

## Notfälle im Kreißsaal

### Die Erstversorgung des kranken Früh- und Neugeborenen

#### Zusammenfassung

Die Erstversorgung eines kranken Neugeborenen umfasst neben der schnellen Beurteilung der Vitalparameter (psaO<sub>2</sub>, EKG, Blutdruck) die rasche Unterstützung der pulmonalen (CPAP oder Intubation) als auch kardialen (Thoraxkompression, Adrenalin) Adaptation. Eine Wiederbelebung soll initial mit Raumluft begonnen werden, im Weiteren dann, falls erforderlich, mit einer höheren FiO<sub>2</sub>. Die Thoraxkompression soll schnell und möglichst kontinuierlich erfolgen und die Brustwand während der Dekompression vollständig entlastet werden. Das Verhältnis von Beatmung zu Thoraxkompression beträgt 1:3. Die vorliegende Übersichtsarbeit ist eng an den Reanimationsleitlinien der American Heart Association (AHA) und des European Resuscitation Council (ERC) aus dem Jahre 2010 ausgerichtet.

#### Summary

Primary care of the critically ill newborn comprises both the rapid evaluation of the vital parameters (psaO<sub>2</sub>, electrocardiogram, blood pressure) and immediate support of pulmonary (CPAP or intubation) and cardiac (chest compression, adrenaline) adaptation. Resuscitation should be initiated with room air, followed, where indicated, by increased FiO<sub>2</sub>. Chest compression should be applied without delay and, as far as possible, without interruption. The chest should be permitted to re-expand fully during relaxation. The ratio of ventilations to chest compressions is 1:3. The present article is closely orientated to the resuscitation guidelines of the

## Zertifizierte Fortbildung

### Continuing Medical Education

#### Delivery room management of the critically ill pre-term and full-term newborn

F. Eifinger · B. Roth



American Heart Association (AHA) and the European Resuscitation Council (ERC) published in 2010.

#### Einleitung

Die Erstversorgung eines Neugeborenen (Definitionen siehe Tab. 1) mit ungenügender kardiorespiratorischer Adaptation ist anspruchsvoll. Die Gründe hierfür liegen zum einen in den verschiedenen physiologischen Anpassungsprozessen unmittelbar postnatal, aus denen sich im Fall einer gestörten Geburt und Adaptation unterschiedliche Krankheitsbilder entwickeln können. Zum anderen liegen die Gründe in der fehlenden Erfahrung im Umgang mit kranken Neugeborenen und deren Therapie. Dies tritt bei der Erstversorgung von Frühgeborenen in verstärktem Maße auf.

Ziel dieses Beitrags ist die Vermittlung von Kenntnissen, die das Erkennen und die Behandlung einer gestörten kardiorespiratorischen Adaptation bei Früh- und Neugeborenen ermöglichen. Ganz im Vordergrund steht die Behandlung respiratorischer Störungen.

**Bei Früh- und Neugeborenen kann häufig allein durch effektive Behandlung der (primär) respiratorischen Erkrankung (z.B. mangelnde Lungenentfaltung, Surfactantmangel) eine (sekundär) deprimierte Kreislaufsituation verbessert werden. Dabei spielt die Rekrutierung minderbelüfteter Lungenareale die entscheidende Rolle.**

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin,  
Bereich Neonatologie und pädiatrische  
Intensivmedizin,  
Universitätsklinikum Köln  
(Direktor: Prof. Dr. J. Dötsch)



PIN-Nr. 200412

#### Schlüsselwörter

Frühgeborene – Neugeborene – Reanimation – Thoraxkompression – Beatmung

#### Keywords

Pre-term – Newborn – Resuscitation – Chest Compression – Ventilation

## Klinische Bewertung des Neugeborenen

Insgesamt benötigen bis zu 5% aller reifen Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt eine Atemunterstützung mittels PEEP (positive endexpiratory pressure; positiver endexspiratorischer Druck) oder Maskenbeatmung usw.; etwa 1% benötigen weitere Ersthelfermaßnahmen. Die Frage nach dem Behandlungsbedarf eines Neugeborenen richtet sich neben der Anamnese (Fruchtwasserbeschaffenheit, Infektionshinweise, maternale Anamnese) nach dem APGAR-Score und weiteren Vitalitätskriterien (Tab. 1). Der APGAR-Wert soll bei einem reifen Neugeborenen nach der 1. Lebensminute mindestens 7, nach der 5. Lebensminute mindestens 8 und nach der 10. Lebensminute mindestens 9 Punkte betragen.

Sind die o.a. Kriterien unauffällig, so besteht kein weiterer Handlungsbedarf – das Kind kann an die Mutter und die Hebamme übergeben werden.

Für unbeeinträchtigte, gesunde Neugeborene wird ein Abnabeln nach der ersten Lebensminute, auf dem Bauch der Mutter liegend, empfohlen [1]. Durch das verzögerte Abklemmen ließ sich ein höherer Hämatokrit erzielen – daher ist ein verzögertes Abnabeln unter Berücksichtigung des klinischen Zustandes gerade im Hinblick auf die Adaptation nach Sectio caesarea sinnvoll. Besonders wichtig ist diese Maßnahme jedoch bei sehr unreifen Frühgeborenen. Hier konnte eine Reduktion der Hirnblutungsrate gezeigt werden [2].

Auf Grund fehlender Daten liegen bei schwer beeinträchtigten Neugeborenen keine Empfehlungen zum Zeitpunkt der Abnabelung vor. Unter dem Handlungsdruck bei der Primärversorgung asphyktischer Neugeborener ist die rasche Abnabelung hier aber durchaus geboten.

## Allgemeines Vorgehen bei der Versorgung

Bei gestörter kardiopulmonaler Adaptation sollen sich die Erstversorgungsmaßnahmen an einem abgewandelten ABC-Schema orientieren (Abb. 1):

**Tabelle 1**

Definitionen, APGAR-Score und Vitalitätskriterien des Neugeborenen.

Definitionen			
Reifes Neugeborenes*:	zwischen der 38.-42. SSW geboren		
Übertragenes Neugeborenes:	über der 42. SSW geboren		
Frühgeborenes:	unter der 38. SSW geboren		
Krankes Neugeborenes:	primäre (oder sekundäre) Adaptationsstörung		
Asphyktisches Neugeborenes:	Depression der Vitalfunktionen (Bradykardie, Asystolie, Hypoxämie)		
APGAR-Wert	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte
Herzfrequenz	Asystolie	<100/min	>100/min
Atmung	Apnoe	unregelmäßig/flach	regelmäßig/schreiend
Hautkolorit	zyanotisch	Stamm rosig	rosig
Muskeltonus	hypoton	passiver Tonus	aktiver Tonus
Taktile Reize	fehlend	Grimassieren	aktive Abwehr
Vitalitätskriterien			
1. Ist das Kind termingerecht geboren?			
2. Schreit das Neugeborene und atmet es ungehindert?			
3. Ist die Herzfrequenz über 100/min?			
4. Ist der Muskeltonus gut?			
5. Wie entwickelt sich das Hautkolorit (rosig)?			

SSW = Schwangerschaftswoche. \*nicht unbedingt biologische Reife.

- **A** Allgemeine Maßnahmen (Abtrocknen, Absaugen, Stimulation, Warmhalten)
- **B** Beatmung (Atemweg sichern)
- **C** Circulation (Herzdruckmassage)
- **D** Drugs (Medikation).

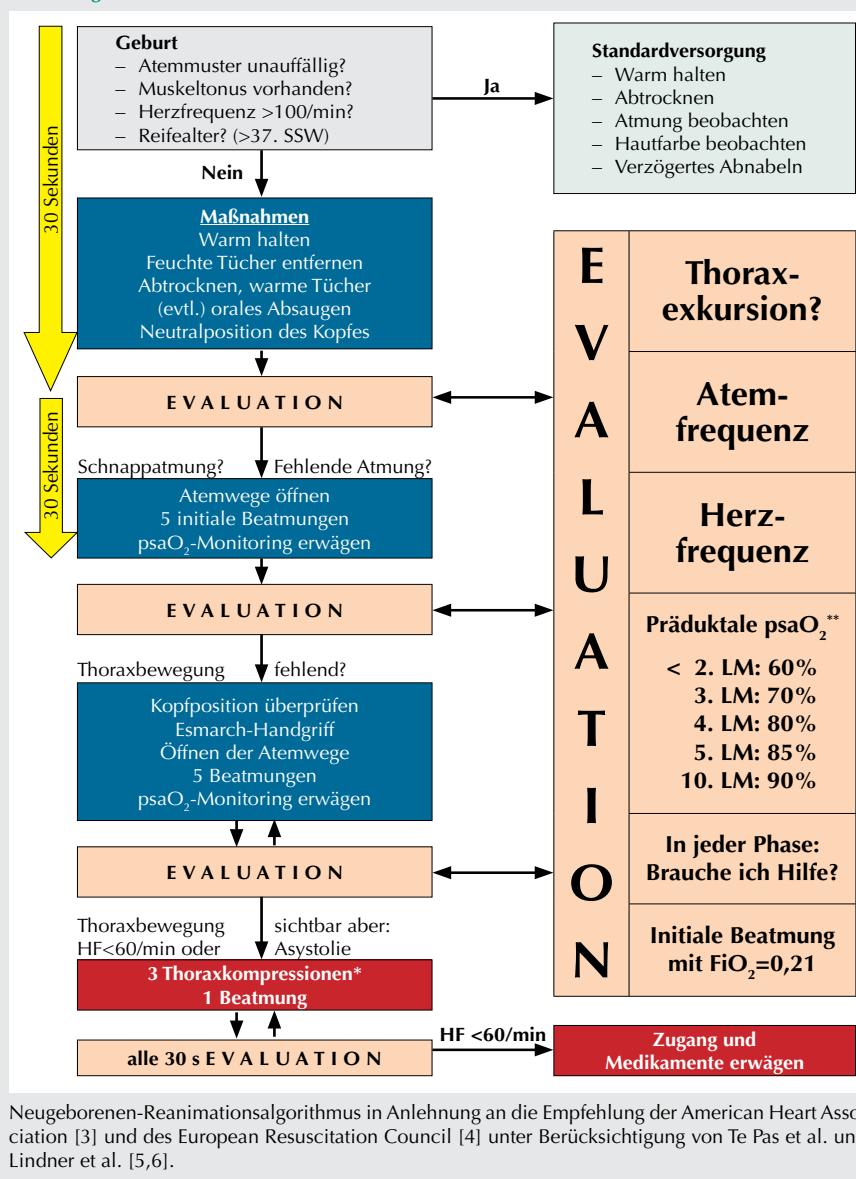
## Erste Maßnahmen bei gestörter Adaptation

**Sind die o.g. Vitalitätskriterien (Tab. 1) nicht oder nur teilweise erfüllt, hat die weitere Versorgung vorrangig die Rekrutierung der bei Früh- und Neugeborenen per se reduzierten funktionellen Residualkapazität (FRC) zum Ziel.**

Eine mangelnde Entfaltung der Lungen mit ungenügender Rekrutierung führt häufig zu einer gestörten respiratorischen Adaptation, z.B. nach Sectio caesarea [5,6,9]. Taktile Stimulation (Abtrocknen) sowie oropharyngeales Absaugen sind erste sinnvolle Maßnahmen. Des

Weiteren ist darauf zu achten, dass das Neugeborene nicht in durchnässten Tüchern und Windeln verbleibt. Der Wärmeverlust durch Konduktion, Konvektion, Strahlung und Verdunstung ist, je unreifer das Neugeborene, umso erheblicher und kann bei Frühgeborenen die gestörte Adaptation durch Bradykardieneigung, Laktatazidose sowie pulmonal-hypertensive Krisen verstärken [10,11]. Die Überlebensrate z.B. von sehr kleinen Frühgeborenen (<1.500 g Geburtsgewicht) ist signifikant mit der Körperkerntemperatur innerhalb der ersten Lebensstunden assoziiert. Dieser Zusammenhang besteht, wenn auch in etwas geringerem Ausmaß, ebenso bei reifen Neugeborenen. Der Wärmeverlust soll durch Schließen von nahegelegenen Türen und Fenstern sowie durch Verwendung externer Wärmestrahler reduziert werden [12]. Für Frühgeborene vor der 28. SSW soll die Raumtemperatur während der Erstversorgung im Idealfall bei mindestens 26 °C liegen.

Abbildung 1



Neugeborenen-Reanimationsalgorithmus in Anlehnung an die Empfehlung der American Heart Association [3] und des European Resuscitation Council [4] unter Berücksichtigung von Te Pas et al. und Lindner et al. [5,6].

\* Die kontinuierliche, so wenig wie möglich unterbrochene Herzdruckmassage ist wichtig, um den zerebralen Blutfluss aufrechtzuerhalten [7].

\*\* Prädiktale Sättigungsgrenzen (rechte Hand) nach Dawson et al. [8]. LM = Lebensminute.

Die einzige Ausnahme von diesem Vorgehen ist die induzierte Hypothermie bei asphyktischen Neugeborenen mit einem Gestationsalter über der 36. SSW mit primärer Reanimationsbedürftigkeit (siehe „Induzierte Hypothermie“). Hier soll eine aktive externe Wärmezufuhr unterbleiben.

Zusätzlich erfolgt die Bestimmung der Herzfrequenz, der Atemfrequenz,

des Hautkolorits sowie der Rekapillarisierungszeit. In Tabelle 2 sind die Normalwerte bei reifen Neugeborenen zusammengestellt.

Als apparative Mindestausstattung (Abb. 2) für eine Neugeborenenreanimation sind erforderlich:

- Reanimationstisch mit Wärmestrahler und/oder Wärmematte und Stoppuhr,

Tabelle 2

Normalwerte (10.-90. Perzentile) des reifen Neugeborenen [13-15].

Körpergewicht	2.800-4.300 g
Körperlänge	47-55 cm
Kopfumfang	33-37 cm
Herzfrequenz	90-150/min
Atemfrequenz	22-40/min
Systolischer Druck	50-70 mmHg
Diastolischer Druck	28-45 mmHg
Funktionelle Residualkapazität (FRC)	30 ml/kgKG
Atemzugvolumen (Vt)	4-10 ml/kgKG

- Absaugvorrichtung mit verschiedenen Absaugkathetern, auch atraumatisch (6-16 Ch.),
- Neugeborenenrespirator mit CPAP-Generator (CPAP = Continuous Positive Airway Pressure; kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck) und Sauerstoffmischer,
- Material für Intubation, Gefäßzugang und Notfallpunktionen (z.B. bei Pneumothorax),
- Reanimationsmedikamente,
- Überwachungsmonitor mit EKG, Pulsoxymetrie und Blutdruckmessung,
- Kunststoff-Folien und angewärmte Stoffwindeln.

Mit den Wärmestrahlern ist meist ein Temperaturfühler (rektal, kutan) gekoppelt. Ein Blutgasanalysegerät (mit Blutzuckermessung) soll sich im Funktionsbereich befinden. Weiter sollen zwei Spritzenpumpen verfügbar sein.

**Die Herzfrequenz lässt sich sicher mit einem Stethoskop – alternativ mittels Nabelschnurpuls – bestimmen.**

Neben der A. brachialis ist die A. femoralis meist gut tastbar. Das Fehlen von Leistenpulsen kann ein wichtiger Hinweis auf das Vorliegen einer aortalen Perfusionssstörung (z.B. Isthmusstenose) sein und soll unverzüglich mittels Echokardiographie abgeklärt werden.

**Abbildung 2**

Reanimationseinheit zur Versorgung eines Neugeborenen.

**Die Atemfrequenz lässt sich anhand der Thoraxexkursionen bzw. auskultatorisch durch die (teilweise deutlich hörbaren) Atemgeräusche feststellen.**

Neugeborene benötigen zur Eröffnung und zum Offthalten der distalen Atemwege einen positiv-endexpiratorischen Atemwegsdruck. Bei gestörter respiratorischer Adaptation mit unzureichender Oxygenierung atmen Neugeborene in der Expiration reflektorisch gegen stärker geschlossene Ligamenti vocali aus – durch diesen autoregulatorischen Mechanismus wird ein intrapulmonaler „PEEP“ erzeugt, der die FRC und damit die Oxygenierung verbessert. Überdies wird die FRC durch den einsetzenden Tonus der thorakalen Muskulatur erhöht. Das Atmen gegen die teilweise geschlossene Stimmritze bedingt Atemgeräusche wie exspiratorisches Giemen und Stöhnen. Interkostale, subphrenische und xiphoidale Einziehungen sind u.a. Folge eines „weichen“, noch nicht verknöcherten Thoraxskeletts bei gleichzeitig schlechter Compliance der Lunge. Besteht dieser Zustand über einen längeren Zeitraum oder sind die Atemexkursionen sehr heftig, kann sich ein Pneumothorax entwickeln.

**Das Hautkolorit des Neugeborenen spiegelt nur bedingt den Sauerstoffgehalt und die Oxygenierung des Blutes wider.**

Die intrauterine Sauerstoffsättigung des Feten liegt im letzten Trimenon bei 70-80%. Der Sauerstoffpartialdruck ( $pO_2$ ) in der Nabelvene liegt bei  $55 \pm 7$  mmHg, in der Nabelarterie bei  $34 \pm 4$  mmHg [16]. Dies ist u. a. durch die linksverschobene Sauerstoffbindungskurve des fetalen Hämoglobins bedingt. Postnatal kommt es infolge des Einsetzens der Lungenatmung zu einem drastischen Anstieg der arteriellen Sauerstoffsättigung (Tab. 3).

Häufige Ursache einer gestörten postnatalen Adaptation ist die mangelnde Rekrutierung von Lungengewebe. Dadurch kann die Lungendurchblutung als Folge eines erhöhten pulmonal-arteriellen Widerstandes (PVR; pulmonary vascular resistance) erheblich vermindert sein. Bei deutlich erhöhter PVR fließt ein Teil des venösen Blutes dem geringeren Widerstand folgend durch Shunt-Verbindungen (offenes Foramen ovale, offener Ductus arteriosus, intrapulmonal) an der Lungenstrombahn vorbei und vermischt sich ohne Oxygenierung mit Blut aus dem linken Ventrikel. Dieser Zustand wird als persistierende fetale Zirkulation (PFC) bezeichnet.

Um eine PFC weiter einzuschätzen, ist es erforderlich, neben der präduktalen  $psaO_2$  (an der rechten Hand) diese auch postduktal (linke Hand oder an den Füßen) zu messen. Bei einer reproduzierbaren  $psaO_2$ -Differenz über 5% zwischen

den Messpunkten (präduktal  $> psaO_2$  postduktal) ist von einer erhöhten PVR auszugehen. Liegt trotz niedriger  $psaO_2$  keine Sättigungsdifferenz vor, spricht dies primär für eine pulmonale Störung (z.B. konnatale Pneumonie, Lungenödem, Surfactantmangel). Intrapulmonale und intrakardiale Shunts (z.B. über ein offenes Foramen ovale) können mit dieser Messmethode jedoch nicht erkannt werden.

**Zur Erfassung einer PFC müssen pulsoxymetrische Messungen der arteriellen Sauerstoffsättigung ( $psaO_2$ ) bei allen kranken Neugeborenen präduktal – an der rechten oberen Extremität – erfolgen. Nur hier ist die Beurteilung der Oxygenierung zuverlässig. Zur Bestimmung der  $psaO_2$  sind spezielle Aufnehmer zu verwenden.**

Abbildung 3 zeigt eindrucksvoll einen prä- und postduktalen Oxygenierungsunterschied bei einem Neugeborenen mit ausgeprägter PFC.

**Der Kreislauf des Neugeborenen ist durch hohen Blutfluss bei relativ geringem arteriellem Druck und geringen Gefäßwiderständen charakterisiert.**

Eine Blutdruckmessung ist bei Neugeborenen nur mit Hilfe spezieller Manschetten und Messgeräte möglich und bleibt wegen des Zeitaufwandes den erweiterten Reanimationsmaßnahmen vorbehalten. Die Manschettenbreite

**Tabelle 3**

Normale prä- und postduktale Sauerstoffsättigung in den ersten 15. Lebensminuten nach der Geburt; Median und Standardabweichung (nach [17] und [18]).

Lebensminute	Präduktale Sauerstoffsättigung [%]	Postduktale Sauerstoffsättigung [%]
3	84 (75-93)	79 (68-90)
4	87 (81-91)	80 (77-88)
5	92 (86-94)	84 (80-90)
10	96 (94-98)	93 (90-95)
15	98 (96-99)	96 (94-98)

soll bei Frühgeborenen 3-4 cm (Größe 2 oder 3) und bei reifen Neugeborenen 6 cm (Größe 5) betragen. Oszillometrische Blutdruckmessgeräte sind vor Inbetriebnahme auf den Neonatalmodus zu programmieren, da sonst die Gefahr einer Verletzung oder gar Fraktur durch zu hohe Aufpumpdrücke besteht. Bei manueller Blutdruckmessung kann die sog. Flush-Methode benutzt werden. Dazu wird die Manschette auf übersystolische Werte (80 mmHg) aufgepumpt, der Mannschettendruck langsam abgelassen und das Wiederauffüllen des kapillären Endstromgebietes der Fingerspitzen mit Blut (sog. Rekapillarisierung) beobachtet. Die beginnende Füllung des peripheren Kapillargebietes entspricht orientierend dem systolischen Druck, die vollständige Füllung der Palmar- oder Plantarhaut dem arteriellen Mitteldruck. Stellvertretend kann auch der Radialispuls erfasst werden.

Der systolische Druck des Neugeborenen beträgt etwa 50-70 mmHg. Klinische Zeichen des Schocks sind Blässe, Muskelhypotonie, reduzierter Allgemeinzustand, Tachykardie und Tachypnoe. Ein Schock infolge kritischer Abnahme des zirkulierenden Plasmavolumens ohne akute Blutung kann bei Neugeborenen auch im Rahmen einer Infektion (ggf. auch maternal) auftreten.

**Die Basisuntersuchung muss rasch erfolgen – bei gestörter kardiorespiratorischer Adaptation sollen Herzfrequenz, Atemfrequenz, Atemmuster und Oxygenierung des Neugeborenen innerhalb von 30-45 s beurteilt werden.**

### Sauerstoffgabe

Es gibt zurzeit keine Evidenz für die optimale inspiratorische Sauerstoff-Fraktion ( $\text{FiO}_2$ ) im Rahmen der Neugeborenenreanimation. Verschiedene Studien der letzten Jahre wiesen jedoch auf potentielle Risiken von 100% Sauerstoff wie Atemdepression, Verschlechterung der zerebralen Perfusion durch Vasokonstriktion und Gewebeschädigung durch freie Sauerstoffradikale hin [19]. Eine

Abbildung 3



Neugeborenes mit persistierender fetaler Zirkulation (PFC). Präduktal (rechter Thoraxbereich;  $\text{psaO}_2$  97%) erscheint das Hautkolorit im Vergleich zum postduktal versorgten Bereich (linker Thoraxbereich und Abdomen,  $\text{psaO}_2$  84%) rosiger.

Abbildung 4



Sauerstoff-Luft-Mischer (sog. Oxy-Blender, BIRD Low Flow Ultrablender).

eindeutige Empfehlung zur optimalen  $\text{FiO}_2$  ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, jedoch scheint die primäre Anwendung nicht sauerstoffangereicherter Luft unter einer Reanimation die Mortalität günstiger zu beeinflussen als die Verwendung von 100% Sauerstoff [19-21].

**Nach dem derzeitigen Kenntnisstand soll bei der Reanimation eines reifen Neugeborenen zunächst mit der Zufuhr von Raumluft begonnen werden.**

- Kommt es trotz suffizienter Ventilation zu keinem Anstieg der Herzfrequenz und der  $\text{psaO}_2$ , wird die Sauerstoffkonzentration erhöht [4]. Zur Sauerstofftherapie sollen Sauerstoff-Luft-Mischer (sog. Oxy-Blender; Abb. 4) eingesetzt und die applizierte Sauerstoffkonzentration überwacht werden.
- Bei kritisch kranken Neugeborenen, die trotz Atem- und/oder Kreislaufunterstützung keine sicht-/messbare Vitalitätszunahme zeigen, kann rasch mit einer  $\text{FiO}_2$  von 0,4-0,5 gearbeitet werden.

- Im Verlauf der Versorgung wird die Zufuhr situationsgerecht – nach Maßgabe der präduktalen  $\text{psaO}_2$  – erhöht oder reduziert; insgesamt wird nur so viel Sauerstoff wie nötig appliziert.

Nach der derzeitigen Datenlage kann kein klares Oxygenierungsziel in Abhängigkeit vom Lebensalter definiert werden. Nach den aktuellen Reanimationsleitlinien [4] soll nach der 5. Lebensminute eine präduktale  $\text{psaO}_2$  von 85% und nach der 10. Lebensminute von mindestens 90% erreicht sein. Die dazu erforderliche  $\text{FiO}_2$  soll schnellstmöglich wieder vermindert werden. Dabei sind spezielle Indikationen (z.B. pulmonaler Hypertonus) und relative Kontraindikationen (z.B. Hypoplastisches Linksherzsyndrom, HLHS) für die Verwendung von Sauerstoff zu beachten. Beim HLHS kann es durch großzügige Gabe von Sauerstoff zu lebensbedrohlichen Situationen kommen: Durch eine hohe  $\text{FiO}_2$  wird der pulmonale Gefäßwiderstand gesenkt, was eine pulmonale Überflutung mit reduzierter systemischer Perfusion zur Folge haben kann.

## Mekoniumaspiration

Mekoniumhaltiges Fruchtwasser wird bei etwa 9-15% aller Geburten vorgefunden und bedeutet per se noch keine Beeinträchtigung des Neugeborenen. Nur in einem sehr geringen Prozentsatz (2-5%) befindet sich auch tatsächlich Mekonium in den Atemwegen bzw. der Lunge (Mekonium-Aspiration-Syndrom = MAS). Die Ausprägung bzw. Beeinträchtigung des Neugeborenen durch ein MAS ist unterschiedlich und reicht von moderater Dyspnoe bis hin zum pulmonalen Versagen mit pulmonalhypertensiver Krise.

Die Behandlungsbedürftigkeit bei Vorliegen von mekoniumhaltigem Fruchtwasser richtet sich nach dem klinischen Zustand des Neugeborenen. Ein routinemäßiges Absaugen von Kindern mit suffizienter Spontanatmung, gutem Muskeltonus und stabilen Vitalparametern (Herzfrequenz >100/min,  $\text{psaO}_2 >90\%$ ) wird nicht empfohlen. Ist das Neugeborene jedoch avital und kardiorespiratorisch deprimiert, ist das sofortige tracheale Absaugen mit einem relativ weitlumigen Absaugkatheter (10-16 Ch.) erforderlich. Bei anhaltender Bradykardie muss mit der Beatmung begonnen und auf weiteres tracheales Absaugen verzichtet werden – das Vorgehen entspricht dann dem bei der Reanimation.

## Maskenbeatmung

Wenn nach diesen Maßnahmen keine ausreichende Spontanatmung vorhanden ist, hat die Entfaltung und Belüftung der Lungen oberste Priorität.

**Primäres Kriterium zur Beurteilung einer adäquaten Lungenentfaltung ist das Heben und Senken des Thorax. Sekundäres Kriterium ist die Verbesserung der Herzfrequenz, der Oxygenierung und anderer Vitalparameter.**

Die Maskenbeatmung soll mit einem speziellen Beatmungsbeutel erfolgen, der über ein Sauerstoffreservoir mit Sauerstoffanschluss, ein PEEP-Ventil und ein Überdruckventil verfügt, das sich bei

ca. 40 mbar automatisch öffnet, aber im Bedarfsfall manuell verschlossen werden kann. Zudem sind unterschiedliche Maskengrößen (00, 0, 1) und -formen (rund oder gesichtsähnlich) vorzuhalten. Der optimale Beatmungsspitzendruck (PiP; positiv inspiratorischer Druck) kann nicht pauschal angegeben werden und orientiert sich vornehmlich an den thorakalen Exkursionen bzw. der Belüftung.

Zur Rekrutierung der FRC soll bevorzugt ein CPAP-System angewendet werden, das einen kontinuierlichen regelbaren Gasfluss erzeugt. Mit einem derartigen CPAP-System wird über eine dicht sitzende Beatmungsmaske bis zu 20 s lang ein kontrolliertes Druckniveau von bis zu 25 mbar appliziert, der über den Gasfluss geregelt wird [5]. Beispiele für solche Systeme sind das Benveniste®-Ventil (Abb. 5) und das PERVENT™-Gerät (Abb. 6). Durch dieses Blähmanöver wird meist eine ausreichende Lungenrekrutierung erreicht. Im Anschluss kann eine Maskenbeatmung oder CPAP-Atemunterstützung erfolgen [22]. Eine angemessene PEEP-Applikation verbessert die Lungen-Compliance und erleichtert den Gasaustausch.

Falls kein CPAP-System vorhanden ist, muss bedacht werden, dass herkömmliche Beatmungsbeutel dieses lange inspiratorische Plateau von 20-25 mbar über ca. 20 s nicht aufrecht erhalten können. Dann muss bei der Maskenbeatmung versucht werden, das inspiratorische Plateau möglichst lange (2-3 s) zu erhalten, wozu das PEEP-Ventil auf mindestens 5 mbar eingestellt wird. Im Verlauf liegt das inspiratorische Plateau dann bei 1 s, die Beatmungsfrequenz bei 30/min. Das Verwenden eines CPAP-Generators erscheint nach Erfahrung der Autoren für die Beatmung eines Neugeborenen im Rahmen einer Wiederbelebung eher ungünstig zu sein.

- Bei der Maskenbeatmung sollen sich das Neugeborene in Rückenlage und der Kopf in Neutralposition befinden. Zur Verbesserung der Kopflagerung kann ein Handtuch unter die Schultern des Neugeborenen gelegt werden.
- Um die oberen Atemwege bei einem hypotonen Neugeborenen zu eröffnen, kann der Esmarch-Handgriff

Abbildung 5



Benveniste®-Ventil mit Maske.

Abbildung 6



PERVENT™-CPAP-Generator.

oder ein oropharyngealer Tubus hilfreich sein.

- Durch suffiziente Maskenbeatmung kann in Notfallsituationen, wenn eine Intubation nicht unverzüglich erfolgen kann, über einen längeren Zeitraum (>5 min) eine ausreichende Oxygenierung und Ventilation sichergestellt werden.
- Nach Maskenbeatmung kann das Legen einer Magensonde zur Entlüftung erforderlich werden.

## Intubation

**Der Goldstandard zur Sicherung der Atemwege ist die Intubation, die ein gewisses Maß an Übung und Erfahrung erfordert und daher dem Erfahrensten obliegen soll.**

Die Endotrachealtuben (ET) sind in verschiedenen Größen von 2,0, 2,5, 3,0 und 3,5 mm Innendurchmesser (ID) vorzuhalten. Für reife Neugeborene ist meist die Größe 3,5 geeignet; bei Larynx-Fehlbildungen oder Schleimhautödem ist ggf. ein Tubus mit geringerem ID zu wählen. Die Tubusgrößen und die zu beachtenden Tubuslagen sind in Tabelle 4 dargestellt. Radiologisch soll sich die Tubusspitze am medialen Ende zwischen beiden Claviculae (Höhe TH 2) projizieren. ET mit einem Applikationslumen für z.B. die Surfactanttherapie bieten in der Erstversorgung keinen Vorteil. Zur Platzierung des ET soll eine kleine Magill-Zange vorgehalten werden.

- Im Neugeborenenalter ist die Epiglottis relativ weich und lang. Daher werden meist Laryngoskope mit geradem Spatel (nach Miller) benutzt, mit denen die Epiglottis „aufgeladen“ wird, was die Sicht auf die Stimmritze erheblich verbessert. Dabei darf die Epiglottis nicht verletzt werden.
- Leichter äußerer Druck auf den Kehlkopf kann die Einstellung der Stimmritze erheblich verbessern (Krikoiddruck oder Sellick-Handgriff). Dazu hat es sich bewährt, dieses Manöver nach Einsetzen des Spatels zunächst selbst mit der freien Hand durchzuführen. Die so ermittelte günstige Position des Kehlkopfs kann dann bei der Intubation von einem Helfer reproduziert werden. Das BURP-Manöver (backward, upward and rightward pressure) wird in diesem Lebensalter nicht durchgeführt.
- Ein Führungsstab ist regelmäßig nicht erforderlich und erhöht bei unsachgemäßer Anwendung die Verletzungsgefahr. Wenn der Nasenweg für den Tubus nicht passierbar ist, kann eine weiche Magensonde als Führungsschiene verwendet werden,

**Tabelle 4**

Tubuslage und -größe bei Neu- und Frühgeborenen (14).

Geburtsgewicht	Tubuslage		Tubusgröße Innendurchmesser (mm)
	oral (in cm ab Zahnleiste)	nasal (in cm ab Nasensteg)	
500 g	6	7	2 (-2,5)
500 g - 1.000 g	6-7	7,5	2,5
1.000 g - 2.000 g	7-8	8-9	2,5-3,0
2.000 g - 3.000 g	8-9	10-11	3,0-3,5
3.000 g - 4.000 g	9-10	11,5	3,5

- Vor allem bei dünnen ET besteht ein erhebliches Risiko für eine Tubusobstruktion insbesondere bei starker Sekret- und Schaumbildung (z.B. Mekoniumaspiration).
- Nach Möglichkeit ist angewärmtes und angefeuchtetes (konditioniertes) Atemgas zu verwenden. Bei der Erstversorgung Frühgeborener ist dieses zwingend erforderlich. Nur ersatzweise ist ein passives System – heat and moisture exchanger (HME); sog. feuchte Nase – zur Reduktion des exspiratorischen Wasserdampfverlustes einzusetzen.

Die Frage der oro- oder nasotrachealen Intubation ist sekundär und in Abhängigkeit von den Umständen zu entscheiden. Die nasotracheale Intubation erlaubt zwar eine bessere Fixierung, dauert aber regelmäßig etwas länger als das orotracheale Vorgehen. Das übergeordnete Ziel ist die Sicherstellung der Ventilation und Oxygenierung.

**Falls sich der Tubus nicht durch die Stimmritze vorschieben lässt, kann über einen gerade noch im Oropharynx platzierten nasalen Tubus im Notfall eine Ventilation durch Beutelbeatmung erzielt werden.**

Zur endotrachealen Lagekontrolle sind die in Tabelle 5 aufgeführten Kriterien zu beachten, wobei stets die deutliche Thoraxexkursion im Vordergrund steht.

**Bei insuffizienter Maskenbeatmung oder schwieriger bzw. unmöglichkeit endotrachealer Intubation werden**

**Tabelle 5**

Kriterien zur Sicherstellung einer korrekten endotrachealen Lage.

- |  |
|--|
| • Vorbringen des Tubus durch die Stimbänder unter Sicht?   |
| • Symmetrische Thoraxexkursion?                            |
| • Seitengleiche Auskultation?                              |
| • Magenblase wird nicht prominent                          |
| • Kein auskultatorisches Flowgeräusch über dem Epigastrium |
| • Endexspiratorische CO <sub>2</sub> -Messung positiv      |
| • Anstieg der Herzfrequenz                                 |
| • Verbesserung der psaO <sub>2</sub>                       |

**ersatzweise Larynxtuben (LT) oder Larynxmasken (LMA) angewendet. Die Effektivität bei Benutzung einer LMA unter Thoraxkompression wurde bei Neugeborenen bislang nicht untersucht [3].**

Alternative der 1. Wahl zur endotrachealen Intubation ist der LT, der bei reifen Neugeborenen einsetzbar ist. Der Einsatz der LMA kann bei Neugeborenen >2.000 g und >34. Schwangerschaftswochen (SSW) erwogen werden. Für die Verwendung der LMA bei Neugeborenen <2.000 g und <34 SSW gibt es keine Evidenz [23].

Neugeborene sind obligate Nasenatmer. Durch die per se engen Nasenwege des Neugeborenen kann ggf. der Einsatz einer verdünnten Oxymetazolin-Lösung (0,01%) zur Abschwellung der Nasenschleimhaut hilfreich sein. Es sind jedoch schwere, zum Teil lebensbedrohliche

Nebenwirkungen und Komplikationen durch  $\alpha$ -Mimetika beschrieben worden [24]. Überdies kann durch die iatrogene Verlegung einer Nasenseite (pharyngealer Tubus, Magensonde usw.) das Neugeborene bei fehlender Atemunterstützung in eine kritische Situation gebracht werden. In den nasalen und pharyngealen Atemwegen können zahlreiche Fehlbildungen (Choanalatresie, Encephalocele etc.) vorliegen. Eine Passagierstörung der Nasenwege kann durch Sondierung der Nasenwege erkannt werden.

### Thoraxkompression und Defibrillation

**Wenn die Herzfrequenz trotz Sauerstoffzufuhr, Maskenbeatmung und Rekrutierungsmanöver unter 60/min verbleibt, wird mit der Thoraxkompression (TK) begonnen.**

- Der Druckpunkt ist das untere Drittel des Sternum direkt unter einer gedachten Linie zwischen den Mamilen.
- Die Kompressionstiefe soll ein Drittel des Thoraxdurchmessers betragen.
- Die TK erfolgt mit beiden Daumen, wobei die Hände den Thorax umgreifen, dabei den Rücken des Kindes unterstützen und das Neugeborene auf einer festen Unterlage liegen soll.
- Das Verhältnis von Maskenbeatmung und TK beträgt 1:3 [4]. Ziel ist es, pro Minute etwa 30 Beatmungshübe und 90 TK durchzuführen. Die TK soll möglichst wenig unterbrochen werden und nach der Intubation kontinuierlich erfolgen. Ziel der kontinuierlichen TK ist es, eine ausreichende koronare und zerebrale Perfusion zu erzielen [7]. Nach jeweils 30 s wird die Herzfrequenz überprüft; liegt sie unter 60/min, wird die TK fortgesetzt.

Bei Neugeborenen liegt nur sehr selten ein defibrillierbarer Rhythmus (pulslose ventrikuläre Tachykardie, Kammerflimmern) vor. Die Defibrillation erfolgt mit 4 J/kgKG (beim Neugeborenen demnach 16-20 J). Ein eigenständiger Algorithmus ist nicht vorhanden.

### Medikamentöse Reanimation

#### Adrenalin

**Bei einer Herzfrequenz <60/min, die nicht auf eine adäquate Beatmung und TK ansteigt, ist der Einsatz von Adrenalin zu erwägen [25].**

- Bei intravenöser oder intraossärer Applikation beträgt die Dosis 10-30  $\mu$ g/kgKG – das entspricht bei 3 kgKG einer Dosis von 30-90  $\mu$ g bzw. 0,3-0,9 ml der Lösung 1:10.000 (1 ml = 0,1 mg = 100  $\mu$ g). Höhere Dosen sind nicht empfohlen.
- Ist kein intravenöser oder intraossärer Zugang vorhanden, können beim intubierten Kind als Ultima Ratio auch 100  $\mu$ g/kgKG endotracheal (e.t.) appliziert werden; dies entspricht bei 3 kgKG einer Dosis von 300  $\mu$ g bzw. 3 ml der Lösung 1:10.000. Die Effektivität dieser hohen e.t.-Gaben ist nicht belegt.
- Bei fehlendem Erfolg wird die Zufuhr wiederholt. Empfehlungen zum Zeitpunkt der erneuten Applikation gibt es nicht. Die repetitive Gabe bei Nichtansprechen erscheint aber durchaus sinnvoll.

#### Volumenersatz und Blutkomponenten

**Bei Verdacht auf einen Volumenmangel mit Schock wird ein Bolus von 10 ml/kgKG einer isotonen Vollelektrolytlösung (VEL) – ggf. wiederholt – infundiert.**

Aussagekräftige Studien zur Flüssigkeitssubstitution bei der Reanimation des Neugeborenen gibt es nicht. Isotone Natriumchloridlösung (0,9% NaCl) soll nur ersatzweise – statt VEL – verwendet werden; hier besteht bei höheren Volumina (>40 ml/kgKG) die Gefahr der Dilutionsazidose und Hyperchlorämie [26-28]. Auch laktathaltige Infusionslösungen sollen vermieden werden, weil ihre Metabolisierung mit einem erheblichen Sauerstoffverbrauch einhergeht und darüber hinaus die Laktatdiagnostik gestört wird.

**Eine Volumetherapie mit 5% Glukose kann zu einer akuten Hyponaatriämie mit erhöhter Morbidität führen [29]; sie ist gefährlich und daher zu unterlassen.**

Über den Nutzen kolloidalen Lösungen im Neugeborenenalter besteht kein Konsens, wobei neuere Untersuchungen eine gute Verträglichkeit belegen [30]. Andererseits wird durch HES-Lösungen die Gerinnungszeit verlängert und die Gerinnungsstabilität vermindert [31].

**Bei ausbleibender hämodynamischer Stabilisierung – trotz wiederholter Zufuhr von isotoner VEL – können kolloidale Lösungen [32; 33] wie 6% HES 130/0,4 oder 4% Gelatine 30 in einer Dosis von 10-20 ml/kgKG infundiert werden.**

Die Gabe von 5% Humanalbumin erzielt den gleichen hämodynamischen Effekt wie die Infusion künstlicher Kolloide [30].

Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK) soll bei einer Hämoglobin (Hb)-Konzentration <12 g/dl erwogen werden. Bei schwerer Anämie (Hb <10 g/dl) – z.B. nach vorzeitiger Lösung der Plazenta oder feto-maternalem Transfusionssyndrom – ist die Notfalltransfusion von Erythrozyten (Blutgruppe Null, Rhesus negativ) indiziert. Gefrorenes Frischplasma (GFP) ist nur bei schweren Störungen der plasmatischen Hämostase indiziert und bleibt in der Erstversorgung des Neugeborenen eine Ausnahme.

#### Monitoring der Blutmetabolite

**Während der Reanimation sind (ggf. wiederholte) Blutgasanalysen mit Bestimmung von Blutzucker, Laktat, Kalium und Kalzium erforderlich.**

Die engmaschige Kontrolle ist für den weiteren Verlauf der Reanimation (Pufferung, Ausschluss von Hypo- und Hyperventilation usw.) wichtig und zeitnah auf dem Reanimationsprotokoll zu dokumentieren. Schon eine moderate

Hypokapnie infolge Hyperventilation ( $pCO_2 < 35$  mmHg) reduziert v.a. bei Frühgeborenen den zerebralen Blutfluss und ist mit schweren Komplikationen – intrazerebraler Hämorrhagie, periventrikulärer Leukomalazie (PVL) – assoziiert [11].

Eine Hyperventilation mit Hypokapnie ist dringend zu vermeiden, da diese mit einer periventrikulären Leukomalazie und – besonders bei Frühgeborenen – mit einem signifikant erhöhten Hirnblutungsrisiko in den ersten 24-(48) Lebensstunden einhergehen kann.

Eine Hypoglykämie kann zusätzlichen zerebralen Schaden verursachen. Die per se niedrigeren („normalen“) Blutzuckerwerte des reifen Neugeborenen (Mittelwert  $63 \pm 14,1$  mg/dl) sollen daher engmaschig kontrolliert werden [34].

Ein Nutzen der Pufferung mit Natriumbikarbonat ist nicht belegt; sie kann bei langdauernder Wiederbelebung (20-30 min) aber erwogen werden. Natriumbikarbonat soll grundsätzlich nur nach Bestimmung des Säure-Basen-Status (mindestens 1:3 verdünnt) in einer Dosis von 1-2 mmol/kgKG infundiert werden.

Stets ist auf die Begleitpathologien des Schocks bei Neugeborenen zu achten. Dazu zählen Pneumothorax, Pneumomediastinum, Pneumoperikard sowie Pleura- und Perikarderguss. Die notfallmäßige Entlastung eines Pneumothorax erfolgt mit einer kleinen Venenverweilküple in Bülau-Position im 4.-5. Interkostalraum (etwa in Höhe der Mamille) in der vorderen Axillarlinie [35].

## Zugänge zum Gefäßsystem

### Venöser Zugang

Die rasche Anlage einer peripheren Venenverweilküple gelingt nicht immer und ist umso schwieriger, je unreifer und kreislaufdeprimierter die Kinder sind. Insbesondere bei einer Reanimation ist die Anlage oft nicht einfach. Als Punktionsstellen kommen die Venen im Bereich des Hand- und Fußrückens, Kopfvenen (Verwechselung mit Arterien leicht möglich) sowie Kubitalvenen in Frage. Über periphere Venen infundierte

Abbildung 7



Nabelstumpf im Querschnitt.

Lösungen sollen eine Osmolarität von 800 mosmol/l nicht überschreiten, da die Gefäßwände sonst gereizt bzw. geschädigt werden und die Infusionen paravenös laufen können. Insbesondere die hyperosmolare Natriumbikarbonat-Lösung (8,4%) muss bei Infusion über eine periphere Venen mindestens 1:3 verdünnt werden.

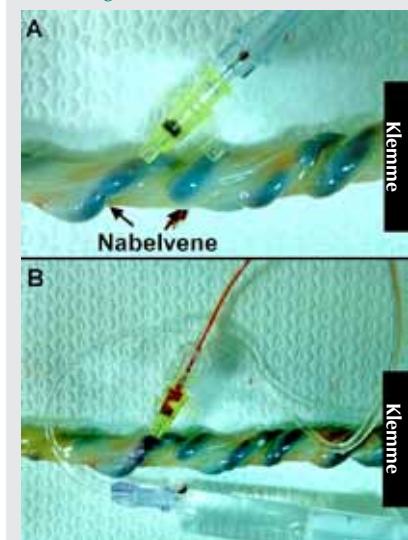
### Nabelvenenkatheter

**Der Nabelvenenkatheter (NVK) ist ein technisch einfacher und zugleich zentralvenöser Gefäßzugang. Die unpaarige singuläre Nabelvene ist von den paarigen Nabelarterien durch ihre dünne Gefäßwand und das größere Lumen zu differenzieren (Abb. 7).**

- Die Nabelvene (Abb. 7) wird unter sterilen Bedingungen mit einem Katheter von 3,5-5,0 French sondiert und der NVK mit einer Ligatur oder Klemme fixiert. Die Einführtiefe beträgt bei Kindern mit 2-3 kgKG etwa 9 cm (bei geringerem KG 7-8 cm). Es muss sich Blut aspirieren lassen, und die Injektion soll gegen leichten Widerstand möglich sein. Der NVK kann in die Leber- oder Milzvene abrinnen – daher ist im Verlauf eine radiologische Lagekontrolle erforderlich.

- Alternativ wird die von außen gut sichtbare Nabelvene seitlich mit einer Verweilküple punktiert, das Ende der „offenen“ Nabelschnur ligiert oder abgeklemmt und die Nabelvene wie eine periphere Vene genutzt (Abb. 8).

Abbildung 8



Punktion der Nabelvene mit einer Venenverweilküple 5-10 cm entfernt vom Nabelstumpf in Richtung auf das Neugeborene (A). Das freie Ende der Nabelschnur wird mit einer sterilen Klemme oder Ligatur verschlossen und die Infusion angeschlossen (B).

Es ist auf sichere intravenöse Injektion zu achten, da bei arterieller Injektion lebensbedrohliche Komplikationen (Nekrosen im Bereich von Gesäß und unteren Extremitäten, Organverletzungen) drohen. Die Anlage eines NVK wird durch eine ausreichende Nabelschnurlänge ( $>5$  cm) erheblich vereinfacht; Neugeborene sind daher nicht zu kurz abzunabeln.

### Intraossärer Zugang

Der intraossäre Zugang ist eine Alternative zum venösen Zugang – im Notfall muss auch beim Neugeborenen daran gedacht werden.

Vor der Anlage eines intraossären Zugangs sollen folgende Kriterien erfüllt sein [36]:

1. Frustrane Venenpunktion (mehr als 3 Versuche oder nach 90-120 s) und
2. systemische Applikation von lebenserhaltenen Medikamenten erforderlich und
3. kein Nabelvenenkatheter möglich (als relatives Kriterium).

Das praktische Vorgehen ist wie folgt (Abb. 9):

- Als Lokalisation ist vor allem die proximale Tibia in sicherem Abstand von der Wachstumsfuge – ein Querfinger (Frühgeborene) bzw. zwei Querfinger (Reifgeborene) unterhalb der Tuberossitas ossis tibiae – geeignet.
- Die Intraossärkanüle wird nach sorgfältiger Hautdesinfektion mittels einer Drehbewegung eingebracht. Bei Frühgeborenen kann auch eine kräftige Butterfly-Kanüle (23-25 Gauge) verwendet werden.
- Ein Aspirationsversuch gelingt nicht immer und ist kein objektives Kriterium für die korrekte Platzierung. Zudem erhöht sich die Gefahr der Kanülenobstruktion [36].
- Nach Anlage erfolgt das Spülen mit 5 ml 0,9% NaCl zur Lagekontrolle.
- Die Medikamente werden wie bei einem Venenzugang dosiert. Bei Bedarf ist auch eine Druckinfusion möglich. Ein Nachspülen mit 5 ml 0,9% NaCl ist immer erforderlich.

Automatisierte Systeme (zugelassen ab 3 kgKG) sind nach den Erfahrungen der

Abbildung 9



Intraossärer Zugang an der Tibia bei einem reifen Neugeborenen.

Autoren den manuell anzulegenden Kanülen in diesem frühen Lebensalter nicht überlegen. Wegen der kleinen anatomischen Verhältnisse und der zarten Knochen gelingt die manuelle Platzierung der intraossären Kanüle regelmäßig problemlos.

### Induzierte Hypothermie

Eine Behandlung mittels induzierter Hypothermie (32-34 °C für 72 h) mit dem Ziel, das neurologische Ergebnis zu verbessern, ist in folgenden Situationen indiziert [37]:

- Asphyktische Neugeborene ( $\geq 36$  SSW) mit 10-min-APGAR-Score  $\leq 5$  oder
- Anhaltende Reanimation (inklusive Masken-/endotrachealer Beatmung) oder
- Azidose (Nabelschnurarterien-pH oder sonstiger arterieller pH innerhalb der ersten Lebensstunde  $< 7,0$ ) oder
- Basendefizit  $\geq 16$  mmol/l im Nabelschnurblut oder sonstiger Blutprobe innerhalb der ersten Lebensstunde und in allen Fällen

- HIE-Score (Hypoxisch-induzierte Enzephalopathie) nach Sarnat [38] Stadium II: Enzephalopathie mit abnormalem Reflexmuster, muskulärer Hypotonie, Krampfanfällen, pathologisches amplituden-integriertes EEG.

**Für Frühgeborene unterhalb der 36. SSW wird die Hypothermiebehandlung derzeit nicht empfohlen.**

Der neuroprotektive Nutzen beim reifen Neugeborenen ist umso höher, je früher (innerhalb der ersten vier Lebensstunden) mit der Kühlung begonnen wird. Als erste Maßnahme wird die externe Wärmezufuhr (z.B. mittels Wärmelampe) eingestellt [39]. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Zieltemperatur nicht unterschritten wird – die Körpertemperatur ist daher laufend zu kontrollieren.

Die Hypothermie ist mit durchaus relevanten Risiken verbunden: Es besteht eine deutliche Neigung zur arteriellen Hypotension mit Herzfrequenzabfall, Arrhythmien und reduzierter linksventrikulärer Auswurfleistung. Das

Risiko einer pulmonal-hypertensiven Krise ist bei allen Patienten erhöht, und die Hämostasemechanismen werden deutlich behindert. Die fortgesetzte Hypothermiebehandlung soll daher auf entsprechend erfahrene pädiatrische Zentren beschränkt bleiben; ggf. ist das Neugeborene frühzeitig zu verlegen.

### Beendigung der Reanimation

Wenn trotz maximaler Therapie kein eigenständiger Kreislauf herzustellen ist, kann frühestens nach 10 min die Beendigung der Reanimation erwogen werden [3].

### Literatur

- McDonald SJ, Middleton P: Effect of timing of umbilical cord clamping of term infants on maternal and neonatal outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;(2):CD004074
- Mercer JS, Vohr BR, McGrath MM, Padbury JF, Wallach M, Oh W: Delayed cord clamping in very preterm infants reduces the incidence of intraventricular hemorrhage and late-onset sepsis: a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2006;117:1235-1242
- Kattwinkel J, Perlman JM, Aziz K, Colby C, Fairchild K, Gallagher J, et al. Part 15: neonatal resuscitation: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122(18 Suppl 3): S909-S919
- Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, Atkins DL, Chameides L, Goldsmith JP, et al. Part 11: Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2010;81(Suppl 1): e260-e287
- Te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Fouras A, Lewis RA, et al. Effect of sustained inflation length on establishing functional residual capacity at birth in ventilated premature rabbits. *Pediatr Res* 2009;66:295-300
- Lindner W, Vossbeck S, Hummler H, Pohlandt F: Delivery room management of extremely low birth weight infants: spontaneous breathing or intubation? *Pediatrics* 1999;103:961-967
- Ewy GA, Zuercher M, Hilwig RW, Sanders AB, Berg RA, Otto CW, et al. Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007;116:2525-2530
- Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010;125:e1340-e1347.
- Te Pas AB, Wong C, Kamlin CO, Dawson JA, Morley CJ, Davis PG: Breathing patterns in preterm and term infants immediately after birth. *Pediatr Res* 2009;65:352-356
- Miller SS, Lee HC, Gould JB: Hypothermia in very low birth weight infants: distribution, risk factors and outcomes. *J Perinatol* 2011;31(Suppl 1): S49-S56
- Erickson SJ, Grauaug A, Gurrin L, Swaminathan M: Hypocarbia in the ventilated preterm infant and its effect on intraventricular haemorrhage and bronchopulmonary dysplasia. *J Paediatr Child Health* 2002;38(6):560-562
- Finer NN, Rich WD: Neonatal resuscitation: raising the bar. *Curr Opin Pediatr* 2004;16:157-162
- Nelson WE: Developmental Pediatrics. In: Kliegmann RM, Bonita M.D. Stanton, Joseph St. Geme, Nina Schor, Richard E. Behrman (eds). *Nelson Text Book of Pediatrics*. 18<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2010:6-111
- Roos R: Neonatologie. In: Roos R, Genzel-Boroviczny B, Proquitté H (eds). *Checkliste Neonatologie*. 3<sup>rd</sup> ed. Stuttgart: Thieme; 2010:3-72
- Koletzko B: Neonatologie. In: Koletzko B, Kröner C (eds.) *Basiswissen Pädiatrie*. 1<sup>st</sup> ed. Berlin: Springer; 2010:18-50
- Soothill PW, Nicolaides KH, Rodeck CH, Gamsu H: Blood gases and acid-base status of the human second-trimester fetus. *Obstet Gynecol* 1986;68:173-176.
- Berger TM, Pilgrim S: Reanimation des Neugeborenen. *Anaesthetist* 2009;58: 39-50
- Mariani G, Dik PB, Ezquer A, Aguirre A, Esteban ML, Perez C, et al. Pre-ductal and post-ductal O<sub>2</sub> saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr* 2007; 150:418-421
- Vento M, Asensi M, Sastre J, Lloret A, Garcia-Sala F, Vina J: Oxidative stress in asphyxiated term infants resuscitated with 100% oxygen. *J Pediatr* 2003;142: 240-246
- Tan A, Schulze A, O'Donnell CP, Davis PG: Air versus oxygen for resuscitation of infants at birth. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;(2):CD002273
- Rabi Y, Rabi D, Yee W: Room air resuscitation of the depressed newborn: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2007;72:353-363
- Thome U, Topfer A, Schaller P, Pohlandt F: The effect of positive endexpiratory pressure, peak inspiratory pressure, and inspiratory time on functional residual capacity in mechanically ventilated preterm infants. *Eur J Pediatr* 1998;157:831-837
- The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) consensus on science with treatment recommendations for pediatric and neonatal patients: pediatric basic and advanced life support. *Pediatrics* 2006;117:e955-e977
- Osguthorpe JD, Shirley R: Neonatal respiratory distress from rhinitis medicamentosa. *Laryngoscope* 1987; 97:829-831
- Ziino AJ, Davies MW, Davis PG: Epinephrine for the resuscitation of apparently stillborn or extremely bradycardic newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(2):CD003849
- Sümpelmann R: Über Wasser, Salz und mehr. *Infusionstherapie für Neugeborene, Kleinkinder und Kinder*. *Anaesthetist* 2011;60:8-9
- Adrogue HJ, Madias NE: Hypernatremia. *N Engl J Med* 2000;342:1493-1499
- Adrogue HJ, Madias NE: Hyponatremia. *N Engl J Med* 2000;342:1581-1589
- Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D: Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child* 2006;91:828-835
- Liet JM, Kuster A, Denizot S, Caillaux-Varin G, Gras-Leguen C, Roze JC: Effects of hydroxyethyl starch on cardiac output in hypotensive neonates: a comparison with isotonic saline and 5% albumin. *Acta Paediatr* 2006;95:555-560
- Haas T, Preinreich A, Oswald E, Pajk W, Berger J, Kuehbacher G, et al. Effects of albumin 5% and artificial colloids on clot formation in small infants. *Anaesthesia* 2007;62:1000-1007
- Sümpelmann R, Kretz FJ, Gabler R, Luntzer R, Baroncini S, Osterkorn D, et al. Hydroxyethyl starch 130/0.42/6:1 for perioperative plasma volume replacement in children: preliminary results of a European Prospective Multicenter Observational Postauthorization Safety Study (PASS). *Paediatr Anaesth* 2008;18: 929-933

33. Osthaus WA, Witt L, Johanning K, Boethig D, Winterhalter M, Huber D, et al. Equal effects of gelatin and hydroxyethyl starch (6% HES 130/0.42) on modified thrombelastography in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53:305-310
34. Alkalay AL, Sarnat HB, Flores-Sarnat L, Elashoff JD, Farber SJ, Simmons CF: Population meta-analysis of low plasma glucose thresholds in full-term normal newborns. *Am J Perinatol* 2006; 23:115-119
35. Eifinger F, Lenze M, Brisken K, Welzing L, Roth B, Koebke J: The anterior to midaxillary line between the 4th or 5th intercostal space (Buelau position) is safe for the use of thoracostomy tubes in preterm and term infants. *Paediatr Anaesth* 2009;19:612-617
36. Bernhard M, Gräsner J, Gries A, Fischer M, Böttiger B, Helm M: Erste deutsche Empfehlung zur intraossären Infusion in der Notfallmedizin. *Anästh Intensivmed* 2010;51:508-512
37. Horn A, Thompson C, Woods D, Nel A, Bekker A, Rhoda N, et al. Induced hypothermia for infants with hypoxic-ischemic encephalopathy using a servo-controlled fan: an exploratory pilot study. *Pediatrics* 2009;123:e1090-e1098
38. Sarnat HB, Sarnat MS: Neonatal encephalopathy following fetal distress. A clinical and electroencephalographic study. *Arch Neurol* 1976;33:696-705
39. Jacobs S, Hunt R, Tarnow-Mordi W, Inder T, Davis P: Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(4): CD003311.

### Korrespondenz- adresse

**Priv.-Doz. Dr. med.  
Frank Eifinger**



Klinik für Kinder- und Jugendmedizin  
Bereich Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin  
Universitätsklinikum Köln  
Kerpener Straße 62  
50937 Köln, Deutschland  
Tel.: 0221 478 4449  
Fax: 0221 478 6450  
E-Mail: Frank.Eifinger@t-online.de

### TEILNAHMEBEDINGUNGEN an der zertifizierten Fortbildung

Zur kostenfreien Teilnahme müssen Sie den o.a. Kurs mit der folgenden **PIN-Nummer** buchen: **200412**

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.

**Einsendeschluss: 01.04.2013**

**Weitere Informationen:** E-Mail: [atanasovska@dgai-ev.de](mailto:atanasovska@dgai-ev.de), Tel.: 0911 933780.

[www.my-bda.com](http://www.my-bda.com)



### MULTIPLE-CHOICE-FRAGEN

**CME 4/2012**

- 1. Für eine verzögerte kardio-respiratorische Adaptation bei Neugeborenen kommen viele Gründe in Betracht. Welcher der nachfolgenden Befunde gehört nicht dazu?**
- Hypoglykämie
  - Schlechte Entfaltung der Lunge
  - Normale Körperkerntemperatur
  - Zustand nach Kaiserschnittentbindung
  - Frühgeburtlichkeit

- 2. Neugeborene haben andere Normalwerte als Klein- und Schulkinder. Welche der folgenden Aussagen zu Normalwerten bei reifen Neugeborenen trifft zu?**

- Die Atemfrequenz beträgt 10-15/min
- Die Herzfrequenz beträgt 90-150 Schläge pro Minute
- Das Körpergewicht beträgt regelmäßig weniger als 2 kg
- Der systolische Blutdruck beträgt mehr als 70 mmHg
- Die funktionelle Residualkapazität (FRC) liegt bei 10 ml/kgKG

- 3. Bei gestörter respiratorischer Adaptation eines reifen Neugeborenen ist die Pulsoxymetrie eine wichtige Überwachungsmethode. Welche der folgenden Aussagen zur Pulsoxymetrie und  $\text{psaO}_2$  bei Neugeborenen trifft zu?**

- Die  $\text{psaO}_2$  soll immer postduktal gemessen werden
- Die präduktale Sättigung wird am rechten Arm gemessen
- Eine Sättigungs differenz zwischen prä- und postduktal ist normal

- d. Wenige Minuten nach Geburt muss die  $\text{psaO}_2$  auf über 95% angestiegen sein  
 e. Es gibt keine speziellen Sättigungsaufnehmer für Neugeborene
- 4. Im Rahmen der Reanimation im Neugeborenenalter rückt die Frage nach der Sauerstofftoxizität immer mehr in den Fokus. Welche der folgenden Aussagen zur Verwendung von Sauerstoff im Kreißsaal trifft zu?**
- Es soll immer mit 100% Sauerstoff reanimiert werden
  - Die Sauerstoffgabe im Kreißsaal ist obsolet
  - Es soll nur so viel Sauerstoff wie nötig eingesetzt werden
  - Sauerstoff ist bei Neugeborenen nicht toxisch
  - Ein Sauerstoffmischer ist überflüssig
- 5. Der Algorithmus der Neugeborenenreanimation ist aktualisiert worden. Welche der folgenden Aussagen zur Reanimation bei Neugeborenen trifft laut ERC- bzw. AHA-Empfehlung zu?**
- Das Verhältnis von Beatmung und Thoraxkompression beträgt 1:3
  - Bei einer Asystolie ist die Gabe von Atropin indiziert
  - Adrenalin ist nicht indiziert
  - Die Beendigung der Reanimation soll frühestens nach 30 min erwogen werden
  - Neugeborene sind überwiegend aus kardiologischer Ursache reanimationsbedürftig
- 6. Bei asphyktischen Neugeborenen wird die therapeutische Hypothermiebehandlung empfohlen. Welche der folgenden Aussagen zu Hypothermiebehandlung trifft nicht zu?**
- Die Hypothermiebehandlung ist bei schwerer Asphyxie indiziert
  - Die Hypothermiebehandlung soll so früh wie möglich begonnen werden
  - Die Hypothermiebehandlung wird regelmäßig 72 h lang durchgeführt
  - Ein APGAR-Wert  $\leq 5$  nach 10 min ist eine eigenständige Indikation zur Hypothermiebehandlung
  - Die Hypothermiebehandlung wird bei Frühgeborenen nicht empfohlen
- 7. Die Intubation des Neugeborenen ist anspruchsvoll und technisch schwierig. Welche der folgenden Aussagen zur Intubation im Neugeborenenalter trifft zu?**
- Die Intubation soll immer nasal erfolgen
  - Larynxtuben sind keine Alternative zum Endotrachealtubus
  - Ein Absauger ist nicht erforderlich
  - Je kleiner der Tubusdurchmesser, desto geringer die Komplikationsrate (z.B. Tubusobstruktion)
  - Leichter äußerer Druck auf den Kehlkopf kann die Einstellung der Stimmritze verbessern (Krikoiddruck oder Sellick-Handgriff)
- 8. Die Überprüfung der korrekten endotrachealen Tubuslage ist wichtig. Welcher der folgenden Befunde kann nicht als Kriterium zur Beurteilung der Tubuslage dienen?**
- Symmetrische Thoraxexkursion
  - Seitengleiches Atemgeräusch bei der Auskultation
  - Anstieg der  $\text{psaO}_2$
  - Endexspiratorische  $\text{CO}_2$ -Messung positiv
  - Blindes Vorbringen des Tubus
- 9. Gerade im Neugeborenenalter spielt die Überwachung der Laborparameter bei regelwidriger postnataler Adaptation eine wichtige Rolle. Welche der folgenden Laborparameter sind während einer Reanimation bei Neugeborenen vorrangig zu überwachen?**
- Blutgase ( $\text{pCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$ , pH, Basenüberschuss)
  - Natrium
  - Magnesium
  - Leberenzyme
  - Gerinnungsparameter
- 10. Die Anlage eines Gefäßzugangs kann sich im Neugeborenen- und Säuglingsalter schwierig gestalten. Welche der folgenden Aussagen über die Anlage von Gefäßzugängen im Rahmen einer Neugeborenenreanimation trifft zu?**
- Die Anlage eines Nabelvenenkatheters (NVK) ist obsolet
  - Eine intraossäre Infusion darf ohne besondere Indikation angelegt werden
  - Die Nabelvene ist paarig angelegt
  - Eine intraossäre Kanüle wird in der proximalen Tibia in sicherem Abstand von der Wachstumsfuge eingebracht
  - Über die Nabelarterie dürfen alle Medikamente infundiert werden.

**Antworten CME****Heft 4/2011**

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