



Sektion Neonatologische Intensiv- und Notfallmedizin

DIVI-Curriculum „Notfalltraining Neonatologie“



**Modulares Kurssystem
der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
für die Notfallversorgung von Neugeborenen**

2026

2. Auflage: komplett überarbeitet auf Initiative der DIVI Sektion Neonatologische Intensiv- und Notfallmedizin unter Mitarbeit von N. Doberschütz, D. Fischer, W. Kresonja-Friedewald, I. Neustädter, I. Wenzel, S. Schäfer, U. Rochwalsky

1. Auflage: erarbeitet von Axel Hübler, Stefan Schäfer und Michael Schroth unter Mitarbeit von R. Hentschel, I. Neustädter und U. Rochwalsky

Inhalt

Kursbeschreibung und -organisation	3
Autoren.....	3
Ausführungsempfehlungen der DIVI zum „Notfalltraining Neonatologie“	3
Kursbeschreibung	4
Kurzinformation zu den Inhalten der einzelnen Module	5
Materialien für die Kursdurchführung	6
Modul 1: Neugeborenenreanimation	7
Praktische Durchführung.....	7
Alternativ-Stundenplan für 1-Tageskurs Modul 1 bis 4 gem. DIVI-Vorgabe	8
1.1.Erstversorgung und Reanimation.....	9
1.2.Respiratorisches Versagen	12
1.3.Herz-Kreislauf-Störungen	14
1.4.Transport des Neugeborenen	16
1.5.Asphyxie	17
1.6.Besonderheiten Frühgeborener	18
Modul 2: Neonatologische Notfälle	21
Praktische Durchführung.....	21
2.1 Atmungsstörungen	22
2.2 Angeborenen Fehlbildungen	24
2.3 Herzfehler	26
2.4 Infektionen	28
2.5 Zentralnervensystem.....	30
Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie	33
Praktische Durchführung.....	33
3.1 Beatmungstherapie	34
3.2 Monitoring und Diagnostik.....	36
3.3 Pharmakotherapie.....	38
3.4 Flüssigkeitsmanagement	38
3.5 Ethische Fragen	39

Modul 4: Klinische Szenarien bei der Erstversorgung von Notfällen bei Neugeborenen	40
Praktische Durchführung.....	40
Reifes Neugeborenes der 41. SSW, Mekoniumaspiration	41
Reifes Neugeborenes der 39. SSW, Milde Asphyxie bei Nabelschnurvorfall	42
Reifes Neugeborenes der 40. SSW, Schwere Asphyxie bei Placentalösung.....	43
Frühgeborenes der 31. SSW, resp. Adaptationsstörung	44
Frühgeborenes der 25. SSW, höhergradiges ANS	45
Frühgeborenes der 29. SSW, respiratorisches Versagen	46
Reifes Neugeborenes der 38. SSW, Supraventrikuläre Tachykardie.....	47
Frühgeborenes der 34. SSW, Anämie.....	48
Frühgeborenes der 34. SSW, Omphalocele.....	49
Anlagen.....	50

Kursbeschreibung und -organisation

DIVI-Curriculum „Notfalltraining Neonatologie“

1. Auflage (2026)

Autoren

Überarbeitung der 1. Auflage unter Mitarbeit von N. Doberschütz (Frankfurt/Main), D. Fischer (Wiesbaden), W. Kresonja-Friedewald (Würzburg), I. Neustädter (Nürnberg), I. Wenzel (München), S. Schäfer (Nürnberg), U. Rochwalsky (Frankfurt/Main)

federführende Autoren der 1. Auflage: Axel Hübler, Stefan Schäfer, Michael Schroth unter Mitarbeit von: Roland Hentschel, Irena Neustädter, Ulrich Rochwalsky

Ausführungsempfehlungen der DIVI zum „Notfalltraining Neonatologie“

Folgende Ausführungsempfehlungen zur Durchführung des DIVI-Curriculums „Notfalltraining Neonatologie“ werden durch die Autoren der DIVI vorgeschlagen. Diese stellen die Basis für Organisation und Konzeption dieser Kurse dar. Sie orientieren sich an den „Leitsätzen und Empfehlungen der Bundesärztekammer zur ärztlichen Weiterbildung“.

1. Die Kursleiterin / der Kursleiter muss ordentliches Mitglied der DIVI sein und die abgeschlossene Qualifikation in der Neonatologie (Fachärztin / Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin mit Schwerpunkt Neonatologie) vorweisen.
2. Die gesamte Kurslänge beträgt vier Doppelstunden à 120 Minuten. Zwei Unterrichtseinheiten (UE) à 45 Minuten bilden zusammen mit einer 30minütigen Diskussionsrunde im Anschluss an die Vermittlung von Theorie und Praxis jeweils ein 120minütiges Modul. Die Kurse können als kompaktes „Notfalltraining Neonatologie“ der DIVI innerhalb von ein bis zwei Tagen oder als einzelne Module angeboten werden.
3. Die Teilnehmerzahl pro Kurs soll 16 nicht übersteigen. Pro Kurs sollen bei maximaler Teilnehmerzahl mindestens fünf Referenten benannt werden, um einen Betreuungsschlüssel von einem Referenten pro vier Teilnehmern bei den praktischen Übungen nicht zu überschreiten und gleichzeitig einen lückenlosen Übergang zu den Theorieteilern zu gewährleisten.
4. Das Notfalltraining Neonatologie wird im Rahmen der DIVI-Kongresse vornehmlich in den Räumlichkeiten der „Neonatologischen Intensivstation“ abgehalten. Kursangebote außerhalb des DIVI-Kongresses müssen im Benehmen mit der zuständigen Landesärztekammer durchgeführt werden. Teilnahmebescheinigungen werden von der DIVI mitunterzeichnet.

5. Die Fortbildungskommission der DIVI stellt in Abstimmung mit der Sektion Neonatologische Intensiv- und Notfallmedizin den Kursleitern des Notfalltrainings Neonatologie Materialien für die inhaltliche Gestaltung (Curriculum) der Module zur Verfügung. Die Modalitäten der Überlassung werden durch die Fortbildungskommission definiert. Für die inhaltliche Aktualität und die fachliche Plausibilität der Kursmaterialien sind die federführenden Autoren verantwortlich.
6. Die Teilnehmer füllen nach Absolvierung des Kurses einen Evaluationsbogen über dessen Inhalte und die Referenten aus. Die Evaluationsbögen können von der zuständigen Landesärztekammer und der DIVI eingesehen werden. Sie dienen der Qualitätsentwicklung.
7. Die Durchführung des Notfalltrainings Neonatologie außerhalb des DIVI-Kongresses wird der DIVI im Vorfeld angezeigt, und die Termine werden von dieser veröffentlicht.

Kursbeschreibung

Das Notfalltraining Neonatologie beinhaltet ein standardisiertes Kurskonzept in modularer Form. Vier jeweils 120minütige Module mit den Themenschwerpunkten Neugeborenenreanimation (Modul 1), Neonatologische Notfälle (Modul 2), Behandlungsstrategien in der Neonatologie (Modul 3) sowie Simulation von klinischen Szenarien (Modul 4) bauen inhaltlich aufeinander auf. Die Lerneinheiten können als kompaktes Notfalltraining oder auch einzeln absolviert werden. Bei 4-6 Lehrenden (Ärzte, Pflegende) können 12-16 Teilnehmer die Kurse absolvieren (Gruppengröße 3-5 Teilnehmer). Voraussetzung für die Leitung des Curriculums und / oder eines einzelnen Moduls sind die ordentliche Mitgliedschaft in der DIVI und die abgeschlossene Qualifikation in der Neonatologie (Fachärztin / Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin mit Schwerpunkt Neonatologie).

Voraussetzung für die Durchführung des Curriculums ist die vorherige Genehmigung durch die DIVI. Der Kurs richtet sich an medizinische Berufsgruppen und Fachrichtungen, welche in die Akutversorgung Neugeborener einbezogen sind.

Kurzinformation zu den Inhalten der einzelnen Module

Modul 1: Neugeborenenreanimation

Theorie und Praxis

Vom Reanimationsalgorithmus zum erfolgreichen ROSC

Besonderheiten: Asphyxie und Erstversorgung Frühgeborenes

Praktische skills zu Ventilationsdevice (u.a. CPAP, Tubus), Medikamentenapplikation über NVK oder i.o. Nadel

Für alle Berufsgruppen (Ärzte, Gesundheitspflege, Rettungsdienstfachpersonal von speziellen

Rettungsmitteln, Hebammen)

Modul 2: Neonatologische Notfälle

Theorie und Praxis

Zu häufig anzutreffenden Notfällen in der Neugeborenenversorgung jenseits der Reanimation

Atmungsstörungen (von Hypoxie bis Pneumothorax), Fehlbildungen (Ösophagusatresie & Omphalocele),

Herzfehler (Sauerstoffgabe & PGE1), Zentralnervensystem (von Krampfanfällen bis zur Analgosedierung)

Praktische skills zu Thoraxdrainage, alternativer Atemweg, Versorgung einer Fehlbildung

Für alle Berufsgruppen (Ärzte, Gesundheitspflege, Rettungsdienstfachpersonal von speziellen

Rettungsmitteln, Hebammen)

Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie

Theorie und Praxis

Beatmungstherapie auf der neonatologischen Intensivstation (von CPAP bis high flow und konventionell bis HFO), Monitoring (von Minimum bis Maximum), Pharmakotherapie und Flüssigkeitsmanagement.

Praktischen Übungen u.a. zu Beatmungsstrategien, Pharmakotherapie bei Rhythmusstörungen

Für neonatologisch interessierte Berufsgruppen (Ärzte, Gesundheitspflege,

Rettungsdienstfachpersonal von speziellen Rettungsmitteln, Hebammen)

Modul 4: Klinische Szenarien bei der Erstversorgung von Notfällen bei Neugeborenen

Praxis: Simulationstraining neonatologischer Notfälle

Häufig anzutreffende Notfälle werden in Teams trainiert. Asphyxie, Mekoniumaspiration, Frühgeborene

Für alle Berufsgruppen (Ärzte, Gesundheitspflege, Rettungsdienstfachpersonal von speziellen

Rettungsmitteln, Hebammen)

Die Schulungen können als einzelne Module im Rahmen von inhouse- und/oder externen Trainings angeboten werden.

Materialien für die Kursdurchführung

Theoretischer Teil

- Projektionsmöglichkeit (Beamer, Laptop)
- Sitzgelegenheit für alle Kursteilnehmer - 16 Teilnehmer
- Kursbegleitendes Skript für jeden Teilnehmer eines Moduls

Praktischer Teil

- 2 Räume mit jeweils 2 Tischen und Bestuhlung für je 8 Teilnehmer

	Anzahl	Bemerkungen
Verbrauchsmaterialien		
Babyflaschen Kunststoff 100-200ml mit Sauger für NVK-Übungen	8	
Nabelvenenkatheter	8	
NaCl 0,9% 10 x 10 ml	10	
Grüne große OP-Tücher zum Einmalgebrauch	8	
Knopflochsonden aus Plastik	4	
Pigtail-Pleuradrainagen-Set 6,0/8,5Fr (Fa. Cook, LOT 13659798)	4	
Spritzen á 5 ml	10	
Packung Handschuhe Größe M	2	
Packung Handschuhe Größe XL	2	
Nabelschnurreste für NVK-Anlage	12	
Spare-Rips für Pleuradrainge-Anlage	4	
Kunststoff-Knochen Neo für IO-Übungen	8	
Sonstige Materialien		
2,5/3,0/3,5 Tuben (Vygon, mit Surfactantkanal)	Je 4	
Absaug-Katheter (Ch 10/8)	4	
Magensonden	8	
Handtücher	8	
Wärmefolien (Beutel)	4	
Nabelvenenkathetersets	8	
Larynxmaske Größe 1 (für 3kg-Neugeborenes)	4	
Yankauer-Absaug-Katheter	4	
CPAP-Masken / Prongs	4	
Laryngoskope	4	
Spatel Miller 0,00	4	
Magill-Zange	4	
Beatmungsbeutel (Neo und Päd)	4	
Beatmungsmasken (0 und 1)	4	
EZIO-Bohrer mit rosa und gelben Nadelsets	2	
Intubationsfähige Neugeborenen-Reanimationspuppe	4	
Intubationsfähige Frühgeborenen-Reanimationspuppe	2	
Technik		
Reanimationseinheiten	2	
Monitoring (EKG-Elektroden/Pulsoxy/RR-Manschetten/I-Simulate)	4	
Beatmungsgerät für Neugeborene	1	

Modul 1: Neugeborenenreanimation

Praktische Durchführung

Theorie 20 min

10 min Reanimationsalgorithmus & Respiratorisches Versagen

10 min Herz-Kreislauf-Störungen & Wärmemanagement, Lagerung und Transport

Erstversorgung und Reanimation (5 min)

- Vorbereitung Erstversorgungsraum
- Grundausstattung des Erstversorgungsraumes
- Umgebungstemperatur
- APGAR-Schema
- Reanimationsalgorithmus

Respiratorisches Versagen (5 min)

- Symptome der Atemnot
- Differenzialdiagnose
- Recruitment und Maskenbeatmung

Herz-Kreislauf-Störungen (5 min)

- Symptome
- Sequenzielle Kreislauftherapie (Volumen, Katecholamine)

Transport des Neugeborenen (5 min)

Praktische Übungen Atmung und Kreislauf 40 min

Praxis 20 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Maskenbeatmung/Recruitment

10 min Intubation

Praxis 20 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Herzdruckmassage;

10 min Nabelvenenkatheter

Theorie 20 min

Asphyxie (5 min)

- Ätiopathogenese
- Postreanimationsphase (ROSC)
- kontrollierte Hypothermie

Besonderheiten Frühgeborener (5 min)

- Wärmepflege
- Hirnblutungsprophylaxe
- Atemnotsyndrom und Sufactanttherapie

Praktische Übungen 20 min

Praxis 20 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Folie/Lagerung

10 min ROSC/Kühlmatte

Diskussion 30 min

Alternativ-Stundenplan für 1-Tageskurs Modul 1 bis 4 gem. DIVI-Vorgabe

DIVI-Kurs „Notfalltraining Neonatologie“

Kursprogramm:

Modul 1: Neugeborenen-Erstversorgung

09:00 – 10:00 Uhr: Theorie inkl. Diskussion

Reanimationsalgorithmus, respiratorisches Versagen, Herz-Kreislauf-Störungen, Wärmemanagement, Lagerung und Transport, Asphyxie und Besonderheiten Frühgeborener

10:00 – 11:00 Uhr: Praktische Übungen (je 2 Gruppen mit Wechsel)

Station 1: Maskenbeatmung; Atemwegssicherungen & Reanimation

Station 2: Nabelvenenkatheter/Intraossärer Zugang & Medikamente

11:00 – 11:15 Uhr: Pause

Modul 2: Neonatologische Notfälle

11:15 – 12:05 Uhr: Theorie

Häufige Atmungsstörungen, Fehlbildungen, Herzfehler, Infektionen, Zentralnervensystem

12:05 – 13:15 Uhr: Praktische Übungen inkl. Diskussion **(je 2 Gruppen mit Wechsel)**

Station 1: Versorgung angeborenen Fehlbildungen Bauchwand/Wirbelsäule & Management

Mekoniumaspiration sowie Surfactant per LISA bei Frühgeborenen

Station 2: Anlage Thoraxdrainagen & Alternative Atemwege

13:15 – 13:30 Uhr: Pause

Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie

13:30 – 14:30 Uhr: Theorie

Beatmungstherapie, Monitoring und Diagnostik, Pharmakotherapie, Flüssigkeitsmanagement, ethische Fragen

14:30 – 15:30 Uhr: Praktische Übungen inkl. Diskussion **(je 2 Gruppen mit Wechsel)**

Station 1: Beatmungs-Strategien

Station 2: EKG/Pulsoxymetrie, Scenario: Rhythmusstörungen beim Neugeborenen

15:30 – 15:45 Uhr: Pause

Modul 4: Klinische Szenarien bei der Erstversorgung Risikoneugeborener

15:45 – 17:15 Uhr: Praktische Übungen (je 2 Gruppen mit Wechsel)

Station 1: z.B. Asphyxie, respiratorische Probleme

Station 2: z.B. Frühgeborene

17:15 – 17:45 Uhr: Diskussion & Abschlussbesprechung

DIVI-Curriculum

„Notfalltraining Neonatologie“

Modul 1: Neugeborenenreanimation

Kursbegleitendes Skript

1.1. Erstversorgung und Reanimation

Vorbereitung Erstversorgungsraum

Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Erstversorgungsplatzes

- Wärmepflege
- Sauerstoffmischer
- Absaugung,
- Pulsoximeter,
- Beatmungsmöglichkeit mit PEEP

Grundausstattung des Erstversorgungsraumes (Roland Hentschel)

Erstversorgungseinheit

- Standard-Neugeborenen-Reanimationsplatz mit Wärmequelle von oben
- zusätzliche Untersuchungsleuchte (einstellbare Lichtquelle) von oben
- mechanische oder elektrische Absaugeinrichtung mit dosierbarem Sog und Manometer
- Neugeborenen-Beatmungsgerät für CPAP und IMV
- Pulsoxymetrie mit geeigneter Sonde (Klebesonde mit zusätzlichem Fixierungsbändchen)
- EKG-Monitor
- „APGAR-Uhr“
- Beatmungsbeutel (präklinisch: Kinder BB; infant nicht erforderlich) und Maske (neo, toddler, S)
- Stethoskop
- Absaugkatheter
- Lanzetten und Kapillaren für kap. BE
- Einmalhandschuhe

Notfallkoffer (Notfallset)

- Nabelvenenkatheter (präklinisch: Set „speed for NVK“)
- Einmal-Knopfkanülen
- sterile Nabelbändchen
- 3 Pinzetten*
- Sonde*
- Skalpell*
- steriles Abdecktuch (Lochtuch)*
- sterile Handschuhe
- Laryngoskop-Handgriff
- 3 Laryngoskop-Spatel
- 1 Armierungsdraht
- Notfallmedikamente
- geeignete Infusionslösungen (z.B. Glukose 10%, Ringer-Laktat)
- Aufziehdorn
- Infusionsspritze 50 ml
- Spritzen 1 ml, 2 ml, 5 ml
- Infusionsleitung
- Ampullen NaCl (10 ml), Glukose 10% (10 ml/ 50ml), isotone, ballancierte Infusionslösung (500ml)
- Haut-Desinfektionslösung (jodfrei)
- sterile Einmalkompressen
- geeignete periphere Venenverweilkanülen in 2 Größen
- Fixierungsmaterial für DTI bzw. Tubus
- intraossäre Kanüle/i.o.-Bohrer mit i.o.-Nadeln (z.B. EZ-IO-System)

* auch als fertiges Einmalset erhältlich

Wärmemanagement

Wärmepflege im Kreißsaal (Sicherstellung der Normothermie)

- Räumliche Voraussetzungen: beheizter Raum ohne Zugluft (26°C), viel Wärme von oben und unten
- Vorgehen*:
 - abtrocknen und Handtuchwechsel – warme Handtücher
 - Frühgeborene < 32 SSW ohne Abtrocknen in Folie hüllen (Vorsichtige Stimulation)

Wärmemanagement in der Pränatal- und Perinatal-Präklinik

- Versorgungsplatz nach guter Erreichbarkeit (mind. 2 Seiten) und Wärmepflege wählen
- Warme Handtücher als Unterlage, falls nicht verfügbar Decken aus Wärmefach nutzen, ggf. Ready-heat-Decken nutzen, Achtung: niemals direkt auf die Haut! Regelmäßige Temperaturkontrolle!
- Raum beheizen / RTW vorheizen
- Türen bleiben zu, außer NG-Notarzteinsatz betritt den Raum / RTW
- Mützchen organisieren und anwenden!
- Weiteres Vorgehen wie im Kreißsaal*

Hypothermie: Definition: mild 36,0-36,5°C; mäßig 32,0-36,0°C, schwer <32°C; Ursachen: Kältebelastung, nasse Haut, kalte Atemgase bei Beatmung, Infektion, Schock, Sepsis, Hypothyreose, Benzodiazepine; Maßnahmen: langsame Aufwärmung 0,5 - 1°C pro Stunde im Inkubator mit maximaler Feuchtigkeit (80%); eventuell mit Folie

Normothermie 36,5-37,5°C

Hyperthermie (seltener); Definition: >38,0°C; Ursachen: externe Überwärmung (Atemgase, Fototherapie Wärmestrahler) oder interne „Sollwertverstellung“ bei Infektion (Sepsis), schweren Hirnfehlbildungen, Hirnblutungen, Asphyxie; DD: bei externer Überwärmung warme Peripherie (Differenz Stamm-Peripherie maximal 1-2°C), bei Sollwertverstellung kühle Peripherie (Differenz >3°C); Maßnahmen: Inkubatorsteuerung / Wärmebetten überprüfen, Vorsicht bei externen Wärmequellen (Hautschäden)

Interventionen zur Vermeidung von Wärmeverlusten



Erstversorgung des gesunden Neugeborenen

Grundsätze

- Mutter und Kind nach der Geburt nicht trennen
- diagnostische Maßnahmen auf das Notwendige beschränken (ohne die Überwachung der postnatalen Adaptation zu vernachlässigen)

Erstmaßnahmen nach der Geburt des Kindes

- kein routinemäßiges Absaugen, wenn doch notwendig (Ventilationsproblem) möglichst mit elektrischem Device, keine Oro-Sauger nutzen (unkontrollierbarer Sog)
- Sauerstoffgabe nur unter pulsoxymetrischer Überwachung (in ersten 10 Lebensminuten niedrigere O₂-Normwerte beachten)
- Abnabeln des vaginal geborenen reifen Neugeborenen nach 1 bis 1½ Minuten ohne zusätzliches Ausstreichen der Nabelschnur
- Neugeborenes vor Abnabelung nicht deutlich über Plazentaniveau halten (Gefahr der neonato-plazentaren Transfusion)

Lagerung des Neugeborenen unmittelbar nach dem Abnabeln

- auf Bauch und Brust der Mutter, mit einem vorgewärmten Frottier- oder Molton Tuch zudecken
- nach Sektio-Entbindung und für Frühgeborene gelten andere Empfehlungen

APGAR-Schema

APGAR-Zahl	0	1	2
Symptom			
Hautfarbe	blau oder weiß	Akrozyanose	rosig
Atmung	keine	langsam, unregelmäßig	ungestört
Herzaktion	keine	<100	>100
Muskeltonus	schlaff	träge Flexion	aktive Bewegung
Reflexe beim Absaugen	keine	herabgesetzt	Schreien

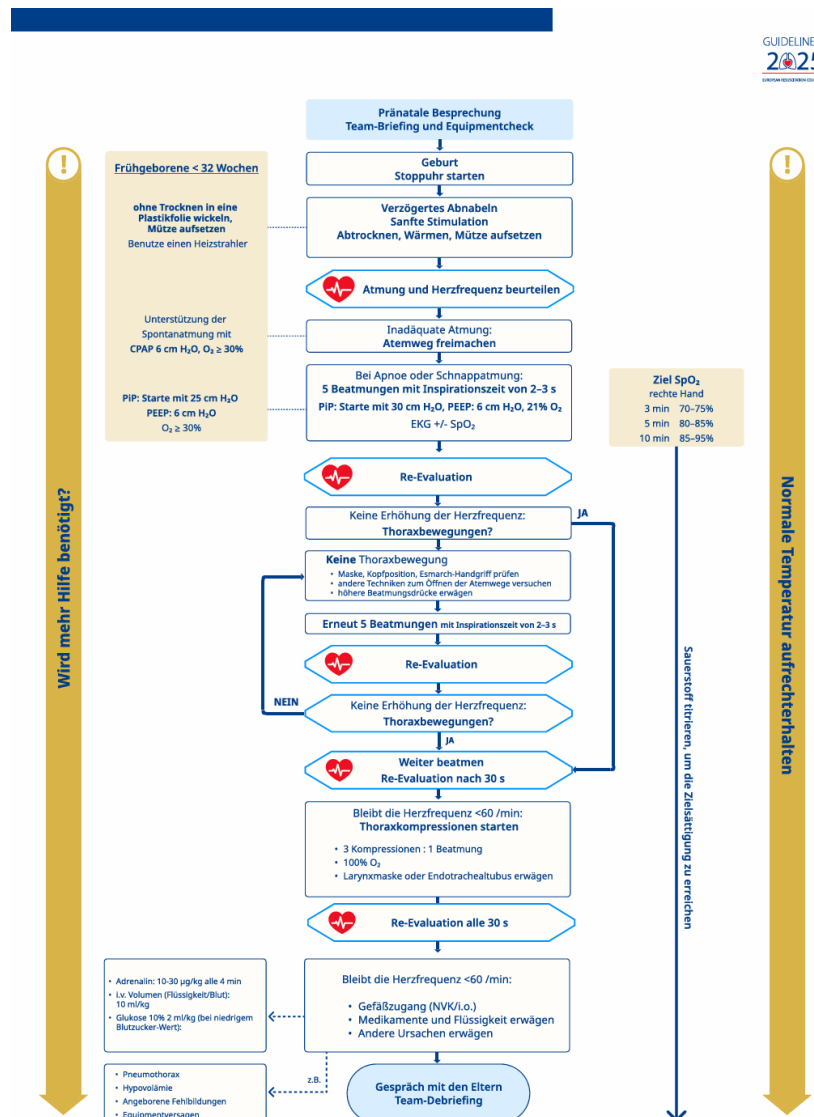
Klassifikation der Anpassung bei reifen Neugeborenen (1-Minuten-APGAR)

- normal: 7-10
- mäßige Depression: 5-6
- schwere Depression: 0-3

- Erhebung nach 1, 5, 10 Minuten durch Hebamme, Geburtshelfer, Kinderarzt (präklinisch und im Notfall ggf. retrospektiv erheben)
- dienen der Zustandsbeschreibung von Neugeborenen
- vor allem Herzfrequenz und Spontanatmung relevant (Reanimation)
- Apgar nach 5 und 10 min: Hinweis über Effektivität eingeleiteter Maßnahmen

Reanimation

Algorithmus der Neugeborenenreanimation: ERC 2025



1.2. Respiratorisches Versagen

- Störungen der Atmung sind das häufigste klinische Problem Neugeborener
- „Unterstützung der Anpassung“
- Beginn der Reanimation mit Raumluft (FiO_2 0,21, bei $\text{FG} < 32$ SSW $\geq 0,3$)
- Beginn mit Raumluft (bei Frühgeborenen < 28 SSW O_2 -Konzentration FiO_2 bis 0,3)
- bei Atemanstrengung und Spontanatmung zunächst CPAP 6 cmH_2O ; sollte präklinisch kein turbinenbetriebener Respirator vorgehalten werden, kann eine assistierte Beatmung in Betracht gezogen werden
- Mekoniumaspiration: kein routinemäßiges Absaugen (Maßnahmen dürfen eine adäquate Ventilation nicht verzögern); alternativen Atemweg in Betracht ziehen
- mit Behandlung der Atemstörung bessert sich (fast immer) eine begleitende kardiozirkulatorische Störung

Symptome der Atemnot

Tachypnoe

- Erhöhung der spontanen Atemfrequenz)
- Früh- und Neugeborene können Atemtiefe nicht vergrößern
- altersabhängige Atemfrequenzen beachten

Zyanose

- periphere Zyanose: Polyglobulie, Unterkühlung
- zentrale Zyanose: O_2 -Mangel

Einziehungen

- epigastrisch (relativ schnell)
- intercostal (schwerer)
- jugulär (schwerste Ateminsuffizienz)

Nasenflügeln als Zeichen der Dyspnoe

Stridor

- expiratorisch („Knorksen, Stöhnen“)

Differenzialdiagnose von Atemstörungen bei der Erstversorgung

Atemwege und Lunge

- Atemnotsyndrom (Frühgeborene)
- Flüssigkeitslunge (Reifgeborene)
- Mekoniumaspiration (übertragene Neugeborene)
- Pneumonien (B-Streptokokken)
- Pneumothorax
- Stenosen und Fehlbildungen der Atemwege und Lunge

Extrapulmonale Ursachen

- Herz-Kreislauf-Störungen
- Systemische Ursachen (early-onset-Sepsis)
- thorakale Ursachen (Zwerchfellhernien, Skelettdysplasien)
- neurologisch bedingte Atemstörungen (Muskelerkrankungen)

Atemwegsmanagement

Initiales Beatungsmanagement

Beginn wenn:

- nach 30 Sekunden trotz Stimulation eine Apnoe besteht,
- die Atmung insuffizient ist,
- oder die HF (EKG!) $< 100/\text{min}$ ist
- 5 initiale Beatmungshübe von 2-3 sec. Dauer
- mit verlängerter Inspirationszeit von 2-3 Sekunden
- Spitzendruck 30 cmH_2O , PEEP 6 cmH_2O , $\text{FG} < 32$ SSW 25 cmH_2O
- FiO_2 initial 0,21, bei $\text{FG} < 32$ SSW $\geq 0,3$
- Anschließend altersentsprechende Ventilation b. Bedarf

Atemwegsoptimierung

R **REPOSITIONIERUNG DES KOPFES**
Neutralposition, Kinn anheben, Mund öffnen

A **ABSAUGEN NOTWENDIG?**
Mund und/oder Nase, nach längerer Ventilation ggf. Magen entlüften

L **LECKAGE BESEITIGEN**
Maske neu positionieren, Zwei-Hande-Esmarch-Handgriff

P **PIP ERHÖHEN**
Über das T-Stück-System oder evtl. auf Beutel umsteigen

H **HILFSMITTEL VERWENDEN**
Guedel-Tubus, Larynxmaske oder nasopharyngealer Tubus

Eine Intubation ist zunächst nur selten zwingend notwendig, wenn alle RALPH-Maßnahmen konsequent durchgeführt werden.

I **INTUBATION - BEI AUSREICHENDER ERFAHRUNG!**
Videolaryngoskopie erwägen, ggf. Sedierung **und** Relaxierung, evtl. oral mit Führungsdraht, etCO₂ verwenden!

Intubation und maschinelle Beatmung

- Verwendung von Videolaryngoskopie, wenn verfügbar
- Intubation und idealer Zeitpunkt (Verzögerung von Reanimationsmaßnahmen etc.) sind abhängig von den Fähigkeiten und Erfahrungen des versorgenden Teams
- Rückfallebene beim schwierigen Atemweg Rachentubus / Larynxmaske!

Tubusgrößen und Tubuslängen

Gewicht [g]	Tubus ID [mm]	Naseneingang [cm]	Mundwinkel [cm]
500	2,0	7,0	7
750	2,0-2,5	7,5	7
1000	2,5	8,0	8
1250	2,5	8,5	8
1500	2,5	9,0	8
1750	3,0	9,5	8
2000	3,0	10,0	8
2500	3,0	10,5	9
3000	3,0-3,5	11,0	9
3500	3,5-4,0	11,0	10
4000	4,0	11,5	10

Besonderheiten des Kehlkopfes beim Neugeborenen:

- liegt 1-2 Wirbelkörper höher als beim Erwachsenen (Spatel zu tief: keine Übersicht möglich)
- hat Kegelform: engstes Lumen liegt auf Krikoid- und nicht auf Stimmritzeebene

Initiale Beatmungseinstellung:

- Modus: druckkontrolliert
- Frequenz: 40-60 / min
- Inspirationszeit: 0,25-0,3-0,4 sec (nicht länger)
- Spitzendruck 30 cmH₂O, PEEP 6 cmH₂O, FG < 32 SSW 25 cmH₂O
- PEEP: 6cm H₂O
- FiO₂ initial 0,21, bei FG < 32 SSW ≥ 0,3, bei Herzdruckmassage FiO₂1,0

Ziel: O₂-Sättigung 85- 95 % nach 10 Minuten

1.3. Herz-Kreislauf-Störungen

Gewebevitalität = Oxygenierung + Perfusion

häufigste Ursache sind neonatale Atmungsstörungen:

Stabilisierung der Atmung bessert konsekutiv Herz-Kreislauf-Störung

Symptome

- Bradykardie (häufig)
- Tachykardie (selten; bei Infektionen, Herz-Rhythmus-Störungen)
- Zyanose, fahles Kolorit, retikuläre Zeichnung
- verlängerte kapilläre Füllungszeit (Rekapillarisationszeit) > 3 Sekunden
- (repräsentative Messorte: zentral – Sternum/Thorax od. Stirn)
- arterielle Hypotension
- Laktaterhöhung bei Blutgasanalyse: > 3 mmol/l

Kreislaufunterstützung durch Thoraxkompression

- Voraussetzung: effektive Beatmung
- Beginn bei Herzfrequenz <60/min (trotz effektiver Beatmung)
- 2-Daumen-Technik (wobei die Daumen übereinander oder nebeneinander liegen)
- Kompression um 1/3 des Thoraxdurchmessers
- Verhältnis Thoraxkompressionen: Beatmung = 3:1 (im Kreissaal)
- Sauerstoffzufuhr auf FiO₂ 1,0 erhöhen

Nabelvene: ist der bevorzugte Gefäßzugang

- z.B. Nabelvenenkatheter

Materialien (Ausnahme: Notfall bzw. präklinisch: Set „speed for NVK“)

Instrumente

- 2 chirurgische Pinzetten
- 1 anatomische Pinzette
- 1 Schere (spitz-stumpf)
- 1 Nadelhalter, Nahtmaterial

Verbrauchsmaterialien

- 1 Nabelvenenkatheter
- 3 Spritzen á 2 ml
- NaCl 0,9%
- 1 Schlitztuch, 1 Abdecktuch
- 6-8 sterile Kompressen
- Hautdesinfektionsmittel
- sterile Handschuhe, Mundschutz, Kopfschutz, steriler Kittel

Nabelvenenkatheterlängen in Höhe Nabelring [cm]

GG [g]	NVK
<1000	6-7
1000-1500	7-8
1500-2000	8-9
2000-3000	9-10
3000-4000	11-12

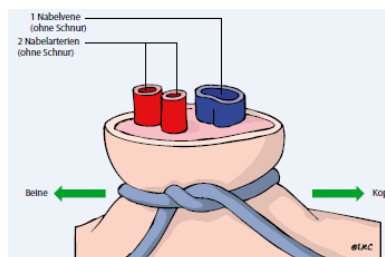
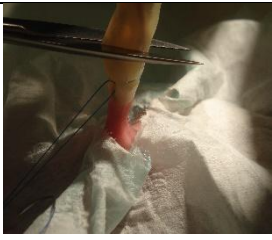
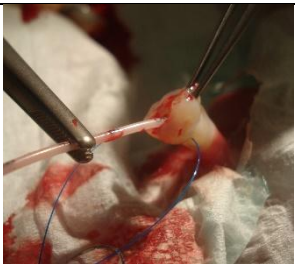
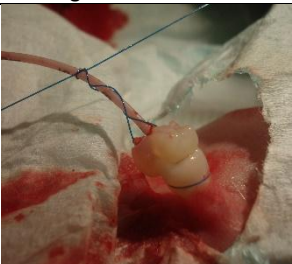


Abb. aus: S. Richmond · J. Wyllie:
Versorgung und Reanimation des
Neugeborenen. Sektion 7 der
Leitlinien zur Reanimation 2010 des
European Resuscitation Council.
Notfall Rettungsmed 2010 · 13:665–
678

Technik:

- streng steriles Arbeiten (Handschuhe, Kopfschutz, Mundschutz, Kittel)
- Rückenlagerung des Neugeborenen; bei Eigenbewegung behutsame Fixierung aller Extremitäten, so dass diese bei Flexion nicht das Abdomen und den Nabelschnurrest erreichen können
- Desinfektion des Nabelschnurstumpfes sowie der umgebenden Bauchhaut des Neugeborenen;
- Abdeckung des Gebietes mit Schlitztuch
- vor Durchtrennung der Nabelschnur Anlage einer Tabaksbeutelnaht mit 2-3 oberflächennahen Stichen (Punktion der Nabelgefäße vermeiden) oder im Notfall zunächst Anlage eines Nabelbändchens

- Anlage des Nabelvenenkatheters entsprechend Bildfolge: Desinfektion, aseptisches Arbeiten, sterile Abdeckung. Der Nabelstumpf wird mit einem Nabelbändchen gesichert und etwa (1-) 2 cm oberhalb durchtrennt. Darstellung von 2 dickwandigen, weißen, engen und kreisrunden Arterien und 1 dünnwandigen, weiten und ovalen Vene. Manchmal auch nur eine Nabelarterie angelegt! Cave: Mechanische Reize begünstigen Kontraktionen der Arterien. Das klaffende, ovale Lumen wird mit Pinzette präsentiert und der Nabelvenenkatheter bis zur ermittelten Tiefe vorgeschoben (Nabelstumpf nach unten ziehen). Zielposition in der Vena cava inferior ca. 0.5 – 1 cm supradiaphragmal. Herzrhythmusstörungen kündigen eine zu tiefe Position im rechten Vorhof an und ein federnder Widerstand eine Fehlposition in der Leberpforte. Grundsätzlich in beiden Situationen Katheter zurückziehen und Überprüfung der Eindringtiefe. Bei zentraler Lage muss ein stabiler Sinusrhythmus wieder erreicht werden. Bei einer Fehlposition in der Leberpforte wird der Katheter auf 3 – 4 cm ab Nabelring zurückgezogen. Intravasale Lage durch Blutaspiration bestätigen. Katheter annähen. Radiologische Lagekontrolle. Bei der Pflasterbefestigung ist auf Luftzutritt zur Vermeidung einer feuchten Kammer zu achten (entsprechendes Verbandmaterial auswählen). Nach Aufheben der Sterilität können Katheter nur noch gezogen und nicht geschoben werden.
- Lagekontrolle durch Röntgenbild

		
A) Desinfektion, aseptisches Arbeiten.	B) Anlage einer Tabaks-beutelnah (alternativ Nabelbändchen).	C) Sicherung des Nabelsschnurrestes.
		
D) Scharfe Durchtrennung 1-2 cm oberhalb des Hautansatzes.	E) Darstellung der singulären, ovalen Vene und der paarigen, punktförmigen Arterien	F) Sondierung der Nabelvene mittels Knopflochsonde in kraniale Richtung.
		
G) Einführen des Nabelvenenkatheters.	H) Fixation.	I) Steriler Verband.

- Im deutschsprachigen Raum kommt zunehmend auch die Knopfkanüle als Notfallzugang über die Nabelvene zum Einsatz. Die Evidenzlage hierzu ist bis lang begrenzt, die Anwendung kann jedoch in bestimmten Situationen sinnvoll sein. Vorteile ergeben sich v. a. für in der Anlage von Nabelvenenkathetern erfahrene Personen, da die Knopfkanüle insbesondere leicht fixiert werden kann (z.B. mithilfe einer Nabelklemme). Da die übrigen Arbeitsschritte– Nabelbändchen anlegen, Durchtrennen der Nabelschnur, Aufsuchen der Vene, Spülen der Kanüle zum NVK identisch sind, bietet die Knopfkanüle für unerfahrene Anwender wahrscheinlich nur wenige Vorteile.

Volumen

- isotonen Vollelektrolytlösungen 10 ml/kg als Bolusgabe (abhängig vom Effekt Wiederholung)

Adrenalin

- Effekt der Bolusgabe unsicher (Datenlage aus Studien am Menschen nicht eindeutig)
- Anwendung: Herzfrequenz <60/min trotz adäquater Beatmung und suffizienter Thoraxkompressionen
- intravenöse Dosis: 10 -30 µg/kg KG (0,1-0,3 ml/kg der 1:10.000-Lösung) alle 4 min
- Wenn kein Nabelgefäßzugang/peripherer Zugang oder IO-Zugang verfügbar, Adrenalin über Endotrachealtubus, Dosis 100 µg/kgKG = 1 ml/kg der 1:10.000-Lösung; einmalig

Kreislauftherapie nach ROSC

1. Volumen

- isotonen Vollelektrolytlösungen (z.B. Ionosteril®, Sterofundin®, Ringer®)
- bei Schock 10 ml / kg langsam i.v.; Wiederholung
- bei angenommenem fetalem Blutverlust alternativ 10 ml/kg Erythrozytenkonzentrat 0 rhesus negativ

abhängig vom Effekt danach

2. Katecholamine

- Dobutamin 5 µg/kg/min (maximal 15 µg/kg/min)

bei unzureichender Wirkung

- Noradrenalin 0,01 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min
- Adrenalin 0,01 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min
- beachte: maximal 3 Katecholamine (Dobutamin + 2 Vasokonstriktoren)

damit nicht beherrschbare arterielle Hypotonie

3. Steroide (ggf. ad on)

- Hydrocortison 0,5-1 mg /kg iv

„Puffertherapie“ bei metabolischer Azidose: keine Empfehlung in der aktuellen ERC Leitlinie

Individuelle Entscheidung:

- Natriumbikarbonat 4,2% (0,5 molar) *
- Berechnung: Basenbedarf [mmol] = KGW [kg] x Basendefizit [mmol/l] x 0,4[#]
- (Korrekturfaktor „0,4“ anstelle „0,3“ im späteren Lebensalter aufgrund des größeren extrazellulären Flüssigkeitsvolumens beim Neugeborenen; zunächst die Hälfte der errechneten Menge ausgleichen)

* 1molare Natriumbikarbonatlösung (8,4%) 1:1 mit Aqua dest. (kein NaCl 0,9%/- Glukose verwenden);

[#]max. 2 mmol/kg KG

1.4. Transport des Neugeborenen

Der Baby-Notarztwagen (Baby-NAW) ist nicht Bestandteil des Regelrettungsdienstes. Der Einsatz ist in der „Qualitätssicherungsrichtlinie Früh- und Reifgeborene“ des GBA in Abschnitt 1.3.3 „Voraussetzungen für eine neonatologische Notfallversorgung außerhalb des eigenen Perinatalzentrums“ geregelt: Im Notfall muss ein Perinatalzentrum Level 1 in der Lage sein, Früh- und Reifgeborene außerhalb des eigenen Perinatalzentrums angemessen zu versorgen und mittels mobiler Intensivereinheit in das Perinatalzentrum zu transportieren. In der Einsatzplanung für den Baby-NAW sind, im Gegensatz zum Regelrettungsdienst, Vorlaufzeiten zu beachten. Die unmittelbare Aufgabe des Baby-Notarztes beinhaltet die angemessene Versorgung und den Transport Neugeborener und umfasst damit Patienten bis zu einem Alter von 28 Lebenstagen.

Es werden **primäre und sekundäre Transporte** unterschieden: Bei **primären Notfalltransporten** wird der Baby-NAW aufgrund eines Neugeborenen-Notfalls oder der anstehenden Geburt eines Risikokindes gerufen. Es kommen laut Leitlinie bei „akuter Dringlichkeit“ oder „bestehender oder zu erwartender Störung der Vitalfunktionen des Neugeborenen“ in der Regel ein Facharzt/Fachärztin bzw. Kinderarzt/Kinderärztin mit Schwerpunkt Neonatologie oder Arzt/Ärztin mit Erfahrungen in der Neonatologie und eine Pflegekraft oder medizinisches Assistenzpersonal mit Erfahrung in neonatologischer Intensivpflege zum Einsatz. Bei **sekundären Transporten** wird ein krankes Neugeborenes zur besseren Versorgungsmöglichkeit in eine Kinderklinik verlegt. Bei Bedingungen „ohne absehbare Störung der Vitalfunktionen“ reicht eine Pflegekraft oder medizinisches Assistenzpersonal mit Erfahrung in neonatologischer Intensivpflege oder unter besonderen Bedingungen kann ein Neugeborenen-transport unter Begleitung von Rettungsdienstfachkräften erfolgen.

Beim **Sonderfall der außerklinischen Geburt** kann der diensthabende Notarzt vor Ort für die Versorgung und/oder den Transport der speziellen Patientengruppe der Früh- und Reifgeborenen (Neugeborene bis zum 28. Lebenstag) konsiliarisch den Baby-Notarzt hinzuziehen. An erster Stelle steht dabei die Kommunikation und

Abstimmung über das für die Patientenversorgung sicherste Vorgehen (rasche Verlegung des Neugeborenen durch das Team des Regelrettungsdienstes in die Klinik versus Aktivierung des Baby-NAW zur Versorgung des Neugeborenen vor Ort).

Grundsätzlich sollte jedoch immer ein dafür vorgesehenes, geeignetes Rückhaltesystem verwendet werden. Ein Transport des Neugeborenen auf der Brust der Mutter ist in jedem Fall zu vermeiden.

1.5. Asphyxie

Pathophysiologie



Indikationsstellung zur Hypothermie in der Postreanimationsphase (ROSC)

Therapeutische Hypothermie sollte „...Reifgeborenen und nahezu reifen Neugeborenen mit moderater bis schwerer hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie ...**wenn möglich ...angeboten werden.**“ (ERC 2015)

Patienten

- Neugeborene >36+0 SSW
- keine schweren Fehlbildungen
- keine intrakraniellen Blutungen

1 Asphyxie-Kriterium

APGAR <6 nach 5 Minuten
schwere Azidose (pH <7,0; Basenüberschuss > -16 mmol/l)

und

1 Enzephalopathie-Kriterium

Klinik: Zerebrale Krampfanfälle; Muskeltonusveränderungen
Apparative Diagnostik (EEG, aEEG, Schädelsonografie, Dopplersonografie)

Technik der Kühltherapie

Einleitung der Kühltherapie (nur bei NG ab 36+0 SSW)

- Präklinisch keine aktive Kühlung, aber Normothermie zwingend beachten
- Sofortiger Beginn der Kühlung bzw. keine aktive Wiedererwärmung, wenn bei Reanimation bereits Wärmeverluste eingetreten sein sollten (keine langsame Abkühlung erforderlich)
- Ziel ist eine Körperkerntemperatur von 33,5°C (33-34°C)
- kontinuierliche Messung der Körperkerntemperatur über den Monitor (Warngrenzen bei 33°C und 34°C einstellen)

Dauer der Hypothermie: 72 Stunden

Wiedererwärmung

- sehr langsam (0,5°C pro Stunde)
- sequenzielle Beendigung der medikamentösen Kreislauftherapie
- gegen Mitte der Aufwärmzeit Beendigung der Analgosedierung

Behandlungsführung beim beatmeten Kind

Asphyxie ähnelt dem späteren Multiorganversagen



Beatmungsführung

- Normokapnie anstreben; Hypokapnie unbedingt vermeiden
- bei hohem / ansteigendem Beatmungsbedarf: sekundäres ANS - Surfactanttherapie

Analgesiedierung

- Beginn mit Fentanyl 3 µg/kg/h (Anlage Blasenkatheter) oder Morphin 10 µg/kg/h
- bei unzureichendem Effekt zusätzlich Phenobarbital: am ersten Tag 2 x 10 mg/kg iv, an den folgenden Tagen jeweils 1 x 5 mg/kg iv

Kreislauftherapie

- bei effektiver Hypothermie: Sinusbradykardie; zur Altersnorm erhöhter Blutdruck
- (fast) immer Kreislaufprobleme: rasche Einleitung einer Therapie und zügiger Ausbau
- Ziel für MAD unter Hypothermie: 5 mmHg über Altersnorm (= MAD >45 bis <50 mmHg)
- Beginn mit Dobutamin in kardioprotektiver Dosis (2-3 µg/kg/min)
- weitere Eskalation: siehe Kreislauftherapie

Diurese (bei unzureichender Diurese nach 12-24 Stunden):

- Furosemid-Gabe mit 0,5 (-1) mg/kg oder Dauerinfusion (max. 10 mg/kg/d)

Ernährung

- zeitige enterale Nahrungsgabe über gastrale Sonde (minimal enteral feeding = 8x1ml/kg)

1.6.Besonderheiten Frühgeborener

Unreife einzelner Funktionskreise

Organsystem

Hirnstamm

Autoregulation der Hirndurchblutung

neuronale Migration

Netzhaut

Lunge

Leber

Immunität

Erythropoese

Zirkulation

Niere

Problem

periodische Atmung; Apnoen

intraventriculäre Hämorrhagien (IVH);

periventriculäre Leukomalazie (PVL)

psychomotorische Retardierung

Retinopathia prematurorum (ROP)

Atemnotsyndrom (RDS),

bronchopulmonale Dysplasie (BPD)

Hypoglykämie, Hyperbilirubinämie

Infektionen

Anämie

Persistierender Ductus arteriosus (PDA),

nekrotisierende Enterokolitis (NEC), Schock

Ödeme, Elektrolytimbalancen

Versorgungsalgorithmus

- Gleicher Versorgungsalgorithmus wie bei reifen Kindern ABER:
- → frühzeitige alveoläre Rekrutierung und Applikation von PEEP/CPAP mittels Perivent und Maske / Rachtubus
- → Tubus ggf. über Magensonde unter vorsichtigem Drehen einführen
- Kinder < 32 SSW ohne Abtrocknen in Folie versorgen
- mit 25 cmH₂O, Ventilation mit 60 Atemzüge/min (CAVE: Hypokapnie)
- Beginn mit $\geq 0,3$ FiO₂ → Pulsoxymetrie (CAVE: Hyperoxie)
- Frühzeitig CPAP und großzügige Surfactantindikation (Curosurf® 200mg/kgKG)
- Intubation vermeiden ggf. LISA → geeignetes Material / Sedierung / Zugang

Prälinik:

- Im seltenen Fall einer präklinischen Frühgeborenenversorgung sollte frühzeitig, situativ adaptiert bereits während der Geburt, speziell ausgebildetes Personal und Material nachgefordert werden (Baby-NAW-System).
- Die Versorgung sollte immer mit frischem Kittel, MNS und (wenn vorhanden) sterilen Handschuhen erfolgen.
- Ohne spezielle Teams / Materialvorhaltung kann mittels Küchenfolienbeutel, assistierter Beatmung und ständig reevaluerter Pulsoxymetrie (zur Wahl lediglich RL/FiO₂ 1,0) versucht werden, die Zeit bis zur Anwesenheit zu überbrücken.
- Ein Respirator ohne Turbine (z.B. Medumat Standard 2) ist i.d.R. erst ab 3kg zur NIV/INV zugelassen, auch mit totaumentreduzierten Beatmungsschläuchen und passender Maske. Ebenfalls ist die niedrigste FiO₂ meist „AirMix“ (FiO₂ ca. 0,6).
- In der Prälinik samt ihrer Unkontrollierbarkeit ist gerade beim Frühgeborenen das Bewusstsein der Gefahr der Hypothermie noch wichtiger. Hier können um das Kind in der Folie wärmende Handtücher (plus ReadyHeat o.ä.) verwendet werden.
- Die Nabelschnur sollte bewusst lang gehalten werden (10cm), der Nabel kann mittels feuchten, sterilen Kompressen bedeckt und geschützt werden.
- Desinfektionsmittel mit hoher Alkoholkonzentration sind im Rettungsdienst zwar sehr verbreitet, sollten insbesondere beim Frühgeborenen jedoch nur nach strenger Indikation kontrolliert (Sprühen auf Komresse, nicht auf Kind) eingesetzt werden und nur, sofern kein anderes Präparat bei invasiven Maßnahmen zur Verfügung steht. Das routinemäßige Nutzen von solchen Hautdesinfektionsmitteln zur besseren Haftung von z.B. EKG-Elektroden sollte unterlassen werden.

Wärmepflege

Richtwerte für die Inkubatoreinstellung

Gestationsalter (SSW)	Inkubator-temp. (°C)	Feuchte (%)*
24-25	36	85
26-27	35	85
28-29	34	80
30-31	33	80
32	32	75
33	31	75
34	30	70

*Relative Feuchte in 1.-2. Woche (%);

ab 3. Woche jeden 2. Tag um 5% reduzieren, bis zu einem Wert von 50%

Atemnotsyndrom

Die Pathophysiologie des RDS (respiratory distress syndrome; Atemnotsyndrom des Frühgeborenen; Surfactantmangelsyndrom) ist durch einen primären Surfactantmangel geprägt. Dieser führt zu einem unphysiologisch hohen pulmonalen Eröffnungs- bzw. Beatmungsdruck und damit zu Epithelläsionen im Bereich der terminalen Atemwege sowie der primitiven Alveolen (terminale Sacculi). Der Austritt von Plasma aus dem vaskulären Kompartiment über das Interstitium in die Gasaustauschräume führt zu dem charakteristischen histologischen Bild der hyalinen Membranen und funktionell zu einer Inaktivierung von Surfactant. Eine begleitende pulmonale Hypertension unterschiedlichen Ausmaßes kann den Gasaustausch zusätzlich beeinträchtigen.

Diagnostik: Die klinische Diagnose des RDS wird durch eine Röntgenaufnahme des Thorax bestätigt.

Radiologische Klassifikation (Couchard et al., 1974): Einteilung in 4 Grade

- I: retikulogranuläre Zeichnung bis in die mittlere pulmonale Linie.
- II: zusätzlich positives Aerobronchogramm jenseits des Herzschatens
- III: zusätzlich Unschärfe der Herz- und Zwerchfellkonturen
- IV: „weiße Lunge“

Neben der korrekten Tubuslage sollte im Röntgenbild besonders auf pulmonale / kardiale Fehlbildungen oder Zeichen von extraalveolärer Luft (z. B. Pneumothorax) geachtet werden.

Surfactant

invasive Applikation: intratracheale Gabe beim intubierten Kind

less invasive: kurzzeitige Intubation, Surfactantgabe, Extubation (INSURE) od. intratracheale Gabe über dünne Sonde in Kombination mit CPAP (LISA)

Studienlage zur weniger invasiven Surfactantapplikation:

- Vermeidung einer invasiven Beatmung
- positiver Einfluss auf Mortalität sowie zerebrale und pulmonale Morbidität

Therapie mit Surfactant

- prophylaktische / frühe Behandlung für Frühgeborene <32+0 SSW
- Interventionsbehandlung für Frühgeborene >32+0 SSW (und Reifgeborene) bei Versagen konventioneller Therapiemaßnahmen:
 - Applikation von Sauerstoff
 - kontinuierlich positiver Atemwegsdruck (CPAP)
 - Intubation und maschinellen Beatmung aufgrund einer respiratorischen Insuffizienz

Nebenwirkungen von Surfactant

- kurze Abfälle der arteriellen Sauerstoffsättigung
- kurze Bradykardien.
- Tubusobstruktionen
- Bei sehr schwer kranken und relativ instabilen Frühgeborenen wurden kurzfristiger Blutdruckabfall, Veränderungen der cerebralen Perfusion und EEG-Suppression berichtet.

Hirnblutungsprophylaxe

Auszüge aus der Checkliste zur Prävention von Hirnblutungen bei kleinen Frühgeborenen <30 SSW / <1500 g nach Schmid et al., Dtsch Ärztebl Int 2013; 110(29-30): 489-496

Pränatale Versorgung

☐ ja	☐ nein*	vollständige Lungenreifeinduktion
☐ ja	☐ nein	vaginale Entbindung
☐ ja	☐ nein*	verzögertes Abnabeln / Auspulsierungen der Nabelschnur
☐ ja	☐ nein*	Abstriche der Eihäute / Plazenta bei V.a. Amnioninfektionssyndrom

Erstversorgung im Kreißsaal

☐ ja	☐ nein*	Wärmepflege
☐ ja	☐ nein*	erfahrene(r) Ärztin (Arzt) / erfahrene Kinderkrankenschwester anwesend
☐ ja	☐ nein*	Vermeidung von Hypothermie (<36°C) und Hyperthermie (>38°C)
☐ ja	☐ nein*	Vermeidung von Hypokapnie (<35 mm Hg)

Modul 2: Neonatologische Notfälle

Praktische Durchführung

Theorie 20 min

Häufige Atmungsstörungen (10 min)

- Flüssigkeitslunge
- Primäres und sekundäres Atemnotsyndrom
- Mekoniumaspiration
- Atmungsstörung als Symptom einer Infektion
- Pneumothorax

Fehlbildungen (10 min)

- Gastrointestinale Fehlbildungen
- Bauchwanddefekte (Atresien und Stenosen, Zwerchfelldefekte)

Praxis 20 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Management Mekoniumaspiration sowie Surfactant per LISA bei Frühgeborenen

10 min Versorgung angeborenen Fehlbildungen Bauchwand/Wirbelsäule

Praxis 20 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Alternative Atemwege

10 min Thoraxdrainagen

Theorie 30 min

Herzfehler (10 min)

- Kritische Herzfehler (Häufigkeit, Symptome)
- Prostaglandin

Infektion (10 min)

- Early-onset-Infektionen
- Postnatales Monitoring bei B-Streptokokkenbesiedelung und unklarem Status
- Symptome Sepsis, Diagnostik
- Therapie bakterieller Infektionen

Zentralnervensystem (10 min)

- Angeborene Fehlbildungen
- Neonatale Krampfanfälle
- Analgesie und Sedierung

Diskussion 30 min

DIVI-Curriculum

„Notfalltraining Neonatologie“

Modul 2: Neonatologische Notfälle

Kursbegleitendes Skript

2.1 Atmungsstörungen

Allgemeines

- neonatale Lunge „verträgt“ nur kleine Tidalvolumina (4-6 ml/kgKG)
- für ausreichende Ventilation (AMV) sind relativ hohe Frequenzen erforderlich
- kein Nutzen des intrapartalen oro/nasopharyngealen Absaugens bei vitalem Neugeborenem mit mekoniumhaltigem Fruchtwasser
- keine Routineapplikation von Sauerstoff bei Reifgeborenen
- effektive Ventilation i.S. sichtbarer Thoraxexkursionen erste Maßnahme bei Erstversorgung eines bradykarden, apnoeischen Neugeborenen

Transitorische Tachypnoe des Neugeborenen (wet lung disease) TTN

- Passagere respiratorische Insuffizienz durch postnatal erhöhten Flüssigkeitsgehalt der Lungen und verzögerte Resorption
- Risikofaktoren
 - nach Sectio caesarea (bis zu 30%)
 - Mütterlicher Diabetes (verminderte Lungenreife)
 - Perinatale Asphyxie (fehlender Abtransport der intrapulmonalen Flüssigkeit durch insuffizienten Kreislauf)
 - Late Preterms
- Klinische Zeichen: unmittelbar postnatal
 - Atemnot, Tachypnoe, Dyspnoe, Nasenflügeln, Einziehungen, Knorksen, anhaltende Zyanose
 - Erhöhter Sauerstoffbedarf
- Therapie: Sauerstoff, non-invasive Atemhilfe
- meist Normalisierung in 24-48 Stunden
- DD: Pneumothorax, Atemnotsyndrom, neonatale Pneumonie, Mekoniumaspiration, persistierende pulmonale Hypertension des Neugeborenen (PPHN)

Atemnotsyndrom (ANS)

- Typische Erkrankung des Frühgeborenen durch Surfactantmangel; selten des NG
- Gasaustausch bei FG ≤ 32 .-34. SSW findet noch nicht über klassische Alveolen statt
- Ursachen:
 1. Verminderte Surfactantsynthese
Verminderte Enzymaktivität infolge Lungenunreife, Neugeborene diabetischer Mütter
 2. Verminderte Surfactantaktivität
Neugeborene durch Infektionen, Mekoniumaspiration
- Klinische Zeichen:
 - Einziehungen, Tachydyspnoe, Zyanose, expiratorisches Stöhnen
 - Hypoxämie kombiniert mit Azidose
- Therapie: Temperaturmanagement, Sauerstofftherapie; noninvasive Atemhilfe, Kreislauftherapie, maschinelle Beatmung; Substitution von Surfactant

Mekoniumaspirationssyndrom (MAS)

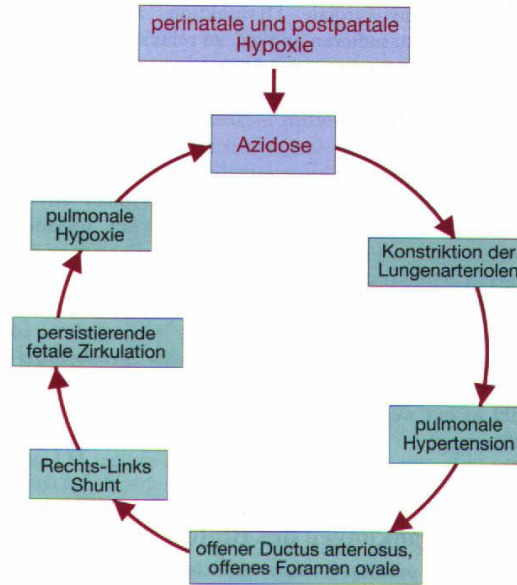
- Mekoniumhaltiges Fruchtwasser bei 10-20% aller Geburten, ca. 5% MAS
- Erhöhtes Risiko bei: - Übertragung, intrauteriner Mangelentwicklung
 - Präeklampsie, Hypertonus, Diabetes mellitus
- Ätiologie:
 - Fetale Hypoxie
 - Intrauteriner Mekoniumabgang
 - Aspiration von Mekonium
 - Respiratorische Insuffizienz durch Atelektasen und überblähte Bereiche sowie chemisch-toxische Pneumonie
- Klinische Zeichen:
 - Kind ist bei Geburt mit Mekonium bedeckt oder gelblich-grüne Verfärbung der Haut und Nägel
 - Atemnot sofort oder innerhalb weniger Stunden
 - Kreislaufchock (Bradykardie, Blutdruckabfall)
 - Persistierende pulmonale Hypertonie (PPHN)
- Vorgehen bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser und fehlender Spontanatmung:
 - Lebloses Neugeborene: **kein routinemäßiges Absaugen unter Sicht und keine Empfehlung zur sofortigen Intubation, um die Oxygenierung/Ventilation nicht zu verzögern.**
Hauptziel: bei nicht oder insuffizient atmendem Neugeborenen schnellstmöglich mit Beatmung beginnen
 - Initiale Beatmung frustan: DD Atemwegsobstruktion → Inspektion/Absaugen unter Sicht erwägen

Pneumothorax

- Ätiologie: Spontan (1-2%); Komplikation bei pulmonalen Erkrankungen (ANS, MAS, transiente Tachypnoe des NG); Komplikation therapeutischer Maßnahmen (CPAP, Beatmung, Reanimation)
- Klinische Zeichen:
 - Plötzliche Atemnot mit Zyanose, Seitendifferentes Atemgeräusch, Thorax-Asymmetrie, vorgewölbtes Abdomen
 - Kreislaufinstabilität (Tachykardie, Hypotonie)
 - Spannungspneumothorax mit Pneumomediastinum, -perikard
 - Bei beatmetem NG: plötzlicher Abfall von SaO₂, HF und RR
- Diagnostik:
 - Diaphanoskopie (Kaltlicht)
 - Röntgen
 - Lungensonographie
- Therapie:
 - Bei Zufallsbefund (i.R. Abklärung Tachydyspnoe) und Kreislaufstabilität keine Intervention
 - Notfallpunktion 4. ICR MCL (18-20 G Verweilkanüle mit aufgesetzter NaCl 0,9% Spritze, Hochlagerung der betroffenen Seite)
 - Anlage einer Drainage (Pigtail Katheter 5-8,5 F); Sog -10 cmH₂O, 4.-5. ICR vord. Axillarlinie
 - Kreislaufunterstützung
 - ggf. Antibiotika (20% infektassoziiert)

Persistierende pulmonale Hypertonie (PPHN)

- Definition: Mangelnde Umstellung des fetalen Kreislaufs, Weiterbestehen des Rechts-Links-Shunts, Umgehung der Lungenstrombahn über das Foramen ovale oder den Ductus arteriosus, Ausschluss eines zyanotischen Herzfehlers
- primäre PPHN (evtl. Infektionen in Schwangerschaft) oder sekundäre PPHN (MAS, Pneumonie, Zwerchfellhernie, Sepsis, Hypoxie)
- Therapie: „Minimal handling“ Konsequente Behandlung der Grundkrankheit bei sekundärer PPHN, Sauerstoff, nichtinvasive Atemunterstützung, ggf. Iloprost-Inhalation/iNO-Beatmung und weitere differenzierte Intensivtherapie



2.2 Angeborenen Fehlbildungen

Allgemeines

- Adäquate Reanimationseinheit mit Monitoring
- Möglichkeit der invasiven Versorgung (Intubation, ZVK, NVK, NAK, Magensonde)
- Sterile Abdeckmaterialien für alle Darmenterationen, Zelen o.ä.
- Steriles Arbeitsmaterial
- Wichtig: Wärme

- Omphalocele:

- entsteht bei Persistenz des physiologischen Nabelbruchs über die 16. Schwangerschaftswoche hinaus
- Assoziierte Fehlbildungen finden sich in etwa 35-80% aller Fälle und betreffen vor allem den Gastrointestinaltrakt und das kardiovaskuläre System

- Gastroschisis:

- Nabelschnur ist intakt, der Defekt liegt extraumbilical, meiste rechts der normalen Nabelschnur und es findet sich kein Bruchsack
- frei in der Amnionflüssigkeit schwimmende Darmabschnitte erleiden eine chemische Peritonitis
- Assoziierte Fehlbildungen finden sich vor allem im Bereich des Gastrointestinaltraktes, in etwa 10-25% der Fälle (intestinale Atresien)

- Versorgung

- Kontinuierliches Monitoring
- sterile Abdeckung des Defekts verbleibt
- Darmentleerung mittels Einläufen
- Magenablaufsonde tief und offen
- Lagerung in rechter Seitenlage mit 30° Oberkörperhochlagerung
 - Cave: Cava-Kompressionssyndrom
 - Durchblutung der unteren Extremität beachten
- Fehlbildungsdiagnostik (Ultraschall)



Zwerchfellhernie

- Inzidenz 1:2000- 1:5000, 90% linksseitig
- Mortalität: ca. 40% (abhängig vom Zentrum)
- in 50% weitere Malformationen
- Gute präpartale Diagnostik notwendig, ggf. präpartale Verlegung in ein ECMO-Zentrum
- großer Thorax und eingefallenes Abdomen
- Atemnot bei paradoxer Atmung, Zyanose
- einseitige Atemexkursionen
- evtl. Darmgeräusche im Thorax
- bei kleinen Defekten evtl. nur milde Atemstörung

Spina Bifida

- Primäre Schädigung: Organogenese (1. LM)
- Sekundäre Schädigung: Fruchtwasserexposition
- Prävention:
 - Primär: Folsäureprophylaxe
 - Sekundär: intrauteriner Defektverschluss



Ösophagusatresie

- Präpartal Polyhydramnion (in der Regel)
- Neugeborenes mit Schaumpilz vor Mund, Nase und respiratorischen Problemen
- „Mehreren Untersuchern gelingt die Sondierung des Magens nicht...“
- Aufgetriebenes Abdomen
- gründliches Absaugen des Speichels aus NRR
- Lagerung in Seitenlage, Oberkörper um 45° erhöht
- bei Ateminsuffizienz keine Maskenbeatmung, sondern primäre Intubation
- Absaugsonde für Schnüffelsaugung in Nasen-Rachen-Raum legen
- Assoziierte Fehlbildungen: Herz-Kreislaufsystem, Anus + Rektum, Urogenitaltrakt, Wirbelsäule, Respirationstrakt, Extremitäten (VACTERL-Assoziation)

Zusammenfassung Versorgung von Neugeborenen mit angeborenen Fehlbildungen

- Steriles Abdecken („Einpacken“)
- Nüchtern lassen
- Magensonde (Bauchwanddefekte)
- Dauerabsaugung („Schlürfsonde“) (Ösophagusatresie)
- Eventuell Narkose (Zwerchfellhernie)

2.3 Herzfehler

Allgemeines

Herzfrequenz:

- Je jünger das Kind, desto „höher“ die Herzfrequenz
- Bradykardien sind oft Hypoxie bedingt und müssen zwingend als lebensbedrohlich erachtet und entsprechend behandelt werden
- Tachykardien beim NG werden initial gut toleriert; (DD: Volumenmangel, Schmerzen, Fieber, Hyperkapnie u.a.)

Alter	Herzfrequenz /min
Frühgeborene <33. SSW	120-160
Frühgeborene <37. SSW	110-150
Neugeborene reif	90-130

Blutdruck:

- Je jünger das Kind, desto „niedriger“ der Blutdruck
- Hypoxie führt zur Vasokonstriktion mit Abnahme der peripheren Durchblutung
- Der Blutdruck kann bei Kindern aufgrund ihrer ausgeprägten Fähigkeit zur Vasokonstriktion noch im Normalbereich sein, obwohl das Herzzeitvolumen bereits deutlich eingeschränkt ist
- Bestes Kriterium ist die Beurteilung des Perfusionszustandes (Rekapillarisationszeit, Diurese, Laktat)
- Normale Blutdruckwerte schließen daher einen Schock nicht aus

Alter	Mitteldruck mmHg	
	1. Lebenstag	4. Lebenstag
Frühgeborene <30. SSW	30	38
Frühgeborene <37. SSW	40	45
Neugeborene reif	45	56

Angeborene Herzfehler (AHF)

- Häufigkeit:
 - 1,1 auf 100 Geburten; stellen 10% der NG Todesfälle (50% davon in ersten 4 LWo)
- Klinische Zeichen:
 - Zyanose oder Herzinsuffizienz (evtl. Herzgeräusch)
 - Cave: bei Anämie Zyanose erst bei niedrigerer SaO₂ erkennbar
 - Bei ca. 30-40% der NG erst nach Entlassung; einige im kardiogenen Schock
- Hämodynamik:
 - Lebensbedrohliche Vitien ca. 15% aller AHF
 - sog. duktusabhängige Fehlbildung mit davon abhängiger System- od. Lungenperfusion
Verschluss führt zu kritischer Reduktion des HZV oder Reduktion der Lungenperfusion mit Gasaustauschstörung
 - nicht duktusabhängige Fehlbildungen
 - Direkt postnataler Abfall des Lungengefäßwiderstandes (normal erst mit 6-8 LWo)

Prä- und postduktale Sättigungsmessung

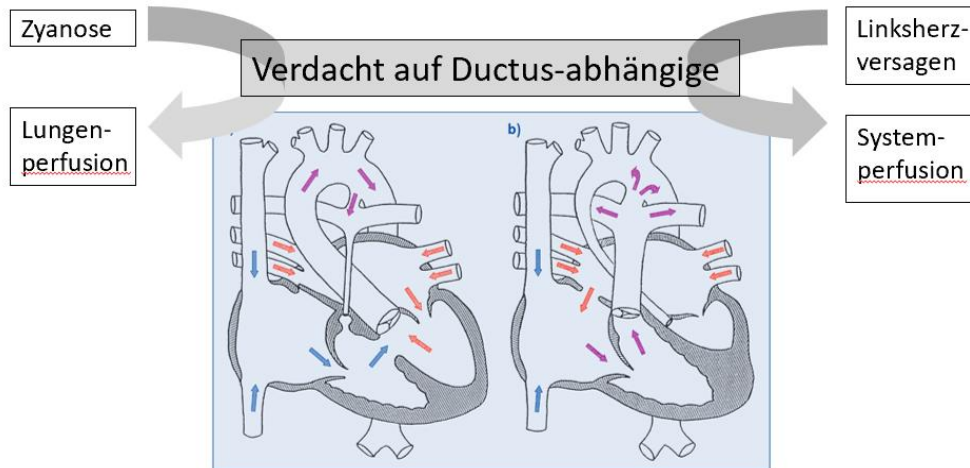
- SaO₂ <90% irgendwo oder Differenz >3% zwischen rechter Hand und Fuß ist pathologisch
- Postduktale SaO₂ Messung:
 - Detektionsrate von AHF gegenüber alleiniger klinischer Untersuchung von 62,5% auf 82,8% gesteigert.
 - Senkung der Rate nichtdiagnostizierter AHF von 1,56 auf 0,25 /1.000 Lebendgeborenen
- Vorsicht: bei d-TGA mit hohem pulmonalem Widerstand ist SaO₂ untere Extremität > als SaO₂ obere Extremität! (vollgesättigtes Blut aus Lunge über LV und Pulmonalarterien zur unteren Körperhälfte. oberer Teil erhält Blut aus RV)

Therapie – Stabilisierung vor Verlegung

- Sauerstoff kontrolliert (Effekt beachten -> Absinken des Lungenwiderstandes)
 - Bei kritischen AHF mit Mischungszyanose SaO₂ 75-85%, ansonsten normal
 - Ggf. Sedierung und Intubation zur Reduktion der Atemarbeit (! geringe Reserven des NG daher erhöhtes Intubationsrisiko mit akutem RR Abfall)
- Prostaglandin E 1 (Offenhalten oder Wiedereröffnen des fetalen Kreislaufs) – dabei Volumengabe bedenken (wg. Vasodilatation)
- Differenzierte Katecholamintherapie

PG E 1 (Minprog®) Dosierung (0,01-0,1 µg/kg/min)

- Standard-Mischung:
 - 500 µg Minprog® (entspr. 1 Ampulle = 1ml) in 250 ml NaCl 0,9% (davon 50ml in Perfusorspritze) -> damit erhaltene Konzentration: 2 µg/ml
- Empfohlene Dosierung:
 - 10 ng/kg/min (bis 25 ng/kg/min) beim reifen Neugeborenen mit etwa 3 kg Körpergewicht entspricht das einer Laufrate von 1 ml/h
 - Dosis steigerbar auf 50 ng/kg/min (bis 100 ng/kg/min) beim 3-kg-Kind entsprechend Laufrate von 5 ml/h
- Ggf. zweiter sicherer i.v. Zugang als Backup
- Nebenwirkungen:
 - Apnoen (Atemhilfe z.B. CPAP-Beatmung)
 - Hypotension durch periphere Vasodilatation (Volumengabe 10-20ml/kgKG und niedrig dosierte Katecholamine)
 - Hyperthermie, Irritabilität



Therapieprinzipien (1) z.B. HLHS, AS

- duktusabhängige Lungenperfusion (d.h. Sauerstoffzufuhr und medikamentöse Blutdruckerhöhung steigern die Lungenperfusion)
- PDA offenhalten! Ziel ist Zunahme des Links-Rechts-Shunts und verbesserte Lungenperfusion
- Lungengefäßwiderstand reduzieren (SaO₂ 75-85%, cave: PDA verschließt sich durch O₂ Gabe)
 - Leichte metabolische Alkalose > pH 7,45, BE +2 bis +4 mmol/l
 - Milde Hyperventilation pCO₂ 35-40 mmHg
- Systemwiderstand erhöhen
 - falls Katecholamine erforderlich Noradrenalin bzw. Adrenalin

Therapieprinzipien („) z.B. PS +/- VSD

- duktusabhängige Systemperfusion (d.h. Lungen- und Körperkreislauf sind parallel angeordnet)
- PDA offenhalten! Ziel ist Zunahme des Rechts-Links-Shunts und verbesserte Systemperfusion
- Lungengefäßwiderstand erhöhen (SaO₂ 75-85%)
 - Leichte metabolische Azidose pH < 7,25, BE -2 bis -4 mmol/l
 - Hyperkapnie pCO₂ 50-60 mmHg
 - PEEP hoch bei Beatmung
- Systemwiderstand reduzieren
 - falls Katecholamine erforderlich 1. Wahl Dobutamin und Milrinon
 - Vermeiden von Noradrenalin

2.4 Infektionen

Symptome

- Bei jeder Abweichung von der Norm muss mit Infektionen gerechnet werden
- Infektionsrate hängt entscheidend von der Gestationswoche ab

Kriterien	Grenzwerte
Körpertemperatur	<36,5°C od. >38,0°C od. Temperaturinstabilität
Herzfrequenz	>200/min od. neu sowie vermehrte Bradykardien <80/min
Rekapillarierungszeit	>2 s
Atemfrequenz	>60/min od. neu sowie vermehrte Apnoen/Beatmungsnotwendigkeit
Metabolische Azidose	BE <-10 mmol/l
Hyperglykämie	>140 mg/dl

Early onset Infektion/Sepsis

- Inzidenz Reifgeborene 1/1000 mit Blutkultur positiver Sepsis, klinische Sepsis um Faktor 10-30 höher
- Manifestation in den ersten 3 Lebenstagen (80% in den ersten 6 h)
- Meist via Fruchtwasser, selten hämatogen (Listerien, Pilze)
- Risikofaktoren:
 - Aszendierende Fruchtwasserinfektion (vorzeitige Wehen, vorzeitiger Blasensprung >18 h, mütterliche Temperaturerhöhung >38,0°C und Infektparameter CrP >20 mg/l)
 - Atemnotsyndrom, Frühgeburt, anamnestisches Infektrisiko
- Klinische Zeichen:
 - Respiratorische Störung postnatal (Tachydyspnoe, Stöhnen, Zyanose)
 - Kreislaufzentralisation (grau-marmoriertes Hautkolorit) durch Kapillarleck (intravasaler Volumenmangel) und myokardiale Dysfunktion (negative Inotropie der Entzündungsmediatoren)
- Therapie:
 - Oxygenierung
 - Volumen, Katecholamine
 - Antibiotikakombination
- DD: Reines ANS, angeborener Herzfehler, Fehlbildung, Stoffwechseldefekt

Diagnostik

- Laborchemische Parameter:
 - Differentialblutbild („Stabkernige“ > 0,5-1,0 /nl, Thrombozytopenie) CrP oder nur zu Beginn IL-6 oder IL-8
 - Blutgasanalyse, Blutzucker
 - Verlaufskontrolle nach 24-48 Stunden
- Mikrobiologische Untersuchungen
 - Abstriche äußerer Gehörgang, Magensekret, Trachealsekret, Blutkultur, ggf. Liquor und Urin
 - Trotz optimaler Techniken nur 20% positive BK bei klinischen Infektionen

Therapie

- Early onset
 - Reife Neugeborene Erreger aus mütterlicher Vaginalflora- Gruppe B Streptokokken, E.coli
 - Frühgeborene Erreger E.coli (40%), Gruppe B-Streptokokken, S. aureus, Klebsiellen, Enterokokken
- Sofortige antibiotische Therapie des schwerkranken NG
- Antibiotikakombination soll gram+ Kokken und gram- Enterbacteriaceae erfassen und es müssen Listerien berücksichtigt werden
 - Klinikinterner Standard notwendig
 - o z.B. Aminopenicilline (Ampicillin 150 mg/kg/d in 3 ED) + Aminoglykoside (Tobramycin od. Gentamycin Start mit 5 mg/kg als KI über 30-60 min, dann abh. von SSW weiter)
- Beendigung der antibiotischen Therapie nach spätestens 48 h, falls Klinik und Diagnostik unauffällig

HIV-exponiertes Neugeborenes

- Neonatale Transmissionsprophylaxe (Neo-PEP) in Abhängigkeit des Risikoprofils:
- Zeitnahe Kontaktaufnahme mit erfahreinem Zentrum
- Sehr niedriges Transmissionsrisiko (= mütterliche HIV-RNA <50 Kopien/ml für mindestens 4 Wochen vor der Geburt und zum Zeitpunkt der Entbindung):
- Neo-PEP: Zidovudin 4mg/kg/Dosis 2x tgl. p.o. für 2 Wochen (RG & FG ≥ 35+0 SSW), erste Gabe innerhalb der ersten 6 Lebensstunden.
- Nur wenn bereits vor der Schwangerschaft eine erfolgreiche ART bestand und die HIV-RNA während der gesamten Schwangerschaft und zeitnah vor der Geburt immer <50 Kopien/ml lag, kann nach ausführlicher Aufklärung auf eine postnatale Expositionsprophylaxe verzichtet werden.
- Niedriges Transmissionsrisiko (= mütterliche HIV-RNA >50 aber <1.000 Kopien/ml zum Zeitpunkt der Entbindung):
- Elektive Sectio ab 37+0 SSW; intrapartale Expositionsprophylaxe mit Zidovudin; kein Stillen.
- Neo-PEP: Zidovudin 4mg/kg/Dosis 2x tgl. p.o. für 4 Wochen (RG & FG ≥ 35+0 SSW), erste Gabe innerhalb der ersten 6 Lebensstunden.
- Hohes Transmissionsrisiko (= mütterliche HIV-RNA >1.000 Kopien/ml zum Zeitpunkt der Entbindung):

- Elektive Sectio ab 37+0 SSW; intrapartale Expositionsprophylaxe mit Zidovudin; kein Stillen.
- Erweiterte postnatale Expositionsprophylaxe unter stationären Bedingungen notwendig, Beginn innerhalb der ersten 6 Lebensstunden:
 - Zidovudin: 4mg/kg/Dosis 2x tgl. p.o. für 4-6 Wochen
 - Lamivudin: 2mg/kg/Dosis 2x tgl. p.o. für 14 Tage
 - Nevirapin: 12mg/Dosis p.o., 3 Gaben (1. Dosis innerhalb 48 Stunden nach Geburt; 2. Dosis 48 Stunden nach 1. Gabe; 3. Dosis 96 Stunden nach 2. Gabe)

Praktisches Vorgehen im Kreißsaal

- Bei der Erstversorgung wird die Verwendung steriler Handschuhe empfohlen
- Noch vor einem eventuellen Absaugen sind Mundhöhle und Naseneingang mit sterilen, in 0,9%-iger NaCl-Lösung getränkten Tupfern von eventuell HIV-kontaminiertem Fruchtwasser zu reinigen
- Nach Stabilisierung der Vitalfunktionen sind alle Körperöffnungen (Ohren, Augen, Anus und Genitale) in gleicher Weise zu säubern. Vor der endgültigen Versorgung der Nabelschnur sind die Handschuhe zu wechseln, um eine HIV-Kontamination zu vermeiden
- Stillen:
 - Gestillte Kinder HIV-positiver Mütter sind etwa doppelt so häufig HIV-infiziert wie ungestillte Kinder.
 - Bei supprimierter mütterlicher Viruslast (<50 Kopien/ml) soll die Entscheidung über das Stillen unter Abwägung von Nutzen und Risiken in einem partizipativen Prozess getroffen werden.
 - Stillen ist bei sehr niedrigem Transmissionsrisiko grundsätzlich möglich, wenn sämtliche der folgenden Bedingungen erfüllt sind:
negative Viruslast der Mutter (<50 Kopien/ml) zum Zeitpunkt der Entbindung;
über mehrere Monate (im Idealfall während der gesamten Schwangerschaft, jedoch mindestens in den letzten beiden aufeinanderfolgenden Messungen vor der Geburt, Intervall von mindestens vier Wochen und letzte Messung nach der 36. SSW) dokumentiert effektive ART mit negativer HIV-RNA (<50 Kopien/ml) der Mutter;
zuverlässige mütterliche ART-Einnahme (verdeutlicht u.a. durch sehr gute Adhärenz in der Vergangenheit);
Bereitschaft zur Teilnahme am zusätzlichen HIV-Monitoring in der Stillzeit (Mutter und Säugling alle 6-8 Wochen);
ausführliche Aufklärung (Risiko einer vertikalen Transmission und Risiken einer damit verbundenen HIV-Resistenzentwicklung beim Kind; verlängerte Medikamentenexposition über die Muttermilch, potentielle Toxizität für den Säugling; Notwendigkeit des intensivierten Monitorings von Mutter und Kind).

2.5 Zentralnervensystem

Zerebrale Anfälle neonatale Ursachen

- Asphyxie mit hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie
- Infarkte, Thrombosen
- Intrakranielle Blutungen
- Zerebrale Fehlbildungen
- Infektionen
- Hypoglykämien, Elektrolytstörungen
- Stoffwechselstörungen

Klinische Befunde

- Abnorme, plötzlich auftretende, stereotype Bewegungen
- Rhythmische Zuckungen
- Länger anhaltende Kontraktionen
- Abnorme Bulbus-, Lidbewegungen
- Schmatzen, Rudern, Fäusteln, Singultus

Therapie

- Phenobarbital: 10 mg/kg iv, wiederholbar bis kumulativ 30 mg/kg
- Levetiracetam: 10 mg/kg iv, wiederholbar bis kumulativ 40 mg/kg
- Midazolam: 0,1 mg/kg iv, wiederholbar

Periventrikuläre Hirnblutung

Sehr kleine Frühgeborene

- Kapillar- und Arteriolen der subependymalen Keimschicht sind sehr fragil (nur passager für die Hirnentwicklung angelegt)

Risikofaktoren:

- Unreife, Azidose, Hypoxie, Schwankender zerebraler Blutfluss, Blutdruckschwankungen, Volumenexpansion, Pneumothorax

Diagnostik: Sonographie

Problem: Hydrocephalus occlusus, periventrikuläre Leukomalazie

Analgesie, Sedierung, Narkose

KUSS (Kindliche Schmerz- und Unbehagen-Skala)

Beobachtung	Bewertung	Punkte
Weinen	gar nicht Stöhnen, Jammern, Wimmern Schreien	0 1 2
Gesichtsausdruck	entspannt, lächelnd Mund verzerrt Mund und Augen grimassieren	0 1 2
Rumpfhaltung	neutral unstet Aufbäumen, Krümmen	0 1 2
Beinhaltung	neutral strampelnd, tretend an den Körper gezogen	0 1 2
motorische Unruhe	nicht vorhanden mäßig ruhelos	0 1 2
Addition der Punkte		

Dauer ca. 15 Sek.

Handlungsbedarf ab vier Punkten

Applikation intraossär

- Intraossären (i.o.) Zugang als Alternative zum Notfall-Gefäßzugang (NVK) in der postnatalen Erstversorgung/Reanimation für Medikamente und Flüssigkeit
- Spezifische Gewichtsbeschränkungen für den i.o.- Zugang beachten
- Punktionsort: 2-3 cm distal und medial der Tuberositas tibiae
- Wirkungseintritt: Mit ZVK vergleichbar
- Für **alle Medikamente** geeignet, niedrige Komplikationsrate (aber cave: Gefahr des Extravasats)
- Vor und nach jeder Medikamentengabe 3-10 ml NaCl 0,9% vor- bzw. nachspülen
- Volumenersatz über Perfusor
- Hohe Erfolgsrate bei halbautomatischen oder klassischen Systemen (EZ-IO®, Cook®)
- Aspiration von Knochenmark: nur in 50% -> daher keine routinemäßige Aspiration empfohlen

Analgesie

Opiate/Opioide:

- Allgemein:
 - Keine Angst vor Ateminsuffizienz
 - Titrierte Gaben
- Wenn insuffiziente Atmung und SpO2 Abfall:
 - Stimulation
 - Kurzzeitige Maskenbeatmung
 - CPAP über nasopharyngeal liegenden Tubus
 - Antagonisierung möglich
- Morphin
 - Meiste Erfahrungen, häufiger Übelkeit
 - Wirkeintritt nach 5-10 Minuten
 - Dosierung: 0,05 – 0,1 mg/kg
 - Antagonisierung mit Naloxon möglich

- Fentanyl
 - Starkes Opioid
 - Schnellerer Wirkeintritt als Morphin
 - Bei titrierter Gabe selten Atemdepression und Emesis
 - Keine zusätzliche Sedierung notwendig
 - Pulsoxymetrie als sinnvolles Monitoring
 - Antagonisierung mit Naloxon möglich
- Piritramid
 - Stärker sedierend
 - Schnellerer Wirkeintritt
 - Dosierung: 0,05 – 0,1 mg/kg i.v.
 - Antagonisierung mit Naloxon möglich

S-Ketamin:

- Sehr gute Analgesie
- Hohe Kreislaufstabilität
- Kaum atemdepressiv
- NW: Hypersalivation
- Dosierung: 0,5-1,5-mg/kg i.v.

Midazolam

- Benzodiazepin mit kurzer HWZ
- Antagonisierung mit Flumazenil möglich
- Dosierung: 0,1-0,2-mg/kg i.v.

Narkose (Vorschlag):

- S-Ketamin (0,5-1,5 mg/kg bis 2mg/kg)
- Vecuronium (0,1 mg/kg) bzw. Rocuronium (1mg/kg)
- Optimale Intubationsbedingungen durch Relaxierung
- Weiterführung der Analgosedierung durch gleiche Medikamente sinnvoll

Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie

Praktische Durchführung

Theorie 30 min

Beatmungstherapie (15 min)

- Konventionelle Beatmung
- Standardeinstellung am Beatmungsgerät
- Noninvasive Atemunterstützung.

Monitoring und Diagnostik (15 min)

- Klinische Untersuchung
- Pulsoxymetrie
- EKG und non-invasive Blutdruckmessung
- Invasive Kreislaufdiagnostik (Häufigkeit, Indikationen)

Praxis 30 min (je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

15 min Beatmungsstrategien

10 min Anlage EKG/Pulsoxymetrie & Scenario: Rhythmusstörungen beim Neugeborenen

Theorie 30 min

Pharmakotherapie (5 min)

- Antibiotika
- Analgosedierung

Flüssigkeitsmanagement (10 min)

- Gewichtsabhängige Flüssigkeitsbilanzierung pro Lebenstag
- Infusionslösungen
- Kreislauftherapie

Ethische Fragen (15 min)

- Frühgeborene an der Grenze zur Lebensfähigkeit
- Kurative und palliative Behandlungsstrategien
- Beendigung einer erfolglosen Reanimation
- Elternbegleitung

Diskussion 30 min

DIVI-Curriculum „Notfalltraining Neonatologie“

Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie

Kursbegleitendes Skript

3.1 Beatmungstherapie

Anatomische und physiologische Besonderheiten bei Neugeborenen

- Nasenatmer mit engen Atemwegen und empfindlichen Schleimhäuten
- Kurzer Hals, große Zunge, lange U-förmige Epiglottis
- Höher liegender, trichterförmiger Larynx
- Engste Stelle subglottischer Raum
- Kurze Trachea mit kleinem Durchmesser
- Erhöhter Atemwegswiderstand des Bronchialsystems
- Niedrige Compliance der Lunge (ca. 1 ml/mbar/kg KG) und geringe Gasaustauschfläche
- Horizontal verlaufende Rippen, gering ausgeprägte Interkostalmuskulatur
- hoherer Sauerstoffverbrauch, dadurch höhere Atemfrequenz

Für respiratorische Störungen des Neugeborenen existieren unterschiedliche unterstützende Maßnahmen:

- Oxygenierungsstörungen: NIV mit CPAP und Sauerstoffgabe
- Oxygenierungs- und Ventilationsstörungen: NIV mit CPAP und Frequenz, Sauerstoffgabe oder invasive Beatmung
- „Pumpversagen“: NIV mit CPAP oder invasive Beatmung

Konventionelle Beatmung

Indikationen (Auswahl):

- Schweres Atemnotsyndrom (RDS)
- Apnoen durch Frühgeburtlichkeit oder schwere peripartale Azidose
- Infektionen – Sepsis oder Pneumonie
- Persistierende pulmonale Hypertension
- Schweres Mekoniumaspirationssyndrom
- Angeborene pulmonale und kardiale Fehlbildungen, Zwerchfellhernie

Kontrollierte Beatmung (CMV= continuous mandatory ventilation)

- Respirator übernimmt die gesamte Atmung des Patienten
- oft Sedierung, aber nicht zwingend erforderlich
- kann (volumen-) oder druckkontrolliert durchgeführt werden

Synchronisierte (augmentierte) Beatmung

- Respirator übernimmt nur einen Teil der Atemarbeit
- durch spontane Atemanstrengung des Patienten (mittels Trigger) wird ein mandatorischer Atemhub ausgelöst
- Vorteile: Synchronisation zwischen Patient und Respirator
- Formen:
 - S-CMV (= S-IPPV [Synchronized Intermittent Positiv Pressure Ventilation])
 - A/C (Assist/Control Ventilation)
 - IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)
 - SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)
 - PSV (Pressure Support Ventilation)
 - NAVA (Neuronale adjustierte Ventilation)

Initiale Einstellung des Beatmungsgerätes

- Modus: druckkontrolliert
- PIP: 18-20 cm H₂O, PEEP: 5-6 cm H₂O
- Tinsp: GA < 28 SSW: 0,25 sec, GA ≤ 30+6 SSW: 0,30 sec, GA ≥ 31 - ≤ 34+6 SSW: = Reifealter/100 in sec
GA ≥ 35 SSW: 0,35 sec
- Frequenz: 65/min (<29 SSW), 60/min (29-32 SSW), 55/min (>32 SSW)
- FiO₂: mit 0,21 beginnen und Anpassung lt. O₂-Messung
- Zielbereich für die pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung bei FiO₂ > 0,21: ≥ 88 bis ≤ 95%
- bei vorhandener Eigenatmung sowie im Zweifelsfall mit SIMV-Modus beginnen
- expiratorisches Atemzugvolumen (V_t): Zielbereich 4-7 ml/kg KG

Noninvasive Atmungsunterstützung

CPAP = Continuous Positive Airway Pressure

- CPAP erzeugt einen PEEP = positiver Atemwegsdruck am Ende der Expiration
- wichtig ist ein ausreichendes PEEP-Niveau bei 5 -8 cm H₂O
- "Air leaks" über den Mund oder durch undichte Masken/Prongs müssen durch ausreichenden Flow kompensiert werden
- auf eine adäquate Atemgasklimatisierung ist zu achten

Jet-CPAP-Systeme = „variable flow nCPAP“:

- Druck wird über ein oder 2 Jets erzeugt
- Atemgas wird mit hoher Geschwindigkeit in Richtung der Atemwege des Patienten geblasen
- dadurch entsteht in den Atemwegen oder unmittelbar davor der gewünschte Druck
- Nachteil: sehr laut

Respiratoren:

- Druck wird über ein Ausatemventil wie bei der invasiven Beatmung erzeugt
- Nachteil: höherer Ausatemwiderstand
- Beispiel: Draeger, Stephan, Löwenstein, Hamilton Respirator

High flow nasal cannulas:

- Mischform der beiden Systeme
- Druck in den oberen Atemwegen wird aber durch das Größenverhältnis der Nasen-Löcher zu den Außendurchmessern der Nasenstücke maßgeblich mitbestimmt. Die Größe der Prongs muss beachtet werden, diese sollen nicht mehr als 50% des Nasenloches ausfüllen.
- Nachteil: applizierte Druck kann nicht überwacht werden, aber der Flow wird gemessen

Vorteile binasaler CPAP gegenüber mononasalem CPAP

- Totraumvolumen ist deutlich verringert
- PEEP wird deutlich besser gehalten
- Durch den kurzen Prong wird die physiologische Nasenfunktion erhalten, es wird weniger Nasensekret gebildet
- Nasenschleimhautreizungen werden verhindert



mononasaler CPAP



binasaler CPAP



High Flow Nasenbrille

CPAP-Indikationen

Klinische Kriterien:

- erhöhte Atemarbeit
- erhöhte Atemfrequenz
- Einziehungen, Stöhnen, Nasenflügeln
- erhöhter FiO₂- Bedarf

Erkrankungen:

- RDS / Atemnotsyndrom
- Pneumonie
- Mekoniumaspirationssyndrom
- Transiente Tachypnoe / Wet Lung Syndrome
- Apnoen beim Frühgeborenen
- nach Extubation

CPAP- Kontraindikationen (tlw. relative KI)

- Fehlbildungen der oberen Atemwege
- Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (Leck)
- Choanalatresie
- Ösophagotracheale Fisteln
- Zwerchfellhernie
- Nekrotisierende Enterokolitis
- schwere Beeinträchtigung der Hämodynamik
- "schwere" Atemregulationsstörung (schwere Apnoen)

CPAP-Komplikationen

- Obstruktion der Atemwege (Sekret)
- mechanische Schäden der Nase (Septum)
- Überblähung der Lunge
- Air leak
- CO₂-Retention mit resp. Azidose
- vermehrte Atemarbeit
- erhöhter pulmonaler Gefäßwiderstand
- verminderter venöser Rückfluss mit reduziertem HZV, niedrigem RR
- Distension von Magen und Darm (CPAP belly syndrome)

3.2 Monitoring und Diagnostik

Klinische Untersuchung

Reifezeichen (Schema nach Farr)

Kriterium	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte
Ohrform	ungeformt	weich	fest
Haut	durchsichtig	dünn	rosig, fest
Brustwarzen	nur als roter Punkt erkennbar	Areola <5 mm	Areola >5 mm
Hoden	nicht tastbar	hoch im Skrotum	deszendiert
Labien	Labia majora<Labia minora	Labia majora=Labia minora	Labia majora>Labia minora
Fußsohlen	keine Falten	distal Falten	überall Falten

Neugeborenenreflexe (Auswahl)

- Such-und Saugreflex: bis zum 3. LM nachweisbar, durch Bestreichen der Wange wird der Mund verzogen und der Kopf zum Reiz hingewendet, Saugbewegungen erfolgen sobald ein Gegenstand in den Mund geführt wird
- Handgreifreflex: bis 4. LM nachweisbar, Faustschluss nach Bestreichen der Handfläche
- Schreitreflex: bis 3. LM nachweisbar, in senkrechter Haltung werden bei Berühren der Unterlage mit den Füßen schreitende Bewegungen ausgeführt
- Moro-Reflex: bis 6. LM, bei Erschüttern der Unterlage oder plötzliches Senken des Neugeborenen reagiert es mit Spreizen der Arme und anschließendem Zusammenführen der Arme über der Brust

Standardüberwachung

- Körpertemperatur
- Atemfrequenz mit Impedanzpneumographie
- Herzfrequenz mit EKG
- Pulsoxymetrie
- Nichtinvasive Blutdruckmessung

Parameter	Normwerte (Bemerkungen)
Körpertemperatur (axillär)	36,5 °C – 37,2 °C (in einer offenen Einheit)
Atemfrequenz	35 – 60 / min (Apnoealarm ab 20 sec)
Herzfrequenz	70 – 170 / min (< 100 / min immer klinische Untersuchung)
Pulsoxymetrie	88 – 96% (Hypoxämie < 80 %)
Blutdruckwerte	Abhängig von Schwangerschaftswoche, am 1. LT MAD = SSW

Blutdruckmessung:

- Indikationen:
 - bei Aufnahme auf der Station (an allen vier Extremitäten bzw. obere rechte und untere Extremität)
 - bei Surfactantsubstitution (Volumenverschiebung)
 - vor und während Transfusion von Blutprodukten
 - bei Herzinsuffizienz
 - peri- und postoperative Überwachung
 - während der Katecholamintherapie
- Technik:
 - oszillatorische Messung ist Methode der Wahl in der Neonatologie
 - keine Unterschiede zwischen oberen und unteren Extremitäten
 - Nicht an Extremitäten mit peripherer Infusion und Pulsoxymetrie
 - Blutige Überwachung des arteriellen Blutdrucks in der Routine nicht notwendig
 - Ausnahmen: massive Ödeme (z.B. Hydrops), katecholaminpflichtiges Kreislaufversagen
- Werte:
 - Normwerte abhängig von Reifealter und Gewicht
 - am ersten Lebenstag korreliert der MAD gut mit der Schwangerschaftswoche (z.B. 28 SSW = MAD 28mm Hg)
 - Niedrige Blutdrücke müssen nicht pathologisch sein, Rekapillarisationszeit (zentral) bestimmen
 - Wichtig sind klinische Untersuchung und Echokardiographie
 - Bei guter Oxygenierung, unauffälliger Rekapillarisationszeit, normaler Diurese und unauffälligem Echokardiographiebefund (Kontraktilität und Füllung) ist eine Blutdrucktherapie meist nicht nötig

Überwachung des Kohlendioxidpartialdrucks

- Transkutane Messung:
 - $P_{Tc}CO_2$ -Sensor mit Glaselektrode und Referenzelektrode
 - Messwert abhängig von Temperatur der Elektrode, Platzierung des Sensors und peripherer Perfusion
- Endexpiratorische Messung:
 - Messverfahren mit Infrarotkapnometrie
 - Probleme bei Frühgeborenen: erhöhter Totraum durch den Sensor, Messungenauigkeiten durch kleine VT, Leckage, hohe Atemfrequenzen
- Gefahren der Hypokapnie:
 - zerebrale Vasokonstriktion mit verringerter zerebraler Perfusion
 - verringerte O_2 -Abgabe des Hb mit erhöhter zerebrale Laktatproduktion
 - vermehrte Lungenschädigung / BPD

3.3 Pharmakotherapie

Antibiotika (Behandlungsvorschläge, klinikinterne Standards beachten)

Standardtherapie am 1. Lebenstag:

- Ampicillin + Aminoglykosid (Tobramycin+Gentamicin)
- Dauer der Behandlung bei positiven Infektionszeichen (S. Modul 2; CRP, IL6, PCT) über 5-7 Tage

Therapie bei schwerer systemischer Infektion / neonataler Sepsis:

- Ampicillin + Cefotaxim oder Meropenem
- Dauer der Behandlung 7-10 Tage (bei Meningitis ≥ 14 Tage)

Therapie bei katheterassoziierten Infektion:

- Vancomycin + Cefotaxim
- Dauer der Behandlung 7-10 Tage

Schmerztherapie

Schmerztherapie bei medizinischen Interventionen

- Management schmerzhafter interventioneller Prozeduren
- Analgosedierung unter Beatmungstherapie
- Postoperative Schmerztherapie (Unterdrückung der Stressantwort auf chirurgische Maßnahmen)

Analgosedierung

Non medikamentös:

- Umgebungsbedingungen (Licht- und Lärmreduktion)
- Haut-zu-Hautkontakt; Pucken
- Glukoselösung oral ($>12\%$)

Sedierung bei ausbleibender Koordination

- Midazolam: 0,1-0,2mg/kg KG als ED i.v. bzw. 0,1mg/kg/h DTI (zurückhaltender Einsatz empfohlen)
- Phenobarbital: initial 10-20mg/kg KG in 2 ED i.v., dann 5mg/kg KG/d

Analgosedierung

- S-Ketamin: 0,5-1,5 mg/kg KG
- Paracetamol: 7,5mg/kg KG i.v., maximal 30mg/kg KG Tagesdosis
- Piritramid: 50 μ g/kg KG als ED i.v.
- Morphin: 30-100 μ g/kg KG als ED i.v., 10 μ g/kg KG/h DTI
- Fentanyl: 1-3 μ g/kg KG als ED i.v., Fentanyl: 3 μ g/kg KG/h DTI

„Puffertherapie“ – aber selten notwendig

- immer Natriumbikarbonat 4,2% (0,5 molar) verwenden, d.h. 1molare Natriumbikarbonatlösung (8,4%) immer 1:1 mit Aqua dest. 1:1 verdünnen
- Berechnung: Basenbedarf [mmol] = KGW [kg] x Basendefizit [mmol/l] x 0,4 (max. 2 mmol/kg KG)
- zunächst die Hälfte der errechneten Menge ausgleichen; dies entspricht den ml-Angaben der 4,2%igen = 0,5molaren Lösung)

3.4 Flüssigkeitsmanagement

Gewichtsabhängige Flüssigkeitsbilanzierung pro Lebenstag

- Einberechnung der normalen Veränderungen im Wasser- und Elektrolythaushalt
- Einschätzung zusätzlicher Wasser- und Elektrolytverluste
- Hohe Variabilität zwischen einzelnen Patienten
- Individuelle Anpassung der Zufuhr
- Häufige Reevaluierung und Anpassung

Geplante Flüssigkeitszufuhr pro Lebenstag [ml/kg/d]

Geburtsgewicht	Lebenstag						
	1	2	3	4	5	6	7
< 1000g	80-90	100	120	130-140	140-150	150	150-160
1000 - 1500g	80	90-100	110-120	120-140	130-150	140-150	150
> 1500g	60-70	75-90	90- 110	105-130	120-150	135-150	150
Reife Neugeborene	60	80	90	110	130	130	130

Anpassung der Flüssigkeitstherapie

Zufuhr erhöhen	Zufuhr erniedrigen
- erhöhte Diurese (Glukosurie, Coffein) - Hypovolämie (art. Hypotonie, Diurese <0,5 ml/kg/h) - Sekretverluste (Drainagen) - Übersteigen der erwarteten Gewichtsabnahme (> 10% bei RG, > 15% bei FG) - Zeichen der Dehydratation (Uronosmolarität / Spezifisches Gewicht des Urins erhöht)	- Herzinsuffizienz - schwere perinataler Asphyxie - persistierender hämodyn. relevanter Ductus - ggf. bei fehlender Gewichtsabnahme in den ersten Lebenstagen - Niereninsuffizienz (ohne Hypovolämie) - Verdacht auf SIADH

Kreislauftherapie

1. Volumen

- isotonisch-kristalloide Lösungen
- bei Schock 10-20 ml/kg langsam i.v.; Wiederholung *abhängig vom Effekt danach*

2. Katecholamine

- Dobutamin 5 µg/kg/min (maximal 15 µg/kg/min)

bei unzureichender Wirkung Kombination mit

- Noradrenalin 0,01 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min
- Adrenalin 0,01 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min
- beachte: maximal 3 Katecholamine (Dobutamin + 2 Vasokonstriktoren)
- Milrinon (ggf. RS mit Kinderkardiologie)

damit nicht beherrschbare arterielle Hypotonie

3. Steroide (ggf. ad on)

- Hydrocortison (oder Dexamethason) 0,5 mg / kg iv

3.5 Ethische Fragen

Frühgeborene an der Grenze zur Lebensfähigkeit

Erstversorgung von Extrem-Frühgeborenen (AWMF-Leitlinie 024/019)

- < 22+0 SSW: Keine medizinischen Maßnahmen, um das Kind am Leben zu erhalten
- 22+0 – 22+6 SSW: medizinische Maßnahmen nur auf ausdrücklichen Wunsch der Eltern nach ausführlicher Aufklärung
- 23+0 – 23+6 SSW: medizinische oder kurative Maßnahmen in Absprache mit den Eltern nach ausführlicher Aufklärung
- > 24+0 SSW: im Regelfall lebenserhaltende Therapie anstreben

Beendigung einer erfolglosen Reanimation

- Individuelle Entscheidung im geburtshilflichen und neonatologischen Team
- Entscheidungen in schlüssiger und koordinierter Vorgehensweise gemeinsam mit den Eltern
- Kein Beginn, wenn Reifealter / Fehlbildungen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit mit einem frühen Tod verbunden sind
- Fast immer Beginn, wenn Reifealter > 25. SSW
- Prognose ungewiss: Wünsche der Eltern unterstützen und berücksichtigen
- Bei palliativem Vorgehen: für das Kind und die Eltern steht ein Sterben ohne Schmerzen und in Würde im Vordergrund der Betreuung
- Zur Entscheidung Versorgen /Nicht-Versorgen von Extrem-Frühgeborenen oder zur Beendigung einer erfolglosen Reanimation im Rettungsdienst kann das Hinzuziehen von Fachpersonal hilfreich sein (persönlich/telefonisch) und sollte immer frühzeitig angestrebt werden
- Trotz kriminaltechnischer Aspekte würdevolles Begleiten und Verabschieden ermöglichen (z.B. Interventionen/Zugänge liebevoll abdecken, Kuscheln ermöglichen), Gedanken und Gefühle (z.B. Schuld etc) nicht wegdiskutieren, sondern wahrnehmen und Sichtbarkeit ausdrücken
- Unser Einsatzende ist nicht das „Einsatzende“ der Eltern: unbedingt sicherstellen, dass weitere Versorgung der Eltern und Anwesenden gesichert ist (KIT/PSNV-B/psychiatrischer Krisendienst, Netzwerk...)
- Eigene Psychohygiene nicht vergessen!

Modul 4: Klinische Szenarien bei der Erstversorgung von Notfällen bei Neugeborenen

Praktische Durchführung

Pro Modul werden drei klinische Szenarien mit einem Zeitumfang von jeweils 30 Minuten angeboten. Nach Absolvierung der 90 Minuten ist 30 Minuten Zeit für Diskussionen eingeplant.

Szenarien (Anzahl der Fälle):

- Mekoniumaspiration (1)
- Asphyxie (2)
- Frühgeburt (3)
- Rhythmusstörung (1)
- Anämie (1)
- Fehlbildung (1)

DIVI-Curriculum

„Notfalltraining Neonatologie“

Modul 4: Klinische Szenarien bei der Erstversorgung von Notfällen bei Neugeborenen

Kursbegleitendes Skript

Reifes Neugeborenes der 41. SSW, Mekoniumaspiration

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus Vorgehen bei mekoniumhaltigen Fruchtwasser und Reanimation des Neugeborenen
- Besonderer Focus auf das Atem-, Kreislaufmanagement und Monitoring
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Reifes, übertragenes Neugeborenes, Spontangeburt aus grünem Fruchtwasser
- Alarmierung durch Hebamme: Neugeborenes mit insuffizienter Atmung, schlapp, blasses Hautkolorit
- Team versorgt das Kind auf Reanimationseinheit außerhalb des Kreissaals
- Festlegung der beteiligten Personen im Szenario (z.B. Pflege, Hebamme, 1. Anästhesie usw.)

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader und Teammitglied

Szenarienablauf:

- Kind liegt mit insuffizienter/keiner Spontanatmung auf der Reanimationseinheit
- HF < 60/min an der Nabelschnur, Kind schlapp und blass
- nach Etablieren des Monitorings: Pulsoxymetrie 55%, HF 40/min
- unter Stimulation und Absaugen keine suffiziente Atmung, Herzfrequenz weiter <60/min
- Etablierung einer Maskenbeatmung über Ambu®-Beutel, dann bei sichtbaren Thoraxexkursionen Anstieg der HF auf >100/min
- wenn TN keine Atemhilfe zügig etablieren oder nur O2 oder nur Ambu®-Beutel vorlegen, dann Abfall der HF 40/min, SaO2 nicht messbar
- wenn TN mit HDM (3:1) beginnen und Koordinierung HD mit Beatmung erfolgt, dann HF >100/min und SaO2 steigend
- wenn TN Intubation erwägen, dann zunächst Abfall HF und SaO2 bei Intubationsversuch >30 sec, bei Intubationsversuch >1 min HF <60/min.
- wenn TN Larynxmaske erwägen und keine Thoraxexkursion sichtbar, dann zunehmende Bradykardie simulieren bis auf HF <60/min
- bei korrekter Beatmung mittels Tubus ohne Fixation, plötzlichen Abfall der SaO2 simulieren, TN sollten Tubuslage (DOPES) überprüfen
- Beendigung bei suffizienter Beatmung
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit, Handtuch
- Perivent/Ambu® Beutel mit Maske/Beatmungsgerät
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange, Larynxmaske 1)
- Absaugkatheter (mind. 8Ch)

Reifes Neugeborenes der 39. SSW, Milde Asphyxie bei Nabelschnurvorfall

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Erstversorgungsmanagement ohne Herzdruckmassage, sondern nur Beatmung. Wenn trotzdem fälschlicherweise eine Herzdruckmassage begonnen wird, bleibt Kind schlecht.
- Besonderer Focus auf das Atemmanagement und das richtige Abarbeiten des Algorithmus.
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Reifes Neugeborenes, 39. SSW, unauffällige Schwangerschaft, keine Risikofaktoren
- Vakuumextraktion bei schlechtem CTG, Nabelschnurumschlingung
- Alarmierung durch Hebamme: Neugeborenes mit insuffizienter Atmung, schlapp, blau-graues Hautkolorit
- Team versorgt das Kind auf der Erstversorgungseinheit außerhalb des Kreißsaals
- Festlegung der beteiligten Personen im Szenario

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader: Anästhesist oder Gynäkologe
- 1-2 Teammitglieder: Kinderkrankenschwestern, Hebammen, Assistenzärzte

Szenarienablauf:

- Kind wird auf die Erstversorgungseinheit gebracht. Kind ist ohne Spontanatmung, kein Muskeltonus, zyanotisch-grau.
- Beim Auskultieren/Nabelschnur tasten: HF 30/min.
- Nach Etablieren des Monitorings an rechter Hand: SaO₂ 40%, HF 30/min
- Stimulation, ggf. Absaugen: Keine Besserung, HF weiter 30/min
- Pulmonales Recruitment mittels Beutel / Beatmungsgerät; bei sichtbarer Thorax-Exkursion Anstieg der HF zunächst auf 70/min, SaO₂ auf > 60%
- Wenn weiter richtig beatmet wird, Anstieg der Herzfrequenz auf Werte über 100/min, SaO₂ steigt an, wenn FiO₂ erhöht wird.
- Wenn Herzdruckmassage begonnen wird, bleibt Herzfrequenz bei 70/min und SaO₂ steigt nicht an.
- Wenn keine Beatmung erfolgt bleibt Kind mit Herzfrequenz unter 60/min.
- Wenn TN Intubation erwägen, dann zunächst Abfall HF und SaO₂ bei Intubationsversuch >30 sec, bei Intubationsversuch >1 min HF <60/min.
- Beendigung bei suffizienter Beatmung
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit, Handtuch
- Perivent/Ambu[®] Beutel mit Maske/Beatmungsgerät
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange, Larynxmaske 1)
- Absaugkatheter (mind. 8Ch)
- Notfalltelefon für Rettungsanker

Reifes Neugeborenes der 40. SSW, Schwere Asphyxie bei Placentalösung

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus, bei asphyktischen und (akut-anämem NG)
- Reanimation mit Herzdruckmassage, Gefäßzugängen, Adrenalin- und Volumen-Gabe/EK-Transfusion.
- Besonderer Focus auf die Koordination der Maßnahmen (HDM, Beatmung, Zugang)
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Reifes Neugeborenes, 40. SSW, bisher unauffällige Schwangerschaft.
- Mutter kommt mit starken Unterleibsschmerzen in die Geburtsklinik. Das CTG ist bradykard, es folgt eine Notsectio.
- Alarmierung des Neo-Teams durch den Notsectio-Ruf. Kind wird erwartet.
- Team versorgt das Kind auf der Erstversorgungseinheit im Sectio-Saal

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader: Anästhesist oder Gynäkologe
 - 1-2 Teammitglieder: Kinderkrankenschwestern, Hebammen, Assistenzärzte
- 10

Szenarienablauf:

- Kind wird auf die Erstversorgungseinheit gebracht. Kind ist ohne Spontanatmung, kein Muskeltonus, zyanotisch-grau
- Kind wird auf die Erstversorgungseinheit gebracht. Leblos, aton, weiß-graues Hautkolorit, keine Atembestrebungen.
- Beim Auskultieren/Nabelschnur tasten: HF 20/min.
- Nach Etablieren des Monitorings an rechter Hand: SaO₂ nicht messbar, HF 20/min
- Stimulation, Recruitment, Beatmung über Beutel oder Perivent®: Keine Besserung, HF weiter 20/min
- Beginn Herzdruckmassage. Bei Rhythmuskontrollen: HF 20/min, SaO₂ 60%.
- Ggf. Intubation
- Anlage NVK oder i.o. Nadel
- Wenn Gabe Adrenalin: Nur kurzfristige Besserung der HF
- Wenn Volumensubstitution: Besserung des Kindes, mit Anstieg der HF auf >60/min.
- Bei frustraner Reanimation und klinischem Hinweis auf relevante Anämie Hb Bestimmung und Erythrozytenkonzentrat-Gabe erwägen
- Beendigung bei HF 150/min und SaO₂ >90%
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit, Handtuch
- Perivent/Ambu® Beutel mit Maske/Beatmungsgerät
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange, Larynxmaske 1)
- i.o. Nadel inkl. Bohrer, Nabelvenenzugangssset

Frühgeborenes der 31. SSW, resp. Adaptationsstörung

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Besonderer Focus auf das Atem- und Wärmemanagement, Monitoring
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Schwangere wird mit Blasensprung und unaufhaltsamer Wehentätigkeit aufgenommen
- leicht erhöhte Infektionsparameter im Blutlabor
- Kind wird spontan nach 6h Wehen aus Schädellage ohne Komplikationen entbunden
- Team versorgt das Kind auf Reanimationseinheit außerhalb des KS

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader und Teammitglied

Szenarienablauf:

- Kind kommt leise schreiend auf die Reanimationseinheit
- HF ca. 100bpm, Kind schlapp und zyanotisch
- unter Stimulation und Wärmen beginnende Stöhnatmung
- Fruchtwasser in den Atemwegen
- SpO2 nach Etablieren der Pulsoxymetrie 75%, HF 120bpm
- wenn TN Atemhilfe mit Masken-CPAP etablieren, dann rückläufige Stöhnatmung und SpO2 ansteigend auf 85% in der 10 LM, HF stabil bei 140bpm
- Indikation für Surfactantgabe diskutieren (Silvermann-Score, Sauerstoffbedarf)
- wenn TN keine Atemhilfe etablieren oder nur O2 vorlegen, dann stärker Stöhnatmung und Beginn Apnoe
- Indikation zur Intubation diskutieren
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit
- Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent® mit kleiner Maske/Beatmungsgerät
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, Katheter für less invasive Applikation (oraler LISA Katheter)

Frühgeborenes der 25. SSW, höhergradiges ANS

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Besonderer Focus auf das Atem- und Wärmemanagement, Monitoring
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Schwangere wird mit Präeklampsie stationär aufgenommen
- 2x RDS-Prophylaxe erfolgte
- Entscheidung zur Sectio bei pathologischem CTG
- Kind wird aus Schädellage ohne Komplikationen per Sectio entbunden
- Team versorgt das Kind auf Reanimationseinheit außerhalb des KS

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader und Teammitglied

Szenarienablauf:

- Kind kommt schlapp und ohne Atmung auf die Reanimationseinheit
- HF ca. 80bpm, Colorit zyanotisch
- unter Stimulation und Wärmen keine einsetzende Atmung
- viel Fruchtwasser in den Atemwegen
- SpO2 nach Etablieren der Pulsoxymetrie 60%, HF 85bpm
- wenn TN Ventilation mit Masken beginnen, dann beginnende Atmung und SpO2 ansteigend auf 80% in der 10 LM, HF stabil bei 145bpm
- im Verlauf mit Masken-CPAP und FiO2 max. 0,4 stabile SpO2 bei 90% und HF 154bpm
- Indikation für Surfactantgabe diskutieren (Silvermann-Score, Sauerstoffbedarf)
- wenn TN nur Atemhilfe etablieren oder nur O2 vorlegen, dann SpO2 Abfall und HF-Abfall
- Indikation zur Intubation diskutieren
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit, Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent® mit kleiner Maske/Beatmungsgerät
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, Katheter für less invasive Applikation (oraler LISA Katheter)

Frühgeborenes der 29. SSW, respiratorisches Versagen

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Besonderer Focus auf das Atem- und Wärmemanagement, Monitoring
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Schwangere kommt zur Vorstellung im Rahmen der Geburtsvorbereitung
- Im CTG fetale Bradykardie, im Sono Dopplersignal V. umbilicalis mit Frequenz von 30bpm
- Entscheidung zur Not-Section
- Kind wird aus Schädellage ohne Komplikationen entbunden
- Team versorgt das Kind auf Reanimationseinheit außerhalb des KS

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader und Teammitglied

Szenarienablauf:

- Kind kommt schlapp und ohne Atmung auf die Reanimationseinheit
- HF ca. 40bpm, Colorit zyanotisch
- unter Stimulation und Wärmen keine einsetzende Atmung
- kein Fruchtwasser in den Atemwegen
- SpO2 nach Etablieren der Pulsoxymetrie nicht messbar, HF 45bpm
- wenn TN Ventilation mit Masken beginnen, dann SpO2 ansteigend auf 60% in der 1. LM und HF ansteigend auf 80bpm
- im Verlauf keine suffiziente Spontanatmung, unter Ventilation bis max. FiO2 0,6, darunter stabile SpO2 bei 90% und HF 130bpm
- Indikation zur Intubation diskutieren
- Indikation für Surfactantgabe diskutieren (Silvermann-Score, Sauerstoffbedarf)
- wenn TN nur Atemhilfe etablieren oder nur O2 vorlegen, dann SpO2 Abfall und HF-Abfall
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit
- Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent® mit kleiner Maske
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Margillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, Katheter für less invasive Applikation (oraler LISA Katheter)

Reifes Neugeborenes der 38. SSW, Supraventrikuläre Tachykardie

Lernziel:

- Erkennen und Behandeln einer supraventrikulären Tachykardie (SVT)
- Eskalierende Therapie bei SVT
- Zugang beim zentralisierten Kind
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Reifes Neugeborenes der 38. SSW, Geburtsgewicht 3000g, präpartal immer wieder Extrasystolen im CTG, postnatal bisher noch keine weitere Abklärung
- Kinderzimmer einer Geburtsklinik
- Unauffällige spontane Entbindung mit regelrechter Adaptation. Vor 8 Stunden aus dem Kreißsaal in das Kinderzimmer verlegt.
- Pflegekraft dort ist besorgt, Kind schlapp mit marmoriertem Kolorit und will nicht trinken.
- Kind wird zur Untersuchung auf eine Versorgungs-/Reanimationseinheit im Kinderzimmer gelegt.

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader: diensthabender Gynäkologe oder Anästhesist
- 2-3 Teammitglieder: Kinderpflegekraft, Hebamme, Assistenzarzt

Szenarienablauf:

- Kind kommt auf die Rea-Einheit: schlapp, trinkt nicht, etwas angestrengtes Atemmuster, blass-marmoriertes Hautkolorit, Rekap-Zeit 5 Sekunden
- Beim Auskultieren: HF tachykard mit >240/min
- Nach Etablieren Monitorings: SpO₂ 90%, HF 245/min,
- Wenn EKG Monitor etabliert: schmale QRS-Komplexe, keine P-Welle; [RR 50/30mmHg]
- Schwere Zugangssituation, da Kind zentralisiert
- Wenn Vagusmanöver (Absaugen, Magensonde legen, kalter Waschlappen auf das Gesicht, kein Bulbusdruck, kein Carotidruck beim NG) durchgeführt werden, → kein Erfolg
- Zugang: pVK, NVK, ggf. i.o. Nadel, je nach Situation
- Medikamentöse Kardioversion unter EKG-Kontrolle und Bereitschaft zur elektrischen Kardioversion
Zunächst Adenosin 0,2mg/kgKG i.v. (rasche, zentrale Gabe, bei unzureichendem Effekt Dosissteigerung)
- Elektrische Kardioversion mit 1J/kg KG
- Zügige Kommunikation mit kinderkardiologischer Abteilung
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Material für venösen / ggf. intra-ossären Zugang
- Medikamente: Adenosin-Ampulle mit 6mg/2ml
- 12-Kanal EKG, ggf. Defibrillator für Kardioversion

Frühgeborenes der 34. SSW, Anämie

Lernziel:

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Erkennen und behandeln akuten fetalen Anämie/Transfusionsindikation
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Frühgeborenes 34. SSW, Gewicht 2980 g. Vorstellung Notaufnahme wegen akuter vaginaler Blutung am Wochenende
- Umgehend nach Ankunft im Kreissaal, Notsectioalarm bei schwerer Bradykardie des Kindes.
- Hebammenbetreuung in der Schwangerschaft, GDM, sonst keine Auffälligkeiten.
- Versorgung im Notsectio-Erstversorgungsraum
- Blutiges Fruchtwasser

Teilnehmerzusammensetzung:

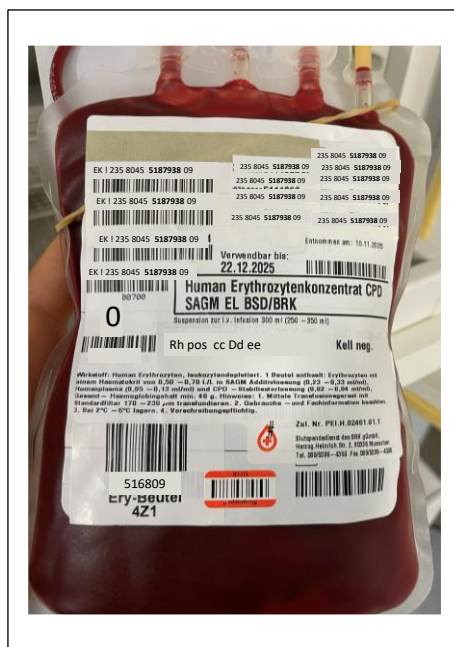
- Teamleader und Teammitglied

Szenarienablauf:

- Kind kommt auffallend blass, leise wimmernd auf die Untersuchungseinheit.
- HF ca. 90/min, Rekap. 3-4 Sekunden.
- Reichlich blutiges Fruchtwasser in den oberen Atemwegen
- Unter Stimulation und Wärme weiterhin ausgeprägtes Stöhnen und Nasenflügeln
- SpO2 nach Etablierung Pulsoxy in LM 4 80%
- Wenn TM pulmonales Recuitment und Ventilation beginnen → weniger Stöhnen, SpO2-Anstieg auf 88% in LM 8, HF Anstieg auf 162/min.
- Im Verlauf Masken-CPAP mit FiO2 30%, dann SpO2 stabil bei 92, HF um 170/min.
- Wenn nur O2 Vorlage → zunehmendes Stöhnen, Tachypnoe mit Einziehungen, SpO2-Abfall.
- In LM 6 kommt Hebamme mit BGA-Ausdruck aus Nabelschnur (siehe Anhang)
- Zusatz Info aus Notsectio-Op: Insertio velamentosa
- Diskussion Notfalltransfusion EK (zuvor Bedsidetest und NG-Screening)
- Fallstrick „falsches EK“ (0 Rh pos)

Equipment:

- Erstversorgungseinheit; Handtücher; Wärmefolie
- Pulsoxymeter / EKG / Absauger
- Perivent® mit kleiner Maske/ Beatmungsgerät
- Surfactant



Firmenname Analysegerät XYZ			
ABL90	04:05	02.08.2022	
PATIENTENBERICHT	Probe Nr.	1049	
Identifikation			
Patienten ID	Kreißaal 5		
Nachname (Pat.)			
Vorname (Pat.)			
Probenotyp			
FO ₂ (I)	21.0 %		
T	37.0 °C		
Blutgas Ergebnis			
pO ₂	31	mmHg	
pCO ₂	55	mmHg	
pH	7.14		
eHCO ₃ ⁻ (P.st)C	18.4	mmol/L	
SBE ₂	-6.7	mmol/L	
AnionGap.K ⁺ C	11.4	mmol/L	
Sauerstoff Status			
sO ₂	61	%	
ctHb	4.3	g/dL	
HctC	11	%	
FOHb	1.1	%	
FMetHb	0.9	%	
FO ₂ Hb	55	%	
Elektrolyt Ergebnis			
eNa ⁺	138	mmol/L	
eK ⁺	4.4	mmol/L	
eCa ²⁺	1.48	mmol/L	
eCl ⁻	108	mmol/L	
Metabolit Ergebnis			
eGlu	73	mg/dL	
eLac	6.1	mmol/L	
eBil	1.1	g/dL	

Firmenname Analysegerät XYZ			
ABL90	04:06	02.08.2022	
PATIENTENBERICHT	Probe Nr.	1049	
Identifikation			
Patienten ID	Kreißaal 5		
Nachname (Pat.)			
Vorname (Pat.)			
Probenotyp			
FO ₂ (I)	21.0 %		
T	37.0 °C		
Blutgas Ergebnis			
pO ₂	39	mmHg	
pCO ₂	48	mmHg	
pH	7.28		
eHCO ₃ ⁻ (P.st)C	20.3	mmol/L	
SBE ₂	-4.3	mmol/L	
AnionGap.K ⁺ C	9.0	mmol/L	
Sauerstoff Status			
sO ₂	66	%	
ctHb	5.1	g/dL	
HctC	12	%	
FOHb	1.1	%	
FMetHb	0.8	%	
FO ₂ Hb	60	%	
Elektrolyt Ergebnis			
eNa ⁺	139	mmol/L	
eK ⁺	4.5	mmol/L	
eCa ²⁺	1.5	mmol/L	
eCl ⁻	110	mmol/L	
Metabolit Ergebnis			
eGlu	75	mg/dL	
eLac	2.9	mmol/L	
eBil	0.9	mg/dL	

Frühgeborenes der 34. SSW, Omphalocele

Lernziel:

- Vorgehen bei speziellen Problemen/Fehlbildungen des neugeborenen Kindes
- Modifiziertes Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus
- Besonderheiten der Atemwegssicherung bei Bauchwanddefekten
- Versorgung des Bauchwanddefektes
- Teaminteraktion in Bezug auf die koordinierte Abfolge der Handlungen, verbale Kommunikation

Beschreibung:

- Frühgeborenes Kind, 34. SSW. Vorbekannte Omphalocele. Primäre Sectio im perinatalen Zentrum
- Entbindung auf Grund von pathologischem Dopplerfluss
- Team versorgt das Kind auf Erstversorgungseinheit im Sectio-Saal

Teilnehmerzusammensetzung:

- Teamleader: diensthabender Gynäkologe oder Anästhesist bzw. Neonatologe
- 2-3 Teammitglieder: Kinderpflegekraft, Hebamme, Assistenzarzt

Szenarienablauf:

- Kind kommt auf die Erstversorgungseinheit. Große Omphalocele, Bruchsack vorhanden, prolabierter Darm und Leber.
- Kind zeigt Tachydyspnoe, Herzfrequenz > 100/min. Blass
- Nach Etablieren des Monitorings: SaO₂ 55%, HF 160/min
- Zurückhaltende Maskenbeatmung
- Sauerstoffvorlage: SaO₂ 60%, HF 160/min. Weiterhin tiefe Einziehungen, Stöhnen, AF 100/min.
- Wenn Intubation: Pulmonale Stabilisierung; SaO₂ >90%, HF 160/min. Ggf. vorher Anlage pVK und Narkoseeinleitung
- Wenn doch Beutel-Beatmung oder NIV erfolgt: Aufblähung des Darms, Verschlechterung der Vitalparameter
- Danach Versorgung der Omphalocele: Fotos für Chirurgie, steriles Verpacken mit Beutel.
- Verlegung auf Intensivstation, ggf. weitere Diagnostik: z.B. Echo zum Ausschluss kardialer Fehlbildung

Equipment:

- Erstversorgungs-/Reanimationseinheit
- Handtuch, steriler Beutel
- Absauger, Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 2,5/3,0, Spatel 00/0, Laryngoskop, kleine Magillzange, Larynxmaske 1)
- pVK, Narkose-Medikamente

DIVI-Curriculum „Notfalltraining Neonatologie“

Anlagen

Informationsfolien für die praktischen Arbeitsplätze

An den jeweiligen Stationen werden im A4-Format laminierte Folien mit instruktiven Zusatzinformation zu den jeweiligen Fragestellungen angebracht.

1. Beatmungseinstellung
2. Beatmungstherapie
3. Berner Schmerzscore
4. Medikamentenberechnung
5. Nabelvenenkatheter
6. NVK Kanüle
7. Ursachen der Atemnot
8. Wärmemanagement

Notfalltraining Neonatologie



Initiale Einstellung des Beatmungsgerätes

Modus: druckkontrolliert

PiP: 18-20 cm H₂O

PEEP: 5 cm H₂O

Tinsp: GA < 28 SSW: 0,25 sec

GA < 30+6 SSW: 0,30 sec

GA > 31 - < 34+6 SSW: = Reifealter/100 in sec

GA > 35 SSW: 0,35 sec

Frequenz: 65/min (<29 SSW)

60/min (29-32 SSW)

55/min (>32 SSW)

FiO₂: mit 0,21 beginnen und Anpassung lt. O₂-Messung

Zielbereich für die pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung bei

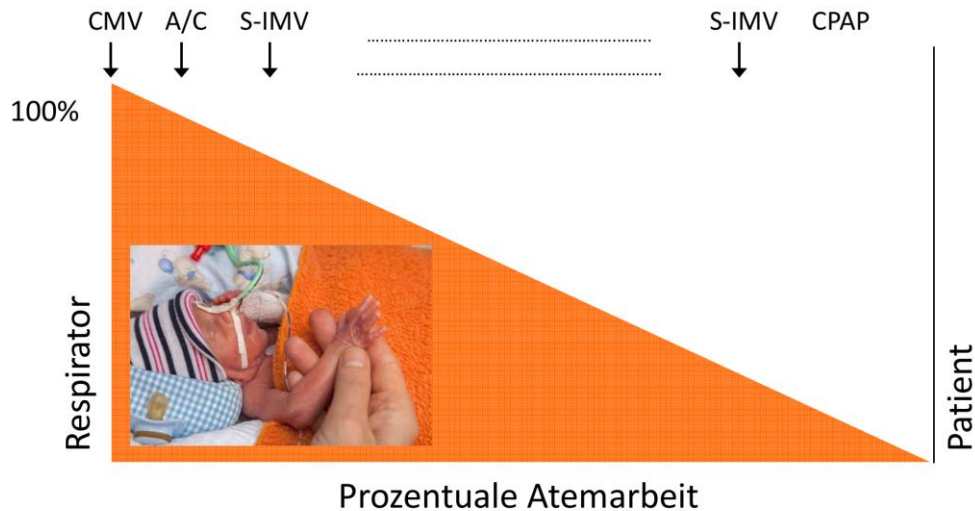
FiO₂ > 0,21: >90 bis <95%

bei vorhandener Eigenatmung sowie im Zweifelsfall mit SIMV-Modus beginnen

expiratorisches Atemzugvolumen (V_t):

Zielbereich 4-7 ml/kg KG

Beatmungstherapie



modifiziert nach Reinhard Larsen und Thomas Ziegenfuß: *Beatmung*. Springer, 1997

Berner Schmerzscore für Neugeborene-Revidiert (BSN-R)

Schmerzindikatoren	0	1	2	3	Score
Weinen	Kein Weinen	Kurze Weinphase (weniger als 2 Minuten)	Vermehrtes Weinen (mehr als 2 Minuten)	Vermehrtes und schrilles Weinen (mehr als 2 Minuten)	
Gesichtsmimik	Gesicht entspannt	Vorwiegend entspannt, kurzes Verkneifen des Gesichts	Vermehrtes Verkneifen des Gesichts, aber auch Entspannung möglich	Permanentes Verkneifen des Gesichts	
Körperspannung	Körper entspannt	Vorwiegend entspannt, kurze Anspannung	Vorwiegende Anspannung, aber auch Entspannung möglich	Permanente Anspannung	
Herzfrequenz (bpm) Ruhezustand:	Ruhezustand (Ausgangswert)	Zunahme um 20 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert, mit Rückgang zum Ausgangswert innerhalb von 2'.	Zunahme von 20 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert, ohne Rückgang zum Ausgangswert innerhalb von 2'.	Zunahme von 30 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert oder vermehrte Bradykardien innerhalb von 2'.	
Zwischentotal → Zwischentotal ≥ 1: Kontextfaktoren dazu zählen!					
Kontextfaktoren	0	1	2	3	Score
Postmenstruelles Alter (GA + Anzahl Lebenstage)	≥ 37 0/7 Wochen	32 0/7 – 36 6/7 Wochen	28 0/7 – 31 6/7 Wochen	< 28 Wochen	
Verhaltenszustand (Baseline)	Aktiv (wach oder schlafend)	Ruhig (wach oder schlafend)			
Beatmung	Keine Beatmung	Mechanische Beatmung oder CPAP			
Gesamttotal →					
Gesamttotal = Zwischentotal der Schmerzindikatoren + Score der Kontextfaktoren (wenn Zwischentotal ≥ 1).					
Frühgeborene (PMA < 37 Wochen) 0-5 Punkte = Kein Schmerz oder keine beobachtbare Schmerzáusserung ≥ 6 Punkte = Schmerz			Termingeborene (PMA ≥ 37 Wochen) 0-3 Punkte = Kein Schmerz oder keine beobachtbare Schmerzáusserung ≥ 4 Punkte = Schmerz		

Berechnung von Medikamenten zur Dauerinfusion bei Neugeborenen und Säuglingen < 5000 Gramm

Benötigte Informationen:

1. **Körpergewicht des Kindes in Kilogramm [kg]**
2. **Empfehlungen zur Dosierung (und dem Dosisbereich) des Medikamentes pro kg Körpergewicht und Zeiteinheit**
3. **Produktinformation (Menge/Volumen)**

Vorgehen

- a) **Medikamente für Dauerinfusionen: Menge für 24 Stunden berechnen**
- b) **angestrebte Verdünnung: untere therapeutische Dosis = 0,2 ml / h (= 5 ml/Tag)**
- c) **praktikable Menge für die Anordnung wählen**

Beispiel:

Benötigte Informationen:

1. **Körpergewicht 3,3 kg**
2. Adrenalin: **0,1-0,5 µg / kg / min iv**
3. Adrenalin 1:1000 (1mg/ml Injektionslösung) (1 mg = 1000 µg)

Vorgehen

Körper- gewicht des Kindes [kg]	untere thera- peutische Dosis	Zeiteinheit (60 Minuten)	Menge für 24 Stunden
---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	-------------------------

a) $3,3 \times 0,1 \times 60 \times 24 = 475,2 \text{ µg}$

(Menge für untere therapeutische Dosis entspricht 0,4752 ml pro Tag oder aus Praktikabilitätsgründen gerundet 0,5 ml Adrenalin 1:1000)

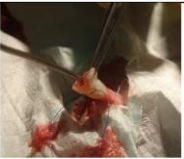
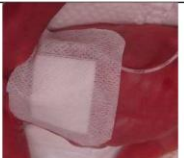
b) **0,5 ml Adrenalin 1:1000 + 4,5 ml NaCl 0,9%**
(wenn 0,2 ml/h Infusionsgeschwindigkeit eingestellt sind, ergeben sich entsprechend Rückrechnung: $500 / 24 / 60 / 3,3 = 0,1052 \text{ [µg/kg/min]}$)

c) **praktikable Menge für die Anordnung wählen**
(hier beispielsweise 24 ml, da mittlere Dosierungsempfehlungen von 0,1-0,5 µg/kg/min reichen = Faktor 5; damit entspricht 1ml/h einer Zufuhr von 0,5 µg/kg/min; jede Änderung der Infusionsgeschwindigkeit um 0,2 ml/h bedeutet damit eine Änderung der zugeführten Menge um jeweils 0,1 µg/kg/min)

Im Zweifelsfall durch eine zweite Kollegin, einen zweiten Kollegen nachrechnen lassen!

Notfalltraining Neonatologie

Nabelvenenkatheterisierung

		
A) Desinfektion, aseptisches Arbeiten.	B) Anlage einer Tabaksbeutelnaht (alternativ Nabelbändchen).	C) Sicherung des Nabelschnurrestes.
		
D) Scharfe Durchtrennung 1-2 cm oberhalb des Hautansatzes.	E) Darstellung der singulären, ovalen Vene und der paarigen, punktförmigen Arterien.	F) Sondierung der Nabelvene mittels Knopflochsonde in kraniale Richtung.
		
G) Einführen des Nabelvenenkatheters.	H) Fixation.	I) Steriler Verband.



Ursachen der Atemnot beim Neugeborenen

Obstruktionen der Atemwege

Atresien (Choanalatresie)
Dysmorphiesyndrome
Makroglossie
Atresie von Larynx und Trachea
Hämangiome
Laryngomalazie
Stimmbandpareesen
Subglottische Stenosen
Trachealkompression

Herz-Kreislauf-Störungen

Kritische Herzfehler
Herzrhythmusstörungen
Kardiomyopathien
Perikardtamponade

Systemische Ursachen

Hypo- und Hyperthermie
Sepsis
Anämie, Polyglobulie
Hyperbilirubinämie
Metabolische Störungen
Hydrops fetalis

Pulmonale Erkrankungen

Atemnotsyndrom
Lungenagenesie
Lungenhypoplasie
Kongenitale Lymphangiektasie
Kongenitale zystisch-adenomatoide
Lungenmalformation
Lungensequestration
Kongenitales lobäres Emphysem
Flüssigkeitslunge
Mekoniumaspiration
Pneumothorax
Pneumonien



Thorakale Ursachen

Raumforderungen
Zwerchfelldefekte
Pneumomediastinum
Skelettdysplasien
Fehlbildungen

Neurologisch bedingte Atemstörungen

Zwerchfellpareesen
neurologische Erkrankungen
Muskelerkrankungen

DIVI-Kurs „Notfalltraining Neonatologie“ Wärmemanagement und Lagerung

Strahlung an umgebende
Flächen (Radiation)

Verdunstung
(Evaporation)



Wärmeströmung
(Konvektion)

Wärmeleitung
(Konduktion)