

Cardiopulmonary resuscitation 2010

H. A. Adams · A. Flemming

Kardiopulmonale Reanimation 2010**PIN-Nr. 310111**

Es liegt kein Interessenkonflikt vor.

Schlüsselwörter

Reanimation – Thoraxkompression – Defibrillation – Adrenalin – Amiodaron

Keywords

Cardiopulmonary Resuscitation – Chest Compression – Defibrillation – Adrenaline – Amiodarone

Zusammenfassung

Die ERC-Leitlinie 2010 betont den hohen Stellenwert der Thoraxkompression mit einer auf 5-6 cm erhöhten Drucktiefe, einer Frequenz von 100-120/min sowie Obergrenzen der Unterbrechung bei Beatmung und manueller Defibrillation (jeweils bis 5 s) und dem Vorbringen des Endotrachealtubus durch die Stimmritze (bis 10 s). Die Relation von Thoraxkompression und Beatmung ist mit 30:2 unverändert. Gegenüber der Leitlinie 2005 entfällt die Vorgabe, vor der ersten Rhythmusanalyse zunächst 2 min Basismaßnahmen durchzuführen. Bei Kammerflimmern wird 1x defibrilliert; bei beobachtetem Auftreten von Kammerflimmern im Einzelfall initial bis 3x in Folge. Nach der 3. Defibrillation werden Adrenalin (1 mg) und Amiodaron (300 mg) nunmehr in rascher Folge hintereinander gegeben. Bei Asystolie wird 1 mg Adrenalin injiziert (Wiederholung alle 3-5 min), die Gabe von Atropin entfällt. Die endotracheale Medikamentenzufuhr für Erwachsene wird nicht mehr empfohlen; die intraossäre Injektion ist, ebenso wie bei Kindern, der Zufuhrweg der zweiten Wahl.

Summary

The 2010 ERC-guidelines strongly emphasise the need for high-quality chest compression to a depth of 5-6 cm and a rate of 100-120/min. Delivery of compressions should not be interrupted for more than 5 s for manual defibrillation and 10 s for passing the endotracheal

tube through the vocal cords. The ratio of compression-ventilation remains unchanged at 30:2. Routine BLS for two minutes before rhythm analysis is no longer recommended. In the event of ventricular fibrillation, a single shock is recommended; serial 3 shocks may be given initially in the event of witnessed ventricular fibrillation only. After the third shock, adrenaline (1 mg) and amiodarone (300 mg) are now given immediately one after another. In the event of asystole, 1 mg adrenaline is given (repeated every 3-5 min); atropine is no longer recommended. In adults, endotracheal delivery of drugs is no longer recommended; as in children, the intraosseous route is the route of second choice after failed intravenous access.

Einleitung und Grundlagen

Die Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf sichern die Sauerstoff- und Energieversorgung des Organismus und die Elimination der Stoffwechselendprodukte. Limitierend ist die Sauerstoffversorgung des Zentralnervensystems (ZNS). Wird diese durch einen Kreislaufstillstand unterbrochen, tritt mit dem Erlöschen des Funktionsstoffwechsels nach einigen Sekunden - jedoch keineswegs sofort - die Bewusstlosigkeit ein. Nach einer nicht sicher einzuschätzenden Zeitspanne im Bereich von 3-5 min kommt es mit dem Erlöschen des Strukturstoffwechsels des ZNS zu Hirnschaden und Tod.

Ziel der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) ist das selbstbewusste und möglichst auch selbstbestimmte Leben des Patienten. Es besteht imperativer Handlungszwang, um die Option für das Leben zu erhalten [1].

Der Erfolg eines Reanimationsversuchs hängt von vielen Faktoren ab und ist im Einzelfall nicht vorhersehbar. Zeuganagnaben sind grundsätzlich fragwürdig; so ist es durchaus möglich, dass auch bei längerer beobachteter Bewusstlosigkeit - zumindest zeitweise - eine grenzwertige Brady- oder Tachykardie mit zerebraler Minimalperfusion und Erhalt des Strukturstoffwechsels bestanden hat. Ebenso ist die Prognose bei Kindern, einem Wasserunfall sowie bei Unterkühlung und Intoxikation nur schwierig abzuschätzen.

Im Erwachsenenalter tritt der Kreislaufstillstand meist in Folge eines kardialen Ereignisses auf (myokardiale Ischämie mit Myokardinfarkt und vitalbedrohliche Rhythmusstörung, aber auch Elektrolytstörung, Intoxikation, Elektounfall und Perikardtamponade); darüber hinaus kommen respiratorische Ursachen (Verlegung bzw. Obstruktion der Atemwege, Sauerstoffmangel der Umgebungsluft) und zirkulatorische Ursachen (Schockformen, Lungenarterienembolie) in Betracht. Im Kindesalter steht die respiratorische Insuffizienz ganz im Vordergrund, was sich auch in der Betonung von Beatmung und Sauerstoffzufuhr während der CPR niederschlägt.

Reanimationsleitlinien dienen vor allem dem unverzüglichen und standardisierten initialen Handeln und fassen den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand bestmöglich zusammen. Insbesondere im Verlauf einer protrahierten CPR kann aber durchaus ein pathophysiologisch begründetes individuelles Vorgehen im Sinne der ärztlichen Kunst geboten sein.

Die nachstehenden Ausführungen beruhen auf der Leitlinie des European

Resuscitation Council (ERC) vom Oktober 2010 [2]. Sie sollen der raschen praktischen Umsetzung dieser Vorgaben im Sinne einer konkreten Handlungshilfe dienen, so dass auf die Diskussion der Einzelaspekte weitgehend verzichtet wird. Im Zentrum steht die Reanimation des Erwachsenen; die Besonderheiten im Kindesalter werden nur summarisch dargestellt. Ergänzende Ausführungen der Autoren sind deutlich als Anmerkung gekennzeichnet.

Die ERC-Leitlinie 2010

Einführung

Die Jahrzehntelange Ära des 2:15 (Verhältnis von Beatmung und Thoraxkompression) der Einhelfermethode und des 1:5 der Zweihelfermethode wurde im Jahr 1996 mit dem Übergang zum einheitlichen Verhältnis von 2 : 15 beendet. Im Jahr 2005 [3] erfolgte der Übergang auf 30:2 - damit trat die Thoraxkompression (früher auch Herzdruckmassage oder Herzmassage) in den Vordergrund, und in der Folge wurde der völlige Verzicht auf die Beatmung durch Laien zwar diskutiert, aber nicht realisiert [4].

In der Leitlinie 2010 wird der hohe Stellenwert der Thoraxkompression deutlich betont. So soll die Drucktiefe nunmehr 5-6 cm (bislang 4-5 cm) und die Frequenz 100-120/min (bislang 100/min) betragen. Es werden Obergrenzen für die Unterbrechung bei Beatmung und manueller Defibrillation (jeweils bis 5 s) und dem Vorbringen des Endotrachealtubus durch die Stimmritze (bis 10 s) vorgegeben. Die Relation von Thoraxkompression und Beatmung ist mit 30:2 unverändert geblieben. Gegenüber der Leitlinie 2005 entfällt die Vorgabe, vor der ersten Rhythmusanalyse zunächst 2 min Basismaßnahmen durchzuführen. Bei Kammerflimmern wird unverändert 1x defibrilliert. Neu ist, dass bei beobachtetem Auftreten von Kammerflimmern im Einzelfall - z.B. bei einem an einen Defibrillator angeschlossenen Patienten - initial bis 3x in Folge defibrilliert werden kann. Nach der 3. Defibrillation werden Adrenalin und Amiodaron nunmehr in rascher Folge gegeben. Bei Asystolie entfällt die Gabe von Atropin. Die en-

dotracheale Medikamentenzufuhr wird für Erwachsene nicht mehr empfohlen; die intraossäre Injektion ist, ebenso wie bei Kindern, der Zufuhrweg der zweiten Wahl.

Basismaßnahmen - Basic Life Support (BLS)

Allgemeines

Basismaßnahmen sind die Prüfung der Vitalfunktionen, die Beatmung und die Thoraxkompression. Hilfe ist situationsgerecht - stets aber möglichst früh - zu rufen.

Prüfung der Vitalfunktionen

- **Bewusstsein** prüfen: Vorsichtiges Schulterschütteln und laute Ansprache.
- Situationsgerecht **Hilfe** alarmieren; z.B. weitere Helfer in der Umgebung und Rettungsdienst über Notruf 112.
 - Ein automatischer externer Defibrillator (AED) ist, falls vorhanden, unverzüglich einzusetzen.
- **Atmung** prüfen: Kopf überstrecken, Kinn hochziehen, bis 10 s Sehen - Hören - Fühlen.
 - Bei insuffizienter, nicht-normaler Atmung (auch Schnappatmung) ist unverzüglich mit 30 Thoraxkompressionen zu beginnen.
 - Anmerkung: Im Einzelfall (z.B. bei Asphyxie und Zyanose) kann es geboten sein, mit 2 Beatmungen zu beginnen.
 - Nur bei entsprechendem Hinweis sollen Mundhöhle und Pharynx inspiriert und ausgeräumt oder abgesaugt werden.
 - Bei Boluspiration mit Bewusstlosigkeit ist sofort mit der CPR zu beginnen. Bei Boluspiration ohne Bewusstlosigkeit sind zur Mobilisation des Bolus 5 Rückenschläge und ggf. 5 Heimlich-Manöver (energischer Druck mit der geballten Faust auf das Epigastrium) indiziert.
- **Kreislauf** prüfen: Geübte können den Karotispuls bis 10 s tasten, bei Pulslosigkeit einer Seite nach ca. 5 s alternierend auch kontralateral. Bei nicht sicherem Befund ist von Pulslosigkeit auszugehen.

Technik und Verknüpfung usw.

- **Thoraxkompression (TK):**

Druckpunkt ist die Mitte des Thorax. Mit einem Handballen der verschränkten Hände und gestreckten Ellbogen ist ein energetischer Druck auszuüben (Abb. 1). Die Drucktiefe soll 5-6 cm betragen, die Druckfrequenz 100-120/min.

- Zwischen den Kompressionen ist auf vollständige Entlastung zu achten.
- Wegen der überragenden Bedeutung des kontinuierlichen Blutflusses darf die TK nur zum Zweck der Maskenbeatmung oder Atemspende, der eigentlichen Defibrillation (jeweils bis 5 s) oder beim Vorbringen des Endotrachealtubus durch die Stimmritze (bis 10 s) unterbrochen werden.

- **Beatmung (B):**

Es ist möglichst ein Beatmungsbeutel mit Reservoir und höchstmöglicher FiO_2 (inspiratorischer Sauerstoff-Fraktion) einzusetzen; die Atemspende (vorrangig Mund-zu-Mund) erfolgt nur ersatzweise.

- Die Atemfrequenz (AF) bei gesichertem Atemweg ist 10/min; bei Maskenbeatmung sollen 2 Atemhübe in maximal 5 s appliziert werden.
- Die Insufflationsdauer soll 1 s und das Tidalvolumen (TV) 6-7 ml/kg Körpergewicht (KG) bzw. 500-600 ml betragen.
- Der Thorax muss sich deutlich heben.
- Bei mangelndem Erfolg ist die Mundhöhle zu inspizieren und auszuräumen oder abzusaugen.

- Die **Relation** von Thoraxkompression und Beatmung (TK-B) ist 30:2.

- Bei gesichertem Atemweg erfolgen TK und B kontinuierlich.
- So früh wie möglich ist ein AED einzusetzen.
- Bei **Schwangeren** im 3. Trimenon ist das Becken rechtsseitig durch ein Kissen o. ä. um ca. 15° anzuheben oder der Uterus manuell vorsichtig nach links zu verlagern, um eine Kompression der V. cava inferior zu vermeiden.

Anmerkung: Bei der ersten TK ist ein Probedruck sinnvoll, um der individuellen Konstitution des Patienten Rechnung zu tragen. Weiter erscheint es pathophysiologisch sinnvoll, situationsabhängig die kardiale Vorlast und den zerebralen

Perfusionsdruck durch Anheben der Beine zu erhöhen [5], ohne dass dies den Ablauf verzögern darf.

Bewusstlose Patienten mit suffizienter Spontanatmung können im Einzelfall bis zur Sicherung des Atemwegs in die stabile Seitenlage gebracht werden (Abb. 2).

Erweiterte Maßnahmen - Advanced Life Support (ALS)

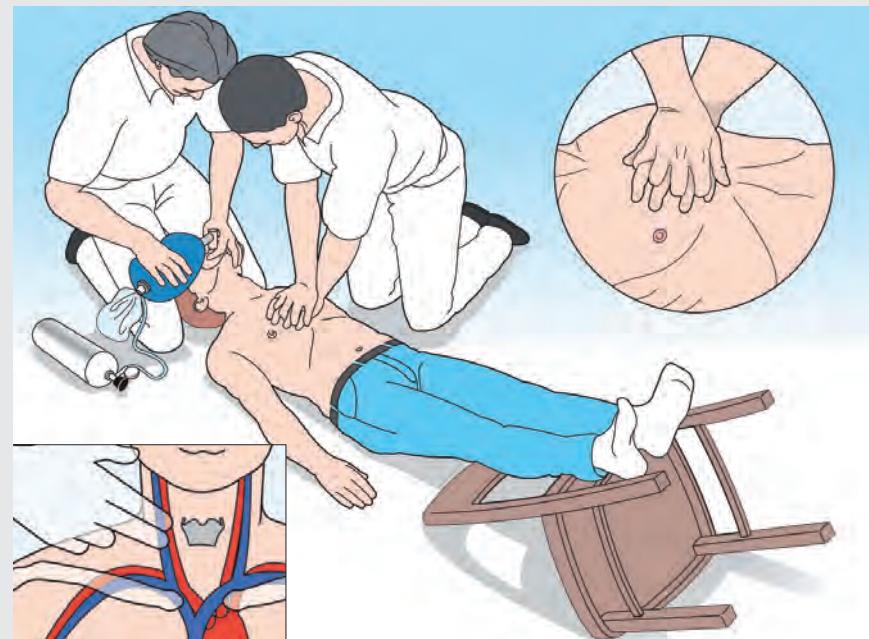
Grundlagen

Zur Differenzierung des Kreislaufstillstands muss vorrangig die EKG-Ableitung (möglichst über Defibrillator-Klebeeletroden) und ggf. die Behandlung durch Defibrillation erfolgen.

Weitere wichtige Maßnahmen sind die

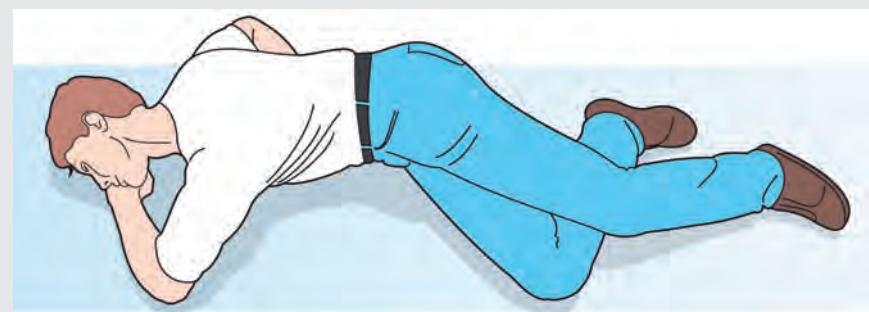
- Atemwegssicherung und Beatmung (initiale FiO_2 1,0) sowie die
 - Anlage eines Gefäßzugangs zur medikamentösen Therapie.
- Stets ist auf die Beseitigung reversibler Ursachen zu achten. Dazu zählen:
- Hypoxie,
 - Hypovolämie,
 - Hyper- oder Hypokaliämie sowie andere Elektrolytstörungen,

Abbildung 1



Basismaßnahmen der Reanimation (aus [6]) - Helferposition ggf. alle 2 min wechseln.

Abbildung 2



Stabile Seitenlagerung (aus [6]).

- Hypothermie,
- Perikardtamponade,
- Spannungspneumothorax,
- Vergiftung und
- Lungenarterienembolie.

Defibrillierbare Rhythmen

- **Kammerflimmern (KF):** Beim KF liegt eine unkoordinierte myokardiale Fibrillation ohne Auswurfleistung vor; das EKG zeigt unregelmäßige und ungeordnete Erregungen hoher Frequenz.
- **Pulslose ventrikuläre Tachykardie (PVT):** Bei der PVT zeigt das EKG eine regelmäßige schnelle Folge breiter Kammerkomplexe ohne klinisch fassbare Auswurfleistung.

Nicht-defibrillierbare Rhythmen

- **Asystolie:** Im EKG fehlen die Kammerkomplexe, evtl. sind einzelne P-Wellen vorhanden. Die Erfolgsaussichten der CPR sind bei primärer Asystolie geringer als bei KF oder PVT.
- **Pulslose elektrische Aktivität (PEA):** Es liegt eine im EKG erkennbare elektrische Aktion ohne Auswurfleistung vor. Diese wurde früher - pathophysiologisch treffend - als elektromechanische Entkoppelung oder Dissoziation (EME, EMD) bezeichnet.

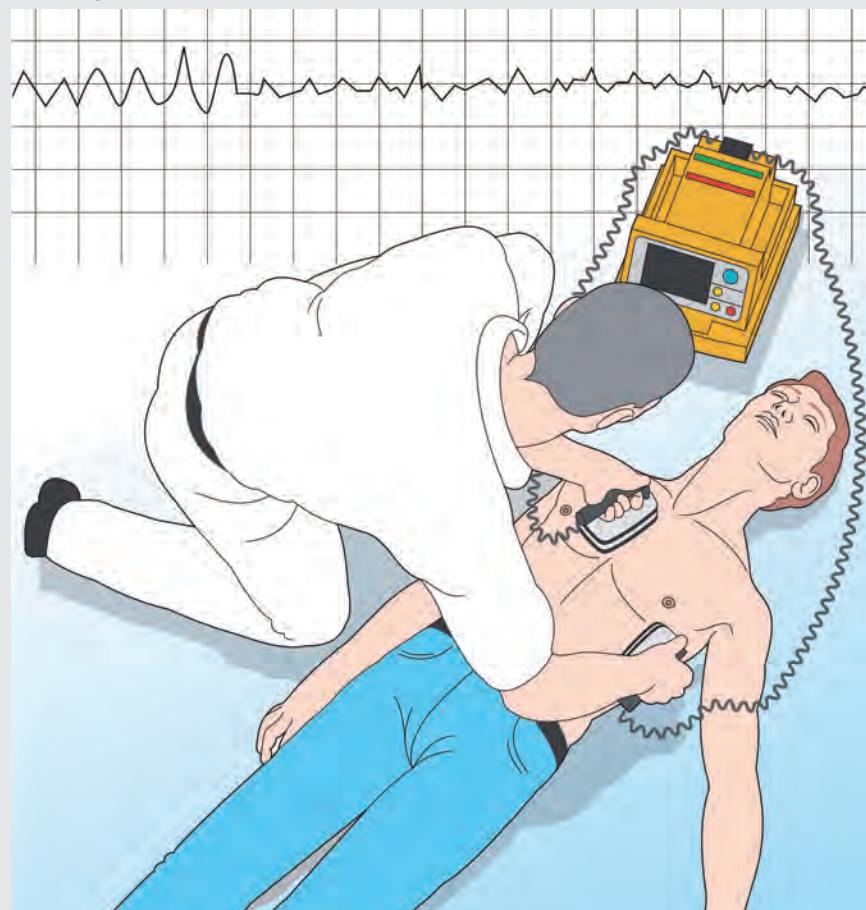
Defibrillation (DF) ist die simultane Depolarisation einer kritischen Myokardmasse durch eine ausreichende Gleichstrommenge zur Wiederherstellung einer geordneten elektrischen Erregung mit effektiver Kontraktion (Abb. 3).

Wichtige Faktoren für den DF-Erfolg sind:

- Ausreichende Oxygenierung des Myokards,
- korrekte Position der Elektroden mit engem Hautkontakt,
- Energiemenge [J] und Stromkurvenverlauf.

Bei der **biphasischen DF** verläuft der Strom in einem definierten Zeitraum in positiver und dann negativer Richtung, während er bei der zunehmend verlassenen **monophasischen DF** mit höherer Spitzenenergie sinusförmig oder exponentiell in eine Richtung verläuft.

Abbildung 3



Defibrillation (aus [6]) - nach Möglichkeit sind Klebeelektroden zu benutzen.

- Bei unbeobachtetem (längeren) Kreislaufstillstand ist unverzüglich mit den Basismaßnahmen zu beginnen, um damit u.a. das Myokard zu oxygenieren. Bei beobachtetem Kollaps mit defibrillierbarem Rhythmus kann dagegen ein präkordialer Faustschlag sowie im Einzelfall die sofortige DF (bis 3x) ohne vorangehende Basismaßnahmen erfolgen.
- Etwaige Medikamentenpflaster werden entfernt und danach die **Klebe-elektroden** aufgebracht - ersatzweise sind Handelektroden leicht anzufeuchten und fest aufzudrücken.
- Die normale **Elektrodenposition** ist rechts parasternal unterhalb der Klavikula und links lateral der Herzspitze (sternal-apikal). Bei Patienten mit Herzschrittmacher usw. sind mindestens 8 cm Abstand zum Aggregat einzuhalten und ggf. eine alternative Position zu wählen: Biaxillär, apikal-dorsal (rechts infraskapulär) oder prä- und postkardial (links infraskapulär).
- Die **Energiemenge** beträgt bei biphasischer DF (geräteabhängig) für die 1. DF 150-200 J, für alle weiteren 150-360 J; bei monophasischer DF stets 360 J.
- Es wird nur 1x defibrilliert und ohne anschließende EKG- oder Pulskontrolle sofort weiter mit TK-B behandelt.
- Wegen des geringeren Thoraxvolumens soll die DF in Expiration erfolgen. Wegen der Entzündungsgefahr in sauerstoffangereicherter Atmosphäre darf ein Respirator usw. jedoch nicht diskonnektiert werden.
- Bei einer Körperkerntemperatur (KKT) <30 °C wird maximal 3x defibrilliert.

Die TK darf maximal 5 s unterbrochen werden - die TK wird daher beim Aufladen des Defibrillators fortgesetzt. Beim Auslösen (Ansage: „Achtung - Schock“) darf kein Helfer den Patienten oder elektrisch leitfähige Teile - auch nicht den Beatmungsbeutel - berühren.

Atemwegssicherung

Der Goldstandard der Atemwegssicherung ist die endotracheale Intubation. Je nach Qualifikation des Helfers kann es jedoch geboten sein, ein Ersatzverfahren wie den Larynx-tubus zu benutzen.

- Die orotracheale Intubation sichert den Atemweg des Patienten vor Aspiration und erlaubt die optimale Oxygenierung sowie das Absaugen von Trachea und Hauptbronchien. Die Intubation soll unter laufender TK erfolgen. Zum Vorbringen des Tubus durch die Stimmritze darf die TK bis 10 s unterbrochen werden. Standard ist ein Magill-Tubus von 7,5 mm Innen-durchmesser mit Führungsstab.
- Der Larynx-tubus ist der Maskenbeatmung bezüglich Oxygenierung und Aspirationsschutz überlegen, erreicht aber nicht die Qualität der Atemwegssicherung durch den Endotrachealtubus.
- Lagekontrolle und Fixierung des Tubus sowie die Überwachung der Beatmung und des CPR-Erfolgs durch Kapnographie (cave Hyperventilation) sind obligat.

Gefäßzugänge

- Der **intravenöse** Zugang ist für Erwachsene und Kinder der Zufuhrweg der 1. Wahl.
 - Die Medikamente werden möglichst herznah - etwa über die V. jugularis externa - appliziert und z. B. mit 20 ml 0,9 % NaCl oder einer Infusion eingespült.
 - Die Anlage eines ZVK ist grundsätzlich nicht indiziert, ein liegender ZVK ist dagegen zu nutzen.

- Der **intraossäre** Zugang ist für Erwachsene und Kinder der Zufuhrweg der 2. Wahl. Die Medikamentendosierungen entsprechen der intravenösen Injektion.
 - Punktionsorte sind die Medialseite der Tibia im oberen Drittel oder der Bereich des Humeruskopfes.
- Die endotracheale Medikamentenzufuhr für Erwachsene wird nicht mehr empfohlen.

Medikamentöse Therapie

- **Adrenalin** (Suprarenin®) ist das dominierende CPR-Medikament; es wirkt sowohl stark β -mimetisch (positiv inotrop, chronotrop, dromotrop und bathmotrop) als auch α -mimetisch und erhöht so den koronaren und zerebralen Perfusionsdruck. Indikationen sind:
 - Asystolie und PEA nach der 1. Rhythmusanalyse.
 - Persistierendes KF und PVT nach der 3. DF.
 - Die Dosis beträgt 1 mg alle 3 - 5 min i.v.
 - Anmerkung: Adrenalin erregt den sympathisch innervierten M. dilatator pupillae und induziert damit eine **Mydriasis** - nach Applikation von Adrenalin darf die Pupillenweite nicht mehr als Zeichen der zerebralen Hypoxie gewertet werden.

• **Amiodaron** (z.B. Cordarex®) verlängert das Aktionspotential und die Refraktärperiode des Herzens. Indikationen sind persistierendes KF und PVT. Nach der 3. DF und bei persistierendem KF/PVT werden (unmittelbar nach der 1. Adrenalin-Gabe) 300 mg i.v. injiziert; danach werden ggf. nochmals 150 mg i.v. gegeben (z. B. bei der 5. DF) sowie 900 mg/24 h infundiert.

• **Magnesiumsulfat** (z. B. Magnesium-Diasporal®) ist bei PVT mit V. a. Torsades de pointes (Umkehrspitzen-tachykardie) indiziert; darüber hinaus bei ventrikulärer Tachykardie (VT) und PVT mit V. a. Magnesium-Mangel (Diuretika, Hypokaliämie) sowie bei Digitalisintoxikation. Die Dosis beträgt 8 mmol i.v. (= 4 ml 50 % oder 2 g); die Zufuhr wird ggf. nach 10-15 min wiederholt.

• **Calciumglukonat** 10 % ist bei Hyperkaliämie (Dialysepatient), Hypokalämie und Intoxikation mit Kalziumantagonisten indiziert. Die Dosis beträgt 10 ml i.v.

- Eine Pufferung mit **Natriumhydrogen-carbonat** wird bei Hyperkaliämie und Intoxikation mit trizyklischen Antidepressiva empfohlen. Die Dosis beträgt 50 mmol (= 50 ml 8,4 %).

Anmerkung: Nach bevorzugt zentralvenöser Blutgasanalyse (BGA) werden bei schwerer metabolischer Azidose (z. B. pH < 7,25) initial ggf. bis 1 mmol/kg KG Natriumhydrogencarbonat infundiert [5].

- Eine systemische **Lysetherapie** ist bei prothriasierter frustraner CPR unter Verdacht auf fulminante Lungenarterienembolie (Anmerkung: und unter kritischer Wertung der Gesamtumstände) zu erwägen.
 - Es werden 0,6 mg/kg KG (bis 50 mg) Alteplase, 10 E Reteplase oder 0,5 mg/kg KG (bis 50 mg) Tenecteplase i.v. injiziert.
 - Die CPR soll 60 - 90 min fortgesetzt werden, damit das Fibrinolytikum zur Wirkung kommen kann.
- Die Ultima Ratio-Lyse bei Verdacht auf akuten Myokardinfarkt und der Einsatz von Noradrenalin und Vasopressin werden nicht empfohlen.

Bei tiefer Hypothermie werden alle CPR-Medikamente erst bei >30 °C KKT eingesetzt; bis 35 °C werden die Abstände zwischen den Injektionen verdoppelt.

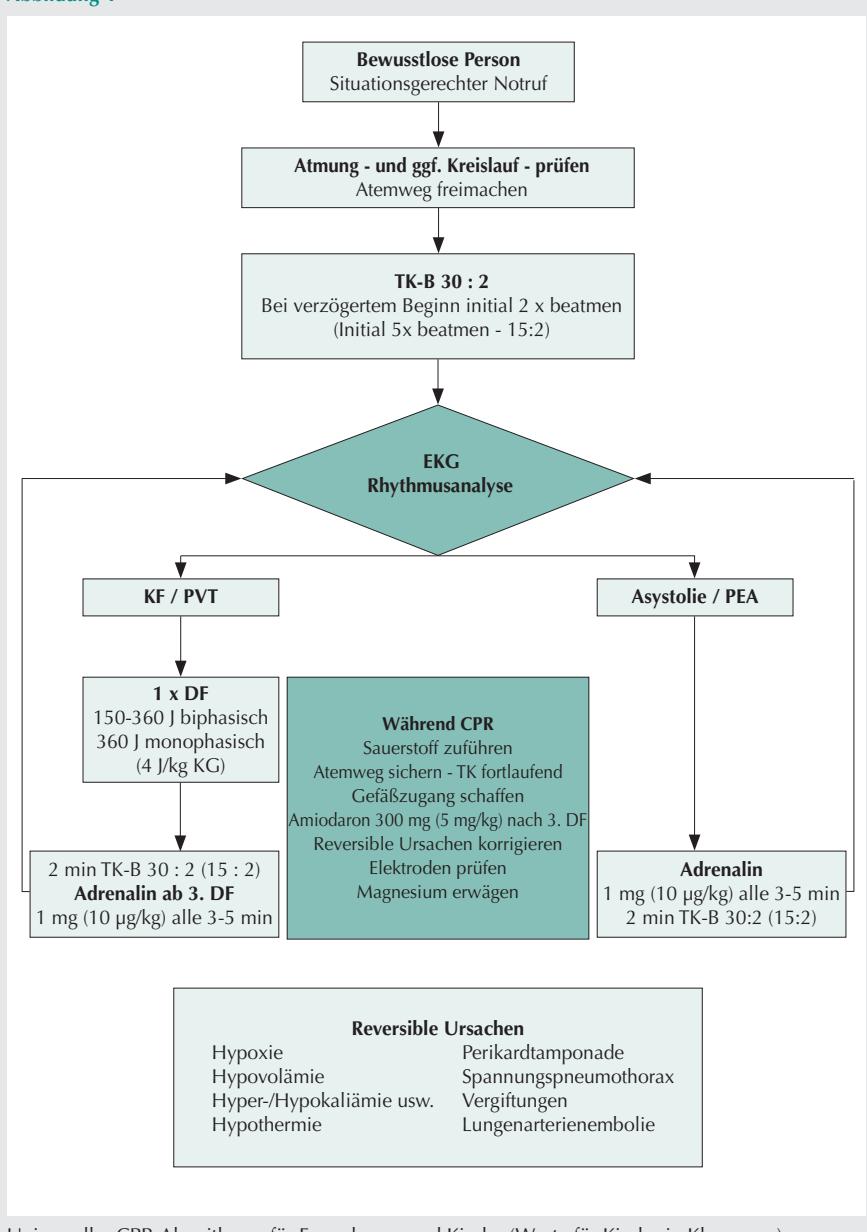
Praktischer Ablauf einer Reanimation

Allgemeines

Nachfolgend wird der Ablauf für eine Zwei-Helfer-CPR beschrieben, die präklinisch oft der initiale Normalfall ist. Bei höherer Helferzahl können die Atemwegssicherung und die Anlage des Gefäßzugangs früher bzw. parallel erfolgen.

- Universeller CPR-Algorithmus (für Erwachsene und Kinder) siehe Abb. 4.
- Eine Schleife dauert 2 min und umfasst etwa 5 TK-B-Zyklen 30:2.
- Eine Pulskontrolle soll nur während der Rhythmusanalyse und bei Anzeichen eines organisierten Rhythmus erfolgen.
- Reversible Ursachen sind zu beseitigen; dabei ist insbesondere die Ultima Ratio-Lyse zu erwägen.

Abbildung 4



Universeller CPR-Algorithmus für Erwachsene und Kinder (Werte für Kinder in Klammern).
Abkürzungen siehe Text.

Initialmaßnahmen

- Bei beobachtetem KF/PVT sofort Präkordialschlag und ggf. bis 3x DF ohne BLS.
- Bewusstsein prüfen, situationsgerechter Notruf, Atmung und ggf. Kreislauf prüfen.
- Unverzüglich mit BLS (30 TK) beginnen.

- Anmerkung: Bei verzögertem Beginn der CPR ggf. initial 2x mit möglichst hoher FiO₂ beatmen.
- Situationsabhängig den Atemweg sichern (z.B. Einsetzen des Larynxtrubus).
- Defibrillator anschließen.
- 1. Rhythmusanalyse (RA).

KF, PVT - Defibrillierbarer Rhythmus

- 1. DF + 2 min TK-B (1. Schleife) - in der 1. Schleife vorrangig den Atemweg sichern.
- 2. RA + 2. DF + 2 min TK-B - in der 2. Schleife einen Gefäßzugang anlegen.
- 3. RA + 3. DF + 1 mg Adrenalin + 300 mg Amiodaron + 2 min TK-B.
- 4. RA + 4. DF + 2 min TK-B.
- Weitere RA und DF alle 2 min.
- 1 mg Adrenalin alle 3-5 min (in jeder zweiten Schleife).
- Ggf. erneut 150 mg Amiodaron (z.B. bei 5. DF).
- Magnesium erwägen.

Asystolie, PEA - Nicht-defibrillierbarer Rhythmus

- Initialmaßnahmen und 1. Rhythmusanalyse wie oben.
- 2 min TK-B (1. Schleife) - in der 1. Schleife vorrangig einen Gefäßzugang anlegen und sofort 1 mg Adrenalin injizieren.
- 2. RA + 2 min TK-B - in der 2. Schleife den Atemweg sichern.
- Weitere RA alle 2 min.
- 1 mg Adrenalin alle 3-5 min (in jeder zweiten Schleife).
- Bei regelmäßigen P-Wellen externe Stimulation versuchen.

Vitalbedrohliche Rhythmusstörungen

Grundsatz

Vitalbedrohliche Rhythmusstörungen sind durch Bewusstseinstrübung, Angina pectoris oder Schock gekennzeichnet und werden abgestuft behandelt.

Bradykardie

- Atropin initial 0,5 mg i.v. (ggf. bis 3 mg steigern).
- Adrenalin 2-10 µg/min i.v. (= 0,2 - 1,0 ml 1:100.000; 1 mg ad 100 ml).
- Stimulation mit transkutanem Schrittmacher (immer Pulskontrolle).

Tachykardie

Bei supraventrikulärer Tachykardie (SVT) mit schmalen oder breiten sowie ventrikulärer Tachykardie (VT) mit breiten Kammerkomplexen:

- Bis 3x Kardioversion in Kurznarkose (z. B. mit 0,3 mg/kg KG Etomidat) oder Analgosedierung:
 - SVT initial 70-120 J biphasisch bzw. 100 J monophasisch,
 - VT initial 120-150 J biphasisch bzw. 200 J monophasisch.
- 300 mg Amiodaron über 10-20 min i.v.
- Erneute Kardioversion mit höherer Energie.
- 900 mg Amiodaron über 24 h als Infusion.

Hyper- und Hypokaliämie

- Bei bedrohlicher **Hyperkaliämie** mit EKG-Veränderungen 10 ml Calciumgluconat 10 %, 50 mmol Natriumhydrogencarbonat (= 50 ml 8,4 %) und 10 E Humaninsulin mit 25 g Glukose i.v. geben; zusätzlich kann ein β₂-Mimetikum wie Salbutamol inhaliert oder i.v. injiziert werden.
- Bei bedrohlicher **Hypokaliämie** 20 mmol KCl über 10 min i.v. geben; unter laufender CPR ggf. 10-20 mmol KCl als Bolus i.v. - regelmäßig zusammen mit 2 g Magnesiumsulfat, da häufig gleichzeitig eine Hypomagnesiämie vorliegt.

Besonderheiten bei Kindern - Paediatric Life Support (PLS)**Grundlagen**

Es werden die CPR bei Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt, bei Säuglingen (im 1. Lebensjahr; LJ) und bei Kindern (2. LJ bis Pubertät) unterschieden. Anhaltswerte für das Körpergewicht sind: 1 Jahr 10 kg, 6 Jahre 20 kg, 10

Tabelle 1

Basismaßnahmen bei Kindern. HF = Herzfrequenz; weitere Abkürzungen siehe Text.

*Bei ineffektivem Husten und erhaltenem Bewusstsein; bei Bewusstlosigkeit CPR.

Alter	Atemwegsverlegung*	Kreislauf prüfen (Geübte)	Beatmung	TK	Relation vor Atemwegssicherung
Neugeborene	Vorsichtig absaugen	Auskultation oder Nabelarterien HF < 60/min kritisch	Initial 5x beatmen, mehrfach blähen AF 30/min	120/min	1:3 Ziel 30 + 90
Säuglinge - 1. LJ	5 Rückenschläge 5 Heimlich-Manöver thorakal wie TK	A. brachialis (Oberarm innen) A. femoralis	Initial 5x beatmen, AF 12-20/min	100-120/min	2:15 Einzel-/Laienhelfer 2:30
Kinder - 2. LJ bis Pubertät	5 Rückenschläge 5 Heimlich-Manöver epigastrisch	A. carotis A. femoralis	Initial 5x beatmen, AF 12-20/min	100-120/min	2:15 Einzel-/Laienhelfer 2:30

Jahre 30 kg. Als allgemeine Formel gilt:
Körpergewicht [kg] = (Alter [J] + 4) x 2.

Bei Kindern ist die respiratorische Insuffizienz mit Asphyxie die häufigste Ursache eines Kreislaufstillstands - daher steht die Oxygenierung im Vordergrund. Eine Bradykardie ist meist Zeichen einer bedrohlichen Hypoxie.

Basismaßnahmen

Die Basismaßnahmen bei Kindern - Newborn Life Support (NLS) und Paediatric Basic Life Support (PMLS) - sind in Tabelle 1 dargestellt.

- Vor Notrufabgabe soll regelmäßig zunächst 1 min PMLS zur Oxygenierung erfolgen.
- Beim Neugeborenen und Säugling ist der Kopf zur Beatmung in Neutralposition zu belassen, beim Kind zu überstrecken.
- Die Technik der TK ist altersentsprechend anzupassen: Druckpunkt ist die untere Hälfte des Sternum; die Drucktiefe soll etwa ein Drittel des Thoraxdurchmessers betragen.
- Einen AED benutzen; Kinderelektroden sind empfohlen, aber nicht obligat.
- Kinder sind grundsätzlich vor Auskühlung zu schützen.

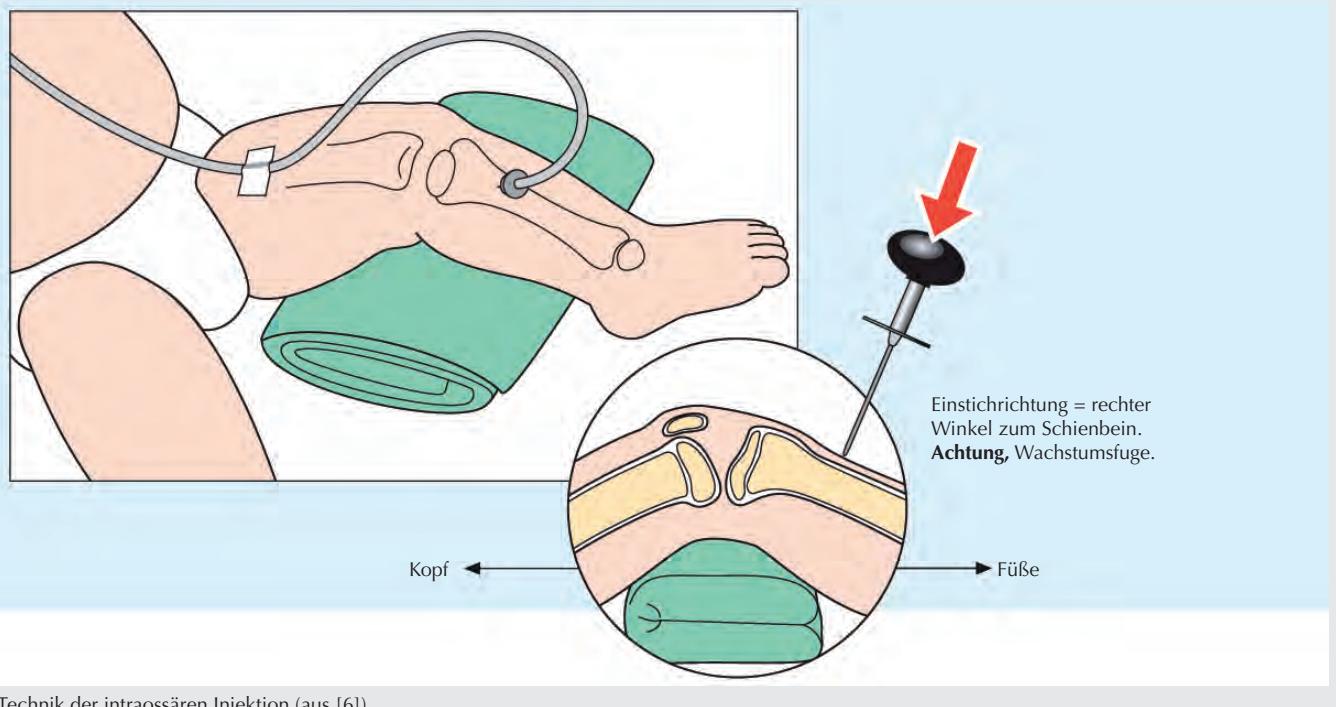
Erweiterte Maßnahmen - Paediatric Advanced Life Support (PALS)

- Die Größe des Endotrachealtubus orientiert sich an der Kleinfingerdicke des Kindes; ab dem Säuglingsalter können Tuben mit Cuff benutzt werden.
- Bei fehlendem i.v.-Zugang ist unverzüglich (z. B. nach 1 min) ein **intravasärer Gefäßzugang** anzulegen (Abb. 5). Bei Neugeborenen kann auch eine Injektion über die Nabelvene erfolgen. Die endotracheale Zufuhr wird nicht mehr empfohlen und kommt nur im Ausnahmefall in Betracht.
- Die **DF-Energie** beträgt 4 J/kg KG (bi- und monophasisch).
- Die Dosierungen von **Adrenalin** sind:
 - Säuglinge und Kinder 10 µg/kg KG i.v. (= 0,1 ml/kg KG der Lösung 1:10.000 oder 1 ml/kg KG der Lösung 1:100.000; maximal 1 mg), Neugeborene 10-30 µg/kg KG i.v., - ggf. auch endotracheal 100 µg/kg KG (in 5 ml 0,9 % NaCl),
 - Wiederholung alle 3 - 5 min.
- Sonstige Dosierungen:
 - Amiodaron 5 mg/kg KG i.v.; gleiche Dosis bei 3. und 5. DF.
 - Natriumhydrogencarbonat 1-2 mmol/kg KG i.v.

Vitalbedrohliche Rhythmusstörungen

- Bei Bradykardie werden 20 µg/kg KG (minimal 100 µg) Atropin i.v. gegeben (ggf. endotracheal 30 µg/kg KG). Die

Abbildung 5



Technik der intraossären Injektion (aus [6]).

Zufuhr wird 1x wiederholt, bei Erfolglosigkeit wird Adrenalin 1:10.000 oder 1:100.000 nach Wirkung i.v. injiziert

- Bei SVT wird zunächst Adenosin (z. B. Adrekar®) 100 (-250) µg/kg KG als Bolus rasch i.v. gegeben. Danach erfolgt ggf. die 1. Kardioversion mit 0,5-1 J/kg KG, bei Wiederholung mit 2 J/kg KG. Bei Erfolglosigkeit werden 5 mg/kg KG Amiodaron i.v. injiziert.
- Bei VT erfolgt unverzüglich die 1. Kardioversion mit 0,5-1 J/kg KG, bei Wiederholung mit 2 J/kg KG. Bei Erfolglosigkeit werden 5 mg/kg KG Amiodaron i.v. injiziert.

Post-Reanimationsphase

Es gelten folgende Grundregeln:

- Aus kardiologischer Ursache reanierte Patienten werden möglichst in eine kardiologische Abteilung mit Einrichtung zur Koronarintervention transportiert. Ggf. ist vor dem Transport ein 12-Kanal-EKG abzuleiten.
- Die Patienten werden präklinisch - aus Gründen der Transportsicherheit und

der kurzen Transportzeiten - weiter kontrolliert mit einer FiO₂ von 1,0 beatmet.

Anmerkung: Die vom ERC empfohlene Anpassung der FiO₂ kann nach der Klinikaufnahme und einer arteriellen BGA erfolgen.

• Zur Verbesserung des neurologischen Ergebnisses sind nach CPR anhaltend bewusstlose Patienten - unabhängig vom vorgefundenen Rhythmus und dem Lebensalter - im Rahmen der therapeutischen Hypothermie für 12-24 h auf 34-32 °C KKT zu kühlen. Sie sind daher bereits präklinisch aktiv zu kühlen (z.B. mit Kühlpackungen) oder zumindest kühl zu halten.

• Nach der Klinikaufnahme sind BGA, Elektrolyte, Blutzucker, Laktat, Troponin und Gerinnungsstatus usw. zu kontrollieren und ggf. zu behandeln. Eine Hypo- oder Hyperglykämie ist zu vermeiden; die Blutzucker-Konzentration soll 180 mg/dl (10 mmol/l) nicht übersteigen.

Anmerkung: Nach Wiederherstellung des Kreislaufs (ROSC; return of

spontaneous circulation) soll der Patient erst nach einer kurzen Konsolidierungsphase und nur mit vollständiger Notfallausrüstung transportiert und subtil überwacht werden (Klinik, EKG, Blutdruckmessung, Pulsoxymetrie, Kapnographie). Nach der Klinikaufnahme ist eine Reanimationsverletzung durch Röntgen-Aufnahme des Thorax, Sonographie von Abdomen und Thorax sowie wiederholte Hb-Kontrollen auszuschließen.

Zusammenfassende Wertung

Die ERC-Leitlinie 2010 betont die hohe Bedeutung der Thoraxkompression, ohne den pathophysiologisch evidenten Zusammenhang mit der Oxygenierung zu vernachlässigen. Es sind keine tiefgreifenden Umstellungen in Ausbildung und Ausstattung erforderlich, was insbesondere den Mitarbeitern im Rettungsdienst entgegen kommt. Aufgabe aller Verantwortlichen - inner- wie außerklinisch - ist es nunmehr, die neuen Empfehlungen konsequent in die Tat umzusetzen.

Literatur

1. Adams HA: Ethische Aspekte der Notfall- und Intensivmedizin. In: Adams HA, Flemming A, Ahrens J, Schneider H (Hrsg): Kursbuch Notfallmedizin - Fibel für angehende Notärzte. (15. Aufl) Berlin: Lehmanns Media;2009:113-118.
2. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Resuscitation 2010;81:1219-1451.
3. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Elsevier Ireland; 2005.
4. Koster RW, Bossaert LL, Nolan JP, Zideman D, on behalf of the Board of the European Resuscitation Council: Advisory statement of the European Resuscitation Council on Basic Life Support. March 31, 2008.

5. Adams HA, Baumann G, Cascorbi I, Dodt C, Ebener C, Emmel M, Geiger S, Janssens U, Klima U, Klippe HJ, Knoefel WT, Lampl L, Marx G, Müller-Werdan U, Pape HC, Piek J, Prange H, Roesner D, Roth B, Sarrafzadeh A, Standl T, Teske W, Unterberg A, Vogt PM, Werner GS, Windolf J, Zander R, Zerkowski HR; unter Mitarbeit von Flemming A: Kardiopulmonale Reanimation - CPR. Eine Empfehlung der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Schock der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin zur praktischen Umsetzung der Richtlinien des European Resuscitation Council 2005. Intensivmed Notfallmed 2006; 43:446-451.
6. Adams HA, Flemming A, Friedrich L, Ruschulte H: Taschenatlas Notfallmedizin. Stuttgart: Thieme;2006.

Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. habil.
Hans Anton Adams**

Stabsstelle für Interdisziplinäre Notfall- und Katastrophenmedizin
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover, Deutschland
Tel.: 0511 532 3495
Fax: 0511 532 8033
E-Mail: adams.ha@mh-hannover.de

TEILNAHMEBEDINGUNGEN an der zertifizierten Fortbildung

Zur kostenfreien Teilnahme müssen Sie den o.a. Kurs mit der folgenden PIN-Nummer buchen: **310111**

Je Fortbildungsbeitrag ist ein Satz von Multiple-choice-Fragen zu beantworten. Entsprechend den Bewertungskriterien der Bayerischen Landesärztekammer erhalten Sie zwei Fortbildungspunkte, wenn Sie mindestens 70% der Fragen zutreffend beantwortet haben. Bei 100% richtiger Antworten erhalten Sie drei Fortbildungspunkte.

Die richtigen Antworten werden unmittelbar nach Einsendeschluss in dieser Zeitschrift bekanntgegeben.

Die Fortbildungspunkte werden auch von den anderen Ärztekammern, gemäß den jeweiligen Bestimmungen, anerkannt.

**MULTIPLE-CHOICE-FRAGEN**

CME 1/2011

1. Welche der genannten Maßnahmen gehört nach der ERC-Leitlinie 2010 nicht zu den Basismaßnahmen der Reanimation?
 - a. Thoraxkompression
 - b. Einsatz eines externen Herzschrittmachers
 - c. Prüfung der Vitalfunktionen
 - d. Atemspende
 - e. Herbeirufen von Hilfe

2. Welche der folgenden Aussagen zur Thoraxkompression bei Erwachsenen nach der ERC-Leitlinie 2010 trifft zu?
 - a. Die Drucktiefe soll 4 - 5 cm und die Frequenz 100/min betragen; zwischen den Kompressionen ist der Thorax vollständig zu entlasten
 - b. Die Thoraxkompression darf zum Zweck der manuellen Defibrillation 10 s unterbrochen werden
 - c. Die Drucktiefe soll 5 - 6 cm und die Frequenz 100 - 120/min betragen; zwischen den

2. Welche der folgenden Aussagen zur Thoraxkompression bei Erwachsenen nach der ERC-Leitlinie 2010 trifft zu?
 - a. Die Drucktiefe soll 4 - 5 cm und die Frequenz 100/min betragen; zwischen den Kompressionen ist der Thorax vollständig zu entlasten
 - b. Die Thoraxkompression darf zum Zweck der manuellen Defibrillation 10 s unterbrochen werden
 - c. Die Drucktiefe soll 5 - 6 cm und die Frequenz 100 - 120/min betragen; zwischen den
3. Welche der folgenden Aussagen zur Beatmung von Erwachsenen nach der ERC-Leitlinie 2010 trifft zu?
 - a. Bei gesichertem Atemweg beträgt die Atemfrequenz 10/

- min; bei Maskenbeatmung sollen 2 Atemhübe in maximal 10 s appliziert werden
- Das Tidalvolumen soll etwa 10 ml/kg Körpergewicht betragen
 - Vor Beginn der Beatmung ist stets die Mundhöhle zu inspizieren
 - Bei gesichertem Atemweg beträgt die Atemfrequenz 10/min; bei Maskenbeatmung sollen 2 Atemhübe in maximal 5 s appliziert werden
 - Eine evtl. Atemspende erfolgt vorrangig Mund-zu-Nase
- 4. Welches Verhältnis von Thoraxkompression und Beatmung empfiehlt die ERC-Leitlinie 2010 für die Reanimation eines Erwachsenen durch zwei Helfer?**
- 2 : 30
 - 2 : 15
 - 1 : 5
 - 30 : 2
 - 15 : 2
- 5. Welche der folgenden Aussagen zur Defibrillation trifft nach der ERC-Leitlinie 2010 nicht zu?**
- Beim Aufladen des Defibrillators darf kein Helfer den Patienten oder elektrisch leitfähige Teile wie den Beatmungsbeutel berühren
 - Es sind mindestens 8 cm Abstand zu einem Herzschrittmacher einzuhalten
 - Die Standardposition für Defibrillator-Elektroden ist sternal-apikal
 - Bei monophasischer Defibrillation erfolgt die erste Defibrillation mit 360 J
 - Bei beobachtetem Einsetzen von Kammerflimmern kann im Einzelfall bis 3 x in Serie defibrilliert werden
- 6. Welche Medikamente sind bei einem Patienten mit persistierendem Kammerflimmern nach der dritten Defibrillation gemäß der**
- ERC-Leitlinie 2010 vordringlich indiziert?**
- Noradrenalin und Adrenalin
 - Vasopressin und Noradrenalin
 - Noradrenalin und Amiodaron
 - Natriumhydogenkarbonat und Adrenalin
 - Adrenalin und Amiodaron
- 7. Bei der Reanimation nach der ERC-Leitlinie 2010 sind verschiedene reversible Ursachen zu beachten und ggf. zu behandeln. Welche der folgenden Aussagen trifft nicht zu?**
- Der Einsatz von Fibrinolytika (sog. Ultima Ratio-Lyse) ist bei Verdacht auf akuten Myokardinfarkt indiziert
 - Eine gravierende Hyper- oder Hypokaliämie ist ggf. noch unter der Reanimation zu behandeln
 - Nach einer Fibrinolyse soll die Reanimation 60 - 90 min fortgesetzt werden
 - Bei Verdacht auf eine Lungenarterienembolie ist der Einsatz eines Fibrinolytikums zu erwägen
 - Eine Perikardtamponade und ein Spannungspneumothorax sind unverzüglich zu entlasten
- 8. Welche Aussage zur Reanimation eines Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt trifft nach der ERC-Leitlinie 2010 nicht zu?**
- Es ist sofort mit der Thoraxkompression zu beginnen
 - Die Atemfrequenz soll 30/min betragen
 - Die Kreislaufprüfung kann durch kardiale Auskultation erfolgen
 - Die Frequenz für die Thoraxkompression ist 120/min
 - Vor Beginn der Thoraxkompressionen ist das Neugeborene zunächst 5 x zu beatmen und die Lunge dabei zu blähen
- 9. Welches Verhältnis von Beatmung und Thoraxkompression empfiehlt die ERC-Leitlinie 2010 für die Reanimation eines Säuglings oder Kleinkindes durch zwei professionelle Helfer?**
- 2 : 30
 - 2 : 15
 - 1 : 3
 - 1 : 5
 - 15 : 2
- 10. Welche der folgenden Aussagen zur Post-Reanimationsphase (nach ROSC; return of spontaneous circulation) trifft nicht zu?**
- Der Patient soll erst nach einer kurzen Konsolidierungsphase und nur mit vollständiger Notfallausrüstung transportiert werden
 - Ein aus kardiologischer Ursache reanimierter Patient wird möglichst in eine kardiologische Abteilung mit Einrichtung zur Koronarintervention transportiert
 - Anhaltend bewusstlose Patienten werden abhängig von vorgefundenem Rhythmus (nur bei primärem Kammerflimmern) für 12 - 24 h auf 34 - 32 °C Körperkerntemperatur gekühlt
 - Nach Klinikaufnahme soll die Blutzucker-Konzentration bestimmt werden und in der Folge 180 mg/dl (10 mmol/l) nicht übersteigen
 - Nach Klinikaufnahme ist eine Reanimationsverletzung durch Röntgen-Aufnahme des Thorax, Sonographie von Abdomen und Thorax sowie wiederholte Hb-Kontrollen auszuschließen.

Antworten CME Heft 1/2010

FRAJE				
1 c	2 d	3 d	4 d	5 b
6 e	7 a	8 a	9 a	10 b