss überprüft werden, ob sich der Thorax adäquat hebt und senkt. Für die ersten fünf Beatmungen soll der Inspirationsdruck über 2 bis 3 Sekunden pro Beatmung konstant gehalten werden. Dies erleichtert im Allgemeinen die Entfaltung der Lunge.[694,695] Die meisten Neugeborenen, die nach der Geburt beatmet werden müssen, zeigen unter Ventilation der Lungen einen raschen Anstieg der Herzfrequenz, meist innerhalb von 30 Sekunden. Steigt die Herzfrequenz an, aber das Neugeborene zeigt keine ausreichende Spontanatmung, wird mit 30 Beatmungen pro Minute weiterbeatmet, bis eine suffiziente Spontanatmung einsetzt. Die Inspirationszeit soll nun für die einzelnen Beatmungshübe bei einer Sekunde liegen. Ohne suffiziente Belüftung der Lungen werden Thoraxkompressionen nicht wirksam sein. Bevor mit diesen begonnen wird, muss daher unbedingt die effektive Ventilation der Lungen sichergestellt sein.

Eine Möglichkeit der Sicherung der Atemwege ist die endotracheale Intubation. Diese benötigt jedoch Übung und Erfahrung. Ist niemand anwesend, der eine Intubation bei einem Neugeborenen durchführen kann, und kommt es zu keiner Stabilisierung

der Herzfrequenz, muss erneut die Kopfposition überprüft und nochmals Beatmungen mit verlängerter Inspirationszeit durchgeführt werden. Währenddessen soll ein Helfer mit ausreichender Intubationserfahrung zu Hilfe gerufen werden. Fahren Sie mit der Beatmung fort, bis das Neugeborene eine suffiziente, regelmäßige Spontanatmung zeigt.

Raumluft/Sauerstoff

Reife Neugeborene

Eine Beatmung von reifen Neugeborenen soll immer mit einer Sauerstoffkonzentration von 21% und nicht mit 100% begonnen werden. Kommt es trotz effektiver Beatmung zu keinem Anstieg der Herzfrequenz oder einer zufriedenstellenden Sauerstoffsättigung (idealerweise gemessen über eine Pulsoxymetrie), soll eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration in Erwägung gezogen werden, um eine adäquate präduktale Sättigung (Anmerkung der Übersetzer: gemessen an der rechten Hand) zu erreichen.[696,697] Hohe Sauerstoffkonzentrationen sind mit einer erhöhten Mortalität und dem verzögerten Einsetzen der Spontanatmung verbunden.[698] Wird Sauerstoff in höherer Konzentration verwendet, soll diese daher so schnell wie möglich wieder reduziert werden.[693,699]

Frühgeborene

Für Frühgeborene vor der 35. Schwangerschaftswoche soll initial

Raumluft oder eine niedrige Sauerstoffkonzentration (21–30 %) verwendet werden.[6,693,700,701] Sauerstoff wird dabei so titriert, dass akzeptable präduktale Sauerstoffkonzentrationen erreicht werden, etwa der 25. Perzentile gesunder, reifer Neugeborener direkt nach der Geburt entsprechend.[696,697]

Pulsoxymetrie

Eine moderne Pulsoxymetrie mit neonatologischen Sensoren erlaubt eine zuverlässige Anzeige der Herzfrequenz und der peripheren Sättigung innerhalb von ein bis zwei Minuten nach der Geburt.[702,703] Unbeeinträchtigte, reife Neugeborene haben unter der Geburt eine arterielle Sauerstoffsättigung (SpO_2) von etwa 60 % (gemessen auf Normalhöhennull).[704] Diese steigt innerhalb von zehn Minuten auf Werte über 90 % an.[696] Die 25. Perzentile der postnatalen SpO_2-Werte liegt bei etwa 40 % bei Geburt und steigt in der zehnten Lebensminute auf etwa 80 %.[697] Die Pulsoxymetrie soll in der Neugeborenenversorgung eingesetzt werden, um exzessive Sauerstoffgaben zu vermeiden und die Sauerstofftherapie sinnvoll steuern zu können. Periphere Sättigungen über den angestrebten Werten sollen daher prompt zur Reduktion der Sauerstoffkonzentration führen.

Positiver endexpiratorischer Druck (PEEP)

Neugeborene und Frühgeborene, die trotz initialer Beatmung

zum Öffnen der Lunge keine Spontanatmung entwickeln, müssen weiterbeatmet werden. Frühgeborene sollen dann mit einem positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) von etwa 5 cm H2O beatmet werden.[676]

Hilfsmittel zur assistierten Beatmung
Effektive Beatmungen lassen sich mit einem Beutel, dessen Füllung abhängig vom Gasfluss ist (Anästhesiebeutel – Anmerkung der Übersetzer), mit einem sich selbst füllenden Beatmungsbeutel oder mit einem T-Stück-System, das eine Regulierung des applizierten Spitzendrucks erlaubt, erreichen. Allerdings können nur selbst füllende Beatmungsbeutel auch ohne Gasfluss verwendet werden. Diese sind jedoch nicht für eine Atemunterstützung mittels CPAP und kaum für eine Beatmung mit PEEP geeignet, selbst wenn sie ein sogenanntes „PEEP-Ventil“ besitzen.[707]

Larynxmasken (LMA)
Eine Larynxmaske kann für die Beatmung eines Neugeborenen verwendet werden, vor allem wenn eine Maskenbeatmung oder auch eine Intubation nicht gelingt oder nicht möglich ist. Sie kann bei Neugeborenen >2000 Gramm bzw. ≥34 Schwangerschaftswochen als Alternative zu einer Maskenbeatmung in Erwägung gezogen werden.[708,709] Allerdings wurde die Verwendung einer Larynxmaske noch nicht im Rahmen von Geburten mit meko-

niumhaltigem Fruchtwasser, während der Durchführung von Thoraxkompressionen oder für die notfallmäßige intratracheale Gabe von Medikamenten untersucht.

Endotracheale Intubation
Eine endotracheale Intubation kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten während einer Neugeborenenreanimation in Erwägung gezogen werden,

- wenn ein Absaugen der unteren Atemwege bei Verdacht auf eine tracheale Verlegung notwendig ist,
- wenn sich das Neugeborene trotz Repositionierung des Kopfes und/oder der Maske weiter nicht maskenbeatmen lässt oder eine längere Beatmungsdauer abzusehen ist,
- wenn Thoraxkompressionen durchgeführt werden,
- in speziellen Situationen (wie z.B. bei einer kongenitalen Zwerchfellhernie oder für eine tracheale Surfactantgabe).

Die Intubation und der ideale Zeitpunkt dafür werden von den Fähigkeiten und der Erfahrung des versorgenden Teams abhängig sein. Die entsprechende Tubustiefe in Abhängigkeit von der Gestationswoche (Anmerkung der Übersetzer: bei oraler Intubation) findet sich in Tabelle 1.3.[710] An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Stimmbandmarkierungen, die die korrekte Intubationshilfe erleichtern sollen, von Hersteller zu Hersteller beträchtlich variieren.[711]

Endotracheale Intubationstiefe nach Schwangerschaftsalter

Schwangerschafts-alter (Wochen)	Endotracheale Intubationstiefe an den Lippen (cm)
23 – 24	5 – 5
25 – 26	6 – 0
27 – 29	6 – 5
30 – 32	7 – 0
33 – 34	7 – 5
35 – 37	8 – 0
38 – 40	8 – 5
41 – 43	9 – 0

Tab. 1.3.: *Endotracheale Intubationstiefe nach Schwangerschaftsalter*

Die endotracheale Tubuslage und die Intubationstiefe müssen bei der Intubation unter direkter Sicht überprüft werden. Ein prompter Anstieg der Herzfrequenz nach der Intubation unter Beatmung ist ein gutes Zeichen für die endotracheale Tubuslage.[712] Der Nachweis von CO_2 in der Ausatemluft ist ebenfalls eine effektive Methode zum Nachweis der endotrachealen Tubuslage bei Neugeborenen, selbst bei sehr kleinen Frühgeborenen („very low birth weight infants", VLBW).[713-716] Mehrere Neonatalstudien zeigen, dass der Nachweis von ausgeatmetem CO_2 unter Spontankreislauf schneller und zuverlässiger eine tracheale Tubuslage anzeigt, als das durch eine klinische Beurteilung allein möglich ist. Lässt sich kein CO_2 nachweisen, macht dies eine oesophageale Tubuslage sehr wahrscheinlich.[713,715] Allerdings wurden im Herz-Kreislauf-Stillstand und bei sehr kleinen Frühgeborenen (VLBW) falsch negative Ergebnisse beschrieben. Der Nachweis von CO_2 in der Ausatemluft in Ergänzung zur klinischen Beurteilung wird als zuverlässigste Methode empfohlen, um bei Neugeborenen mit Spontankreislauf die tracheale Tubuslage nachzuweisen.

Kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck (CPAP)
Spontan atmende Frühgeborene, die Atemnot zeigen, sollen eher eine Atemunterstützung mittels CPAP erhalten, als intubiert zu werden.[719-721] Bisher gibt es nur wenige Daten für die Verwendung von CPAP bei reifen Neugeborenen nach der Geburt, und es werden weitere Studien benötigt.[722,723]

Kreislaufunterstützung

Beginnen Sie mit Thoraxkompressionen, wenn die Herzfrequenz trotz effektiver Beatmung unter 60/Min. liegt. Effektive Beatmungen sind die wirksamste und wichtigste Maßnahme für die erfolgreiche Reanimation eines Neugeborenen. Da eine Beatmung allerdings durch Thoraxkompressionen behindert werden kann, ist es entscheidend, zunächst sicherzustellen, dass sie effektiv ist, bevor Thoraxkompressionen durchgeführt werden. Die effektivste Technik für die Herzdruckmassage beim Neugeborenen ist die 2-Daumen-Technik. Platzieren Sie hierfür zwei Daumen nebeneinander über dem unteren Drittel des Brustbeins. Umgreifen Sie mit den Fingern den gesamten Brustkorb und unterstützen Sie so den Rücken des Kindes (Abb. 1.31).[724] Mit der 2-Daumen-Technik können ein höherer systemischer Blutdruck und ein höherer koronarer Perfusionsdruck als mit der in den Leitlinien 2010 ebenfalls noch empfohlenen 2-Finger-Technik erreicht werden. Außerdem ist diese Technik weniger ermüdend.[725-728] Das Brustbein soll um ein Drittel des anteroposterioren Thoraxdurchmessers komprimiert werden und muss nach jeder Kompression wieder in seine Ausgangsposition zurückkehren.[729-732]

Führen Sie Thoraxkompressionen und Beatmungen in einem Verhältnis von 3:1 durch. Bei einer Kompressionsfrequenz von ca. 120/Min. können etwa 90 Kompressionen und 30 Beatmungen

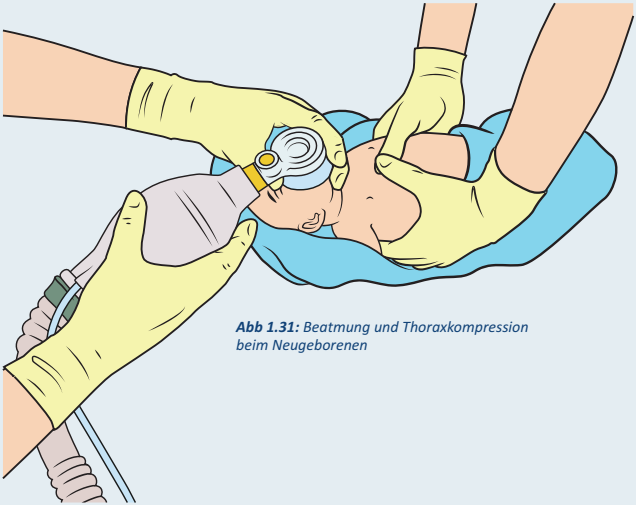


Abb 1.31: *Beatmung und Thoraxkompression beim Neugeborenen*

pro Minute erreicht werden.[733-738] In jedem Fall sollen Thoraxkompressionen und Beatmungen koordiniert durchgeführt werden, um zu vermeiden, dass sie zusammentreffen. Da in den meisten Fällen ein behinderter pulmonaler Gasaustausch die Ursache für eine Kreislaufinsuffizienz beim Neugeborenen ist, wird für die Reanimation direkt nach der Geburt weiter ein Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 3:1 empfohlen. Besteht der Verdacht auf eine kardiale Ursache für die Reanimationspflichtigkeit, kann das versorgende Team zugunsten der Thoraxkompressionen auch

z.B. ein Verhältnis von 15 Thoraxkompressionen zu 2 Beatmungen erwägen. Unter Herzdruckmassage erscheint es durchaus plausibel, die Sauerstoffkonzentration auf 100% zu erhöhen. Überprüfen Sie nach 30 Sekunden Thoraxkompressionen und Ventilationen und im weiteren Verlauf regelmäßig die Herzfrequenz. Beenden Sie die Thoraxkompressionen erst, wenn die Herzfrequenz über 60/Min. liegt.

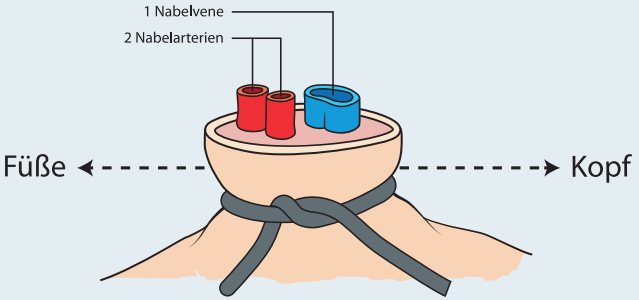


Abb 1.32: *Nabelschnur mit 2 Arterien und 1 Vene*

Medikamente

Die Gabe von Medikamenten ist bei der Reanimation eines Neugeborenen nur sehr selten erforderlich. Eine Bradykardie wird beim Neugeborenen in den meisten Fällen entweder durch eine inadäquate Ventilation oder eine schwere Hypoxie verursacht. Die wichtigste Maßnahme zur Behebung der Bradykardie ist daher

eine effektive Beatmung. Bleibt die Herzfrequenz trotz suffizienter Beatmungen und schließlich Thoraxkompressionen und Beatmungen im Wechsel unter 60/Min., soll die Gabe von Medikamenten erwogen werden. Diese verabreicht man idealerweise über einen Nabelvenenkatheter (Abb. 1.32).

Adrenalin

Auch wenn die Datenlage aus Studien am Menschen nicht eindeutig ist, scheint die Verwendung von Adrenalin sinnvoll, wenn die Herzfrequenz trotz adäquater Beatmung und suffizienter Thoraxkompressionen nicht über 60/Min. ansteigt. Die empfohlene intravenöse Dosis beträgt 10µg/kgKG (0,1 ml/kgKG der 1:10.000 Lösung) und soll so schnell wie möglich intravenös verabreicht werden.[6,693,700] Sind weitere Gaben notwendig, sollen in der Folge 10–30 µg/kgKG (0,1–0,3 ml/kgKG der 1:10.000 Lösung) pro Dosis verabreicht werden. Eine endotracheale Verabreichung wird nicht empfohlen.

Natriumbikarbonat

Um eine Routinegabe von Natriumbikarbonat während der Reanimation eines Neugeborenen zu empfehlen, fehlen die entsprechenden Daten. Wenn es im Rahmen eines prolongierten Kreislaufstillstands, der auf andere Maßnahmen nicht reagiert, verwendet wird, soll 1–2 mmol/kgKG unter effektiven Ventilationen und Thoraxkompressionen langsam intravenös gegeben werden.

Flüssigkeitsgabe

Bei Verdacht auf einen neonatalen Blutverlust oder Zeichen eines Schocks (Blässe, schlechte periphere Durchblutung, schwache Pulse) soll eine Flüssigkeitsgabe erwogen werden, wenn das Neugeborene auf adäquate Reanimationsmaßnahmen nicht anspricht.[740] Dies ist sehr selten. Ist kein geeignetes Blut verfügbar (d.h. bestrahltes, leukozytendepletiertes, 0-Rh-negatives Erythrozytenkonzentrat), soll ein Flüssigkeitsbolus von 10 ml/kgKG verabreicht werden. Zeigt diese Maßnahme Erfolg, können im Verlauf eventuell wiederholte Bolusgaben notwendig sein, um die Verbesserung zu erhalten. Bei der Stabilisierung oder Reanimation von Frühgeborenen sind selten Flüssigkeitsbolusgaben notwendig. Eine schnelle Gabe von großen Volumenmengen ist hier mit intraventrikulären und pulmonalen Blutungen assoziiert.

Beendigung von bzw. Verzicht auf Reanimationsmaßnahmen

Mortalität und Morbidität von Neugeborenen variieren je nach Region und Verfügbarkeit von medizinischen Ressourcen. Dabei gibt es unterschiedliche Auffassungen bei medizinischem Personal, Eltern und in der Gesellschaft über die Vor- und Nachteile und die Frage, wie weit Intensivmedizin generell bei schwerstkranken Neugeborenen gehen soll.[742,743]

Beendigung von Reanimationsmaßnahmen
Regionale und nationale Gremien legen Empfehlungen zur Beendigung von Reanimationsmaßnahmen fest. Ist bei einem gerade geborenen Kind keine Herzfrequenz nachweisbar und auch nach zehn Minuten Reanimation nicht, kann es angemessen sein, eine Beendigung der Wiederbelebungsmaßnahmen zu erwägen. Die Entscheidung soll individuell getroffen werden. Liegt die Herzfrequenz nach der Geburt unter 60/Min. und kommt es trotz adäquater Reanimationsmaßnahmen nach zehn bis 15 Minuten nicht zu einem signifikanten Anstieg der Herzfrequenz, ist die Entscheidung zur Fortführung oder Beendigung dieser Maßnahmen deutlich schwieriger, und eine klare Linie dazu kann nicht gegeben werden.

Verzicht auf Reanimationsmaßnahmen
Es gibt Umstände, unter denen die Prognose eines Neugeborenen mit einer hohen Mortalität und schlechtem Outcome verbunden ist. Hier kann es vertretbar sein, auf Reanimationsmaßnahmen zu verzichten, insbesondere dann, wenn die Gelegenheit zur vorherigen Beratung mit den Eltern besteht.[744-746] Leider gibt es derzeit keine Evidenz für die Verwendung der verfügbaren prognostischen Scores auf alleiniger Grundlage des Gestationsalters für Frühgeborene <25 Gestationswochen. Wird entschieden, eine Reanimation nicht zu beginnen oder zu beenden, steht für das Kind und

die Familie nun ein Sterben ohne Schmerzen und in Würde im Vordergrund der Betreuung.

Kommunikation mit den Eltern

Das versorgende Team soll die Eltern unbedingt über den Zustand des Neugeborenen im Verlauf unterrichten. Halten Sie sich bei der Geburt an lokale Absprachen, und übergeben Sie das Neugeborene so frühzeitig wie möglich der Mutter. Sind Reanimationsmaßnahmen notwendig, sollen die Eltern über die durchgeführte Behandlung und die Gründe dafür aufgeklärt werden. Dem Wunsch der Eltern, bei Reanimationsmaßnahmen dabei zu sein, soll daher, wann immer dies möglich ist, nachgekommen werden.[747]

Postreanimationsbehandlung

Auch nach anfänglicher Stabilisierung können sich Neugeborene nach einer Reanimation im weiteren Verlauf erneut klinisch verschlechtern. Sobald Atmung und Kreislauf stabilisiert sind, muss das Neugeborene an einem Ort verbleiben oder dorthin verlegt werden, an dem eine engmaschige Überwachung und weitere Intensivmedizinische Therapie erfolgen kann.

Glukose

Die Datenlage ermöglicht keine Festlegung eines Blutglukosebereichs, der mit einer geringstmöglichen Hirnschädigung nach Asphyxie und Reanimation verbunden wäre. Bei Neugeborenen, die reanimiert wurden, sollen die Blutglukosespiegel daher überwacht und im Normbereich gehalten werden.

Therapeutische Hypothermie

Reifgeborenen und nahezu reifen Neugeborenen mit moderater bis schwerer hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie soll, wo möglich, eine therapeutische Hypothermie geboten werden.[748,749] Sowohl eine komplette Körperkühlung als auch eine selektive Kopfkühlung sind hierfür geeignete Methoden. Für eine Kühlung, die erst nach sechs Stunden postnatal bei einem Neugeborenen begonnen wird, gibt es keine Beweise der Effektivität.

Prognostische Hilfen

Auch wenn der APGAR-Score weiterhin im klinischen Alltag, für wissenschaftliche Studien und als prognostisches Hilfsmittel verwendet wird[750], wird seine Eignung durch die hohe inter- und intrapersonelle Variabilität bei seiner Erhebung zunehmend infrage gestellt. Zum Teil lässt sich dies durch das fehlende Einvernehmen erklären, wie die Therapie und wie Frühgeburtlichkeit in den APGAR-Score einfließen sollen. Eine Weiterentwicklung des

APGAR-Scores soll daher in folgende Richtung erfolgen: Alle Parameter sollen anhand des tatsächlichen klinischen Zustands, unabhängig von den dazu notwendigen medizinischen Maßnahmen, gewertet werden und berücksichtigen, ob sie dem Schwangerschaftsalter entsprechen. Zusätzlich sollen auch die medizinischen Maßnahmen, die zum Erreichen der klinischen Situation notwendig waren, bewertet werden. Dieser „kombinierte" APGAR-Score scheint eine bessere prognostische Aussagekraft bei Früh- und reifen Neugeborenen zu haben.[751,752]

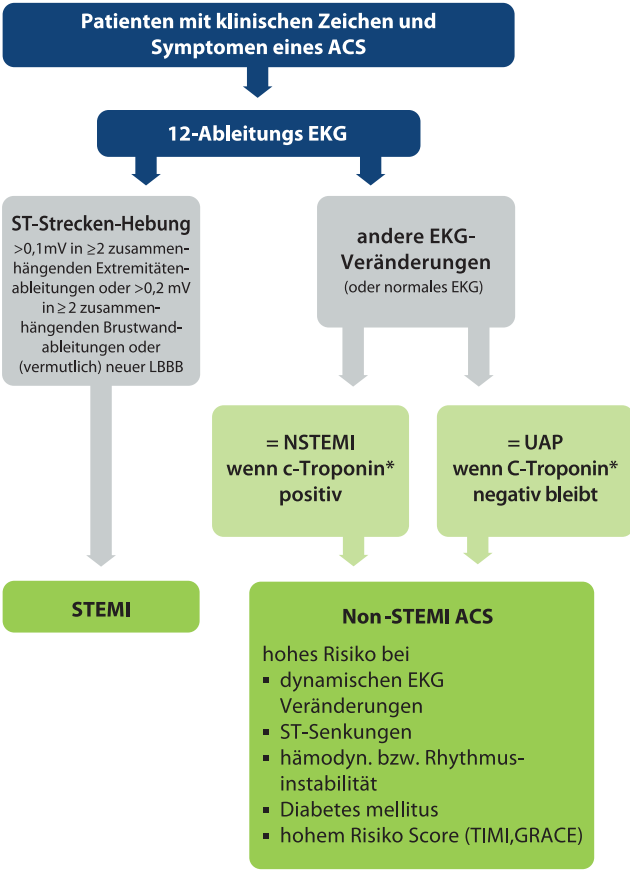
Briefing/Debriefing

Im Vorfeld einer Reanimation müssen die Zuständigkeiten der einzelnen Teammitglieder festgelegt werden. Im Anschluss an eine Neugeborenenversorgung werden die Ereignisse in positiver und konstruktiver Weise im Team nachbesprochen. Gerade nach dramatischen Ereignissen soll Teammitgliedern immer auch die Möglichkeit einer psychologischen Unterstützung angeboten werden.

Initiales Management des akuten Koronarsyndroms

Der Begriff akutes Koronarsyndrom (ACS) umfasst drei unterschiedliche Formen der Akutmanifestation der koronaren Herzkrankheit (Abb.1.33): den ST-Strecken-Hebungsinfarkt (STEMI), den Infarkt ohne ST-Strecken-Hebung (non-STEMI) und die instabile Angina Pectoris (UAP). Der non-STEMI und die UAP werden gewöhnlich unter dem Begriff non-STEMI ACS zusammengefasst. Der gemeinsame pathophysiologische Hintergrund des ACS ist eine rupturierte oder erodierte atherosklerotische Plaque.[753] Elektrokardiographische (EKG) Charakteristika (Vorhandensein bzw. Fehlen von ST-Strecken-Hebungen) ermöglichen es, zwischen dem STEMI und dem non-STEMI ACS zu unterscheiden. Letzteres kann mit ST-Strecken-Senkungen, unspezifischen ST-Segment-Anomalitäten oder sogar mit einem normalen EKG einhergehen. In Abwesenheit von ST-Strecken-Hebungen gilt der Anstieg in der Plasmakonzentration kardialer Biomarker insbesondere Troponin T oder I als spezifischster Marker bei Myokardzellnekrosen zum Nachweis eines non-STEMI.

Akute Koronarsyndrome sind die häufigste Ursache maligner Arrhythmien, die zum plötzlichen Herztod führen. Die Therapieziele sind, akut lebensbedrohliche Zustände wie Kammerflimmern (VF) oder extreme Bradykardien zu behandeln, die linksventrikuläre Funktion aufrechtzuerhalten sowie der Herzinsuffizienz durch



** hs c-Troponin wird wegen größerer Sensitivität bevorzugt*

Abb 1.33: Definitionen bei akutem Koronarsyndrom (ACS) *EKG: Elektrokardiogramm; LBBB: Linksschenkelblock; STEMI: Myokardialer ST-Streckenhebungs-Infarkt; NSTEMI: Myokardinfarktohne ST-Streckenhebung; c-Troponin: kardiales Troponin; UAP instabile Angina Pectoris; TIMI: Thrombolysis in Myocardial Infarction; GRACE: Global Registry od Acute Coronary Events*

Minimierung des Myokardschadens vorzubeugen. Die Therapie außerhalb des Krankenhauses und die Initialtherapie in der Notfallaufnahme (ED) können je nach örtlichen Möglichkeiten, Ressourcen und Regulierungen variieren. Die Daten, die die Behandlung außerhalb des Krankenhauses unterstützen, sind oft von Studien zur Initialbehandlung nach Krankenhausaufnahme abgeleitet. Es gibt nur wenige Studien von hoher Qualität zur Behandlung außerhalb des Krankenhauses. Umfassende Leitlinien zur Diagnostik und Behandlung des ACS mit und ohne ST-Strecken-Hebung wurden von der European Society of Cardiology und The American College of Cardiology/American Heart Association publiziert. Die aktuellen Empfehlungen stehen in Übereinstimmung mit diesen Leitlinien.[424,754]

Diagnose und Risikostratifizierung bei akutem Koronarsyndrom

Zeichen und Symptome des ACS

Typischerweise zeigt sich das ACS mit Symptomen wie ausstrahlendem Brustschmerz, Luftnot und Schweißigkeit. Jedoch können atypische Symptome oder ungewöhnliche Anzeichen bei älteren Patienten, Frauen und Diabetikern auftreten. Keines der Anzeichen und Symptome sichert allein die Diagnose eines ACS. Schmerzlinderung nach Nitroglyceringabe kann in die Irre führen und wird nicht als diagnostischer Test empfohlen[755]. Die Symptomatik kann

bei Patienten mit STEMI intensiver sein und länger anhalten, ist aber nicht verlässlich für die Unterscheidung zwischen einem STEMI und einem non-STEMI ACS[424,756-758].

Das 12-Ableitungs-EKG

Wenn der Verdacht auf ein ACS besteht, soll ein Ausdruck eines 12-Ableitungs-EKG beim ersten Patientenkontakt so schnell wie möglich abgeleitet und interpretiert werden, um die frühzeitige Diagnose und Einordnung des Patienten zu ermöglichen.[754,756,758] Ein STEMI ist typischerweise zu diagnostizieren, wenn die ST-Elevation, gemessen am J-Punkt, die Voltage-Kriterien in Abwesenheit einer linksventrikulären Hypertrophie bzw. eines Linksschenkelblocks (LBBB) erfüllt.[424] Bei Patienten mit klinischem Verdacht auf eine fortschreitende myokardiale Ischämie mit einem neuen oder vermutlich neuen LBBB soll eine Reperfusionstherapie, vorzugsweise eine PPCI, sofort ins Auge gefasst werden. Rechtspräkordiale Ableitungen müssen bei allen Patienten mit inferiorem Infarkt registriert werden, um einen rechtsventrikulären Infarkt aufzudecken. Mit dem prähospitalen EKG werden wertvolle diagnostische Informationen gewonnen, wenn es durch trainiertes medizinisches Personal ausgewertet wird. Die Registrierung eines prähospitalen EKG ermöglicht die vorzeitige Anmeldung eines Patienten im Zielkrankenhaus und beschleunigt die Entscheidungen nach Krankenhausankunft: In zahlreichen Studien wurde

mithilfe des prähospitalen EKG die Zeit zwischen Krankenhausaufnahme und dem Beginn der Reperfusionstherapie um 10 bis 60 Minuten verkürzt. Dies entspricht einer früher erreichten Reperfusion und einer höheren Überlebensrate der Patienten sowohl bei PPCI als auch bei Fibrinolyse[759-767]. Trainiertes Rettungsdienstpersonal (Notärzte, Rettungsassistenten und Krankenschwestern) können einen STEMI mit hoher Spezifität und Sensitivität erkennen, vergleichbar mit der Genauigkeit im Krankenhaus.[768,769] Es ist deshalb sinnvoll, dass Rettungsassistenten und Krankenschwestern ohne unmittelbare ärztliche Beratung in der STEMI-Diagnostik geschult werden, unter der Voraussetzung einer parallel laufenden Qualitätssicherung. Falls eine Interpretation des prähospitalen EKG nicht vor Ort möglich ist, ist eine computergestützte Auswertung[770,771] oder eine Funkübertragung des EKG sinnvoll[762,770-777].

Biomarker, Regeln für die frühzeitige Entlassung und Protokolle zur Beobachtung von Brustschmerzpatienten, Zeichen und Symptome des ACS

Bei Fehlen von ST-Hebungen im EKG charakterisieren eine verdächtige Vorgeschichte und erhöhte Konzentrationen von Biomarkern (Troponine, CK und CKMB) den non-STEMI und unterscheiden ihn so vom STEMI einerseits und der instabilen Angina Pectoris andererseits. Es wurden hochsensitive (ultrasensitive) Tests für kardiale Troponine entwickelt. Sie können die Sensitivität

erhöhen und die Diagnose eines Infarkts bei Patienten mit Symptomen einer kardialen Ischämie beschleunigen. Die Bestimmung kardialer Biomarker soll Bestandteil der initialen Beurteilung aller Patienten sein, die sich in der Notfallambulanz mit Symptomen vorstellen, die auf eine kardiale Ischämie verdächtig sind. Jedoch behindert die verzögerte Freisetzung der Biomarker aus geschädigtem Myokard ihren Gebrauch für die Diagnose eines Myokardinfarkts in den ersten Stunden nach Symptombeginn. Bei Patienten, die sich innerhalb der ersten sechs Stunden nach Symptombeginn vorstellen und einen negativen initialen Troponintest aufweisen, sollen die Biomarker erneut nach 2–3 Stunden und bis zu 6 Stunden später für hs-cTn (12 Stunden für Standardtroponintests) gemessen werden.

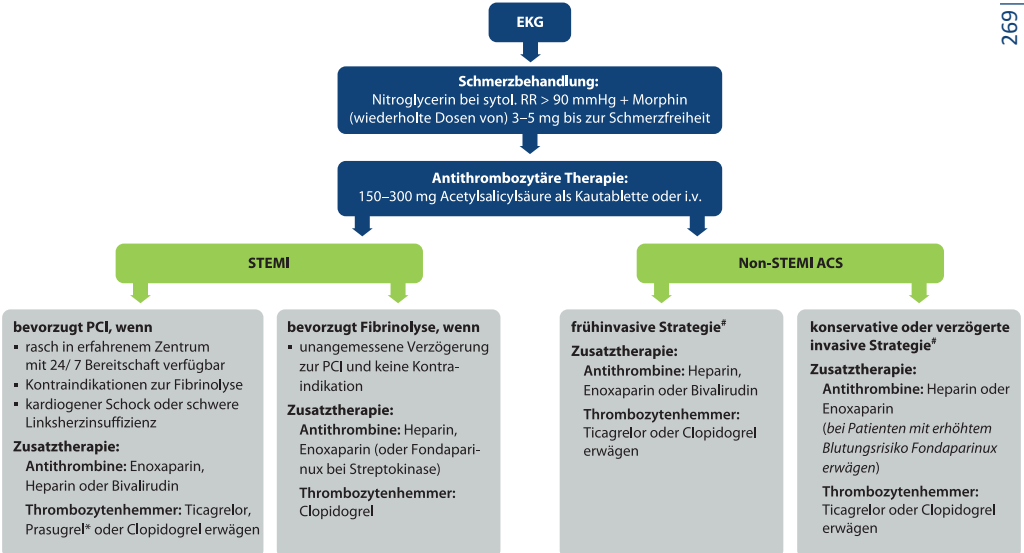
Bei Patienten mit ACS-Verdacht können selbst eine unauffällige Vorgeschichte und normale körperliche Untersuchungsergebnisse sowie negative initiale Biomarker und negatives EKG nicht zum verlässlichen Ausschluss eines ACS herangezogen werden. Deshalb ist eine Weiterbeobachtungsperiode unerlässlich, um eine definitive Diagnose zu stellen und Therapieentscheidungen zu fällen.

Bildgebende Verfahren

Effektives Screening von Patienten mit ACS-Verdacht, aber negativem EKG und negativen kardialen Biomarkern, stellt ein schwie-

riges Problem dar. Nicht invasive Techniken wie CT-Angiographie[779], kardiale Magnetresonanztomographie, myokardiale Perfusionsscintigraphie[780] und Echokardiographie[781] wurden als Möglichkeiten evaluiert, die Niedrigrisikogruppen zu untersuchen und Subgruppen zu identifizieren, die sicher nach Hause entlassen werden können[782-785]. Die Echokardiographie soll routinemäßig in der Notfallambulanz verfügbar sein und bei allen Patienten mit ACS-Verdacht eingesetzt werden.

Die MDCTCA („Multi-detector computer tomography coronary angiography") wurde kürzlich für das Management von Patienten mit akutem Brustschmerz in der Notfallambulanz vorgeschlagen. In einer neuen Meta-Analyse zeigte die MDCTCA eine hohe Sensitivität und eine niedrige Versagenswahrscheinlichkeit von 0,06 und war in der Lage, ein ACS bei Patienten mit niedrigem bis mittlerem Risiko auszuschließen, die sich in der Notfallambulanz mit Brustschmerz vorstellten[786]. Die Unmöglichkeit aber, mit anatomischen Befunden das Vorhandensein von Ischämien nachzuweisen, das Krebsrisiko durch die Strahlenexposition und die mögliche übermäßige Nutzung lassen noch immer Bedenken gegenüber der Bedeutung dieser Strategie bestehen.



(erhöhtes intracranielles Blutungsrisiko bei Patienten mit Vorgeschichte von TIA oder Schlaganfall, bei Patienten >75 Jahren bzw. < 60 kg Körpergewicht)*
#je nach Risikostratifizierung

Abb 1.34: Behandlungspfade bei akutem Koronarsyndrom *EKG: Elektrokardiogramm; STEMI: Myokardialer ST-Streckenhebungs Infarkt; non-STEMI: Myokardinfarkt ohne ST-Streckenhebung; PCI: perkutane Koronarintervention*

Behandlung von akuten Koronarsyndromen – Symptome

Nitrate
Die Gabe von Nitroglycerin kommt in Betracht, sofern der systolische Blutdruck (SBP) über 90 mmHg liegt und der Patient unter ischämischem Brustschmerz leidet (Abb. 1.34). Nitroglycerin kann auch bei der Behandlung einer akuten Lungenstauung hilfreich sein. Nitrate sollen nicht bei Patienten mit Hypotension (SBP <90 mmHg) gegeben werden, besonders nicht bei gleichzeitiger Bradykardie und Patienten mit inferiorem Infarkt und Verdacht auf rechtsventrikuläre Beteiligung. Nitroglycerin wird in bis zu 3 Einzeldosen zu 0,4 mg alle 5 Minuten gegeben, sofern der Blutdruck dies erlaubt. Die i.v. Gabe wird mit einer Dosis von 10 µg/Min. bei persistierendem Schmerz und bei Lungenödem begonnen und zum gewünschten Blutdruckeffekt hochtitriert.

Analgesie
Morphin ist das Analgetikum der Wahl bei nitrorefraktärem Schmerz. Es hat beruhigende Wirkung, sodass Sedativa in den meisten Fällen unnötig sind. Da Morphin ein Dilatator venöser Kapazitätsgefäße ist, kann es zusätzlichen Nutzen bei Patienten mit Lungenstauung haben. Morphin soll in Initialdosen von 3–5 mg i.v. wiederholt im Abstand von wenigen Minuten gegeben werden, bis der Patient schmerzfrei ist. Nicht steroidale, entzün-

dungshemmende Medikamente (NSAIDs) sollen bei der Analgesie wegen ihres prothrombotischen Effekts vermieden werden.[787]

Sauerstoff

Es häufen sich Beweise zur fragwürdigen Rolle der Sauerstoffgabe bei Kreislaufstillstand und beim akuten Koronarsyndrom. Patienten mit akutem Brustschmerz bei vermutetem ACS benötigen keine zusätzliche Sauerstoffgabe, sofern sie nicht Zeichen der Hypoxie, Atemnot oder ein Herzversagen aufweisen. Es gibt zunehmend Hinweise darauf, dass eine Hyperoxie schädlich für den Patienten mit unkompliziertem Infarkt sein könnte[393,788-790]. Während eines Kreislaufstillstands verwenden Sie 100 % Sauerstoff. Nach ROSC soll die inspiratorische Sauerstoffkonzentration so eingestellt werden, dass eine arterielle Sauerstoffsättigung in der Größenordnung von 94–98 % (bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung von 88–92 %) erreicht wird.[424,791]

Kausale Behandlung des akuten Koronarsyndroms

Thrombozytenaggregationshemmer

Die auf eine Plaqueruptur folgende Thrombozytenaktivierung und Aggregation sind zentrale Mechanismen des akuten Koronarsyndroms. Die antithrombozytäre Therapie ist demzufolge eine grundlegende Behandlungsform des ACS mit oder ohne ST-Seg-

ment-Hebung, mit oder ohne Reperfusions- bzw. Revaskularisationsbehandlung.

Acetylsalicylsäure (ASA)

In großen randomisierten kontrollierten Studien wurde eine geringere Sterblichkeit bei ACS, unabhängig von der Reperfusions- bzw. Revaskularisationsstrategie, nachgewiesen, wenn ASA (75–325 mg) hospitalisierten Patienten mit ACS gegeben wurde.

ADP-Rezeptorantagonisten

Die Inhibierung des ADP-Rezeptors der Thrombozyten durch die Thienopyridine Clopidogrel und Prasugrel (irreversible Blockierung) bzw. durch das Cyclopentyl-Triazolo-Pyrimidin Ticagrelor (reversible Blockierung) führt über die von ASA hervorgerufene Aggregationshemmung hinaus zu einer weiteren Hemmung der Plättchenaggregation.

Glykoprotein(Gp)-IIB/IIIA-Rezeptorantagonisten

Der Glykoprotein(Gp)-IIB/IIIA-Rezeptor ist das gemeinsame Endglied der Thombozytenaggregation. Eptifibatide und Tirofiban führen zu einer reversiblen Inhibition, während Abciximab zu einer irreversiblen Inhibition des Gp-IIB/IIIA-Rezeptors führt. Insofern liegen zu wenige Daten vor, die eine routinemäßige Vorbehandlung mit Gp-IB/IIIA-Rezeptorblockergabe bei Patienten mit

STEMI oder non-STEMI ACS unterstützen. Geben Sie keine Gp-IIB/IIIA-Rezeptorblocker, bevor die Koronaranatomie bekannt ist.

Antithrombine
Unfraktioniertes Heparin (UFH) ist ein indirekter Thrombininhibitor, der in Kombination mit ASA als Zusatz zur Fibrinolyse oder bei der PPCI eingesetzt wird. Es ist ein wichtiger Bestandteil der Behandlung des non-STEMI ACS und des STEMI. Alternativen sind charakterisiert durch eine spezifischere Faktor-Xa-Aktivität (niedermolekulare Heparine (LMWH), Fondaparinux) oder sind direkte Thrombininhibitoren (Bivalirudin). Rivaroxaban, Apixaban und andere direkte Thrombinantagonisten haben ihre Indikation bei bestimmten Patientengruppen nach Stabilisierung, aber nicht bei der Initialbehandlung des ACS.[792] Details der Antithrombintherapie sind in Kapitel 8 „Initiales Management des akuten Koronarsyndroms“ beschrieben.

Reperfusionsstrategie bei Patienten mit STEMI

Die Reperfusionstherapie bei Patienten mit STEMI ist der wichtigste Fortschritt in der Behandlung des Myokardinfarkts in den letzten 30 Jahren. Die Reperfusion kann mit einer Fibrinolyse, der PPCI oder einer Kombination aus beiden Verfahren erreicht werden. Die Wirksamkeit der Reperfusionstherapie ist entscheidend abhängig

vom Zeitintervall vom Symptombeginn bis zum Beginn der Reperfusion. Die Fibrinolyse ist besonders in den ersten 2–3 Stunden nach Symptombeginn wirksam, die Wirksamkeit der PPCI ist nicht so stark zeitabhängig.

Fibrinolyse
Die prähospitale Fibrinolyse von Patienten mit STEMI oder einem ACS mit vermutlich neuem Linksschenkelblock (LBBB) ist vorteilhaft. Die Wirksamkeit ist kurz nach Symptombeginn am größten. Patienten mit Symptomen eines ACS und EKG-Nachweis eines STEMI (oder einem vermutlich neuen LBBB oder einem strikt posterioren Infarkt), die primär in der Notfallambulanz gesehen werden, sollen so rasch wie möglich eine Fibrinolyse erhalten, es sei denn, sie können schnell eine PPCI bekommen. Der wirkliche Vorteil der prähospitalen Fibrinolyse liegt bei signifikanten Transportzeiten von >30–60 Minuten.

Mediziner, die eine fibrinolytische Therapie einsetzen, müssen die Kontraindikationen und Risiken kennen. Bei Patienten mit großen Infarkten (erkennbar an ausgedehnten EKG-Veränderungen) ist die Wahrscheinlichkeit eines Nutzens der fibrinolytischen Behandlung am größten. Der Nutzen ist weniger eindrucksvoll bei inferioren im Vergleich zu anterioren Infarkten.

Primäre perkutane Intervention (PPCI)
Die Koronarangioplastie mit oder ohne Stenteinlage ist zur bedeutsamsten Sofortbehandlungsstrategie für Infarktpatienten geworden. Eine PPCI in einem erfahrenen Zentrum mit erster Balloninsufflation kurz nach erstem Patientenkontakt, von einem erfahrenen Untersucher durchgeführt, der sehr trainiert ist, ist die bevorzugte Behandlungsform, da sie die Morbidität und Mortalität im Vergleich zur sofortigen Fibrinolyse senkt.[793]

Fibrinolyse versus primäre PCI (PPCI)
Der Einsatz der PPCI war bisher limitiert durch die mangelnde Verfügbarkeit von Katheterlabors, ausreichend trainierten Klinikern und der Zeitverzögerung bis zur ersten Balloninsufflation. Die Fibrinolyse ist eine breit verfügbare Reperfusionsstrategie. Beide Behandlungswege sind gut eingeführt und waren Gegenstand großer randomisierter Multicenterstudien in den letzten Jahrzehnten. Die Zeit vom Symptombeginn und die PPCI-bedingte Zeitverzögerung (Intervall von der Diagnose bis zur ersten Balloninsufflation minus dem Zeitintervall Diagnose – Venenpunktion bei Fibrinolyse) sind die Kernfragen bei der Auswahl der am besten geeigneten Reperfusionsstrategie. Die Fibrinolyse ist am effektivsten bei Patienten, die in den ersten 2–3 Stunden nach Symptombeginn gesehen werden. Sie erweist sich als günstig im Vergleich zur PPCI, wenn sie innerhalb von 2 Stunden nach Symptom-

beginn eingeleitet wird und mit einer „Rettungs(Rescue)-PCI“ (=PCI bei vermutetem Fibrinolyseversagen) kombiniert wird. Bei jüngeren Patienten, die früh mit großen Vorderwandinfarkten gesehen werden, kann eine Verzögerung zur PPCI von 60 Minuten inakzeptabel sein, während bei spät (>3 Stunden seit Beginn der Symptome) gesehenen Patienten, PPCI-bedingte Verzögerungen von bis zu 120 Minuten akzeptabel sein können.[794]

Die Verzögerung zur PPCI kann wesentlich durch eine Verbesserung des Versorgungssystems verkürzt werden[795,796]:

- Ein prähospitales EKG soll so früh wie möglich registriert und hinsichtlich einer möglichen STEMI-Diagnose bewertet werden. Damit kann die Sterblichkeit sowohl bei Patienten, die für eine PPCI, als auch für solche, die für eine Fibrinolyse vorgesehen sind, reduziert werden.
- Das Erkennen eines STEMI kann dadurch erreicht werden, dass das EKG ins Krankenhaus übertragen wird, Ärzte vor Ort die Interpretation vornehmen oder intensiv trainierte Krankenschwestern oder Rettungsassistenten das EKG mit oder ohne Unterstützung einer Computer-EKG-Auswertung beurteilen.
- Wenn die PPCI die geplante Strategie ist, trägt eine prähospitale Alarmierung des Katheterlabors für die PPCI zur Mortalitätssenkung bei[797].

Folgende zusätzliche Maßnahmen sind Elemente eines effektiven Systems:

- Das Herzkatheterlabor soll 24 Stunden an 7 Tagen der Woche innerhalb von 20 Minuten eingriffsbereit sein.
- Feedback des realen Zeitverlaufs vom Symptombeginn bis zur PCI.

Für Patienten mit einer Kontraindikation für eine Fibrinolyse soll, anstatt auf eine Reperfusionstherapie gänzlich zu verzichten, eine PCI, unabhängig von der zeitlichen Verzögerung, angestrebt werden. Für Patienten im kardiogenen Schock ist die PCI (oder koronare Bypassoperation) die zu bevorzugende Therapie. An die Fibrinolyse soll nur im Falle einer wesentlichen Zeitverzögerung gedacht werden.

Auswahl für den Interhospitaltransport zur primären PCI
Bei der Mehrzahl der Patienten wird die Diagnose eines ablaufenden STEMI in der Prähospitalphase oder in der Notfallambulanz eines Krankenhauses ohne PCI-Möglichkeit gestellt. Wenn die PCI innerhalb von 60–90 Minuten durchgeführt werden kann, wird die sofortige Zuweisung des Patienten zur PCI gegenüber der prähospitalen Fibrinolyse bevorzugt[797-801]. Bei Erwachsenen, die in einer Notfallambulanz eines Krankenhauses ohne PCI-Möglichkeit gesehen werden, soll eine notfallmäßige Verlegung in ein PCI-

Zentrum bedacht werden, sofern die PPCI innerhalb angemessener Zeitgrenzen erfolgen kann.

Es ist weniger sicher, ob eine sofortige Fibrinolyse (prähospital oder im Krankenhaus) bzw. der Transfer zur PPCI bei jüngeren Patienten mit Vorderwandinfarkt und einer Symptomdauer von 2–4 Stunden günstiger ist[794]. Die Verlegung von STEMI-Patienten, die nach mehr als 3 und bis zu 12 Stunden nach Symptombeginn gesehen werden, ist dagegen sinnvoll, sofern der Transport schnell möglich ist.

Die Kombination von Fibrinolyse und perkutaner Koronarintervention

Die Fibrinolyse und die PCI können in einer Vielzahl von Kombinationen eingesetzt werden, um den koronaren Blutfluss wiederherzustellen und aufrechtzuerhalten. Eine sofortige Routineangiographie nach Fibrinolyse geht mit einer erhöhten Rate intrakranieller und anderer wesentlicher Blutungen einher ohne irgendeinen Vorteil bezüglich Sterblichkeit und Reinfarkten[802-806.] Es ist sinnvoll, eine Angiographie und PCI bei Patienten mit Fibrinolyseversagen durchzuführen, erkennbar an klinischen Zeichen und/oder unzureichender ST-Segment-Resolution.[807] Im Falle einer klinisch erfolgreichen Fibrinolyse (erkennbar am klinischen Bild und einer ST-Segment-Resolution von >50 %) verbessert eine um

einige Stunden nach Fibrinolyse verzögerte Angiographie (der sog. pharmako-invasive Weg) das Ergebnis. Diese Strategie schließt die frühe Verlegung zur Angiographie und, wenn notwendig, PCI nach Fibrinolyse ein.

Besondere Situationen

Kardiogener Schock

Das akute Koronarsyndrom (ACS) ist die häufigste Ursache des kardiogenen Schocks, hauptsächlich verursacht durch ein großes Ischämieareal bzw. eine mechanische Komplikation des Myokardinfarkts. Er ist nicht häufig. Die Kurzzeitsterblichkeit des kardiogenen Schocks beträgt 40 %[808], im Kontrast zu einer guten Lebensqualität der Patienten, die lebend entlassen werden. Eine frühe invasive Strategie (primäre PCI, PCI früh nach Fibrinolyse) ist bei den Patienten indiziert, die für eine Revaskularisierung infrage kommen. Beobachtungsstudien erlauben die Annahme, dass dieses Vorgehen auch für ältere Patienten (über 75 Jahre) von Vorteil sein könnte. Obwohl häufig in der täglichen Praxis verwendet, gibt es keine Belege, die den Einsatz der IABP unterstützen.[808]

Bei Patienten mit inferiorem Infarkt, klinischen Schockzeichen und Lungenauskultation ohne Stauung besteht der Verdacht auf einen rechtsventrikulären Infarkt. Eine ST-Segment-Hebung >0,1 mV in Ableitung V4R ist ein guter Indikator für einen rechtsventrikulären

Infarkt. Diese Patienten haben eine Krankenhaussterblichkeit von bis zu 30 % und erheblichen Nutzen von einer Reperfusionstherapie. Nitrate und andere Vasodilatatoren müssen vermieden und die Hypotension mit intravenöser Flüssigkeit behandelt werden.

Reperfusion nach erfolgreicher CPR

Das invasive Vorgehen (d.h. frühe Koronarangiographie, gefolgt von sofortiger PCI, wenn diese notwendig erscheint) bei Patienten nach ROSC, insbesondere bei jenen mit langwieriger Reanimation und Vorliegen unspezifischer EKG-Kriterien, ist wegen des Fehlens spezifischer Ergebnisse und der erheblichen Beanspruchung von Ressourcen (einschließlich der Verlegung von Patienten in PCI-Zentren) umstritten.

PCI nach ROSC bei ST-Hebung

Die höchste Inzidenz von akuten Koronarläsionen findet sich bei Patienten mit ST-Strecken-Elevation bzw. Linksschenkelblock (LBBB) in EKGs, die nach ROSC abgeleitet werden. Es gibt keine randomisierte Studie, aber viele Beobachtungsstudien berichteten über einen Vorteil bei invasivem Vorgehen hinsichtlich Überleben und neurologischem Ergebnis. Es ist hochwahrscheinlich, dass das frühe invasive Vorgehen eine Strategie bei Patienten mit STEMI darstellt, die mit einem bedeutenden klinischen Vorteil verbunden ist. In einer kürzlich durchgeführten Meta-Analyse

wurde gezeigt, dass eine frühe Angiographie mit einer Reduktion der Krankenhaussterblichkeit (OR 0,35; (0,31–0,41)) und einem besseren neurologischen Resultat (OR 2,54 (2,17–2,99)) verbunden ist[797]. Vor dem Hintergrund der vorhandenen Daten soll die notfallmäßige Evaluierung im Herzkatheterlabor (und sofortige PCI, wenn notwendig) bei ausgewählten erwachsenen Patienten mit ROSC nach vermutet kardial bedingtem OHCA mit ST-Segment-Elevation im EKG durchgeführt werden.[810]

Beobachtungsstudien weisen auch darauf hin, dass optimale Ergebnisse nach OHCA mit einer Kombination aus gezieltem Temperaturmanagement und PCI erreicht werden. Mit einem standardisierten Protokoll zur Nachbehandlung nach Kreislaufstillstand kann dies auch als Teil einer Gesamtstrategie zur Verbesserung des neurologisch intakten Überlebens dieser Patientengruppe festgelegt werden.

PCI nach ROSC ohne ST-Strecken-Hebung

Bei Patienten mit ROSC nach Kreislaufstillstand, aber ohne ST-Hebung sind die Daten bezüglich eines möglichen Nutzens einer notfallmäßigen Abklärung im Herzkatheterlabor widersprüchlich; sie kommen alle aus Beobachtungsstudien[410,412] oder Subgruppenanalysen[413]. Es ist sinnvoll, eine notfallmäßige Abklärung im Herzkatheterlabor nach ROSC bei Patienten mit dem höchsten Risiko

für eine koronare Ursache des Kreislaufstillstands zu diskutieren. Eine Reihe von Faktoren, wie Alter des Patienten, Dauer der Reanimation, hämodynamische Instabilität, die zugrunde liegende Rhythmusstörung, der neurologische Status bei Aufnahme und die Wahrscheinlichkeit einer kardialen Ursache, kann die Entscheidung zur Intervention beeinflussen. Bei Patienten, die nicht in einem PCI-Zentrum erstbehandelt werden, soll die Verlegung zur Angiographie und, wenn indiziert, PPCI auf dem Boden einer individuellen Abwägung zwischen dem erwarteten Nutzen einer frühen Angiographie und den Risiken des Patiententransports erfolgen.

Erste Hilfe (First Aid)

Erste Hilfe ist definiert als **Hilfsmaßnahmen** und **Anfangsbehandlung** bei einer akuten Erkrankung oder Verletzung. Erste Hilfe kann von jedermann in jeder Situation durchgeführt werden. Ein Ersthelfer ist definiert als jemand, der in Erster Hilfe ausgebildet ist und folgendes beherrscht:

- Erkennen, beurteilen und priorisieren der Notwendigkeit zur Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen.
- Anwendung der Erste-Hilfe-Maßnahmen mit entsprechenden Kompetenzen.
- Erkennen eigener Grenzen und Anforderung weiterer Hilfe, falls erforderlich.

Die Ziele der Ersten Hilfe sind, Leben zu erhalten, Leiden zu lindern, weitere Erkrankungen oder Verletzungen zu verhindern und die Genesung zu fördern. Diese von der ILCOR-Erste-Hilfe-Arbeitsgruppe erstellte Definition der Ersten Hilfe thematisiert die Notwendigkeit für den Ersthelfer, Verletzungen und Erkrankungen zu erkennen, entsprechende Basisfertigkeiten zu entwickeln, mit der Durchführung von Erstmaßnahmen zu beginnen und gleichzeitig bei Bedarf den Rettungsdienst oder andere medizinische Hilfe anzufordern.[811] Alle Untersuchungs- und Behandlungsmethoden für Ersthelfer sollen auf medizinisch solider Basis stehen und auf

wissenschaftlicher, evidenzbasierter Medizin beruhen. Bei einem Mangel an fundierten Erkenntnissen muss eine abgestimmte Expertenmeinung vorliegen. Der gesamte Erste-Hilfe-Bereich ist nicht streng wissenschaftlich beschreibbar, da er sowohl durch die Art der Ausbildung als auch durch behördliche Anforderungen beeinflusst wird. In den einzelnen Ländern, Staaten und Regionen existieren Unterschiede im Umfang der Ersten Hilfe. Daher müssen die hier beschriebenen Leitlinien an die jeweils geltenden Umstände, Notwendigkeiten und behördlichen Vorgaben angepasst werden.

Erste Hilfe bei medizinischen Notfällen

Lagerung einer bewusstlosen Person mit erhaltener Atmung
Etliche verschiedene Seitenlagenpositionen sind verglichen worden, aber insgesamt konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen ihnen identifiziert werden.[812-814] Lagern Sie bewusstlose Personen mit erhaltener Spontanatmung in stabiler Seitenlage, und lassen Sie sie nicht in Rückenlage liegen. Unter bestimmten Bedingungen kann es nicht angezeigt sein, den Betroffenen in eine stabile Seitenlage zu bringen, z.B. bei Schnappatmung im Rahmen einer Reanimation oder in Traumasituationen.

Optimale Lagerung eines Patienten im Kreislaufschock
Lagern Sie Personen mit Kreislaufschock in Rückenlage. Wenn keine Hinweise auf ein Trauma vorliegen, heben Sie passiv die Beine an, um eine weitere vorübergehende Verbesserung (<7 Minuten) der Lebenszeichen zu erreichen.[815-817] Die klinische Signifikanz dieser vorübergehenden Verbesserung ist ungeklärt.

Sauerstoffgabe in der Ersten Hilfe
Für die Sauerstoffzugabe durch Ersthelfer gibt es derzeit keine unmittelbare Indikation.[818-821] Zusätzliche Gabe von Sauerstoff kann negative Auswirkungen haben. Diese können den Krankheitsverlauf verschlimmern oder sogar das klinische Ergebnis verschlechtern. Ersthelfer sollen sie nur in Betracht ziehen, wenn sie in der Anwendung und der Überwachung dieser Therapie ausreichend geschult wurden.

Gabe von Bronchodilatatoren
Durch die Gabe von Bronchodilatatoren beim Asthma wird die Rückbildungszeit der Symptome bei Kindern verkürzt und bei jungen Erwachsenen die Anschlagszeit für die Verbesserung der Luftnot verringert.[822,823] Helfen Sie Asthmatikern mit akuten Atemproblemen bei der Einnahme ihrer bronchienerweiternden Therapie. Jeder Ersthelfer muss mit deren verschiedenen Anwendungsmethoden vertraut sein.[824-826]

Erkennen eines Schlaganfalls

Ein Schlaganfall ist eine nicht traumatische, fokal-gefäßbedingte Verletzung des zentralen Nervensystems, die typischerweise einen permanenten Schaden in der Form eines zerebralen Schlaganfalls, einer intrazerebralen und/oder subarachnoidalen Blutung verursacht.[827] Die frühzeitige Aufnahme auf eine Schlaganfallstation und ein zeitnaher Beginn einer Therapie verbessern den Behandlungserfolg erheblich und unterstreichen die Notwendigkeit, dass Ersthelfer die Symptome eines Schlaganfalls schnell erkennen können.[828,829]

Es gibt gute Belege, dass durch ein standardisiertes Schlaganfallprotokoll das Zeitintervall bis zum Beginn der Behandlung verkürzt wird.[830-833] Verwenden Sie bei Verdacht auf einen akuten Schlaganfall ein standardisiertes Schlaganfallerfassungssystem, um damit die Diagnosestellung zu verkürzen und keinen Zeitverlust bis zum Beginn einer wirksamen Therapie entstehen zu lassen. Jeder Ersthelfer muss mit der Anwendung von FAST („Face, Arm, Speech Tool“) oder CPSS („Cincinnati Prehospital Stroke Scale“) vertraut sein, um beim frühzeitigen Erkennen eines Schlaganfalls helfen zu können.

Gabe von Acetylsalicylsäure (ASS) bei Brustschmerzen
Die frühzeitige Gabe von ASS im präklinischen Bereich, noch innerhalb der ersten Stunden nach Symptombeginn, vermindert die kardiovaskuläre Sterblichkeit.[834,835] Bei Verdacht auf einen Herzinfarkt (ACS/AMI) im präklinischen Bereich geben Sie frühzeitig allen erwachsenen Patienten mit Brustschmerzen 150–300 mg Acetylsalicylsäure als Kautablette. Das Risiko für Komplikationen ist sehr gering, insbesondere das für eine Anaphylaxie oder schwerwiegende Blutungen.[836-840] Geben Sie Erwachsenen mit Brustschmerzen keine Acetylsalicylsäure, wenn die Ursache der Beschwerden unklar ist. Die frühzeitige ASS-Gabe darf den Transport ins Krankenhaus zur definitiven Versorgung nicht verzögern.

Zweitgabe von Adrenalin bei Anaphylaxie
Anaphylaxie ist eine potenziell lebensbedrohliche allergische Überempfindlichkeitsreaktion, die sofort erkannt und behandelt werden muss. Adrenalin ist das wichtigste Medikament, um die pathophysiologischen Abläufe der Anaphylaxie umzukehren. Es ist am wirksamsten, wenn es innerhalb der ersten Minuten einer schweren allergischen Reaktion verabreicht wird.[287,841,842] In der Präklinik wird Adrenalin mithilfe eines vorgefüllten Autoinjektors in einer Dosierung von 300 µg als intramuskuläre Eigeninjektion verwendet. Ausgebildete Ersthelfer können bei dieser Maßnahme

unterstützen. Geben Sie allen Personen mit einer Anaphylaxie im präklinischen Bereich eine zweite intramuskuläre Adrenalindosis, wenn sich die Symptome innerhalb von 5–15 Minuten nach der Anwendung eines intramuskulären Adrenalin-Autoinjektors nicht gebessert haben.[843-852] Auch bei einem Wiederauftreten der Symptome kann eine zweite intramuskuläre Dosis Adrenalin notwendig sein.

Behandlung einer Unterzuckerung/Hypoglykämie
Eine Unterzuckerung tritt beim Diabetiker gewöhnlich plötzlich auf, sie ist lebensbedrohlich. Die typischen Symptome sind Hunger, Kopfschmerzen, Unruhe, Zittern, Schwitzen, psychotische Verhaltensstörungen (häufig vergleichbar mit Trunkenheit) und Bewusstlosigkeit. Es ist von höchster Wichtigkeit, diese Symptome als Unterzuckerung zu erkennen, da die Patienten eine unverzügliche Behandlung benötigen. Geben Sie ansprechbaren Patienten mit einer symptomatischen Hypoglykämie Traubenzuckertabletten, die einer Glukosemenge von 15–20 g entsprechen. Stehen keine Traubenzuckertabletten zur Verfügung, können andere zuckerreiche Nahrungsmittel gegeben werden.[853-855] Um das Risiko einer Aspiration zu vermeiden, soll bei Bewusstlosen oder Patienten mit Schluckstörungen jegliche orale Therapie unterlassen und die Hilfe des Rettungsdienstes angefordert werden.

Erschöpfungsbedingter Flüssigkeitsmangel und Rehydrierungstherapie

Bei Sportveranstaltungen werden Ersthelfer häufig gebeten, die Getränkestationen zu unterstützen. Geben Sie Personen mit einem einfachen anstrengungsbedingten Flüssigkeitsmangel Rehydrationsgetränke mit 3–8 % Kohlenhydrat-Elektrolyt-Anteilen (CE).[856-864] Als vertretbare Alternativen können unter anderem Wasser, 12 %-CE-Lösungen[856], Kokosnusswasser[857,863,864], Milch mit 2 % Fettanteil[861] oder Tee, wahlweise mit oder ohne zusätzlichem Kohlenhydrat-Elektrolyt-Anteil, als Getränk angeboten werden.[858,865] In Fällen eines schweren Flüssigkeitsmangels, in Verbindung mit einem niedrigen Blutdruck, Fieber oder einem eingeschränkten Bewusstseinszustand kann eine orale Flüssigkeitsgabe nicht adäquat sein. Diese Patienten benötigen dann einen medizinischen Helfer, der in der Lage ist, intravenöse Therapien zu starten.

Augenverletzungen durch chemische Substanzen

Augenverletzungen durch chemische Substanzen erfordern sofortiges Handeln. Spülen Sie das Auge mit sehr viel klarem Wasser. Das Spülen mit großen Mengen von Wasser hat sich als wirksamer zur Verbesserung des Korneal-PH erwiesen als Spülungen mit kleineren Mengen oder mit Kochsalzlösungen.[866]

Anschließend muss der Patient einer medizinischen Notfallversorgung zugeführt werden.

Erste Hilfe bei Notfällen durch Trauma

Blutstillung
Wenn möglich, stoppen Sie äußere Blutungen durch direkte Druckanwendung mit oder ohne Zuhilfenahme eines Verbands. Versuchen Sie nicht, starke Blutungen durch Druck auf körpernahe Druckpunkte oder das Anheben einer Extremität zu stillen. Bei kleineren oder geschlossenen Extremitätenblutungen kann möglicherweise eine lokale Kühlbehandlung, wahlweise mit oder ohne Druckanwendung, nützlich sein.[867,868] Wenn durch eine direkte Druckanwendung Blutungen nicht stillbar sind, können blutstillende Auflagen oder Tourniquets hilfreich sein (siehe nachfolgend).

Blutstillende Verbände
Blutstillende Verbände werden häufig im chirurgischen oder militärischen Bereich verwendet, um Blutungen an Stellen zum Stillstand zu bringen, die nicht einfach komprimierbar sind, wie z.B. am Hals, Abdomen oder in den Leisten.[869-873] Benutzen Sie bei stark blutenden äußeren Wunden, die durch direkten Druck allein nicht kontrollierbar sind oder deren Lage einen direkten Druck nicht zu-

lassen, blutstillende Verbände.[874-877] Die sichere und wirksame Handhabung eines blutstillenden Verbands erfordert regelmäßiges Training.

Einsatz eines Tourniquet
Blutungen durch Gefäßverletzungen an den Extremitäten können zu einem lebensbedrohlichen Blutverlust führen. Sie sind eine der Hauptursachen für vermeidbare Todesfälle bei militärischen Kampfeinsätzen und im zivilen Rettungsdienst.[878,879] Beim Militär gehören Tourniquets seit vielen Jahren zur Ausrüstung für die Behandlung von stark blutenden Extremitätenverletzungen.[880,881] Ihr Einsatz hat zu einer Reduktion der Sterblichkeit geführt.[880-889] Benutzen Sie bei stark blutenden Wunden an einer Extremität, die durch direkten Druck allein nicht kontrollierbar sind, einen Tourniquet. Seine sichere und wirksame Handhabung erfordert regelmäßiges Training.

Geraderichten eines abgewinkelten Knochenbruchs
Knochenbrüche, Verrenkungen, Verstauchungen und Zerrungen gehören zu den am häufigsten von Ersthelfern versorgten Extremitätenverletzungen. Führen Sie bei Fehlstellung eines Knochenbruchs der langen Röhrenknochen keine Korrekturen durch. Schützen Sie die verletzte Extremität durch Schienen der Fraktur.

Ein Einrichten von Knochenbrüchen soll nur von Helfern durchgeführt werden, die speziell in diesen Techniken ausgebildet sind.

Erstversorgung einer offenen Thoraxverletzung
Die korrekte Erstversorgung einer offenen Thoraxverletzung ist kritisch für den weiteren Verlauf. Ein unachtsamer Verschluss der Wunde mit einem falsch angelegten Okklusionsverband, Geräte oder eine sich selbst abdichtende Wundauflage kann zu einem lebensbedrohlichen Spannungspneumothorax führen.[890] Bei offenen Thoraxverletzungen soll die offene Stelle ohne Abdeckung durch einen Verband zur Umgebung offen bleiben. Falls erforderlich, muss eine nicht okkludierende Auflage verwendet werden. Punktuelle Blutungen sollen durch direkten Druck gestillt werden.

Einschränkung der Halswirbelsäulenbeweglichkeit
Bei einem Verdacht auf eine Verletzung der Halswirbelsäule wird routinemäßig ein Immobilisationskragen angelegt, um weiteren Schäden durch Halsbewegungen vorzubeugen. Dieses Vorgehen basiert eher auf Fachmeinungen und Übereinkünften als auf wissenschaftlichen Erkenntnissen.[891,892] Darüber hinaus sind klinisch relevante Komplikationen beschrieben worden, wie z.B. ein erhöhter intrakranieller Druck nach der Anlage eines Immobilisationskragen. Das routinemäßige Anlegen eines solchen durch Ersthelfer wird nicht empfohlen. Bei Verdacht auf eine Verletzung

der Halswirbelsäule soll der Kopf manuell gehalten werden, um nicht achsengerechte Bewegungen einzuschränken, bis erfahrene Helfer eingetroffen sind.

Erkennen einer Gehirnerschütterung

Obwohl ein Beurteilungssystem für Gehirnerschütterungen eine große Hilfe für die Früherkennung solcher Verletzungen durch einen Ersthelfer wäre,[898] steht bisher noch kein einfaches, validiertes System für den praktischen Gebrauch zur Verfügung. Jede Person mit dem Verdacht auf eine Gehirnerschütterung soll von einem professionellen Helfer beurteilt werden.

Kühlung von Verbrennungen

Die sofortige aktive Kühlung von Verbrennungen, definiert als jede ergriffene Maßnahme, die lokal die Gewebetemperatur absenkt, wird seit vielen Jahren als allgemeine Erstmaßnahme empfohlen. Durch Kühlung von Verbrennungen wird die Verbrennungstiefe im Gewebe gemindert[899,900] und möglicherweise die Anzahl an Patienten verringert, die eine Behandlung im Krankenhaus benötigen.[901] Weitere Vorteile einer Kühlung sind Schmerzminderung und Verminderung des Ödems, eine reduzierte Infektionsrate und ein schnellerer Heilungsprozess. Verbrennungen sollen so schnell wie möglich 10 Minuten lang mit Wasser gekühlt werden. Besondere Vorsicht ist beim Kühlen großer Verbren-

nungen oder bei Säuglingen und Kleinkindern erforderlich, um keine Unterkühlung auszulösen.

Verbrennungsverbände
Eine breite Auswahl an verschiedenen Wundauflagen ist verfügbar,[902] aber bisher konnte durch keine wissenschaftliche Studie Evidenz gefunden werden, welche Auflagenart – feucht oder trocken – am wirksamsten ist. Im Anschluss an die Kühlbehandlung sollen Verbrennungen mit einer losen sterilen Auflage versorgt werden.

Zahnverlust
Bei einem Sturz oder Unfall mit Gesichtsbeteiligung kann ein Zahn beschädigt werden oder ausfallen. Das sofortige Wiedereinsetzen ist die Methode der Wahl, jedoch sind häufig die Ersthelfer wegen fehlenden Trainings oder Fertigkeiten nicht in der Lage, den Zahn zu reimplantieren. Sofern ein Zahn nicht sofort reimplantiert werden kann, bewahren Sie ihn in Hanks-Salz-Puffer-Lösung (Hank's Balanced Salt Solution) auf. Sollte die Lösung nicht verfügbar sein, verwenden Sie Propolis, Eiweiß, Kokosnusswasser, Ricetral, Vollmilch, Kochsalzlösung, oder phosphatgepufferte Kochsalzlösung (in dieser Reihenfolge), und bringen Sie den Verletzten so schnell wie möglich zum Zahnarzt.

Erste-Hilfe-Ausbildung

Ausbildungsprogramme für Erste Hilfe, öffentliche Gesundheitskampagnen und formale Übungseinheiten in Erster Hilfe werden allgemein empfohlen, um Erkennung, Behandlung und Prävention von Verletzungen und Erkrankungen zu verbessern.[901,903,904]

Prinzipien der Ausbildung in Reanimation

Die Überlebenskette[13] wurde zur Formel des Überlebens[11] ausgebaut, denn das erklärte Ziel, mehr Leben zu retten, hängt nicht allein von solider, qualitativ hochwertiger Forschung ab, sondern auch von einer effektiven Ausbildung der Laien und professionellen Helfer.[905] Letztendlich müssen dort, wo Patienten mit Kreislaufstillständen behandeln werden, ressourceneffiziente Systeme implementiert werden, um das Überleben nach einem Kreislaufstillstand zu verbessern.

Trainingsstrategien für die Basismaßnahmen

Wer und wie ist zu trainieren?
Die Basismaßnahmen (BLS) sind die Eckpfeiler der Reanimation. Es ist allgemein anerkannt, dass Ersthelfer-CPR für das Überleben von Kreislaufstillständen außerhalb des Krankenhauses entscheidend ist. Thoraxkompressionen und frühe Defibrillation sind die Hauptdeterminanten des Überlebens beim außerklinischen Kreislaufstillstand, und es gibt Hinweise, dass sich mit Einführung von Laientraining das 30-Tage- und 1-Jahres-Überleben verbessert hat.[906,907] Die Evidenz zeigt, das BLS-Laientraining die Anzahl der Ersthelfer erhöht, die in einer realen Situation BLS anwenden.[908-910] In Hochrisikopopulationen (hohes Risiko für Kreislaufstillstand und niedrige Ersthelferrate) konnten spezifische Faktoren identifiziert

werden, die zielgerichtete Trainings, die auf die besonderen Bedürfnisse und Charakteristika der Betroffenen ausgerichtet sind, nahelegen.[911,912] Leider suchen mögliche Ersthelfer aus diesen Gemeinschaften von sich aus solche Trainings nicht, aber wenn sie sie besuchen, erlangen sie gute BLS-Fertigkeiten[913-915]. Es ist bei ihnen durchaus eine Bereitschaft vorhanden, sich trainieren zu lassen und die Erfahrungen mit anderen zu teilen.[913,914,916-918]

Einer der wichtigsten Schritte, um die Ersthelferrate und somit weltweit das Überleben nach Reanimation zu steigern, ist, Schulkinder zu unterrichten.[919] Es würde reichen, Schulkinder ab dem 12. Lebensjahr zwei Stunden pro Jahr in Wiederbelebungsmaßnahmen zu unterrichten. Ab diesem Alter haben sie eine positive Haltung zum Erlernen solcher Fertigkeiten. Sowohl medizinisch professionelle Helfer wie auch die Schullehrer benötigen hierfür eine spezielle Ausbildung, damit sie das mit Kindern erreichen.[920]

Gut geschultes und trainiertes Leitstellenpersonal ist in der Lage, Laien per Telefon in CPR anzuleiten und somit das Überleben von Patienten zu verbessern.[921] Die Schwierigkeiten dabei sind, den Kreislaufstillstand zu erkennen, insbesondere, wenn agonale Atmung vorliegt.[50] Das Training des Leitstellenpersonals muss sich auf die Bedeutung des Erkennens von agonaler Atmung und auch von Krampfanfällen als einem Aspekt von Kreislaufstillständen kon-

zentrieren[52]. Spezielle Schulung braucht das Leitstellenpersonal in der Vermittlung der Anleitungen, mit denen sie die Ersthelfer in CPR instruieren.[52] BLS-/AED-Ausbildungen sollen gezielt auf die Bedürfnisse der zu Schulenden ausgerichtet und so einfach wie möglich sein. Der immer leichtere Zugang zu den unterschiedlichsten Trainingsmethoden (digital, online, selbst gesteuertes Lernen, von Instruktoren gestalteter Unterricht) bietet verschiedene Alternativen des CPR-Unterrichts für Laien wie auch für professionelle Helfer. Selbstlernprogramme mit synchronen oder asynchronen praktischen Übungen (z.B. Video, DVD, Online-Training, Computer, die beim Training Feedback geben) scheinen sowohl für Laien als auch für professionelle Helfer durchaus eine effiziente Alternative zu von Instruktoren geleiteten Kursen der BLS-Fertigkeiten zu sein.[922-926]

Als Minimum sollen alle Bürger effektive Thoraxkompressionen durchführen können. Idealerweise erlernen sie die kompletten CPR-Fertigkeiten (Thoraxkompression und Beatmung im Verhältnis 30:2). Wenn die zur Verfügung stehenden Schulungszeiten eingeschränkt sind oder die Gegebenheiten des Unterrichts nichts anderes erlauben (z.B. eine durch die Leitstelle angeleitete CPR durch zufällig Anwesende, Massenveranstaltungen und öffentliche Kampagnen, im Internet sich verbreitende Videos), soll man auf CPR mit kontinuierlicher Thoraxkompression fokussieren.

Lokale Programme müssen Überlegungen zur Bevölkerungszusammensetzung vor Ort und zu den kulturellen Normen und Einsatzzahlen der Ersthelfer mit einbeziehen. Wer initial nur kontinuierliche Thoraxkompressionen gelernt hat, soll in der Folge auch in Beatmung unterrichtet werden. Idealerweise wird nach einer CPR-Schulung mit kontinuierlicher Thoraxkompression ein Standard-BLS-Training angeboten, welches Thoraxkompression und Beatmung in einer Schulungseinheit vermittelt. Laienhelfer mit Aufgaben der Fürsorge im weitesten Sinn (Erste-Hilfe-Personal, Sportstättenwarte oder Bademeister, Schul-, Heim- und Überwachungspersonal) müssen in Standard-CPR (Thoraxkompression und Beatmung) geschult werden.

Die meisten Studien zeigen, dass CPR-Fertigkeiten drei bis sechs Monate nach dem Training rasch abnehmen.[924,927-930] Dagegen werden AED-Kenntnisse etwas länger behalten.[931,932] Es gibt Hinweise, dass häufiges und kurzes Auffrischungstraining möglicherweise das BLS-Training verstärkt und das Vergessen der Fertigkeiten etwas verlangsamt.[928,930-932] Eine systematische Bewertung der zur Verfügung stehenden Literatur über Studien an Puppen und Patienten zeigte, dass audiovisuelle Feedback-Geräte während der Reanimation die Helfer zu mehr leitlinienkonformen Thoraxkompressionen führen, aber es wurde kein Nachweis gefunden, dass dies zu einer Verbesserung des Patientenüberlebens führt.[933]

Fortgeschrittenentraining

Kurse in erweiterten lebensrettenden Maßnahmen decken Wissen, Fertigkeiten und Haltungen ab, die notwendig sind, um als Mitglied oder Leiter in einem Reanimationsteam effizient zu arbeiten (und es am Ende zu leiten). Es hat sich Evidenz für Blended-Learning-Konzepte ergeben (unabhängiges Lernen am Computer, kombiniert mit kürzeren ausbildergeleiteten Kursen). Simulation ist ein integraler Bestandteil des Reanimationstrainings und zeigte verbessertes Wissen und Fertigkeiten im Vergleich zu Trainings ohne Simulation.[934] Es gibt keine Evidenz, dass Teilnehmer an ALS-Kursen mehr oder besser CPR lernen, wenn sie an High-Fidelity-Manikins lernen. Wenn man das bedenkt, kann man High-Fidelity-Manikins verwenden, aber wenn sie nicht zur Verfügung stehen, ist die Verwendung von Low-Fidelity-Manikins ausreichend für die Standard-ALS-Kurse.

Training von nicht technischen Fertigkeiten („non-technical skills", NTS) inklusive Teamführung und Teamtraining zur Verbesserung der Reanimation

Die Implementierung eines Teamtrainingsprogramms führte zu einer verbesserten Krankenhausüberlebensrate nach Reanimation bei Kindern sowie chirurgischen Patienten.[935,936] Die Leistung von Reanimationsteams verbessert sich in realen Reanimationen, aber

auch in simulierten ALS-Krankenhausszenarien, wenn spezielle Team- oder Führungstrainings in die ALS-Kurse integriert werden.[937-941] Im Gegensatz zum Szenario-Training ohne Debriefing, erfolgen während des Debriefings Reflexion und Lernen.[942] Es gibt keinen Unterschied, ob zum Debriefing Videos verwendet werden oder nicht.[943,944] Häufige Wiederholungstrainings am Arbeitsplatz in kleinen Dosen an den CPR-Puppen sparen Kosten, reduzieren die totale Trainingszeit und scheinen auch bei den Lernenden bevorzugt zu sein.[945,946] Wiederholungstrainings sind ohne Zweifel notwendig, um das Wissen und die Fertigkeiten zu behalten, aber die optimale Frequenz für solche Auffrischungskurse ist unklar.[945,947-949]

Implementierung und das Management der Änderungen

Die „Formel des Überlebens" endet mit der „lokalen Implementierung". Die Kombination aus medizinischer Wissenschaft und effizienter Lehre reicht nicht aus, um Überleben zu verbessern, wenn die Implementierung schlecht ist oder fehlt.

Einfluss der Leitlinien

In jedem Land basiert die Reanimationspraxis im Wesentlichen auf der Einführung der international vereinbarten Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation. Studien zum Einfluss der inter-

nationalen Reanimationsleitlinien legen eine positive Beeinflussung von CPR-Durchführung,[906,950] Wiederkehr eines Spontankreislaufs,[105,906,950-953] und Überleben bis zur Krankenhausentlassung nahe.[105,906,950-954]

Nutzung der Informationstechnologie und der sozialen Medien

Die weite Verbreitung von Smartphones und Tablets führte zur Entwicklung vieler Möglichkeiten zur Einführung in Erste-Hilfe-Maßnahmen durch die Nutzung von Apps und sozialen Medien.

Messung der Effizienz von Reanimationssystemen

Nachdem Systeme zur Verbesserung der Folgen eines Kreislaufstillstands entwickelt wurden, muss deren Einfluss genau untersucht werden. Die Messung der Leistung und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen werden das Erreichen optimaler Ergebnisse weiter fördern.[939,955-960]

Debriefing nach Reanimationen im innerklinischen Bereich

Nachbesprechungen des innerklinischen Reanimationsteams zu seiner Arbeitsweise nach einem realen Kreislaufstillstand (nicht im Training) können zu einem verbesserten CPR-Ergebnis führen.

Dies kann entweder in Echtzeit mit Aufzeichnung technischer Reanimationsparameter (beispielsweise durch die Aufzeichnung der Thoraxkompression) oder im Rahmen eines strukturierten, auf die Durchführungsqualität fokussierten Debriefings erfolgen.[939,961]

Medizinische Notfallteams (MET) für Erwachsene

Wenn man die Überlebenskette des Kreislaufstillstands betrachtet,[13] steht am Anfang die Früherkennung des zunehmend kritisch kranken Patienten und das Verhindern des Kreislaufstillstands. Wir empfehlen die Einführung eines MET, da damit niedrigere Zahlen von Atem-Kreislauf-Stillstand[962-968] sowie höhere Überlebensraten[963,965-970] verbunden sind. Das MET ist Teil eines Rapid-Response-Systems (RRS), das Mitarbeiterschulungen über die Symptome der Patientenverschlechterung, angemessenes und regelmäßiges Erheben der Vitalfunktionen der Patienten, klare Handlungsanweisungen (beispielsweise durch Alarmierungskriterien oder ein Frühwarnsystem) zur Unterstützung des Personals in der Früherkennung von sich verschlechternden Patienten, klare einheitliche Alarmierungswege für weitere Unterstützung und eine klinische Antwort auf solche Alarmierungen beinhaltet.

Training in Bereichen mit limitierten Ressourcen

Es gibt unterschiedliche Unterrichtstechniken für BLS- und ALS-Maßnahmen bei eingeschränkten Ressourcen. Diese beinhalten Simulation, multimedialen Unterricht, selbst gesteuertes Lernen, selbst gesteuertes Lernen am Computer und Kurse mit eingeschränkt anwesenden Instruktoren. Einige dieser Techniken sind günstiger und benötigen weniger Ausbilder, so tragen sie zur weiteren Verbreitung von ALS- und BLS-Training bei.

Ethik der Reanimation und Entscheidungen am Lebensende

Das Prinzip der Patientenautonomie

Die Achtung der *Autonomie* bezieht sich auf die Pflicht des Arztes, die Präferenzen eines Patienten zu respektieren und Entscheidungen zu treffen, die mit dessen Werten und Überzeugungen übereinstimmen. Eine patientenzentrierte Gesundheitsversorgung stellt den Patienten in den Mittelpunkt des Entscheidungsprozesses, statt ihn als Empfänger einer medizinischen Entscheidung anzusehen. Die Beachtung dieses Prinzips während eines Kreislaufstillstands, wenn der Patient nicht in der Lage ist, seine Präferenzen mitzuteilen, stellt eine Herausforderung dar.[971-974]

Das Prinzip der Fürsorge

Fürsorge impliziert, dass Interventionen dem Patienten nützen, nach Abwägung relevanter Risiken und Vorteile. Bestehende evidenzbasierte Leitlinien unterstützen professionelle Helfer bei der Entscheidung, welche Therapieansätze am zweckdienlichsten sind.[11,975,976]

Das Prinzip der Schadensvermeidung

Ein Wiederbelebungsversuch ist bei den meisten Patienten in akuten lebensbedrohlichen Situationen zur Regel geworden.[977,978]

Wiederbelebung ist aber eine invasive Prozedur mit geringer Erfolgswahrscheinlichkeit. CPR soll deshalb in aussichtlosen Fällen nicht durchgeführt werden. Es ist aber schwierig, Aussichtslosigkeit auf eine präzise und prospektive Weise zu definieren, die auf die Mehrheit der Fälle zutrifft.

Das Prinzip der Gerechtigkeit und des gleichberechtigten Zugangs

Gerechtigkeit impliziert, dass Gesundheitsressourcen gleich und gerecht verteilt werden, unabhängig vom sozialen Status des Patienten, ohne Diskriminierung, mit dem Recht jedes Individuums, nach dem aktuellen Stand versorgt zu werden.

Medizinische Aussichtslosigkeit

Eine Wiederbelebung wird als aussichtslos angesehen, wenn nur minimale Chancen auf ein qualitativ gutes Überleben bestehen.[979] Die Entscheidung, einen Wiederbelebungsversuch nicht zu beginnen, bedarf nicht der Zustimmung des Patienten oder der ihm Nahestehenden, weil sie häufig unrealistische Erwartungen über Erfolgsaussichten haben. Entscheidungsträger haben in Übereinstimmung mit einer „klaren und zugänglichen Richtlinie" die Verpflichtung, den Patienten zu konsultieren oder seinen Vertreter, falls der Patient dazu nicht im Stande ist.[982-984]

In einigen Ländern sind Vorausverfügungen zum Nichteinleiten eines Reanimationsversuchs erlaubt, während es in anderen Ländern oder Religionen nicht gestattet oder illegal ist, von einer Wiederbelebung abzusehen. Bei Begriffen wie „Kein Reanimationsversuch" („Do Not Attempt Resuscitation", DNAR) oder „Keine kardiopulmonale Reanimation" („Do Not Attempt Cardiopulmonary Resuscitation", DNACPR) oder „Natürlichen Tod ermöglichen" („Allow Natural Death", AND) besteht ein Mangel an Einheitlichkeit. Dieser verwirrende Gebrauch von Akronymen kann in nationaler Gesetzgebung und Rechtsprechung zu Missverständnissen führen.[985,986]

Vorausverfügungen

Vorausverfügungen sind Entscheidungen über eine Behandlung, die von einer Person im Vorhinein für den Fall getroffen werden, dass sie irgendwann in der Zukunft nicht in der Lage sein wird, sich direkt an medizinischen Entscheidungsfindungen zu beteiligen.[987] Verfügungen sollen regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie den aktuellen Willen des Patienten ausdrücken und dass die Umstände akkurat berücksichtigt werden.[980,988,989] In den nationalen Gesetzgebungen europäischer Länder ist der rechtliche Status von Vorausverfügungen jedoch sehr uneinheitlich.[990]

Patientenzentrierte Versorgung

Die zunehmende Zentrierung auf den Patienten innerhalb der Gesundheitsversorgung verlangt, dass wir uns bemühen, die Perspektive des Überlebenden eines Kreislaufstillstands zu verstehen. Das verlangt in diesem Prozess zukünftiges Engagement bei der Zusammenarbeit mit der Öffentlichkeit, mit den Überlebenden von Kreislaufstillständen und ihren Familien als Partner.[991]

Innerklinischer Kreislaufstillstand

Nach innerklinischem Kreislaufstillstand besteht das Standardvorgehen darin, mit der Wiederbelebung zu beginnen, es sei denn, dass eine Entscheidung getroffen wurde, keine Reanimation einzuleiten. Reanimationsentscheidungen sollen aktualisiert werden. Es ist häufig schwierig zu bestimmen, wann eine Wiederbelebung wahrscheinlich erfolglos oder aussichtslos sein wird. Vorhersagestudien sind in besonderer Weise auf Systemfaktoren, wie Zeit bis Beginn der CPR und Zeit bis zur Defibrillation, angewiesen. Die gesamte Studienkohorte muss aber nicht auf den Einzelfall zutreffen. Entscheidungen sollen niemals auf nur einem Element, etwa dem Alter, basieren.[992] Es verbleiben Grauzonen, in denen Urteilsvermögen hinsichtlich individueller Patienten erforderlich ist.

Außerklinischer Kreislaufstillstand

Die Entscheidung, eine Wiederbelebung zu beginnen oder abzubrechen, ist außerhalb des Krankenhauses wegen des Mangels an ausreichenden Informationen über den Willen und die Wertvorstellungen eines Patienten, über Komorbiditäten sowie die gesundheitliche Ausgangslage meist bedeutend schwieriger.[993,994]

Nichteinleiten oder Abbruch der Reanimation

Transport unter Fortführung der Reanimation
Professionelle Helfer sollen erwägen, bei Kindern und Erwachsenen eine Reanimation nicht zu beginnen oder abzubrechen, wenn:

- die Sicherheit des Helfers nicht länger gewährleistet ist,
- eine offensichtlich tödliche Verletzung vorliegt oder der irreversible Tod eingetreten ist,
- eine gültige und zutreffende Vorausverfügung vorliegt,
- es einen anderen starken Hinweis darauf gibt, dass weitere Reanimationsmaßnahmen gegen die Wertvorstellungen und Präferenzen des Patienten verstoßen würden, oder die Maßnahmen als aussichtslos betrachtet werden,
- trotz laufender erweiterter Maßnahmen und ohne reversible Ursache eine Asystolie länger als 20 Minuten besteht.

Nach Abbruch einer Reanimation soll mit Blick auf eine Organspende die Möglichkeit geprüft werden, den Kreislauf weiterhin zu unterstützen und den Patienten in ein geeignetes Zentrum zu transportieren.

Sind die erwähnten Kriterien zur Nichteinleitung einer Reanimation nicht gegeben, sollen professionelle Helfer einen Transport ins Krankenhaus unter Fortführung der Reanimation erwägen, wenn eines der folgenden Kriterien zutrifft:

- vom Rettungsdienst beobachteter Stillstand,
- Spontankreislauf (ROSC) zu irgendeinem Zeitpunkt,
- Kammerflimmern/Kammertachykardie (VF/VT) als vorliegender Rhythmus,
- mutmaßlich reversible Ursache (z.B. kardial, toxisch, Hypothermie).

Diese Entscheidung soll frühzeitig im Prozess erwogen werden, nach zehn Minuten ohne ROSC und unter Berücksichtigung der Umstände, wie Entfernung, Verzögerung der Reanimation und vermutliche Qualität der Maßnahmen, mit Blick auf die Patientencharakteristika.

Kreislaufstillstand bei Kindern

Trotz Differenzen bei Pathophysiologie und Ätiologie unterscheidet sich der ethische Entscheidungsrahmen beim pädiatrischen Kreislaufstillstand nicht wesentlich. In den meisten Ländern werden in Fällen des plötzlichen, ungeklärten oder durch Unfall verursachten Todes Behörden eingeschaltet. In einigen Ländern findet eine systematische Untersuchung aller Fälle von Kindstod statt, um ein besseres Verständnis und Kenntnisse für die Prävention zukünftiger kindlicher Todesfälle zu erlangen.[995]

Sicherheit der Helfer

Epidemien von Infektionskrankheiten haben diesbezügliche Bedenken hervorgerufen, die mit der Versorgung von Kreislaufstillstandspatienten zu tun haben. Beim Reanimationsversuch an einem infektiösen Patienten müssen professionelle Helfer ordnungsgemäße Schutzausrüstung verwenden und in deren Gebrauch geschult sein.[996,997]

Organspende

Das primäre Ziel einer Reanimation besteht darin, das Leben des Patienten zu retten.[998] Gleichwohl können Wiederbelebungsbemühungen zum Hirntod führen. In solchen Fällen kann das Ziel der

Reanimation sich dahingehend verändern, dass Organe für eine mögliche Spende erhalten werden.[999] Die Verpflichtung des Reanimationsteams gegenüber dem lebenden Patienten soll indes nicht mit der Verpflichtung von Ärzten gegenüber dem toten Spender durcheinandergebracht werden, wobei Organe erhalten werden, um das Leben anderer Personen zu retten. Alle europäischen Länder sollen ihre Anstrengungen steigern, die Möglichkeiten der Organspende von Patienten mit Kreislaufstillstand, die für hirntot erklärt bzw. bei denen bei erfolgloser Reanimation die Maßnahmen eingestellt wurden, zu maximieren.[1000]

Unterschiede bei der ethischen Praxis in Europa

Repräsentanten von 32 europäischen Ländern mit ERC-Aktivitäten haben auf Fragen zur lokalen ethischen Gesetzgebung und Praxis bei der Reanimation sowie zur Organisation von prä- und innerklinischen Reanimationsdiensten geantwortet.[1001] Gleicher Zugang zu Notfallversorgung und frühzeitiger Defibrillation ist mittlerweile gut etabliert. Das Prinzip der Patientenautonomie wird in der Mehrzahl der Länder rechtlich gestützt. Andererseits ist es in weniger als der Hälfte der Länder der Familie normalerweise erlaubt, während der Reanimation anwesend zu sein. Derzeit werden Euthanasie und ärztlich unterstützter Suizid in vielen europäischen Ländern kontrovers diskutiert, und in einigen dieser Länder

ist die Debatte sehr aktuell. Professionelle Helfer sollen etablierte nationale und lokale Gesetze und Richtlinien kennen und anwenden.

Anwesenheit der Familie während der Reanimation

Der ERC befürwortet, dass Angehörigen die Möglichkeit angeboten wird, während eines Wiederbelebungsversuchs anwesend zu sein, wobei man über kulturelle und soziale Besonderheiten Bescheid wissen und mit diesen sensibel umgehen soll. DNAR-Entscheidungen und zu DNAR gehörige Besprechungen sollen klar in der Akte des Patienten aufgezeichnet werden.[1002-1005] Mit der Zeit können sich die Situation oder die Ansichten des Patienten ändern, sodass DNAR-Anweisungen entsprechend überprüft werden sollen.[1006]

Ausbildung von professionellen Helfern über DNAR-Aspekte

Professionelle Helfer sollen in den rechtlichen und ethischen Grundlagen von DNAR-Entscheidungen ausgebildet werden und auch darin, wie mit Patienten, Verwandten und Angehörigen effektiv kommuniziert wird. Lebensqualität, palliative Versorgung und Entscheidungen am Lebensende müssen als feste Bestandteile ärztlichen und pflegerischen Handelns erklärt werden.

Durchführung von Maßnahmen an gerade Verstorbenen

Da zur Durchführung von Maßnahmen an gerade Verstorbenen eine große Bandbreite an Meinungen existiert, wird Medizinstudierenden und professionell Lehrenden geraten, die etablierten rechtlichen, regionalen und lokalen Richtlinien kennenzulernen und zu befolgen.

Forschung und informierte Einwilligung

Forschung im Bereich der Reanimation ist nötig, um allgemein eingesetzte Interventionen mit unsicherer Wirksamkeit oder neue, potenziell nutzbringende Therapien zu testen. Um Teilnehmer in eine Studie einzuschließen, muss eine informierte Einwilligung eingeholt werden. In Notfällen ist oft nicht ausreichend Zeit, eine solche zu erlangen. Eine nachträgliche Einwilligung oder eine Ausnahme von der informierten Einwilligung mit vorausgehender Konsultation der Öffentlichkeit wird als ethisch akzeptable Alternative angesehen, um die Autonomie zu achten.[1010,1011] Nach zwölf Jahren Ungewissheit wird von einer neuen Verordnung der Europäischen Union (EU) zur Zulassung der nachträglichen Einwilligung erwartet, dass sie die Notfallforschung zwischen den Mitgliedstaaten harmonisiert und fördert.[1009,1010,1012,1013]

Audit des innerklinischen Kreislaufstillstands und Registeranalysen

Das lokale Management der Reanimation kann durch Besprechungen nach Reanimationseinsätzen verbessert werden, um den PDCA-Zyklus („plan do check act") des Qualitätsmanagements zu gewährleisten. Nachbesprechungen können Qualitätsfehler bei der Reanimation identifizieren und ihre Wiederholung vermeiden.[939,961,1014] Eine teambasierte Reanimationsinfrastruktur mit einem auf mehreren Ebenen institutionalisierten Audit[1015], die genaue Dokumentation[1016] der Reanimationsversuche auf Ebene eines nationalen Audits und/oder eines multinationalen Registers sowie nachfolgend eine Datenanalyse mit Rückkopplung der Ergebnisse kann zur kontinuierlichen Verbesserung der innerklinischen Reanimationsqualität und des Outcomes nach Kreislaufstillstand bei tragen.[362,1017-1020]

Copyright and translation declarations – GL 2015 (translation by GRC, ARC and SRC)

© European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) and Swiss Resuscitation Council (SRC) 2015. All rights reserved. No parts of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the ERC or the respective National Resuscitation Council.
Disclaimer: No responsibility is assumed by the authors and the publisher for any injury and/or damage to persons or property as a matter of products liability, negligence or otherwise, or from any use or operation of any methods, products, instructions or ideas contained in the material herein.
This publication is a translation of the Executive Summary for the original ERC Guidelines 2015. The translation is made by and under supervision of the German (GRC), Austrian (ARC) and Swiss Resuscitation Council (SRC) by the translators mentioned below, copy editing was done by Angela Kreimeier. The German translation was authorised by B. Dirks, Ulm (GRC). The GRC, ARC and SRC are solely responsible for its contents.
If any questions arise related to the accuracy of the information contained in the translation, please refer to the English version of the ERC guidelines which is the official version of the document.
Any discrepancies or differences created in the translation are not binding to the European Resuscitation Council, German Resuscitation Council, Austrian Resuscitation Council and Swiss Resuscitation Council and have no legal effect for compliance or enforcement purposes.
Contact
The German Resuscitation Council manages the rights to the German version. Any requests concerning the publication or any other distribution of the content by third parties must be submitted through GRC to the GRC, ARC and SRC

Copyright und Übersetzung– Leitlinien 2015 (Übersetzung durch GRC, ARC und SRC)

© European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) und Swiss Resuscitation Council (SRC) 2015. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen oder der Überführung in irgendeine andere Form durch jegliche Methode, elektronisch, mechanisch, durch Photokopie, Aufzeichnung oder auf anderem Wege, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Sie bedürfen der schriftlichen Zustimmung des ERC oder des GRC.
Disclaimer: Autoren und Herausgeber übernehmen keine Verantwortung für Verletzung und/oder Schädigung von Personen oder Eigentum im Rahmen der Produkthaftung, Fahrlässigkeit oder auf anderer Grundlage, noch bei Verwendung oder Betrieb von Verfahren, Produkten, Anleitungen oder Konzepten, die in dieser Publikation enthalten sind.
Dies ist eine Übersetzung der Executive Summary der Original ERC Leitlinien 2015. Die Übersetzung wurde durch German (GRC), Austrian (ARC) und Swiss Resuscitation Council (SRC) durchgeführt und überwacht. Die Übersetzer sind im Folgenden aufgeführt, Copy Editorin war Angela Kreimeier. Die deutsche Übersetzung wurde durch B. Dirks, Ulm (GRC) authorisiert. Ausschließlich GRC, ARC und SRC sind für den Inhalt verantwortlich.
Sollten sich Fragen zur Richtigkeit der Übersetzung ergeben, verweisen wir sie auf die englische Version der ERC Leitlinien. Diese stellen die offizielle Version des Dokumentes dar. Diskrepanzen zwischen Übersetzung und Original sind für European Resuscitation Council, German Resuscitation Council, Austrian Resuscitation Council und Swiss Resuscitation Council nicht rechtsverbindlich und haben keine rechtlichen Auswirkungen bezügliche Einhaltung der Leitlinien und Geltendmachen von Schäden.
Kontakt
Der German Resuscitation Council – Deutscher Rat für Wiederbelebung nimmt die Rechte der deutschen Fassung wahr. Jegliche Anfrage zur Publikation oder Weitergabe des Inhalts an Dritte muss über den GRC an GRC, ARC und SRC gerichtet werden.

Dieses Taschenbuch des German Resuscitation Council – Deutscher Rat für Wiederbelebung stellt zusammengefasst die Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council in autorisierter deutscher Übersetzung vor:

- auf der Grundlage des aktuellen internationalen wissenschaftlichen ILCOR Konsens 2015
- für Ärzte und medizinisches Fachpersonal, vor allem im Bereich der präklinischen und innerklinischen Notfallversorgung sowie im Bereich der medizinischen und Laien-Ausbildung

Wiederbelebung aktuell

- Basismaßnahmen der Reanimation und AED
- Erweiterte Maßnahmen
- Besondere Situationen
- Postreanimationsbehandlung
- Reanimation von Kindern
- Reanimation des Neugeborenen
- Initiales Management des Akuten Koronarsyndroms
- Erste Hilfe
- Ausbildung und Implementierung
- Ethik und Entscheidungen am Lebensende

GRC
GERMAN RESUSCITATION COUNCIL
DEUTSCHER RAT FÜR WIEDERBELEBUNG

ARC

SRC