

Beim *beobachteten Herz-Kreislaufstillstand* wird die Defibrillation nach wie vor als erste Maßnahme empfohlen. Ist die Dauer des Stillstandes unklar oder länger als 4–5 Minuten, so werden zunächst *zwei Minuten CPR vor der ersten Defibrillation* empfohlen. Es gibt gesicherte Erkenntnisse dafür, dass Patienten mit einem länger andauernden Kreislaufstillstand einerseits von Basismaßnahmen vor der ersten Defibrillation profitieren, Patienten mit einem kürzeren Stillstand andererseits keinen Schaden nehmen.

Beatmung

Wann immer möglich, ist im Rahmen einer Reanimation mit einer inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (FiO_2) von 1,0 (= 100 %) zu beatmen. Dazu ist bei der Beatmung mittels Handbeatmungsbeutel im Idealfall ein sogenanntes „demand“-Ventil (ermöglicht 100 % O_2) zu benutzen, zumindest jedoch ein Reservoirbeutel. Ohne eine solche Ausstattung lassen sich auch mittels extrem hoher Sauerstoffflussraten von 15 l/min und mehr keine O_2 -Konzentrationen über ca. 25–30 % erreichen. Mit Reservoir werden jedoch Konzentrationen um 85 % O_2 erreicht.

Als *Goldstandard der Beatmung* gilt nach wie vor die *endotracheale Intubation* (ETI). Nach erfolgter Intubation, die niemals länger als 30 Sekunden dauern sollte, ist die *Tube Lage zu verifizieren*. Dazu sollten zusätzlich zu (den potenziell trügerischen) klinischen Methoden wie der Auskultation noch technische Verfahren angewendet werden (Kapnometrie/-graphie, Tubusdetektoren [z.B. Tubecheck[®]]).

Als Alternativen zur ETI können folgende Verfahren dienen:

- Beutel-Masken-Beatmung
- Larynxmaske/ProSealLarynxmaske (LM/PS-LM)
- Ösophagealer-Endotrachealer Combitubus (ETC)
- Larynxtracheostomie (LT)

Für alle Verfahren gilt: Sie sind in der Praxis zu erlernen, so dass ihre Handhabung auch im Notfall sicher erfolgen kann. Insbesondere zur Durchführung der ETI muss diese routiniert beherrscht werden.

Die alternativen Verfahren bieten keinen sicheren Aspirationsschutz, dennoch scheint die Gefahr der Mageninsufflation und der Regurgitation deutlich geringer als mittels Beutel-Masken-Beatmung. *Eine Unterbrechung der Thoraxkompressionen erfolgt trotz fehlendem Aspirationsschutzes bei Beatmung mittels ETC, LM/PS-LM oder LT nicht!*

Medikamentenapplikation

Grundsätzlich gibt es im Rahmen der Reanimation die gleichen Applikationswege wie bei der sonstigen Notfallversorgung. Dies sind die zentral-venöse (z.v.), die peripher-venöse (i.v.) und die intraossäre (i.o.) Applikation. Dazu kommt noch bei intubierten Patienten die *endobronchiale* (e.b.) Applikation. Alle Wege mit Ausnahme der e.b. sind für alle unten aufgeführten Medikamente untersucht und sicher. *Endobronchial können nur Adrenalin, Lidocain und Atropin gegeben werden*. Dieser Applikationsweg wird jedoch aufgrund nicht kalkulierbarer Resorptionsvorgänge und da-

her nicht abschätzbarer Blutspiegel der Medikamente sowie potentieller Komplikationen nach Wiederherstellung eines Spontankreislaufes („Return of Spontaneous Circulation = ROSC“) im Gegensatz zur i.v.- und i.o.-Gabe nur noch als Zugangsweg der zweiten Wahl betrachtet!

Ohne Zweifel ist die z.v.-Applikation im Rahmen eines Herzkreislaufstillstandes die effektivste, jedoch wird die *Anlage eines zentralvenösen Katheters* in der Notfallsituation *nicht empfohlen*. Diese birgt hohe Risiken, die in keinerlei Verhältnis zu den Vorteilen gegenüber der peripher-venösen Applikation stehen.

Für die intraossäre Applikation gibt es spezielle Nadeln, die für Kinder unter 6 Jahren gedacht sind. (Allerdings gibt es auch z.B. federgetriebene Schussapparate, die beim Erwachsenen verwendet werden können.) Als gängigster Punktionsort für die intraossäre Punktions gilt die Knochenfläche unterhalb und medial der Tuberositas Tibiae (→ *Kapitel 11.7.3, Abb. 1*). Medikamente, die i.o. gegeben werden, erscheinen mit kaum verzögerten Spitzenspiegeln im Vergleich zur intravenösen Gabe im Blut. So kann die i.o.-Gabe von Medikamenten in der Notfallsituation gleichwertig zur i.v.-Gabe gesehen werden.

Zur i.v.-Gabe ist zu sagen, dass die Punktions grundsätzlich so zentral wie möglich durchgeführt werden sollte, wobei es, wie schon erwähnt, im Notfall keine Indikation zur zentralvenösen Punktions gibt. Somit bieten sich die Vena jug. ext. oder auch die Vena cubitalis an. Jede i.v.-Applikation sollte in eine laufende In-

fusion erfolgen und mit einem Bolus von 20 ml isotoner Lösung nachgespült werden.

Medikamente

Beim Kammerflimmern wird der sogenannte „rhythm check – drug – shock – CPR“-Rhythmus empfohlen. Das bedeutet, dass vor einer erneuten Defibrillation naturgemäß eine kurze Rhythmuskontrolle erfolgen soll. Bei weiterhin persistierendem HKS wird jetzt das indizierte Medikament appliziert. Im Anschluss erfolgt ggf. die Defibrillation.

Merke: Die Basismaßnahmen dürfen zur Medikamentengabe nicht unterbrochen werden!

Adrenalin

Adrenalin wird als Vasopressor zur Steigerung des koronaren und zerebralen Perfusionsdruckes eingesetzt. Als Standarddosierung wird bei allen Formen des Herzkreislaufstillstandes eine Dosierung von *1 mg Suprarenin®* (Adrenalin) i.v. alle 3–5 min empfohlen. *Eine Dosissteigerung bei den einzelnen Boli wird nicht angeraten*. Bei der Asystolie wird Adrenalin sofort empfohlen, beim defibrillationspflichtigen Rhythmus *erst nach dem zweiten erfolglosen Schock*. Im weiteren Verlauf wird auch hier Adrenalin alle 3–5 Minuten empfohlen. Daher empfiehlt es sich in der Praxis, beim VF/VT Adrenalin nach jedem weiteren zweiten Schock zu geben, also alle vier Minuten (*Tab. 3*).

Tabelle 3: Die wichtigsten CPR-Medikamente und ihre Dosierung (Angaben für Erwachsene)

Adrenalin	1 mg i.v. alle 2–3 min 2–3 mg endobronchial
Atropin	3 mg i.v. Einmaldosis 3 mg e.b. Einmaldosis
Amiodaron	300 mg i.v. keine endobronchiale Gabe ggf. 150 mg Repetition ggf. 900 mg/24h (= 37,5 mg/h)

Lidocain

Antiarrhythmische medikamentöse Therapie wird grundsätzlich nur bei fehlendem Defibrillationserfolg empfohlen. Lidocain gilt dann als Medikament der zweiten Wahl. Es wird nur appliziert, wenn kein Amiodaron zur Verfügung steht.

Amiodaron

Als bisher einziges Antiarrhythmikum konnte Amiodaron seine Überlegenheit im Rahmen der CPR gegenüber einem Placebo bzgl. des primären Überlebens (= lebend das Krankenhaus erreichen) beweisen. Deswegen wird es als *Mittel der ersten Wahl beim therapieresistenten Kammerflimmern* gesehen. Dabei werden **300 mg als Bolus** in 20 ml einer 5 % Glucoselösung nach dem dritten erfolglosen Schock langsam i.v. appliziert. In der Praxis bietet sich daher – im Sinne des „drug-shock-drug-shock“-Rhythmus die Gabe unmittelbar vor dem vierten Schock an.

Bei rezidivierendem VF/VT nach anfänglichem Erfolg können weitere 150 mg

nachgegeben werden, ggf. gefolgt von einer Infusion mit 900 mg/24 h.

Puffersubstanzen

Im Rahmen einer länger dauernden Reanimation wird grundsätzlich der Einsatz von Puffersubstanzen nicht mehr empfohlen. Ausnahmen sind die nachgewiesene lebensbedrohliche Hyperkaliämie, die schwere Azidose ($\text{pH} < 7,1$) und die Intoxikation mit trizyklischen Antidepressiva. Dann sollte 8,4 % Natriumbicarbonatpuffer oder eine vergleichbare Substanz verwendet werden. Es werden 50 mval als einmaliger Bolus appliziert, es sei denn, es steht vor Ort die Möglichkeit einer arteriellen Blutgasanalyse zur Verfügung. Dann wird entsprechend des gemessenen pH gepuffert.

Atropin

Bei *primär bestehender Asystolie* oder einer Pulslosen Elektrischen Aktivität (PEA) mit einer Frequenz unter 60/min wird die Einmalgabe von 3 mg Atropin i.v. empfohlen. Dies gilt nicht, wenn VF/VT durch eine Defibrillation in eine Asystolie umgewandelt wird. *Die e.b.-Dosierung ist ebenfalls 3 mg.*

Fibrinolyse

Bei dem Verdacht auf ein thrombembolisches Geschehen als Todesursache kann im Einzelfall eine Fibrinolyse in Erwägung gezogen werden, eine Empfehlung für ein Fibrinolytikum gibt es nicht. Wird aber eine Lysetherapie durchgeführt, sollte die CPR mindestens für 60–

90 Minuten nach Beginn der Lyse fortgeführt werden.

Magnesium-Verbindungen

Der routinemäßige Einsatz von Magnesium-Verbindungen wird nicht generell empfohlen, da ein Wirksamkeitsnachweis im Rahmen der Reanimation bisher nicht gelungen ist. Allerdings wird

- bei therapieresistentem VF/VT,
- ventrikulären Tachyarrhythmien und
- gleichzeitig vermuteter oder
- nachgewiesener Hypomagnesiämie,
- bei der Digitalisintoxikation sowie
- beim Vorliegen einer Torsade de pointes-Arrhythmie

die Gabe von 2 g Magnesium (= 4 ml = 8 mmol) einer 50 % Magnesiumsalz-Lösung empfohlen. Diese Dosis kann ggf. nach 10–15 Minuten wiederholt werden.

Weitere therapeutische Empfehlungen

Beim Vorliegen eines Kreislaufstillstandes wird empfohlen, frühzeitig Überlegungen hinsichtlich der möglichen reversiblen Ursache anzustellen.

Schrittmachertherapie

Es gibt keine Indikation im Rahmen der CPR, bei der ein transkutaneer Schrittmacher sinnvoll eingesetzt werden kann, es sei denn es liege ein trifaszikulärer Block (AV-Block III°) vor, bei dem kein Kammer-

ersatzrhythmus zu erkennen ist (isolierte P-Wellen im EKG).

Ablauf einer Reanimation

In *Tabelle 4* wird exemplarisch ein möglicher Ablauf für therapieresistentes VF/VT gezeigt. Des Weiteren findet sich in diesem Ablauf eindeutig die Empfehlung, zuerst die Intubation durchzuführen, bevor ein venöser Zugang gelegt wird. Dies geschieht unter der Vorstellung, mittels der Intubation die Atemwege zu sichern und Thoraxkompressionen ohne Pausen für die Beatmung durchführen zu können.

Sollte der reanimierende Arzt jedoch wenig Erfahrung mit der Intubation haben (siehe oben), so ist auf diese Maßnahme zu verzichten und ggf. ein alternatives Verfahren anzuwenden. Ist die Maskenbeatmung problemlos möglich, kann auch zunächst der venöse Zugang gelegt und im Anschluss intubiert werden.

Allerdings wird man diesen Ablauf nicht ohne ein eingespieltes Team verwirklichen können. Es empfiehlt sich also, in der Praxis gelegentlich mit seinen Mitarbeitern ein sogenanntes „Mega-Code-Training“ durchzuführen, um diese zeitkritischen Abläufe entsprechend zu trainieren.

Tabelle 4: Möglicher Ablauf einer Reanimation gemäß den Empfehlungen zu den erweiterten Reanimationsmaßnahmen

Notarzt	Helfer 1	Helfer 2	Zeit	Bemerkung
Vitaldiagnostik	Öffnen der Kleidung + Aufsuchen Druckpunkt	Vorbereiten Beutel-Maske Beatmung, Anschließen von Sauerstoff 15 l/min + Reservoir	30 s	Ablauf gilt nur für nicht beobachteten Kreislaufstillstand! <i>Während der ersten 2 Minuten bis zur Rhythmusüberprüfung Intubation: Nur zu schaffen bei optimaler Ausstattung und eingespieltem Team</i>
Übernimmt Beutel, legt Güdeltrachealtubus ein, setzt Maske auf	Thoraxkompressionen im Rahmen der Basisreanimation im Rhythmus 30:2	Bereitet Intubation vor	30 s	
Immer 2 Beatmungen nach 30 Thoraxkompressionen				
Führt Intubation durch	Führt Thoraxkompressionen durch mit Frequenz = 100/Minute und Tiefe = 4–5 cm, möglichst kurze Pause für Laryngoskopie, weiter Pause für Ventilation bis Tubuslage überprüft	Assistiert bei Intubation + fixiert Tubus	30 s	
Überprüft Lage des Endotrachealtubus jeweils bei den 2 Beatmungen (Inspektion, Auskultation, etCO ₂)		Klebt Paddles auf	30 s	
Rhythmuskontrolle 1 Defibrillation 150 J biphasisch, wenn VF/VT			10 s	Möglichst kurze No-Flow-Time
Bereitet i.v.-Zugang + Infusion vor, Punktiert V. jug. ext. re	Beatmet mit Frequenz = 10/Minute und 500–600 ml	Führt ohne Pause für Beatmung Thoraxkompressionen durch mit Frequenz = 100/Minute und Tiefe = 4–5 cm	120 s	<i>Alle zwei Minuten Wechsel bei Thoraxkompressionen gefordert!</i>
Rhythmuskontrolle 1 Defibrillation 200 J biphasisch, wenn VF/VT			10 s	Möglichst kurze No-Flow-Time
Beatmet mit Frequenz = 10/Minute und 500–600 ml	Führt ohne Pause für Beatmung Thoraxkompressionen durch mit Frequenz = 100/Minute und Tiefe = 4–5 cm	Zieht 1mg Suprarenin ad 10 ml NaCl 0,9 % auf Zieht 300 mg Amiodaron ad 20 ml Glucose 5 % auf	120 s	<i>Alle zwei Minuten Wechsel bei Thoraxkompressionen gefordert!</i>
Appliziert 1 mg Suprarenin, wenn weiter CPR	Rhythmuskontrolle 1 Defibrillation 200 J biphasisch, wenn VF/VT		10 s	Möglichst kurze No-Flow-Time
Überwacht alle Maßnahmen auf Effektivität	Beatmet mit Frequenz = 10/Minute und 500–600 ml	Führt ohne Pause für Beatmung Thoraxkompressionen durch mit Frequenz = 100/Minute und Tiefe = 4–5 cm	120 s	<i>Alle zwei Minuten Wechsel bei Thoraxkompressionen gefordert!</i>

Tabelle 4: Möglicher Ablauf einer Reanimation gemäß den Empfehlungen zu den erweiterten Reanimationsmaßnahmen (Forts.)

Notarzt	Helfer 1	Helfer 2	Zeit	Bemerkung
Appliziert 300 mg Amiodaron, wenn VF/VT	Rhythmuskontrolle		10 s	Möglichst kurze No-Flow-Time
1 Defibrillation 200 J biphasisch, wenn VF/VT				
Überwacht alle Maßnahmen auf Effektivität	Führt ohne Pause für Beatmung Thoraxkompressionen durch mit Frequenz = 100/Minute und Tiefe = 4–5 cm	Beatmet mit Frequenz = 10/Minute und 500–600 ml	120 s	Alle zwei Minuten Wechsel bei Thoraxkompressionen gefordert!
Zieht 1 mg Suprarenin ad 10 ml NaCl 0,9 % auf				
Appliziert 1 mg Suprarenin, wenn weiter CPR	Rhythmuskontrolle		10 s	Möglichst kurze No-Flow-Time
1 Defibrillation 200 J biphasisch, wenn VF/VT				
Weiter: Adrenalin vor jedem 2. Schock (= alle 4 Minuten) und nach jedem Schock Wechsel bei den Kompressionen und Ventilationen, solange VF/VT besteht!				
	Defibrillation			
	Thoraxkompressionen			
	Beatmung			
	Medikamentengabe			
	Medikamente aufziehen			
	Sonstige Maßnahmen			

Weiterführende Literatur

European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Veröffentlicht in Resuscitation, Vol. 67 Supplement 1 Dec. 2005