

Diplomarbeit

**PRÄKLINISCHE ERSTVERSORGUNG VON
FRÜHGEBORENEN MIT NIEDRIGEM
GEBURTSGEWICHT IN DER STEIERMARK**

**Erstellung von Handlungsempfehlungen anhand der
verfügbaren Literatur**

eingereicht von

Michael Eichinger

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor(in) der gesamten Heilkunde (Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für Neonatologie, Universitätsklinik
für Kinder- und Jugendheilkunde Graz**

unter der Anleitung von

**Dr. med. univ. Bernhard Schwabegger
Univ.-Prof. Dr. med. univ. Berndt Urlesberger**

Graz, 23.08.2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 23.08.2017

Michael Eichinger eh

Vorwort und Danksagung

Ich halte es für wichtig zunächst zu reflektieren, was mich dazu bewegt hat diesen Lebensweg zu gehen, denn die Frage nach dem Warum ist meiner Meinung nach fundamentaler als die Frage nach dem Was, speziell bei der Studienwahl. Die Entscheidung zum Studium der Humanmedizin habe ich nicht nur aufgrund meinem schier-unendlichen Interesse zu diesem Fach getroffen, das sich schon sehr früh zu entwickeln begann und stetig wuchs, sondern wurde auch durch den Tod meiner geliebten Mutter getriggert – ein Erlebnis, welches mir mit 8 Jahren widerfahren musste.

Die Motivation diesen Dokortitel mit Ehre zu tragen und stets mein Bestes zu geben um Menschenleben zu retten, schöpfe ich somit aus diesen Grundsteinen, die mich dazu beflügeln werden meiner Tätigkeit als Arzt sorgfältig und gewissenhaft nachzukommen.

Nicht nur konnte ich während dem Studium mein Wissen auf diesem Gebiet entwickeln und praktisch erproben, sondern ich habe dadurch auch mich selbst und die Welt um mich herum neu kennengelernt. Diese Diplomarbeit stellt nur einen Höhepunkt eines Werdeganges dar, der eigentlich erst begonnen hat.

Da ich selbst im Zuge einer Drillingsgeburt als Frühgeborener auf die Welt gekommen bin, ist es fast ironisch, dass sich dieses Diplomarbeitsthema ergeben hat, jedoch ist die Motivation die Fragestellung ausführlich zu behandeln dadurch nur weiter gestiegen.

Nicht möglich gewesen wäre es diesen Weg so zu gehen, wenn ich nicht ständig Unterstützung von Menschen bekommen hätte, die sich um mich gesorgt haben.

Allen voran möchte ich hier meiner Familie danken. Den engsten Kreis um eine Person herum trifft es immer am stärksten, weshalb ich meiner unendlichen Dankbarkeit für die Geduld und Unterstützung besonders meiner Schwestern und Großeltern kaum Ausdruck verleihen kann.

Ebenso wichtig sind meine Freunde, die genauso für mich zur Familie geworden sind. Durch sie wurde ich erinnert zu leben und nicht nur zu überleben. Ohne sie könnte ich diese Zeilen ebenfalls nicht verfassen.

Als außergewöhnliche Möglichkeit durfte ich Mitglied des Mediziner corps Graz werden. Diesem Umstand verdanke ich einen Großteil meiner medizinischen

Ausbildung und ich war dort in der glücklichen Lage außergewöhnliche Menschen kennenzulernen, unter anderem einen meiner Diplomarbeitsbetreuer. Ich möchte somit besonders Herrn Dr. med. univ. Bernhard Schwabegger für seine Unterstützung, Motivation, Geduld und fachliche Kompetenz danken um die wichtigsten Eigenschaften zu nennen. Diese Diplomarbeit habe ich hauptsächlich ihm zu verdanken und nach hippokratischem Vorbild werde ich ihm ewig dankbar dafür sein.

Ebenfalls danken möchte ich meinem Hauptbetreuer Herrn Univ. Prof. Dr. med. univ. Berndt Urlesberger, der geduldig meine Ideen angehört, die Korrektur vollzogen und meinem Tun Vertrauen entgegengebracht hat. Auch das werde ich nie vergessen.

Natürlich ist es nicht möglich allen Wegbegleitern hier zu danken, aber ich möchte dennoch betonen, dass all diese Personen wie Pflastersteine unter meinen Füßen waren und ich ohne sie nicht hier wäre.

Zusammenfassung

Einleitung

Geburtshilfliche und pädiatrische Notfälle zählen bei Notärzten zu den gefürchtetsten Einsatzszenarien. 2013 kamen in Österreich 16 Neugeborene auf dem Transport ins Krankenhaus zur Welt. Es zeigt sich ein internationaler Trend, dass in Industrieländern der Anteil an präklinischen Geburten zuletzt steigend war. Daten zur Häufigkeit präklinischer Geburten von Frühgeborenen sind nicht verfügbar. Im Einzugsgebiet unserer Abteilung gab es im Zeitraum von 2013-2016 allerdings 5 Fälle von präklinischen Geburten Frühgeborener <28. Schwangerschaftswoche. Bei der Geburt von Frühgeborenen und Reifgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht kommt es im Vergleich zu Reifgeborenen mit Geburtsgewicht >2500 Gramm auch im innerklinischen Setting häufiger zur Notwendigkeit von Reanimationsmaßnahmen wie Maskenbeatmung, Intubation oder Thoraxkompressionen. Dies gilt wahrscheinlich auch für präklinische Geburten. Handlungsempfehlungen für die Erstversorgung präklinisch geborener Frühgeborener existieren derzeit nicht. Ziel dieser Arbeit war es, die verfügbare Literatur zu durchsuchen und einen bislang fehlenden Algorithmus für die Versorgung Frühgeborener in der Präklinik zu generieren.

Methoden

Es wurde eine systematische Literatursuche nach PRISMA Kriterien durchgeführt und die Datenbanken PubMed, Google Scholar, CINAHL, Web of Science und EMBASE im Zeitraum zwischen April bis Juni 2016 durchsucht. Suchbegriffe waren: „prehospital“, „preterm birth“, „premature birth“, „emergency management“, „out of hospital“. Für die Erstellung der Handlungsempfehlung musste anschließend bei verschiedenen Gesichtspunkten der Erstversorgung Frühgeborener auf Literatur zurückgegriffen werden, die sich auf die innerklinische Versorgung beziehen. Zusätzlich wurde eine Erhebung in der ganzen Steiermark über das Equipment der steirischen Notfallmittel durchgeführt um zu erfahren, welche Materialien zur Frühgeborenenversorgung präklinisch zur Verfügung stehen.

Ergebnisse

Von 681 primär gefundenen Artikeln konnten nach Screening der Abstracts nur 12 Volltexte identifiziert werden, welche die Erstellung der Handlungsempfehlungen verwendet werden konnten. Zur Erstellung des Algorithmus musste schlussendlich auf intrahospitale Studien und Empfehlungen zurückgegriffen werden. Bei der Erhebung an steirischen Notarztstützpunkten über das mitgeführte Equipment konnte eine Rücklaufquote der digitalen Fragebögen von 100% erzielt werden.

Schlussfolgerungen und Diskussion

Die Datenlage zur Versorgung Frühgeborener in der Pränatalambulanz ist unzureichend. Dies liegt wohl einerseits an niedrigen Fallzahlen, und andererseits an der im Allgemeinen schweren Umsetzung von klinischen Studien in der Pränatalambulanz. Aufgrund der Literaturrecherche mit erweiterter Suche auch auf innerklinische Handlungsempfehlungen für die Versorgung Frühgeborener konnte nun erstmals ein für die ressourcenarme Pränatalambulanz adaptierter Algorithmus erstellt werden. Die Durchführbarkeit der erstellten Handlungsempfehlungen wurde unter der Berücksichtigung von den Ergebnissen der Erhebung des Materials steirischer Notarztstützpunkte evaluiert.

Abstract

Background

Paediatric emergencies are very stressful situations for emergency medical teams, especially if the patient is an extremely premature infant – a patient group that seems to be increasing in the western countries in the prehospital setting. There are no recommendations for the prehospital management of premature infants, yet.

Methods

A systematic literature review was conducted using the following databases: PubMed, Google Scholar, CINAHL, Web of Science and EMBASE. The search terms "prehospital", "preterm birth", "premature birth", "emergency management", "out of hospital" were used. Additionally, a survey was conducted to get knowledge about the available equipment on doctor-based emergency vehicles in Styria, Austria.

Results

Primarily, 681 articles were found and scanned. Only 12 full-text articles could be used for the creation of the recommendations. Therefore, an extensive search was additionally performed focussing on the intra-hospital management of preterm infants to gain more literature. We were also able to achieve a 100% response rate to our survey about the equipment on doctor-based emergency vehicles.

Conclusion

Recently, there is not enough literature about the prehospital resuscitation and stabilisation of preterm infants available. By including intra-hospital literature about this topic, we were able to generate recommendations about the management of preterms for emergency teams in the prehospital setting under consideration of the results of the survey to guarantee the feasibility of them.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Vorwort und..... | II |
| Danksagung..... | II |
| Zusammenfassung..... | IV |
| Abstract | VI |
| Abkürzungsverzeichnis | IX |
| Abbildungsverzeichnis | XI |
| Tabellenverzeichnis | XII |
| Einführung | 1 |
| Häufigkeit | 1 |
| Definitionen | 3 |
| Erstversorgung und Reanimation von Frühgeborenen..... | 6 |
| Ethik | 10 |
| Präklinische Notfallmedizin..... | 10 |
| Notarztsysteme in der Steiermark..... | 10 |
| Fragestellung..... | 11 |
| Methodik | 13 |
| Elektronische Suche..... | 13 |
| Datenverwaltung..... | 14 |
| Erhebung..... | 14 |
| Ergebnisse | 16 |
| Literaturrecherche..... | 16 |
| Erhebung..... | 18 |
| Beatmungsbeutel: | 19 |
| Überdruckventil:..... | 20 |
| PEEP-Ventil: | 20 |
| Beatmungsmasken: | 20 |
| Oropharyngealtuben (Guedeltuben):..... | 22 |
| Nasopharyngealtuben (Wendltuben):..... | 22 |
| Endotrachealtuben:..... | 22 |
| Laryngoskopspatel:..... | 23 |
| Larynxmasken:..... | 24 |
| Larynxtuben:..... | 25 |
| Notfallsrespiratoren: | 25 |
| Ergebnisse der erweiterten Literatursuche | 27 |
| Rechtliche und ethische Entscheidungen..... | 28 |
| Teammanagement und Training | 30 |
| Rettungsstellen | 32 |
| Geburtsverzögerung und Geburtsmodus..... | 32 |
| Abnabelung..... | 34 |
| Taktile Stimulation..... | 36 |
| Monitoring..... | 36 |
| Atemwegsmanagement, Sauerstoffgabe und Beatmung | 38 |
| Atemwegsmanagement | 40 |
| Surfactantgabe | 46 |
| Temperaturmanagement | 47 |

| | |
|---|-----------|
| Gefäßzugang..... | 48 |
| Medikamentengabe | 50 |
| Volumenmanagement..... | 52 |
| Thoraxkompressionen..... | 56 |
| Umgang mit Eltern..... | 57 |
| Abbrechen von Wiederbelebensmaßnahmen | 58 |
| Debriefing..... | 58 |
| Handlungsempfehlung..... | 59 |
| Diskussion | 68 |
| Diskussion der Erhebung..... | 69 |
| Beatmungsbeutel und Überdruckventil: | 70 |
| PEEP-Ventil: | 70 |
| Beatmungsmasken: | 71 |
| Oropharyngealtubus (Guedeltubus): | 71 |
| Nasopharyngealtubus (Wendeltubus): | 72 |
| Endotrachealtuben:..... | 72 |
| Laryngoskopspateln:..... | 73 |
| Larynxmasken:..... | 73 |
| Larynxtuben:..... | 74 |
| Andere alternative Atemwege: | 74 |
| Notfallrespiratoren:..... | 75 |
| Resùme:..... | 75 |
| Empfohlenes Material: | 75 |
| Diskussion der Handlungsempfehlungen | 77 |
| Tafel 1: Allgemeines | 77 |
| Tafel 2: Erstversorgung..... | 79 |
| Tafel 3: Atemwegsmanagement..... | 88 |
| Interessenskonflikt..... | 91 |
| Literaturverzeichnis..... | 92 |
| Anhang | I |

Abkürzungsverzeichnis

AGN... Arbeitsgemeinschaft für Notfallmedizin
AUVA... Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
BMI... Body Mass Index
CPAP... Continuous positive airway pressure
EKG... Elektrokardiogramm
ENCPAP... Early nasal continuous positive airway pressure
ERC... European Resuscitation Council
FiO₂... Fraction of inspired Oxygen
FRC... Funktionelle Residualkapazität
g... Gramm
GRC... German Resucitation Council
INSURE... Intubate-Surfactant-Extubate
IRDS... Infant respiratory distress syndrome
IVH... Intraventrikuläre Hämorrhagie
KAGES... Krankenanstaltengesellschaft
kg... Kilogramm
kgKG... Kilogramm Körpergewicht
LISA... Less invasive surfactant administration
LKH... Landeskrankenhaus
MIST... Minimally invasive surfactant therapy
ml... Milliliter
NAH... Notarzthubschrauber
NAW... Notarztwagen
NEF... Notarzteinsatzfahrzeug
NIPPV... Nasal intermittent positive pressure ventilation
NKI-RM... Notfallkompetenz Intubation - Rettungsmediziner
ÖGKJ... Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde
ÖRK... Österreichisches Rotes Kreuz
PDA... Persistierender Ductus arteriosus
PDF... Portable document format – ein bestimmtes Dateiformat
PEEP... Positive end-expiratory pressure

PRISMA... Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses

RDS... Respiratory distress syndrome

ROSC... Return of spontaneous circulation

RTW... Rettungstransportwagen

SanG... Sanitätsgesetz

SGA... Supraglottischer Atemweg

SpO₂... Pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung

SSW... Schwangerschaftswochen

UN... United Nations

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Weitere Gründe für Frühgeburtlichkeit(19)..... | 5 |
| Abbildung 2: Algorithmus zur Erstversorgung Neugeborener des ERC (European Resuscitation Council) (22) | 7 |
| Abbildung 3: Flowdiagramm zur systematischen Analyse | 17 |
| Abbildung 4: Beatmungsbeutel..... | 19 |
| Abbildung 7: Endotrachealtuben | 23 |
| Abbildung 8: Laryngoskopspateln | 24 |
| Abbildung 9: Larynxmasken..... | 24 |
| Abbildung 10: Larynxtuben..... | 25 |
| Abbildung 11: Notfallrespiratoren..... | 26 |
| Abbildung 12: Vorschlag der Klinischen Abteilung für Neonatologie (Univ.-Prof. Berndt Urlesberger) zum Vorgehen nach externer Geburt von extrem kleinen Frühgeborenen (2015) (6) | 30 |
| Abbildung 13: Allgemeiner Teil der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht | 60 |
| Abbildung 14: Algorithmus zur Erstversorgung der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht | 63 |
| Abbildung 15: Algorithmus zum Atemwegsmanagement der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht..... | 67 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Mögliche Komplikationen bei Frühgeborenen, angepasst an die Referenz (17)..... | 4 |
| Tabelle 2: Klasseneinteilung Frühgeborener nach dem Geburtsgewicht (17)..... | 5 |
| Tabelle 3: Klassifizierung Neugeborener durch das Verhältnis zwischen Gestationsalter und Geburtsgewicht (17) | 6 |
| Tabelle 4: Deutsche Übersetzung der Referenz. Zusammenfassung der Handlungsrichtlinien zur Vermeidung bzw. Behandlung Frühgeborener mit RDS (25) | 8 |
| Tabelle 7: Generelle Empfehlungen für die Größe geblockter und ungeblockter Endotrachealtuben bei Kindern (innerer Durchmesser in Millimetern (75)) | 42 |
| Tabelle 8: Sauerstofftitration mit Ambu Mark IV Baby mit und ohne Reservoirschlauch (93) | 45 |
| Tabelle 9: Mittlere Blutdruckwerte von Frühgeborenen - Adaptation und Übersetzung aus der Originalliteratur (149) | 53 |
| Tabelle 10: Ziele eines Team-Debriefings (Übersetzung aus der Literaturstelle) (169)..... | 59 |

Einführung

Der pädiatrische Notfall zählt bei Notärzten/innen zu den gefürchtetsten Einsatzszenarien (1). Je kleiner die Patienten/innen sind, desto größer ist die Unsicherheit (2). Die Neugeborenen-Versorgung zählt somit bei Notärzten/innen – augenscheinlich aufgrund mangelnder Erfahrung – zu den herausforderndsten Einsätzen in der Prälinik. Wie aus den folgenden Zahlen hervorgeht, werden präklinisch tätige Notfallmediziner/innen selten mit Neugeborenen und noch seltener mit Frühgeborenen konfrontiert.

Häufigkeit

In Österreich wurden 2015 insgesamt 84.023 Neugeborene gezählt. 279 davon waren Totgeburten¹. Bezogen auf die Steiermark wurden insgesamt 11.107 Neugeborene auf die Welt gebracht, hiervon waren 32 Totgeborene. (3)

Im Jahr 2014 betrug der Anteil an Frühgeborenen in Österreich 8,1 %. Dieser ist seit dem Jahr 2008 weitestgehend konstant geblieben. Aufzeichnungen, wie oft eine Geburt das präklinische Notfallwesen trifft, sind mangelhaft. 2013 jedoch kamen in ganz Österreich 16 Neugeborene auf dem Transport ins Krankenhaus zur Welt. Bei 57 Geburten wurde ein „sonstiger“ Niederkunftsort angegeben, wobei nicht näher erläutert wurde, was damit gemeint war. (4)

Bei der präklinischen Geburt muss in den Aufzeichnungen zunächst unterschieden werden, was damit gemeint ist, denn viele Daten beziehen sich hierbei auf Geburten in Anwesenheit einer Hebamme. Obwohl Entbindungen, die während des Transports ins Krankenhaus in Deutschland stattfinden laut deutscher Rechtsprechung als „außerklinisch“ zu bezeichnen sind, werden sie in den Statistiken in die Gruppe der „innerklinischen Geburten“ gezählt, da die Mütter dann dort behandelt wurden. So sind im Jahr 2014 in Deutschland 9.431 Kinder „außerklinisch“ auf die Welt gekommen, das entspricht vermutlich 88,6% aller tatsächlich in Deutschland präklinisch geborenen Kinder (5). In Österreich stammt der letzte Bericht über die außerklinischen Geburten aus den Jahren 2006/2007.

¹ *Fetaltod mit einem Geburtsgewicht von 500 g und mehr (18)*

In diesem sind zwar nicht die ungeplanten Geburten im Rettungswagen verzeichnet, jedoch waren in den Jahren 2006 und 2007 von 407 präklinischen Entbindungen 20 (4,91%) ungeplant. Hier war die Hebamme jedoch in 16 der 20 Fällen bereits anwesend (6). Der Anteil der präklinischen Geburten zuhause beträgt in Europa allgemein in den meisten Ländern unter 1% (Stand 2010). Am meisten finden in den Niederlanden statt (16,3%) (7).

Nun könnte man behaupten, dass die Inzidenz von präklinischen Geburten gering ist und man sich als Notarzt/ärztin über solche Einsätze keine großen Gedanken machen muss. Es zeigt sich allerdings ein internationaler Trend, dass in Industrieländern der Anteil an präklinischen Geburten zuletzt steigend war. In den USA beispielsweise war die Zahl der präklinischen Geburten 2013 am höchsten seit Beginn der Aufzeichnungen 1989. Der Prozentsatz stieg innerhalb dieser Zeit von 1% auf 1,5% an. (8)

Es bleiben die genauen Faktoren dieser Entwicklung zwar verdeckt, so könnte das Gesundheitssystem, politische Gründe etc. einen Einfluss darauf haben (9) – Faktoren, die bei uns möglicherweise nur teilweise zutreffend sind. Aber auch in Österreich zeigt sich der Trend Geburtshilfliche Abteilungen immer weiter zu zentralisieren, nicht zuletzt durch geplante Gesundheitsreformen und der damit verbundenen Reduktion von Krankenhäusern (10). Einerseits ist das sinnvoll und entspricht internationalen Empfehlungen um durch höhere Fallzahlen und Spezialisierungen die Qualität der Versorgung zu optimieren und somit bestimmte Krankheitsbilder besser vermeiden oder behandeln zu können, sowie das Outcome von bestimmten Gruppen von Risikopatienten/innen zu verbessern (11,12) Andererseits wird hierdurch sowohl die Rate an Hausgeburten, als auch die, ungeplanter präklinischer Geburten unvermeidlich steigen, nicht zuletzt auch dadurch, dass die Anfahrtswege zu den Zentren länger werden(13).

In Schweden benötigten von 97 648 Neugeborenen mit einem Gewicht von über 2500 g in einem Jahr lediglich 10 pro 1000 (1%) postnatale Reanimationsmaßnahmen. Bei den meisten hiervon (8 von 1000) war eine Maskenbeatmung ausreichend, in 2 pro 1000 Fällen musste intubiert werden. Beinahe niemals mussten Thoraxkompressionen durchgeführt werden (14). Insgesamt erscheinen komplikationsreiche Verläufe in der postnatalen Adaptationsphase von Neugeborenen selten zu sein, doch soll es bei

präklinischen Geburten in 20-40% der Fälle zu Schwierigkeiten kommen (15). Auch aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, sich als Notarzt/ärztin mit der Versorgung von Neugeborenen auseinanderzusetzen.

Bei der Geburt von Frühgeborenen und Reifgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht kommt es im Vergleich zu Reifgeborenen mit Geburtsgewicht über 2500 Gramm auch im innerklinischen Setting häufiger zur Notwendigkeit von Reanimationsmaßnahmen wie Maskenbeatmung, Intubation oder Thoraxkompressionen. Dies gilt wahrscheinlich auch für präklinische Geburten. Über die Inzidenz einer präklinischen Geburt eines Frühgeborenen finden sich in der verfügbaren Literatur keine Daten. Die Erfahrung der Neonatologie Graz der letzten 5 Jahre lässt jedoch vermuten, dass bei präklinischen Geburten gerade Frühgeborene mit extrem niedrigem Geburtsgewicht überrepräsentiert zu sein scheinen. Diese Beobachtung kann teilweise durch eine Studie von Zeitlin et al. belegt werden, in der gezeigt wird, dass es in den letzten Jahren in Europa einen Anstieg an Frühgeburten gab (16).

Dies ist einer der Gründe, die zum Verfassen dieser Diplomarbeit – mit dem Ziel Handlungsempfehlungen für den Fall einer präklinischen Geburt eines Frühgeborenen mit extrem niedrigem Geburtsgewicht zu erstellen – geführt hat.

Definitionen

Die Frühgeborenen lassen sich aufgrund des Gestationsalters² – wie in *Abbildung 1* dargestellt – einteilen.

Aus dieser Definition heraus ergibt sich zunächst ein etymologischer Unterschied, doch bedeutet das auch eine Konsequenz in der Versorgung? Im Englischen werden Frühgeborene auch als „premature“ (unreif) und Neugeborene als „mature“ (reif) bezeichnet – Benennungen, die treffender sind, denn Frühgeborene sind je nach Gestationsalter eben unreif. Im Unterschied zu den normalgewichtigen Neugeborenen ist aus diesem Grund mit entsprechenden

² *Gestationsalter: Dauer vom 1. Tag der letzten Regelblutung vor der Schwangerschaft bis zur Geburt (17). Es entspricht der Schwangerschaftsdauer und wird als Bezugsgröße für die Kindesentwicklung verwendet.*

Unterschieden und potentiellen Komplikationen zu rechnen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Mögliche Komplikationen bei Frühgeborenen, angepasst an die Referenz (17)

| Physiologie | Beispiele möglicher Komplikationen |
|-----------------------------|--|
| Temperaturregulation | Hypo-, Hyperthermie, Hypoxie, Azidose |
| Atmung | Surfactantmangel, Atemnotsyndrom des Frühgeborenen, Asphyxie, Apnoeanfälle, transiente Tachypnoe („wet lung“) |
| Zirkulation | Schock, Rechts-Links-Shunt, persistierender Ductus arteriosus (PDA), Ischämie, Hirnblutung, periventrikuläre Leukomalazie, nekrotisierende Enterokolitis |
| Ernährung | Katabolismus, Aspiration, (Sub-)Ileus |
| Stoffwechsel | Hypoglykämie, Hypokalzämie, Hypoproteinämie, Ikterus, Anämie |
| Ausscheidung | Ödeme, Elektrolytimbalancen |
| Immunität | Pneumonie, Sepsis, Meningitis |

Nun soll kurz geklärt werden, welche mütterlichen Faktoren die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass man ein Frühgeborenes zur Welt bringt.

Zunächst spielt das Alter der Mutter eine Rolle. Sowohl sehr junge Mütter als auch Mütter über 35 Jahre haben das höchste Risiko, „am seltensten traten Frühgeburten bei Frauen zwischen 20 und 24 Jahren auf“ (7,1% im Jahr 2011). Das Geburtsalter der Frauen verschiebt sich zusätzlich in höhere Lebensjahrzehnte, so stieg das Durchschnittsalter der Mütter in Österreich von 26,6 Jahren (1984) auf 30,0 Jahren (2011) an. (18)

Ein weiterer Faktor scheint der Bildungs- und sozioökonomische Status der Mutter zu sein, der in bisher noch ungeklärter Weise die Frühgeburtenrate erhöht (18,19). Interessanterweise steigt das Risiko einer Frühgeburt ebenso, je niedriger der Body mass index (BMI) der Frau vor der Schwangerschaft ist, Übergewicht bedeutet hier hingegen einen Vorteil (20). Das könnte auch einer der Gründe sein, warum die Frühgeburtenrate in den Entwicklungsländern am höchsten ist (21).

Weitere Gründe für die Frühgeburtlichkeit sind in Abbildung 1 schematisch aufgezählt:

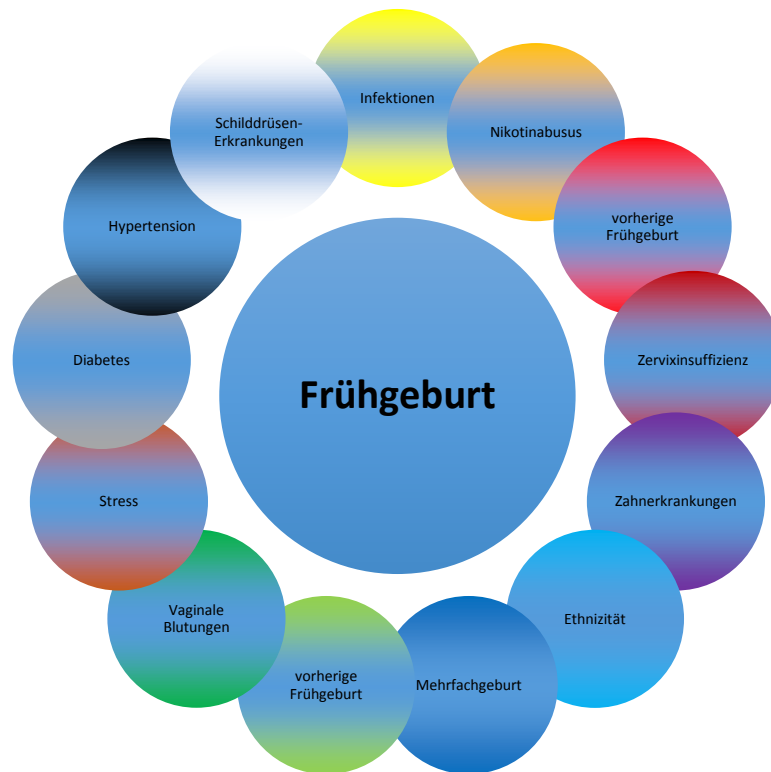


Abbildung 1: Weitere Gründe für Frühgeburtlichkeit(19)

Eine andere Einteilung Frühgeborener in Abhängigkeit von dem Geburtsgewicht wird in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Klasseneinteilung Frühgeborener nach dem Geburtsgewicht (17)

| Bezeichnung | Geburtsgewicht |
|---|----------------|
| Untergewichtige Neugeborene (LBW, »low birth weight infants«) | <2500 g |
| Sehr untergewichtige Neugeborene (VLBW, »very low birth weight infants«) | <1500 g |

| | |
|--|---------|
| Extrem untergewichtige Neugeborene (ELBW, »extremely low birth weight infants«) | <1000 g |
|--|---------|

In den Industriestaaten und somit auch in Österreich sind die meisten untergewichtigen Lebendgeborenen Frühgeborene (18).

Zur Vervollständigung wird in Tabelle 3 noch eine letzte Klassifizierung angeführt, die sich über das Verhältnis aus Geburtsgewicht und Gestationsalter definiert und klinisch oft angewendet wird:

Tabelle 3: Klassifizierung Neugeborener durch das Verhältnis zwischen Gestationsalter und Geburtsgewicht (17)

| Bezeichnung | Erklärung |
|--|---|
| Eutroph „appropriate for gestational age (AGA)“ | Geburtsgewicht zwischen 10. Und 90. Perzentile ³ |
| Hypotroph „small for gestational age (SGA)“ | Geburtsgewicht < 10. Perzentile |
| Hypertroph „large for gestational age (LGA)“ | Geburtsgewicht > 90. Perzentile |

Erstversorgung und Reanimation von Frühgeborenen

An dieser Stelle soll nun kurz umrissen werden, wie die Erstversorgung von Frühgeborenen erfolgen soll, welche Leitlinien existieren und inwiefern es Unterschiede zur Versorgung Reifgeborener gibt.

Zur Durchführung unterstützender Maßnahmen für Neugeborene in der postnatalen Adaptationsphase und für die Notwendigkeit von

³ Perzentile: Diese gibt ein Hundertstel in einer Häufigkeitsverteilung an. Sie teilt also zum Beispiel Messwerte in hundert gleich große Teile, wodurch der Median die 50. Perzentile ergibt. In der Medizin geben Perzentilenkurven oft durchschnittliche Messwerte einer bestimmten Größe, abhängig von verschiedenen Faktoren, an. (205)

Reanimationsmaßnahmen gibt es Leitlinien von bestimmten internationalen und nationalen Gesellschaften, wie beispielsweise für Europa das „European Resuscitation Council“ (ERC). Hier gibt es einen Algorithmus, der nach der Geburt eines Neugeborenen abgearbeitet werden sollte (Abbildung 2).

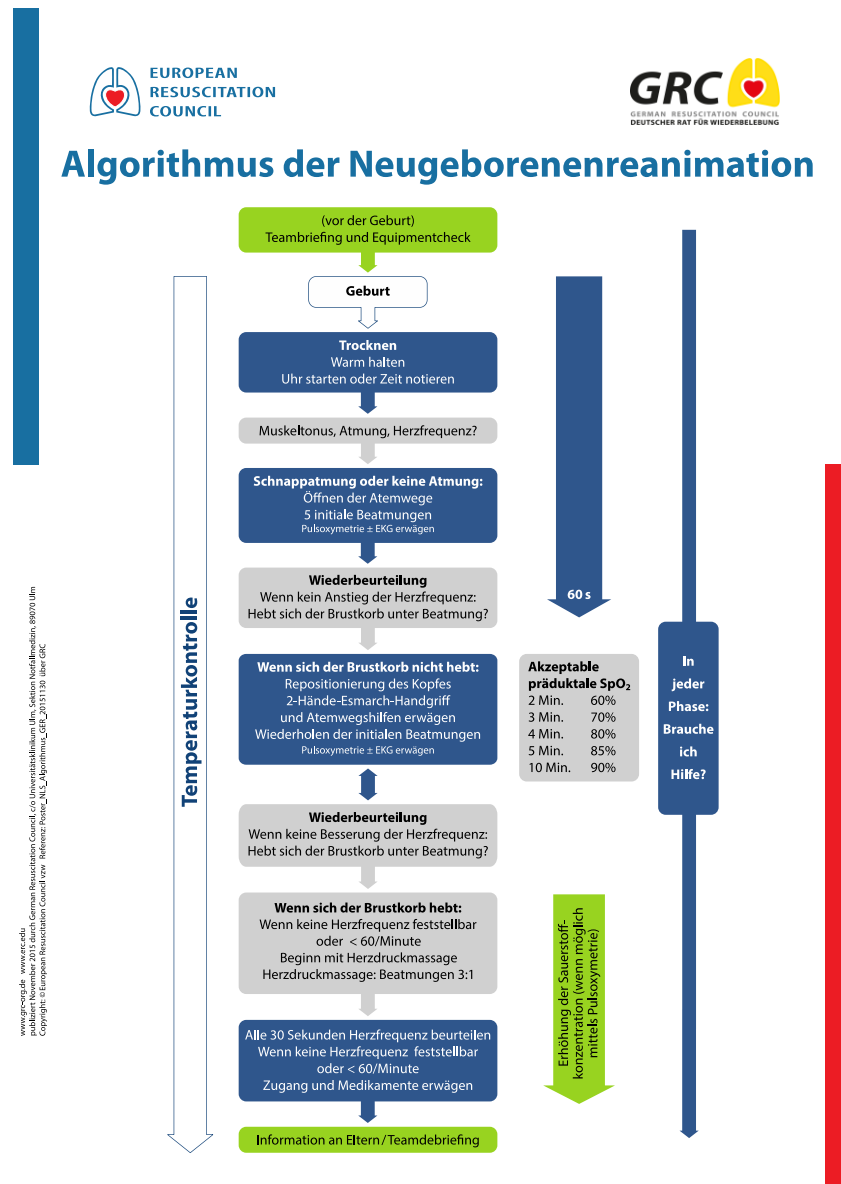


Abbildung 2: Algorithmus zur Erstversorgung Neugeborener des ERC (European Resuscitation Council) (22)

Prinzipiell gelten für die Reanimation Frühgeborener unter der 35. Schwangerschaftswoche dieselben Leitlinien wie bei Reifgeborenen. Einige Unterschiede werden aber in den ERC Leitlinien aufgeführt. So unterscheiden sich bei Frühgeborenen die Empfehlungen zu den initialen Einstellungen der Sauerstoffkonzentration und des Spitzendrucks bei der Beatmung im Vergleich zu

Reifgeborenen. Die Effektivität einer initialen Atemunterstützung bei Frühgeborenen mittels CPAP (continuous positive airway pressure) wird in diesen Leitlinien hervorgehoben. In Bezug auf eine Volumentherapie wird betont, dass diese bei der Reanimation Frühgeborener meist nicht nötig ist und sogar mit Schaden einhergehen kann, falls man zu viel und zu schnell Flüssigkeit verabreicht (23). Auch ein differenziertes Wärmemanagement für Frühgeborene wird beschrieben.

Wie in Tabelle 1 dargestellt wurde, haben Frühgeborene aufgrund ihrer Unreife ein erhöhtes Risiko bestimmte Komplikationen zu entwickeln. Wichtig erscheint es mit dem Auftreten potentieller Komplikationen im Vorfeld zu rechnen um dann entsprechend reagieren zu können. Beispielsweise besteht bei Frühgeborenen unter anderem eine erhöhte Gefahr ein sogenanntes „Infant respiratory distress syndrome“ (IRDS) zu entwickeln. Dabei handelt es sich um ein Krankheitsbild bei Frühgeborenen, das durch die Unreife der Lunge einerseits und durch die insuffiziente Surfactantproduktion andererseits hervorgerufen wird und eine häufige Todesursache bei Frühgeborenen darstellt (24). Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung dieses Krankheitsbildes bzw. der Schweregrad der Erkrankung kann durch verschiedene Maßnahmen reduziert werden. Es wurden internationale Leitlinien veröffentlicht, welche sich mit der Versorgung Frühgeborener mit IRDS beschäftigen. Eine die wichtigsten Maßnahmen zusammenfassende Tabelle wird an dieser Stelle aufgeführt (Tabelle 4).

Tabelle 4: Deutsche Übersetzung der Referenz. Zusammenfassung der Handlungsrichtlinien zur Vermeidung bzw. Behandlung Frühgeborener mit RDS (25)

| | |
|---|--|
| Geburts- vorbereitungen | <ul style="list-style-type: none"> – Frühgeborene mit einem Risiko für RDS sollten in Zentren geboren werden, wo entsprechende Expertise, einschließlich mechanischer Beatmung vorhanden ist. – Eine umsichtige Beurteilung vor der Geburt sollte das Risiko einer Frühgeburt und die Notwendigkeit einer maternalen Kortikosteroidtherapie beinhalten. Tokolytika können verwendet werden um den Steroiden nötige Wirkzeit zu erlauben oder um den Transport in ein Zentrum zu gewährleisten. |
| Geburtsraum - Stabilisierung | <ul style="list-style-type: none"> – Versuche eine verzögerte Abnabelung bei der Geburt (mindestens 60 Sek) oder schneide die Nabelschnur lange ab und melke sie in Richtung Baby aus. – Positioniere das Neugeborene in einer Plastikhülle unter einem Wärmestrahler um Hitzeverlust zu vermeiden. – Unterstütze die Atmung mittels CPAP (continuous positive airway pressure) wenn |

| | |
|--|---|
| | <p>möglich und falls eine Beatmung nötig ist, vermeide exzessive Tidalvolumina. Verwende das EKG (Elektrokardiogramm) und Pulsoxymeter um einen adäquaten Herzfrequenzanstieg zu detektieren. Starte mit 21-30% Sauerstoff und titriere ihn nach Erfordernis.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Eine Intubation soll nur dann überlegt werden, wenn die genannten Maßnahmen erfolglos bleiben, obwohl eine frühe Intubation und Surfactantgabe möglicherweise bei Neugeborenen erforderlich sein kann, welche frühe Zeichen eines schweren RDS (respiratory distress syndrome) zeigen, wie Einziehungen und hoher Sauerstoffbedarf. |
| Atmungs- unterstützung und Surfactant | <ul style="list-style-type: none"> – Natürliche Surfactantpräparate sollten bei RDS frühzeitig gegeben werden. Für extrem unreife Frühgeborene scheint ein FiO_2 von 0.30-0.40 während CPAP als Therapieindikation zu genügen. Wiederhole die Surfactantapplikation bei Zeichen eines beginnenden RDS. – Neugeborene können häufig nach der Surfactantgabe extubiert und auf CPAP oder NIPPV (nasal intermittent positive pressure ventilation) umgestellt werden. Überlege eine minimal-invasive Surfactantgabe (LISA oder MIST) als Alternative zur INSURE-Methode (intubate-surfactant-extubate), wenn die Abteilung entsprechende Expertise hat. – Neugeborene, die eine mechanische Beatmung benötigen, sollten diese so kurz wie möglich erhalten. Dadurch sollen Hyperoxie, Hypokarbie und Volutraumata verhindert werden. Das kann mit volumen-gezielter Beatmung und Sauerstoffsättigungsgrenzen von 89 und 95% erreicht werden. – Coffein-Therapie sollte routinemäßig verwendet werden um die Beatmungsdauer zu verkürzen. Neonaten sollen, wenn möglich bevorzugt mit einer nicht-invasiven Beatmung stabil gehalten werden als mit einer mechanischen Beatmung. Es sollen Steroide überlegt werden um eine Extubation zu erleichtern, wenn das Neugeborene über 1-2 Wochen beatmet werden muss. – Bei Frühgeborenen mit Sauerstofftherapie soll die Zielsauerstoffsättigung bei 90 bis 94% liegen. Um das zu erreichen seien die Alarmgrenzen bei 89 und 95% zu setzen. |
| Unterstützende Behandlungen | <ul style="list-style-type: none"> – Erhalte eine Körpertemperatur von 36.5-37.5° C zu jeder Zeit. – Starte parenterale Ernährung so früh wie möglich mit Aminosäuren und Lipiden mit initialen Flüssigkeitsvolumina von 70-80 ml/kg/Tag für die meisten Neonaten und schränke die Natriumgabe ein während der anfänglichen Übergangsphase. – Enterale Muttermilchfütterung soll ab Tag 1 gestartet werden, wenn der Zustand stabil ist. – Antibiotika sollten kritisch verwendet und nach Sepsisausschluss sofort gestoppt werden. – Der Blutdruck soll engmaschig kontrolliert werden um eine normale Gewebperfusion zu erreichen. Im Einzelfall auch durch Inotropika. Hämoglobin soll innerhalb akzeptabler Grenzen gehalten werden. – Protokolle sollen zur Schmerzüberwachung verwendet werden. Erwäge nicht-pharmakologische Methoden um Schmerzen während der Behandlung zu minimieren und vorsichtige Verwendung von Opiaten für invasivere Maßnahmen. |

Ethik

Bei der Behandlung Frühgeborener muss grundsätzlich auch der ethische Aspekt betrachtet werden, da man manchmal auf der Grenze zur Lebensfähigkeit balanciert. Auch hierfür gibt es eine Leitlinie, ein gemeinsames Schriftstück („Erstversorgung von Frühgeborenen an der Grenze der Lebensfähigkeit“) der Arbeitsgruppe Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin und der Arbeitsgruppe Ethik in der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ). Diese Leitlinie spricht sich für eine palliative Behandlung bei Frühgeborenen vor der vollendeten 23. Schwangerschaftswoche (SSW) aus. Frühgeborene zwischen 23(0/7) und 23(6/7) SSW befinden sich im Graubereich und sollen nach Rücksprache mit den Eltern unter Berücksichtigung von vorhandenen Risikofaktoren intensivmedizinisch, ansonsten palliativ behandelt und Neonaten ab 24(0/7) SSW sollen intensivmedizinisch betreut werden. (26) Weitere Ausführungen hierzu im Ergebnisteil.

Präklinische Notfallmedizin

„Notfallmedizin umfasst die Erkennung und sachgerechte Behandlung drohender oder eingetretener medizinischer Notfälle, die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der vitalen Funktionen sowie der Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Transportfähigkeit“ (27). Eine einheitliche Definition zur präklinischen Notfallmedizin existiert nicht, jedoch meint man damit die primäre Versorgung von Notfallpatienten/innen außerhalb des Krankenhauses mit entsprechender Ressourceneinschränkung bezüglich diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen.

Notarztsysteme in der Steiermark

In der Steiermark wird die oben genannte Definition durch Notarztsysteme verwirklicht. Das bedeutet, dass es im ganzen Bundesland verteilt 22

Notarztstützpunkt gibt, die entweder per Helikopter (Notarztubschrauber, NAH), wovon es 2 Stützpunkte gibt oder bodengebunden (20 Stützpunkte in der Steiermark) Ärzte/innen zu Patienten/innen entsenden. Bei bodengebundenen Notarztsystemen unterscheidet man solche, bei welchen Notärzte/ärztinnen gemeinsam mit einer Rettungsmannschaft auf demselben Großraumfahrzeug ausrücken und Patienten/innen-Transporte vorgenommen werden können (Notarztwagen, NAW) oder solche, bei welchen Notärzte/ärztinnen mit einem Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) zu Patienten/innen entsendet werden und der Transport durch einen weiteren Rettungstransportwagen (RTW) erfolgt. Die Ärzte/innen der Notarztsysteme in der Steiermark werden entweder von der steiermärkischen Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes) oder der allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) gestellt und bezahlt. Die Fahrzeuge und Notfallsanitäter/innen werden in diesem Bundesland ausschließlich vom Österreichischen Roten Kreuz (ÖRK) bereitgestellt.

In Graz gibt es eine weitere Besonderheit, denn hier befinden sich zusätzlich zu zwei bodengebundenen NEF und einem NAH (Christophorus 12) die zwei Notfallwagen des Medizinercorps Graz des Roten Kreuz Landesverband Steiermark, die jeweils durch einen „NKI-Rettungsmediziner/in“⁴ geführt und innerhalb der Stadt zu kritisch kranken Personen geschickt werden (28).

Für kritisch kranke Reif- oder Frühgeborene gibt es außerdem die Möglichkeit präklinisch einen Inkubatortransport anzufordern, durch welchen dann ein adäquater Transport in Begleitung eines diensthabenden Neonatologen erfolgen kann. Neugeborenenintensivtransporte mittels Transportinkubator werden in der Steiermark von den Kinderabteilungen im LKH Univ.-Klinikum Graz und LKH Hochsteiermark Standort Leoben durchgeführt.

Fragestellung

In dieser Diplomarbeit soll erstens die Frage geklärt werden, ob auf steirischen Notarztmitteln geeignetes Equipment vorgehalten wird, welches die

⁴ *Notfallsanitäter mit allgemeiner (§11) und besonderer Notfallkompetenz nach österreichischem §12 SanG; NKI (Notfallsanitäter mit Notfallkompetenz Intubation)*

leitlinienkonforme Versorgung von neugeborenen Notfallpatienten/innen mit niedrigem Geburtsgewicht ermöglicht. Zu diesem Zweck wurde eine Umfrage an allen steirischen Notarztstützpunkten durchgeführt, in welcher alle Materialien für Atemwegsmanagement und Beatmung von Früh- und Reifgeborenen abgefragt wurde. Die Ergebnisse sollen in dieser Arbeit präsentiert werden.

Zweitens wird versucht die bestehende Literatur über die Versorgung von Frühgeborenen zu umreißen und hier den Schwerpunkt besonders auf die Präklinik zu legen.

Anhand dieser gesammelten Informationen und bereits verfügbarer Leitlinien soll anschließend in Form einer Handlungsempfehlung die Frage geklärt werden, wie das vorhandene Wissen optimal in der Präklinik umgesetzt werden kann. Denn viele Guidelines sind für den innerklinischen Gebrauch gemacht und in der prähospitalen Phase oft nicht oder nur teilweise zu realisieren. Diese Handlungsempfehlung soll für Notärzte/ärztinnen oder andere qualifizierte Helfer/innen in der primären Versorgung anwendbar sein um so einen höheren Standard in der Versorgung Frühgeborener zu erreichen. Das ist auch insofern wichtig, da die präklinische Mortalität Frühgeborener um mehr als das Zweifache höher ist als die innerklinische (29).

Außerdem scheint es bei der Umsetzung von Leitlinien effektiver zu sein lokale Empfehlungen zu ihrer Verwirklichung anzubieten, was durch diese Arbeit für die Steiermark umgesetzt werden soll (30).

Methodik

Zur Erstellung dieser Literaturanalyse wurden die Leitlinien zum „transparent reporting of systematic reviews and meta-analyses“ (PRISMA - <http://www.prisma-statement.org>) genutzt. Diese Leitlinien werden in Form einer Checkliste auf der Homepage zur Verfügung gestellt, welche für die Literaturrecherche im Rahmen dieser Diplomarbeit abgearbeitet wurde und sich im Anhang findet (siehe Anhang Seite A).

Suchkriterien

Es wurden primär Referenzen gesucht, welche sich mit der Thematik der präklinischen Versorgung von Früh- und Neugeborenen beschäftigen. Um jedoch die Fragestellung dieser Diplomarbeit ausreichend beantworten zu können, musste zusätzlich auf Literatur zurückgegriffen werden, welche über die Erstversorgung von Neugeborenen und besonders auch Frühgeborenen intrahospital handelt. Die Ergebnisse hiervon sollen dann die Basis liefern um präklinische Empfehlungen zu generieren.

Elektronische Suche

Zur Literaturlindung wurde zunächst eine ausführliche und systematische Suche auf der Online-Datenbank PubMed (U.S. National Library of Medicine, Bethesda, U.S.A., <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) durchgeführt. Folgende Suchbegriffe wurden verwendet: {A: „emergency medical services“, „premature infant“ (MeSH)} und {B: „preterm birth emergency management“ (PubMed)}. Diese Suche wurde im Zeitraum vom 28. April bis 10. Juni 2016 vollzogen.

Weiters wurde eine Suche bei Google Scholar (<https://scholar.google.at>) mit den folgenden Suchbegriffen durchgeführt: „out-of-hospital“, „prehospital“, „preclinical“, „preterm birth“, „premature birth“, „preterm infant“, „premature infant“, „emergency management“ (Patente und Zitate ausgeschlossen). Diese Suche fand im Zeitraum vom 30. April bis 10. Juni 2016 statt.

Auf den Plattformen Web of Science (<http://login.webofknowledge.com>) und CINAHL (<https://health.ebsco.com/products/the-cinahl-database/allied-health-nursing>) wurden mit folgenden Begriffen gesucht: „preterm delivery“ und „prehospital“.

Auf EMBASE (<https://www.elsevier.com/solutions/embase-biomedical-research>) ist schließlich auch eine Suche (Suchbegriffe: „preterm delivery“, „prehospital“ und „out-of-hospital“) durchgeführt worden. Der Suchzeitraum hiervon entspricht demselben wie bereits oben angeführt.

Da in vielen Fällen keine Volltexte auffindbar waren wurden die Abstracts von diesen Publikationen durchgeschaut und die vier, welche für diese Arbeit am relevantesten erschienen über die Bibliothek der Medizinischen Universität Graz kostenpflichtig bestellt.

Als zusätzliche Analyse wurden das statistische Amt der Europäischen Union „Eurostat“ (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>), die Plattform „Statista“ (<http://de.statista.com>) und „the Office for National Statistics“ des Vereinigten Königreichs von Großbritannien (<https://www.ons.gov.uk>) via Email kontaktiert um anzufragen, ob dort statistische Daten zur präklinischen Geburt vorhanden sind. Keines der genannten Institute verfügte jedoch über derartige Aufzeichnungen.

Datenverwaltung

Die Referenzen wurden mithilfe der Gratis-Software Mendeley (Mendeley Ltd., London - <https://www.mendeley.com>) gesammelt und organisiert.

Erhebung

Außerdem wurde für diese Arbeit eine Erhebung an allen 22 steirischen Notarztstützpunkten durchgeführt mit dem Titel: „ERHEBUNG – Welches Material wird für Atemwegsmanagement und Notfallbeatmung von sehr kleinen pädiatrischen Notfallpatienten/innen auf Notarzteinsatzmitteln mitgeführt?“.

Hierbei wurde abgefragt, welches Equipment die Notarztmittel für die Versorgung dieser Patientengruppe an Bord haben.

Es musste zunächst die Genehmigung des Landesverbandes Steiermark ÖRK zur Durchführung der Erhebung eingeholt werden. Hierfür wurde zuerst an die Bezirksstelle Graz-Stadt des ÖRK (Österreichisches Rotes Kreuz) verwiesen, welche derartige Dokumente bereitstellen sollte. Diese gab jedoch an diese Formulare nicht zu kennen. Schließlich ist diese Formalität auf Landesverbandebene geklärt und problemlos bewilligt worden.

Anschließend ist eine E-Mail mit entsprechender Anleitung und der Erhebung selbst im PDF-Format (sechs Seiten) an die leitenden Notfallsanitäter der jeweiligen Notarztstützpunkte entsandt worden.

In dem Zeitraum von 18. Jänner 2016 – 28. Juli 2017 haben schließlich alle 22 Stützpunkte den ausgefüllten Fragebogen (siehe Anhang Seite - 1 -, i) retourniert. Um Mängel in der Ausrüstung der steirischen Notarztwägen aufzuzeigen und die Auswahl des mitgeführten Equipments zu optimieren, wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit Empfehlungen zur Mindestausstattung von Notarztwägen erarbeitet (siehe Seite 76) und diese mitsamt der erhobenen Ergebnisse der Erhebung dem Landeschefarzt des Landesverbandes Steiermark des Österreichischen Roten Kreuzes und dessen Stellvertreter übermittelt.

Ergebnisse

Literaturrecherche

Die Suche mit den oben genannten Begriffen verlief in Bezug auf das Ausmaß für diese Arbeit frustrierend, da nur sehr wenig Literatur zu finden war. Deshalb wurden aus dieser Suche auch Ergebnisse miteinbezogen, welche sich mit der Frühgeborenenversorgung allgemein befassten. Aus den hiervon relevant erachteten Ergebnissen beziehen sich 7 Artikel hauptsächlich auf die Präklinik, vier der Resultate sind neutral und das letzte bezieht sich auf die innerklinische Versorgung (siehe Abbildung 3).

Die Suche bei der National Library of Medicine brachte folgende Ergebnisse: A: (MeSH; 171 Resultate), B: (PubMed; 178 Resultate).

Initial konnten also insgesamt 349 Artikel gefunden werden. Davon wurden 295 Artikel aussortiert, da sie nicht die Thematik der Notfallversorgung Frühgeborener aufgriffen (es ging bei den aussortierten Artikeln um kongenitale Malformationen, ethische Überlegungen, etc.). Die restlichen 54 Artikel wurden weiter begutachtet. Nach genauerer Durchsicht der Abstracts sind hiervon weitere 38 Artikel aussortiert worden, da es sich hauptsächlich um Neugeborenen-Interhospitaltransporte handelte. Die restlichen 16 Publikationen wurden erneut evaluiert. Von diesen 16 waren in neun Fällen keine Volltexte vorhanden. Somit fanden aus dieser Suche letztendlich sieben Volltexte Verwendung in dieser Arbeit.

Google Scholar:

Auf diese Art und Weise wurden weitere 326 Artikel gefunden. Bei der Analyse der Artikel mussten 311 Artikel aussortiert werden, da sie nichts mit dem Notfallmanagement von Früh- oder Neugeborenen zu tun hatten (Gründe waren wiederum Themen wie Interhospitaltransport, Stoffwechselerkrankungen, spezifische Krankheitsbilder etc.). Von den übrigen 15 Artikeln wurden schließlich, nachdem davon vier Duplikate zur PubMed-Suche entfernt wurden, sieben zur weiteren Durchsicht ausgewählt. Die restlichen unbrauchbaren vier handelten

von Themen, die für diese Arbeit irrelevant sind (Ethische Überlegungen für Eltern, Gewichtsmessung, Neugeborenen-Transport, etc.). Von den restlichen sieben wurden schließlich vier brauchbare Volltexte ausgewählt.

Die Ergebnisse bei „Web of Science“ stellten sich folgendermaßen dar: vier Ergebnisse wurden gefunden, zwei hiervon waren offenbar brauchbar, ein Volltextartikel konnte verwendet werden; auf „CINAHL“: sieben Ergebnisse: vier davon erwiesen sich als relevant, darunter war ein Duplikat und bei drei der brauchbaren Resultaten war kein Abstract oder Volltext vorhanden.

Bei der Suche auf Embase sind keine Ergebnisse gefunden worden.

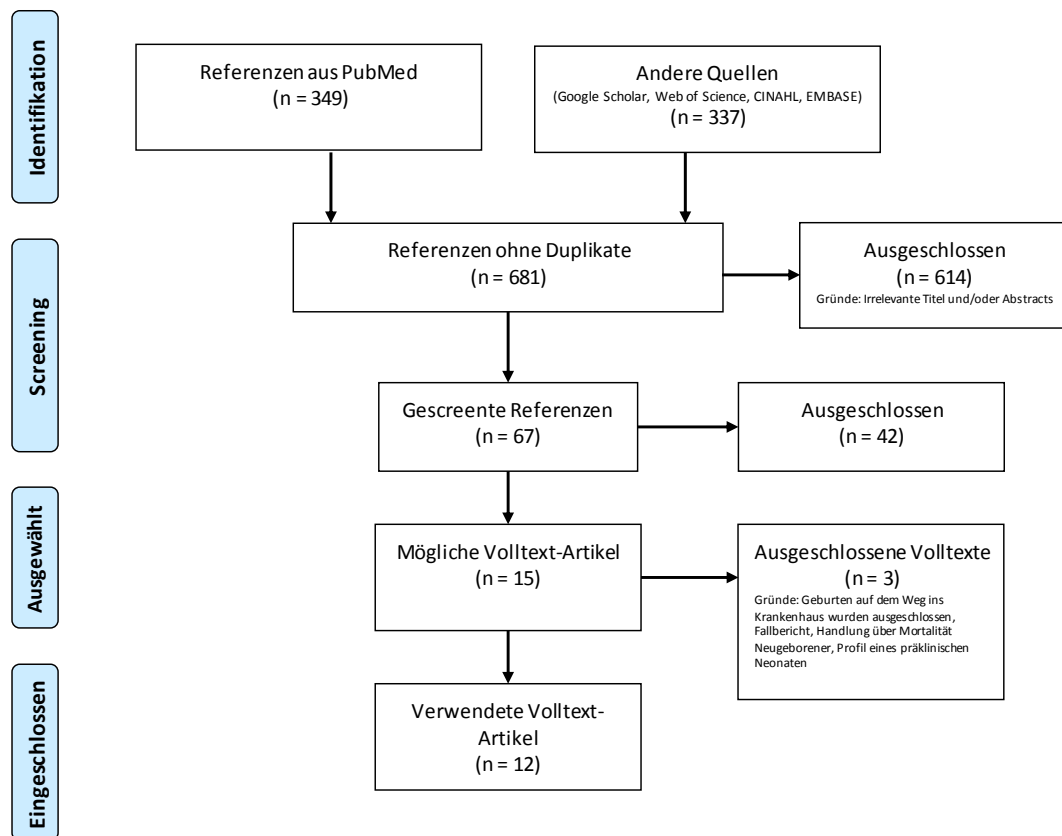


Abbildung 3: Flowdiagramm zur systematischen Analyse

Aus den gefundenen Referenzen waren von Google Scholar bei insgesamt vier Artikeln keine Volltexte vorhanden - davon waren zwei Bücher. Von PubMed waren in elf Fällen keine Volltexte verfügbar und von Web of Science war es ein Artikel (siehe: Abbildung 3).

Alle verwendeten Volltexte wurden in Englisch geschrieben und zwischen den Jahren 1985-2016 publiziert.

Es wurden aus diesen relevanten Ergebnissen die Referenzlisten durchgeschaut und passende Artikel über *PubMed* ermittelt.

Erhebung

Die Erhebung „Welches Material wird für Atemwegsmanagement und Notfallbeatmung von sehr kleinen pädiatrischen Notfallpatienten auf Notarzteinsatzmitteln mitgeführt?“ stellte sich nach Erledigung der notwendigen Formalitäten (siehe Kapitel „Methodik“) als einfach durchführbar heraus. Ein Teil der bereits im Februar 2016 verfügbaren Daten wurde am 1. April 2016 beim AGN⁵-Kongress 2016 in Graz (Österreich) als Poster präsentiert (siehe Anhang Seite - 2 -) (31). 19 von 22 Stützpunkten hatten schnell geantwortet, bei den restlichen drei Stützpunkten war es weniger einfach an die Daten zu kommen. Problem Nummer eins: Auf der Homepage der jeweiligen Rotkreuz-Bezirksstellen sind teilweise keine Kontaktpersonen für die Notarztmittel angegeben. Problem Nummer zwei: Die vorhandenen Daten sind bei manchen Stützpunkten veraltet. Um beiden Problemen zu entgehen wurde eine E-Mail an den Landesverband Steiermark des Österreichischen Roten Kreuzes gesendet mit der Bitte um Übermittlung der jeweiligen Kontaktdaten. Auch die in einer Antwort erhaltenen Daten stellten sich als nicht aktuell heraus. Als Verbesserungsmöglichkeit könnte man künftige Erhebungen mit Hilfe von Online-Dokumenten durchführen, da das Ausdrucken, Ausfüllen und Einscannen der PDF-Datei – so wie es der Großteil der Stützpunkte durchgeführt hat – einen vermeidbaren Arbeitsaufwand bedeuteten und es deshalb möglicherweise zu Verzögerungen gekommen ist. Die Ergebnisse der Erhebung zum Equipment des Atemwegsmanagements kleiner pädiatrischer Notfallpatienten/innen an steirischen Notarztstützpunkten stellen sich nun wie folgt dar:

⁵ AGN: *Arbeitsgemeinschaft für Notfallmedizin*

Beatmungsbeutel:

Für die Fragestellung dieser Diplomarbeit ist es wesentlich zu erfahren, ob und welche Kinderbeatmungsbeutel auf den Notarztsystemen mitgeführt werden. Viele Systeme führen auf ihren Fahrzeugen mehrere verschiedene Kinderbeatmungsbeutel mit. Am meisten Verwendung findet hier der Beutel „Ambu Mark IV Baby“ (Ambu GmbH, Ballerup, Dänemark), welcher auf 50% der Stützpunkte mitgeführt wird (siehe Abbildung 4). Ein wesentlicher Vorteil an diesem Kinderbeatmungsbeutel ist das integrierte Überdruckventil (32). Im Unterschied dazu hat das ebenfalls häufig eingesetzte Modell „Ambu Baby R“ (Ambu, Ballerup, Dänemark) kein integriertes Überdruckventil!

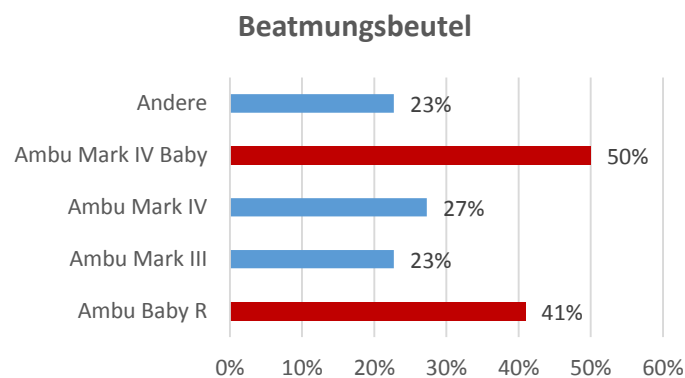


Abbildung 4: Beatmungsbeutel

23% entfallen auf „Andere“ – nicht abgefragte – Beatmungsbeutel. Diese waren: „The Bag (Laerdal)“, „The infant Bag (Laerdal)“, „Beatmungsbeutel Weinmann (Weinmann emergency)“, „Hudson RCI Lifesaver Reusable Resuscitator – Infant (Hudson)“ und „Ambu Silikon Beatmungsbeutel (Ambu GmbH)“, welcher dem „Ambu Mark IV/ Ambu Mark IV Baby“ entspricht.

Überdruckventil:

Insgesamt verfügen 73% der Stützpunkte über ein derartiges Ventil. Von diesem Prozentsatz sind 75% der Beatmungsbeutel bereits mit einem integrierten Überdruckventil ausgestattet. 6 Stützpunkte (27%) geben an kein Ventil zu besitzen

PEEP⁶-Ventil:

14 von 22 Stützpunkte (64%) haben ein PEEP-Ventil an Bord. Das bedeutet jedoch auch, dass mehr als ein Drittel der Notarztmittel (36%) keines mitführen.

Beatmungsmasken:

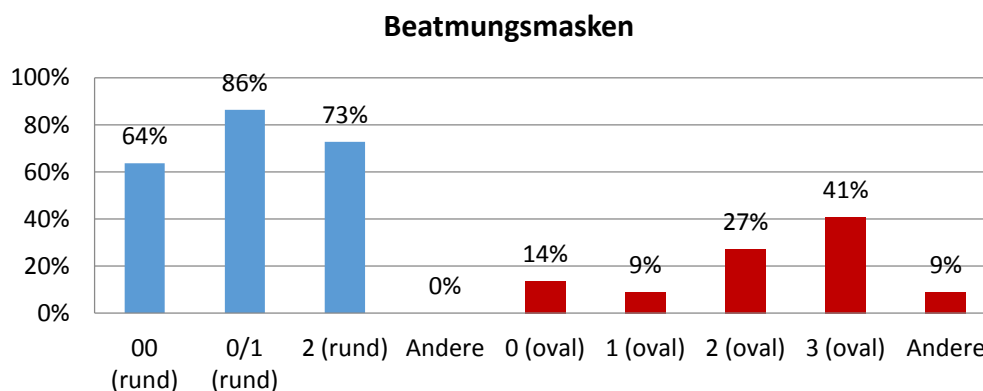


Abbildung 5: Beatmungsmasken

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist, verfügen nur 64% (14 von 22) der Notarztstützpunkte über eine runde Maske der kleinsten verfügbaren Größe (Größe 00) und 14% (3 von 22) über eine ovale Maske der kleinsten verfügbaren Größe (Größe 0). Von den drei Stützpunkten mit ovaler 0-Maske besitzen jedoch zwei zusätzlich eine runde 00-Maske. 7 von 22 Stützpunkten (32%) führen somit

⁶ PEEP: positiv end-expiratory pressure: Am Ende der Ausatmung verbleibender, in Bezug auf den atmosphärischen Druck positiver Druck in der Lunge (206)

weder die eine, noch die andere Maske mit. Somit wäre die Beatmung Frühgeborener mit niedrigem Geburtsgewicht via Maske bei Fehlen von Gesichtsmasken der richtigen Passgröße nicht adäquat durchführbar. Generell scheinen die runden Masken gegenüber den ovalen bevorzugt verwendet zu werden.

Oropharyngealtuben (Guedeltuben):

Die kleinste verfügbare Größe von Guedeltuben für den Einsatz bei Frühgeborenen ist nur selten auf den steirischen Notarztmitteln anzutreffen, denn nur 23% von ihnen geben an die Größe 000 dabeizuhaben. Reife Neugeborene und Säuglinge können großteils jedoch gut mit dem bestehenden Inventar versorgt werden (Größen 00-1) (siehe Abbildung 6).

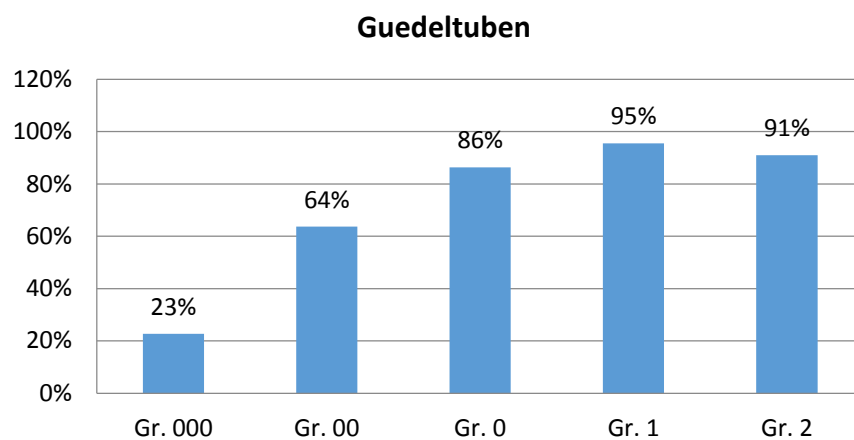


Abbildung 6: Guedeltuben

Nasopharyngealtuben (Wendltuben):

Kein einziger Notarztstützpunkt gab an Nasopharyngealtuben mitzuführen.

Endotrachealtuben:

13 von 22 Notarztmitteln (59%) verfügen über Endotrachealtuben der Größe 2,0 (ungeblockt). Mit Ausnahme eines Stützpunkts ist die Größe 2,5 (ungeblockt) auf jedem Notarztmittel vorhanden. Geblockte Tuben für Neugeborene sind insgesamt seltener zu finden, Größe 3,0 aber immerhin in 32% (siehe Abbildung 7). 2 von 13 Stützpunkten, die angegeben haben Größe 2,0 (ungeblockt) zu

besitzen, haben ebenfalls Größe 3,0 (geblockt) dabei. 4 von 22 (18%) haben weder den einen noch den anderen in ihrem Equipment vorhanden.

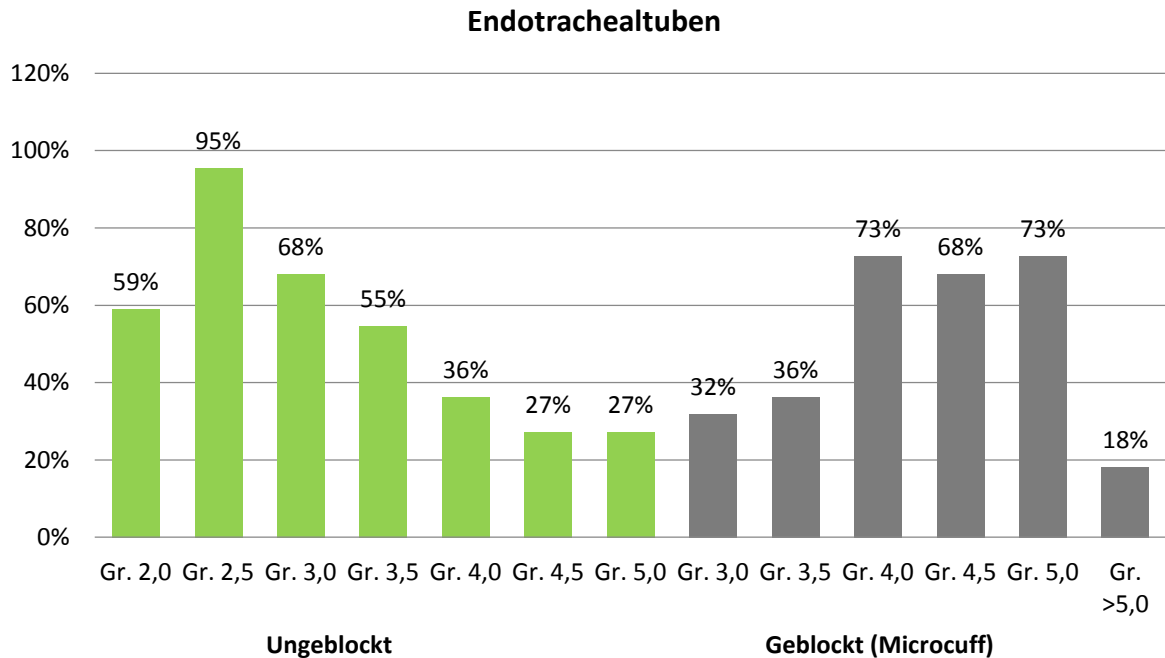


Abbildung 7: Endotrachealtuben

Laryngoskopspatel:

Insgesamt haben nur 18% bzw. 77% der Notarztmittel Miller-Spateln der Größe 00 bzw. 0 dabei. 36% führen McIntosch-Spateln der kleinsten Größe 0 mit (siehe Abbildung 8). Zwei Stützpunkte gaben an, sowohl den einen Spatel als auch den anderen mitzuführen, 12 von 22 (55%) hatten keinen der beiden dabei. Ebenfalls abgefragt wurde, ob die Spateln mit Kaltlicht oder Warmlicht betrieben werden. 68% der Miller-Spateln und 59% der McIntosch-Spateln werden mit Kaltlicht betrieben. Offensichtlich verwenden mehrere Systeme sowohl Kaltlicht- als auch Warmlicht-Spateln auf ihren Systemen.

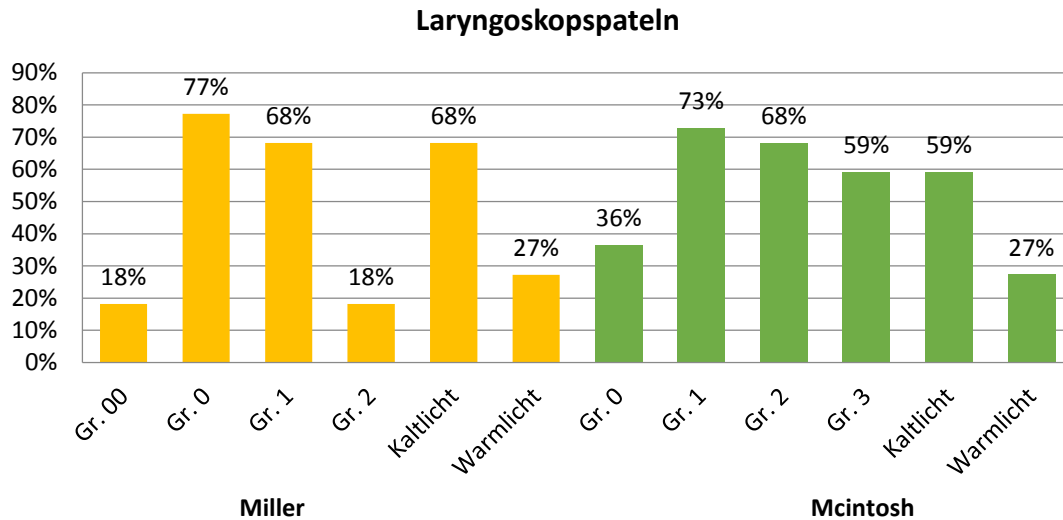


Abbildung 8: Laryngoskopspateln

Larynxmasken:

Diese Art von supraglottischen Atemwegen werden auf 27% (6 von 22) der Stützpunkte in der kleinsten verfügbaren Größe 1 mitgeführt. Dies trifft ebenso für Größe 1,5 zu. Insgesamt scheint diese Art der supraglottischen Atemwegssicherung jedoch vergleichsweise seltener auf den Notarztmitteln vorzukommen als der Larynxtubus. (siehe Abbildung 9).

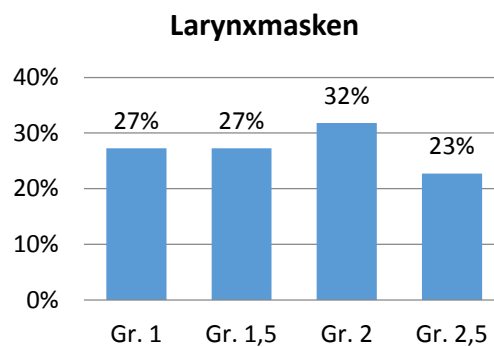


Abbildung 9: Larynxmasken

Larynxtuben:

Als weiteres und beim Österreichischen Roten Kreuz sehr häufig eingesetztes supraglottisches Atemwegsdevice wurde der Larynxtubus abgefragt. Hierbei hat sich gezeigt, dass die kleinste Größe 0 in nur 50% vorhanden war (siehe Abbildung 10).

Auch weitere Kindergrößen waren nur in ca. der Hälfte der Fälle zu finden.

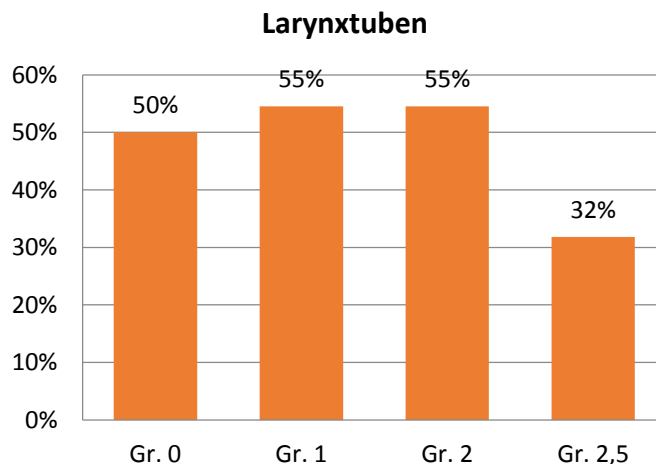


Abbildung 10: Larynxtuben

Andere alternative Atemwege, die auf steirischen Notarztmitteln mitgeführt werden, sind folgende Devices: Koniotomie-Set für Kinder (zweimal), Tracheoquick (Willy Rüscher AG, Kernen, Deutschland) Größe 2 (einmal), Airtraq (Rüscher Austria GmbH, Wien, Österreich) (einmal) und Quicktrach (VBM Medizintechnik GmbH, Sulz a. N., Deutschland) (dreimal).

Notfallsrespiratoren:

Zuletzt wurden die jeweiligen Beatmungsgeräte abgefragt (siehe Abbildung 11). Am meisten Verwendung findet der Medumat Transport (WEINMANN Emergency

Medical Technology GmbH + Co. KG, Hamburg, Deutschland) (32%) gefolgt vom Oxylog 3000 (Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) (27%).

Unter dem Punkt „Andere“ wurden folgende Geräte genannt: Oxylog 1000 (zweimal), Oxylog 2000+ (viermal), Hamilton T1 (Hamilton Medical AG, Bonaduz, Schweiz) (einmal).

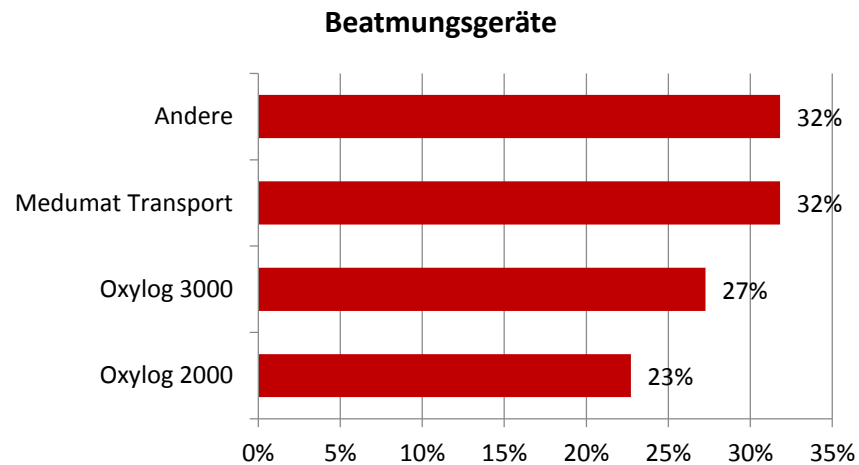


Abbildung 11: Notfallrespiratoren

Ergebnisse der erweiterten Literatursuche

Wie bereits im Kapitel „Methodik“ erwähnt, waren bei der Literatursuche zur präklinischen Frühgeborenenversorgung nur wenige Publikationen mit relevanten Inhalten zu finden. So musste für die Erstellung der Handlungsempfehlung bei verschiedenen Gesichtspunkten der Erstversorgung Frühgeborener auf Literatur zurückgegriffen werden, die sich primär nicht mit der Präklinik beschäftigt.

Tabelle 5: Auflistung der behandelten Themen der Literatursuche mit Ergebnisanzahl

| Themen | Artikel aus der Präklinik | * |
|---|---------------------------|-----|
| Rechtliche und ethische Entscheidungen | 0 | 5 |
| Teammanagement und Training | 4 | 43 |
| Geburtsverzögerung und Geburtsmodus | 0 | 38 |
| Abnabelung | 0 | 11 |
| Atemwegsmanagement, Sauerstoffgabe und Beatmung | 2 | 61 |
| Monitoring | 0 | 22 |
| Surfactantgabe | 0 | 21 |
| Temperaturmanagement | 1 | 119 |
| Gefäßzugang | 2 | 14 |
| Medikamentengabe | 1 | 24 |
| Volumenmanagement | 0 | 8 |
| Thoraxkompressionen | 0 | 10 |
| Umgang mit Eltern | 0 | 31 |
| Abbrechen von Wiederbelebensmaßnahmen | 1 | 1 |
| Debriefing | 2 | 25 |

**Zusätzlich gescreente, relevante Literatur, die sich primär nicht auf die Versorgung extremer Frühgeborener im präklinischen Setting bezieht.*

Rechtliche und ethische Entscheidungen

Ein Grundprinzip in der Medizin lautet: „Primum nihil nocere“ (Zuerst keinen Schaden zufügen) (33). Bezogen auf die Lebensfähigkeit extrem kleiner Frühgeborener muss man sich die Frage stellen, ab welchem Gestationsalter im Hinblick auf Morbidität und Mortalität mit einer intensivmedizinischen Behandlung begonnen werden sollte.

Laut der UN-Konvention über die Rechte des Kindes, die auch Österreich unterzeichnet hat, hat jedes Kind das ab der Geburt bestehende Recht auf Leben. Das soll in „größtmöglichem Umfang“ gewährleistet werden. (34) Die Aufgabe des Arztes ist es wiederum zum Wohle des Kranken und zum Schutze der Gesunden zu handeln (35).

Aufgrund der fehlenden Patienten/innen-Einwilligung bei der medizinischen Behandlung Frühgeborener sind die Sorgeberechtigten – in aller Regel die Eltern – dazu befugt nach ärztlicher Aufklärung zum Wohle des Kindes zu entscheiden. Dabei hat der/die versorgende Arzt/Ärztin keine Berechtigung eigenmächtig zu handeln. In Notfallsituationen allerdings, wenn die Eltern nicht verfügbar sind, darf der/die Arzt/Ärztin Maßnahmen der Stabilisierung treffen bis die Eltern eine Entscheidung über das weitere Vorgehen getroffen haben. (36) Wenn ein/e Arzt/Ärztin nach bestem Wissen und aktuellem Stand der Wissenschaft eine aussichtslose Situation vorfindet, ist er dazu befugt, auch gegen den Willen des/der Patienten/in oder dessen/deren Vertreter/in die Behandlung abubrechen, da dann keine Behandlungspflicht besteht (26).

Obwohl die Prognose bei extrem Frühgeborenen von mehreren Faktoren abhängt, wie Geschlecht, Geburtsgewicht, Durchführung einer antenatalen Glukokortikoidgabe (zur Induktion der fetalen Lungenreife) oder Vorliegen eines Amnioninfektionssyndromes, hat man in Österreich folgende Empfehlung zur „Erstversorgung Frühgeborener an der Grenze der Lebensfähigkeit“ formuliert (Gemeinsame Leitlinie der Arbeitsgruppe Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin der ÖGKJ, der Arbeitsgruppe Ethik in der Kinder- und Jugendheilkunde der ÖGKJ sowie des Instituts für Ethik und Recht in der Medizin der Universität Wien): Frühgeborene bis zu einem Gestationsalter von einschließlich 22+6 SSW sollen palliativ betreut werden. Aufgrund der signifikant

besseren Überlebensraten ab 23+0 SSW bis 23+6 SSW sollte die Entscheidung über die Versorgung Frühgeborener aus dieser Patientengruppe zusammen mit den Eltern besprochen werden, und das Vorhandensein von Risikofaktoren in die Entscheidungsfindung miteinfließen, da ein großer Prozentsatz dieser Patienten/innen insbesondere beim Vorliegen von Risikofaktoren ein neurologisches Defizit aufweisen. Ab 24+0 SSW soll eine intensivmedizinische Versorgung jedenfalls erfolgen. (26)

Die präklinische Geburt von extremen Frühgeborenen könnte man als eigenständigen Risikofaktor in Bezug auf Überleben und neurologisches Outcome bewerten.

Es gibt in Graz eine regionale Empfehlungen zum Vorgehen bei präklinischer Geburt von extrem kleinen Frühgeborenen aus dem Jahr 2015 (siehe Abbildung 12). Aufgrund der ungünstigen Vorzeichen bei präklinisch geborenen Frühgeborenen und dem damit zu erwartenden schlechteren Outcome wird ein palliatives Vorgehen bei Frühgeborenen <24+0 SSW empfohlen, und ein proaktives Vorgehen erst ab einem Gestationsalter von 24+0 bzw. bei unklarem Gestationsalter (provisional care) empfohlen. (37)

Es sei noch kurz erwähnt, dass wenn eine gleichzeitige Versorgung von Mutter und Kind durch Personalmangel nicht möglich ist, die Priorität auf die Versorgung der Mutter zu legen wäre (38).

Vorschlag für Vorgehen nach externer Geburt

- < 24+0 SSW: palliativ/ comfort care →
- ≥ 24+0 SSW bzw. bei Unsicherheit: vorläufige Behandlung (= provisional care)

1. Palliativ / comfort care
2. Kind einwickeln, eventuell 1-2 gtt (= 2,5 bis 5 mg) Tramal per os (alternativ Fentanyl)
3. Kind mit Mutter ad Neonatologie (Gebärklinik)

1. Erstversorgung
2. Kontaktaufnahme mit dem neonatologischen Transportteam
3. Bei Frühgeborenen wird es meist besser sein mit dem Kind an Ort und Stelle zu bleiben bis der Neo-Intensivtransport ankommt (CAVE: Transport Risiko für Frühgeborene <29 SSW, Hypothermie!, Hirnblutung!)
4. Ist man schon unterwegs oder ist man an einem völlig ungeeigneten Ort wird man weiterfahren an die Neonatologie (Gebärklinik) bzw. ganz selten einen Übergabe-Treffpunkt vereinbaren

Telefon: Neonatologie-Intensivstation (Graz 0316/321417)

um Neo-Intensiv-Transport anzufordern, um das Kind anzukündigen bzw für Fragen

Abbildung 12: Vorschlag der Klinischen Abteilung für Neonatologie (Univ.-Prof. Berndt Urllesberger) zum Vorgehen nach externer Geburt von extrem kleinen Frühgeborenen (2015) (6)

Die Telefonnummer für Leoben, je nach Notfallort als zweiter möglicher Ansprechpartner in der Steiermark, lautet **03842/401-3461**.

Teammanagement und Training

Einen zentralen Punkt in der prähospitalen Notfallmedizin stellen die sogenannten „human factors“ dar, die allgemein als wesentliche Fehlerquelle bei der Versorgung von Patienten/innen gelten. Es handelt sich dabei um körperliche, geistige und soziale Fähigkeiten oder Eigenschaften eines Menschen, welche dessen Leistungsfähigkeit und Verhalten in komplexen Systemen beeinflussen. Letztendlich spielt hierbei in der Medizin die Patientensicherheit und Fehlervermeidung die Hauptrolle (39). Das ist besonders in der Präklinik wichtig, da hier oftmals Personen in einer Ausnahmesituation zusammenarbeiten müssen, ohne die Fähigkeiten des jeweils anderen beziehungsweise Schwächen oder Stärken zu kennen. Wie bereits in der Einleitung erläutert, kommen solche

Konstellationen bis auf Ausnahmen, in welchen das gesamte Team gemeinsam Dienste versieht (NAW, Jumbo Graz, Notarzthubschrauber), besonders auch im steirischen Rettungswesen vor. Solche Situationen können einerseits durch regelmäßiges Training und Simulationen verbessert werden – auch in der einsatzfreien Zeit während des Dienstes – was eine Verbesserung in Bezug auf Fehlervermeidung, Kommunikation und Patientensicherheit bewirken kann (40), andererseits können Checklisten mögliche Fehlerquellen ausschalten und nachweislich die Mortalität und Morbidität senken (41). Eine Checkliste oder das Vorhandensein von Algorithmen ist außerdem hilfreich um im Einsatz Struktur zu bewahren und keinen notwendigen Schritt zu übersehen. Zusätzlich verbessert sich hierdurch offenbar auch die Kommunikation innerhalb des Teams (42). Daraus lässt sich eine moralische Pflicht für jeden Mediziner ableiten, an Simulations-basierten Trainings teilzunehmen, da es darum geht Patientensicherheit zu bewahren und nicht zu schaden (43).

Die Rolle des Teamleaders sollte klar definiert und erkennbar sein, das Team muss entsprechend instruiert werden (44). Im steirischen Rettungswesen wird diese Rolle meist durch den/die Notarzt/ärztin besetzt, weshalb insbesondere für diese Berufsgruppe regelmäßige Trainings sinnvoll wären.

Da aufgrund der Seltenheit von Reanimationssituationen im Kindesalter selbst Pädiater/innen wenig klinische Erfahrung in der Versorgung kritisch kranker Kinder haben, und im klinischen Alltag bestimmte Skills wie etwa die erweiterte Atemwegssicherung nur selten angewendet müssen, stellen Simulations-basierte Trainings eine Möglichkeit zum Erwerb dieser Fertigkeiten dar (45). Wenn bereits diese Berufsgruppe mit derartigen Notfällen wenig Erfahrung zeigt, so gilt das für (Not-)Ärzte/innen, die nicht regelmäßig mit Kindern arbeiten umso mehr. Für Pädiater/innen werden regelmäßige Simulationen von Neugeborenenreanimationen und -erstversorgungen unter möglichst realistischen Bedingungen mit Materialien, wie sie im Dienstbetrieb vorhanden sind, empfohlen. Wenn Simulationstraining und das Üben von human factors auch noch kombiniert werden, so ist der positive Effekt in Bezug auf Teammanagement und Kommunikation während einer Reanimationssituation noch deutlich größer (46). Weiters kann die Etablierung von Checklisten auf Notarzteinsatzmitteln gefördert werden um für alle Eventualitäten, zum Beispiel einer plötzlichen Geburt im Rettungsfahrzeug, bestmöglich gewappnet zu sein.

Auch das Equipment sollte entsprechend angepasst werden um die kleinsten pädiatrischen Notfallpatienten/innen überhaupt versorgen zu können. In der Steiermark bedeutet das vor allem die Umsetzung von Mindeststandards in Bezug auf das Equipment zur Versorgung Früh- und Reifgeborener. Eine Einschulung insbesondere auf selten verwendete Materialien und regelmäßiges Üben im Umgang mit dem Equipment ist notwendig.

Rettungsleitstellen

Notrufe sind für den Anrufer immer Ausnahmesituationen, was hinsichtlich der Informationsabfrage für den/die Rettungsleitstellendisponenten/in eine besondere Herausforderung darstellt. Es gilt möglichst genau in Erfahrung zu bringen, was die Einsatzkräfte vor Ort erwarten wird, einerseits um der disponierten Rettungsmannschaft frühzeitig Vorbereitungen zu ermöglichen (zum Beispiel Vorbereitungen betreffend Wärmemanagement oder Equipment – Ausführungen folgen), andererseits aber um während der Anfahrt ein Team-Briefing mit genauer Rollenzuteilung und mentaler Vorbereitung auf das zu erwartende Einsatzszenario durchführen zu können. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Anleiten von Erste Hilfe Maßnahmen und Wiederbelebungsversuche im Sinne einer Telefonreanimation um ein mögliches Delay⁷ zu minimieren (47).

Geburtsverzögerung und Geburtsmodus

Obwohl man in der Prälinik erstens nicht immer die Möglichkeit hat eine Geburt noch zu verzögern und zweitens der Geburtsmodus⁸ prinzipiell vorgegeben ist, soll dennoch die Frage geklärt werden, ob bei entsprechender Indikation eine Geburtsverzögerung in Form einer Tokolyse⁹ durchgeführt werden sollte oder ob

⁷ *Zeitdauer zwischen Einsetzen des Herzkreislaufstillstandes bis zum Beginn der Reanimationsmaßnahmen*

⁸ *Die Art der Entbindung: Vaginale Geburt oder Kaiserschnitt*

⁹ *Die medikamentöse Aufhebung der Wehentätigkeit während der Geburt (207)*

diese nachteilige Folgen für das Frühgeborene mit sich bringen könnte. Weiters hätte man nach komplikationslosem in-utero Transport in ein entsprechendes Zentrum dort die Möglichkeit das Ungeborene zu überwachen und den optimalen Geburtszeitpunkt und -modus zu wählen.

Publizierte Daten zeigen, dass die Durchführung einer Tokolyse alleine die Mortalität von extrem unreifen Frühgeborenen nicht senken kann. Auch über längere Zeiträume (z.B. über eine Woche) ist der Nutzen einer Tokolyse minimal. Über kurze Zeiträume (bis zu 48 Stunden) hingegen verbessert die Durchführung einer Tokolyse in Kombination mit einer antenatalen Gabe von Kortikosteroiden nachweislich das Outcome von Frühgeborenen. (48)

Außerdem kann man durch Anwendung von Tokolytika die Mortalität Frühgeborener dadurch senken, dass man ein Zeitfenster schafft, in welchem man den Neonaten in ein entsprechendes Zentrum überstellen kann, wo eine optimale Versorgung gegeben ist (49).

Generell soll die Tokolyse folgende Zwecke erfüllen: Es sollen uterine Kontraktionen medikamentös unterdrückt werden, um eine antenatale Gabe von Kortikosteroiden zu ermöglichen und ein Zeitfenster für bestimmte Interventionen wie eine Antibiotikagabe, zu öffnen. (50)

Aktuell kann zur Tokolyse entweder Nifedipin oder Atosiban als Mittel der Wahl angedacht werden (51). Präklinisch werden diese Medikamente jedoch vermutlich selten vorgehalten, sodass Betamimetika als Tokolytika bei drohender Frühgeburt verwendet werden können, wobei aufgrund der schwachen Evidenzlage kein spezieller Wirkstoff empfohlen werden kann (52). Das Problem bei der Gabe von Betamimetika ist außerdem, dass sie für diese Indikation häufig „off-label“¹⁰ verwendet werden müssen – so zum Beispiel der häufig auf Notfallmitteln mitgeführte Fenoterol-Spray (53). Terbutalin (Bricanyl®) hingegen ist in Österreich für diesen Zweck zugelassen.

Kortikosteroide sollen bei drohender Frühgeburt so schnell wie möglich appliziert werden (54), somit wäre prinzipiell auch eine präklinische Gabe vor allem bei weiten Transportstrecken zu erwägen. Eine klare Empfehlung zur präklinischen Applikation scheint es in der Literatur aber nicht zu geben. Prinzipiell kann die

¹⁰ *Die Therapie mit einem Medikament, das offiziell nicht für diesen Bestimmungszweck zugelassen ist, jedoch aufgrund des Wirkmechanismus oder der klinischen Erfahrung für eine bestimmte Indikation trotzdem eingesetzt wird.*

Rate schwerer Komplikationen durch Gabe von Kortikosteroiden effektiv reduziert werden und ist somit jeder schwangeren Frau, die der Gefahr einer Frühgeburt ausgesetzt ist, anzubieten (50).

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass für bestimmte Frühgeborene die Entbindung via Kaiserschnitt¹¹ nicht vorteilhaft ist, und sogar ein erhöhtes Risiko für respiratorische Komplikationen beim Neugeborenen bedeuten kann (55,56). Beim Neugeborenen erhöht sich dadurch offenbar auch die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und die Wahrscheinlichkeit eine intrazerebrale Blutung zu entwickeln (57). Bei bereits stattgefundenem Blasensprung ohne Wehentätigkeit und Infektionszeichen sollte eine abwartende Haltung in Bezug auf die Geburt eingenommen werden, wenn Ungeborene nicht allzu unreif sind (58). Bei Frühgeborenen unter der 28. Woche scheint wiederum der Kaiserschnitt mit einem besseren Outcome assoziiert zu sein (59).

Abnabelung

Die aktuellen Richtlinien des europäischen Reanimationsrates empfehlen bei Frühgeborenen eine verzögerte Abnabelung von mindestens einer Minute, sofern keine Reanimationsmaßnahmen gesetzt werden müssen. In solchen Situationen wird empfohlen die Abnabelung sofort durchführen. Dieser Empfehlung liegt die Überlegung zu Grunde, dass durch rasches Abnabeln eine Verzögerung von Reanimationsmaßnahmen vermieden werden soll. (23)

In den „European Consensus Guidelines on the management of RDS in preterm infants, Update 2016“ wird bei Frühgeborenen die Abnabelung ebenfalls erst nach bis zu 60 Sekunden empfohlen (25). Dadurch kann die Inzidenz von intraventrikulären Blutungen und das Risiko für die Entwicklung einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) vermindert und der Bedarf an Blutprodukten gesenkt werden (60,61). Die Position des Frühgeborenen sollte mindestens auf Höhenniveau der Mutter liegen, nach Möglichkeit auch tiefer, wobei der Einfluss der Gravitation auf das Ausmaß der plazentaren Transfusion noch unklar ist (61).

¹¹ *Die Entwicklung des Kindes durch eine chirurgische Öffnung des mütterlichen Abdomens (207)*

Eine Arbeit von Hooper et al. zeigt im Tiermodell, dass die Auswirkungen der Gravitation vermutlich gering sind und wenn dann nur transient auftreten. Die initiale Beatmung bzw. Spontanatmung spielt für die plazentare Transfusion offenbar eine weitaus größere Rolle. (62)

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die Nabelschnur erst nach der Durchführung initialer Beatmungen und nach Einsetzen der Spontanatmung durchtrennt wird. Mit zunehmender Lungenbelüftung und Etablierung einer funktionellen Residualkapazität wird nämlich die Durchblutung des Lungenkreislaufs gesteigert; Das hierfür benötigte Blutvolumen wird bei intakter Nabelschnur über plazentare Transfusion rekrutiert, wodurch die postnatale Adaptationsperiode blutdruckstabiler verläuft. (63)

Eine weitere Möglichkeit eine plazentare Transfusion zu fördern, stellt das sogenannte „Nabelschnur-Melken“ dar. Hierbei sollte die Nabelschnur mindestens viermal in Richtung des Kindes ausgestrichen werden um einen gleichwertigen Effekt zu erzielen wie 30 Sekunden verzögertes Abnabeln (64). Falls die Abnabelung schnell durchgeführt werden muss, wie zum Beispiel in einer Reanimationssituation, so empfiehlt sich gemäß den europäischen Konsensus-Richtlinien zur Behandlung eines RDS 2016 die Nabelschnur etwas länger abzuschneiden und dann die Nabelschnur zu melken (25).

Welche Technik erfolgsversprechender erscheint, entscheidet mitunter auch der Geburtsmodus: bei vaginaler Entbindung wurde zwischen diesen beiden Methoden bisher kein signifikanter Unterschied festgestellt. Bei der Geburt via Kaiserschnitt hingegen ist das Nabelschnur-Melken dem verzögerten Abnabeln möglicherweise vorzuziehen, weil dadurch eine größere plazentare Transfusion erreicht werden kann und konsekutiv auch höhere Hämoglobin- und Blutdruck-Werte gefunden wurden. (65)

Die Evidenz zum verzögerten Abnabeln bei sehr unreifen Frühgeborenen in Bezug auf das entwicklungsneurologische Langzeit-Outcome ist trotz aktueller Empfehlungen noch nicht ausreichend vorhanden (66).

Ebenfalls wenig Literatur findet man zu dem Ansatz beide Techniken bei Frühgeborenen zu kombinieren. Zumindest in Bezug auf den Hämatokrit scheint diese Idee jedoch keinen Einfluss zu haben (67).

Taktile Stimulation

Es existiert wenig Literatur, die einen Effekt der taktilen Stimulation in der postnatalen Adaptationszeit belegen würde, obwohl diese Maßnahme in internationalen Leitlinien empfohlen wird. Baik et al. zeigten einen Anstieg der Herzfrequenz und der Sauerstoffsättigung nach Durchführung einer taktilen Stimulation bei Frühgeborenen (68), welcher bei Reifgeborenen nicht nachgewiesen werden konnte (69). Aufgrund fehlender Evidenz können derzeit keine Empfehlungen bezüglich Häufigkeit, Lokalisation und Dauer von taktilen Stimulationen gegeben werden.

Monitoring

Die Herzfrequenz stellt den wichtigsten Parameter dar, wenn es um Therapieentscheidungen in der Erstversorgung geht, weshalb man diesen so schnell wie möglich evaluieren sollte. Dabei scheint das momentan beste Tool das EKG zu sein – es ist schnell und zuverlässig (70). Das Pulsoxymeter ist vergleichsweise langsamer und zeigt häufig in Bezug auf die Herzfrequenz in den ersten Lebensminuten falsch niedrige Werte an. Zukünftig könnte auch der Doppler-Ultraschall eine Rolle einnehmen, das muss jedoch erst durch weitere Studien belegt werden. (71)

Der Einsatz der Pulsoxymetrie wird von den aktuellen Reanimationsleitlinien für die Evaluierung der Sauerstoffsättigung in der postnatalen Adaptationszeit weiterhin empfohlen (23). Obwohl kürzlich von Phillipos et al. in einer Kohorte von Frühgeborenen mit extrem niedrigem Geburtsgewicht mit Atemunterstützung nach der Geburt den Verlauf der SpO₂ (Sauerstoffsättigung) beschrieben haben (72), bleiben die bei Notwendigkeit einer Beatmung anzustrebenden optimalen Zielsättigungswerte für diese Patienten/innen-Gruppe in der postnatalen Adaptationszeit unbekannt. Es werden daher meist die Referenzwerte von Reifgeborenen angewendet. Eine Arbeit von Dawson et al. hat jedoch gezeigt, dass bei Frühgeborenen, die bei der Erstversorgung keine Atemunterstützung

erhalten haben, die Sauerstoffsättigung vergleichsweise langsamer ansteigt als bei Reifgeborenen (73) (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Sauerstoffsättigungswerte nach der Geburt, Übersetzung der Literatur (44)

| Zeit nach der Geburt (Minuten) | Frühgeborene <37 SSW | Reifgeborene ≥37 SSW | p-Wert |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | Sauerstoffsättigung %, Median (IQR) | Sauerstoffsättigung %, Median (IQR) | |
| 1 min | 62 (47-72) | 68 (60-77) | <.001 |
| 2 min | 68 (58-78) | 76 (65-84) | <.001 |
| 3 min | 76 (67-83) | 81 (71-90) | <.001 |
| 4 min | 81 (72-88) | 88 (78-94) | <.001 |
| 5 min | 86 (80-92) | 92 (83-96) | <.001 |
| 6 min | 90 (81-95) | 94 (86-97) | <.001 |
| 7 min | 92 (85-95) | 95 (90-97) | <.001 |
| 8 min | 92 (87-96) | 96 (92-98) | <.001 |
| 9 min | 93 (87-96) | 97 (94-98) | <.001 |
| 10 min | 94 (91-97) | 97 (94-98) | <.001 |

SSW... Schwangerschaftswoche; IQR... interquartile range

Offenbar steigen die Werte auch in Abhängigkeit vom Geburtsmodus unterschiedlich schnell an, so brauchen Neonaten, die mittels Kaiserschnitt entbunden wurden, im Mittel länger um dieselben Sauerstoffsättigungswerte zu erreichen als vaginal geborene (74). Alle publizierten Referenzwerte basieren auf Neugeborene, die während der Erstversorgung eine unkomplizierte Transition erfahren und somit keine Atemunterstützung erhalten haben. Fast alle Frühgeborene mit extrem niedrigen Geburtsgewicht benötigen aber initial irgendeine Form der Atemunterstützung. Es bleibt völlig unklar, welche Sauerstoffsättigungswerte angestrebt werden sollten, wenn in dieser Patientengruppe eine Atemunterstützung erfolgt.

Pulsoxymetrie sollte beim Neugeborenen immer an der rechten Hand oder Arm erfolgen, um die prädunktale Sauerstoffsättigung abzubilden. Um möglichst schnell

einen Sauerstoffsättigungswert angezeigt zu bekommen, sollte man umgehend nach der Geburt den Sensor zunächst an der rechten oberen Extremität befestigen und erst dann das Kabel mit dem Gerät konnektieren (75). So lässt sich nachweislich die Zeit verkürzen, bis der erste Messwert am Monitor angezeigt wird.

Atemwegsmanagement, Sauerstoffgabe und Beatmung

Das Atemwegsmanagement und die initialen Beatmungsstrategien spielen bei Frühgeborenen eine tragende Rolle, da die Entscheidung über die Durchführung weitreichende Konsequenzen für das unreife Neugeborene haben kann. Die Folgen eines unzureichenden Atemwegsmanagements führen in ihren Extremen einerseits zu Asphyxie und hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie (76) und andererseits bei inadäquater Therapie zu Lungenschäden wie Pneumothorax oder bronchopulmonaler Dysplasie und erhöhen somit Mortalität und Morbidität (77,78).

Absaugen

Das Absaugen von Nase, Mund und Rachen bei Reifgeborenen kann Nebenwirkungen wie Bradykardien, Weichteilverletzungen, Apnoen, Oxygenierungsstörungen und eine Verminderung der zerebralen Blutflussgeschwindigkeit verursachen. Daher wird das routinemäßige Absaugen nicht empfohlen, sondern nur für jene Neugeborene, bei welchen eine Atemwegsverlegung vermutet wird. (79,80)

Für Frühgeborene sind zu diesem Thema nur wenige Informationen verfügbar. Sollte nun ein durch Fruchtwasser, Blut oder Käseschmiere (Vernix caseosa) verlegter Atemweg abgesaugt werden, scheint das Absaugen für Neonaten ab der 35. Lebenswoche offenbar einen vergleichbaren Effekt wie das Auswischen von Nase und Mund zu haben (81).

Für das Vorgehen bei Verdacht auf Mekoniumaspiration gelten gesonderte Empfehlungen: Mekonium bzw. missfärbiges Fruchtwasser soll nicht routinemäßig sofort abgesaugt werden, sobald der Kopf entwickelt ist, da dies offenbar keine Verbesserung des Outcomes bewirkt. Missfärbiges Fruchtwasser stellt einen

häufigen Befund dar und führt oftmals zu keinen Problemen. Dickflüssiges, mekoniumhaltiges Fruchtwasser hingegen kann schwere Komplikationen verursachen. Nur bei reaktionslosen Neugeborenen, die also nicht in der Lage sind das Fruchtwasser oder Mekonium selbst abzuhusten, soll das Einstellen des Oropharynx mit gegebenenfalls erforderlicher Absaugung durchgeführt werden. (23) Insgesamt kommt es bei extremen Frühgeburten deutlich seltener zu einem Mekonium-Aspirationssyndrom als bei Reifgeborenen (82).

Initiale Beatmung

Wenn nach initialer taktiler Stimulation keine Atembemühungen des Neugeborenen festgestellt werden oder die Herzfrequenz niedrig bleibt (83), muss unverzüglich mit Beatmungen begonnen werden.

Die aktuellen europäischen Reanimationsrichtlinien empfehlen die Durchführung von 5 initialen Beatmungen mit einer Inspirationsdauer von 2-3 Sekunden (23). Es wird in der Literatur diskutiert den Druck der initialen Beatmungen für bis zu 5 Sekunden zu halten um den Aufbau der funktionellen Residualkapazität zu fördern (84).

Diskutiert werden aber auch pulmonale Blähmanöver mit einer Dauer von mehr als 5 Sekunden (sog. sustained lung inflations, SLI)), welche in Kombination mit der Anwendung eines PEEP die funktionelle Residualkapazität verbessern können (85,86). In der Literatur wird die Durchführung pulmonaler Blähmanöver mit einer Dauer bis zu 30 Sekunden diskutiert. Diesbezüglich fehlen weitere Studien, besonders in Bezug auf die Länge und Anzahl der Beatmungen. Eine Arbeit von Klingenberg et al. hat im Tiermodell beispielsweise gezeigt, dass ein 30 Sekunden langer Atemhub, gefolgt von normalen Beatmungen (je 0,5 Sekunden) effektiver war als fünf 3 Sekunden andauernde Beatmungen (87). Pulmonale Blähmanöver werden aufgrund der momentanen Studienlage jedoch nicht als Routinemaßnahme in den aktuellen Leitlinien empfohlen (23).

Pulmonale Blähmanöver sollen in Kombination mit der Anwendung eines PEEP positive Effekte auf die Lungenentfaltung haben. Im Tiermodell konnte belegt werden, dass durch SLI bei intubierten Kaninchen direkt nach der Geburt die Belüftung der Lunge optimiert und die funktionelle Residualkapazität schneller etabliert werden konnte. Offenbar zeigt sich bei manchen Autoren eine Reduktion

der Notwendigkeit von mechanischen Beatmungen und/oder der Inzidenz einer bronchopulmonalen Dysplasie bei Frühgeborenen, wenn SLI durchgeführt wurden (86,88). Das Thema wird aber weiterhin kontrovers diskutiert; zwei publizierte Metaanalysen konnten bislang keinen positiven Effekt von pulmonalen Blähmanövern nachweisen (89,90). Die meisten Arbeiten fokussieren sich auf das respiratorische Outcome, diesbezüglich sind die Studienergebnisse teilweise widersprüchlich, und eine Interpretation der Studienlage lässt derzeit keinen sicheren Schluss zu. Schwabergger et al. jedoch haben die Auswirkungen von SLI auf das Gehirn untersucht und konnten zeigen, dass bei Patienten/innen mit SLI das Verhalten des zerebralen Blutvolumens unmittelbar nach der Geburt im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit leitlinienkonformer initialer Beatmung unterschiedlich war. Während das zerebrale Blutvolumen bei Patienten/innen mit SLI in den ersten 15 Lebensminuten unverändert blieb, fiel es in der Kontrollgruppe signifikant ab. (91)

Eine kardiovaskuläre Beeinträchtigung durch den erhöhten intrathorakalen Druck konnte im Tiermodell jedoch nicht nachgewiesen werden, obwohl die Länge der Beatmungshübe weit über der von Guidelines empfohlenen lag (92).

Atemwegsmanagement

Bei der Erstversorgung Frühgeborener wird häufig die initiale Atemunterstützung über eine Gesichtsmaske appliziert. In einer Studie von Schmörlzer et al. wurde bei der Masken-Beatmung von Frühgeborenen gezeigt, dass das gemessene Maskenleck stark variabel und mitunter sehr hoch ist (median 29%, IQR 16-63%) und nur von 5% der behandelnden Ärzte/Ärztinnen richtig eingeschätzt wird. Außerdem wurde gezeigt, dass dabei hohe Tidalvolumina auftreten können (median 8,7 ml/kg, IQR 5,3–11,3 ml/kg), welche aber von 70% der durchführenden Ärzte/Ärztinnen unterschätzt werden. Schlimmstenfalls kann dies zu einer insuffizienten Beatmung (Hypoventilation mit Gefahr von Hypoxie, Atelektotrauma) oder Lungenschäden (Volutrauma, Barotrauma) führen, welche fatale Folgen für das Frühgeborene nach sich ziehen können. Somit ist es ohne adäquates Beatmungsmonitoring für den/die Behandelnden/e nicht verifizierbar,

ob das Neugeborene nun suffizient beatmet wird oder nicht. (93) Offensichtlich tritt diese Problematik unabhängig von den verwendeten Devices auf (94).

Der Guedeltubus hat beim Atemwegsmanagement des Erwachsenen einen hohen Stellenwert und wird eingesetzt, wenn es bei der Beutel-Maskenbeatmung Probleme durch obere Atemwegsobstruktionen gibt; bei Frühgeborenen fehlen jedoch Daten um dessen Effektivität zu belegen (95). Es wird diskutiert, dass durch den Einsatz eines Guedeltubus die Beutel-Maskenbeatmung potentiell verbessert wird, wenn dieser in entsprechender Größe vorhanden ist, jedoch zeigt eine rezente Studie sogar eine Zunahme der oberen Atemwegsobstruktion unter Verwendung eines Guedeltubus (96,97).

Die Larynxmaske ist eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA) und stellt in der Neonatologie eine weitere Option der Atemwegssicherung dar, die im Falle einer insuffizienten Maskenbeatmung und/oder Unmöglichkeit einer endotrachealen Intubation eingesetzt werden kann (23). Aktuelle Studien zeigen, dass das Einführen von Larynxmasken effektiver eine endotracheale Intubation verhindern kann als die Beutel-Masken-Beatmung und nebenbei auch noch leichter durchführbar ist (98). In den aktuellen ERC Richtlinien wird der Einsatz von Larynxmasken erst bei Neugeborenen >2000 Gramm Geburtsgewicht bzw. ab einem Gestationsalter ≥ 34 Schwangerschaftswochen empfohlen (23). Bei extremen Frühgeborenen gibt es bisher wenige Daten, welche die erfolgreiche Verwendung in dieser Patientengruppe belegen können. Vereinzelt zeigen aber erfolgversprechende Anwendungen, so kann möglicherweise sogar Surfactant sicher über eine Larynxmaske verabreicht werden (95). Im Unterschied dazu wird der Larynxtubus aufgrund der aktuellen Datenlage nicht als SGA für Kinder empfohlen (99,100).

Haubner et al. zeigen, dass es grundsätzlich schwierig ist Neugeborene endotracheal zu intubieren und selbst geübte nicht immer erfolgreich darin sind (101). Endotracheale Intubationsversuche scheinen bei Frühgeborenen die Mortalität auch dadurch zu erhöhen, da die Wahrscheinlichkeit einer intraventrikulären Blutung mit der Zahl an Intubationsversuchen ansteigt (102). Wenn man sich für diese Art der Atemwegssicherung entscheidet, so spielt die Größenwahl der Endotrachealtuben eine wichtige Rolle. Die europäischen Reanimationsrichtlinien haben im Jahr 2010 in ihren Empfehlungen praktische Formeln angeführt, mit denen die Größenwahl erleichtert werden soll (siehe

Tabelle 7). Außerdem kann der endotracheale Tubus vor entsprechender Platzierung bei Frühgeborenen gekürzt werden um den Totraum¹² möglichst klein zu halten (103).

Tabelle 7: Generelle Empfehlungen für die Größe geblockter und ungeblockter Endotrachealtuben bei Kindern (innerer Durchmesser in Millimetern (75))

| | Ungeblockt | Geblockt |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Frühgeborenes | Gestationsalter in Wochen/10 | Nicht verwendet |
| Reife Neugeborene | 3,5 | In der Regel nicht verwendet |
| Säuglinge | 3,5-4,0 | 3,0-3,5 |
| Kinder 1 bis 2 Jahre | 4,0-4,5 | 3,5-4,0 |
| Kinder > 2 Jahre | Alter/4+4 | Alter/4+3,5 |

Auch die Einführtiefe ist bei der endotrachealen Intubation von Wichtigkeit und kann folgendermaßen berechnet werden (104):

- Oral: 6 cm + kgKG (in cm, ab der Unterlippe)
- Nasal: 7 cm + kgKG (in cm)

Präklinisch sollte man sich hauptsächlich auf die Basics des Atemwegsmanagements besinnen, da das meistens auch am effektivsten ist (105). Wie eingangs erwähnt, scheint die Annahme, dass es im prähospitalen Setting vermutlich noch schwieriger ist eine endotracheale Intubation bei Frühgeborenen durchzuführen, eine logische Schlussfolgerung daraus zu sein.

Eine weitere Möglichkeit bei Frühgeborenen Beatmungen durchzuführen, ist die nasopharyngeale Beatmung über einen „Rachentubus“, bei welcher ein Tubus über die Nase in den Pharynx geschoben wird, und der Mund sowie das zweite Nasenloch für die Beatmung aktiv geschlossen gehalten werden muss (99). Die Literatur zu diesem Thema ist kontrovers – einerseits scheint die Methode im Kurzzeitoutcome vergleichbar mit der Beutel-Masken-Beatmung zu sein (106),

¹² *Totraum: Jener Teil des respiratorischen Systems, welcher nicht am Gasaustausch teilnimmt (206)*

andererseits wird berichtet, dass der Nasaltubus verglichen mit der Maske zu einer größeren Leckage, vermehrter Obstruktion und inadäquaten Tidalvolumina führen kann (107). Dennoch ist die nasopharyngeale Beatmung eine Methode, die bei der Frühgeborenen-Versorgung in Erwägung gezogen werden kann, wenn die Beatmung über eine Gesichtsmaske nicht suffizient möglich ist.

Man sollte beim Atemwegsmanagement eskalierend vorgehen und bei insuffizienter Beutel-Masken Beatmung zunächst einen Rachtubus versuchen, und dann bei Notwendigkeit einer längerfristigen Atemwegsunterstützung als nächsten Schritt eine SGA anwenden. Je nach Expertise kann eine endotracheale Intubation erwogen werden bzw. stellt diese die ultima ratio für den/die Unerfahrenen/e dar, im Falle dass alle anderen Optionen zur Atemwegsunterstützung frustan verlaufen.

Nicht-invasive Beatmungsformen

In den aktuellen ERC Leitlinien wird für ein spontan atmendes Frühgeborenes mit Zeichen einer Atemnot zunächst eine Atemunterstützung mittels CPAP empfohlen und darauf hingewiesen, dass diese Atemunterstützung primär einen höheren Stellenwert als eine Intubation hat (23). Insgesamt zeigt die Literatur zunehmend einen Trend zu nicht-invasive Beatmungsformen für die Erstversorgung von Frühgeborenen; nun soll erörtert werden welche Vor- und Nachteile dies mit sich bringt:

Eine Arbeit von Aly et al. hat gezeigt, dass die Rate an Therapieversagern bei der nicht-invasiven Beatmungsform ENCPAP (early nasal continuous positive airway pressure) umgekehrt proportional zum Gestationsalter ist. Neugeborene mit niedrigem Gestationsalter mussten in dieser Publikation infolge fehlenden Ansprechens auf ENCPAP Therapie öfter intubiert werden. Als Ursache hierfür wurden das unreife Atemzentrum und eine insuffiziente Spontanatmung sowie ein rascheres Erschöpfen der Atemmuskulatur diskutiert. Als weiteres Argument wird erwähnt, dass extrem unreife Frühgeborene durch die anatomischen Verhältnisse (enge Nasenlöcher) den vom CPAP angewandten Druck weniger gut in die unteren Atemwegspassagen fortleiten könnten. (108)

Nichtsdestoweniger ist der Anteil der Frühgeborenen, die eine invasive Beatmung benötigen, in der gegenwärtigen Zeit verhältnismäßig gering und sinkt mit

zunehmenden Geburtsgewicht (83). Hingegen steigt die Wahrscheinlichkeit der Notwendigkeit einer mechanischen Beatmung mit sinkendem Gestationsalter (109).

Für die Durchführung einer ENCPAP Therapie ist eine vorhandene Spontanatmung unbedingt erforderlich. Generell atmen nach der Geburt auch die meisten der extrem Frühgeborenen, O'Donnell et al. berichten von 80% (110).

Offenbar scheint die ENCPAP-Therapie bei sehr unreifen Neugeborenen in der Erstversorgung durchführbar zu sein und senkt die Intubationsrate und damit einhergehende Komplikationen. Die ENCPAP Strategie scheint auch bei sehr kleine Frühgeborenen ohne höhere Mortalität oder BPD-Inzidenz einherzugehen, obwohl eine höhere Rate an Pneumothoraces gefunden wurde. (78)

Eine strikte Intubationsstrategie für extreme Frühgeburten ist einer initialen CPAP-Therapie offenbar unterlegen (111–113). Auch alternative Atemunterstützungsmethoden wie zum Beispiel die nasale high-flow Therapie (HFNC, High flow nasal cannula) sind für die primäre Versorgung nicht so effektiv wie ENCPAP (114).

Da für die Beatmung von Frühgeborenen in der Pränatal in der Regel nur Beatmungsbeutel verfügbar sind, gilt selbst wenn diese ein sogenanntes „PEEP-Ventil“ besitzen, dass eine Atemunterstützung mittels CPAP nicht adäquat umsetzbar ist (115).

Sauerstoff

Das Thema der initialen Sauerstoffgabe bei Frühgeborenen direkt nach der Geburt wird heftig diskutiert und ist derzeit noch nicht endgültig geklärt. Man weiß, dass diese Patienten/innen-Gruppe bei den Erstversorgungsmaßnahmen im Gegensatz zu Reifgeborenen (116) vermutlich aufgrund der pulmonalen Unreife häufiger Sauerstoff benötigt um eine adäquate Sauerstoffsättigung zu erreichen (83,117). Wie hoch die inspiratorische Sauerstofffraktion initial gewählt werden soll, und wie sie in weiterer Folge titriert werden kann, dazu gibt es verschiedene Ansätze in der Literatur. Eine Möglichkeit sei es die Sauerstoffkonzentration von initial 100% hinunter zu titrieren (118). Eine andere Arbeit hat gezeigt, dass kurzfristige Auswirkungen in Bezug auf das Risiko für eine bronchopulmonale

Dysplasie (BPD) oder einer Erhöhung der Biomarker für oxidativen Stress bei einer O₂-Konzentration von initial 30% und von 65% gleich waren (119). Andererseits konnte jedoch eine Verminderung der Mortalität bei Frühgeborenen gezeigt werden, wenn man die initiale Sauerstoffkonzentration niedriger wählt (zwischen 21-30%). Dieser Wert wird auch von den aktuellen Guidelines empfohlen (23,120).

Wenn nun präklinisch ein Frühgeborenes nach der Geburt beatmet werden muss, sollte man in der Lage sein die Sauerstoffkonzentration titrieren zu können. Martensen et al. haben zeigen können, dass bei einer Beutel-Masken-Beatmung in der Pränatalik zwar eine stufenlose Erhöhung der Sauerstoffkonzentration häufig nicht möglich ist, jedoch durch verschiedene Maßnahmen – wie Entfernung des Reservoirs (siehe Tabelle 8) oder über die Steuerung des O₂-Flows – Möglichkeiten zur Sauerstofftitration gegeben sind (121). Sugiura et al. haben mit mehreren verschiedenen Beatmungsbeutelmodellen zeigen können, dass die verabreichte Sauerstoffkonzentration nicht von der Lungencompliance abhängt und somit tatsächlich von extern beeinflusst werden kann (122).

Tabelle 8: Sauerstofftitration mit Ambu Mark IV Baby mit und ohne Reservoirschlauch (93)

| Flow | Mit Reservoir | Ohne Reservoir |
|----------|---------------|----------------|
| 0 l/min | 21% | 21% |
| 1 l/min | 97% | 63% |
| 2 l/min | 99% | 65% |
| 3 l/min | 100% | 69% |
| 5 l/min | 100% | 74% |
| 10 l/min | 100% | 83% |
| 15 l/min | 100% | 90% |

Surfactantgabe

Die Applikation von Surfactant¹³ ist seit der Einführung in den 1980er Jahren Goldstandard in der Behandlung des RDS bei Frühgeborenen und geht auch mit einem verbesserten Outcome einher (123,124).

Eine prophylaktische Surfactantgabe an ausnahmslos alle Frühgeborene, also auch an jene ohne Atemnotsymptomatik, zeigt jedoch im Vergleich mit einer frühen CPAP-Therapie und anschließenden Surfactanttherapie keine Vorteile (125,126). Vielmehr erscheint es sinnvoll Frühgeborene mittels CPAP zu unterstützen und erst bei Symptomen eines RDS eine Surfactantapplikation zu initiieren; diese sollte dann jedoch umgehend erfolgen (127).

Für die Surfactantgabe soll laut aktuellen Empfehlungen die sogenannte INSURE¹⁴-Methode angewandt werden (25). Ziel dieses Verfahrens ist es den bei Frühgeborenen mit RDS vorliegenden Surfactantmangel zu beheben und damit die Dauer einer mechanischen Beatmung möglichst kurz zu halten oder zur Gänze zu vermeiden, sowie die Lungenbelüftung zu fördern, Atelektasenbildung zu verhindern und eine normal große FRC¹⁵ zu etablieren. Jedoch gelingt dieses Manöver nicht immer; Prädiktoren für ein Versagen sind unter anderem ein niedriges Geburtsgewicht (128). Um dieses Problem zu beseitigen werden neue Wege der Applikation besprochen, wie zum Beispiel das „IN-REC-SUR-E“-Manöver, bei dem die Schritte Intubation, Rekrutierung, Surfactantgabe und Extubation verfolgt werden – die Ergebnisse dieser Studie sind zum Zeitpunkt der Vollendung dieser Arbeit leider noch ausständig, klingen jedoch vielversprechend (129). Eine weitere Möglichkeit der endotrachealen Applikation von Surfactant stellt die „MIST“ (minimally invasive surfactant therapy) dar. Hierfür muss das Neugeborene nicht klassisch intubiert werden, sondern es erfolgt die Surfactantgabe über eine in die Luftröhre eingebrachte Magensonde. Nach einer

¹³ Eine von Pneumozyten Typ II in der Lunge produzierte und auf die Oberfläche des alveolären Epithels sezernierte Substanz, bestehend aus Phospholipiden und Proteinen mit der Hauptaufgabe die Oberflächenspannung in den Alveolen herabzusetzen (208)

¹⁴ Eine Methode Surfactant zu applizieren (125)

¹⁵ Das Volumen, welches am Ende einer normalen Expiration in den Lungen verbleibt (206)

Arbeit von Aguar et al. ist diese Art der Anwendung auch für Frühgeborene geeignet und mindestens gleich gut wie die INSURE-Methode (130). Das Ziel ist es wie auch von anderen Methoden, zum Beispiel der „less invasive surfactant administration (LISA)“ Surfactant unter Spontanatmung zu applizieren und dabei so nicht-invasiv wie möglich zu sein.

Das optimale Timing für diese Therapie bleibt vorerst unklar (125), im präklinischen Notarzdienst scheint die Surfactantgabe nicht weit verbreitet zu sein – vielmehr ist davon auszugehen, dass es bei einer potentiellen Durchführung zu vermehrten Komplikationen aufgrund der Unerfahrenheit der Notfallmediziner/innen auf diesem Gebiet käme, wie bereits in der Einleitung erläutert worden ist.

Temperaturmanagement

In Bezug auf Wärmeverluste weist das Frühgeborene im Vergleich zu Reifgeborenen ungünstige Eigenschaften auf: ein größeres Verhältnis von Körperoberfläche zu -gewicht, eine unreife Haut mit dünner Subkutis, eine schlecht ausgebildete metabolische Reaktion auf thermischen Stress und eine verminderte Regulationsfähigkeit der Hautdurchblutung. Aufgrund dieser Eigenschaften ist das Risiko von Hypothermie in dieser Patienten/innen-Gruppe besonders hoch (131,132). Die Mortalität steigt bei Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht um 28% pro Temperaturverlust um 1 Grad Celsius (133). Präklinisch Geborene weisen laut Wyckoff et al. niedrigere Körpertemperaturen auf als innerklinisch geborene Neonaten (105). Bereits eine moderate Hypothermie (32.0 bis 35.9 °C) (134) geht mit einer erhöhten Mortalität einher (135).

Die einfachste und gleichzeitig sehr effektive Methode dies zu verhindern, ist es das Neugeborene mit einer Plastikfolie zu umhüllen (136,137). Manche Autoren/innen zeigen keinen wesentlichen Unterschied, ob der Kopf mitumhüllt wird oder ausgespart wird (137). Andere Arbeiten wiederum berichten von Vorteilen, wenn der Kopf mit Polyethylen abgedeckt wird (138), was nachvollziehbar erscheint, da der Kopf bei Frühgeborenen verhältnismäßig eine

große Oberfläche aufweist. Das innerklinisch geborene Frühgeborene sollte so schnell wie möglich in einer Plastikfolie oder -tüte platziert werden, ohne es zuvor abzutrocknen (139). Dabei darf jedoch nicht vergessen werden dem Neugeborenen eine externe Hitzequelle zukommen zu lassen, die aktuellen europäischen Richtlinien zum Management von RDS bei Frühgeborenen unterstreichen die Notwendigkeit den Plastikwrap mit einem Hitzestrahler zu kombinieren (25). Anders stellt es sich bei präklinisch geborenen Neugeborenen in Abwesenheit einer externen Wärmequelle dar. Hier spricht sich die ERC 2015 dafür aus, dass man in einer ressourcen-armen Umgebung wie der Pränatal-Prälinik Frühgeborene <32 SSW zunächst abtrocknen sollte, bevor man sie schnellstmöglich in eine Plastiktüte steckt (23,140). In der verfügbaren Literatur wird nicht zwischen Plastiktüten und Plastikfolien unterschieden, es sind jedoch beide Varianten zielführend (141). Zusätzlich stellt diese Methode eine sehr kosteneffektive Möglichkeit dar und ist nebenbei auch leicht erhältlich (140,141). Zusätzlich zeigt es sich vorteilhaft, wenn bei Notwendigkeit einer Atemunterstützung die zugeführten Atemgase befeuchtet und erwärmt werden (142).

Gefäßzugang

Bei der Stabilisierung von Neugeborenen ist die Applikation von Medikamenten selten indiziert. Wenn welche gegeben werden müssen, dann sollte laut den aktuellen ERC Richtlinien bevorzugterweise ein zentral positionierter Nabelvenenkatheter verwendet werden. (23) Ein Nachteil ist allerdings, dass man präklinisch eine korrekte Lage des Nabelvenenkatheters im Ductus venosus oder der inferioren Hohlvene nicht überprüfen kann. Insbesondere bei Fehllage kann dieser Zugang zu Komplikationen führen; so sind Leberhämatome bis hin zu Leberperforationen mit entsprechenden Folgen möglich. Selbst bei richtiger Lage kann der Katheter leicht dislozieren, was selbst innerklinisch häufig nicht erkannt wird. (143) Insgesamt erscheint der Versuch einer zentralen Positionierung eines Nabelvenenkatheters in der Pränatal-Prälinik ein gewisses Risiko zu beherbergen und es

sollte wohl eine Lage nur wenige Zentimeter unterhalb der Bauchdecke angestrebt werden.

Präklinisch wird das Einführen eines Nabelvenenkatheters jedoch nur selten durchgeführt, so dass Notärzte/ärztinnen meist wenig Erfahrung in dieser Maßnahme haben. Außerdem ist der intraossäre Zugangsweg deutlich schneller zu etablieren als ein Nabelvenenkatheter (144). Intraossäre Zugänge sind seit geraumer Zeit bei Kindern etabliert und wurden auch bei extrem Frühgeborenen erfolgreich eingesetzt (145,146). Hinsichtlich der Zirkulationszeit von Medikamenten, der Bioäquivalenz und der Effektivität ist bekannt, dass es keine Unterschiede im Vergleich mit zentralvenösen Zugängen gibt, speziell bei der Gabe von Notfallmedikamenten (147). Die Komplikationsrate von intraossären Zugängen ist eher als gering zu bewerten und im Vergleich zum Nutzen zu vernachlässigen (148). Eine Autoren/innen-Gruppe bezeichnet den Intraossärzugang bei der Reanimation von Neugeborenen sogar als Zugangsart erster Wahl (120), jedoch wird nicht explizit auf Frühgeborene eingegangen. Bezüglich der Erfolgsrate beim Legen eines intraossären Zugangs berichten Glaeser et al. 78% Erfolg bei Kindern unter einem Jahr, wobei diese Untersuchung nicht bei Ärzten/innen sondern Paramedics durchgeführt wurde (149). In der Steiermark wird der Arrow EZ-IO (Teleflex, Morrisville, USA) häufig verwendet um diesen Zugang zu etablieren. Dabei gibt der Hersteller jedoch für die kleinste Nadel die Verwendung erst ab drei Kilogramm Körpergewicht frei (150). In einer Arbeit wurde der intraossäre Zugang bei Früh- und Neugeborenen getestet, wobei das durchschnittliche Gewicht 1780 g betrug, bei einem Minimalgewicht von 515 g. Zwar wurde dieser Versuch nicht mit einem Knochenbohrer, sondern mit einer Nadel durchgeführt, jedoch waren alle Versuche auf Anhieb erfolgreich (146).

Eine andere Möglichkeit stellt der peripher venöse Zugang selbst dar, der natürlich auch bei Frühgeborenen angewendet werden kann. Es konnte gezeigt werden, dass es Geübten bei der Erstversorgung Frühgeborener häufig auf Anhieb gelingt einen Venenzugang zu etablieren (151). Man sollte sich für das präklinische Setting jedoch fragen, wie geübt der/die durchschnittliche Notarzt/ärztin in dieser Maßnahme ist. Falls man sich für einen peripher venösen Zugang entscheidet, kann es hilfreich sein mithilfe von Transillumination Venen zu identifizieren (152). Dabei kann im Notfall eine Taschenlampe verwendet werden.

Es ist jedoch explizit darauf zu achten, dass kein direkter Kontakt mit der Hand und der Taschenlampe besteht, da Verbrennungsgefahr herrscht.

Alle Zugänge sollen gespült bevor sie angeschlossen werden um Lufteinschlüsse zu vermeiden.

Medikamentengabe

Reanimation

Die intravasale Adrenalingabe wird laut den aktuellen europäischen Reanimationsrichtlinien empfohlen, wenn Beatmung und Herzdruckmassage nicht in der Lage sind die Herzfrequenz über 60 Schläge pro Minute anzuheben, obwohl keine Evidenz verfügbar ist, welche das empfohlene Vorgehen unterstützen würde (23). Studien zur Adrenalingabe während der Frühgeborenenreanimation fehlen (153). Nach einer Arbeit von Handley et al. ist das Outcome Frühgeborener nach innerklinischer Reanimation mit Adrenalingabe jedoch schlechter als ohne (154). Dies wird auch von anderen Studien bestätigt, die sich mit der Adrenalingabe im Wiederbelebungsszenario beschäftigt haben (155,156).

Die aktuellen Reanimationsrichtlinien empfehlen für die erste Adrenalinapplikation in der Reanimationssituation eine intravenöse Dosis von 10 µg/kg Körpergewicht. Falls weitere Gaben erforderlich wären sollen anschließend 10-30 µg/kg verabreicht werden. (23)

Schmerzen und Sedierung

Auch Frühgeborene können Schmerzen empfinden, indessen können ärztliche Maßnahmen wie beispielsweise die Laryngoskopie sogar Schmerzen verursachen. Die aktuellen europäischen Richtlinien zum Management des RDS empfehlen jedoch keine routinemäßige Anwendung von Morphinen bei Frühgeborenen, da die Gefahr der Überdosierung gegeben ist, welche zur Notwendigkeit von mechanischer Beatmung führen kann (25) – eine Situation, die es zu verhindern gilt, besonders wenn nur minimal-invasive Maßnahmen angestrebt werden wie bei der MIST (157). Andererseits weiß man bis heute nicht

wie sich Morphingaben auf das sich entwickelnde Gehirn auswirken, weshalb man den Einsatz dieser Substanzen mit klinischem Urteilsvermögen und Erfahrung abwägen sollte (158). Des Weiteren kann die Morphintherapie bei Frühgeborenen mit Nebenwirkungen verbunden sein wie Hypotension und verlängerte Beatmungsdauer, die es zu bedenken gilt (159).

Eine andere Methode bei Neugeborenen Schmerzen zu mindern, ist die orale Gabe von hochprozentigen Glukoselösungen (160), was präklinisch den Vorteil hat, dass diese auf vermutlich jedem Notarztmittel verfügbar sind. Zusätzlich sind keine wesentlichen Nebenwirkungen damit verbunden.

Glukose

Nachdem die Nabelschnur abgetrennt wird, sinkt bei Neugeborenen der Glukosespiegel ab um nach wenigen Stunden wieder anzusteigen. Es ist aber unklar, welche Referenzwerte für die Diagnose einer Hypoglykämie herangezogen werden sollen. (161)

Bei den meisten gesunden Reifgeborenen zeigt sich postnatal ein stabiler Blutzuckerverlauf im sicheren Bereich, Frühgeborene jedoch sind besonders gefährdet infolge eines instabilen Glukosemetabolismus Hypoglykämieepisoden zu erleiden. Um Hypoglykämien bei dieser Patientengruppe effektiv zu verhindern, muss Glukose zugeführt werden. (162)

Die Hypoglykämie wirkt sich negativ auf die neuronale Entwicklung und die Reifung aus, sodass schwere Beeinträchtigungen die Folge sein können (163). Durch die Gabe von Glukose kann es aber auch zu Hyperglykämien kommen. Dieses Problem kommt häufig vor und geht bei extrem unreifen Frühgeborenen ebenfalls mit einem schlechten Outcome einher, da es zu einer erhöhten Mortalität durch die erhöhte Inzidenz von intraventrikulären Blutungen kommt (164). Die Datenlage hierzu ist lückenhaft, jedoch sollte man das Auftreten von Zuckerstoffwechsellstörungen im hohen und niedrigen Bereich bestmöglich verhindern.

Leider scheint es keine einheitliche Richtlinie zum Management bei neonataler Hypoglykämie zu geben. Rozance et al. haben versucht Empfehlungen diesbezüglich abzugeben und sagen in ihrer Arbeit, dass zunächst buccal verabreichtes Dextrose-Gel (200 mg/kg) versucht werden soll. Falls eine

intravenöse Therapie nötig ist, so soll eine Dextrose-Infusion gestartet werden. Bolusgaben scheinen keinen Vorteil zu bringen. Eine Dosierungsempfehlung hierfür wird in dieser Arbeit leider nicht erwähnt. (165)

Die nordamerikanische pädiatrisch-endokrinologische Gesellschaft empfiehlt für die Evaluierung und das Management von persistierender Hypoglykämie bei Hoch-Risiko Neugeborenen – in welche Gruppe auch Frühgeborene fallen – eine Plasma-Glukose Konzentration von 50 mg/dL (2.8 mmol/L) nicht zu unterschreiten (166).

Koffein

Methylxanthine wie Koffein oder Theophyllin sind in der Behandlung von Frühgeborenen eine etablierte Therapie um durch Steigerung des Atemantriebs die Frequenz von Apnoen und die Notwendigkeit einer mechanischen Beatmung zu vermindern (167). Dabei scheint eine frühzeitige Gabe die Inzidenz einer bronchopulmonalen Dysplasie senken zu können (168). Ein genauer Zeitpunkt für die erste Applikation wird in den aktuellen RDS Guidelines nicht empfohlen, jedoch gibt es Literatur, die über eine Anwendung bereits innerhalb der ersten 15 Lebensminuten berichtet (91). Bezüglich der Dosierung von Koffeincitrat sagen die RDS-Guidelines 20 mg/kg als Ladungsdosis und anschließend 5-10 mg/kg Tageserhaltungsdosis (25). Die Standard-Dosierung für Theophyllin ist eine orale Ladungsdosis von 5-6 mg/kg und eine Erhaltungsdosis von 1-3 mg/kg/12 h (169).

Volumenmanagement

Die Gabe von Flüssigkeitsinfusionen ist bei arterieller Hypotonie gängig und meist first-line Therapie (170). Ziel ist es dadurch eine mögliche Hypovolämie zu beheben und damit den Blutdruck in einen Zielbereich zu bringen. Es wurden zwar Referenzwerte für den Blutdruck von Frühgeborenen in der Adaptationszeit publiziert (siehe Tabelle 9), jedoch bleibt weiterhin unklar welche Blutdruckziele in dieser Lebensphase angestrebt werden sollten, und inwieweit die Gabe von Flüssigkeiten das probate Mittel ist, um diese Ziele zu erreichen.

Bei Frühgeborenen, speziell mit niedrigem Geburtsgewicht, scheint Hypotonie kein guter Indikator für einen Volumenmangel zu sein (171). Bei Nicht-

Vorhandensein von Hypovolämie sind Flüssigkeitsgaben sogar kontraproduktiv und erhöhen die Wahrscheinlichkeit einer intraventrikulären Blutung, besonders bei schneller Applikation (170,172). Eine höhere Anzahl von Bolusgaben von Flüssigkeiten erhöhen nachweislich die Mortalität von Frühgeborenen (173).

Nach der aktuellen Datenlage kann eine routinemäßige Flüssigkeitsgabe bei Frühgeborenen ohne kardiovaskuläre Beeinträchtigung nicht empfohlen werden (174).

Die europäischen Reanimationsrichtlinien empfehlen die Flüssigkeitsgabe nur bei Schocksymptomatik, die sehr wahrscheinlich durch Blutverlust verursacht wurde – insgesamt ein eher seltenes Ereignis. Wenn indiziert, sollte ein Bolus von 10 ml pro kg Körpergewicht isotonischer Kristalloide verabreicht werden. (23)

Insgesamt gibt es Hinweise, dass ein restriktives Volumenmanagement schlussendlich ein besseres Outcome bei Frühgeborenen zeigt als ein liberales (175).

Besonders Frühgeborene verlieren viel Flüssigkeit über die Haut und den Respirationstrakt, was als „unsichtbarer Wasserverlust (insensible water loss)“ bezeichnet wird. Dieses Problem kann jedoch durch den Einsatz von Plastikfolien reduziert werden. (176)

Tabelle 9: Mittlere Blutdruckwerte von Frühgeborenen - Adaptation und Übersetzung aus der Originalliteratur (149)

| Zeit nach der Geburt | Mittlerer Blutdruckwert bei Frühgeborenen |
|-----------------------------|--|
| 1 min | 47 (35-49) |
| 2 min | 41 (33-49) |
| 3 min | 38 (35-46) |
| 4 min | 40 (36-44) |
| 5 min | 39 (35-45) |
| 10 min | 38 (33-49) |
| 15 min | 36 (32-41) |
| 20 min | 36 (31-40) |
| 30 min | 35 (30-40) |
| 60 min | 30 (28-33) |

Hypotension

Da eine arterielle Hypotension bei Frühgeborenen keine Seltenheit darstellt und Komplikationen wie beispielsweise intraventrikuläre Blutungen (IVH) hervorrufen kann (177,178), stellt sich die Frage nach der optimalen Therapie. Neben der bereits besprochenen Volumengabe stehen für diese Indikation in erster Linie Katecholamine und Kortikosteroide zur Verfügung.

Die Adrenalingabe zur Therapie der Hypotension zeigt keine wesentliche Verbesserung in Bezug auf den kardialen Output, die Evidenzlage dazu ist jedoch sehr schlecht (179). Dopamin und Dobutamin stellen weitere in der Neonatologie häufig verwendete Vasopressoren dar. Hier zeigt sich eine Tendenz, dass Dopamin Dobutamin bei Frühgeborenen überlegen sein könnte, zumindest im Kurzzeit-Outcome (180). Weiters werden Kortikosteroide häufig bei therapierefraktärer arterieller Hypotension eingesetzt, was auch eine effektive Methode zu sein scheint, wobei auch hier keine klare Datenlage vorliegt (177,178). Auch die europäischen Richtlinien zum Management von RDS empfehlen Kortikosteroide als Maßnahme bei therapierefraktärer Hypotension (25). Fast alle Studien berichten jedoch von unklar definierten Grenzwerten, ab wann eine antihypotensive Therapie initiiert werden soll (181). Möglicherweise kann eine solche Therapie den kleinen Patienten/innen auch schaden, indem die Anwendung von Vasopressoren die zu verhindernden Komplikationen (IVH) sogar triggert (172,182). Zumindest scheinen diese Therapieoptionen momentan das Outcome nicht wesentlich zu verbessern (183). Dabei ist zu bedenken, dass die Physiologie von Frühgeborenen aufgrund der Unreife der Gewebe gänzlich anders ist als bei Erwachsenen und die Wirkung der Medikamente möglicherweise nicht auf Frühgeborene zu extrapolieren ist (170). Viele hypotensive Frühgeborene zeigen eine adäquate Gewebesperfusion und sind damit nicht therapiebedürftig, da durch eine großzügig eingesetzte Therapie auch Schaden drohen kann (184).

Es soll außerdem erwähnt werden, dass es bei Frühgeborenen nach der Geburt häufig zu einer metabolischen Azidose kommt (185). Es gibt Hinweise, dass Katecholamine bei Azidose ihre Wirkung verlieren und konsekutiv deren Dosis

gesteigert werden muss, jedoch scheint dies erst bei einer ausgeprägten Azidose $<6,80 \text{ pH}^{16}$ der Fall zu sein (186).

¹⁶ Wert, der über die sauren oder basischen Eigenschaften einer wässrigen Lösung Auskunft gibt

Thoraxkompressionen

Bezüglich der Durchführung einer Herzdruckmassage empfehlen die europäischen Reanimationsrichtlinien erst dann mit Thoraxkompressionen zu beginnen, wenn eine Beatmung sichergestellt ist und suffizient durchgeführt werden kann (23). Wenn man bei einer Herzfrequenz unter 60 Schlägen pro Minute mit den Kompressionen beginnt (23), so stellt sich die Zwei-Daumen Methode im Tiermodell als die beste heraus um adäquate Blutdrücke zu erlangen (187). Obwohl das Kompressions-/Ventilationsverhältnis von 3:1 im Vergleich zu 15:2 im Tiermodell keine schnelleren ROSC-Zeiten liefert und auch die Sauerstoffsättigung und der mittlere arterielle Druck in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich war (188), zeigt sich in Bezug auf das Einhalten der empfohlenen Kompressionstiefe bei einem Verhältnis von 3:1 ein Vorteil über die Zeit (189). Zusätzlich wirken sich andere Verhältnisse negativ auf die Ventilationsdynamik aus (190). Kontinuierliche Kompressionen mit asynchronen Beatmungen haben in einer Arbeit von Solevåg et al. eine erhöhte Minutenventilation gezeigt, was unter bestimmten Bedingungen vorteilhaft sein könnte (190). Die europäischen Reanimationsrichtlinien empfehlen grundsätzlich ein Verhältnis von 3:1, geben aber die Möglichkeit auf ein Verhältnis von 15:2 zu wechseln, wenn man einen kardialen Auslöser für eine therapierefraktäre Bradykardie (<60 Schläge pro Minute) vermutet. Bei extremen Frühgeborenen gilt, dass die Notwendigkeit von Thoraxkompressionen mit zunehmender Zeitdauer mit einem schlechteren Outcome einhergehen und die Weiterführung bzw. Beendigung von Reanimationsmaßnahmen rechtzeitig gemeinsam mit den Eltern besprochen werden muss (139). Das Erfordernis von Thoraxkompressionen bei extrem untergewichtigen Neugeborenen ist ein prognostischer Marker für eine erhöhte Mortalität. Obwohl neue Reanimationsstrategien für diese Gruppe offenbar erforderlich sind, besteht noch keine adäquate Literatur zu Alternativen (191,192).

Umgang mit Eltern

Jabre et al. haben die Präsenz von Angehörigen während Wiederbelebnungsmaßnahmen im prähospitalen Setting untersucht. Bei Anwesenheit zeigten sich positive Auswirkungen auf die Psyche der Angehörigen, jedoch bezogen sich diese Studienergebnisse hauptsächlich auf Angehörige von erwachsenen Patienten/innen. Obwohl auch Angehörige von Kindern mit Herz-Kreislaufstillstand in die Studie eingeschlossen wurden, enthält die Publikation keine Auswertung dieser Subgruppe. (193)

Eine Umfrage in Frankreich hat gezeigt, dass Eltern häufig bei Reanimationen ihrer Kinder anwesend waren, dies jedoch nur in seltenen Fällen von den behandelnden Ärzten/innen angeboten wurde. Jene Ärzte/innen, die bereits einmal Reanimationsversuche an pädiatrischen Patienten/innen in Anwesenheit derer Eltern unternommen hatten, gaben an, dass die anwesenden Angehörigen in der Notfallsituation als nicht stressverursachend oder störend empfunden wurden. Die Mehrzahl der befragten Ärzte/innen würde im Falle einer neuerlichen pädiatrischen Reanimation den Eltern abermals die Anwesenheit während der Notfallversorgung anbieten. (194) Obwohl diese Umfrage viele Einschränkungen hat, so zeigt sie, dass Ärzte/innen offenbar aufgrund diverser Befürchtungen Eltern initial nicht am Geschehen teilhaben lassen wollen, besonders, wenn es für die Ärzte/innen selbst das erste Mal war, dass sie sich in einer solchen Situation befanden. Die Eltern hingegen wollten in solch einer Ausnahmesituation mehrheitlich auch ohne explizite Aufforderung bei ihrem Kind sein.

Der Umgang mit Angehörigen in Reanimationssituationen ist weiterhin eine viel diskutierte Thematik. Aufgrund fehlender Evidenz können derzeit keine Empfehlungen zum Umgang mit Eltern bei einer prähospitalen Reanimation von Frühgeborenen formuliert werden. Zudem sind auch kulturelle Unterschiede zu bedenken (194). Es gibt aber Hinweise, dass sich deren Anwesenheit positiv auf die Verarbeitung des Erlebten auswirkt (195).

Abbrechen von Wiederbelebensmaßnahmen

Das Abbrechen von Wiederbelebensmaßnahmen ist insbesondere für Notärzte/ärztinnen eine schwierige Entscheidung, die individualisiert getroffen werden muss. Sie ist abhängig von lokalen Ressourcen, Anamnese, dem Verlauf während der Reanimation und den Eltern, die eine wichtige Rolle in dem Entscheidungsprozess einnehmen sollten.

Die aktuellen Reanimationsrichtlinien empfehlen einen Abbruch zu erwägen, wenn die Herzfrequenz eines Neugeborenen nicht detektierbar ist und trotz qualifizierten Wiederbelebensmaßnahmen für über zehn Minuten auch bleibt (23).

Schwieriger ist die Entscheidung bei persistierender Bradykardie mit einer Herzfrequenz unter 60/Minute. (23) In diesem Fall kann es sinnvoll sein, Kontakt mit einem Zentrum aufzunehmen.

Bei Frühgeborenen ist die Entscheidung über Abbruch oder Unterlassen von Wiederbelebensmaßnahmen besonders auch vom Gestationsalter abhängig. Die in der Steiermark empfohlenen Grenzen zur Versorgung Frühgeborener für die Pränatalambulanz wurden bereits eingangs bei den „rechtlichen Grundlagen“ erwähnt (siehe Abbildung 12).

Debriefing

Das Debriefing gilt als wichtiger Teil präklinischer Einsätze. Als Teamleiter/in hat man die Aufgabe zu jedem Zeitpunkt für die Sicherheit und das Wohlergehen des Teams zu sorgen. Es macht also Sinn möglichen psychischen Belastungen vorzubeugen. Durch eine Nachbesprechung soll Stress reduziert, Belastungssymptomen vorgebeugt und Personen identifiziert werden, welche weitere Betreuung benötigen (196).

Nach einer Arbeit von Knobler et al. sollen folgende Punkte bei einem Debriefing angestrebt werden:

Tabelle 10: Ziele eines Team-Debriefings (Übersetzung aus der Literaturstelle) (169)

1. Alles wiederholen, was vorgefallen ist, um ein einheitliches Bild des Geschehens zu kreieren
2. Gemeinsame Analyse der Teamarbeit mit dem Ziel mögliche Optimierungsmöglichkeiten herauszufinden
3. Erzeugung eines professionellen Verständnisses, einer persönlichen und einer Team-Resilienz sowie Förderung des Vertrauens in den Teamleiter
4. Zulassen von Gefühlen und Gedanken, Validierung von Einzelreaktionen, wobei schlussendlich eine positive Gesprächslage vorhanden sein soll, in welcher auch die Erwartung geäußert wird, dass das Team weiterhin funktioniert
5. Herausfiltern von Personen, welche weitere Hilfe benötigen und diese zu entsprechenden Einrichtungen überweisen

Es ist darauf zu achten, dass die Besprechung in zeitlicher Nähe zudem Ereignis stattfindet und in einem Raum abgehalten wird, in dem man ungestört bleibt. Es sollte zwischen 30 Minuten bis zu einer Stunde lang dauern. (196)

Nicht nur ein persönlicher Nutzen kann aus Debriefing gezogen werden, auch die Kommunikationsfähigkeit des Teams scheint sich dadurch zu verbessern, was in weiterer Folge zu einer Verbesserung der Patientenversorgung führt (197).

Handlungsempfehlung

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche zur Versorgung Frühgeborener in der Pränatalen wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit Handlungsempfehlungen für Notärzte/ärztinnen erstellt, in welchen die besonderen Umstände der Pränatalen berücksichtigt werden, die in der Folge vorgestellt werden sollen. Für die bessere Übersichtlichkeit wurde die nun vorliegende Handlungsempfehlung in drei Teile gegliedert (Tafel 1-3):

1. Allgemeines
2. Erstversorgung
3. Atemwegsmanagement

Tafel 1: Allgemeines

Wenn man sich präklinisch mit der Möglichkeit einer Frühgeburt konfrontiert sieht,

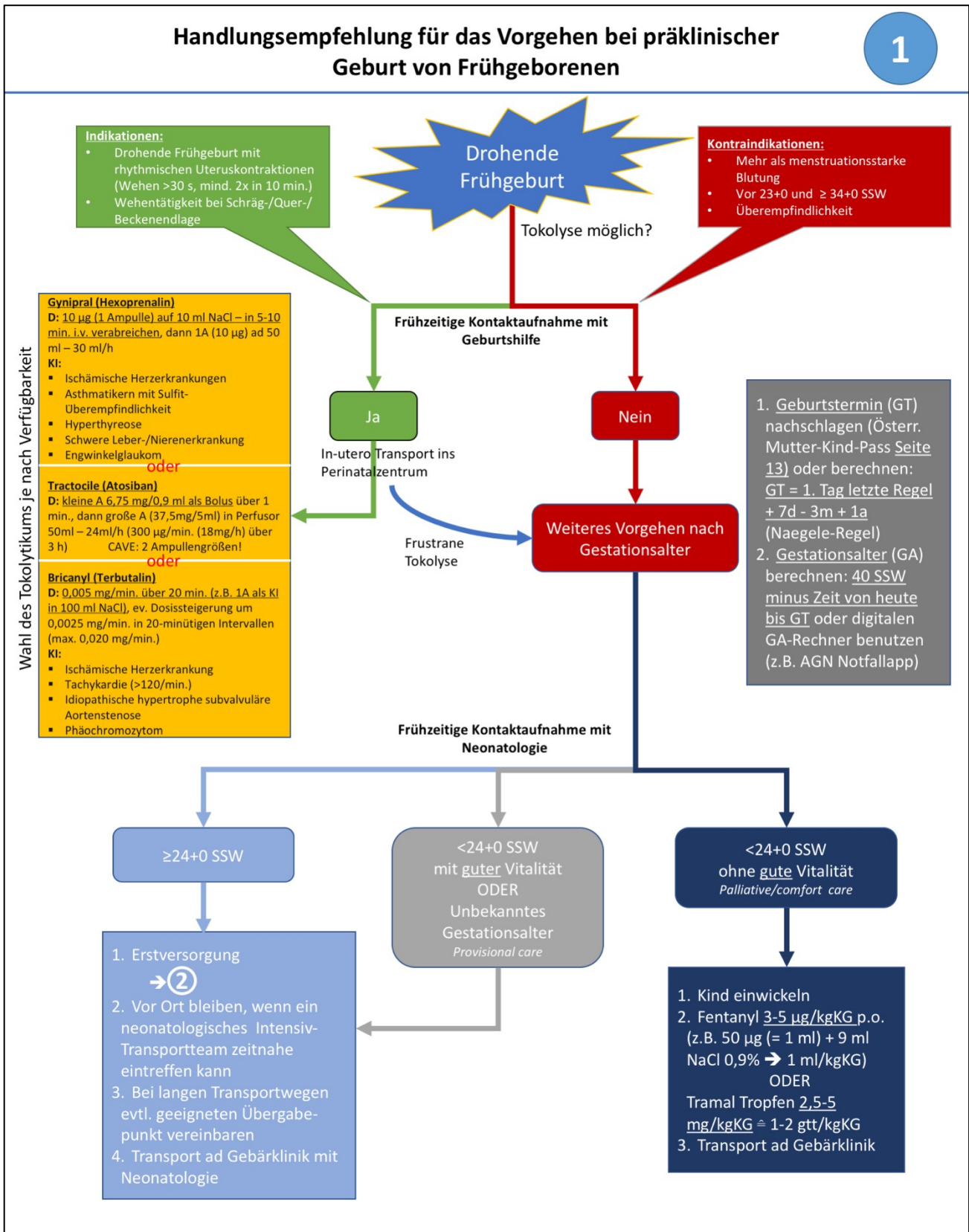


Abbildung 13: Allgemeiner Teil der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht

so ist unter Berücksichtigung von Indikationen und Kontraindikationen eine Tokolyse zu erwägen. Auf Tafel 1 werden daher zunächst Empfehlungen zur Durchführung einer Tokolyse hinsichtlich Indikationen, Kontraindikationen und Dosierungsempfehlungen dargestellt. Ebenso wird eine rasche Kontaktaufnahme mit einer geburtshilflichen Abteilung empfohlen.

Im Falle einer frustranen Tokolyse oder bei Vorliegen von Kontraindikationen für eine Tokolyse bzw. bei einer im Gang befindlichen oder bereits erfolgten Geburt eines Frühgeborenen soll des Weiteren Kontakt mit der zuständigen Neonatologie aufgenommen werden (Kontaktadressen für die Steiermark siehe im Literaturergebnisteil).

Entscheidend für das weitere Vorgehen ist das Gestationsalter. Die Bestimmung des Geburtstermins anhand des österreichischen Mutter-Kind-Passes oder durch Berechnung nach der Naegele-Regel sowie die Bestimmung des Gestationsalters durch Berechnung ausgehend vom Geburtstermin oder unter Zuhilfenahme eines digitalen „Gestationsalterrechners“ werden aufgeführt.

Bei einem Gestationsalter ≥ 24 Schwangerschaftswochen wird die Erstversorgung des Frühgeborenen nach den Vorgaben der Tafel 2 und 3 empfohlen. Hinsichtlich des Transportes werden mehrere Optionen aufgeführt: Wenn ein zeitnahes Eintreffen des neonatologischen Intensivtransportteams möglich ist, soll der/die Notarzt/ärztin vor Ort das Eintreffen abwarten. In seltenen Fällen kann bei weiten Transportstrecken auch ein Treffpunkt auf halbem Weg (z.B. peripheres Landeskrankenhaus) vereinbart werden. In allen anderen Fällen ist nach Rücksprache mit dem diensthabenden Neonatologen ein Transport ins Zentrum durch das Notarztteam durchzuführen.

Bei unbekanntem Gestationsalter wird ein Vorgehen im Sinne einer „provisional care“ empfohlen, das heißt, dass eine Erstversorgung des Frühgeborenen zumindest solange erfolgen soll, bis die Übergabe im Zielkrankenhaus erfolgt ist oder klar wird, dass das Gestationsalter ohne Zweifel im nicht lebensfähigen Bereich liegt.

Bei einem Gestationsalter <24 Schwangerschaftswochen richtet sich das weitere Vorgehen nach der Vitalität des Frühgeborenen. Bei guter Vitalität wird empfohlen vorerst proaktiv vorzugehen, also das Frühgeborene mit allen Mitteln zu versorgen. Hintergrund ist, dass Frühgeborene dieses Gestationsalters postnatal selten eine sehr gute Vitalität zeigen, und daher in solchen Fällen das in der Pränatal berechnete oder erfragte Gestationsalter zu hinterfragen ist.

Bei einem Gestationsalter <24 Schwangerschaftswochen und fehlender oder schlechter Vitalität des Kindes (z.B. Bradykardie trotz suffizienter Initialbeatmungen) wird aufgrund der schlechten zu erwartenden Prognose ein palliatives Vorgehen gemäß den Handlungsempfehlungen auf Tafel 1 empfohlen.

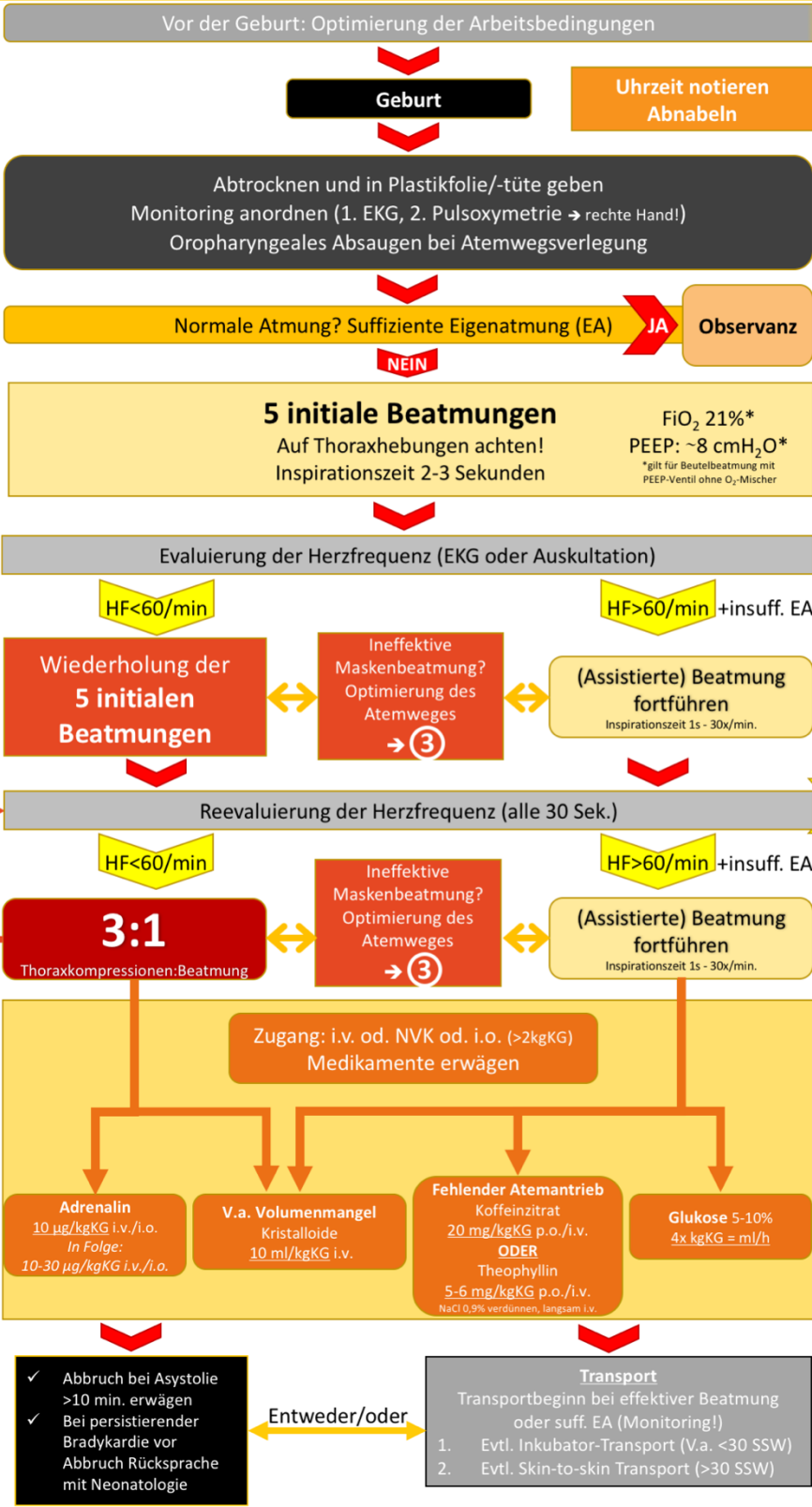
Tafel 2: Die Erstversorgung

Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen

Erstversorgung

2

Wärmeerhalt: Kopf bedecken, gewärmte Tücher einsetzen, Rettungsdecke erwägen, usw.



- ✓ Rollenverteilung
- ✓ Equipment kontrollieren
- ✓ Checkliste
- ✓ Informationen (MKP)
- ✓ Wärmemanagement
 - RTW vorheizen
 - Plastik -folie/-tüte
 - Handtücher (vorgewärmt)
- ✓ Platz schaffen (Mutter/Kind separat)
- ✓ Teambriefing
- ✓ Kontaktaufnahme Neonatologie

| Zeit | SpO ₂ % |
|--------|--------------------|
| 2 min | 60 |
| 3 min | 70 |
| 4 min | 80 |
| 5 min | 85 |
| 10 min | 90 |

| Flow | Mit Reservoir | Ohne Reservoir |
|----------|---------------|----------------|
| 0 l/min | 21% | 21% |
| 1 l/min | 97% | 63% |
| 3 l/min | 100% | 69% |
| 5 l/min | 100% | 74% |
| 10 l/min | 100% | 83% |
| 15 l/min | 100% | 90% |

▲ FIO₂-Titration mittels Flow-Einstellung bei Beutelbeatmung ohne O₂-Mischer

EA... Eigenatmung
 FIO₂... inspiratorische O₂-Fraktion
 HF... Herzfrequenz
 kgKG... Kilogramm Körpergewicht
 MKP... Mutter-Kind-Pass
 NVK... Nabelvenenkath.
 PEEP... Positiver endexp. Druck
 RTW... Rettungstransportwagen
 SpO₂... arterielle Sauerstoffsättigung
 SSW... Schwangerschaftswoche

Abbildung 14: Algorithmus zur Erstversorgung der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht

Der Algorithmus zur Erstversorgung Frühgeborener (Tafel 2) in der Präklinik beginnt noch vor der Geburt mit den Vorbereitungen zur Optimierung der Arbeitsbedingungen: Ein/e definierter Teamleiter/in soll ein Briefing abhalten, in dem die Aufgabenbereiche klar verteilt werden, und mögliche Szenarien zur Vorbereitung kurz durchbesprechen. Im optimalen Fall sollte ein Teammitglied im Verlauf der Versorgung die Uhrzeit beobachten und Notizen vornehmen, um die retrospektive Dokumentation zu erleichtern. Die Zeit vor der Geburt – sofern vorhanden – soll gut genutzt werden um das Team zu strukturieren und das benötigte Equipment bereitgestellt werden: Der Versorgungsplatz für die Mutter mit den entsprechenden Materialien und der Versorgungsplatz für das Frühgeborene mit dem für die zu erwartende Körpergröße passenden Notfallequipment sollte gewissenhaft vorbereitet werden. Für die Versorgung sollte man am Einsatzort Stellen auswählen, die ausreichend Platz bieten und doch räumlich nicht voneinander getrennt sind, damit der Informationsfluss zwischen beiden Stationen nicht gestört ist – und der/die Teamleiter/in (Notarzt/ärztin) die Übersicht über beide Patienten/innen behält. Für das Frühgeborene sollte eine Stelle gesucht werden, die frei von Zugluft ist, ausreichend Licht bietet und von allen Seiten zugänglich ist – ein stabiler Wohnzimmertisch, Esstisch oder eine Kommode bieten sich beispielsweise dafür an.

Zusätzlich sollte früh genug an das postnatale Wärmemanagement gedacht werden. Es sollte eine Plastikfolie oder Plastiktüte von ausreichender Größe vorbereitet und warme Handtücher zurechtgelegt werden. Dafür kann man entweder ein Handtuch für einige Minuten in ein Backrohr legen (beispielsweise bei 200 Grad Celsius), was tendenziell etwas länger dauert, oder aber dieses mittels Mikrowelle bei 600-800 Watt für 30 Sekunden erwärmen (37). Um dem Wärmeverlust über den Kopf entgegenzuwirken, kann frühzeitig auch an eine wärmende Kopfbedeckung gedacht werden, hierzu eignen sich in der Präklinik bei fehlenden Alternativen beispielsweise sterile Handschuhe großer Größen, wenn sie sich – ohne Druck auf das Köpfchen auszuüben – einfach über dieses ziehen lassen (37).

Die Geburtszeit muss dokumentiert werden. Dies ist insbesondere auch wichtig, weil sich einzelne Versorgungsschritte am Lebensalter des Frühgeborenen orientieren. Nach der Geburt sollte sofort mit der taktilen Stimulation begonnen, das Kind monitorisiert und die Herzfrequenz überprüft werden. Zur Überwachung werden der Einsatz eines Elektrokardiogramms zur Evaluierung der Herzfrequenz und eines Pulsoxymeters an der rechten oberen Extremität zwecks Sauerstoffsättigungsmonitoring zur O₂-Titration und Steuerung der Atemunterstützung empfohlen.

Bezüglich des Abnabelns gibt unser Algorithmus mangels eindeutiger Evidenz für die spezielle Situation der Pränatal keine speziellen Empfehlungen. Das Abklemmen der Nabelschnur wird im Algorithmus direkt nach der Geburt angeführt.

Bei insuffizienten Atembemühungen und/oder Herzfrequenz unter 100/Minute soll unverzüglich mit initialen Beatmungen begonnen werden. Diese initialen Beatmungen sind zunächst fünfmal suffizient mit einer Inspirationszeit von ca. zwei bis drei Sekunden durchzuführen. Dafür eignet sich ein Kinderbeatmungsbeutel mit Überdruck- und PEEP-Ventil, an welchen primär kein Sauerstoffschlauch konnektiert werden muss. Bei fehlenden Thoraxexkursionen bzw. fehlendem Ansteigen der Herzfrequenz sollen die 5 initialen Beatmungen wiederholt werden. Bei anhaltender Bradykardie muss mit Thoraxkompressionen und Beatmungen im Verhältnis von 3:1 begonnen werden. Bei Herzfrequenz >60/Minute und insuffizienter Eigenatmung sollte eine Beatmung mit einer Inspirationszeit von ca. 1 Sekunde oder eine assistierte Beatmung durchgeführt werden. Eine Atemunterstützung via CPAP ist in der Pränatal auf den meisten Notarztmitteln nicht möglich, da keine CPAP-Systeme, die bei Frühgeborenen eingesetzt werden können, mitgeführt werden. Hinsichtlich der O₂-Titration werden SpO₂-Zielwerte präsentiert und ein konkretes Vorgehen zur Eskalation der inspiratorischen O₂-Fraktion vorgestellt.

Eine Reevaluierung der Vitalparameter wird alle 30 Sekunden empfohlen.

Für die Applikation von Medikamenten kann beim Frühgeborenen prinzipiell die Anlage periphervenöser Zugänge versucht werden. Das Etablieren eines

Nabelvenenkatheters wäre beim Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht eine Alternative und wird in den ERC Richtlinien 2015 als idealer Zugang für die Medikamentengabe beim Neugeborenen beschrieben (22). Für Neugeborene mit einem Geburtsgewicht >2 Kilogramm kann alternativ auch ein intraossärer Zugang gelegt werden. Als potentiell einzusetzende Medikamente kommen in der Reanimationssituation Adrenalin, bei anamnestisch erheblichem Blutverlust Volumen in Form von kristalloiden Lösungen, bei insuffizientem Atemantrieb Theophyllin oder Koffeincitrat und aufgrund des erhöhten Hypoglykämierisikos von Frühgeborenen Glukose in Frage. Insbesondere bei Frühgeborenen mit rezidivierenden Apnoeepisoden könnte man bei fehlendem Gefäßzugang auch eine perorale Gabe von Theophyllin oder Koffeinzitrat erwägen.

Im Verlauf der Erstversorgung kann der Transport ins Zentrum erfolgen, sobald unter effektiver Beatmung bzw. bei suffizienter Eigenatmung eine Stabilisierung des Kindes erreicht werden konnte. Der Transport kann mittels angeforderten Inkubatortransport (v.a. <30. SSW) oder mittels skin-to-skin-Transport („Känguru-Transport“, v.a. ≥30 SSW) erfolgen.

Der Abbruch einer laufenden Reanimation ist bei suffizienter Beatmung und adäquater Durchführung von Thoraxkompressionen sowie (mehrfach) erfolgter Applikation von Adrenalin bei einer Asystolie im EKG nach 10 Minuten zu erwägen. Bei persistierender Bradykardie trotz adäquater Notfallmaßnahmen wird vor Abbruch eine Kontaktaufnahme mit dem diensthabenden Neonatologen empfohlen.

Tafel 3: Das Atemwegsmanagement

Atemwegsmanagement

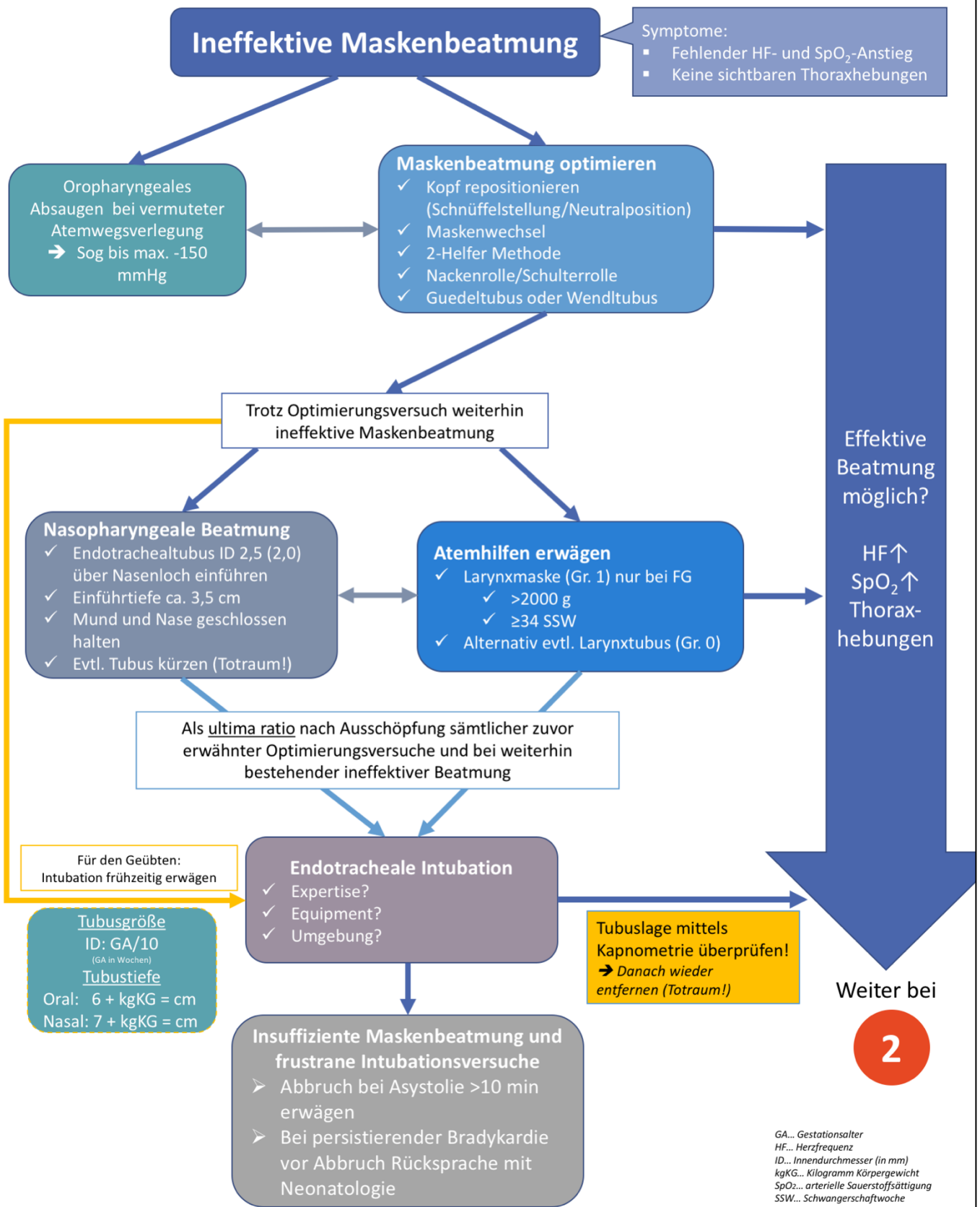


Abbildung 15: Algorithmus zum Atemwegsmanagement der Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht

Tafel 3 widmet sich dem Atemwegsmanagement und stellt das empfohlene Vorgehen im Falle von insuffizienter Beutel-Masken-Beatmung dar, was durch fehlenden Anstieg der Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung sowie durch fehlende Thoraxexkursionen erkannt werden muss. Zunächst werden bei Vorliegen von offensichtlichen Atemwegsverlegungen ein oropharyngeales Absaugen sowie Optionen zur Optimierung der Maskenbeatmung (Kopfreposition, Maskenwechsel, Esmarchhandgriff und Zweihelfermethode, Einsatz einer Schulterrolle, Einsatz von Guedeltubus etc.) empfohlen. Bei weiterhin insuffizienter Maskenbeatmung können eine nasopharyngeale Beatmung über einen Rachtubus nach Vorgaben der Handlungsempfehlung oder bei Frühgeborenen >2 kg Körpergewicht der Einsatz von supraglottischen Atemwegen (i.e.L. Larynxmaske) erwogen werden. Während der/die Erfahrene frühzeitig eine endotracheale Intubation erwägen wird, gilt für den/die Ungeübte/n, dass die endotracheale Intubation erst nach Ausschöpfung aller zuvor genannter Atemwegsoptionen als „Ultima Ratio“ eingesetzt werden sollte. Die korrekte Tubuslage sollte bestenfalls kapnometrisch überprüft werden. Die Kapnographie sollte nach Verifizierung der Tubuslage aufgrund des erhöhten Totraumes wieder entfernt werden. Bei weiterhin bestehender insuffizienter Maskenbeatmung und frustranen Intubationsversuchen werden Abbruchkriterien für die Reanimationsversuche aufgezeigt.

Diskussion

Die Ergebnisse der initialen und der erweiterten Literatursuche zeigen, dass es wenig Evidenz zum Thema „Frühgeborenen-Management in der Präklinik“ gibt. Die bestehenden Leitlinien großer Gesellschaften erwähnen diese spezielle Patienten/innen-Gruppe meist nur kurz ohne konkrete Empfehlungen für das Vorgehen bei präklinischen Einsätzen zu geben. Die meisten Guidelines sind primär für den intrahospitalen Bereich geschrieben und präklinisch mitunter schwer umsetzbar. Das zeigt die Notwendigkeit Handlungsempfehlungen für das Vorgehen bei einer präklinischen Geburt von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht zu formulieren, um Notärzten/ärztinnen eine Hilfestellung für

solche nicht alltäglichen, aber herausfordernden Einsätze zu geben. Dies war die Motivation und Zielsetzung für die Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit.

Die Erstellung einer solchen Handlungsempfehlung ist aufgrund der teilweise fehlenden Evidenz augenscheinlich schwierig. Es wurde jedoch in der vorliegenden Arbeit versucht, bei der Erstellung des Algorithmus die vorliegende Literatur hinsichtlich der besonderen Situation in der Präklinik zu bewerten. Natürlich ist das Fehlen von aussagekräftigen Studien in diesem Setting verständlich, da die Fallzahlen insgesamt niedrig sind, das Eintreten solcher Fälle örtlich und zeitlich nicht vorhersehbar ist, und präklinische Einsätze von Natur her ganz besonderen Umständen unterliegen. Somit sind Studien mit größeren Fallzahlen in diesem Setting nur schwer bzw. gar nicht durchführbar, und daraus erklärt sich, warum außer vereinzelt Fallberichten praktisch keine Publikationen zu diesem Thema vorhanden sind. Zudem gibt es das Problem, dass bei präklinischen Studien die Ergebnisse aufgrund der international vielfältigen präklinischen Rettungssysteme, wie zum Beispiel Paramedic- versus Notarztssysteme, nur eingeschränkt vergleichbar sind.

Außerdem gibt es wenig verfügbare Daten dazu, wie häufig präklinische Geburten im Rettungsauto oder im Beisein eines Rettungs- bzw. Notarztteams tatsächlich vorkommen, insbesondere wenn man nach Daten für Frühgeborene mit niedrigem Geburtsgewicht sucht. Um diese Datenlücke zu schließen und künftige Empfehlungen besser untermauern zu können, wäre die Etablierung eines Registers anzudenken, in welches alle derartigen Einsätze länderübergreifend standardisiert eingetragen und evaluiert werden können. Das würde auch helfen, mögliche epidemiologische Unterschiede besser darstellen zu können, da man beispielsweise neue oder verstärkt auftretende Ursachen oder Risikofaktoren für das Auftreten präklinischer Geburten von Frühgeborenen identifizieren könnte.

Diskussion der Erhebung

Ein Motiv, warum die Erhebung über das auf Notarztmitteln vorgehaltene Equipment für das Atemwegsmanagement von kleinen pädiatrischen Notfallpatienten in der Steiermark durchgeführt wurde, waren einzelne, bisher nicht publizierte Fallberichte, bei welchen die Versorgung kleiner Notfallpatienten

durch mangelnde Ausstattung erschwert wurden. So wurde beispielsweise bei einer präklinischen Versorgung eines extrem kleinen Frühgeborenen im Einsatzprotokoll dokumentiert, dass die endotracheale Intubation wegen eines zu breiten Spatels nicht möglich war und ein Monitoring aufgrund der Körpergröße nicht anzulegen war. Weiters ist in der Bilddokumentation dieses Einsatzes zu erkennen, dass weder ein PEEP Ventil noch ein Überdruckventil am Beatmungsbeutel eingesetzt wurden. Derartige Berichte haben uns dazu veranlasst eine Erhebung an den steirischen Notarztstützpunkten durchzuführen, um die Ausstattung der Notarzfahrzeuge hinsichtlich eines Atemwegsmanagements und des Einsatzes von Beatmungshilfen bei Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht zu untersuchen. Aufgrund der Ergebnisse unserer Erhebung ergeben sich nun folgende Diskussionspunkte mit dem Hintergrund, eine Optimierung der Ausstattung von Notarzteinsatzmitteln zu erzielen:

Beatmungsbeutel und Überdruckventil:

22,7% der Notarztstützpunkte gaben an keinen Kinderbeatmungsbeutel mitzuführen. Diesen sei empfohlen diese Lücke zu schließen. Modelle mit integriertem Überdruckventil sind zu bevorzugen. Ein Überdruckventil ist ein Sicherheitsmechanismus, um den Beatmungsdruck mechanisch zu limitieren und auf diese Weise das Tidalvolumen besser kontrollieren zu können und der Entstehung von Lungenschäden durch Barotrauma entgegenzuwirken (198). Ein Beatmungsbeutel mit Überdruckventil wird immerhin auf 73% der steirischen Notfalleinsatzmittel mitgeführt, wünschenswert wären aber 100%.

PEEP-Ventil:

Das Generieren eines PEEP wie zum Beispiel durch ein entsprechendes Ventil am Beatmungsbeutel, ist anerkannter Standard bei der Erstversorgung von Früh- und Neugeborenen (120,199). Die Tatsache, dass über ein Drittel der steirischen

Notarztmittel kein PEEP-Ventil mitführen, ist sehr kritisch zu hinterfragen. Der Kaufpreis erscheint mit ca. 150 € moderat. Ohne Zweifel ist der Einsatz von PEEP Ventilen gerade auch für die Versorgung Frühgeborener in der Pränatalambulanz dringend zu empfehlen!

Beatmungsmasken:

Da es in dieser Arbeit um die Versorgung von Frühgeborenen geht, wird das Hauptaugenmerk auf die kleinen Größen der verschiedenen Beatmungshilfen gelegt. Bei den Beatmungsmasken sollten im Idealfall auf den Einsatzmitteln die kleinsten verfügbaren Größen vorgehalten werden. Diesbezüglich wären also Größe 00 (rund) und/oder Größe 0 (oval) empfehlenswert. Beatmungsmasken der Größe 00 (rund) werden nur in 64% der steirischen Notarzteinsatzmitteln bzw. der Größe 0 (oval) nur in 14% mitgeführt. Zu große Masken können bei sehr kleinen Frühgeborenen zu unbeherrschbaren Problemen führen; das Beatmen über die Maske kann aufgrund eines hohen Maskenlecks undurchführbar sein. Bei der Beatmung von Neugeborenen und Säuglingen scheint es in Bezug auf das Maskenleck keine signifikanten Unterschiede zu geben, egal ob ovale (anatomisch geformte) Masken oder Rundmasken verwendet werden (200). Hinsichtlich der Form der Gesichtsmaske können daher keine Empfehlungen abgegeben werden, sinnvoll erscheint es aber, die kleinsten verfügbaren Masken Größe 00 (rund) auf Notarztmitteln vorzuhalten.

Oropharyngealtubus (Guedeltubus):

Die kleinste erwerbbar Größe ist die Größe „000“ dieses Devices. Diese wäre beim Frühgeborenen prinzipiell einsetzbar. Die Datenlage von Guedeltuben bei Frühgeborenen ist aber schlecht, in manchen Fällen kann ein Guedeltubus eine obere Atemwegsobstruktion sogar erhöhen (96). Der Guedeltubus kann bei insuffizienter Maskenbeatmung aber versuchsweise zum Einsatz kommen, um eine Optimierung der Beatmung zu erzielen. Trotz der schlechten Datenlage

werden Guedeltuben der Größe 000 in 23% der steirischen Notarzteinsatzmitteln und der Größe 00 in 64% mitgeführt.

Nasopharyngealtubus (Wendltubus):

Vermutlich kann der Wendltubus bei einer Maskenbeatmung im Falle von Atemwegsobstruktionen helfen, die Beatmungssituation zu optimieren. Zum Einsatz von Wendltuben gibt es beim Frühgeborenen aber keine Daten. Diese werden auch von keinem Stützpunkt in der entsprechenden Größe mitgeführt. Eine hilfreiche Beatmungsmöglichkeit im Falle von insuffizienter Maskenbeatmung ist die nasopharyngeale Beatmung. Für diese ist aber kein Wendltubus notwendig, sondern kann ein Endotrachealtubus einer kleinen Größe (ID 2,0 – 3,0 mm) zum Einsatz kommen, da an diesen im Gegensatz zum Wendltubus ein Beatmungsbeutel konnektiert werden kann.

Endotrachealtuben:

Die endotracheale Intubation gilt im Allgemeinen auch beim pädiatrischen Patienten/innen als Golden Standard der definitiven Atemwegsversorgung. Wie mehrfach erwähnt ist die Intubation Frühgeborener in der Pränatal- und Perinatalmedizin durch den/die Notarzt/ärztin aber eine schwierig durchzuführende und komplikationsbehaftete Intervention. Nichtsdestotrotz sollten Endotrachealtuben auf allen Notfalleinsatzmitteln mitgeführt werden. Von Bedeutung ist auch die richtige Wahl der Größe, um Frühgeborene adäquat versorgen zu können. Die kleinsten verfügbaren Größen sind 2 (ungecufft) und 3 (Microcuff). Bei größeren pädiatrischen Patienten/innen werden zunehmend cuffbare Tuben eingesetzt, allerdings ist deren Einsatz bisher nur ab drei Kilogramm empfohlen (201). Bei Frühgeborenen müssen daher in erster Linie ungecuffte Tuben verwendet werden. Während für die orotracheale Intubation bei den meisten Frühgeborenen ein Tubus der Größe ID 2,5 mm eingesetzt werden kann, kommt es bei nasotrachealer Intubation oder nasopharyngealer Beatmung („Rachentubus“) mitunter zu Schwierigkeiten beim Versuch den Tubus über die Nase vorzuschieben (99). Es kann daher empfohlen werden, Endotrachealtuben ab der

Größe ID 2,0 mm (ungecufft) mitzuführen, um bei insuffizienter Maskenbeatmung und gegebenenfalls frustranen Intubationsversuchen Frühgeborene zumindest durch den Einsatz einer nasopharyngealen Beatmung via „Rachentubus“ beatmen zu können. Endotrachealtuben der Größe ID 2,0 mm werden derzeit leider nur auf 59% der steirischen Notarzteinsatzmittel mitgeführt.

Laryngoskopspateln:

Grundsätzlich kann als Betriebsart hierbei – wie auch bei Erwachsenen – eine Kaltlichtquelle empfohlen werden, einerseits um optimale Lichtbedingungen zu garantieren, andererseits um am vulnerablen Gewebe keine Verbrennungen zu verursachen. Adäquate Tuben ohne ausreichend kleine Spateln sind in Bezug auf eine endotracheale Intubation völlig nutzlos. Üblicherweise werden bei der Intubation Neugeborener gerade Miller-Spateln für die direkte Laryngoskopie eingesetzt. Miller-Spateln der Größe 0 sollten im Hinblick auf die Versorgung Neugeborener auf den Notarztmitteln vorgehalten werden, finden sich aber nur zu 77% auf den steirischen Notarztmitteln. Für die optimale Versorgung Frühgeborener mit extrem niedrigem Geburtsgewicht stehen prinzipiell auch Miller-Spateln der Größe 00 zur Verfügung, diese werden aber nur auf 18% der Notarzteinsatzmittel vorgehalten.

Larynxmasken:

Wie aus dem Ergebnisteil der Erhebung hervorgeht, sind Kindergrößen der Larynxmasken nicht auf allen Notarztmitteln vorhanden. Wie erwähnt wird die Larynxmaske in den aktuellen ERC Richtlinien als alternativer Atemweg bei Neugeborenen >2000 Gramm Geburtsgewicht bzw. ab einem Gestationsalter ≥ 34 Schwangerschaftswochen empfohlen. Für das in dieser Arbeit diskutierte Patientengut, Frühgeborene mit niedrigem Geburtsgewicht, kommt der Einsatz von Larynxmasken daher nicht in Frage. Nichtsdestotrotz sollte ein supraglottischer Atemweg wie die Larynxmaske in jeder Größe ab der kleinsten

lieferbaren Größe für pädiatrische Notfallpatienten/innen als Alternative für den Fall von insuffizienter Maskenbeatmung und/oder frustraner Intubation auf Notarzteinsatzmitteln vorgehalten werden. Larynxmasken der kleinsten Größe 1 finden sich auf nur 27% der steirischen Notarzteinsatzmittel. Hier wäre eine Quote von 100% wünschenswert.

Larynxtuben:

Gemäß einer interdisziplinär konsentierten Stellungnahme zu den supraglottischen Atemwegshilfen in der Kindernotfallmedizin wird unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Datenlage und auch aufgrund der großen Erfahrung mit der Larynxmaske der Larynxtubus beim Kind nicht als supraglottischer Atemweg erster Wahl empfohlen bzw. nur die Larynxmaske als supraglottischer Atemweg empfohlen (99). Die kleinste verfügbare Größe des Larynxtubus (Größe 0, transparent) wird für Kinder <5 kg Körpergewicht empfohlen und kommt aber wohl für sehr kleine Frühgeborene nicht in Frage. Außerdem scheint der Larynxtubus bei Kindern mit einem Gewicht unter zehn Kilogramm erhöhte Komplikationsraten hervorzurufen (100). Grundsätzlich sollte auf Notarzteinsatzmitteln ein supraglottischer Atemweg für Neugeborene/Säuglinge bereitgehalten werden; die Larynxmaske ist dem Larynxtubus jedoch vorzuziehen. Trotz fehlender Empfehlung für den Einsatz von Larynxtuben bei pädiatrischen Notfallpatienten/innen wird der Larynxtubus der Größe 0 auf 50% der steirischen Notarzteinsatzmittel mitgeführt. Für Frühgeborene <2 kg Körpergewicht sind keine supraglottischen Atemwegsalternativen in der entsprechenden Größe am Markt. Hier gilt wie erwähnt neben Maskenbeatmung und endotrachealer Intubation der Rachentubus als Alternative.

Andere alternative Atemwege:

Die im Ergebnisteil erwähnten weiteren Beatmungshilfen sind bei Frühgeborenen ebenfalls kaum anzuwenden, da die Größen der jeweiligen Devices für dieses Patientengut nicht ausgelegt sind.

Notfallrespiratoren:

Da eine zuverlässige Beatmung Frühgeborener durch keinen der auf steirischen Notarztmitteln eingesetzten Notfallrespiratoren durchzuführen ist, kann an dieser Stelle keine Empfehlung für oder gegen ein bestimmtes Gerät gegeben werden. Bei dem hier diskutierten Patientengut muss daher eine Beatmung in der Präklinik auch heutzutage noch stets manuell erfolgen.

Resùme:

In Bezug auf die verschiedenen Stützpunkte fällt auf, dass aus unserer Sicht die Ausrüstung auf vielen Stützpunkten mangelhaft ist. Aufgrund der erhaltenen Rückmeldungen erscheint der Notarztstützpunkt Mürzzuschlag bezüglich des Equipments am schlechtesten auf Einsätze dieser Art vorbereitet zu sein, gefolgt von Weiz und Deutschlandsberg. Auch in Voitsberg, Mariazell und auf dem C14 ist gemäß unseren Vorstellungen dringender Aufholbedarf gegeben. Auffallend ist es, dass wenn ein Stützpunkt einen Mangel beim abgefragten Equipment aufweist, dies meist nicht nur für ein Device gilt, sondern häufig eben mehrere Mängel anzutreffen sind, sodass der Eindruck entsteht, dass manche Stützpunkte dieser Patientengruppe bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt haben. So finden sich auf der „Mangelliste“ immer dieselben Stützpunkte.

Empfohlenes Material:

Für das Atemwegsmanagement bei Früh- und Reifgeborenen in der Präklinik soll nun abschließend der Versuch unternommen werden, eine Inventarliste für Notarztfahrzeuge zu erstellen, die als Mindeststandard angesehen werden sollte:

- ✓ Kinder-Beatmungsbeutel mit Überdruckventil und integriertem oder aufsteckbarem PEEP-Ventil
- ✓ Beatmungsmasken ab Größe 00 (rund) bzw. 0 (oval)
- ✓ Endotrachealtuben ab Größe ID 2,0 (ungeblockt)
- ✓ Laryngoskopspateln ab Größe 00 (Miller)
- ✓ Supraglottischer Atemweg als Alternative: Larynxmaske Gr. 1 (für Patienten/innen ab einem Geburtsgewicht >2kg)

Unsere erhobenen Daten zeigen, dass in der Steiermark auf vielen Notarzteinsatzmitteln beim Equipment nicht die entsprechenden Größen verschiedener Devices zur Versorgung von Frühgeborenen vorgehalten werden, obwohl diese prinzipiell von den Herstellern angeboten werden. Die Behebung dieser Equipmentmängel wäre für die adäquate Versorgung dieser Patientengruppe dringend erforderlich, Andere Fertigkeiten, wie der Umgang mit solch einer Situation, die Koordination der Mitarbeiter/innen, das Vorbereiten der durchzuführenden Handlungen und vieles mehr, bereiten für den/die Notarzt/ärztin und sein/ihr Team schon ausreichend Stress bei solchen Einsätzen, sodass eine mangelhafte Ausstattung noch zusätzlich Schwierigkeiten bereiten könnte, was es zu verhindern gilt. Wir hoffen mit dieser Diplomarbeit beitragen zu können, die Missstände aufzuzeigen und auf diese Weise an der Beseitigung der Mängel mitzuwirken, um zukünftig das Outcome solcher Patienten/innen in der Steiermark zu verbessern.

Diskussion der Handlungsempfehlungen

Tafel 1: Allgemeines

Tokolyse und pränatale Kortikosteroidtherapie

Auf Tafel 1 werden zunächst Empfehlungen zur Durchführung einer Tokolyse gestellt. Dies ist primär eine geburtshilfliche Domäne. Die hier formulierten Empfehlungen wurden in Rücksprache mit Geburtshelfern aus Graz, Leoben, Feldbach und Spittal/Drau formuliert. Leitlinien zur Versorgung Neugeborener umfassen üblicherweise keine Empfehlungen zur Tokolyse. Somit nehmen diese Handlungsempfehlungen eine Sonderstellung ein und präsentieren geburtshilfliche und neonatologische Themenbereiche in Bezug auf eine drohende bzw. laufende Frühgeburt in der Pränatalambulanz in einem einzigen Algorithmus.

Die Literatur zeigt, dass eine Geburtsverzögerung mittels Tokolyse Vorteile für Frühgeborene liefert (48). Indikationen und Kontraindikationen für die Durchführung einer Tokolyse sind grundsätzlich klar definiert (202), ob dieselben Kriterien aber auch für eine kurzfristige Tokolyse in der Pränatalambulanz gelten, bleibt zu hinterfragen. Die hier vorgestellten Handlungsempfehlungen spiegeln eine durch mehrere Experten/innen bewertete Auflistung von Indikationen und Kontraindikationen für die Tokolyse wider, wie sie unter den besonderen Gesichtspunkten in der Pränatalambulanz sinnvollerweise anzuwenden sind.

Für die Tokolyse wurden drei in Österreich gängige Präparate ausgewählt (Hexoprenalin, Atosiban, Terbutalin), die zumindest teilweise auf den steirischen Notarzteinsatzmitteln vorgehalten werden, und Dosierungsempfehlungen dafür formuliert. Während es für das innerklinische Setting Empfehlungen zur Wahl des Tokolytikums gibt (51), fehlen spezielle Richtlinien für die Pränatalambulanz völlig. Nicht jeder Notarztstützpunkt hält die innerklinisch eingesetzten Tokolytika (Hexoprenalin, Atosiban) auf ihren Einsatzmitteln vor. In der Pränatalambulanz verfügbare Alternativen wie zum Beispiel Betamimetika (Terbutalin) sind eine Therapieoption,

deren Einsatz für diese Indikation aber im Rahmen von Studien nicht ausreichend untersucht.

Kortikosteroide sollen bei drohender Frühgeburt so schnell wie möglich appliziert werden (54), somit wäre prinzipiell auch eine präklinische Gabe zu erwägen. In Anbetracht der Tatsache, dass die steirischen Notarztmitteln Kortikosteroide wie beispielsweise Prednisolon vorhalten, wäre eine Gabe ohne Schwierigkeiten möglich. Für die vorliegenden Handlungsempfehlungen wurde aber entschieden, aufgrund fehlender Literatur keine generelle Empfehlung für die präklinische Gabe von Kortikosteroide auszusprechen. In individuellen Fällen (z.B. bei langen Transportwegen) könnte eine präklinische Gabe aber möglicherweise sinnvoll sein.

Das Gestationsalter und seine therapeutische Konsequenz

Wie bereits im Ergebnisteil besprochen, sind die Grenzen der Lebensfähigkeit von verschiedenen Faktoren abhängig und damit auch länderunterschiedlich gesetzt. In Österreich gibt es klare Empfehlungen darüber (26). In diesen österreichischen Leitlinien wird das Vorgehen bei präklinischer Geburt aber nicht gesondert erwähnt, womit das Anwenden dieser Leitlinien kritisch hinterfragt werden kann. Um diese Lücke zu füllen, wurden bereits 2015 von der Klinischen Abteilung für Neonatologie in Graz regionale Empfehlungen über das Vorgehen bei präklinischen Geburten von extremen Frühgeborenen erstellt: Da das zu erwartende Outcome bei präklinisch geborenen Frühgeborenen schlechter als bei unter optimalen Bedingungen versorgten Frühgeborenen ist, wurde ein palliatives Vorgehen bei Frühgeborenen <24+0 SSW und ein proaktives Vorgehen erst ab einem Gestationsalter von 24+0 bzw. bei unklarem Gestationsalter (provisional care) empfohlen (37). Für die nun vorliegende Handlungsempfehlung wurde die regionale Empfehlung von 2015 jedoch nochmals überarbeitet.

Entscheidend für die Therapie bleibt die Kenntnis über das Gestationsalter, weshalb einfache und schnelle Berechnungsmöglichkeiten in Tafel 1 angeführt wurden, um das Ermitteln des Gestationsalters in der Pränatalambulanz zu erleichtern. Aufgrund der Tatsache, dass sich Notärzte im Falle einer präklinischen

Frühgeburt in einer extrem belastenden Situation befinden, ist die Ermittlung des korrekten Gestationsalters trotzdem nicht sicher gewährleistet und Rechenfehler denkbar. Andererseits ist es einem/einer präklinisch tätigen Mediziner/in ohne neonatologische Erfahrung nicht zumutbar, ein Frühgeborenes <24. SSW mit guten Vitalitätszeichen unversorgt zu lassen, da dieser stets im Zweifel sein wird, ob seine Entscheidung wirklich die richtige ist.

Aufgrund dieser Überlegungen wurden die Handlungsempfehlungen ähnlichen den österreichischen Leitlinien zur Versorgung Frühgeborener nun folgendermaßen formuliert: Ein proaktives Vorgehen ist auch bei fehlender Vitalität (bei Abwesenheit sicherer Todeszeichen) ab 24+0 zwingend notwendig, dies gilt auch für Frühgeborene mit unbekanntem Gestationsalter („provisional care“). Bei Frühgeborenen <24+0 wird ein Vorgehen in Abhängigkeit der Vitalität empfohlen. Bei guter Vitalität kann eine Erstversorgung erfolgen, bei fehlender Vitalität sollte ein palliatives Vorgehen nach den Vorgaben der Handlungsempfehlung gewählt werden (26).

Tafel 2: Erstversorgung

Vorbereitungen vor Geburt

Bereits mit der Notfallmeldung beginnt der Einsatz und damit die Vorbereitungen auf die drohende bzw. nicht zu verhindernde Frühgeburt. Um das abzubilden wurden gleich zu Beginn dieser Tafel checklistenartig Handlungen aufgelistet, die man im Vorhinein erledigen kann, um besser vorbereitet in den Einsatz zu gehen und damit Stress zu reduzieren. Die Empfehlungen spiegeln das innerklinische Vorgehen vor einer erwarteten Frühgeburt, das hier adaptiert auf die Besonderheiten der Pränatalambulanz wurde, sowie die Erfahrungen mehrerer präklinisch tätiger Mediziner/innen wider.

Vorgehen nach der Geburt, Wärmemanagement

Dieser Teil der Tafel orientiert sich stark an den Leitlinien der ERC 2015 zur Versorgung Neugeborener (22). Die mittels Literaturrecherche gefundenen Studien bestätigen die empfohlenen Schritte weitgehend auch für Frühgeborene,

sofern Literaturstellen zu den einzelnen Punkten der Erstversorgung verfügbar waren. Besonderheiten bei der Versorgung Frühgeborener wurden im nun vorliegenden Algorithmus hervorgehoben, wie beispielsweise die frühe Initiierung des Wärmemanagements und die Verwendung von Plastikfolien oder -tüten. Zusätzlich wurde einzelnen Aspekten der Präklinik und den Gegebenheiten des Notarzteswesens Rechnung getragen, wie beispielsweise die Empfehlung das Frühgeborene abzutrocknen und erst dann in eine Plastikfolie einzuwickeln (im Unterschied zur innerklinischen Empfehlung das Frühgeborene nicht abzutrocknen und gleich einzuwickeln), was bei Abwesenheit einer externen Wärmequelle das zu bevorzugende Vorgehen ist. Auch die Erfahrungen am Universitätsklinikum Graz mit präklinisch geborenen Frühgeborenen, die ausnahmslos eine relevante Hypothermie zeigten, zeugen von der Wichtigkeit des Wärmemanagements. Die Aufforderung zur konsequenten Durchführung eines adäquaten Wärmemanagements zieht sich am Rand der Tafel aufgrund ihrer Wichtigkeit über den ganzen vom Algorithmus abgedeckten Zeitraum der Erstversorgung durch.

Taktile Stimulation

Das Abtrocknen ist bereits ein guter Stimulus für das Einsetzen einer Spontanatmung. Bei einer fehlenden oder insuffizienten Spontanatmung wird in den aktuellen ERC Leitlinien 2015 eine kurze taktile Stimulation empfohlen, eine zu lange oder zu kräftige Stimulation soll aber vermieden werden (22). Da zum Thema „taktile Stimulation“ bei Frühgeborenen nur wenig Literatur besteht (und für den besonderen Aspekt der Präklinik keine Literatur existiert), können für den nun vorliegenden Algorithmus keine speziellen Empfehlungen gegeben werden. Aus Sicht des Wärmemanagements sollte sinnvollerweise möglichst rasch nach der Geburt das Abtrocknen und Einwickeln in eine Plastikfolie erfolgen. Die hierfür erforderlichen Manipulationen sind wahrscheinlich auch beim Frühgeborenen als taktile Stimulation ausreichend. Im Algorithmus werden daher das Abtrocknen und das Einwickeln mit Plastikfolie direkt nach der Geburt betont und wird auf den Begriff „Taktile Stimulation“ verzichtet.

Abnabeln

Bezüglich des Abnabelns gibt der vorliegende Algorithmus keine speziellen Empfehlungen. Das Abnabeln wird im Algorithmus direkt nach der Geburt angeführt. Aufgrund der speziellen Situation in der Pränatal, in welcher das Wärmemanagement einen sehr großen Stellenwert einnimmt, und ein verzögertes Abnabeln ein verzögertes Einwickeln in eine Plastikfolie mit erhöhtem Hypothermierisiko nach sich ziehen könnte, erscheint es sinnvoll, ein rasches Abnabeln für alle pränatal geborenen Frühgeborene zu propagieren. Diese Empfehlung ist eine Experten/innen-Meinung, die Evidenzklasse der Empfehlung somit als niedrig einzustufen. Zum Thema Abnabeln in der Pränatal und Hypothermierisiko wurde bislang aber keine Literatur publiziert.

Mit der Empfehlung zum sofortigen Abnabeln stehen die vorliegenden Handlungsempfehlungen im Widerspruch zu den „European Consensus Guidelines on the management of RDS in preterm infants“, die bei Frühgeborenen die Abnabelung erst nach bis zu 60 Sekunden empfehlen (25), und zu den aktuellen Leitlinien des europäischen Reanimationsrates, die bei Frühgeborenen ebenfalls eine verzögerte Abnabelung von mindestens einer Minute empfehlen, sofern keine Reanimationsmaßnahmen gesetzt werden müssen. In Reanimationssituationen wird in den ERC Richtlinien empfohlen, die Abnabelung sofort durchführen. Die erwähnten internationalen Leitlinien erwähnen aber nicht, ob das empfohlene Vorgehen gleichermaßen auch in der Pränatal anwendbar ist, und berücksichtigen auf diese Weise nicht das erhöhte Hypothermierisiko aufgrund des Fehlens von externen Wärmequellen in der Pränatal.

Auch erste Hinweise, dass es vorteilhaft sein könnte, wenn die Nabelschnur erst nach der Durchführung initialer Beatmungen und nach Einsetzen der Spontanatmung durchtrennt wird (63), werden im vorliegenden Algorithmus für die Pränatal insbesondere aufgrund der Überlegungen zum Hypothermierisiko nicht aufgegriffen.

Monitoring

In Ergänzung zu den ERC Leitlinien 2015 wird gleich zu Beginn des Algorithmus empfohlen ein Monitoring anzuordnen. Damit wird dem Umstand Rechnung

getragen, dass bekanntermaßen das Anlegen von EKG und Pulsoxymeter beim Frühgeborenen schwierig sein kann und die Zeit ab Geburt bis zur Anzeige von Zahlenwerten für Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung verkürzt werden soll. Das EKG wird in der Handlungsempfehlung bewusst an erst Stelle gesetzt, da es schneller und zuverlässiger ist als die Pulsoxymetrie (70) und ein rasches Anzeigen der Herzfrequenz für die Erstbeurteilung im Hinblick auf konsekutive Therapieentscheidungen (z.B. Thoraxkompressionen ja oder nein) vorteilhaft ist. Das Sauerstoffsättigungsmonitoring wiederum ist im Hinblick auf Steuerung der Sauerstofftitration und Eskalation einer Atemunterstützung notwendig und sollte ebenfalls frühzeitig angelegt werden.

Beatmung

Die initialen Beatmungen im Falle einer fehlenden oder insuffizienten Eigenatmung zeigen positive Effekte bei der Etablierung einer funktionellen Residualkapazität (84,203) und sollen nach Vorgaben der ERC zunächst fünf Mal über 2 bis 3 Sekunden durchgeführt werden. Die Empfehlungen der ERC wurden auch für den nun vorliegenden Algorithmus übernommen, obwohl neuere Studien zeigen, dass bei Frühgeborenen der Einsatz deutlich verlängerter Inspirationszeiten (>5 Sekunden; sog. pulmonale Blähmanöver, „sustained lung inflations“) möglicherweise vorteilhaft sein könnten (86,88). Jedoch erscheint die Datenlage derzeit noch nicht ausreichend, um eine generelle Empfehlung zur Durchführung pulmonaler Blähmanöver aussprechen zu können. Daten über die generelle Sicherheit, Details über die optimale Inspirationslänge, den optimalen Beatmungsdruck und die Langzeiteffekte von verlängerten Inspirationen fehlen derzeit noch. Daher haben wir keine generelle Empfehlung zur Durchführung pulmonaler Blähmanöver in diese Handlungsempfehlungen aufgenommen.

Im Anschluss an diese initialen Beatmungen, welche suffizient durchgeführt werden sollen, muss die Herzfrequenz ermittelt werden (mittels Auskultation oder EKG, alternativ – aber weniger zuverlässig – mittels Pulsoxymetrie). Bei fehlendem Anstieg der Herzfrequenz über 60/min. sollen die 5 initialen Beatmungen wiederholt werden. Falls die Herzfrequenz danach weiterhin

unterhalb der Grenze von 60/min. liegt, muss man die Reanimationsmaßnahmen intensivieren und mit Thoraxkompressionen starten. Falls die Herzfrequenz über 60/min. liegt, müssen bei fehlender Eigenatmung eine kontinuierliche Beatmung (nach Empfehlungen der ERC mit 1 Sekunde Inspirationszeit und einer Frequenz von 30x/min. (22)) oder (bei Vorliegen einer insuffizienten Eigenatmung) eine assistierte Beatmung durchgeführt werden. Für den Fall, dass durch die initialen Beatmungen die Herzfrequenz über 100/min. ansteigen sollte, kann das Frühgeborene ohne Notwendigkeit weiterer Akutmaßnahmen observiert werden, wenn eine suffiziente Eigenatmung vorliegt. Die in den ERC und RDS Leitlinien für Frühgeborene empfohlene Atemunterstützung mittels CPAP wird in unserem Algorithmus bewusst nicht dargestellt, weil eine kontinuierliche Applikation von PEEP unter Spontanatmung des Frühgeborenen mittels Beutelbeatmung nicht realisierbar ist, sofern nicht intermittierend eine Beatmung durch Kompression des Beatmungsbeckens erfolgt (115). Zumindest in der Steiermark gibt es derzeit kein Notfallmittel, das eine alternative Beatmungsmöglichkeit für Frühgeborene mitführt, die eine konventionelle CPAP Beatmung ermöglichen würde. Für das spontanatmende Frühgeborene mit Bedarf einer Atemunterstützung muss daher eine assistierte Beatmung mittels Beatmungsbeutel idealerweise in Kombination mit einem PEEP-Ventil erfolgen.

Die Steuerung der Atemunterstützung und der Sauerstofftitration anhand der pulsoxymetrisch ermittelten Sauerstoffsättigung ist anerkannter Standard bei der innerklinischen Versorgung Frühgeborener und sollte wenn möglich auch in der Präklinik durchgeführt werden. Leider sind die idealen Zielsättigungswerte für Frühgeborene derzeit noch unbekannt, obwohl man weiß, dass die Sauerstoffsättigung bei Frühgeborenen mit komplikationsloser kardiorespiratorischer Adaptation im Vergleich zu Reifgeborenen langsamer ansteigt (73). Aufgrund fehlender Evidenz, ob auch bei Frühgeborenen mit einer Notwendigkeit von Atemunterstützung niedrigere Zielsättigungswerte angewendet werden können, wurden die prädiktalen Sauerstoffsättigungswerte aus den ERC Leitlinien 2015 übernommen, die etwa der 25. Perzentile gesunder reifer Neugeborener entsprechen und ebendort undifferenziert für Früh- und Reifgeborene empfohlen werden (22).

Die ERC empfiehlt in ihren Leitlinien bei Frühgeborenen vor der 35. Schwangerschaftswoche die Beatmung mit einer inspiratorischen Sauerstofffraktion von 21-30% zu beginnen (22). In der Präniklinik wird die initiale Atemunterstützung in aller Regel mit Beatmungsbeutel und Flow-variablem O₂-Anschluss durchgeführt, ein O₂-Mischer zur stufenlosen FiO₂-Wahl ist meist nicht verfügbar. In unserem Algorithmus wird daher der Beginn der Erstversorgung unter Luft empfohlen, weil ein FiO₂ von 30% mit dem vorhandenen Equipment meist nicht realisierbar sein wird. Die von unserer Arbeitsgruppe erstellte FiO₂-Titrationstabelle zur Eskalation der O₂-Konzentration im Verlauf der Erstversorgung wurde ebenfalls auf Tafel 2 abgebildet um eine Empfehlung zur Umsetzung einer präklinischen O₂-Titration zu geben (121). Die Vorgehensweise ermöglicht die Adaptation der FiO₂ durch variablen O₂-Flow und Verwendung eines Reservoirschlauchs, für den häufigen Fall in der Präniklinik, dass kein O₂-Mischer vorgehalten wird.

Thoraxkompression

Es bleibt weiterhin umstritten, in welchem Verhältnis Thoraxkompressionen und Beatmungen bei der Neugeborenenreanimation idealerweise durchgeführt werden sollten und welcher Grenzwert der Herzfrequenz als Indikation zur Durchführung von Thoraxkompressionen (60 Schläge/Minute) idealerweise herangezogen werden sollte. Es ist auch fraglich ob die derzeitigen Empfehlungen für Frühgeborene und Reifgeborene gleichermaßen sinnvoll sind. Thoraxkompressionen bei Frühgeborenen, wie sie momentan empfohlen werden, weisen einerseits eine erhöhte Mortalität als auch eine höhere Rate an intraventrikulären Blutungen auf (192). Aufgrund von mangelnder anders lautender Evidenz wurden die Empfehlungen der ERC 2015 zur Durchführung von Thoraxkompressionen unverändert in unseren Algorithmus übernommen (22).

Gefäßzugang

Die Notwendigkeit Medikamente während der Versorgung Neugeborener applizieren zu müssen ist insgesamt eher selten, bei der Erstversorgung Frühgeborener ist das Etablieren eines Zuganges und eine konsekutive

Medikamentengabe aber häufiger notwendig – wahrscheinlich gilt dies auch in der Präklinik. Nach optimalerweise etwa 90 Sekunden post partum sollte in Abhängigkeit von der Herzfrequenz bereits die Entscheidung fallen, ob Thoraxkompressionen indiziert sind oder nicht. Kommt es nach Durchführung von suffizienten Thoraxkompressionen zu keinem Ansteigen der Herzfrequenz, sollte in der Folge auch die Applikation von Medikamenten (Adrenalin oder Volumen) erwogen werden. Für bestimmte Indikationen kann auch die Applikation von anderen Medikamenten notwendig werden (z.B. Koffein/Theophyllin, Glukose). Um die Medikamentengabe realisieren zu können muss zuvor ein Zugang etabliert werden. Der peripher venöse Zugang stellt dabei eine Möglichkeit dar, ist aber nicht immer einfach durchzuführen. Innerklinisch ist die Erfolgsrate jedoch höher als man vielleicht annehmen würde und damit wohl einen Versuch wert (151). Speziell in der Präklinik wird ein peripher venöser Zugang beim Frühgeborenen aber vermutlich häufig Schwierigkeiten bereiten. In den ERC Leitlinien wird ein idealerweise zentral liegender Nabelvenenkatheter als optimaler Zugang für die Applikation von Medikamenten bei Reanimationssituationen beschrieben (22). Es bleibt zu hinterfragen, ob der/die in der Neugeborenenversorgung praktisch immer unerfahrene Notarzt/ärztin diesen Zugang erfolgreich und schnell etablieren kann. Eine weitere Alternative stellt der intraossäre Zugang dar, der allerdings von den aktuellen ERC Richtlinien für das Neugeborene nicht erwähnt wird, bei Säuglingen aber als alternativer Zugang der ersten Wahl genannt wird (22). Weil es auch zahlreiche Fallberichte über das erfolgreiche Etablieren von intraossären Zugängen bei Neugeborenen gibt, wird dieser Zugang in unseren Handlungsempfehlungen als weitere Alternative erwähnt. Das Körpergewicht des Frühgeborenen ist aber sicherlich ein limitierender Faktor, wobei die in unserem Algorithmus angegebene Gewichtslimitierung für den intraossären Zugang von 2 Kilogramm als relative Grenze zu bewerten ist. Einerseits darf der an vielen Stützpunkten eingesetzte EZ-IO Knochenbohrer laut Herstellerangaben erst ab einem Körpergewicht von 3 Kilogramm eingesetzt werden (150), obwohl es an einigen Abteilungen beim Einsatz dieses Devices Erfahrungen ab ca. zwei Kilogramm gibt. Andererseits gibt es aber auch einzelne Fallberichte über den erfolgreichen Einsatz von Intraossärzugängen bei Frühgeborenen mit sehr niedrigerem Körpergewicht, bei welchen allerdings nicht der EZ-IO Knochenbohrer verwendet wurde (146).

Medikamente

In erster Linie stellt die Basis in der Reanimation die Volumen- und Adrenalingabe dar, weshalb diese auch in unserem Algorithmus gemäß den ERC Leitlinien 2015 dargestellt wird. Obwohl prospektive Studien zur Adrenalingabe in der Frühgeborenenreanimation fehlen und möglicherweise sogar schaden könnten (153,154), wird es wie beim Erwachsenenalgorithmus dennoch von der ERC 2015 empfohlen, da es eben auch keinen Gegenbeweis gibt (22).

Für die Initiierung einer Flüssigkeitstherapie gibt es keine klar definierten Grenzwerte. Bei Reifgeborenen gilt die Flüssigkeitsgabe bei arterieller Hypotonie jedoch als first-line Therapie (170). Bei Frühgeborenen wird aufgrund des erhöhten Hirnblutungsrisikos bei rascher Applikation ein restriktives Volumenmanagement empfohlen. Insbesondere bei anamnestisch erheblichem Blutverlust sollte auch beim Frühgeborenen an eine Volumengabe gedacht werden (22).

Besonders während einer peri-arrest Situation bei Frühgeborenen, also bei einer Herzfrequenz über 60/min., jedoch ohne suffizienter Atmung, können noch weitere Medikamente angedacht werden, die zumindest teilweise auch auf den Notarzteinsatzmitteln zur Verfügung stehen.

Die positiven Effekte der Koffein- / oder Theophyllin-Applikation bei Frühgeborenen sind belegt (167). Die Applikation dieser Medikamente bereits während der Erstversorgung ist jedoch noch nicht standardisiert und nicht routinemäßig an allen neonatologischen Abteilungen eingeführt. So weiß man, dass eine frühere Applikation besser ist als eine abwartende Therapie, jedoch ist „früher“ ein relativer Begriff und derzeit noch nicht genau definiert. Koffein wird präklinisch in den seltensten Fällen vorhanden sein, eine Alternative die auf vielen Notarztmitteln mitgeführt wird ist aber Theophyllin. Da Koffein innerklinisch aufgrund der Wirksamkeit und dem Nebenwirkungsspektrum standardmäßig verwendet und gegenüber Theophyllin häufiger eingesetzt wird, wurde es trotz der wohl seltenen Verfügbarkeit neben Theophyllin in dieser Handlungsempfehlung erwähnt. Beide Medikamente können effektiv den Atemantrieb steigern. Trotz der

fehlenden Evidenz ob des idealen Applikationszeitpunktes wurden die Medikamente in die Handlungsempfehlung aufgenommen, weil in der Präklinik Atemunterstützung und Beatmung aufgrund von Erfahrung des/der Notarztes/Ärztin und mangelnden Equipments problematisch sein können und eine Steigerung des Atemantriebes möglichweise die Beatmungsnotwendigkeit reduzieren kann und so Beatmungskomplikationen vermieden werden können.

Es besteht keine klare, definierte Grenze, ab wann bei Frühgeborenen eine therapiepflichtige Hypoglykämie vorliegt. Auch wird eine Messung des Blutzuckers im niedrigen Messbereich bei Frühgeborenen mit den auf Notarzteinsatzmitteln vorhandenen Blutzuckermessgeraten nicht immer adäquat möglich sein. Nichtsdestotrotz muss postpartal gerade bei dieser Patienten/innen-Gruppe vermehrt mit symptomatischen Hypoglykämien gerechnet werden. Deshalb wurde auch eine Glukoseapplikation in den Algorithmus inkludiert. Diese erscheint nicht nur bei symptomatischer Hypoglykämie sinnvoll, sondern auch zur Deckung des Glukosebedarfs bei einem bereits aus anderen Gründen etablierten Zugang.

Für jedes angegebene Medikament wurde in der nun vorliegenden Handlungsempfehlung eine Dosierungshilfe angegeben um im Notfall schnell und sicher agieren zu können.

Abbruch oder Transport

Bei extremen Frühgeborenen geht eine protrahierte Wiederbelebung häufig mit schlechtem neurologischem Outcome einher (139). Bei der Überlegung zum Abbruch von Wiederbelebensmanahmen definiert die ERC 2015 für Neugeborene einen klaren Zeitpunkt, ab wann es gerechtfertigt wäre Reanimationsversuche zu beenden (22). Diese Kriterien wurden ebenfalls in die vorliegende Handlungsempfehlung übernommen. Bei Vorliegen einer persistierenden Bradykardie sollte spätestens zu diesem Zeitpunkt – wenn nicht bereits schon früher erfolgt – eine Kontaktaufnahme mit der zuständigen Neonatologie erfolgen.

Falls beim zu versorgenden Frühgeborenen eine suffiziente Eigenatmung oder eine effektive Beatmung vorliegt, was mittels Monitoring bestätigt werden sollte, ist rasch an den Transportbeginn zu denken, wenn nicht gemäß Tafel 1 mit dem zuständigen Neonatologen ein Verbleiben am Notfallort bis zum Eintreffen des neonatologischen Intensivtransportteams vereinbart wurde. In der Handlungsempfehlung ist dies auch dementsprechend so dargestellt worden. Je nach Gestationsalter sollte als Transportart nach Möglichkeit entweder der Inkubatortransport oder alternativ ein Känguru-Transport durchgeführt werden, das bedeutet, dass das Frühgeborene während des Transportes zur Minimierung des Wärmeverlustes auf die nackte Mutterbrust gelagert wird (204).

Für die Übersichtlichkeit der Darstellung des Algorithmus mussten wenige Abkürzungen verwendet werden. Um Missverständnisse bei den angegebenen Abkürzungen zu vermeiden, wurde zu guter Letzt auch ein Abkürzungsverzeichnis eingefügt um eben diese Gefahr zu beseitigen.

Tafel 3: Atemwegsmanagement

Ineffektive Maskenbeatmung

Da die Beatmung mit konsekutiver Belüftung der Lunge und Etablierung einer funktionellen Residualkapazität die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Reanimation von Frühgeborenen darstellt und diese deshalb unbedingt suffizient durchgeführt werden muss (22), wurde mit Tafel 3 „Atemwegsmanagement“ speziell ein Algorithmus zur Optimierung derselben geschaffen. Bislang findet sich in der verfügbaren Literatur kein Algorithmus zum Vorgehen bei schwierigem Atemweg des Frühgeborenen. Es ist anzunehmen, dass aufgrund mangelnder Expertise und fehlendem Equipment der Atemweg eines Frühgeborenen besonders in der Pränatal- und Perinatal-Praxis Probleme bereiten kann. Unsere Handlungsempfehlung richtet sich daher in erster Linie an in der Pränatal- und Perinatal-Praxis tätige Mediziner/innen, die für gewöhnlich wenig Erfahrung mit der Versorgung extrem kleiner Frühgeborener haben.

Im präklinischen Setting kommt bei der Versorgung durch den/die Notarzt/ärztin für die initiale Beatmung von Frühgeborenen meistens eine Maskenbeatmung mittels Beatmungsbeutel zum Einsatz. Zunächst ist es wichtig eine insuffiziente Beutel-Masken-Beatmung überhaupt erst zu erkennen, weshalb die wichtigsten klinischen Zeichen hierfür in der Handlungsempfehlung eigens erwähnt wurden: Fehlender Anstieg der Herzfrequenz, fehlender Anstieg der SpO₂ sowie nicht erkennbare Thoraxexkursionen.

Falls die Maskenbeatmung aufgrund einer offensichtlichen Obstruktion erschwert wird, sollte diese Obstruktion durch oropharyngeales Absaugen beseitigt werden (22). Wenn das Problem anschließend weiterbesteht, soll – genauso wie für den Fall, dass keine Obstruktion vorliegt – mit der Optimierung der Maskenbeatmung begonnen werden. Hierfür werden im Algorithmus die Reposition des Kopfes, ein Tausch auf eine alternative Gesichtsmaske, der Versuch einer Zwei-Helfer Methode, das Einbringen einer Schulter- oder Nackenrolle und die Verwendung eines Guedel- oder Wendltubus als Optionen angeführt (22).

Atemwegsalternativen

Falls diese Optimierungsversuche nicht von Erfolg gekrönt sind und die Beatmung insuffizient bleibt, gibt es im Algorithmus zunächst zwei mögliche Atemwegsalternativen: Einerseits wird die nasopharyngeale Beatmung via Rachtentubus (99) und andererseits bei Frühgeborenen >2 Kilogramm Körpergewicht ein supraglottischer Atemweg empfohlen (22). Dabei kommt der Larynxmaske die first-line Rolle zu, der Larynxtubus sollte zweitrangig betrachtet werden (22,99). Für andere Atemwegsalternativen gibt es derzeit keine Daten zum Einsatz beim Frühgeborenen bzw. stehen sie für diese Patienten/innen-Gruppe nicht zur Verfügung.

Die endotracheale Intubation stellt ohne Zweifel auch beim Frühgeborenen den Goldstandard der Atemwegssicherung dar, erfordert jedoch eine große Expertise, um sie schnell und sicher durchführen zu können. Nur dem Erfahrenen bleibt es daher im vorliegenden Algorithmus (auch in Übereinstimmung mit den ERC Leitlinien) bereits zu einem frühen Zeitpunkt vorbehalten eine endotracheale Intubation zu erwägen (22). Die gewählte Formulierung der Handlungsempfehlung

erscheint auch vor dem Hintergrund sinnvoll, dass die endotracheale Intubation beim Frühgeborenen mitunter schwierig durchzuführen ist, und selbst erfahrenem Personal zu einem größeren Prozentsatz nicht immer beim gleich ersten Mal erfolgreich gelingt und damit komplikationsbehaftet ist (101).

Ultima ratio

Falls die Beatmung weder via Gesichtsmaske noch über die angeführten Atemwegsalternativen suffizient durchzuführen ist, sollte schließlich auch der/die ungeübte Notarzt/ärztin die Durchführung einer endotrachealen Intubation als ultima ratio versuchen.

Falls man diesen Weg der Atemwegssicherung beschreitet, werden als Hilfestellung Formeln zur Berechnung der Einführtiefe und der Tubusgröße und ein Hinweis zur Lagekontrolle mittels Kapnographie/-metrie bereitgestellt.

Nach jeder Maßnahme zur Optimierung der Beatmung sollte deren Erfolg evaluiert werden. Falls erfolgreich kann die Erstversorgung gemäß Tafel 2 in der Folge fortgesetzt werden. Wenn jedoch keine der Maßnahmen erfolgreich ist und keine suffiziente Beatmung etabliert werden kann, so muss bei Vorliegen einer Asystolie auch ein Abbruch der Reanimationsbemühungen erwogen werden, da Reanimationsversuche ohne die Möglichkeit der Oxygenierung und Ventilation wenig Sinn machen würde (22). Für das Vorgehen bei Asystolie wurden in unserem Algorithmus auch an dieser Stelle die Empfehlungen der ERC übernommen, die einen Abbruch der Reanimation nach 10 Minuten Asystolie vorschlagen (22).

Auch auf Tafel 3 wird erwähnt, dass bei persistierender Bradykardie und trotz Abarbeiten der bereitgestellten Handlungsempfehlung zum Atemweg weiterhin bestehender insuffizienter Beatmung der Rat des/der zuständigen Neonatologen/Neonatologin telefonisch eingeholt werden sollte. Das Etablieren einer suffizienten Beatmung gilt als Grundvoraussetzung für den Beginn eines Transportes, da bei mangelnder Oxygenierung während des Transports ein desaströses neurologisches Outcome erwartet werden muss.

Auch auf Tafel 3 mussten zwecks besserer Übersichtlichkeit Abkürzungen bei der Darstellung des Algorithmus eingesetzt werden, die – um Missverständnisse zu vermeiden – in einem kurzen Abkürzungsverzeichnis am Ende des Algorithmus aufgeführt wurden.

Interessenskonflikt

Es besteht kein Interessenskonflikt für den Autor.

Literaturverzeichnis

1. Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Völkl A, Gries A. [Invasive techniques in emergency medicine. I. Practice-oriented training concept to ensure adequately qualified emergency physicians]. *Anaesthesist*. Springer-Verlag; 2004 Nov;53(11):1086–92.
2. Eich C, Roessler M, Timmermann A, Heuer JF, Gentkow U, Albrecht B, et al. [Out-of-hospital pediatric emergencies. Perception and assessment by emergency physicians]. *Anaesthesist*. Springer-Verlag; 2009 Sep;58(9):876–83.
3. Geborene [Internet]. Statistik Austria. 2016. Available from: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/geborene/index.html
4. Oberaigner W, Leitner H. *Geburtenregister Österreich Bericht über die Geburtshilfe in Österreich 2014*. Innsbruck; 2015.
5. Loytved C. *Qualitätsbericht 2014 Außerklinische Geburtshilfe in Deutschland*. 1. Auflage. Gesellschaft für Qualität in der außerklinischen Geburtshilfe e.V. (QUAG e.V.); 2014. 82 p.
6. Oblasser C, Großbichler-Ulrich R, van der Kleyn M, Leitner H, Oberaigner W. *Die außerklinische Geburtshilfe in Österreich. Bericht für die Jahre 2006 und 2007*. 2009;1–32.
7. Euro Peristat. *European Perinatal Health Report: Health and care of pregnant women and babies in Europe in 2010*. 2010;
8. Snyder SR, Kivlehan SM. Prehospital childbirth | EMSWorld.com [Internet]. 2013 [cited 2016 May 8]. Available from: <http://www.emsworld.com/article/11152064/prehospital-childbirth>
9. Macdorman MF, Declercq E. Trends and Characteristics of United States Out-of-Hospital Births 2004 – 2014 : New Information on Risk Status and Access to Care. *Birth*. 2016;(June):1–9.
10. Bundesministerium für Gesundheit. *Bundes-Zielsteuerungsvertrag: Zielsteuerung-Gesundheit*. 2013;1–82.
11. Mungall IJ. Trend towards centralisation of hospital services, and its effect on access to care for rural and remote communities in the UK. *Rural Remote Health*. 2005;5(2):390.
12. Chien LY, Whyte R, Aziz K, Thiessen P, Matthew D, Lee SK. Improved outcome of preterm infants when delivered in tertiary care centers. *Obstet Gynecol*. 2001 Aug;98(2):247–52.
13. Hemminki E, Heino A, Gissler M. Should births be centralised in higher level hospitals? Experiences from regionalised health care in Finland. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol*. 2011;118(10):1186–95.
14. Palme-Kilander C. Methods of resuscitation in low-Apgar-score newborn infants--a national survey. *Acta Paediatr*. 1992 Oct;81(10):739–44.
15. Krauß A. So klappt die Geburt im Rettungsdienst. *CME*. 2013;10(6):36.
16. Zeitlin J, Szamotulska K, Drewniak N, Mohangoo AD, Chalmers J, Sakkeus L, et al. Preterm birth time trends in Europe: A study of 19 countries. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol*. 2013;120(11):1356–65.
17. Obladen M, Maier RF. *Neugeborenen-Intensivmedizin Erfahrung und Evidenz*. 7. Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg; 2006. 699 p.
18. Klimont J. „Frühgeburten in Österreich - Zeitliche Trends und Risikofaktoren auf Basis revidierter Ergebnisse“. 2012 Sep;
19. Goldenberg RL, Culhane JF, Iams JD,

- Romero R. Epidemiology and causes of preterm birth. *Lancet*. 2008;371(9606):75–84.
20. Hendler I, Goldenberg RL, Mercer BM, Iams JD, Meis PJ, Moawad AH, et al. The Preterm Prediction study: Association between maternal body mass index and spontaneous and indicated preterm birth. *Am J Obstet Gynecol*. 2005;192(3):882–6.
21. Beck S, Wojdyla D, Say L, Betran AP, Merialdi M, Requejo JH, et al. The worldwide incidence of preterm birth: A systematic review of maternal mortality and morbidity. *Bull World Health Organ*. 2010;88(1):31–8.
22. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlesberger B. Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen: Kapitel 7 der Leitlinien zur Reanimation 2015 des European Resuscitation Council. *Notfall und Rettungsmedizin*. 2015;18(8):964–83.
23. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlesberger B. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. 2015 Oct;95:249–63.
24. Negi R, Pande D, Karki K, Kumar A, Khanna RS, Khanna HD. A novel approach to study oxidative stress in neonatal respiratory distress syndrome. *BBA Clin*. Elsevier; 2015 Jun 1;3:65–9.
25. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallmann M, Ozek E, Plavka R, et al. European consensus guidelines on the management of Neonatal Respiratory Distress Syndrome in Preterm Infants - 2016 Update. *Neonatology*. 2016;(103):353–68.
26. Berger A, Kiechl-Kohlendorfer U, Berger J, Dilch A, Kletecka-Pulker M, Urlesberger B, et al. Erstversorgung von Frühgeborenen an der Grenze der Lebensfähigkeit. *Monatsschrift Kinderheilkd*. 2016 Aug 16;(7):711–5.
27. *Notfallmedizin*. Georg Thieme Verlag; 2012. 736 p.
28. Prause G, Oswald S, Himler D, Wildner G, Gemes G. The Medizinercorps Graz: a 120-year-old institution of emergency medicine. *Prehosp Emerg Care*. Jan;17(3):416–20.
29. Jones P, Alberti C, Chabernaude J-LL, Sieurin A, Dauger S, Julé L, et al. Mortality in out-of-hospital premature births. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. Wiley Online Library; 2011;100(2):181–7.
30. Lomas J, Anderson GM, Domnick-Pierre K, Vayda E, Enkin MW, Hannah WJ. Do Practice Guidelines Guide Practice? *N Engl J Med*. Massachusetts Medical Society; 1989 Nov 9;321(19):1306–11.
31. Eichinger M, Martensen J, Urlesberger B, Schwabegger B. Equipment für Atemwegsmanagement und Notfallbeatmung von sehr kleinen pädiatrischen Notfallpatienten auf steirischen Notarzteinsetzmitteln. Graz, AUSTRIA; 2016.
32. Ambu® Mark IV / Mark IV Baby.
33. Gahl K. Sterben in Würde. *Ethik der Medizin*. 2008;20(1):3–5.
34. UN-Konvention über die Rechte des Kindes. 1990;1–20.
35. *Ärztengesetz Österreich 1998*. 2016;(90):1–108.
36. Roll C. Frühgeborene an der Grenze der Lebensfähigkeit : Entscheidungsfindung. *Gynakologe*. 2010;43(6):495–8.
37. Schwabegger B. Besonderheiten bei der präklinischen Geburt Frühgeborener. Graz, AUSTRIA; 2015.
38. Pearson L, Larsson M, Fauveau V, Standley J. Childbirth care. *Oppor Africa's Newborns Pract data, policy Program Support newborn care Africa*. 2007;63–78.
39. Badke-Schaub P, Hofinger G, Lauche K. *Human Factors*. 2. Auflage. Badke-Schaub P, Hofinger G, Lauche K, editors. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin

- Heidelberg; 2008. 380 p.
40. Patterson MD, Geis GL, Falcone RA, LeMaster T, Wears RL, Patterson D. M, et al. In situ simulation: detection of safety threats and teamwork training in a high risk emergency department. *BMJ Qual Saf.* 2013;22(6):468–77.
 41. Thomassen, Storesund A, Sjøfteland E, Brattebø G. The effects of safety checklists in medicine: A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(1):5–18.
 42. Hullfish KL, Miller T, Pastore LM, Nicholson E, Jin L, Miller SA, et al. A checklist for timeout on labor and delivery: a pilot study to improve communication and safety. *J Reprod Med.* 59(11–12):579–84.
 43. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med.* 2003;78(8):783–8.
 44. Rüdiger M, Küster H, Roehr CC. Pathophysiology of neonatal transition and meaningful measures for the initial stabilisation of extremely premature neonates. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2012;216(5):201–4.
 45. Eppich WJ, Adler MD, McGaghie WC. Emergency and critical care pediatrics: use of medical simulation for training in acute pediatric emergencies. *Curr Opin Pediatr.* 2006;18(3):266–71.
 46. Thomas EJ, Taggart B, Crandell S, Lasky RE, Williams a L, Love LJ, et al. Teaching teamwork during the Neonatal Resuscitation Program: a randomized trial. *J Perinatol.* 2007;27(7):409–14.
 47. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. *Kurzdarstellung. Notfall + Rettungsmedizin.* 2015;18(8):655–747.
 48. Goldenberg RL, Rouse DJ. PREVENTION OF PREMATURE BIRTH. *N Engl J Med.* 339 Number:313–20.
 49. Eogan M, McKenna P. Delaying preterm delivery at the threshold of viability. *J Obstet Gynaecol (Lahore).* Taylor & Francis; 2004 Jun 2;24(4):459–60.
 50. Schleißner E. The prevention, diagnosis and treatment of premature labor. *Dtsch Ärzteblatt Int.* 2013;110(13):227–35; quiz 236.
 51. Van Vliet EOG, Nijman TAJ, Schuit E, Heida KY, Opmeer BC, Kok M, et al. Nifedipine versus atosiban for threatened preterm birth (APOSTEL III): A multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* Elsevier Ltd; 2016;387(10033):2117–24.
 52. Neilson JP, West HM, Dowswell T. Betamimetics for inhibiting preterm labour. *Cochrane database Syst Rev.* 2014;2(2):CD004352.
 53. Koppenberg J, Ittner K. Der Einsatz von Fenoterol-Spray zur Tokolyse in der Notfallmedizin. *Der Notarzt.* 2006 Oct 30;22(5):157–61.
 54. Msan AK, Usta IM, Mirza FG, Nassar AH. Use of Antenatal Corticosteroids in the Management of Preterm Delivery. *Am J Perinatol.* 2014;
 55. Erika F. Werner DAS. Mode of Delivery and Neonatal Outcomes in Preterm, Small-for- Gestational-Age Newborns. *Obs Gynecol.* 2012;120(3):560–4.
 56. Racusin DA, Antony KM, Haase J, Bondy M, Aagaard KM. Mode of Delivery in Premature Neonates: Does It Matter? *AJP Rep.* 2016;6(3):e251–9.
 57. Sangkomkamhang U, Pattanittum P, Laopaiboon M, Lumbiganon P. Mode of delivery and outcomes in preterm births. *J Med Assoc Thai.* 2011 Apr;94(4):415–20.
 58. Morris JM, Roberts CL, Bowen JR, Patterson JA, Bond DM, Algert CS, et al. Immediate delivery compared with expectant management after preterm pre-labour rupture of the membranes close to term (PPROMT trial): A randomised

- controlled trial. *Lancet*. Elsevier Ltd; 2016;387(10017):444–52.
59. Mousiolis A, Papantoniou N, Mesogitis S, Baglatzi L, Baroutis G, Antsaklis A. Optimum mode of delivery in gestations complicated by preterm premature rupture of the membranes. *J Matern Neonatal Med*. Taylor & Francis; 2012 Jul 4;25(7):1044–9.
 60. Village EG. Timing of Umbilical Cord Clamping After Birth. *Pediatrics*. 2013;131(4):e1323–e1323.
 61. Rabe H, Diaz-Rossello JL, Duley L, Dowswell T. Effect of timing of umbilical cord clamping and other strategies to influence placental transfusion at preterm birth on maternal and infant outcomes. In: Rabe H, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2012. p. CD003248.
 62. Hooper SB, Crossley KJ, Zahra VA, van Vonderen J, Moxham A, Gill AW, et al. Effect of body position and ventilation on umbilical artery and venous blood flows during delayed umbilical cord clamping in preterm lambs. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed*. 2016;fetalneonatal-2016-311159.
 63. Stuart Hooper BB, Binder-Heschl C, Polglase R, Gill W, Kluckow M, Wallace EM, et al. Maternal Health, Neonatology and Perinatology The timing of umbilical cord clamping at birth: Physiological Considerations. *Matern Heal Neonatol Perinatol. Maternal Health, Neonatology and Perinatology*; 2016;1–9.
 64. Rabe H, Jewison A, Fernandez Alvarez R, Crook D, Stilton D, Bradley R, et al. Milking Compared With Delayed Cord Clamping to Increase Placental Transfusion in Preterm Neonates. *Obstet Gynecol*. 2011;117(2, Part 1):205–11.
 65. Katheria AC, Truong G, Cousins L, Oshiro B, Finer NN. Umbilical Cord Milking Versus Delayed Cord Clamping in Preterm Infants. *Pediatrics*. 2015;136(1):61–9.
 66. Tarnow-Mordi WO, Duley L, Field D, Marlow N, Morris J, Newnham J, et al. Timing of cord clamping in very preterm infants: More evidence is needed. *Am J Obstet Gynecol*. Elsevier Inc; 2014;211(2):118–23.
 67. Krueger MS, Eyal FG, Peevy KJ, Hamm CR, Whitehurst RM, Lewis DF. Delayed cord clamping with and without cord stripping: A prospective randomized trial of preterm neonates. *Am J Obstet Gynecol*. Elsevier Inc.; 2015;212(3):394.e1-394.e5.
 68. Baik N, Rock M, Binder C, Urlesberger B, Mileder L, Schwabegger B, et al. Tactile stimulation in preterm infants during the neonatal transition period. *Eur J Pediatr*. 2016 Oct 15;
 69. Schwabegger B, Baik N, Rock M, Binder C, Urlesberger B, Mileder L, et al. Tactile stimulation in term infants during the neonatal transition period. *Eur J Pediatr*. 2016 Oct 15;
 70. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1177-81.
 71. Phillipos E, Solevåg AL, Pichler G, Aziz K, Van Os S, O'Reilly M, et al. Heart rate assessment immediately after birth. *Neonatology*. 2016;109(2):130–8.
 72. Phillipos E, Solevåg AL, Aziz K, van Os S, Pichler G, O'Reilly M, et al. Oxygen Saturation and Heart Rate Ranges in Very Preterm Infants Requiring Respiratory Support at Birth. *J Pediatr*. Elsevier Inc.; 2016;0–7.
 73. Dawson JA, Kamlin COF, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics*.

- 2010;125(6):e1340-7.
74. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr.* 2006;148(5):590–4.
 75. O'Donnell CPF, Kamlin COF, Davis PG, Morley CJ. Feasibility of and delay in obtaining pulse oximetry during neonatal resuscitation. *J Pediatr.* 2005;147(5):698–9.
 76. Lupton AR. Birth Asphyxia and Hypoxic-Ischemic Brain Injury in the Preterm Infant. *Clin Perinatol.* 2016 Sep;43(3):529–45.
 77. Pas AB, Walther FJ. A Randomized , Controlled Trial of Delivery-Room Respiratory Management in Very Preterm Infants. *Pediatrics.* 2007;
 78. Morley CJ, Davis PG, Doyle LW, Brion LP, Hascoet JM, Carlin JB. Nasal CPAP or intubation at birth for very preterm infants. *N Engl J Med.* 2008;358(7):700–8.
 79. Pocivalnik M, Urlesberger B, Ziehenberger E, Binder C, Schwabegger B, Schmölzer GM, et al. Oropharyngeal suctioning in neonates immediately after delivery: Influence on cerebral and peripheral tissue oxygenation. *Early Hum Dev.* Elsevier Ireland Ltd; 2015;91(2):153–7.
 80. Carrasco M, Martell M, Estol PC. Oronasopharyngeal suction at birth: effects on arterial oxygen saturation. *J Pediatr.* 1997;130(5):832–4.
 81. Kelleher J, Bhat R, Salas AA, Addis D, Mills EC, Mallick H, et al. Oronasopharyngeal suction versus wiping of the mouth and nose at birth: A randomised equivalency trial. *Lancet.* Elsevier Ltd; 2013;382(9889):326–30.
 82. Chettri S, Bhat BV, Adhisivam B. Current Concepts in the Management of Meconium Aspiration Syndrome. *Indian J Pediatr.* The Indian Journal of Pediatrics; 2016;83(October):1125–30.
 83. Rüdiger M. Erstversorgung im Kreißsaal. *Neonatologie im Detail.* Stuttgart: 2010 Ligatur Verlag für Klinik und Praxis; 2011. 76 p.
 84. Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiologic responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. *J Pediatr.* 1981 Oct;99(4):635–9.
 85. El-Chimi MS, Awad HA, El-Gammasy TM, El-Farghali OG, Sallam MT, Shinkar DM. Sustained versus intermittent lung inflation for resuscitation of preterm infants: a randomized controlled trial. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2016 Aug 2;1–6.
 86. te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Fouras A, Lewis RA, et al. Establishing functional residual capacity at birth: the effect of sustained inflation and positive end-expiratory pressure in a preterm rabbit model. *Pediatr Res.* 2009 May;65(5):537–41.
 87. Klittingberg C, Sobotka KS, Ong T, Allison BJ, Schmolzer GM, Moss TJ, et al. Effect of sustained inflation duration; resuscitation of near-term asphyxiated lambs. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2013;98(3):F222-7.
 88. Lista G, Boni L, Scopesi F, Mosca F, Trevisanuto D, Messner H, et al. Sustained lung inflation at birth for preterm infants: a randomized clinical trial. *Pediatrics.* 2015;135(2):e457-64.
 89. O'Donnell CPF, Bruschetti M, Davis PG, Morley CJ, Moja L, Calevo MG, et al. Sustained versus standard inflations during neonatal resuscitation to prevent mortality and improve respiratory outcomes. *Cochrane database Syst Rev.* 2015;7(7):CD004953.
 90. Schmölzer GM, Kumar M, Aziz K, Pichler G, O'Reilly M, Lista G, et al. Sustained inflation versus positive pressure ventilation at birth: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2014;1–9.

91. Schwaberg B, Pichler G, Avian A, Binder-Heschl C, Baik N, Urlsberger B. Do sustained lung inflations during neonatal resuscitation affect cerebral blood volume in preterm infants? A randomized controlled pilot study. *PLoS One*. 2015;10(9):1–15.
92. Sobotka KS, Hooper SB, Allison BJ, Te Pas AB, Davis PG, Morley CJ, et al. An initial sustained inflation improves the respiratory and cardiovascular transition at birth in preterm lambs. *Pediatr Res*. 2011;70(1):56–60.
93. Schmölzer GM, Kamlin OCOF, O'Donnell CPF, Dawson JA, Morley CJ, Davis PG. Assessment of tidal volume and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2010;95(6):F393-7.
94. O'Donnell CPF, Davis PG, Lau R, Dargaville P a, Doyle LW, Morley CJ. Neonatal resuscitation 2: an evaluation of manual ventilation devices and face masks. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005;90(5):F392-6.
95. Schmölzer GM, Agarwal M, Kamlin COF, Davis PG. Supraglottic airway devices during neonatal resuscitation: An historical perspective, systematic review and meta-analysis of available clinical trials. *Resuscitation*. European Resuscitation Council, American Heart Association, Inc., and International Liaison Committee on Resuscitation.~Published by Elsevier Ireland Ltd; 2013;84(6):722–30.
96. Eich C, Funke O-R. The Guedel airway: too large is too bad. *Pediatr Anesth*. 2015;25(12):1298–1298.
97. Kamlin CO, Schmoelzer G, Dawson J, McGrory L, O'Shea J, Davis P. A randomized trial of oropharyngeal airways to assist stabilization of preterm infants in the delivery room (DR): *Eur Respir J*. 2016 Sep 8;48(suppl 60):OA242.
98. Trevisanuto D, Cavallin F, Nguyen LN, Nguyen TV, Tran LD, Tran CD, et al. Supreme Laryngeal Mask Airway versus Face Mask during Neonatal Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. *J Pediatr*. Elsevier Inc; 2015;167(2):286–291.e1.
99. Hoffmann F, Keil J, Urban B, Jung P, Eich C, Hoffmann F, et al. Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegshilfen in der Kindernotfallmedizin. *Anesthesiol und Intensivmed*. 2016;57(6):377–86.
100. Richebé P, Semjen F, Cros AM, Maurette P. Clinical assessment of the laryngeal tube in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth*. 2005;15(5):391–6.
101. Haubner LY, Barry JS, Johnston LC, Soghier L, Tatum PM, Kessler D, et al. Neonatal intubation performance: Room for improvement in tertiary neonatal intensive care units. *Resuscitation*. European Resuscitation Council, American Heart Association, Inc., and International Liaison Committee on Resuscitation.~Published by Elsevier Ireland Ltd; 2013;84(10):1359–64.
102. Sauer CW, Kong JY, Vaucher YE, Finer N, Proudfoot JA, Boutin MA, et al. Intubation Attempts Increase the Risk for Severe Intraventricular Hemorrhage in Preterm Infants—A Retrospective Cohort Study. *J Pediatr*. Elsevier Inc.; 2016;177:1–6.
103. Gomella TL, Cunningham MD, Eyal FG (Fabien G. Neonatology : management, procedures, on-call problems, diseases, and drugs. 1113 p.
104. Möllmann C, Kretz F-J. Notfallversorgung im Neugeborenen- und Kindesalter. *Ecomed Medizin*; 2015.
105. Wyckoff MH, Perlman JM. Effective Ventilation and Temperature Control Are Vital to Outborn Resuscitation. *Prehospital Emerg Care*. 2004;8(2):191–5.
106. Kamlin COF, Schilleman K, Dawson JA, Lopriore E, Donath SM, Schmolzer GM, et

- al. Mask versus nasal tube for stabilization of preterm infants at birth: A randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2013;132(2).
107. Van Vonderen JJ, Kamlin CO, Dawson JA, Walther FJ, Davis PG, Te Pas AB. Mask versus nasal tube for stabilization of preterm infants at birth: Respiratory function measurements. *J Pediatr*. Elsevier Inc; 2015;167(1):81–85.e1.
108. Aly H, Massaro AN, Patel K, El-Mohandes AA. Is it safer to intubate premature infants in the delivery room? *Pediatrics*. 2005;115(6):1660–5.
109. Jónsson B, Katz-Salamon M, Faxelius G, Broberger U, Lagercrantz H. Neonatal care of very-low-birthweight infants in special-care units and neonatal intensive-care units in Stockholm. *Early nasal continuous positive airway pressure versus mechanical ventilation: gains and losses*. *Acta Paediatr Suppl*. 1997 Apr;419(9):4–10.
110. O'Donnell CPF, Kamlin COF, Davis PG, Morley CJ. Crying and Breathing by Extremely Preterm Infants Immediately After Birth. *J Pediatr*. Mosby, Inc.; 2010;156(5):846–7.
111. Lindner W, Voßbeck S, Hummler H, Pohlandt F. Delivery Room Management of Extremely Low Birth Weight Infants: Spontaneous Breathing or Intubation? *Pediatrics*. 1999;103(5):961–7.
112. Schmölzer GM, Kumar M, Pichler G, Aziz K, O'Reilly M, Cheung P-Y. Non-invasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2013 Jan 17;347(oct17_3):f5980.
113. Roehr CC, Proquitté H, Hammer H, Wauer RR, Morley CJ, Schmalisch G. Positive effects of early continuous positive airway pressure on pulmonary function in extremely premature infants: results of a subgroup analysis of the COIN trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2011;96(5):F371-3.
114. Roberts CT, Owen LS, Manley BJ, Frøisland DH, Donath SM, Dalziel KM, et al. Nasal High-Flow Therapy for Primary Respiratory Support in Preterm Infants. *N Engl J Med*. 2016;375(12):1142–51.
115. Morley CJ, Dawson JA, Stewart MJ, Hussain F, Davis PG. The effect of a PEEP valve on a Laerdal neonatal self-inflating resuscitation bag. *J Paediatr Child Health*. 2010;46(1–2):51–6.
116. Saugstad OD, Ramji S, Soll RF, Vento M. Resuscitation of newborn infants with 21% or 100% oxygen: An updated systematic review and meta-analysis. *Neonatology*. 2008;94(3):176–82.
117. Wang CL, Anderson C, Leone T a, Rich W, Govindaswami B, Finer NN. Resuscitation of preterm neonates by using room air or 100% oxygen. *Pediatrics*. 2008;121(6):1083–9.
118. Rabi Y, Singhal N, Nettel-Aguirre A. Room-Air Versus Oxygen Administration for Resuscitation of Preterm Infants: The ROAR Study. *Pediatrics*. 2011;128(2):e374–81.
119. Rook D, Schierbeek H, Vento M, Vlaardingerbroek H, Van Der Eijk AC, Longini M, et al. Resuscitation of preterm infants with different inspired oxygen fractions. *J Pediatr*. Elsevier Ltd; 2014;164(6):1322–1326.e3.
120. Schwindt JC, Heinzel O, Hoffmann F, Heimberg E. Stabilisierung und Reanimation des Neugeborenen direkt nach der Geburt: Kommentierte Zusammenfassung der Leitlinien des European Resuscitation Council 2015. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2016;164(3):203–17.
121. Martensen J, Eichinger M, Urlesberger B, Schwabegger B. Sauerstofftitration bei der Versorgung von Neugeborenen in der Pränatalik. Graz, AUSTRIA; 2016.
122. Sugiura T, Urushibata R, Komatsu K,

- Shioda T, Ota T, Sato M, et al. Oxygen delivery using neonatal self-inflating bags without reservoirs. *Pediatr Int.* 2016;
123. Ramanathan R. Optimal ventilatory strategies and surfactant to protect the preterm lungs. *Neonatology.* 2008;93(4):302–8.
124. Fujiwara T, Maeta H, Chida S, Morita T, Watabe Y, Abe T. Artificial surfactant therapy in hyaline-membrane disease. *Lancet (London, England).* 1980 Jan 12;1(8159):55–9.
125. Blennow M, Bohlin K. Surfactant and noninvasive ventilation. *Neonatology.* 2015;107(4):330–6.
126. Okulu E, Arsan S, Mungan-Akin İ, Alan S, Kılıç A, Atasay B. Early or later prophylactic INSURE in preterm infants of less than 30 weeks??? gestation. *Turk J Pediatr.* 2015;57(1):1–8.
127. Bahadue FL, Soll R. Early versus delayed selective surfactant treatment for neonatal respiratory distress syndrome. *Cochrane database Syst Rev.* 2012;11:CD001456.
128. Brix N, Sellmer A, Jensen MS, Pedersen LV, Henriksen TB. Predictors for an unsuccessful INTubation-SURfactant-Extubation procedure: a cohort study. *BMC Pediatr.* 2014;14(1):155.
129. Vento G, Pastorino R, Boni L, Cota F, Carnielli V, Cools F, et al. Efficacy of a new technique – INTubate-RECRUIT-SURfactant-Extubate – “IN-REC-SUR-E” – in preterm neonates with respiratory distress syndrome: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2016;17(1):414.
130. Aguar M, Cernada M, Brugada M, Gimeno A, Gutierrez A, Vento M. Minimally invasive surfactant therapy with a gastric tube is as effective as the intubation, surfactant, and extubation technique in preterm babies. *Acta Paediatr.* 2014 Jun;103(6):e229-33.
131. Miller SS, Lee HC, Gould JB. Hypothermia in very low birth weight infants: distribution, risk factors and outcomes. *J Perinatol.* Nature Publishing Group; 2011;31(S1):S49–56.
132. Saugstad OD. Delivery room management of term and preterm newly born infants. *Neonatology.* 2015;107(4):365–71.
133. Laptook AR, Salhab W, Bhaskar B. Admission Temperature of Low Birth Weight Infants : Predictors and Associated Morbidities. 2007;119(3).
134. World Health Organization. Thermal Protection of the Newborn: a practical guide. Maternal and Safe Motherhood Programme. 1997.
135. de Almeida MFB, Guinsburg R, Sancho GA, Rosa IRM, Lamy ZC, Martinez FE, et al. Hypothermia and early neonatal mortality in preterm infants. *J Pediatr.* 2014;164(2):271–5.e1.
136. Li S, Guo P, Zou Q, He F, Xu F, Tan L. Efficacy and safety of plastic wrap for prevention of hypothermia after birth and during NICU in preterm infants: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2016;11(6):1–13.
137. Doglioni N, Cavallin F, Mardegan V, Palatron S, Filippone M, Vecchiato L, et al. Total body polyethylene wraps for preventing hypothermia in preterm infants: A randomized trial. *J Pediatr.* Elsevier Inc; 2014;165(2):261–266.e1.
138. Trevisanuto D, Doglioni N, Cavallin F, Parotto M, Micaglio M, Zanardo V. Heat loss prevention in very preterm infants in delivery rooms: a prospective, randomized, controlled trial of polyethylene caps. *J Pediatr.* Mosby, Inc.; 2010;156(6):914–7, 917.e1.
139. Wyckoff MH. Initial resuscitation and stabilization of the periviable neonate: The Golden-Hour approach. *Semin Perinatol.* Elsevier; 2014;38(1):12–6.
140. Leadford AE, Warren JB, Manasyan A,

- Chomba E, Salas A a, Schelonka R, et al. Plastic bags for prevention of hypothermia in preterm and low birth weight infants. *Pediatrics*. 2013;132(1):e128-34.
141. Oatley HK, Blencowe H, Lawn JE. The effect of coverings, including plastic bags and wraps, on mortality and morbidity in preterm and full-term neonates. *J Perinatol*. Nature Publishing Group; 2016;36(S1):S83–9.
142. Meyer MP, Hou D, Ishrar NN, Dito I, Te Pas AB. Initial respiratory support with cold, dry gas versus heated humidified gas and admission temperature of preterm infants. *J Pediatr*. Elsevier Inc; 2015;166(2):245–50.
143. Fuchs EM, Sweeney AG, Schmidt JW. Umbilical venous catheter-induced hepatic hematoma in neonates. *J Neonatal Perinatal Med*. 2014;7(2):137–42.
144. Abe KK, Blum GT, Yamamoto LG. Intraosseous is faster and easier than umbilical venous catheterization in newborn emergency vascular access models. *Am J Emerg Med*. 2000 Mar;18(2):126–9.
145. Tobias JD, Ross AK. Intraosseous infusions: A review for the anesthesiologist with a focus on pediatric use. *Anesth Analg*. 2010;110(2):391–401.
146. Ellemunter H, Simma B, Trawoger R, Maurer H. Intraosseous lines in preterm and full term neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;80(1):F74–5.
147. Orłowski JP, Porembka DT, Gallagher JM, Lockrem JD, VanLente F. Comparison study of intraosseous, central intravenous, and peripheral intravenous infusions of emergency drugs. *Am J Dis Child*. 1990 Jan;144(1):112–7.
148. Fowler R, Gallagher J V, Isaacs SM, Ossman E, Pepe P, Wayne M. The role of intraosseous vascular access in the out-of-hospital environment (resource document to NAEMSP position statement). *Prehosp Emerg Care*. 2007;11(1):63–6.
149. Glaeser PW, Hellmich TR, Szewczuga D, Losek JD, Smith DS. Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults. *Ann Emerg Med*. 1993;22(7):1119–24.
150. EZ-IO® INTRAOSSEOUS VAScular access needles Instructions for Use Directions for Use. 2015.
151. Pichler G, Baik N, Karnberger A, Schwabegger B, Schmölzer GM, Mileder L, et al. Peripheral intravenous line in preterm neonates during resuscitation. *Eur J Pediatr*. 2016 Oct 15;
152. Goren A, Laufer J, Yativ N, Kuint J, Ben Ackon M, Rubinshtein M, et al. Transillumination of the palm for venipuncture in infants. *Pediatr Emerg Care*. 2001 Apr;17(2):130–1.
153. Pinto M, Solevåg AL, O'Reilly M, Aziz K, Cheung P-Y, Schmölzer GM. Evidence on Adrenaline Use in Resuscitation and Its Relevance to Newborn Infants: A Non-Systematic Review. *Neonatology*. 2016;111(1):37–44.
154. Handley SC, Sun Y, Wyckoff MH, Lee HC. Outcomes of Extremely Preterm Infants after Delivery Room Cardiopulmonary Resuscitation in a Population-Based Cohort. 2015;33(4):395–401.
155. Frontanes A, García-Fragoso L, García I, Rivera J, Valcárcel M. Outcome of very-low-birth-weight infants who received epinephrine in the delivery room. Resuscitation. European Resuscitation Council, American Heart Association, Inc., and International Liaison Committee on Resuscitation.~Published by Elsevier Ireland Ltd; 2011;82(4):427–30.
156. Shah PS, Shah P, Tai KFY. Chest compression and/or epinephrine at birth for preterm infants <32 weeks gestational age: matched cohort study of neonatal outcomes. *J Perinatol*. Nature Publishing

- Group; 2009;29(10):693–7.
157. Dekker J, Lopriore E, Rijken M, Rijntjes-Jacobs E, Smits-Wintjens V, Te Pas A. Sedation during Minimal Invasive Surfactant Therapy in Preterm Infants. *Neonatology*. 2016;109(4):308–13.
 158. Kaneyasu M. Pain management, morphine administration, and outcomes in preterm infants: a review of the literature. *Neonatal Netw*. 31(1):21–30.
 159. Hall RW, Anand KJS. Pain Management in Newborn. *Clin Perinatol*. 2014;41(4):895–924.
 160. Keels E, Sethna N. Prevention and Management of Procedural Pain in the Neonate: An Update. *Pediatrics*. 2016 Feb 1;137(2):e20154271–e20154271.
 161. Hay WW, Raju TN, Higgins RD, Kalhan SC, Devaskar SU. Knowledge Gaps and Research Needs for Understanding and Treating Neonatal Hypoglycemia: Workshop Report from Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development. *J Pediatr*. 2009 Nov;155(5):612–7.
 162. Mitanchez D. Glucose regulation in preterm newborn infants. *Horm Res*. 2007;68(6):265–71.
 163. Duvanel CB, Fawer CL, Cotting J, Hohlfeld P, Matthieu JM. Long-term effects of neonatal hypoglycemia on brain growth and psychomotor development in small-for-gestational-age preterm infants. *J Pediatr*. 1999;134(4):492–8.
 164. Hays SP, Smith EO, Sunehag AL. Hyperglycemia is a risk factor for early death and morbidity in extremely low birth-weight infants. *Pediatrics*. 2006;118(5):1811–8.
 165. Rozance PJ, Hay WW. New approaches to management of neonatal hypoglycemia. *Matern Heal Neonatol Perinatol. Maternal Health, Neonatology and Perinatology*; 2016;2:3.
 166. Thornton PS, Stanley CA, De Leon DD, Harris D, Haymond MW, Hussain K, et al. Recommendations from the Pediatric Endocrine Society for Evaluation and Management of Persistent Hypoglycemia in Neonates, Infants, and Children. *J Pediatr*. Elsevier Inc; 2015;167(2):238–45.
 167. Schmidt B, Roberts RS, Davis P, Doyle LW, Barrington KJ, Ohlsson A, et al. Caffeine therapy for apnea of prematurity. *N Engl J Med*. 2006;354(20):2112–21.
 168. Dobson NR, Patel RM, Smith PB, Kuehn DR, Clark J, Vyas-Read S, et al. Trends in Caffeine Use and Association between Clinical Outcomes and Timing of Therapy in Very Low Birth Weight Infants. *J Pediatr*. 2014 May;164(5):992–998.e3.
 169. Schoen K, Yu T, Stockmann C, Spigarelli MG, Sherwin CMT. Use of methylxanthine therapies for the treatment and prevention of apnea of prematurity. *Pediatr Drugs*. 2014;16(2):169–77.
 170. Barrington KJ. Hypotension and shock in the preterm infant. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2008;13(1):16–23.
 171. Bauer K, Versmold HT. Systolic blood pressure and blood volume in preterm infants. *Arch Dis Child*. 1993;69:521–2.
 172. Dempsey EM, Barrington KJ, Marlow N, O'Donnell CP, Miletin J, Naulaers G, et al. Management of hypotension in preterm infants (The HIP Trial): A randomised controlled trial of hypotension management in extremely low gestational age newborns. *Neonatology*. 2014;105(4):275–81.
 173. Ewer AK, Tyler W, Francis A, Drinkall D, Gardosi JO. Excessive volume expansion and neonatal death in preterm infants born at 27-28 weeks gestation. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2003 Apr;17(2):180–6.
 174. Osborn DA, Evans N. Early volume expansion for prevention of morbidity and mortality in very preterm infants. *Cochrane database Syst Rev*. 2004;(2):CD002055.

175. Bell EF, Acarregui MJ. Restricted versus liberal water intake for preventing morbidity and mortality in preterm infants. *Cochrane database Syst Rev*. 2014;(12):CD000503.
176. Chawla D, Agarwal R, Deorari AK, Paul VK. Fluid and electrolyte management in term and preterm neonates. *Indian J Pediatr*. 2008;75(3):255–9.
177. Ruoss JL, McPherson C, DiNardo J. Inotrope and Vasopressor Support in Neonates. *Neoreviews*. 2015;16(6).
178. Ibrahim H, Sinha IP, Subhedar N V. Corticosteroids for treating hypotension in preterm infants. *Cochrane database Syst Rev*. 2011;(12):CD003662.
179. Paradisis M, Osborn DA. Adrenaline for prevention of morbidity and mortality in preterm infants with cardiovascular compromise. *Cochrane database Syst Rev*. 2004;(1):CD003958.
180. Subhedar N V, Shaw NJ. Dopamine versus dobutamine for hypotensive preterm infants. *Cochrane database Syst Rev*. 2003;(3):CD001242.
181. Dempsey E, Barrington K. Treating hypotension in the preterm infant: when and with what: a critical and systematic review. *J Perinatol*. 2007;27(April):469–78.
182. Synnes AR, Chien LY, Peliowski A, Baboolal R, Lee SK. Variations in intraventricular hemorrhage incidence rates among Canadian neonatal intensive care units. *J Pediatr*. 2001;138(4):525–31.
183. Batton B, Li L, Newman NS, Das A, Watterberg KL, Yoder BA, et al. Use of Antihypotensive Therapies in Extremely Preterm Infants. *Pediatrics*. 2013;131(6):e1865–73.
184. Batton B, Batton D, Riggs T, van Bel F. Blood Pressure during the First 7 Days in Premature Infants Born at Postmenstrual Age. *Pediatrics*. 2007;1(212):107–15.
185. Bouchier D, Weston PJ. Metabolic acidosis in the first 14 days of life in infants of gestation less than 26 weeks. *Eur J Pediatr*. 2015;174(1):49–54.
186. Vidal C, Grassin-Delyle S, Devillier P, Naline E, Lansac E, Ménasché P, et al. Effect of severe acidosis on vasoactive effects of epinephrine and norepinephrine in human distal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(5):1698–705.
187. Hourri PK, Frank LR, Menegazzi JJ, Taylor R. A randomized, controlled trial of two-thumb vs two-finger chest compression in a swine infant model of cardiac arrest [see comment]. *Prehosp Emerg Care*. 1(2):65–7.
188. Solevag a. L, Dannevig I, Wyckoff M, Saugstad OD, Nakstad B. Return of spontaneous circulation with a compression:ventilation ratio of 15:2 versus 3:1 in newborn pigs with cardiac arrest due to asphyxia. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed*. 2011;96(6):F417–21.
189. Hemway RJ, Christman C, Perlman J. The 3:1 is superior to a 15:2 ratio in a newborn manikin model in terms of quality of chest compressions and number of ventilations. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2013;98(1):F42-5.
190. Solevåg AL, Madland JM, Gjørnum E, Nakstad B. Minute ventilation at different compression to ventilation ratios, different ventilation rates, and continuous chest compressions with asynchronous ventilation in a newborn manikin. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012;20(1):73.
191. Wyckoff MH, Salhab WA, Heyne RJ, Kendrick DE, Stoll BJ, Laptook AR. Outcome of extremely low birth weight infants who received delivery room cardiopulmonary resuscitation. *J Pediatr*. Mosby, Inc.; 2012;160(2):239–244.e2.
192. Solevåg AL, Schmölzer GM. Optimal Chest Compression Rate and Compression to Ventilation Ratio in

- Delivery Room Resuscitation: Evidence from Newborn Piglets and Neonatal Manikins. *Front Pediatr.* 2017;5(January):1–7.
193. Jabre P, Belpomme V, Azoulay E, Jacob L, Bertrand L, Lapostolle F, et al. Family presence during cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med.* 2013;368(11):1008–18.
194. Tripon C, Defossez G, Ragot S, Ghazali a, Boureau-Voultoury a, Scepi M, et al. Parental presence during cardiopulmonary resuscitation of children: The experience, opinions and moral positions of emergency teams in France. *Arch Dis Child.* 2014;99(4):310–5.
195. McAlvin SS, Carew-Lyons A. Family Presence During Resuscitation and Invasive Procedures in Pediatric Critical Care: A Systematic Review. *Am J Crit Care.* 2014 Nov 1;23(6):477–85.
196. Knobler HY, Nachshoni T, Jaffe E, Peretz G, Yehuda Y Ben. Psychological guidelines for a medical team debriefing after a stressful event. *Mil Med.* 2007;172(6):581–5.
197. Nwokorie N, Svoboda D, Rovito DK, Krugman SD. Effect of focused debriefing on team communication skills. *Hosp Pediatr.* 2012;2(4):221–7.
198. Auten RL, Vozzelli M, Clark RH. Volutrauma. What is it, and how do we avoid it? *Clin Perinatol.* 2001 Sep;28(3):505–15.
199. Thome U, Töpfer A, Schaller P, Pohlandt F. The effect of positive endexpiratory pressure, peak inspiratory pressure, and inspiratory time on functional residual capacity in mechanically ventilated preterm infants. *Eur J Pediatr.* 1998;157(10):831–7.
200. Deindl P, O'Reilly M, Zoller K, Berger A, Pollak A, Schwindt J, et al. Influence of mask type and mask position on the effectiveness of bag-mask ventilation in a neonatal manikin. *Eur J Pediatr.* 2014;173(1):75–9.
201. Thomas R, Rao S, Minutillo C. Cuffed endotracheal tubes for neonates and young infants: a comprehensive review. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed .* 2016;101(2):F168–74.
202. D'ercole C, Bretelle F, Shojai R, Desbriere R, Boubli L. [Tocolysis: indications and contraindications. When to start and when to stop]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2002 Nov;31(7 Suppl):5S84-95.
203. Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. *J Pediatr.* 1979 Dec;95(6):1031–6.
204. Sontheimer D, Fischer CB, Buch KE. Kangaroo Transport Instead of Incubator Transport. *Pediatrics.* 2004;113(4):920–3.
205. Talbot S. Perzentil. In: *Pschyrembel online.* 2017.
206. Oczenski W. *Atmen - Atemhilfen: Atemphysiologie und Beatmungstechnik.* 9., überar. Thieme; 2012. 832 p.
207. Schneider H, Husslein P, Schneider K-T. *Die Geburtshilfe.* Heidelberg: Springer-Verlag GmbH; 2011. 1323 p.
208. Bernhard W. *Lung Surfactant: Function and Composition in the context of Development and Respiratory Physiology.* Ann Anat. Germany; 2016 Sep;

Anhang

In diesem Abschnitt befinden sich folgende Dokumente in der genannten Reihenfolge:

- PRISMA-Checkliste (Seite A)
- Umfrage (Seite i)
- Landkarte der teilgenommenen Notarztstützpunkte (Seite - 1 -)
- Poster AGN-Kongress 2016 in Graz (Seite - 2 -)
- Handlungsanweisung
 - Allgemeiner Teil (Seite - 3 -)
 - Erstversorgung (Seite - 4 -)
 - Atemwegsmanagement (Seite - 5 -)

| Section/topic | # | Checklist item | Reported on page # |
|---------------------------|----|---|--------------------|
| TITLE | | | |
| Title | 1 | Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both. | - |
| ABSTRACT | | | |
| Structured summary | 2 | Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number. | V-VII |
| INTRODUCTION | | | |
| Rationale | 3 | Describe the rationale for the review in the context of what is already known. | 1-11 |
| Objectives | 4 | Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS). | 11 |
| METHODS | | | |
| Protocol and registration | 5 | Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number. | - |
| Eligibility criteria | 6 | Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale. | 13 |
| Information sources | 7 | Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched. | 13-14 |
| Search | 8 | Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated. | 13-14 |
| Study selection | 9 | State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis). | 13-14 |
| Data collection process | 10 | Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators. | 13-14 |
| Data items | 11 | List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made. | 13-14 |

| | | | |
|------------------------------------|----|--|-------|
| Risk of bias in individual studies | 12 | Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis. | - |
| Summary measures | 13 | State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means). | - |
| Synthesis of results | 14 | Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis. | - |
| Risk of bias across studies | 15 | Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies). | - |
| Additional analyses | 16 | Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified. | 14-15 |
| RESULTS | | | |
| Study selection | 17 | Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram. | 15-17 |
| Study characteristics | 18 | For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations. | - |
| Risk of bias within studies | 19 | Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12). | - |
| Results of individual studies | 20 | For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot. | - |
| Synthesis of results | 21 | Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency. | 15-16 |
| Risk of bias across studies | 22 | Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15). | - |
| Additional analysis | 23 | Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]). | 18-65 |
| DISCUSSION | | | |
| Summary of evidence | 24 | Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers). | 65-66 |
| Limitations | 25 | Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias). | 66 |
| Conclusions | 26 | Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research. | 66 |

| FUNDING | | | |
|----------------|----|--|---|
| Funding | 27 | Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review. | - |

From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097



Notarstützpunkt:

ERHEBUNG – Welches Material wird für Atemwegsmanagement und Notfallbeatmung von sehr kleinen pädiatrischen Notfallpatienten auf Notarzteinsatzmitteln mitgeführt?

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der klinischen Abteilung für Neonatologie am Universitätsklinikum Graz zum Thema "Präklinische Erstversorgung von Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht in der Steiermark" würden wir Sie höflich bitten, den folgenden Fragebogen auszufüllen (Dauer ca. 10 min.).
Dabei ist es das Ziel zu erheben, welches Equipment die steirischen Notfallmittel in einem solchen Fall zur Verfügung haben.

Verweis:

*Über diese Umfrage liegt eine Genehmigung beim Landesverband Steiermark (Österreichisches Rotes Kreuz) vor. Quelle: Landesverband Steiermark ÖRK
Auf Wunsch kann jederzeit Auskunft über die Genehmigung gegeben werden.*



BEATMUNGSBEUTEL

- Ambu Baby R*
 - Ambu Mark III*
 - Ambu Mark IV*
 - Ambu Mark IV Baby*
 - Andere:
-
- .

Ambu Baby R



Ambu Mark III



**Ambu Mark IV
Ambu Mark IV Baby**



ÜBERDRUCKVENTIL (am Beatmungsbeutel)

- Ja
- Nein



PEEP VENTIL

- Ja
- Nein





BEATMUNSMASKEN

- 00 (rund)
 - 0/1 (rund)
 - 2 (rund)
 - Andere:
-



- 0 (oval)
 - 1 (oval)
 - 2 (oval)
 - 3 (oval)
 - Andere:
-

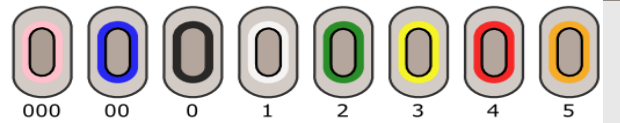
Größe



(Farbcodierung je nach Hersteller unterschiedlich!)

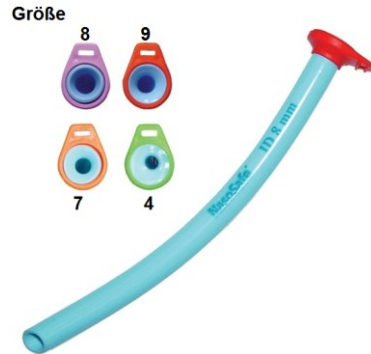
GUEDELTUBUS

- 000
- 00
- 0
- 1
- 2



Wendltuben:

- 4
 - 7
 - 8
 - Andere:
-

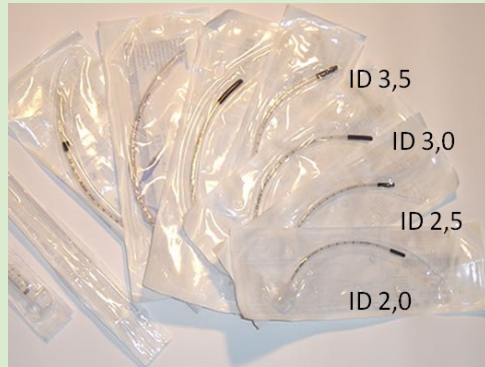




ENDOTRACHEALTUBEN

Ungeblockt:

- 2
- 2,5
- 3,0
- 3,5
- 4,0
- 4,5
- 5



Geblockt (Microcuff):

- 3
- 3,5
- 4
- 4,5
- 5

Andere:

.....

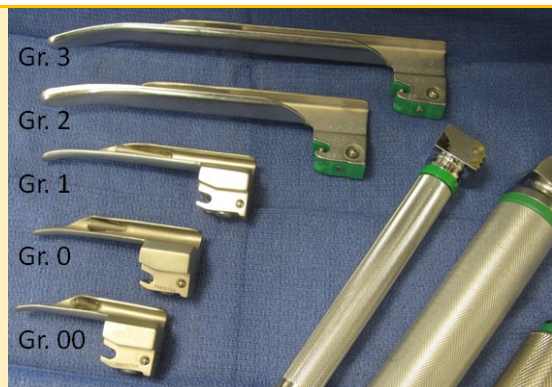


LARYNGOSKOPSPATELN

Miller:

- 00
- 0
- 1
- 2

Kaltlicht- Warmlichtspateln

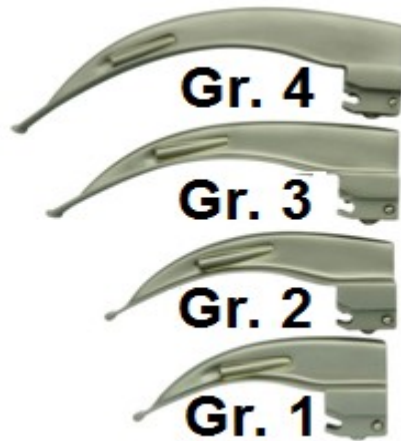




Macintosh:

- 0
- 1
- 2
- 3

- Kaltlicht- Warmlichtspateln



LARYNXMASKEN

- 1
- 1,5
- 2
- 2,5
- Andere:



| Körpergewicht [kg] | Larynxmaskengröße |
|--------------------|-------------------|
| < 5 | 1 |
| 5-10 | 1,5 |
| 10-20 | 2 |
| 20-30 | 2,5 |
| 30-50 | 3 |
| 50-70 | 4 |

LARNXTUBEN

- 0
- 1
- 2
- 2,5



| Größen von Larynx tuben [3] | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Größe | 0 | 1 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 |
| Farbe | transparent | weiß | grün | orange | gelb | rot | violett |
| Zielgruppe | Neugeborene < 5 kg | Babys 5-12 kg | Kleinkinder 12-25 kg | größere Kleinkinder 125-150 cm | kleine Erwachsene < 155 cm | Erwachsene 155-180 cm | große Erwachsene >180 cm |



ANDERE ALTERNATIVE ATEMWEGE
 (bitte auch die vorhandenen Größen angeben!)

.....

.....

.....

.....

Beatmungsgerät

- Oxylog 2000
- Oxylog 3000
- Medumat
- Andere:

.....



Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme und die Unterstützung!

Mit freundlichen Grüßen,
 Michael

Eichinger

II. Landkarte der Notarztstützpunkte in der Steiermark

Notarztstützpunkte Steiermark



III. Poster AGN-Kongress 2016



Equipment für Atemwegsmanagement und Notfallbeatmung von sehr kleinen pädiatrischen Notfallpatienten auf steirischen Notarztsatzmitteln

Eichinger M^{1,2}, Martensen J², Urlesberger B¹; Schwabberger B^{1,2}

¹Mediziner corps Graz, Österreichisches Rotes Kreuz Bezirksstelle Graz-Stadt, Landesverband Steiermark, Österreich
²Klinische Abteilung für Neonatologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Graz, Österreich

Fragestellung

Die Versorgung sehr kleiner pädiatrischer Notfallpatienten wie Säuglinge, Neugeborene und speziell auch Frühgeborene, stellt in der Pränatal- und Perinatal-Praxis ein herausforderndes Einsatzszenario dar. Eine hierbei notwendig werdende Atemwegsicherung und Notfallbeatmung bedürfen eines speziellen Equipments, das auf Notarztsatzmitteln vorgehalten werden sollte. Ziel dieser an alle steirischen Notarztstützpunkte gerichteten Umfrage war es zu erheben, ob entsprechendes Equipment mitgeführt wird.

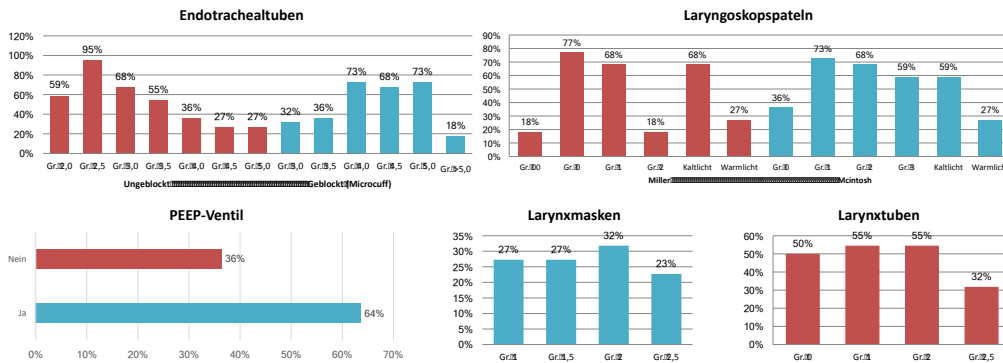


Methodik

Es wurde eine Erhebung mittels digitalen Fragebogens mit 14 Fragen und wählbaren Antwortmöglichkeiten sowie Platz für Freitexte durchgeführt. Es wurden verfügbare Materialien zur Sicherung des Atemweges sehr kleiner pädiatrischer Notfallpatienten und die jeweiligen Größen der Devices abgefragt. Der Fragebogen wurde an alle 22 steirischen Notarztstützpunkte via Email versendet. Für die Durchführung dieser Studie wurde vom Landesverband des Österreichischen Roten Kreuzes Steiermark eine notwendige Genehmigung eingeholt.

Ergebnisse

Auswertbare Antworten wurden von allen 22 Stützpunkten (100%) retourniert. Auf 36% der steirischen Notarztsatzmittel ist kein PEEP-Ventil vorhanden. Guedeltuben der Größe 000 sind nur bei 23% zu finden. Wendl-Tuben für Frühgeborene werden nirgends vorgehalten. Bei den Endotrachealtuben gibt es die Größe 2,0 (ungeblockt) in 59% und die Größe 3,0 (geblockt) in 32%. Die Ausstattung mit Laryngoskopspateln stellt sich folgendermaßen dar: Größe 00 (Miller) 18%, Größe 0 (Mcintosh) 36%. Bei den alternativen Atemwegen wurden Larynxmasken (Größe 1: 27%) und Larynx tuben (Größe 0: 50%) abgefragt.



Interpretation

Auf steirischen Notarztsatzmitteln wird Equipment zur Atemwegsicherung und Notfallbeatmung von Säuglingen und Neugeborenen mitgeführt. Für Frühgeborene mit sehr niedrigem Geburtsgewicht sind auf vielen Notarztsatzmitteln die kleinsten Größen verschiedener Materialien nicht verfügbar. Ins Besondere das Mitführen eines ungeblockten 2,0er-Endotrachealtubus erscheint sinnvoll, da dieser bei Bedarf auch als Nasopharyngealtubus einsetzbar ist. Auffallend ist auch, dass auf rund einem Drittel der Notarztsatzmitteln kein PEEP-Ventil vorgehalten wird, obwohl internationale Leitlinien die Verwendung von PEEP-Ventilen bei pädiatrischen Patienten empfehlen.

Kontakt: bernhard.schwabberger@medunigraz.at



Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen

1

- Indikationen:**
- Drohende Frühgeburt mit rhythmischen Uteruskontraktionen (Wehen >30 s, mind. 2x in 10 min.)
 - Wehentätigkeit bei Schräg-/Quer-/Beckenendlage

Drohende Frühgeburt

- Kontraindikationen:**
- Mehr als menstruationsstarke Blutung
 - Vor 23+0 und $\geq 34+0$ SSW
 - Überempfindlichkeit

Tokolyse möglich?

Wahl des Tokolytikums je nach Verfügbarkeit

- Gynipral (Hexoprenalin)**
 D: 10 µg (1 Ampulle) auf 10 ml NaCl – in 5-10 min. i.v. verabreichen, dann 1A (10 µg) ad 50 ml – 30 ml/h
 KI:
 • Ischämische Herzerkrankungen
 • Asthmatikern mit Sulfit-Überempfindlichkeit
 • Hyperthyreose
 • Schwere Leber-/Nierenerkrankung
 • Engwinkelglaukom
- Tractocile (Atosiban)**
 D: kleine A 6,75 mg/0,9 ml als Bolus über 1 min., dann große A (37,5mg/5ml) in Perfusor 50ml – 24ml/h (300 µg/min. (18mg/h) über 3 h) CAVE: 2 Ampullengrößen!
- Bricanyl (Terbutalin)**
 D: 0,005 mg/min. über 20 min. (z.B. 1A als KI in 100 ml NaCl), ev. Dosissteigerung um 0,0025 mg/min. in 20-minütigen Intervallen (max. 0,020 mg/min.)
 KI:
 • Ischämische Herzerkrankung
 • Tachykardie (>120/min.)
 • Idiopathische hypertrophe subvalvuläre Aortenstenose
 • Phäochromozytom

Frühzeitige Kontaktaufnahme mit Geburtshilfe

Ja

In-utero Transport ins Perinatalzentrum

Nein

Weiteres Vorgehen nach Gestationsalter

Frühzeitige Kontaktaufnahme mit Neonatologie

1. Geburtsstermin (GT) nachschlagen (Österr. Mutter-Kind-Pass Seite 13) oder berechnen: $GT = 1. \text{ Tag letzte Regel} + 7d - 3m + 1a$ (Naegle-Regel)
2. Gestationsalter (GA) berechnen: $40 \text{ SSW} - \text{Zeit von heute bis GT}$ oder digitalen GA-Rechner benutzen (z.B. AGN Notfallapp)

Frustrane Tokolyse

$\geq 24+0$ SSW

1. Erstversorgung → ②
2. Vor Ort bleiben, wenn ein neonatologisches Intensiv-Transportteam zeitnahe eintreffen kann
3. Bei langen Transportwegen evtl. geeigneten Übergabepunkt vereinbaren
4. Transport ad Gebärklinik mit Neonatologie

<24+0 SSW mit guter Vitalität ODER Unbekanntes Gestationsalter Provisional care

<24+0 SSW ohne gute Vitalität Palliative/comfort care

1. Kind einwickeln
2. Fentanyl 3-5 µg/kgKG p.o. (z.B. 50 µg (= 1 ml) + 9 ml NaCl 0,9% → 1 ml/kgKG) ODER Tramal Tropfen 2,5-5 mg/kgKG \approx 1-2 gtt/kgKG
3. Transport ad Gebärklinik

Handlungsempfehlung für das Vorgehen bei präklinischer Geburt von Frühgeborenen

2

Erstversorgung

Wärmeerhalt: Kopf bedecken, gewärmte Tücher einsetzen, Zugluft vermeiden, Rettungsdecke erwägen, usw.

Vor der Geburt: Optimierung der Arbeitsbedingungen

- ✓ Rollenverteilung
- ✓ Equipment kontrollieren
- ✓ Checkliste
- ✓ Informationen (MKP)
- ✓ Wärmemanagement
 - RTW vorheizen
 - Plastik -folie/-tüte
 - Handtücher (vorgewärmt)
- ✓ Platz schaffen (Mutter/Kind separat)
- ✓ Teambriefing
- ✓ Kontaktaufnahme Neonatologie

Geburt

Uhrzeit notieren
Abnabeln

Abtrocknen und in Plastikfolie/-tüte geben
Monitoring anordnen (1. EKG, 2. Pulsoxymetrie → rechte Hand!)
Oropharyngeales Absaugen bei Atemwegsverlegung

Normale Atmung? Suffiziente Eigenatmung (EA) **JA** **Observanz**

5 initiale Beatmungen
Auf Thoraxhebungen achten!
Inspirationszeit 2-3 Sekunden

FiO₂ 21%*
PEEP: ~8 cmH₂O*
*gilt für Beutelbeatmung mit PEEP-Ventil ohne O₂-Mischer

| Präduktale SpO ₂ Zielwerte | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Zeit | SpO ₂ % |
| 2 min | 60 |
| 3 min | 70 |
| 4 min | 80 |
| 5 min | 85 |
| 10 min | 90 |

Evaluierung der Herzfrequenz (EKG oder Auskultation)

HF < 60/min

HF > 60/min +insuff. EA

Wiederholung der 5 initialen Beatmungen

Ineffektive Maskenbeatmung? Optimierung des Atemweges → ③

(Assistierte) Beatmung fortführen
Inspirationszeit 1s - 30x/min.

Reevaluierung der Herzfrequenz (alle 30 Sek.)

HF < 60/min

HF > 60/min +insuff. EA

HF > 100/min +suff. EA **Observanz**

3:1
Thoraxkompressionen:Beatmung

Ineffektive Maskenbeatmung? Optimierung des Atemweges → ③

(Assistierte) Beatmung fortführen
Inspirationszeit 1s - 30x/min.

Zugang: i.v. od. NVK od. i.o. (>2kgKG)
Medikamente erwägen

Adrenalin
10 µg/kgKG i.v./i.o.
In Folge:
10-30 µg/kgKG i.v./i.o.

V.a. Volumenmangel
Kristalloide
10 ml/kgKG i.v.

Fehlender Atemantrieb
Koffeinzitrat
20 mg/kgKG p.o./i.v.
ODER
Theophyllin
5-6 mg/kgKG p.o./i.v.
NaCl 0,9% verdünnen, langsam i.v.

Glukose 5-10%
4x kgKG = ml/h

| Flow | Mit Reservoir | Ohne Reservoir |
|----------|---------------|----------------|
| 0 l/min | 21% | 21% |
| 1 l/min | 97% | 63% |
| 3 l/min | 100% | 69% |
| 5 l/min | 100% | 74% |
| 10 l/min | 100% | 83% |
| 15 l/min | 100% | 90% |

▲ FiO₂-Titration mittels Flow-Einstellung bei Beutelbeatmung ohne O₂-Mischer

- ✓ Abbruch bei Asystolie >10 min. erwägen
- ✓ Bei persistierender Bradykardie vor Abbruch Rücksprache mit Neonatologie

Entweder/oder

Transport
Transportbeginn bei effektiver Beatmung oder suff. EA (Monitoring!)
1. Evtl. Inkubator-Transport (V.a. <30 SSW)
2. Evtl. Skin-to-skin Transport (>30 SSW)

FiO₂-Titration anhand SpO₂ Zielwerte

EA... Eigenatmung
FiO₂... inspiratorische O₂-Fraktion
HF... Herzfrequenz
kgKG... Kilogramm Körpergewicht
MKP... Mutter-Kind-Pass
NVK... Nabelvenenkath.
PEEP... Positiver endexp. Druck
RTW... Rettungstransportwagen
SpO₂... arterielle Sauerstoffsättigung
SSW... Schwangerschaftswoche

Atemwegsmanagement

Ineffektive Maskenbeatmung

Symptome:
 ■ Fehlender HF- und SpO₂-Anstieg
 ■ Keine sichtbaren Thoraxhebungen

Oropharyngeales Absaugen bei vermuteter Atemwegsverlegung
 → Sog bis max. -150 mmHg

Maskenbeatmung optimieren

- ✓ Kopf repositionieren (Schnüffelstellung/Neutralposition)
- ✓ Maskenwechsel
- ✓ 2-Helfer Methode
- ✓ Nackenrolle/Schulterrolle
- ✓ Guedeltubus oder Wendltubus

Trotz Optimierungsversuch weiterhin ineffektive Maskenbeatmung

Nasopharyngeale Beatmung

- ✓ Endotrachealtubus ID 2,5 (2,0) über Nasenloch einführen
- ✓ Einführtiefe ca. 3,5 cm
- ✓ Mund und Nase geschlossen halten
- ✓ Evtl. Tubus kürzen (Totraum!)

Atemhilfen erwägen

- ✓ Larynxmaske (Gr. 1) nur bei FG
 - ✓ >2000 g
 - ✓ ≥34 SSW
- ✓ Alternativ evtl. Larynxtubus (Gr. 0)

Als ultima ratio nach Ausschöpfung sämtlicher zuvor erwähnter Optimierungsversuche und bei weiterhin bestehender ineffektiver Beatmung

Für den Geübten: Intubation frühzeitig erwägen

Tubusgröße
 ID: GA/10
 (GA in Wochen)
Tubustiefe
 Oral: 6 + kgKG = cm
 Nasal: 7 + kgKG = cm

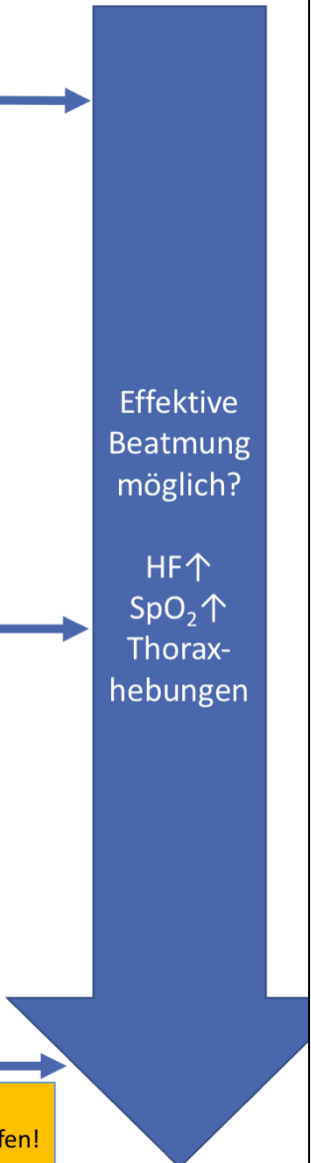
Endotracheale Intubation

- ✓ Expertise?
- ✓ Equipment?
- ✓ Umgebung?

Tubuslage mittels Kapnometrie überprüfen!
 → Danach wieder entfernen (Totraum!)

Insuffiziente Maskenbeatmung und frustrane Intubationsversuche

- Abbruch bei Asystolie >10 min erwägen
- Bei persistierender Bradykardie vor Abbruch Rücksprache mit Neonatologie



Effektive Beatmung möglich?
 HF↑
 SpO₂↑
 Thoraxhebungen

Weiter bei 2

GA... Gestationsalter
 HF... Herzfrequenz
 ID... Innendurchmesser (in mm)
 kgKG... Kilogramm Körpergewicht
 SpO₂... arterielle Sauerstoffsättigung
 SSW... Schwangerschaftswoche