



Sektion Neonatologische Intensiv- und Notfallmedizin

# **DIVI-Curriculum „Notfalltraining Neonatologie“**



**Modulares Kurssystem**

**der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin  
für die Notfallversorgung von Risikoneugeborenen**

erarbeitet von Axel Hübler, Stefan Schäfer und Michael Schroth  
unter Mitarbeit von Roland Hentschel, Irena Neustädter und Ulrich Rochwalsky

## Inhalt

Kursbeschreibung und -organisation .....	4
Autoren.....	4
Ausführungsempfehlungen der DIVI zum „Notfalltraining Neonatologie“.....	5
Kursbeschreibung.....	6
Kurzinformation zu den Inhalten der einzelnen Module .....	6
Materialien für die Kursdurchführung .....	7
Modul 1: Neugeborenenreanimation .....	8
Praktische Durchführung.....	8
Inhalte.....	8
1.1.Erstversorgung und Reanimation.....	8
1.2.Respiratorisches Versagen .....	11
1.3.Herz-Kreislauf-Störungen .....	12
1.4.Transport des Neugeborenen .....	15
1.5.Asphyxie .....	15
1.6.Besonderheiten Frühgeborener.....	17
Modul 2: Neonatologische Notfälle .....	20
Praktische Durchführung.....	20
Inhalte.....	20
2.1. Atmungsstörungen .....	20
2.2. Angeborenen Fehlbildungen .....	22
2.3. Herzfehler .....	24
2.4. Infektionen .....	26
2.5.Zentralnervensystem.....	27
Modul 3: Behandlungsstrategien in der Neonatologie .....	30
Praktische Durchführung.....	30
Inhalte.....	30
3.1.Beatmungstherapie .....	30
3.2.Monitoring und Diagnostik.....	33
3.3. Pharmakotherapie.....	34
3.4. Flüssigkeitsmanagement .....	35
3.5. Ethische Fragen .....	36
Modul 4: Klinische Szenarien .....	37
Praktische Durchführung.....	37
Inhalte.....	37

Asphyxie .....	37
Frühgeborene .....	39
Mekoniumaspiration .....	41
Bauchwanddefekte.....	42
Herzrhythmusstörungen .....	43
Anlagen.....	44
Informationsfolien für die praktischen Arbeitsplätze .....	44
Verzeichnis der Präsentationsvorlagen.....	45

## Kursbeschreibung und -organisation

### Autoren

federführende Autoren: Axel Hübler, Stefan Schäfer, Michael Schroth

**PD Dr. Axel Hübler**

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin  
Klinikum Chemnitz gGmbH  
Flemmingstraße 4  
09116 Chemnitz  
Telefon: 0371-333 24100  
Fax: 0371-33324102  
Email: A.Huebler@skc.de

**Dr. Stefan Schäfer**

Klinik für Neugeborene, Kinder und Jugendliche  
Universitätsklinik der Paracelsus Medizinische Privatuniversität  
Klinikum Nürnberg Süd  
Breslauer Str. 201  
90471 Nürnberg  
Tel: 0911-398-115266  
Fax: 0911-398-5107  
Email: stefan.schaefer@klinikum-nuernberg.de

**Prof. Dr. Michael Schroth**

Cnopf'sche Kinderklinik  
90419 Nürnberg  
St.-Johannis-Mühlgasse 19  
Abteilung Neonatologie, Kinder-Intensivmedizin  
Telefon: 09 11 / 33 40-32 40  
Fax: 09 11 / 33 40-32 41  
Email: Michael.Schroth@diakonieneuendettelsau.de

unter Mitarbeit von: Roland Hentschel, Irena Neustädter, Ulrich Rochwalsky

**Prof. Dr. Roland Hentschel**

Neonatologie/Intensivmedizin  
Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin  
Universitätsklinikum Freiburg  
Mathildenstrasse 1  
79106 Freiburg  
Tel +49 761 270-43190 / Fax -29840  
Email: roland.hentschel@uniklinik-freiburg.de

**Dr. Irena Neustädter**

Cnopf'sche Kinderklinik  
90419 Nürnberg  
St.-Johannis-Mühlgasse 19  
Abteilung Neonatologie, Kinder-Intensivmedizin  
Telefon: 09 11 / 33 40-32 40  
Fax: 09 11 / 33 40-32 41  
Email: Irena.Neustaedter@diakonieneuendettelsau.de

**Dr. med. Ulrich Rochwalsky**

Universitätsklinik Frankfurt  
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin  
Schwerpunkt Neonatologie  
Theodor-Stern-Kai 7  
60590 Frankfurt  
Tel.: 069 6301 6693  
Email: ulrich.rochwalsky@kgu.de

## 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 Theorieteilen 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. Die 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 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:**

Es werden Kenntnisse über den aktuellen ERC-Reanimationsalgorithmus, respiratorisches Versagen, Herz-Kreislauf-Störungen, Wärmemanagement, Lagerung und Transport, Asphyxie und Frühgeborene vermittelt sowie praktisch Maskenbeatmung/Recruitment, Intubation, Herzdruckmassage; Anlage Nabelvenenkatheter, Lagerung Risikoneugeborener (einschließlich Folienumhüllung Frühgeborener) und die Anwendung einer Kühlmatte geübt.

### **Modul 2 - Neonatologische Notfälle:**

Es werden Kenntnisse über angeborene Fehlbildungen, Mekoniumaspiration, Atmungsstörungen / Pneumothorax, Herzfehler, Infektionen und Sepsis und das Zentralnervensystem vermittelt sowie praktisch die Anwendung eines Yankauer-Katheters, individuell angepasstes Vorgehen bei Fehlbildungen, alternative Atemwege und das Anlegen von Thoraxdrainagen geübt.

### **Modul 3 - Behandlungsstrategien in der Neonatologie:**

Es werden Kenntnisse über Beatmungstherapie, Monitoring und Diagnostik, Pharmakotherapie, Flüssigkeitsmanagement und ethische Fragen vermittelt sowie praktisch die Einstellung von Beatmungsparametern und die Anlage von EKG / Pulsoxymetrie geübt.

### **Modul 4 - Klinische Szenarien bei der Erstversorgung Risikoneugeborener:**

Die Simulationen von drei typischen neonatologischen Notfallszenarien werden im Team geübt. Auf vermittelte Kenntnisse und praktische Fertigkeiten der vorangegangenen Workshops Neugeborenenreanimation, Neonatologische Notfälle und Behandlungsstrategien in der Neonatologie wird Bezug genommen.

## Materialien für die Kursdurchführung

### Theoretischer Teil

- Projektionsmöglichkeit (Beamer, Laptop)
- Sitzgelegenheit für alle Kursteilnehmer
- Präsentationen (PDF-Format) für den theoretischen Teil der Module
- Kursbegleitendes Skript für jeden Teilnehmer eines Moduls

### Praktischer Teil

Verbrauchsmaterialien	Orientierender Bedarf (N)
Einweg-Trinkflaschen für Säuglinge (mit Sauger) für NVK-Übungen	8
Tube (2,5er von Vygon, mit Surfactantkanal)	4
Magensonden	8
Handtücher	8
Baumwollwindeln	8
Wärmefolien (Beutel)	4
Nabelvenenkatheter	8
Nabelvenenkathetersets / Set für kleinere Eingriffe	4
NaCl 0,9% 10 x 10 ml	10
grüne Tücher	8
Knopflochsonden aus Plastik	4
Larynxmasken (für 3kg-Neugeborenes)	4
Tube (3,0er von Vygon, mit Surfactantkanal)	4
Yankauer	4
Thoraxdrainagen	4
Spritzen à 5 ml (10er Set)	10
Tupferplatten	20
CPAP-Masken / Prongs	4
Handschuhe Größen M	20
Handschuhe Größen XL	20
<b>Medizintechnik</b>	
Reanimationseinheit	4
Monitoring	4
Absaugung	4
Beatmungsgerät für Neugeborene	4
Hypothermiearbeitsplatz	1
Hirnfunktionsmonitoring	1
Inkubator	2
Wärmebett	2
<b>Instrumente</b>	
intubationsfähige Neugeborenen-Reanimationspuppen	4
intubationsfähige Frühgeborenen-Reanimationspuppen	2
Laryngoskope	4
Magill-Zangen	4
Ambu-Beutel	4
<b>Sonstiges</b>	
Nabelschnurrest	4
spare-ribs für Thoraxdrainagenübungen	4

## 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
- Grundausrüstung des Erstversorgungsraumes
- Umgebungstemperatur
- APGAR-Schema
- Reanimationsalgorithmus

#### **Respiratorisches Versagen (5 min)**

- Symptome der Atemnot
- Differenzialdiagnose
- Blähmanöver und Maskenbeatmung

#### **Herz-Kreislauf-Störungen (5 min)**

- Symptome
- Sequenzielle Kreislauftherapie (Volumen, Katecholamine)

#### **Transport des Neugeborenen (5 min)**

#### **Praktische Übungen Atmung und Herz-Kreislauf (40 min)**

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

10 min Maskenbeatmung/Blähmanöver;

10 min Intubation

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

10 min Herzdruckmassage;

10 min Nabelvenenkatheter

#### **Theorie (10 min)**

##### **Asphyxie (5 min)**

- Ätiopathogenese
- Postreanimationsphase (ROSC)
- kontrollierte Hypothermie

##### **Besonderheiten Frühgeborener (5 min)**

- Wärmepflege
- Hirnblutungsprophylaxe
- Atemnotsyndrom und Sufactanttherapie

#### **Praktische Übungen (20 min)**

##### **(je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)**

10 min Folie/Lagerung;

10 min ROSC/Kühlmatte

#### **Diskussion (30 min)**

### Inhalte

#### 1.1. Erstversorgung und Reanimation

##### **Vorbereitung Erstversorgungsraum**

Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Erstversorgungsplatzes

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

## Grundausrüstung des Erstversorgungsraumes

### Erstversorgungseinheit

- Standard-Neugeborenen-Reanimationsplatz mit Wärmequelle von oben
- zusätzliche Untersuchungsleuchte (einstellbare Lichtquelle) von oben
- mechanische oder elektrische Absaugeinrichtung mit dosierbarem Sog und Manometer
- Neugeborenenbeatmungsgerät für CPAP und IMV
- Pulsoximetrie mit geeigneter Sonde (Klebesonde mit zusätzlichem Fixierungsbändchen)
- EKG-Monitor
- „APGAR-Uhr“
- Beatmungsbeutel und Masken
- Stethoskop
- Absaugkatheter
- Lanzetten und Kapillaren für kap. BE
- Einmalhandschuhe

### Notfallkoffer (Notfallset)

- Nabelvenenkatheter
- Einmal-Knopfkanülen
- sterile Nabelbändchen
- 3 Pinzetten\*
- Sonde\*
- Skalpell\*
- steriles Abdecktuch (Lochtuch)\*
- sterile Handschuhe
- Laryngoskophandgriff
- 3 Laryngoskopspatel
- 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 (50 ml), Glukose 10% (10 ml)
- Haut-Desinfektionslösung (jodfrei)
- sterile Einmalkompressen
- geeignete periphere Venenverweilkanülen in 2 Größen
- Fixierungsmaterial für DTI bzw. Tubus
- intraossäre Kanüle

\* auch als fertiges Einmalset erhältlich

## Wärmemanagement

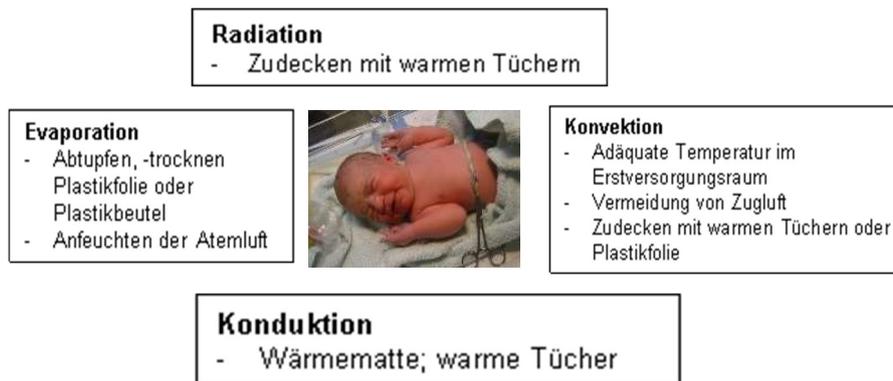
### **Wärmepflege im Kreissaal (Sicherstellung der Normothermie)**

- Räumliche Voraussetzungen: beheizter Raum ohne Zugluft (26°C), viel Wärme von oben und unten
- Vorgehen:
  - trocken tupfen (nicht reiben)
  - Frühgeborene < 29 SSW ohne Abtrocknen in Folie hüllen

**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

**Hypothermie** (seltener); Definition: >37,5°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)

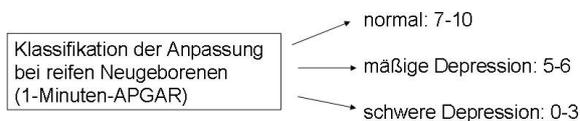
## Interventionen zur Vermeidung von Wärmeverlusten



## APGAR-Schema

### APGAR-Score

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



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

## **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
- Sauerstoffgabe nur unter pulsoximetrischer Überwachung (in ersten 10 Lebensminuten niedrigere O<sub>2</sub>-Normwerte beachten)
- Abnabeln des vaginal geborenen reifen Neugeborenen nach 1 bis 1½ Minuten ohne zusätzliches Ausstreichen der Nabelschnur
- Neugeborenes vor Abnabelung nicht über Plazentaniveau halten (Gefahr der neonato-plazentaren Transfusion)

### Lagerung des Neugeborenen unmittelbar nach dem Abnabeln

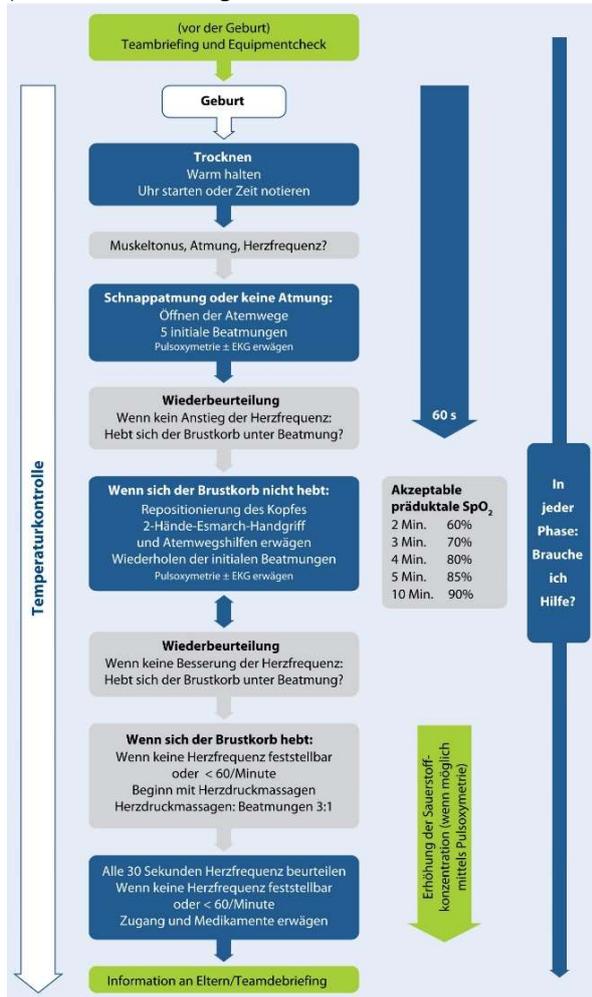
- auf Bauch und Brust der Mutter
- mit einem vorgewärmten Frottier- oder Moltontuch zudecken

nach Sektioentbindung und für Frühgeborene gelten andere Empfehlungen

## Reanimation

Algorithmus der Neugeborenenreanimation: ERC 2015

(aus: Notfall Rettungsmed 2015 · 18:964–983 DOI 10.1007/s10049-015-0090-0)



### 1.2. Respiratorisches Versagen

- Störungen der Atmung sind das häufigste klinische Problem Neugeborener
- „Unterstützung der Anpassung“
- Beginn der Reanimation mit Raumluft (bei Frühgeborenen geringe O<sub>2</sub>-Konzentration bis 30%)
- bei Atemanstrengung und Spontanatmung zunächst CPAP
- Mekoniumaspiration: kein routinemäßiges Absaugen, aber bei fehlender Spontanatmung Intubation innerhalb der ersten Lebensminute
- 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<sub>2</sub>-Mangel
- Einziehungen**
- epigastrisch (relativ schnell)
  - intercostal (schwerer)
  - jugulär (schwerste Ateminsuffizienz)
- Nasenflügeln als Zeichen der Dyspnoe**
- Stridor**
- inspiratorisch
  - expiratorisch („Knorksen“)
  - gemischt

## 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

### Intubation und maschinelle Beatmung

#### 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: 60 / min
- Inspirationszeit: 0,35 sec (nicht länger)
- Inspirationsdruck: 18 (-20) cm H<sub>2</sub>O
- PEEP: 5 cm H<sub>2</sub>O
- Initialer Sauerstoffanteil: 21%  
(Anpassung nach Zielwerten für die Sauerstoffsättigung)

Ziel: O<sub>2</sub>-Sättigung > 90% 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 (capillary refill) > 3 Sekunden (repräsentative Messorte: Stirn oder Thorax)
- arterielle Hypotension
- Deoxygenierungen
- Laktaterhöhung bei Blutgasanalyse: > 3 mmol/l

## Kreislaufunterstützung durch Thoraxkompression

- Voraussetzung: effektive Beatmung
- Beginn bei Herzfrequenz <60/min (trotz effektiver Beatmung)
- 2-Daumen-Technik bzw. Zangengriff
- Kompression um 1/3 des Thoraxdurchmessers
- Verhältnis Thoraxkompression : Beatmung = 3 : 1

## Nabelvenenkatheter

### Materialien

#### Instrumente

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

#### Verbrauchsmaterialien

- 1 Nabelvenenkatheter
- 1 chirurgischer Faden
- 3 Spritzen à 2 ml
- NaCl 0,9%
- 1 Schlitztuch
- 1 Abdecktuch
- 6-8 sterile Kompressen
- Verbandmaterial
- Hautdesinfektionsmittel
- 2 x 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

### 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 einer Tabaksbeutelnaht oder 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

### Volumen

- kristalloide Lösungen 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
- empfohlene intravenöse Dosis: 10 µg/kg KG (0,1 ml/kg der 1:10.000- Lösung)
- Folgebaben: 10–30 µg/kg KG (0,1– 0,3 ml/kg KG der 1:10.000-Lösung)
- endotracheale Verabreichung nicht empfohlen

### Kreislauftherapie nach ROSC (Beispiel)

#### 1. Volumen

- isotonisch-kristalloide Lösungen (NaCl 0,9%, Ringeracetat)
- 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
- Dopamin 1-2 µg/kg/min bis 10 µg/kg/min
- beachte: maximal 3 Katecholamine (Dobutamin + 2 Vasokonstriktoren)

*damit nicht beherrschbare arterielle Hypotonie*

#### 3. Steroide

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

### Puffertherapie bei metabolischer Azidose

- immer Natriumbikarbonat 4,2% (0,5 molar) verwenden\*
- 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)
- Beginn bei pH <7,15 (7,20) und BE > - 10 mmol/l (meist erfolgt konsekutive Besserung bereits nach Kreislaufstabilisierung durch Volumentherapie)
- nur im Ausnahmefall „Blindpufferung“ (Asphyxie; ineffektive Reanimation) 1-2ml / kg NaBi 4,2% sehr langsam i.v.)

\* 1molare Natriumbikarbonatlösung (8,4%) 1:1 mit Aqua dest. verdünnen (zur Verdünnung keine Kochsalz- oder Glukoselösung verwenden).

### 1.4. Transport des Neugeborenen

**Der Baby-Notarzwagen (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.

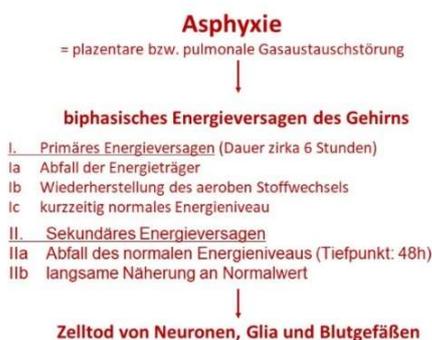
Es werden **primäre und sekundäre Transporte** unterschieden: Bei **primären Notfalltransporten** wird der Baby-NAW aufgrund eines Neugeborenen-Notfalls oder der anstehenden Geburt eines Risikokindes gerufen. Es kommen laut Leitlinie bei „akuter Dringlichkeit“ oder „bestehender oder zu erwartender Störung der Vitalfunktionen des Neugeborenen“ in der Regel ein „neonatologisch versierter Arzt“ und eine „Pflegerkraft 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 qualifizierte Pflegerkraft oder in Ausnahmefällen die Betreuung durch die Mitarbeiter des Rettungsdienstes.

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).

### 1.5. Asphyxie

Ätiopathogenese

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

- 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)

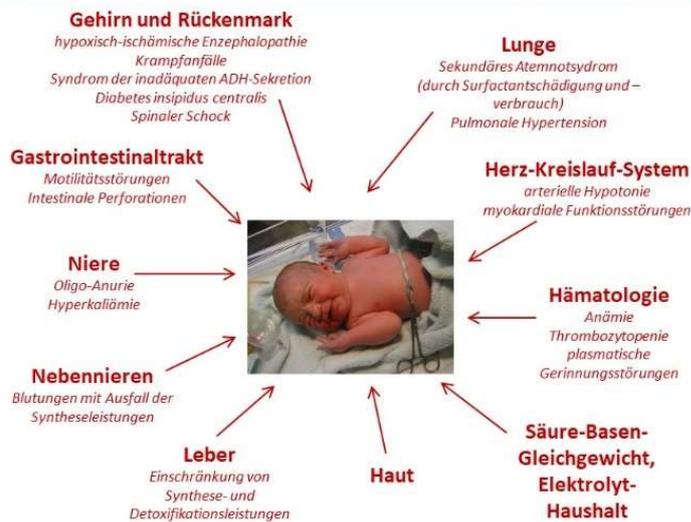
Dauer der Hypothermie: 72 Stunden

### 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

### Analgesedierung

- Beginn mit Opioid (Anlage Blasenkatheter)
- 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-Kurzinfusion mit 0,5 (-1) mg/kg oder Dauerinfusion (1-10 mg/kg/d)
- eventuell Dopamin-Dauerinfusion (1-4 µg/kg/min zur selektiven Steigerung der renalen Durchblutung)

### Ernährung

- zeitige enterale Nahrungsgabe über gastrale Sonde (minimal enteral feeding = 8x1 ml/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  
 intraventrikuläre Hämorrhagien (IVH);  
 periventrikuläre Leukomalazie (PVL)  
 psychomotorische Retardierung  
 Retinopathia prematorum (ROP)  
 Atemnotsyndrom (RDS),  
 bronchopulmonale Dysplasie (BPD)  
 Hypoglykämie, Hyperbilirubinämie  
 Infektionen  
 Anämie  
 Persistierender Ductus arteriosus (PDA),  
 nekrotisierende Enterokolitis (NEC), Schock  
 Ödeme, Elektrolytimbalancen

### 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

Das RDS (respiratory distress syndrome; Atemnotsyndrom des Frühgeborenen; Surfactantmangelsyndrom) ist charakterisiert durch einen primären Surfactantmangel in einer strukturell unreifen Lunge. Daraus resultiert ein typisches klinisches Erscheinungsbild mit Tachy- und/oder Dyspnoe (Einziehungen, Nasenflügeln), Sauerstoffbedarf/Zyanose, sowie expiratorischem Stöhnen.

Die Pathophysiologie des RDS 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 Herzschattens
- 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.

### 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)
  - nach Notwendigkeit der Intubation und maschinellen Beatmung aufgrund einer respiratorischen Insuffizienz

### Nebenwirkungen von Surfactant

- Schwere Nebenwirkungen sind bisher nicht beschrieben.
- Während der Applikation sind teilweise möglich:
  - 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.

### Applikation

invasiv

- intratracheale Gabe

weniger invasiv

- kurzzeitige Intubation, Surfactantgabe, Extubation (INSURE)
- Gabe über Larynxmaske bei Kindern >1200 Gramm
- intratracheale Gabe über dünne Sonde in Kombination mit CPAP (LISA)

Studienlage zur schonenden Surfactantapplikation:

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

### 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

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	vollständige Lungenreifeinduktion
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	vaginale Entbindung
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	verzögertes Abnabeln / Ausstreichen der Nabelschnur
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Abstriche der Eihäute / Plazenta bei V.a. Amnioninfektionssyndrom

#### Erstversorgung im Kreißsaal

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

#### Neonatologische Intensivstation

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Vermeidung von Hypokapnie (<35 mm Hg)
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Surfactanttherapie innerhalb von 30 Minuten nach Indikation (FiO <sub>2</sub> >40%)
<input type="checkbox"/> ja*	<input type="checkbox"/> nein	Pneumothorax
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Blutdruck: MAD nicht unter Gestationsalter für länger als 1 Stunde
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Stress- und Schmerzreduktion
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Volumentherapie: 15 ml/kg über 30 Minuten oder schneller
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Puffertherapie (Beginn bei metabolischer Azidose mit pH ≤ 7,20 trotz Volumen)
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Einleitung Coffeintherapie am ersten Lebenstag
<input type="checkbox"/> ja*	<input type="checkbox"/> nein	Physiotherapie innerhalb der ersten Lebenswoche (nicht indiziert)

**Spezielle Versorgung Frühgeborener <30 SSW in der ersten Lebenswoche**

- |                             |                               |  |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | 20°-Oberkörperhochlagerung   |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | In ersten drei Lebenstagen ausschließlich achsengerechte Rückenlagerung  |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | In erster Lebenswoche achsengerechte Kopflagerung; nach drei Lebenstagen individuelle Anpassung der Körperlage |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wiegen und Wäschewechsel mit zwei Kinderkrankenschwestern  |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Betreuung durch sehr erfahrenes und qualifiziertes Personal  |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Keine „Routinepflege“, kein generelles Waschen   |
| <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | geplante Gewichtskontrollen nur am 4. und 7. Lebenstag   |

## 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)
- Fehlbildungen des Zentralnervensystems (Hydrozephalus, Spina bifida)
- Zwerchfelldefekte

#### Praxis 20 min

(je 2 Gruppen; Wechsel nach 10 min)

10 min Yankauer

10 min Improvisation (Fehlbildung)

#### 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

##### Infektionen (10 min)

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

##### Zentralnervensystem (10 min)

- Angeborene Fehlbildungen des Zentralnervensystems
- Neonatale Krampfanfälle
- Analgesie und Sedierung

#### Diskussion (30 min)

### Inhalte

#### 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
- effektive Ventilation i.S. sichtbarer Thoraxexkursionen erste Maßnahme bei Erstversorgung eines bradykarden, apnoeischen Neugeborenen

### Transitorische Tachypnoe des Neugeborenen (wet lung disease) TTN

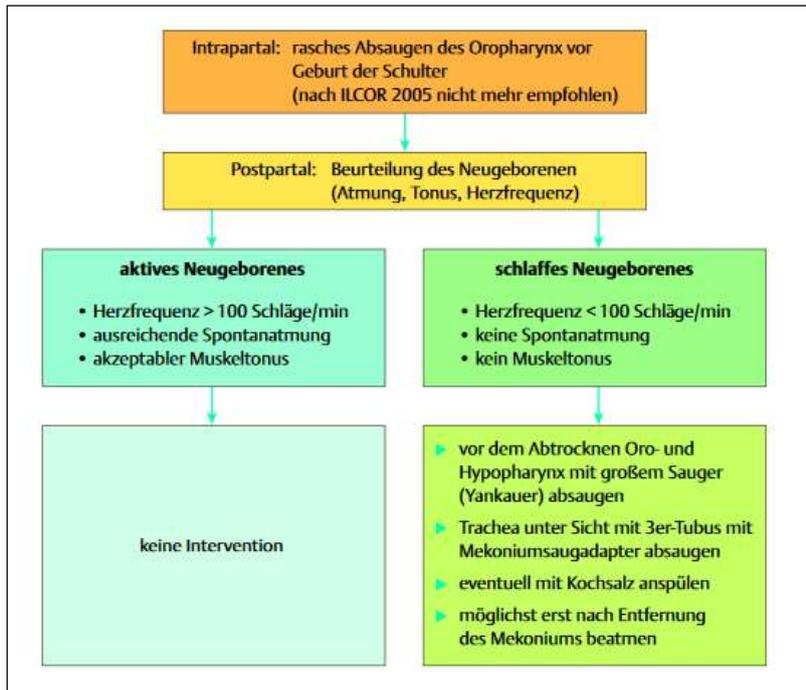
- Passagere respiratorische Insuffizienz durch postnatal erhöhten Flüssigkeitsgehalt der Lungen und verzögerte Resorption
- Risikofaktoren
  - nach Sectio caesarea (bis zu 30%)
  - Mütterlicher Diabetes (verminderte Lungenreife)
  - Perinatale Asphyxie (fehlender Abtransport der intrapulmonalen Flüssigkeit durch insuffizienten Kreislauf)
- Klinische Zeichen: unmittelbar postnatal
  - Atemnot, Tachypnoe, Dyspnoe, Nasenflügeln, Einziehungen, Knorksen, anhaltende Zyanose
  - Erhöhter Sauerstoffbedarf
- Therapie: Sauerstoff, noninvasive 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

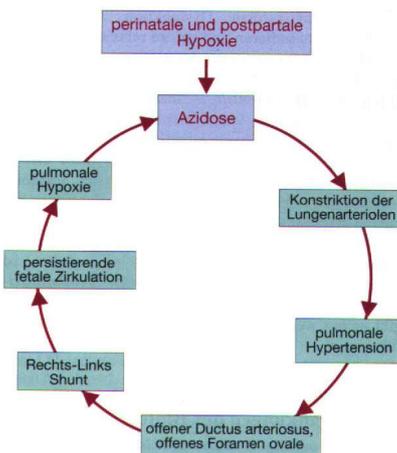
### Mekoniumaspirationssyndrom (MAS)

- Mekoniumhaltiges Fruchtwasser bei 10-20% aller Geburten, ca. 5% MAS
- Erhöhtes Risiko bei:
  - Übertragung, intrauteriner Mangelentwicklung
  - Praeeklampsie, Hypertonus, Diabetes mellitus
- Ätiologie:
  - Fetale Hypoxie
  - Intrauteriner Mekoniumabgang
  - Postnatale 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



### 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)
- Sekundäre PPHN (MAS, Pneumonie, Zwerchfellhernie, Sepsis, Hypoxie)
- Therapie:
  - „Minimal handling“
  - Konsequente Behandlung der Grundkrankheit bei sekundärer PPHN



## 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

#### Bauchwanddefekte

- Eine 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, das kardiovaskuläre System, sowie Syndrome.
- Bei der Gastroschisis ist die Nabelschnur intakt, der Defekt liegt extraumbilical, meistens rechts der normalen Nabelschnur und es findet sich kein Bruchsack. Die frei in der Amnionflüssigkeit schwimmenden Darmabschnitte erleiden eine chemische Peritonitis. Assoziierte Fehlbildungen finden sich vor allem im Bereich des Gastrointestinaltraktes, in etwa 10-25% der Fälle (intestinale Atresien).

#### Gastroschisis

- 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 (Sono)

#### 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)

#### Zwerchfellhernie

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

#### Spina Bifida

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

#### Vorgehen:

- Steriles Abdecken („Einpacken“)
- Nüchtern lassen

- Magensonde (Bauchwanddefekte)
- Dauerabsaugung („Schlürfsonde“) (Ösophagusatresie)
- Eventuell Narkose (Zwerchfellhernie)

### 2.3. Herzfehler

#### Allgemeines

- 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

- 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
- 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 SaO<sub>2</sub> 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 abh. 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

- SaO<sub>2</sub> <90% irgendwo oder Differenz >3% zwischen rechter Hand und Fuß ist pathologisch
- Postduktale SaO<sub>2</sub>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 SaO<sub>2</sub> untere Extremität > als SaO<sub>2</sub> 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 SaO<sub>2</sub> 75-85%, ansonsten normal
  - Ggf. Sedierung und Intubation zur Reduktion der Atemarbeit (!geringe Reserven des NG daher erhöhtes Intubationsrisiko mit akuten RR Abfall)
- Prostaglandin E 1 (offenhalten oder wiedereröffnen des fetalen Kreislaufs)
- Volumen
- Bikarbonat
  - Einsatz ist umstritten. Empfehlung eingeschränkt bei pH <7,2.
- Katecholamine
  - Dobutamin 2-20 µg/kg/min; Milrinon 0,25-0,7 µg/kg/min
  - Noradrenalin 0,01-0,05 µg/kg/min; Adrenalin 0,01-0,1 (-1,0) µg/kg/min

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

- Standard-Mischung:
  - 500 µg Minprog<sup>®</sup> (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
- 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)

#### Therapieprinzipien

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

## 2.4. Infektionen

### Symptome- invasiver Infektion bzw. Sepsis

- 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

- 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)
  - Klinische Zeichen: Respiratorische Störung postnatal (Tachydyspnoe, Stöhnen, Zyanose)
  - Gefolgt von Kreislaufzentralisation (grau-marmoriertes Hautkolorit) durch Kapillarleck (intravasaler Volumenmangel) und myokardialer Dysfunktion (negative Inotropie der Entzündungsmediatoren)
- ! Art. Mitteldruck lange Zeit normal

### Sepsis

- Risikofaktoren: Atemnotsyndrom, Frühgeburt, anamnestisches Infektrisiko
- Klinische Zeichen:
  - Kreislaufinstabilität
  - Multiorganversagen (Anurie)
  - DIC, Petechien, Blutungsneigung
- Therapie:
  - Oxygenierung
  - Volumen, Katecholamine
  - Antibiotikakombination
- DD:
  - Reines ANS, angeborener Herzfehler, Fehlbildung

### Postnatales Monitoring bei B-Streptokokkenbesiedlung oder unklarem Status(+):

Siehe Leitlinie: 024-020l\_S2k\_Prophylaxe\_Neugeborenensepsis\_Streptokokken\_2016-04

### Diagnostik

- Laborchemische Parameter:
  - Differentialblutbild („Stabkernige“ > 0,5-1,0 /nl, Thrombozytopenie) CrP; 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%), GBS, S. aureus, Klebsiellen, Enterokokken
- Sofortige antibiotische Therapie des schwerkranken NG
- Antibiotikakombination soll gram+ Kokken und gram- Enterbacteriaceae erfassen und es müssen Listerien berücksichtigt werden
  - Aminopenicilline (Ampicillin 150 mg/kg/d in 3 ED) + Aminoglykoside (Tobramycin od. Gentamycin Start mit 5 mg/kg als KI über 30-60 min, weitere Gabe abhängig vom Reifealter)
  - Aminopenicilline (Ampicillin 150 mg/kg/d in 3 ED) + Cephalosporine Gruppe 2 oder 3 100 mg/kg/d in 3 ED (! Nosokomiale Infektionen mit Enterobacter)
- Beendigung der antibiotischen Therapie nach spätestens 48 h, falls Klinik und Diagnostik unauffällig

### HIV-exponiertes Neugeborenes

- Antiretrovirale Transmissionsprophylaxe des Neugeborenen bei niedrigem Risiko
  - Bei einer mütterlichen HI-Viruslast <1000 Kopien/ml zum Zeitpunkt der Entbindung postnatale Expositionsprophylaxe orale Zidovudin-Gabe innerhalb 6 h nach Geburt für 2-4 Wochen
  - NG + FG >35 SSW: 4mg/kg/Dosis 2x tgl. p. o.
- Risikoadaptierte HIV-Transmissionsprophylaxe
  - 1) keine mütterliche Therapie vor Entbindung
  - Es wird eine eskalierte postnatale Prophylaxe des NG mit einer Kombination aus einer Nevirapin-Kurzprophylaxe (erste Dosis sobald als möglich postpartal, zumindest innerhalb von 48 Stunden, 2. Dosis 48 Stunden nach der ersten Gabe und 3. Dosis 96 Stunden nach der 2. Gabe) und einer sechswöchigen Zidovudin-Gabe empfohlen
  - 2) mütterliche präpartale Viruslast von > 1000 Kopien/ml unter antiretrovirale Kombinationstherapie kurz vor Geburt
    - erweiterte postanatale Prophylaxe mit zwei (3 Gaben Nevirapin + 6 Wochen Zidovudin wie oben) oder drei antiretroviralen Substanzen (3 Gaben Nevirapin + 6 Wochen Zidovudin + 14 Tage Lamivudin)

### 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
  - In den westlichen Industrienationen sind die Voraussetzungen für eine exklusive Ernährung der Säuglinge HIV-positiver Mütter mit adaptierter Säuglingsnahrung in der Regel gegeben, und es wird HIV-positiven Müttern hier weiterhin ein Stillverzicht empfohlen

## 2.5.Zentralnervensystem

### Zerebrale Anfälle neonatal

- Asphyxie mit hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie
- Infarkte, Thrombosen
- Intrakranielle Blutungen
- Zerebrale Fehlbildungen

- Infektionen
- Hypoglykämien, Elektrolytstörungen
- Stoffwechselstörungen

### Periventriculäre 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, periventriculäre Leukomalazie

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
  - Falls nach 1h nicht anfallsfrei
- Midazolam:
  - 0,05-0,2 mg/kg iv, wiederholbar
  - Falls nach 1 weiteren Stunde nicht anfallsfrei
- Levetiracetam:
  - 10 mg/kg iv, wiederholbar bis kumulative Dosis 40 mg/kg
  - Falls weiterhin nicht anfallsfrei
- Phenytoin:
  - 15 mg/kg iv, über 30 Minuten

### Analgesie

Fentanyl

- starkes Opioid
- Schnellerer Wirkeintritt als Morphin
- Bei titrierter Gabe selten Atemdepression und Emesis
- Keine zusätzliche Sedierung notwendig
- Kardiorespiratorisches Monitoring erforderlich
- Analgetische Dosis 1-4 µg/kg; narkotische Dosis 5-10 µg/kg

Morphin

- häufiger Übelkeit
- Wirkeintritt nach 5-10 Minuten
- Dosierung: 0,05 – 0,1 mg/kg

Piritramid

- Stärker sedierend
- Schnellerer Wirkeintritt
- Dosierung: 0,05 – 0,1 mg/kg i.v.

Keine Angst vor Ateminsuffizienz

Titrierte Gaben

Wenn insuffiziente Atmung und SpO<sub>2</sub> Abfall:

- Stimulation
- Kurzzeitige Maskenbeatmung
- CPAP über nasopharyngeal liegenden Tubus
- Antagonisierung möglich

S-Ketamin

- Sehr gute Analgesiequalität, Kombination mit Sedativum
- 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: 0,05-0,2-mg/kg i.v.

#### Narkose (Vorschlag):

- Midazolam (0,05-0,2 mg/kg)
- S-Ketamin (0,5-1,5 mg/kg)
- Vecuronium (0,1 mg/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
- Standardeinstellungen am Beatmungsgerät
- Noninvasive Atmungsunterstützung

##### **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 15 min)

15 min Beatmungsparameter

15 min Anlage EKG/Pulsoxymetrie...

#### Theorie 15 min

##### **Pharmakotherapie (5 min)**

- Antibiotika
- Analgosedierung
- Puffertherapie

##### **Flüssigkeitsmanagement (10 min)**

- Gewichtsabhängige Flüssigkeitsbilanzierung pro Lebenstag
- Infusionslösungen
- Kreislauftherapie

#### Theorie 15 min

##### **Ethische Fragen (15 min)**

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

#### Diskussion (30 min)

### Inhalte

#### 3.1. Beatmungstherapie

Anatomische und physiologische Besonderheiten bei Neugeborenen

- Nasenatmer mit engen Atemwege und empfindliche 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 Asphyxie
- 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 tiefe Sedierung, teilweise Muskelrelaxierung 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)

#### Initiale Einstellung des Beatmungsgerätes

- Modus: druckkontrolliert
- PiP: 18-20 cm H<sub>2</sub>O, PEEP: 5 cm H<sub>2</sub>O
- 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)
- FiO<sub>2</sub>: mit 0,21 beginnen und Anpassung lt. O<sub>2</sub>-Messung
- Zielbereich für die pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung bei FiO<sub>2</sub> > 0,21: ≥90 bis ≤95%
- bei vorhandener Eigenatmung sowie im Zweifelsfall mit SIMV-Modus beginnen
- expiratorisches Atemzugvolumen (V<sub>t</sub>): 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 H<sub>2</sub>O
- "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
- Beispiel: Infant-Flow

#### Respiratoren:

- Druck wird über ein Ausatemventil wie bei der invasiven Beatmung erzeugt
- Nachteil: höherer Ausatemwiderstand

- Beispiel: Babylog Respirator

#### High flow nasal cannulas:

- Mischform der beiden Systeme
- besitzen Jets, der Druck in den oberen Atemwegen wird aber durch das Größenverhältnis der Nasenlöcher zu den Außendurchmessern der Nasenstücke maßgeblich mitbestimmt
- Nachteil: applizierte Druck kann nicht überwacht werden.

#### Vorteile binasaler CPAP gegenüber monasalem 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



monasaler CPAP



binasaler CPAP



High Flow Nasenbrille

#### CPAP-Indikationen

Klinische Kriterien:

- erhöhte Atemarbeit, - erhöhte Atemfrequenz, - Einziehungen, Stöhnen, Nasenflügeln, - erhöhter FiO<sub>2</sub> Bedarf

Erkrankungen:

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

#### CPAP- Kontraindikationen

- schwere Atemstörung
- 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)
- Überblähung der Lunge
- Air leak
- CO<sub>2</sub>-Retention mit resp. Azidose
- vermehrte Atemarbeit
- erhöhter pulmonaler Gefäßwiderstand
- verminderter venöser Rückfluss mit reduziertem HZV, niedrigem RR

- Distension von Magen und Darm
- mechanische Schäden der Nase (Septum)

### 3.2. Monitoring und Diagnostik

#### Klinische Untersuchung

##### Reifezeichen (Schema nach Farr)

- Hautbeschaffenheit – Hautfarbe - Hautdurchsichtigkeit
- Lanugobehaarung und deren Ausdehnung
- Ohrmuschelknorpelung (Knorpelgerüst der Helix)
- Brustdrüsenentwicklung (Durchmesser)
- Fußfältelung (über die vordere Hälfte der Sohle)
- Genitalentwicklung (Knaben: fehlender Descensus testis; Mädchen: unvollständige Ausbildung der Labia maiores)

##### 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 plötzlichem Senken des Neugeborenen reagiert es mit Spreizen der Arme und anschließendem Zusammenführen der Arme über der Brust

#### Non-invasive Überwachung

##### 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)
  - bei Surfactantsubstitution (Volumenverschiebung)
  - vor und während Transfusion von Blutprodukten
  - bei Herzinsuffizienz
  - peri- und postoperative Überwachung

- während der Behandlung mit Katecholaminen
- 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
  - Wichtig sind klinische Untersuchung und Echokardiographie
  - Bei guter Oxygenierung, unauffälliger Rekaillarisierungszeit, normaler Diurese und unauffälligem Echokardbefund (Kontraktilität und Füllung) ist eine Blutdrucktherapie meist nicht nötig

### **Überwachung des Kohlendioxidpartialdrucks**

- Transkutane Messung:
  - $P_{TCO_2}$ -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 zerebraler Laktatproduktion
  - vermehrte Lungenschädigung / BPD

## **3.3. Pharmakotherapie**

### **Antibiotika**

#### Standardtherapie am 1. Lebenstag:

- Ampicillin + Aminoglykosid (Tobramycin+Gentamicin)
- Dauer der Behandlung bei positiven Infektionszeichen über 5-7 Tage

#### Therapie bei schwerer systemischer Infektion / neonataler Sepsis:

- Ampicillin + Aminoglykosid + Cefotaxim oder Meropenem
- Dauer der Behandlung 7-10 Tage (bei Meningitis  $\geq 14$  Tage)

#### Therapie bei katheterassoziiertes 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**

##### Sedierung bei ausbleibender Koordination

- Midazolam: 0,05-0,2mg/kg KG als ED i.v. bzw. 0,1mg/kg/h DTI
- Phenobarbital: initial 10-20mg/kg KG in 2 ED i.v., dann 5mg/kg KG/d

##### Analgesierung

- Paracetamol: 7,5mg/kg KG i.v., maximal 30mg/kg KG Tagesdosis

- Piritramid: 50µg/kg KG als ED i.v.
- Morphin: 0,05-0,1 mg/kg KG als ED i.v., 10µg/kg KG/h DTI
- Fentanyl: analgetische Dosis 1-4 µg/kg; narkotische Dosis 5-10 µg/kg

**Puffertherapie**

- 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
- zunächst die Hälfte der errechneten Menge ausgleichen; dies entspricht den Milliliterangaben der 4,2%igen = 0,5molaren Lösung)
- Beginn bei pH <7,15 (7,20) und BE > - 10 mmol/l
- nur im Ausnahmefall „Blindpufferung“ (Asphyxie; ineffektive Reanimation) 2ml / kg NaBi 4,2% sehr langsam i.v.)

**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
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erhöhte Diurese (Glukosurie, Coffein)</li> <li>- Hypovolämie (art. Hypotonie, Diurese &lt;0,5 ml/kg/h)</li> <li>- Sekretverluste (Drainagen)</li> <li>- Übersteigen der erwarteten Gewichtsabnahme (&gt; 10% bei RG, &gt; 15% bei FG)</li> <li>- Zeichen der Dehydratation (Uronosmolarität / Spezifisches Gewicht des Urins erhöht)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herzinsuffizienz</li> <li>- schwere perinataler Asphyxie</li> <li>- persistierender hämodyn. relevanter Ductus</li> <li>- ggf. bei fehlender Gewichtsabnahme in den ersten Lebenstagen</li> <li>- Niereninsuffizienz (ohne Hypovolämie)</li> <li>- Verdacht auf SIADH</li> </ul>

**Kreislauftherapie**

1. Volumen

- isotonisch-kristalloide Lösungen (Ringeracetat, NaCl0,9%)
- 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 0,1 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min
- Adrenalin 0,1 µg/kg/min bis 0,5 µg/kg/min

- Dopamin 1-2 µg/kg/min bis 10 µg/kg/min
- beachte: maximal 3 Katecholamine (Dobutamin + 2 Vasokonstriktoren)

*damit nicht beherrschbare arterielle Hypotonie*

### 3. Steroide

- 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 ausführliche 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

## Modul 4: Klinische Szenarien

### 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 Diskussion eingeplant.

### Inhalte

#### Asphyxie

#### **Reifes Neugeborenes der 39. SSW, Milde Asphyxie bei Nabelschnurvorfal**

##### **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 Kreissaals

##### **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: SaO<sub>2</sub> 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, SaO<sub>2</sub> auf > 60%
- Wenn weiter richtig beatmet wird, Anstieg der Herzfrequenz auf Werte über 100/min, SaO<sub>2</sub> steigt an, wenn FiO<sub>2</sub> erhöht wird.
- Wenn Herzdruckmassage begonnen wird, bleibt Herzfrequenz bei 70/min und SaO<sub>2</sub> steigt nicht an.
- Wenn keine Beatmung erfolgt bleibt Kind mit Herzfrequenz unter 60/min.
- Wenn TN Intubation erwägen, dann zunächst Abfall HF und SaO<sub>2</sub> bei Intubationsversuch >30 sec, bei Intubationsversuch >1 min HF <60/min.
- Beendigung bei suffizienter Beatmung
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

##### **Equipment:**

- Erstversorgungseinheit

- Beatmungsgerät / Beatmungsbeutel mit Maske, FiO<sub>2</sub>-Mischer
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00/0, Laryngoskop, kleine Magillzange, Larynxmaske 1)
- Notfalltelefon für Rettungsanker

### **Szenario: Reifes Neugeborenes der 40. SSW, Schwere Asphyxie bei Placentalösung**

#### **Lernziel:**

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus, bei asphyktischen und akut-anämien Kind.
- 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 erfolgt 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: Neonatologe, Gynäkologe oder Anästhesist
- 1-2 Teammitglieder: Kinderkrankenschwestern, Hebammen, Assistenzärzte.

#### **Szenarienablauf:**

- 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: SaO<sub>2</sub> nicht messbar, HF 20/min
- Stimulation, Blähfüße, Beatmung über Beutel oder Perivent: Keine Besserung, HF weiter 20/min
- Beginn Herzdruckmassage → Bei Rhythmuskontrollen: HF 20/min, SaO<sub>2</sub> 60%.
- Ggf. Intubation
- Anlage NVK oder Knochennadel über Bohrer.
- Wenn Gabe Adrenalin: Nur kurzfristige Besserung der HF
- Wenn Volumensubstitution: Besserung des Kind, mit Anstieg der HF auf >60/min.
- Erst nach Gabe von Erythrozytenkonzentrat Besserung der SaO<sub>2</sub> und HF >100/min.
- Beendigung bei HF 150/min und SaO<sub>2</sub> >90%
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt

#### **Equipment:**

- Erstversorgungseinheit
- Perivent/Ambu Beutel mit Maske, FiO<sub>2</sub>-Mischer
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 3,0, Spatel 00/0, Laryngoskop, kleine Magillzange, Larynxmaske 1)
- Knochenbohrer, -Nadel, NVK-Set, inkl. Pinzette usw. ,
- Notfalltelefon für Rettungsanker

## Frühgeborene

### 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:

- Reanimationseinheit
- Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent mit kleiner Maske
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 2,0-2,5, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Magillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, kleine Sonde für wenig-invasive Surfactantapplikation

### Frühgeborenes der 29. SSW, resp. 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-Sectio
- 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:**

- Reanimationseinheit
- Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent mit kleiner Maske
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 2,5, Spatel 00, Laryngoskop, kleine Magillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, kleine Sonde für wenig-invasive Surfactantapplikation

**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:**

- Reanimationseinheit
- Handtuch
- Wärmefolie
- Perivent mit kleiner Maske
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 2,5-3,0, Spatel 00-0, Laryngoskop, kleine Magillzange)
- Surfactant, 8Ch Absaugkatheter, kleine Sonde für wenig-invasive Surfactantapplikation

### Mekoniumaspiration

#### **Reifes Neugeborenes der 41. SSW, Mekoniumaspiration**

##### **Lernziel:**

- Anwenden des Erstversorgungsalgorithmus Vorgehen bei mekoniumhaltigem 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 SaO<sub>2</sub> simulieren, TN sollten Tubuslage (DOPES) überprüfen
- Beendigung bei suffizienter Beatmung
- Rettungsanker: hinzugerufener Oberarzt/Neonatologe

#### **Equipment:**

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

### Bauchwanddefekte

#### **Szenario: Neugeborenes 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 pathologischen Flow
- Team versorgt das Kind auf Erstversorgungseinheit im Sectio-Saal

##### **Teilnehmerzusammensetzung:**

- Teamleader: Neonatologe
- 1-2 Teammitglieder: Kinderkrankenschwestern, Hebammen, Assistenzärzte

##### **Szenarienablauf:**

- Kind kommt auf die Erstversorgungseinheit. Große Omphalocele, Bruchsack vorhanden, prolabierter Darm und Leber.
- Kind zeigt Tachydyspnoe, Herzfrequenz > 100/min. Bloss.
- Nach Etablieren des Monitorings: SaO<sub>2</sub> 55%, HF 160/min
- Zurückhaltende Maskenbeatmung;
- Sauerstoffvorlage. SaO<sub>2</sub> 60%, HF 160/min. Weiterhin tiefe Einziehungen, Stöhnen, AF 100/min.
- Wenn Intubation: Pulmonale Stabilisierung; SaO<sub>2</sub> >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:**

- Erstversorgungseinheit
- Handtuch, steriler Beutel
- Absauger

- Pulsoxymeter / EKG
- Intubationsequipment (Tubus 2,5/3,0, Spatel 00/0, Laryngoskop, kleine Magillzange, Larynxmaske 1)
- pVK, Narkose-Medikamente

## Herzrhythmusstörungen

### **Szenario: Reifes Neugeborenes der 38. SSW, Supraventrikuläre Tachykardie**

#### **Lernziel:**

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

#### **Beschreibung:**

- Reifes Neugeborenes 38. SSW, Gewicht 3000g. Präpartal immer wieder Extrasystolen im CTG. Postpartal bisher noch keine Abklärung.
- Kinderzimmer einer Geburtsklinik
- Unauffällige spontane Entbindung mit rascher Adaptation. Seit 8 Stunden aus dem Kreißaal in das Kinderzimmer verlegt.
- Krankenschwester dort ist besorgt, da Kind schlapp ist, marmoriert ist und nicht trinken will.
- Kind wird auf der Untersuchungs-/Rea-Einheit im Kinderzimmer versorgt.

#### **Teilnehmerzusammensetzung:**

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

#### **Szenarienablauf:**

- Kind kommt auf die Untersuchungseinheit. Schlapp, trinkt nicht, etwas angestregtes Atemmuster, weiß-marmoriertes Hautkolorit, Rekap. 5 Sekunden.
- Beim Auskultieren: Tachykardie > 240/min
- Nach Etablieren des Monitorings: SaO<sub>2</sub> 90 %, HF 245/min
- Schwere Zugangssituation, da Kind zentralisiert
- Wenn Vagusmanöver (Absaugen, Magensonde legen, kalte Milch trinken, kalter Waschlappen, kein Bulbusdruck, kein Karotisdruk beim NG) durchgeführt werden, haben diese keinen Erfolg
- Zugang: pVK, NVK, ggf. Knochennadel, je nach Situation.
- Medikamentöse Kardioversion unter EKG-Kontrolle und Bereitschaft zur elektrischen Kardioversion: zunächst Adenosin (rasche, zentrale Gabe; bei unzureichendem Effekt Dosissteigerung); Sotalol
- Elektrische Kardioversion
- Zügige Kommunikation mit Kinderherzzentrum

#### **Equipment:**

- Erstversorgungseinheit
- Absauger
- Pulsoxymeter / EKG
- Material für venösen / ggf. ossären Zugang
- Medikamente (Adenosin)
- Ggf. Defibrillator

# Anlagen

## Informationsfolien für die praktischen Arbeitsplätze

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

### Folie Beatmungseinstellungen

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

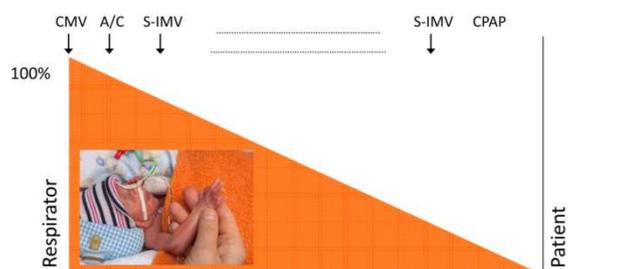
Frequenz: 65/min (<29 SSW)  
 60/min (29-32 SSW)  
 55/min (>32 SSW)

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 (Vt):  
 Zielbereich 4-7 ml/kg KG

### Folie Beatmungstherapie

Beatmungstherapie 



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

### Folie Berechnung von Medikamenten

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

**Benötigte Informationen:**

- Körpergewicht des Kindes in Kilogramm [kg]
- Empfehlungen zur Dosierung (und dem Dosisbereich) des Medikamentes pro kg Körpergewicht und Zeiteinheit
- Produktinformation (Menge/Volumen)

**Vorgehen**

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

**Beispiel:**

**Benötigte Informationen:**

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

**Vorgehen**

Körpergewicht des Kindes [kg]    untere therapeutische Dosis    Zeiteinheit (60 Minuten)    Menge für 24 Stunden

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

(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:  $500 / 24 / 60 / 3,3 = 0,1052 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ )

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!

### Folie Berner Schmerzscore

#### Schmerzerfassung: Berner Schmerzscore für Neugeborene (BSN)

Parameter	0	1	2	3
<b>Schlaf</b>	Ruhiger Schlaf oder Phase physiologischer Wachheit	Oberflächlicher Schlaf mit Augenblinzeln	Erwacht spontan	Kann nicht einschlafen
<b>Weinen</b>	Kein Weinen	Kurze Weinphase (< 2 min)	Vermehtes Weinen (> 2 min)	Vermehrtes und schrilles Weinen (> 2 min)
<b>Beruhigung</b>	Keine Beruhigung notwendig	< 1 min zur Beruhigung notwendig	> 1 min zur Beruhigung notwendig	> 2 min zur Beruhigung notwendig
<b>Hautfarbe</b>	Rosig	Gerötet	Leicht bläulich, evtl. marmoriert	Bläulich, marmoriert, zyanotisch
<b>Gesichtsmimik</b>	Gesicht entspannt	Vorübergehendes Verkrampfen des Gesichts	Vorübergehendes Verkrampfen des Gesichts und Zittern des Kinns	Dauerhaftes Verkrampfen des Gesichts und Zittern des Kinns
<b>Körperausdruck</b>	Entspannt	Vorübergehend entspannt, kurze Verkrampfung	Häufige Verkrampfung, aber auch Entspannung möglich	Permanente Verkrampfung
<b>Atmung</b>	Normal und ruhig (Ausgangswert)	Oberflächlich, Zunahme um 10-14/min innerhalb von 2 min und / oder thorakale Einziehungen	Oberflächlich, Zunahme um 15-19/min innerhalb von 2 min; thorakale Einziehungen	Oberflächlich und unregelmäßig; Zunahme um 20/min innerhalb von 2 min; starke thorakale Einziehungen
<b>Kein Schmerz:</b>	0-8 Punkte	<b>Schmerz:</b>	>9 Punkte	<b>Gesamt:</b>
<b>Herzfrequenz</b>	Normal (Ausgangswert)	Zunahme von >20 bpm innerhalb von 2 min mit Rückgang zum Ausgangswert innerhalb 2 min	Zunahme von >30 bpm innerhalb von 2 min ohne Rückgang zum Ausgangswert innerhalb 2 min	Zunahme von > 30 bpm vom Ausgangswert oder vermehrte Bradykardien innerhalb 2 min
<b>O2-Sättigung</b>	Senkung von 0% bis 1,9%	Senkung von 2% bis 2,9%	Senkung von 3% bis 4,9%	Senkung von 5% und mehr
		Kein Schmerz	0-10 Punkte	<b>Gesamt:</b>
		Schmerz	> 11 Punkte	

Folie Hirnblutungsprophylaxe

DIVI-Kurs Notfalltraining Neonatologie: Hirnblutungsprophylaxe 1

Checkliste

**Prävention von Hirnblutungen bei kleinen Frühgeborenen <30 SSW / <1500 g**  
(nach Schmid et al., Dtsch Arztebl Int 2013; 110(29-30): 489-496)

Name..... Vorname..... Geburtsdatum.....

SSW..... Geburtsgewicht.....

**Pränatale Versorgung**

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	vollständige Lungenreifeinduktion
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	vaginale Entbindung
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	verzögertes Abnabeln / Ausstreichen der Nabelschnur
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Abstriche der Eihäute / Plazenta bei V.a. Amnioninfektionssyndrom

**Erstversorgung im Kreissaal**

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

**Neonatologische Intensivstation**

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Vermeidung von Hypokapnie (<35 mm Hg)
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Surfactanttherapie innerhalb von 30 Minuten nach Indikation (FIO <sub>2</sub> >40%)
<input type="checkbox"/> ja*	<input type="checkbox"/> nein	Pneumothorax
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Blutdruck: MAD nicht unter Gestationsalter für länger als 1 Stunde
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Stress- und Schmerzreduktion
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Volumentherapie: 15 ml/kg über 30 Minuten oder schneller
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Puffertherapie (Beginn bei metabolischer Azidose mit pH ≤ 7,20 trotz Volumen)
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein*	Einleitung Caffeinterapie am ersten Lebenstag
<input type="checkbox"/> ja*	<input type="checkbox"/> nein	Physiotherapie innerhalb der ersten Lebenswoche (nicht indiziert)

**Überprüfung des Vorgehens durch alle Berufsgruppen**

Stationsbesprechung Neonatologie

Perinataalkonferenz

**\*Ursachen für abweichendes Vorgehen**

Folie Nabelvenenkatheter

Notfalltraining Neonatologie

**Nabelvenenkatheterisierung**

A) Desinfektion, aseptisches Arbeiten.

B) Anlage einer Tabax-beutelnaht (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.

Folie Ursachen der Atemnot

Ursachen der Atemnot beim Neugeborenen

**Obstruktive Atemwege**

- Atrien (Choanalatriese)
- Dysmorphiesyndrome
- Makroglossie
- Atrie von Larynx und Trachea
- Hämangiome
- Laryngomalazie
- Stimmbandparese
- Subglottische Stenosen
- Trachealkompression

**Pulmonale Erkrankungen**

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

**Thorakale Ursachen**

- Raumforderungen
- Zwerchfeldefekte
- Pneumomediastinum
- Skelettdysplasien
- Fehlbildungen

**Neurologisch bedingte Atemstörungen**

- Zwerchfellparese
- neurologische Erkrankungen
- Muskelerkrankungen

**Systemische Ursachen**

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

**Herz-Kreislauf-Störungen**

- Kritische Herzfehler
- Herzrhythmusstörungen
- Kardiomyopathien
- Perikardtamponade

Folie Wärmemanagement

DIVI-Kurs „Notfalltraining Neonatologie“

**Wärmemanagement und Lagerung**

Strahlung an umgebende Flächen (Radiation)

Verdunstung (Evaporation)

Wärmeströmung (Konvektion)

Wärmeleitung (Konduktion)

Verzeichnis der Präsentationsvorlagen

Präsentationsvorlagen für die theoretischen Abschnitte der Module 1-3 im PDF-Format:

- „Modul 1 Theorie“
- „Modul 2 Teil 1 Theorie“
- „Modul 2 Teil 1 Theorie“
- „Modul 3 Theorie“