

Diplomarbeit

**Der arterielle Zugang
bei Frühgeborenen <28 Schwangerschaftswochen
Eine retrospektive Datenanalyse der Jahre 2014-2020**

eingereicht von

Michaela Schneider

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr.ⁱⁿ med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde

Klinische Abteilung für Neonatologie

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Bernhard Schwabberger

und

Dr.ⁱⁿ med. univ. Marlies Bruckner

Graz, am 06.06.2022

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 06.06.2022

Michaela Schneider eh

Danksagungen

An erster Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung meiner Diplomarbeit begleitet haben.

Mein größter Dank gilt meinem Betreuer Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Bernhard Schwaberger, der es mir nicht nur ermöglicht hat, ein so spannendes und essenzielles Thema bearbeiten zu dürfen, sondern auch das wissenschaftliche Arbeiten kennen zu lernen und mich auch richtungsweisend und mit sehr viel Engagement begleitet hat. Ebenso möchte ich mich für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik während dieser Arbeit bedanken.

Besonderer Dank kommt auch meiner Zweitbetreuerin Dr.ⁱⁿ med. univ. Marlies Bruckner zu, die stets Verständnis für meine Fragen zeigte und mich sowohl geduldig als auch stets mit den richtigen Hilfestellungen zu unterstützen verstand.

Abschließend sei auch meiner Familie gedankt, die mich unermüdlich und in jeder Phase unterstützt hat, nicht nur was meine Diplomarbeit anbelangt, sondern das gesamte Studium hindurch. Sie hat es mir ermöglicht, diesen Weg gehen zu können, stand immer hinter mir und stärkte mir den Rücken, wenn ich es am meisten gebraucht habe.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen.....	1
Abkürzungen	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Zusammenfassung.....	6
Abstract.....	8
1 Einleitung.....	10
1.1 Frühgeborene	10
1.1.1 Allgemeines.....	10
1.1.2 Haut und Thermoregulation.....	11
1.1.3 Säure-Basen-Haushalt.....	13
1.1.4 Gefäßsystem des Gehirns.....	14
1.1.5 Respirationstrakt.....	15
1.1.6 Herz-Kreislauf-System.....	16
1.1.7 Magen-Darm-Trakt und Metabolismus	17
1.1.8 Augen	18
1.2 Gefäßzugänge	19
1.2.1 Peripher-arterieller Zugang.....	19
1.2.2 Nabelarterienkatheter.....	23
1.3 Zusammenfassung.....	26
1.4 Fragestellung und Hypothese	26
2 Material und Methoden	28
2.1 Studiendesign und -population.....	28
2.2 Datenerhebung	28
2.3 Datenauswertung.....	29
3 Ergebnisse.....	31
3.1 Demographische Daten	31
3.2 Liegedauer	32
3.3 Lokalisation	33
3.4 Blutabnahmen	34
3.5 Komplikationen	34
3.6 Grund der Entfernung	35
3.7 Korrelationsanalyse.....	36
4 Diskussion	38
4.1 Liegedauer	38
4.2 Etablierung des peripher-arteriellen Zugangs	39
4.3 Lokalisationen	41
4.4 Interventionen und vermiedene Punktionen.....	41
4.5 Komplikationen und Grund der Entfernung	43
4.6 Stärken und Limitationen der Studie	44
4.7 Conclusio	44
Literaturverzeichnis	45
Anhang.....	49

Abkürzungen

Apgar	Atmung, Puls, Grundtonus, Aussehen, Reflexe (Akronym für ein Bewertungssystem zur Beurteilung der postnatalen Adaptation eines Neugeborenen)
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
FiO ₂	Fraktion des inspiratorischen Sauerstoffs
IQR	Interquartile Range
KAGes	Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H.
LOS.....	Late-Onset Sepsis
NapH.....	Nabelarterien-pH
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
SD.....	Standardabweichung
SFD.....	Small for Date

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Peripher-arterieller Katheter an der Arteria radialis.	21
Abbildung 2: Nekrose an der Fingerspitze nach Katheterisierung der Arteria radialis. ..	22
Abbildung 3: Flowchart der Studienpopulation und Anzahl an peripher-arteriellen Kathetern.....	32
Abbildung 4: Säulendiagramm der relativen Häufigkeiten der Lokalisation peripher- arterieller Katheter.	34
Abbildung 5: Säulendiagramm der relativen Häufigkeiten des Grund der Entfernung des peripher-arteriellen Katheters.....	36
Abbildung 6: Streudiagramm der Korrelationsanalyse des Gestationsalter (in Wochen) und der Liegedauer (in Stunden).	37
Abbildung 7: Streudiagramm der Korrelationsanalyse des Geburtsgewicht (in Gramm) und der Liegedauer (in Stunden).	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Demografische Daten.	31
Tabelle 2: Charakteristika der peripher-arteriellen Zugänge	33
Tabelle 3: Absolute und relative Häufigkeiten der Lokalisation peripher-arterieller Katheter und korrespondierende Liegedauer der Katheter (in Stunden).....	33
Tabelle 4: Dokumentierte Komplikationen und Grund der Entfernung des peripher- arteriellen Katheters.....	35
Tabelle 5: Korrelationen.	36

Zusammenfassung

EINLEITUNG

Peripher-arterielle Katheter (pAK) sind neben Nabelarterienkathetern eine Möglichkeit von arteriellen Gefäßzugängen bei Neugeborenen. Obwohl diese häufig angewendet werden, gibt es bisher kaum Daten über Verweildauer, Lokalisationen, Grund der Entfernung und Komplikationen im Zusammenhang mit pAK, insbesondere bei extremen Frühgeborenen.

PATIENT*INNEN UND METHODEN

Retrospektive Datenanalyse der elektronischen Patient*innendokumentation aller Frühgeborenen mit einem Gestationsalter <28 Schwangerschaftswochen, die am Universitätsklinikum Graz zwischen Jänner 2014 und Dezember 2020 geboren wurden.

ERGEBNISSE

Insgesamt wurden 196 Frühgeborene mit einem medianen (Interquartile Range, IQR) Gestationsalter von 25,7 (24,6-26,6) Wochen und einem Geburtsgewicht von 730 (614-898) g eingeschlossen. Bei 155 (79%) dieser Neugeborenen wurden in Summe 286 pAK (und 6 NAK) erfolgreich während des Aufenthalts an der neonatologischen Intensivstation etabliert.

Die ersten pAK eines Neugeborenen wurden nach einer medianen (IQR) Zeit von 2,5 (1,4-7,4) Stunden nach Geburt etabliert und die Verweildauer aller pAK lag bei 57,5 (22,5-107,2) Stunden. Die Lokalisationen der pAK waren nach Häufigkeit die Arteria radialis (63%), Arteria tibialis posterior (21%), Arteria ulnaris (6%), Arteria dorsalis pedis (6%) und andere (1%) bzw. nicht dokumentiert (3%). Weder Gestationsalter oder Geburtsgewicht noch Lokalisation korrelierten mit der Verweildauer der pAK.

Die Gründe für die Entfernung von pAK waren Funktionsverlust (41%), periphere Durchblutungsstörung (17%), andere (14%) bzw. nicht dokumentiert (28%). Komplikationen wie passagere periphere Durchblutungsstörungen, lokale Entzündung, Paravasat oder Blutung traten in 13% aller pAK auf. Sie führten in keinem Fall zu bleibenden Funktionsverlusten oder Beeinträchtigungen. Im Median (IQR) wurden 9 (5-18) arterielle Blutproben über einen pAK entnommen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Diese an einem österreichischen Tertiärzentrum erhobenen Daten zeigen eine häufige Anwendung von pAK bei extremen Frühgeborenen und lassen auf eine gute Durchführbarkeit und sichere Anwendung schließen. Während der medianen Katheterverweildauer von 57,5 Stunden ermöglichte der pAK nicht nur ein kontinuierliches invasives Blutdruckmonitoring, sondern reduzierte auch deutlich die Anzahl an schmerzhaften Interventionen durch die Vermeidung von Punktionen an Ferse oder von Venen. Beachtenswert ist auch, dass keine schwerwiegenden bzw. persistierenden Komplikationen in Zusammenhang mit der pAK-Anlage auftraten.

Abstract

INTRODUCTION

An alternative to umbilical artery catheterization in neonates are peripheral arterial catheters (pAC). Although frequently used, only little is known about the time period from insertion to removal, insertion sites, reasons for catheter removal, and adverse event rates associated with pAC, particularly in extremely premature infants.

PATIENTS AND METHODS

Retrospective data analysis of electronic patient records of all extremely premature infants with <28 weeks of gestation born at the University Hospital Graz, Austria between January 2014 and December 2020.

RESULTS

A total of 196 premature infants with a median (IQR) gestational age of 25.7 (24.6-26.6) weeks and birth weight of 730 (614-898) g were included. In 155 (79%) of these neonates, 286 pAC (and 6 umbilical artery catheters) were inserted successfully during their stay at the neonatal intensive care unit.

The first pAC was inserted 2.5 (1.4-7.4) hours after birth and the time period from insertion to removal was 57.5 (22.5-107.2) hours. The pAC insertion sites were the radial artery (63%), posterior tibial artery (21%), ulnar artery (6%), dorsalis pedis artery (6%), other sites (1%), and not documented (3%). Neither gestational age and birth weight, nor catheter insertion site correlated with the time period from pAC insertion to removal.

Reasons for pAC removal were loss of function (41%), impaired peripheral perfusion (17%), others (14%) and not documented (28%). Complications including temporarily impaired peripheral perfusion, local inflammation, extravasation or bleeding were reported in 13% of all pAC, but none of these resulted in a persistent loss of function/disability. In median (IQR) 9 (5-18) arterial blood samples were drawn from pAC.

CONCLUSION

This data collected at an Austrian tertiary center show that pAC are frequently used in extremely premature infants and suggest that their use is feasible and safe. pAC enabled continuous non-invasive blood pressure monitoring, which is potentially crucial during neonatal intensive care, and reduced the number of painful interventions distinctly by avoiding heel punctures or venous blood sampling. Remarkably, there were no serious adverse events associated with pAC placement.

1 Einleitung

1.1 Frühgeborene

1.1.1 Allgemeines

Um die Kerninformationen dieser Arbeit verstehen zu können, ist es wichtig, vorab den Begriff des Frühgeborenen zu definieren. Kommt ein Neugeborenes vor der vollendeten 37. Schwangerschaftswoche zur Welt, also mit einem Gestationsalter von weniger als 37+0 Schwangerschaftswochen, so spricht man von einem Frühgeborenen. Durch die moderne Medizin ist es möglich geworden, Frühgeborene unter optimalen Bedingungen bereits an der Grenze der Lebensfähigkeit ab etwa der vollendeten 21. Schwangerschaftswoche (d.h. ab etwa 22+0 Schwangerschaftswochen) am Leben zu erhalten und erfolgreich zu behandeln. Die altersspezifische Zuteilung eines Neugeborenen wird durch verschiedenste Methoden ermöglicht. Hierbei stellt die wohl gängigste Herangehensweise die Berechnung des Gestationsalters in Schwangerschaftswochen und -tagen dar: Anhand dieser ist jedes Neugeborene, welches mit einem Gestationsalter von weniger als 259 Tagen, gezählt ab dem ersten Tag der letzten Periode, geboren wird, ein sogenanntes Frühgeborenes. Anders gesprochen betrifft dies all jene Neugeborene, welche vor 37+0 Schwangerschaftswochen zur Welt kommen.[1,2]

Neben der Einordnung von Neugeborenen nach dem Gestationsalter ist auch die Einordnung nach Geburtsgewicht üblich. In diesem Zusammenhang werden Neugeborene mit einem Geburtsgewicht von unter 2500 g in die Kategorie Low Birth Weight eingeordnet, Neugeborene mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g als Very Low Birth Weight und bei unter 1000 g in die Gruppe Extremely Low Birth Weight klassifiziert.[1]

Nach aktuellem Wissensstand können vorzeitige Wehen mit sowohl mütterlichen als auch fetalen Merkmalen in Verbindung gebracht werden, auch wenn ein konkreter Mechanismus oftmals nicht festgestellt werden kann. Hierzu zählen demografische Merkmale der Mutter, Ernährungszustand, Schwangerschaftsanamnese, gewisse Schwangerschaftsmerkmale, psychologische Merkmale und ungünstige Verhaltensweisen sowie biologische und genetische Parameter. Darüber hinaus können Infektionen, Entzündungen, uteroplazentare Ischämien oder Blutungen, Uteruskontraktionen, Überdehnung der Gebärmutter oder auch Stress bzw. andere immunologisch vermittelte Prozesse Risikofaktoren für eine

Frühgeburtlichkeit darstellen.[1,2,17] Im Folgenden werden einige der Risikofaktoren näher beleuchtet.

Intrauterine Infektionen sind nicht nur ein wichtiger, sondern auch ein häufiger Mechanismus, welcher zu Frühgeburten führt.[17] Einen der häufigeren Auslöser für eine Frühgeburt stellt in diesem Rahmen das Amnioninfektionssyndrom dar. Hierbei kommt es zu vorzeitigen Wehen, begünstigt durch eine aufsteigende bakterielle Vaginose und einem dadurch induzierten vorzeitigen Blasensprung.[2] Vaginale Blutungen können sowohl durch eine vorzeitige Plazentalösung als auch durch eine Plazenta praevia verursacht werden und sind mit einem hohen Risiko einer Frühgeburt verbunden. Aber auch Blutungen unabhängig dieser beiden Krankheitsbilder gehen im späteren Schwangerschaftsverlauf mit einem höheren Risiko einher.[17] Des Weiteren konnten mehrere Studien den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Uteruskontraktionen und Frühgeburten aufzeigen. Allerdings muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass Uteruskontraktionen sowohl bei Einlingen als auch bei Zwillingen keinen guten Vorhersagewert für eine Frühgeburt darstellen.[17] Nicht zuletzt stellt auch eine Verkürzung des Gebärmutterhalses einen Risikofaktor für Frühgeburten dar. Hier geht bei asymptomatischen Frauen in der 24. Schwangerschaftswoche eine Zervixlänge von unter 25mm mit einem erhöhten Risiko einher. Je kürzer der Gebärmutterhals ist, desto größer ist auch das Risiko.[17]

1.1.2 Haut und Thermoregulation

Grundsätzlich kann die Unreife jegliches Organsystem betreffen, dadurch resultierende Komplikationen sind bei Frühgeborenen keine Seltenheit. So besitzen Frühgeborene eine noch nicht vollständig ausgereifte Fähigkeit der Thermoregulation.[1] In erster Linie betrifft dies die verminderte Fähigkeit der Vasokonstriktion der Hautgefäße, welche somit zu einer erhöhten Wärmeabgabe über die Haut führt. Hinzu kommen eine dünne Haut und ein ungünstiges Verhältnis zwischen der Körperoberfläche und dem Körpergewicht.[1,15] So ist die Haut gerade bei Extremely Low Birth Weight und Very Low Birth Weight Frühgeborenen äußerst vulnerabel, sodass das Desinfizieren (z.B. mit Alkoholen) und die mechanische Beanspruchung durch das Desinfizieren und Manipulieren im Rahmen des Legens eines peripher-arteriellen Zugangs zur Reizung und Schädigung der Haut führen kann.[34] Nicht zuletzt wird das Unterhautfettgewebe maßgeblich im dritten Trimenon gebildet, weswegen es bei Frühgeborenen nur unzureichend vorhanden ist.[1,15] Auch das

braune Fettgewebe, welches der Wärmeproduktion dient, ist noch mangelhaft angelegt. Diese Faktoren begünstigen durch das rasche Auskühlen eine Neigung zur Hypothermie, welche mit einer Körperkerntemperatur von unter 36 Grad Celsius definiert ist. Mögliche Komplikationen einer Hypothermie schließen eine metabolische Azidose, einen gesteigerten Sauerstoffverbrauch, Apnoeepisoden, Hypoglykämien und unter Umständen auch den Tod ein. Laptook et al. konnten zeigen, dass für jede Absenkung der Aufnahmetemperatur um 1 Grad Celsius unter den Normbereich ein Anstieg der Mortalität um 28 % resultiert.[18] Diese Komplikationen sind unter anderem darauf zurückzuführen, dass es in der Phase der Hypothermie zu einer Linksverschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve kommt und daraus resultierend die Fähigkeit der Sauerstoffabgabe an das Gewebe sinkt.[1,12,15] Viele dieser Folgeerscheinungen können mithilfe eines peripher-arteriellen Zugangs und der damit einhergehenden jederzeitigen Verfügbarkeit einer arteriellen Blutprobe rasch erkannt werden.

Auch die Durchführung von Interventionen, die es erforderlich machen den Inkubator zu öffnen, geht mit einem erhöhten Hypothermie-Risiko einher. So kommt es durch das Öffnen des Inkubators zu einem Verlust von Wärme und Wasserdampf. Um das Auskühlen weitestgehend zu minimieren, ergreift man hier Maßnahmen wie den Einsatz von Wärmestrahlern. Des Weiteren führt das großflächige Desinfizieren von Hautstellen, wie bei der Anlage einer peripher-arteriellen Kanüle und viel mehr noch bei der Anlage eines Nabelarterienkatheters, zu Verdunstungskälte, welche ein Auskühlen des Frühgeborenen begünstigt.[29,30,33]

Der Tatsache geschuldet, dass Frühgeborene eine unzureichend ausgeprägte Fähigkeit zur Thermoregulation besitzen, sind sie darauf angewiesen, einen großen Teil ihrer Energie dazu aufzuwenden, ihre Körpertemperatur in einem thermoneutralen Bereich zu halten. Dieser thermoneutrale Bereich ist definiert als jene Temperatur, bei welcher am wenigsten Energie und somit auch Sauerstoff zur Wärmeproduktion aufgebracht werden muss. Diskutiert wird auch folgende Definition bei Frühgeborenen: jene Umgebungstemperatur, bei welcher die Körpertemperatur zwischen 36,7 bis 37,3 Grad Celsius liegt und sich um weniger als 0,2 bis 0,3 Grad Celsius pro Stunde ändert.[1,12]

Damit Frühgeborene ihre Energie vielmehr in wichtigere (Reifungs-)Prozesse investieren können, ist es essenziell, von außen die Körpertemperatur engmaschig durch Messungen zu kontrollieren und adäquate Maßnahmen zum Wärmeerhalt zu ergreifen.[1] Dazu zählen zur kurzfristigen Anwendung, meist im Zuge der Erstversorgung, in erster Linie offene Wärmeeinheiten mit Wärmestrahler und konsequentes Zudecken, wohingegen die Pflege

längerfristig in sogenannten Inkubatoren erfolgt. Inkubatoren gewährleisten nicht nur eine konstante und adäquate Lufttemperatur, sondern verhindern auch ein Auskühlen über die Haut, indem eine ausreichende Befeuchtung gewährleistet wird. Zur Versorgung von Frühgeborenen sind bevorzugt Doppelwandinkubatoren in Verwendung.[1,12]

1.1.3 Säure-Basen-Haushalt

Nicht selten entwickeln Frühgeborene ein Ungleichgewicht im Säure-Basen-Haushalt, welches sich sowohl als Azidose als auch als Alkalose bemerkbar machen kann. Damit einhergehend treten auch Elektrolytimbalancen auf, die nicht nur zu akuten Folgen führen, sondern auch das Langzeitoutcome des Frühgeborenen negativ beeinflussen können. Zugrunde liegen hier zum einen die noch eingeschränkte Fähigkeit der Niere, H^+ -Ionen auszuscheiden und Bikarbonat zu reabsorbieren, und zum anderen die eingeschränkte Fähigkeit der Lunge, das Kohlenstoffdioxid adäquat abzuatmen. Gerade deshalb sind ein adäquates Monitoring unmittelbar perinatal und weitere Verlaufskontrollen in der postnatalen Periode essenziell. Ausschlaggebende Parameter sind der pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck, sowie Base Excess und Bikarbonat-Konzentration. Des Weiteren kann man im Zuge der Blutgasanalyse auch die Elektrolytkonzentrationen, insbesondere von Natrium, Kalium und Chlorid, sowie weitere Parameter wie Laktat, Bilirubin und die Blutglukose untersuchen.[1,12]

Blutabnahmen zur Beurteilung des Säure-Basen-Haushalts in der perinatalen Periode werden aus arteriellem oder venösem Nabelschnurblut durchgeführt, wobei Blutgase über arterielle Abnahme am aussagekräftigsten sind. Postnatale Verlaufskontrollen können prinzipiell kapillär (z.B. an der Ferse), venös oder arteriell (peripher-arteriell oder via Nabelarterienkatheter) erfolgen. Im Hinterkopf zu behalten sind mögliche Mikrozirkulationsstörungen, etwa aufgrund von Sepsis, Ödemen oder kühlen Extremitäten, welche die Blutabnahme erschweren können.[1,12] Darüber hinaus ergeben sich im Säure-Basen-Haushalt wie auch in der Blutgas- und Elektrolytkontrolle bei Mikrozirkulationsstörungen im Kapillarblut und venösen Blut deutliche Abweichungen im Vergleich zu arteriellen Kontrollen.[35,36] Des Weiteren können Quetschungen zur Verfälschung der Messparameter (insbesondere der Elektrolyte) und zu einem erheblichen Schmerzreiz und Verletzungsrisiko führen.[1,12] Diese Quetschungen kommen meist im

Rahmen von kapillären Blutabnahmen vor, bei arteriellen Punktionen ist das üblicherweise nicht der Fall.

1.1.4 Gefäßsystem des Gehirns

Eine weitere Auswirkung der Unreife von Frühgeborenen stellt das spezielle Gefäßnetz und die Unreife der Gefäßstrukturen im subependymalen Keimlager dar. Dies führt dazu, dass vor allem Neugeborene vor der 30. Schwangerschaftswoche von intraventrikulären Hirnblutungen betroffen sein können. Aber nicht nur intraventrikuläre, sondern auch periventrikuläre Hirnblutungen stellen eine Komplikation der Frühgeburtlichkeit dar, die ganz besonders mit schlechter neurokognitiver Entwicklung assoziiert sein können. Es wird diskutiert, dass vermehrter Stress zu einer stärkeren Durchblutung des Gehirns führt, wodurch es zu einem Auftreten von Hirnblutungen kommen kann. Die Häufigkeit und der Schweregrad der Blutungen korreliert mit dem Gestationsalter und dem Geburtsgewicht, wobei ein geringeres Gestationsalter und ein Geburtsgewicht vor allem unter 1000 g mit häufigeren und schwerwiegenderen Blutungen einhergehen.[10,15]

Weitere zu erwähnende Risikofaktoren für Hirnblutungen sind Asphyxie, wechselnde Beatmungssituationen, Schwankungen der zerebralen Perfusion, arterielle Hypotonie, ein persistierender Ductus arteriosus Botalli oder Infektionen. Diese Blutungen treten meist innerhalb der ersten Lebensstage auf und bestehen ein- oder beidseitig. Jegliche Hirnblutung kann grundsätzlich schwerwiegende Folgen nach sich ziehen, denn das konsequente Auftreten von Liquorzirkulationsstörungen kann zum Ausbilden eines posthämorrhagischen Hydrozephalus führen, welcher entweder spontan selbstlimitierend ist oder durch Hirndruckanstieg eine neurochirurgische Intervention mit Entlastung des Ventrikelsystems (z.B. ventrikuloperitonealen Shunt) notwendig macht. Weiters sind auch neurologische Langzeitschäden zu erwähnen. Insbesondere bei periventrikulären Blutungen kann es so zu kognitiven und motorischen Funktionseinschränkungen kommen.[10,15] Auch bei intraventrikulären Blutungen können potenziell schwerwiegenden Folgen auftreten. Um nun rasch und adäquat auf mögliche Komplikationen reagieren zu können, hat sich ein peripher-arterieller Zugang als durchaus nützlich erwiesen. So können über einen bereits liegenden peripher-arteriellen Katheter relevante Parameter, wie beispielsweise der arterielle pH-Wert oder das arterielle Basendefizit – zwei Diagnosekriterien einer möglichen Asphyxie –, rasch erhoben werden.[1]

1.1.5 Respirationstrakt

Einen der entscheidenden Überlebensfaktoren bei Frühgeborenen stellt das Ausmaß der Lungenentwicklung dar. Vor allem der Schweregrad eines Surfactantmangels ist hierbei ausschlaggebend. Surfactant (surface active agent), ein Gemisch aus Phospholipiden und speziellen Proteinen, ist in der Lage, die Oberflächenspannung des Flüssigkeitsfilms auf dem Alveolarepithel herabzusetzen, wodurch die Alveolen in der Lage sind, sich zu entfalten.[1,12,15] Ein Mangel an Surfactant ist in der Regel auf eine Unreife der Pneumozyten Typ II zurückzuführen und mit einer kritisch verminderten Produktion von Surfactant verbunden. Hinzu kommt vor allem bei extremen Frühgeborenen, dass die Alveolen noch nicht vollständig entwickelt sind. Stattdessen finden sich terminal sakkuläre Strukturen, die den Gasaustausch weiter erschweren. Zusätzlich liegt eine vergrößerte Diffusionsstrecke vor, welche der Tatsache geschuldet ist, dass die Lungenoberfläche im Verhältnis zur Körperoberfläche verringert ist und die respiratorischen Epithelien einen größeren Abstand zum pulmonalen Kapillarsystem aufweisen. Darüber hinaus besteht eine erhöhte Permeabilität der noch unreifen alveolokapillären Membran, wodurch der Einstrom von Plasmabestandteilen, wie Albumin und Fibrinogen, begünstigt wird. Diese Plasmabestandteile wiederum zählen zu den Inhibitoren der Surfactant-Aktivität.[1] Der durch den Surfactant-Mangel ausgelöste Kollaps der Alveolen führt zu einer Verschlechterung der Lungencompliance. In Kombination mit der Verminderung der Gasaustauschfläche führt dies zu einer zunehmenden Atemnot. Letztendlich führt der immer höher werdende Bedarf an Sauerstoff zu einer zunehmenden respiratorischen Insuffizienz. Klinisch zeigt sich diese Atemnot durch Tachydyspnoe, eine stöhnende Atmung, Nasenflügeln und juguläre, inter-, und subkostale Einziehungen. Zur prophylaktischen Therapie werden der werdenden Mutter präpartal zweimalig im Abstand von 24 Stunden plazentagängige Steroide intravenös verabreicht (sogenannte „Lungenreife“). Diese Steroide führen zu einer Surfactant-Synthesesteigerung der fetalen Lunge.[1,15]

Eine weitere Lungengewebsschädigung und damit einhergehende Verschlechterung eines Respiratory Distress Syndroms (RDS) bewirkt die pulmonal hypoxische Vasokonstriktion aufgrund der unzureichenden Oxygenierung. Dadurch wird die Hypoxämie verstärkt und das Lungengerüst weiter geschädigt.[1]

Abgesehen von einem durch Surfactant-Mangel bedingten Respiratory Distress Syndrom sind Infektionen, Aspirationsgeschehen, Hypoxie oder eine persistierende fetale Zirkulation ebenfalls Einflussfaktoren auf die Entstehung und Komplikation eines Respiratory Distress

Syndrom. Zusammenfassend kann man also definieren, dass das Atemnotsyndrom des Frühgeborenen durch eine Kombination aus Surfactantmangel und anatomisch unreifer Lunge bedingt ist.[1]

Der Tatsache geschuldet, dass bei Frühgeborenen physiologisch eine Unreife des Atemzentrums besteht, kann es zu Apnoen kommen, welche länger als 10 Sekunden andauern können. Diese haben nicht nur einen Abfall der arteriellen Sauerstoffsättigung zur Folge, sondern auch sekundäre Bradykardien. Eine taktile Stimulation ist häufig ausreichend, um das Atemzentrum über die afferenten Bahnen wieder zu stimulieren und dadurch zum Einsetzen der Atmung zu führen. Es besteht außerdem die Möglichkeit, Coffein in Form von Coffeincitrat intravenös oder peroral zu verabreichen, und als weitere medikamentöse Therapie steht auch Doxapram zur Verfügung. Bei Versagen der medikamentösen Therapie kann zum Beispiel die Continuous Positive Airway Pressure-Therapie (CPAP-Therapie) als eine Form der nicht-invasiven Beatmung und als ultima ratio die endotracheale Intubation mit invasiver Beatmung zur Anwendung kommen.[15] Um die Beatmung optimal steuern zu können, werden in der Intensivmedizin beim beatmeten Frühgeborenen regelmäßig Blutgaswerte erhoben, die hierfür notwendige Blutabnahme sollte idealerweise arteriell durchgeführt werden.

1.1.6 Herz-Kreislauf-System

Des Weiteren kann auch das Herz-Kreislauf-System von der Unreife betroffen sein. Dies äußert sich unter anderem durch das Auftreten von tachykarden Episoden, welche vermutlich auf eine unzureichende Entwicklung des Reizleitungssystems zurückzuführen sind. So sind Herzfrequenzen von über 200 Schlägen pro Minute nicht ungewöhnlich. Auf der anderen Seite können aber auch Bradykardien auftreten. Als häufige Ursache kann hier die Hypoxie hervorgehoben werden, beispielsweise im Rahmen von Apnoeepisoden. Oftmals bestehen auch hypotensive Blutdruckwerte, vor allem nach postnataler Anpassungsstörung, bei Infektionen oder einem Respiratory Distress Syndrom.[1]

Eine weitere Störung, welche vor allem bei extremen Frühgeborenen auftritt und die Kreislaufsituation des Neugeborenen maßgeblich beeinflusst, ist ein persistierender Ductus arteriosus botalli. Der Ductus arteriosus botalli ist eine pränatal physiologische Kurzschlussverbindung zwischen der Aorta und dem Truncus pulmonalis. Da die Lunge intrauterin flüssigkeitsgefüllt und noch nicht belüftet ist, und der pulmonale

Gefäßwiderstand hoch ist, gewährleistet der Ductus arteriosus botalli einen direkten Blutfluss aus dem Truncus pulmonalis in die Aorta. Schließt sich jener im Zuge der postnatalen Adaptionsprozesse nicht, bleibt die Verbindung zwischen Aorta und Truncus pulmonalis bestehen. Daraus folgt ein Links-Rechts-Shunt, welcher anschließend zu einer pulmonalen Hyperperfusion und einer Vergrößerung des linken Vorhofs führt. In weiterer Folge kommt es sodann zu einer verringerten diastolischen Durchblutung.[1] Gerade aus diesem Grund ist es vor allem bei Frühgeborenen essenziell, den Blutdruck zu überwachen. Dies geschieht in der Regel mittels invasivem Blutdruck-Monitoring über eine arterielle Kanüle.

1.1.7 Magen-Darm-Trakt und Metabolismus

Frühgeburtlichkeit hat auch auf den Magen-Darm-Trakt einen entscheidenden Einfluss. Da Muttermilch zur Versorgung des Neugeborenen alleine nicht ausreichend ist, besteht die Notwendigkeit einer Supplementation von Kalzium, Phosphat und Proteinen. Außerdem kann eine zusätzliche Gabe von Probiotika das kindliche Mikrobiom positiv beeinflussen und prophylaktisch gegen eine nekrotisierende Enterokolitis wirken.[11,19] Eine nekrotisierende Enterokolitis wiederum geht, abseits der Akutproblematik, auch mit einem erhöhten Risiko für Langzeitfolgen wie Malabsorption, Cholestase, Stenosen oder Kurzdarmsyndrom einher.[11] Die nekrotisierende Enterokolitis ist per definitionem eine Entzündung der Darmwand mit bakterieller Durchwanderung und Nekrosen. Hauptsächlich betroffene Darmabschnitte sind das terminale Ileum und Kolon. Durch die bakterielle Durchwanderung der Darmwand kann es in weiterer Folge zu einer bakteriellen Peritonitis kommen, welche eine Mangeldurchblutung einzelner Darmabschnitte mit Wandödemen und Einblutungen bedingt. Schlussendlich kann sie in transmurale Darmnekrosen mit der Gefahr des Verlustes von Darmabschnitten münden.[15]

An dieser Stelle ist auch die häufig vorkommende Hyperbilirubinämie aufgrund einer Unreife der Leber beziehungsweise Leberfunktion zu erwähnen. Diese äußert sich unter anderem in einer Gerinnungsstörung, da zu wenige Gerinnungsfaktoren hergestellt werden. Eine bestehende Hyperbilirubinämie erfordert häufige und regelmäßige Bilirubin-Kontrollen im Blut. Die hierfür notwendige Blutabnahme kann sowohl venös als auch arteriell erfolgen. Zusätzlich ist unbedingt auf eine suffiziente Vitamin-K-Supplementation zu achten.[1]

Ein weiteres Problem können bei Frühgeborenen zu große Nahrungsmengen darstellen. Häufig führen diese zu Nahrungsunverträglichkeiten, welche wiederum ein distendiertes Abdomen oder Erbrechen hervorrufen können.[1]

Nicht zuletzt ist auch auf die postnatale Mekoniumentleerung zu achten, denn bei Frühgeborenen kommt es häufig zu einer Verzögerung des Absetzens des ersten Muttermilchstuhls.[1,31] An dieser Stelle ist noch der Mekoniumileus als weitere Komplikation der Frühgeburtlichkeit, vor allem bei Very Low Birth Weight (<1500 g) und bei Small for Date (SFD, <3. Gewichtsperzentile) Frühgeborenen zu erwähnen. Dieser ist definiert als Dünndarmobstruktion mit zähem und eingedicktem Mekonium, welche in weiterer Folge zu einer intestinalen Obstruktion führen kann. Diese kann mit Torsion, Darmnekrose, Perforation, Atresie oder einer Mekoniumperitonitis assoziiert sein. Ursache stellt hier eine unreife intestinale neuromuskuläre Funktion in Kombination mit zähem Mekonium dar. Hauptlokalisationsort ist das terminale Ileum.[1]

1.1.8 Augen

In Bezug auf die Augen ist die Retinopathia praematurorum zu erwähnen. Sie ist eine durch Hypoxie und mangelnde Netzhautreife verursachte vasoproliferative Retinopathie. Diese beruht auf der Tatsache, dass bei Frühgeborenen die Netzhaut unvollständig vaskularisiert ist; durch Hyperoxien kann es sodann zu einer unkontrollierten Proliferation von Gefäßen in der Retina kommen. Im äußersten Fall könnte dies zu einer Retinaablösung und Erblindung führen. Der wichtigste Risikofaktor stellt hierbei wiederum das Gestationsalter dar. Je geringer das Gestationsalter ist, desto höher ist auch das Risiko an einer Retinopathie zu erkranken.[15] Außerdem stellt eine hohe Anwendung von Sauerstoff – somit eine hohe Fraktion des inspiratorischen Sauerstoffs (F_{iO_2}) – eine weitere entscheidende Ursache bei der Entstehung der Retinopathia praematurorum dar. Blutgas-Werte, die zur Optimierung der Beatmung über die Arterie abgenommen werden, können zu einer Adaption des F_{iO_2} , z.B. bei hohem Sauerstoffpartialdruck in der arteriellen Blutgasanalyse, führen und somit eine übermäßige und schädliche Anwendung von Sauerstoff verhindern.[32]

1.2 Gefäßzugänge

1.2.1 Peripher-arterieller Zugang

Neben Nabelarterienkathetern sind peripher-arterielle Katheter eine etablierte Alternative für arterielle Gefäßzugänge bei Neugeborenen. Anwendung findet der peripher-arterielle Katheter zum Zwecke der kontinuierlichen invasiven Blutdruckmessung bei Intensivpatient*innen, wobei frühere Arbeiten auch bei extrem unreifen Neugeborenen eine gute Funktionalität nachweisen konnten.[3,7,9] Darüber hinaus eignen sie sich zur schmerzlosen Abnahme von Blut und zum Monitoring der Blutgase bei beatmeten Patient*innen (siehe Kapitel 1.1.3 Säure-Basen-Haushalt). Zu beachten ist jedoch, dass Blutgasanalysen bei Arterienpunktionen nur verwertbar sind, wenn eine Punctionsdauer unter 30 Sekunden vorliegt. Andernfalls würde durch die ausgelöste Schmerzreaktion, das Schreien des Kindes und dem damit verbunden Pressen der Sauerstoffpartialdruck im Blut zu schnell sinken und wäre somit nicht verwertbar, auch wenn andere Werte dennoch valide sind.[12] Gerade dieser Aspekt unterstreicht den Vorteil der Anlage eines peripher-arteriellen Zugangs, denn einmal etabliert ermöglicht er eine repetitive Abnahme von arteriellem Blut und somit die Messung von Blutgasen, ohne einen erneuten Schmerzreiz hervorzurufen. Kontraindiziert sind ebendiese Zugänge bei Kindern mit Thrombozytopenie oder Hämophilie in der Anamnese, da hierbei die Gefahr einer Blutung und eines Hämatoms besteht.[1,2,3] Aufgrund der möglichen schwerwiegenden Komplikationen, wie zum Beispiel Embolisierungen, Ischämien der Finger oder Blutungen, unterliegt die Etablierung peripher-arterieller Zugänge einer strengen Indikationsstellung.[1]

1.2.1.1 Lokalisationen

Nicht jede Arterie eignet sich gleich gut zur Punction und Anlage eines peripher-arteriellen Zugangs. So werden als bevorzugte Lokalisationen die Arteria radialis (idealerweise am rechten Arm, um Blut präduktal entnehmen zu können), Arteria tibialis posterior, Arteria temporalis superficialis und in manchen Fällen auch die Arteria femoralis in der Literatur angegeben.[1,2,12] An der Klinischen Abteilung für Neonatologie der Medizinischen Universität Graz werden zudem in seltenen Fällen auch die Arteria brachialis sowie die

Arteria ulnaris und Arteria dorsalis pedis punktiert, um einen peripher-arteriellen Zugang zu etablieren.

1.2.1.2 Durchführung und Fixierung

Erste Maßnahme, welche gleichsam dem Eigenschutz dient, ist das Anlegen von sterilen Einmalhandschuhen vor Durchführung der Punktion. Im nächsten Schritt wird eine geeignete Punktionsstelle ausgewählt. Im Bedarfsfall ist hierbei auf die Transluminations-Technik mittels Kaltlicht oder den Gefäßdoppler zurückzugreifen, um die Punktionsstelle adäquat lokalisieren zu können.[1,2] Mithilfe der Kaltlicht-Technik wird für die Punktion an der Arteria radialis oder Arteria ulnaris das Handgelenk des Neugeborenen von „dorsal“ durchleuchtet. Nach dem Aufsuchen und Auswählen einer geeigneten Arterie können ein topisches Lokalanästhetikum oder nicht-medikamentöse schmerzstillende Maßnahmen (z.B. Non-nutritives Sucking, orale Glukoselösung, Facilitated Tucking usw.) zur Anwendung kommen. Möchte man die Arteria radialis oder Arteria ulnaris punktieren, gibt es Empfehlungen, im Vorhinein die Durchblutungssituation der Hand mittels Allen-Test zu überprüfen. Zu diesem Zweck wird die Arteria radialis oder Arteria ulnaris abgedrückt. Führt dies nicht zum Ablassen der Finger im Sinne einer Ischämie, so bedeutet das, dass ein adäquater Kollateralkreislauf über die jeweils andere Arterie gegeben ist und die geplante Punktion versucht werden kann. In weiterer Folge wird nicht nur die Punktionsstelle desinfiziert, sondern die gesamte Hand inklusive des zugehörigen Unterarms. Bei Neugeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g wird ein 0,1%-iges Octenidin-Dihydrochlorid ohne Phenoxyethanol zur Desinfektion verwendet. Nun sollte die Hand oder der Fuß fixiert werden, eventuell kann es für die Punktion von Vorteil sein, die entsprechende Extremität leicht zu überstrecken. Außerdem sollte die Haut im Bereich der Punktionsstelle gespannt werden.[1,2]

Der nächstfolgende Schritt ist nun die Arterienpunktion selbst, welche mittels Kanüle (z.B. Becton Dickinson Neoflon™ 24 Gauge oder 26 Gauge) in einem flachen 10 bis 15-Grad-Winkel zur Hautoberfläche geschehen soll; dabei zeigt der Schliff der Kanüle in Richtung der Hautoberfläche. Die Nadel wird so lange langsam vorgeschoben, bis pulsierendes Blut in die Indikatorlampe zurückfließt. Nun kann der Mandrin hinausgezogen und die Verweilkanüle mit äußerster Vorsicht weiter in die Arterie vorgeschoben werden; bei Bedarf

kann währenddessen die Punktionsstelle mittels steriler Kompresse komprimiert werden.[1,2]

Freilich muss die Arterienkanüle adäquat mittels sterilen Pflasters fixiert werden, eine zusätzliche Ruhigstellung der betreffenden Extremität kann vorteilhaft sein (Abbildung 1).



Abbildung 1: Peripher-arterieller Katheter an der Arteria radialis.

Um nun eine möglichst lange Durchgängigkeit zu gewährleisten, ist es wesentlich, eine kristalloide Spüllösung über eine Spritzenpumpe zu infundieren.[1,2]

An der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz wird hierfür ein Gemisch aus isotoner Kochsalzlösung, Aqua bidest (1:1) und Heparin (0,4 IE/ml) mit einer Flussrate von 0,5-1 ml/h eingesetzt.

Während der gesamten Liegedauer ist auf eine ausreichende und suffiziente Perfusion der Akren zu achten. Dies erfordert ein engmaschiges Beobachten und Kontrollieren. Besteht die Möglichkeit, so wäre das Anschließen an einen Blutdruckmonitor ebenfalls eine gute Option, um die Durchblutungssituation zu überwachen. Dieser würde bei Diskonnektion oder Verstopfen der Kanüle einen Druckalarm auslösen.[1,2]

1.2.1.3 Komplikationen

Freilich birgt jeder invasive Eingriff die Gefahr potenzieller Komplikationen. Beispielsweise kann es direkt bei der Punktion zu einem Arteriospasmus kommen. Sollte dieser Spasmus nach 10-15 Minuten nicht sistieren, so ist die Kanüle umgehend zu entfernen.[2] Sowohl ein Arteriospasmus, als auch Thromben bzw. Emboli bergen das Risiko einer Ischämie, weshalb aus diesem Grund bei Auftreten von Blässe, Zyanose, ausbleibendem Puls und einer kühlen Extremität die Kanüle entfernt und die periphere Durchblutung reevaluiert werden muss, um gegebenenfalls eine Therapie einleiten zu können.[3,4,7]

Des Weiteren kann es unter Umständen zu Nekrosen einzelner Finger oder Zehen kommen (Abbildung 2), vor allem bei nicht erfolgter Überprüfung der Kollateralversorgung, aber auch Nekrosen durch irrtümliche intraarterielle Injektion sind möglich.



Abbildung 2: Nekrose an der Fingerspitze nach Katheterisierung der Arteria radialis.

Durch Fehlpunktionen und mehrmalige Punktionsversuche, aber auch bei unzureichender Fixierung der Verweilkanüle kann es zu Blutungen oder Hämatombildung rund um die Kanüle kommen.[5]

Ferner besteht durch die Punktion die Gefahr einer Infektion an der Punktionstelle. Darüber hinaus wäre es auch möglich, bei der Punktion einen sich in der Nähe befindlichen Nerv zu schädigen. Dies betrifft bei Punktion der Arteria radialis sowohl den Nervus radialis als auch den Nervus medianus, bei Punktion der Arteria ulnaris den Nervus ulnaris und bei Punktion der Arteria tibialis posterior den zugehörigen Nervus tibialis posterior.[2]

Überdies besteht vor allem bei Frühgeborenen die Gefahr einer Hyper- oder Hyponatriämie bzw. einer Hypervolämie. Ursächlich können wiederholte Spülungen der Verweilkanüle zusätzlich zur notwendigen kontinuierlichen Spülung (0,5 bis 1 ml/h) beteiligt sein, welche die Durchgängigkeit gewährleisten soll (siehe oben).[2]

Zuletzt muss als mögliche, wenn auch seltene, Komplikation das Pseudoaneurysma genannt werden. Bei einem Pseudoaneurysma handelt es sich um „ein perivaskuläres Hämatom“, welches „über ein Loch in Intima und Media mit dem Gefäßlumen verbunden“ ist.[20] Diesem Phänomen kann man vorbeugen, indem arterielle Punktionen nicht per Zufallsversuch, sondern erst nach exakter Lokalisation der Arterie durchgeführt werden.[2]

1.2.2 Nabelarterienkatheter

Eine mögliche Alternative zum peripher-arteriellen Zugang, vor allem bei Neugeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g in der ersten Lebenswoche, stellt der Nabelarterienkatheter dar.[1,2] Zusätzlich kann man über den Nabelarterienkatheter verlässlich den postduktalen Sauerstoffpartialdruck gewinnen.[12] Der Nabelarterienkatheter ist vor allem bei Krankheitsbildern indiziert, welche eine extensive intensivmedizinische Betreuung benötigen, beispielsweise bei einer ausgeprägten peripartalen Asphyxie oder einem schweren Infant Respiratory Distress Syndrom, da im Zuge dieser häufige Blutabnahmen erforderlich sein können und eine invasive Blutdruckmessung von Vorteil sein kann.[1,2] Des Weiteren eignet er sich zur invasiven Blutdruckmessung. Hier ist noch zu erwähnen, dass Medikamente, Infusionen oder Blutkonserven nicht über diesen Zugang verabreicht werden dürfen.[3] Einen limitierenden Faktor stellt die Liegedauer dar, denn diese sollte so kurz als möglich andauern, im Maximum eine Woche, wobei die Indikationsstellung jeden Tag aufs Neue zu reevaluieren ist. Zu beachten ist auch, dass der Nabelarterienkatheter bei bestehender nekrotisierender Enterokolitis kontraindiziert ist.[2]

Zu bedenken gilt überdies, dass die Anlage eines Nabelarterienkatheters schwieriger wird, je geburtsferner die Notwendigkeit dafür besteht. Um eine Anlage nach dem ersten Lebenstag überhaupt noch zu ermöglichen, muss der Nabel ab dem ersten Lebenstag ausreichend feucht gehalten werden. Dies gelingt mittels in Kochsalzlösung getränkten Tupfern und anschließendem Einwickeln in einen Plastikbeutel. Weitere Schwierigkeiten können die voranschreitende Thrombosierung der Blutgefäße und eine dünne oder torquierte Nabelschnur darstellen – in beiden Fällen kann eine Katheteranlage schwierig beziehungsweise unmöglich sein.

1.2.2.1 Durchführung

Maßgeblich während der Katheterisierung der Nabelarterie ist wiederum ein steriles Arbeiten.[2] Zur Verwendung sollen möglichst nur Katheter mit Endloch kommen, da bei Kathetern mit seitlich lokalisiertem Löchern die Gefahr einer aortalen Thrombose höher zu sein scheint. An erster Stelle steht das Ausmessen der richtigen Katheterlänge. Hierzu eruiert man über die Herstellerangabe, bis zu welcher Markierung der Katheter vorgeschoben werden soll, zur ermittelten Länge muss jedoch noch der Nabelschnurrest addiert werden. In weiterer Folge wird das Neugeborene mittels Lochtuch abgedeckt, lediglich der Nabel bleibt frei. Anschließend wird der Nabel unter Verwendung eines geeigneten Desinfektionsmittels gereinigt. Um eine versehentliche Blutung aus den Nabelgefäßen zu verhindern, wird ein Nabelbändchen am Nabelstumpf, knapp oberhalb der Haut, angelegt. Hierauf wird der Stumpf kurz oberhalb des Bändchens mithilfe eines Skalpells oder einer scharfen Schere angefrischt. Nun ist die Vorbereitung abgeschlossen und es kann mit der Katheterisierung begonnen werden.[2,12]

Als Erstes findet ein orientierender Blick am Nabelstumpf statt, um die zwei kleinen, weißen, kreisrunden, dickwandigen und engen Arterien aufzusuchen. Sie besitzen im Vergleich zur einzelnen Vene nur ein kleines Lumen.[2,12] Mittels einer Branche der Irispinzette wird das Lumen der Arterie vorsichtig durch rotierende Bewegungen bis zu einer Tiefe von 0,5 cm erweitert. Anschließend kann der Katheter, ebenso vorsichtig, bis zur Markierung in das Lumen der Arterie vorgeschoben werden. Unterdessen sind drei Engen zu überwinden: die erste Enge befindet sich nach ein bis zwei Zentimetern auf Höhe des Nabelbändchens (Umbiegung nach caudal), die zweite nach drei bis vier Zentimetern auf Blasenhöhe (Fixierung an der äußeren Blasenwand) und die dritte Enge wird durch die

Einmündung in die Arteria iliaca interna verursacht, mit welcher nach ungefähr vier bis fünf Zentimetern zu rechnen ist. Sollte es beim Vorschieben des Katheters zu einem Gefäßspasmus der Arteria umbilicalis kommen, so kann für ein bis zwei Minuten ein vorsichtiger Druck und leicht rotierende Bewegungen ausgeübt werden. Führen diese Maßnahmen nicht zu einem erleichterten Vorschieben, so sollte der Versuch abgebrochen und die Katheterisierung der anderen Arteria umilicalis angestrebt werden. Tritt hier dasselbe Problem auf, kann als letzte Maßnahme der Katheter mit einem Lokalanästhetikum, beispielsweise Mepivacain 1%, gefüllt werden, anschließend nochmals bis zum Widerstand vorgeschoben und hier das Lokalanästhetikum injiziert werden. Nach zwei bis fünf Minuten Wartezeit kann nun vorsichtig versucht werden, mit dem Katheter die Engstelle zu passieren.[2,12] Wurde der Katheter bis zur Markierung vorgeschoben, führt man eine Aspirationsprobe von Blut durch, um die richtige Position zu überprüfen.

Die korrekte Lage ist dann erreicht, wenn der Katheter oberhalb des Zwerchfells (auf Höhe des sechsten bis neunten Brustwirbels, „hohe Zielposition“) oder knapp oberhalb der Aortenbifurkation und unterhalb der Nierenarterien (auf Höhe des dritten bis vierten Lendenwirbels, „tiefe Zielposition“) zu liegen kommt.[2,12,21] Eine sichere Distanz zu den Nierenarterien muss immer gewährleistet sein. Supradiaphragmatisch gelegene Nabelarterienkatheter bedingen eine geringere Zahl an ischämischen Komplikationen und besitzen zudem eine längere Offenheitsrate als unterhalb des Diaphragmas positionierte Katheter. Des Weiteren soll nach der Kathetereinführung eine Inspektion der Glutealregion, der unteren Extremitäten und eine Palpation der beidseitigen Pulse der Arteria femoralis zusätzlich zu einem Kontrollröntgen erfolgen, um so eine Fehlpositionierung des Katheters sicher ausschließen zu können.[12]

1.2.2.2 Komplikationen

Zu den Komplikationen bei Nabelarterienkathetern zählen unter anderem die Fehlposition, arterielle Thrombosen und eine nekrotisierende Enterokolitis. Anzeichen einer Fehlpositionierung können eine sich ausbildende Zyanose und Blässe sein, aber auch ein Fehlen des Femoralispulses. Werden solche Anzeichen ersichtlich, gilt es den Katheter etwas zurückzuziehen, bis sich die Symptome wieder bessern beziehungsweise zurückbilden.[3,12]

Darüber hinaus wurde bei extrem frühgeborenen Pavianen im Tierversuch eine Gefäßkomplikation der Aortenwand nachgewiesen.[3,22] Des Weiteren nimmt der Nabelarterienkatheter durchaus auch einen Einfluss auf den renalen Blutfluss, dies kann unter Umständen bis hin zur renovaskulären Hypertension führen.[3,12]

1.3 Zusammenfassung

Arterielle Zugänge ermöglichen im Rahmen der intensivmedizinischen Versorgung von Neugeborenen eine invasive Blutdruckmessung, die insbesondere bei sehr unreifen Frühgeborenen wesentlich sein kann, und erlauben darüber hinaus auch eine schmerzfreie Abnahme von Blutproben zur Labordiagnostik (z.B. zur Bestimmung von Blutgasen), wodurch die Anzahl von Schmerzreizen durch Venenpunktionen oder kapillare Blutentnahmen über Fersenstiche reduziert werden können. Prinzipiell stehen peripher-arterielle Zugänge oder Nabelarterienkatheter zur Verfügung. An der Klinischen Abteilung für Neonatologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz kommen bevorzugt peripher-arterielle Zugänge zum Einsatz. Die Anlage arterieller Zugänge kann insbesondere bei sehr unreifen Frühgeborenen eine technische Herausforderung darstellen. Besonders bei sehr unreifen Frühgeborenen (<28 Schwangerschaftswochen) ist die Datenlage zum Einsatz von peripher-arteriellen Zugängen spärlich.

1.4 Fragestellung und Hypothese

Der peripher-arterielle Zugang stellt im Rahmen der intensivmedizinischen Betreuung von extremen Frühgeborenen ein zentrales Element dar, um wesentliche Parameter im Zuge von Blutgasanalysen und Analysen des Säure-Basen-Haushaltes zu erfassen und den arteriellen Blutdruck kontinuierlich zu messen. Gerade deshalb ist die Liegedauer von besonderer Bedeutung, denn je länger ein funktionierender peripher-arterieller Zugang zur Verfügung steht, desto seltener müssen eine schmerzhaft Neuanlage oder kapilläre/venöse Blutabnahmen erfolgen und desto kürzer sind die Intervalle mit weniger zuverlässigen, nicht-invasiven (oszillometrischen) Blutdruckmonitoring. Im Rahmen dieser Arbeit soll als Hauptzielgröße die Liegedauer von peripher-arteriellen Zugängen bei Frühgeborenen <28 Schwangerschaftswochen und davon ausgehend weitere Nebenzielgrößen evaluiert werden.

Die Vermutung liegt nahe, dass die Liegedauer von verschiedenen Faktoren abhängig ist. So erscheint es beispielsweise plausibel, dass sowohl das Gestationsalter als auch das Geburtsgewicht bei Etablierung einen Einfluss auf die Liegedauer des peripher-arteriellen Zugangs haben könnten. Darüber hinaus wäre es denkbar, dass ein etablierter Zugang an der oberen Extremität eine andere Verweildauer haben könnte als einer an der unteren Extremität, weshalb auch die Lokalisation als Nebenzielgröße erfasst wird. Da Blutabnahmen ohne etablierten peripher-arteriellen Zugang mit wiederholten Schmerzevents einhergehen, könnte man durch die Anlage und Nutzung eines peripher-arteriellen Katheters die Zahl ebensolcher Schmerzevents möglicherweise reduzieren. Um nun zu analysieren, wie viele solcher Schmerzevents durch die Anlage eines peripher-arteriellen Katheters verhindert werden können, wird die Anzahl der Blutabnahmen aus jedem peripher-arteriellen Zugang analysiert. Ebenso sollen eventuell auftretende Komplikationen erfasst und ausgewertet werden, um mögliche negative Auswirkungen von peripher-arteriellen Kathetern zu eruieren und eine Risiko-Nutzen-Analyse zu ermöglichen. Zusammenfassend sollen Gestationsalter und Geburtsgewicht, postnatales Alter bei Etablierung, Lokalisation, Häufigkeit der Anlage eines arteriellen Zugangs, Anzahl der Blutabnahmen aus dem arteriellen Zugang, sowie mögliche Komplikationen als Nebenzielgrößen analysiert werden.

Der Neuigkeitswert der vorliegenden Arbeit besteht insbesondere darin, dass es bislang noch kaum publizierte Arbeiten gibt, welche die Liegedauer von peripher-arteriellen Zugängen bei extremen Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht analysierten und die Liegedauer in Bezug auf Lokalisation, Komplikationsraten, Gestationsalter und Geburtsgewicht evaluierten. Des Weiteren soll erstmals beschrieben werden, wie viele Gefäßpunktionen für Blutabnahmen einem Neugeborenen durch Anlage eines arteriellen Zugangs erspart werden können.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und -population

Es wurde eine retrospektive Datenanalyse zur Evaluierung von arteriellen Zugängen bei Frühgeborenen durchgeführt. Hierfür wurden die Daten von Frühgeborenen, welche zwischen der 23+0 und 27+6 Schwangerschaftswoche im Zeitraum von 2014 bis 2020 an der Klinischen Abteilung für Neonatologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz geboren wurden, herangezogen.

2.2 Datenerhebung

Die Grundlage zur Datenerhebung bildete die Datenbank der Studie „Changes in Respiratory Strategies in Extremely Low Gestational Age Newborns <28 Weeks of Gestation with Respiratory Distress Syndrome (2014-2019): Impact on Short and long-term Outcome (until Two Years of Age) – A retrospective Analysis“ an der Medizinischen Universität Graz. Hieraus wurden die demografischen Daten der Frühgeborenen für diese Diplomarbeit extrahiert. Da bezüglich dieses Projekts bereits ein positiver Ethikantrag vorlag, war für diese Diplomarbeit lediglich die Einreichung eines Amendments notwendig, um das ursprüngliche Studienprotokoll um die Datenerhebung bezüglich arterieller Zugänge sowie um den verlängerten Beobachtungszeitraum bis 2020 zu erweitern. Dieses Folgevotum wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz am 19.03.2021 positiv beurteilt.

Folgende Daten wurden aus der bestehenden Datenbank extrahiert: Geschlecht, Gestationsalter, Geburtsgewicht, Exitus letalis, Nabelarterien-pH (NapH), Apgar 5min, Apgar 10min sowie Katecholamingabe, Early Onset Sepsis und Late Onset Sepsis (LOS), die zu einem Zeitpunkt mit in-situ liegendem peripher-arteriellen Katheter diagnostiziert wurden. Weiters wurde anhand der oben erwähnten Datenbank erhoben, ob ein SFD vorlag und zusätzlich zum Exitus letalis, ob sich dieser schon am ersten Lebenstag ereignete.

Anschließend wurde für jedes Frühgeborene sowohl die Anzahl peripher-arterieller Katheter als auch die von Nabelarterienkathetern erhoben. Daten letzterer wurden in der Analyse nicht weiter analysiert. Daten zur Anzahl der arteriellen Zugänge während des stationären

Aufenthaltes, Lokalisation(en) von arteriellen Zugängen, Liegedauer des arteriellen Zugangs, Anzahl der Blutabnahmen über arterielle Zugänge (entspricht der Anzahl der dadurch verhinderten schmerzhaften Gefäßpunktionen), Zeitpunkt der erfolgreichen Etablierung eines arteriellen Zugangs (postnatales Alter), Komplikationen und der Grund der Entfernung sollten nun nachträglich für die gesamte Studienzeit zwischen 2014 und 2020 erhoben werden.

Evaluiert wurde die Liegedauer peripher-arterieller Katheter bei Frühgeborenen <28 Schwangerschaftswochen als Hauptzielgröße und darüber hinaus die Häufigkeit der Anlage eines peripher-arteriellen Katheters pro Frühgeborenem, das postnatale Alter bei Etablierung, die Lokalisation, eventuelle Komplikationen, der Grund der Entfernung und nicht zuletzt auch die Anzahl der Blutabnahmen aus dem peripher-arteriellen Katheter, welche als Nebenzielgrößen definiert wurden.

Die Daten der arteriellen Katheter wurden retrospektiv im Krankenhaus-Informationssystem openMEDOCS (Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes), Graz, Österreich) bzw. aus der elektronischen Fieberkurve Patientendatenmanagementsystem (PDMS), Centricity™ Critical Care 9.0 SP1 (General Electric Company, Boston, Massachusetts, USA) erhoben. Im Anschluss wurden die Daten in pseudonymisierter Form in eine eigens erstellte Excel-Datenbank (Microsoft, Redmond, Washington, USA) eingetragen.

2.3 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Haupt- und Nebenzielgrößen erfolgte mittels deskriptiver Datenanalyse. Für metrische Daten wurden, je nach Verteilung, Median und Interquartilsabstand (IQR) oder Mittelwert und Standardabweichung (SD) berechnet. Für nominale Daten wurden Anzahl (n) und relative Häufigkeit berechnet. Die Daten wurden sowohl für das gesamte Studienkollektiv als auch für einzelne Gestationsalter-Gruppen analysiert. Die Einteilung der Frühgeborenen erfolgte in folgende Gruppen:

- I) Schwangerschaftswoche 23+0 bis 27+6,
- II) Schwangerschaftswoche 23+0 bis 23+6,
- III) Schwangerschaftswoche 24+0 bis 24+6,
- IV) Schwangerschaftswoche 25+0 bis 25+6,

V) Schwangerschaftswoche 26+0 bis 26+6 und

VI) Schwangerschaftswoche 27+0 bis 27+6.

Es wurde eine Korrelationsanalyse zwischen der Hauptzielgröße Liegedauer und den Nebenzielgrößen Gestationsalter, Geburtsgewicht, Lokalisation und Grund der Entfernung durchgeführt. Zur Berechnung der Korrelation zwischen der Liegedauer und dem Gestationsalter bzw. Geburtsgewicht wurde die Pearson-Korrelationsanalyse angewendet. Zur Berechnung der Korrelation zwischen der Liegedauer und der Lokalisation bzw. dem Grund der Entfernung wurde die Spearman-Korrelationsanalyse angewendet. Als Auswertungs-Tool diente die Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 26 (IBM, Armonk, New York, USA).

3 Ergebnisse

3.1 Demographische Daten

Die Studienpopulation setzte sich insgesamt aus 196 Frühgeborenen mit einem medianen (IQR) Gestationsalter von 25,7 (24,6-26,6) Schwangerschaftswochen und Geburtsgewicht von 730 (614-898) g zusammen. Die Geschlechterverteilung war annähernd ausgeglichen mit 92 (47 %) weiblichen Frühgeborenen. Die demographischen Daten werden in Tabelle 1 dargestellt.

	total	23+0 - 23+6	24+0 - 24+6	25+0 - 25+6	26+0 - 26+6	27+0 - 27+6
Studienpopulation [n]	196	25	53	30	48	40
Weiblich	92 (47%)	17 (68%)	26 (49%)	12 (40%)	20 (42%)	17 (43%)
Gestationsalter [Wochen]	26,8 (24,6-26,7)	23,4 (23,3-23,7)	24,6 (24,3-24,7)	25,6 (25,3-25,9)	26,4 (26,1-26,6)	27,4 (27,3-27,6)
Geburtsgewicht* [g]	730 (612-906)	560 (495-616)	640 (578-700)	756 (715-861)	870 (723-986)	933 (788-1074)
SFD*						
ja	27 (14%)	4 (16%)	6 (11%)	3 (10%)	8 (17%)	6 (15%)
unbekannt	3 (2%)	1 (4%)	1 (2%)			1 (2%)
Exitus letalis						
ja	38 (19%)	14 (56%)	18 (34%)	2 (7%)	3 (7%)	1 (2%)
davon Exitus am 1. LT†	9 (24%)	5 (36%)	4 (22%)	0	0	0
NapH	7,29 (7,24-7,36)	7,33 (7,20-7,37)	7,3 (7,18-7,36)	7,3 (7,26-7,37)	7,29 (7,26-7,36)	7,3 (7,25-7,36)
Apgar 5	8 (7-9)	7 (5-8)	8 (6-8)	8 (8-9)	8 (7-9)	8 (7-9)
Apgar 10	9 (8-9)	8 (7-9)	8 (7-9)	9 (9-9)	9 (8-9)	9 (8-9)
Katecholamine						
ja	69 (35%)	13 (52%)	26 (49%)	9 (30%)	13 (27%)	8 (20%)
unbekannt	1 (1%)		1 (2%)			
LOS	3 (2%)	2 (8%)		1 (3%)		

Tabelle 1: Demografische Daten.

Die angeführten Parameter werden als Median (IQR) bzw. n (%) dargestellt.

* Bei drei Frühgeborenen mit Exitus letalis am ersten Lebenstag wurde kein Geburtsgewicht dokumentiert.

LT, Lebenstag; NapH, Nabelarterien-pH; Apgar 5, Apgar-Score nach 5 Minuten; Apgar 10, Apgar-Score nach 10 Minuten; SFD, Small for Date; LOS, Late-Onset Sepsis.

Aus der gesamten Studienpopulation wurde bei 155 (79,1 %) Frühgeborenen erfolgreich ein arterieller Zugang etabliert. Davon wurden sechs Frühgeborene mit einem Nabelarterienkatheter versorgt, wobei drei dieser Frühgeborenen im Verlauf ihres Aufenthaltes auch noch einen peripher-arteriellen Katheter erhielten. Schließlich wurden Daten von insgesamt 152 Frühgeborenen mit insgesamt 286 peripher-arteriellen Kathetern analysiert (Abbildung 3). Bei 69 (35 %) Frühgeborenen mit peripher-arteriellem Zugang war eine Katecholamintherapie erforderlich, die invasive Blutdruckmessung unterstützte dabei die Therapiesteuerung.

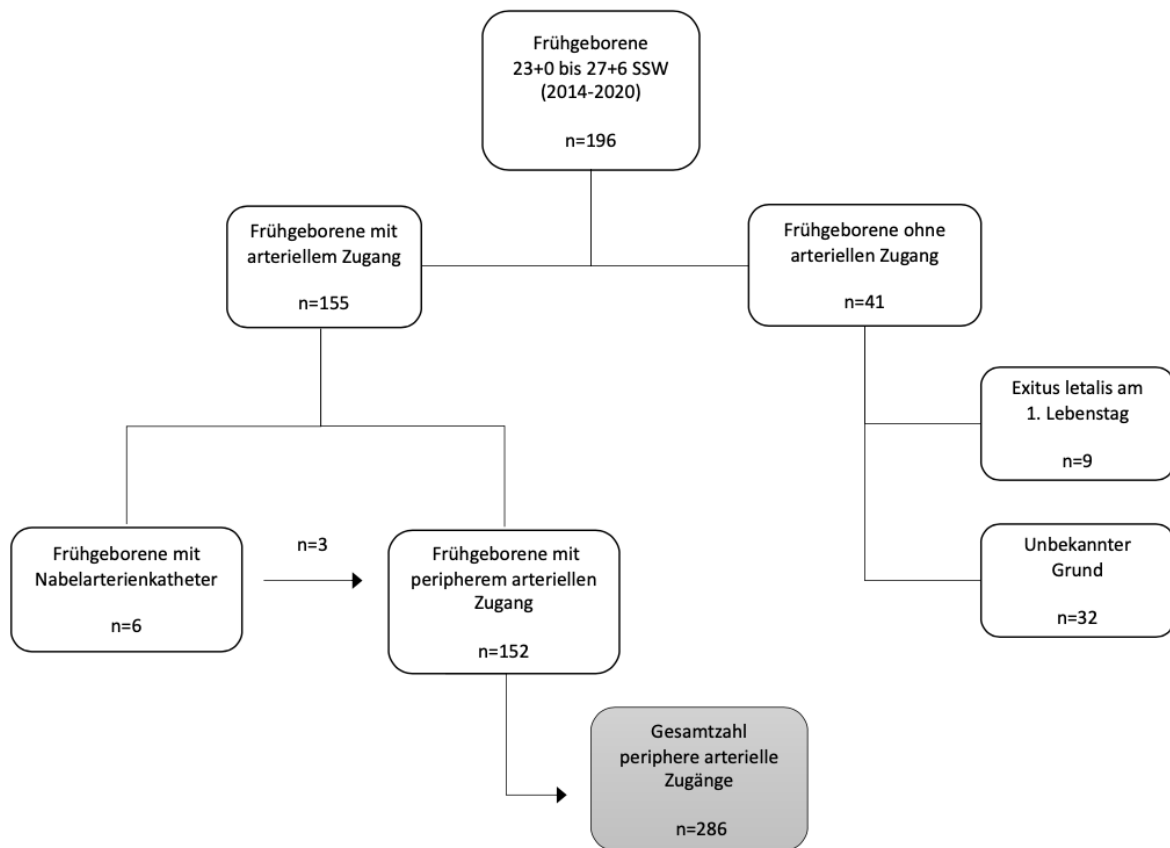


Abbildung 3: Flowchart der Studienpopulation und Anzahl an peripher-arteriellen Kathetern. SSW, Schwangerschaftswoche

3.2 Liegedauer

Im Mittel (SD) wurden pro Frühgeborenem 1,5 (1,4) peripher-arterielle Zugänge etabliert, wobei bei niedrigerem Gestationsalter während des Intensivaufenthaltes eine höhere Anzahl an solchen Kathetern benötigt wurde. Die mittlere (SD) Anzahl peripher-arterieller Zugänge bei jenen Frühgeborenen, welche zumindest einen peripher-arteriellen Zugang erhalten haben, betrug 1,9 (1,4). Die mediane (IQR) Liegedauer aller analysierter peripher-arteriellen Katheter betrug 57,5 (22,5-107,2) Stunden, wobei der erste peripher-arterielle Katheter im Median (IQR) nach 2,5 (1,4-7,4) Stunden postnatal gelegt wurde. Bemerkenswert ist außerdem, dass je niedriger das Gestationsalter war, desto früher wurde auch ein peripher-arterieller Katheter etabliert. So wurde der peripher-arterielle Katheter in der Gruppe 23+0 bis 23+6 Schwangerschaftswochen im Median nach 1,3 (1,1-9,8) Stunden gelegt, wohingegen in der Gruppe 27+0 bis 27+6 Schwangerschaftswochen der peripher-arterielle Zugang im Median erst nach 4,5 (1,9-13,8) Stunden etabliert wurde (Tabelle 2).

	total	23+0 - 23+6	24+0 - 24+6	25+0 - 25+6	26+0 - 26+6	27+0 - 27+6
Studienpopulation [n]	196	25	53	30	48	40
Frühgeborene mit peripher-arteriellen Zugängen n (%)	152 (78%)	19 (76%)	47 (89%)	26 (87%)	37 (77%)	23 (58%)
Peripher-arterielle Zugänge [n]	286	51	107	48	48	32
Anzahl peripher-arterielle Zugänge/Anzahl aller Frühgeborenen	1,5 (1,4)	2,0 (2,0)	2,0 (1,5)	1,6 (1,5)	1,0 (0,8)	0,8 (0,9)
Liegedauer [h]	57,5 (22-107)	65,0 (39-85)	42,0 (18-89)	80,5 (23-149)	84,0 (24-114)	45,0 (28-99)
Medianes Lebensalter bei Anlage des ersten arteriellen Zugangs [h]	2,5 (1,4-7,4)	1,3 (1,1-9,8)	2,0 (1,4-4,4)	2,6 (1,7-5,1)	2,5 (1,7-12,9)	4,5 (1,9-13,8)

Tabelle 2: Charakteristika der peripher-arteriellen Zugänge

Die angeführten Parameter werden als Median (IQR), Mittelwert (SD) bzw. n (%) dargestellt.

n, Anzahl; h, Stunden

3.3 Lokalisation

Von den insgesamt 286 etablierten Kathetern war die häufigste Lokalisation mit 181 (63,3 %) die Arteria radialis (Tabelle 3). An zweithäufigster Stelle stand mit 61 (21,3 %) die Arteria tibialis posterior. Die verbleibenden 35 (12,2 %) Katheter teilten sich auf die Arteria dorsalis pedis, Arteria ulnaris, Arteria brachialis und Arteria femoralis auf. Bei 9 (3,2 %) Kathetern wurde die Lokalisation nicht dokumentiert.

Lokalisation	n (%)	Liegedauer [h]
A. radialis	181 (63,3%)	54 (22-109)
A. tibialis posterior	61 (21,3%)	47 (27-113)
A. dorsalis pedis	17 (5,9%)	53 (8-95)
A. ulnaris	16 (5,6%)	24 (15-89)
Lokalisation nicht dokumentiert	9 (3,1%)	46 (23-67)
A. brachialis	1 (0,4%)	3
A. femoralis	1 (0,4%)	54
Gesamt	286 (100%)	51 (21-105)

Tabelle 3: Absolute und relative Häufigkeiten der Lokalisation peripher-arterieller Katheter und korrespondierende Liegedauer der Katheter (in Stunden).

Die angeführten Parameter werden als Median (IQR) bzw. n (%) dargestellt.

A., Arteria; h, Stunden.

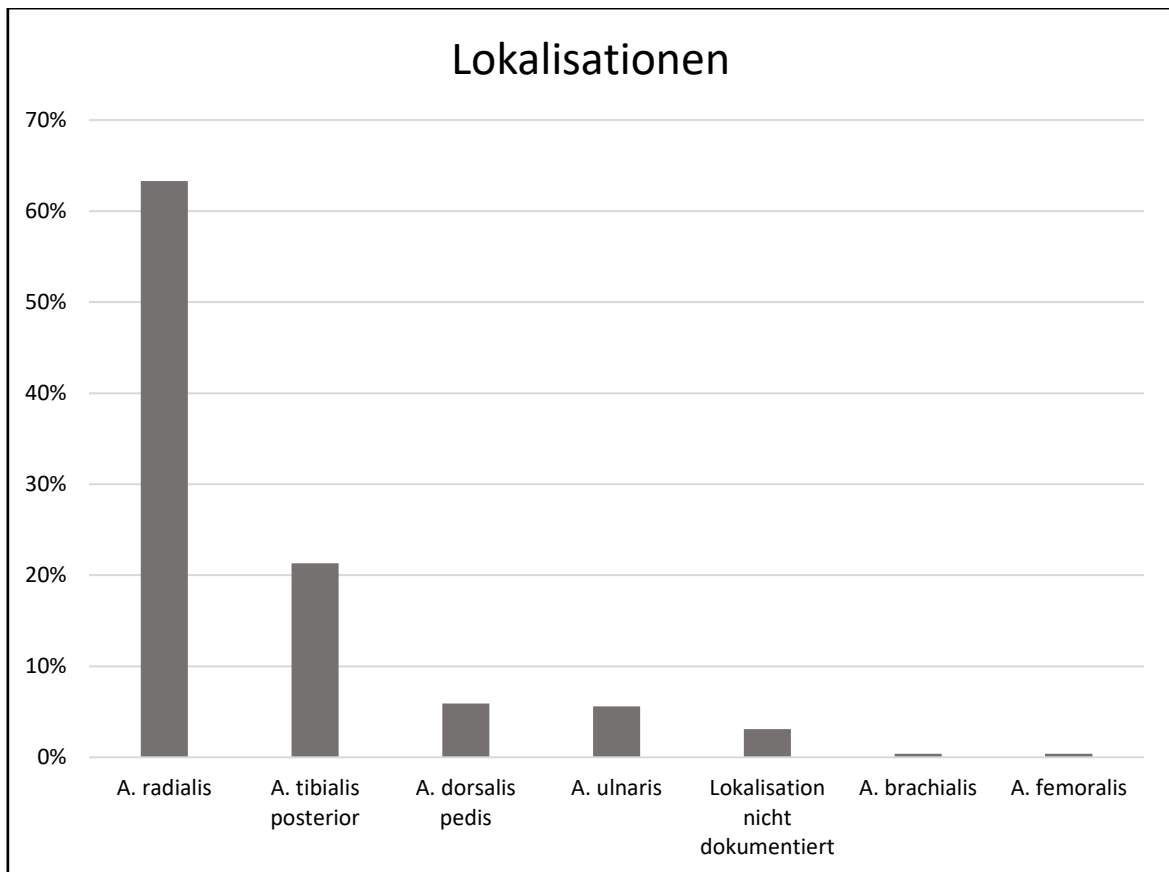


Abbildung 4: Säulendiagramm der relativen Häufigkeiten der Lokalisation peripher-arterieller Katheter. A., Arteria.

3.4 Blutabnahmen

Hinsichtlich der Blutabnahmen erfolgten im Median (IQR) 9 (5-18) Abnahmen pro peripher-arteriellem Katheter (Tabelle 4). Die Anlage eines peripher-arteriellen Katheters selbst stellt, insbesondere bei mehrfachen Punktionsversuchen, ein Schmerzevent dar. Dennoch macht das Vorhandensein eines peripher-arteriellen Katheters keine weiteren schmerzhaften Interventionen zur Blutabnahme mehr notwendig. Dies bedeutet, dass bei Frühgeborenen, bei welchen zumindest ein peripher-arterieller Katheter etabliert wurde, durchschnittlich 17 Blutabnahmen über die liegenden peripher-arteriellen Zugänge stattgefunden haben und damit bei diesen Frühgeborenen circa 15 Schmerzevents verhindert werden konnten.

3.5 Komplikationen

Während des Beobachtungszeitraums traten in 13 % der peripher-arteriellen Zugänge Komplikationen auf (Tabelle 4). Zu diesen zählten unter anderem (passagere)

Durchblutungsstörungen, Nachblutungen an der Punktionsstelle, eine lokale Entzündungsreaktion oder ein Paravasat. Zu den (passageren) Durchblutungsstörungen wurden hierbei nur jene gezählt, welche nach Entfernung des peripher-arteriellen Zugangs keine umgehende Erholung zeigten. Es konnte im weiteren Verlauf gezeigt werden, dass keine der beobachteten Komplikationen in einem persistierenden Funktionsverlust oder einer längerfristigen Beeinträchtigung resultierte.

3.6 Grund der Entfernung

Peripher-arterielle Katheter wurden aufgrund von Funktionsverlust (41 %), Durchblutungsstörung (17 %), anderen (14 %) oder nicht dokumentierten Gründen (28 %) entfernt (Tabelle 4).

Komplikationen	n (%)
Durchblutungsstörung	14 (40%)
Paravasat	6 (17%)
Lokale Inflammation	11 (31%)
Nekrose	0 (0%)
Nachblutung	4 (12%)
Grund der Entfernung	n (%)
Funktionsverlust	118 (41%)
Durchblutungsstörung	48 (17%)
Akzidentiell	4 (1%)
Paravasat	6 (2%)
Schmerzhaft	9 (3%)
Arteriitis	2 (1%)
Arterie nässend	10 (4%)
Kein Bedarf	4 (1%)
Exitus	5 (2%)
Nicht dokumentiert	80 (28%)

Tabelle 4: Dokumentierte Komplikationen und Grund der Entfernung des peripher-arteriellen Katheters. Die angeführten Parameter werden als Median (IQR) bzw. n (%) dargestellt.

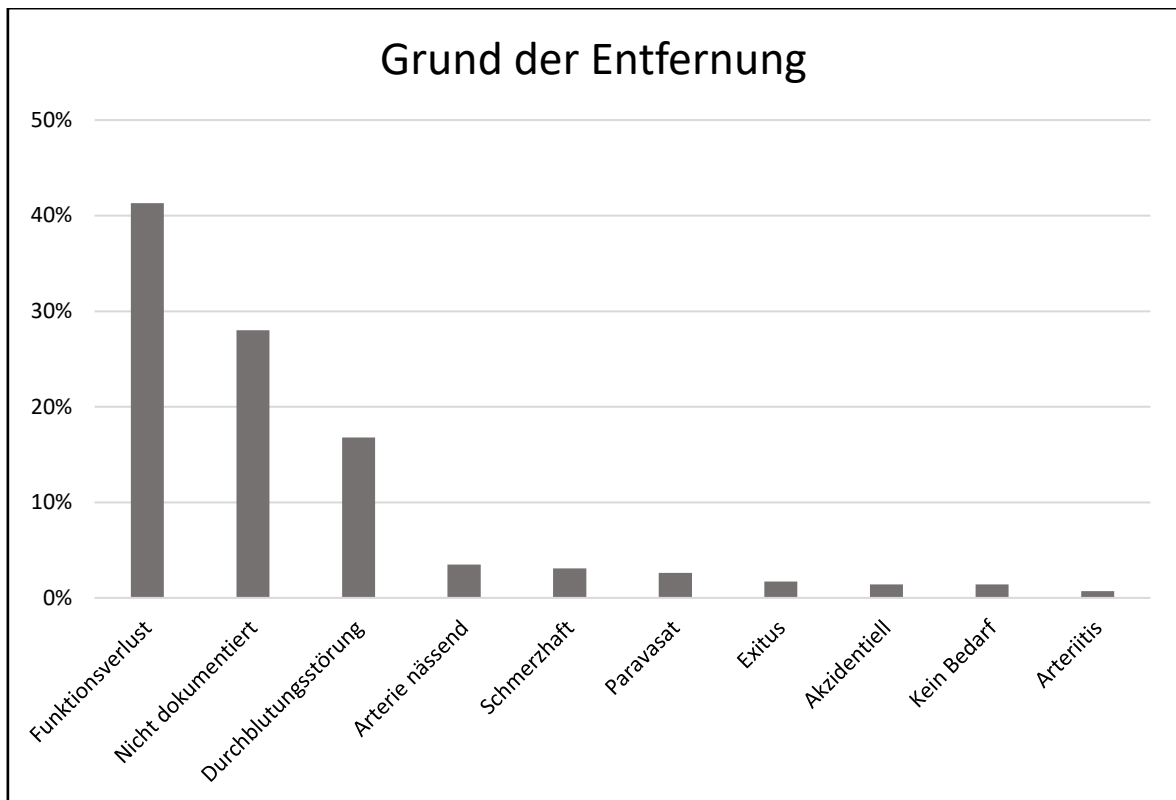


Abbildung 5: Säulendiagramm der relativen Häufigkeiten des Grunds der Entfernung des peripher-arteriellen Katheters.

3.7 Korrelationsanalyse

Zuletzt wurde noch untersucht inwiefern die Liegedauer von verschiedenen Faktoren abhängig sein könnte. Weder das Gestationsalter oder das Geburtsgewicht noch die Lokalisation oder der Grund der Entfernung korrelierte mit der Liegedauer (Tabelle 5).

Korrelationen [Liegedauer in h]	Korrelationskoeffizient	p-value
GA	0,061	0,461
GG	-0,061	0,487
Lokalisation	0,123	0,643
Grund der Entfernung	0,185	0,386

Tabelle 5: Korrelationen.

GA, Gestationsalter; GG, Geburtsgewicht; h, Stunden.

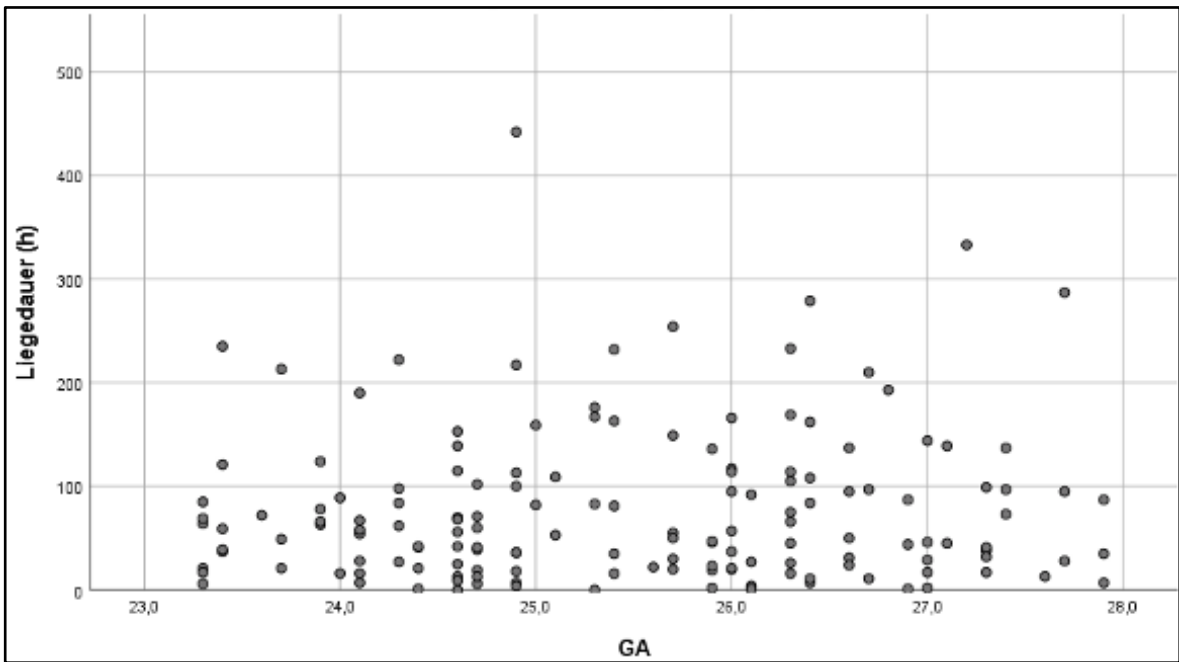


Abbildung 6: Streudiagramm der Korrelationsanalyse des Gestationsalter (in Wochen) und der Liegedauer (in Stunden).
h, Stunden; *GA*, Gestationsalter.

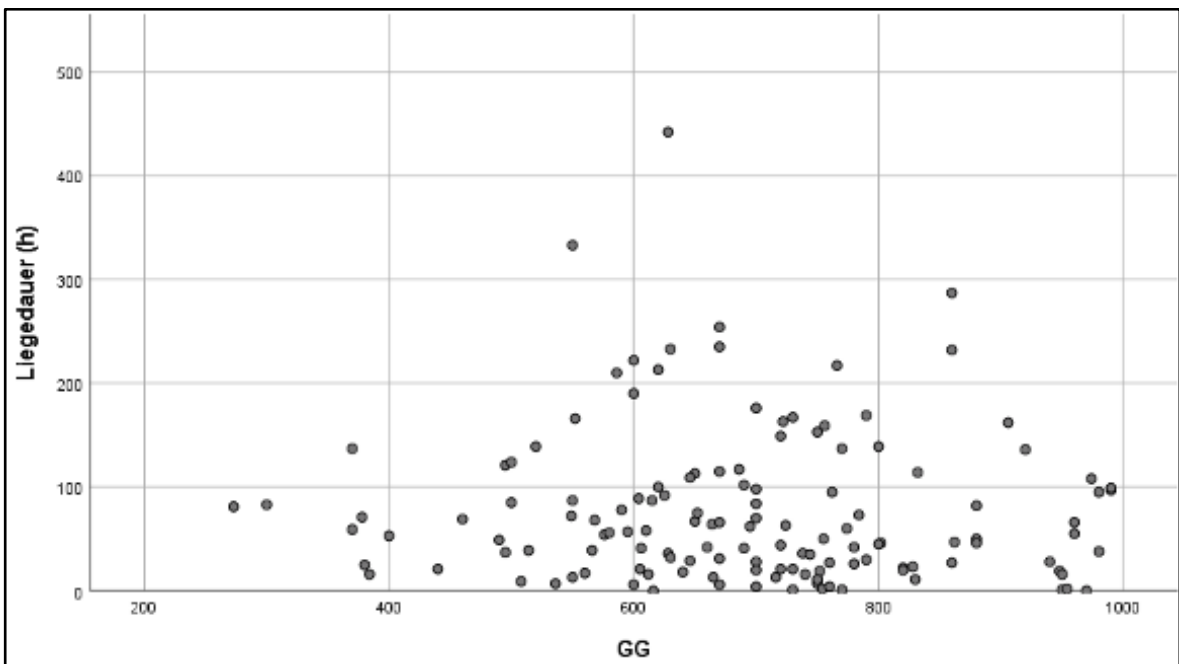


Abbildung 7: Streudiagramm der Korrelationsanalyse des Geburtsgewicht (in Gramm) und der Liegedauer (in Stunden).
h, Stunden; *GG*, Geburtsgewicht.

4 Diskussion

Im Zuge dieser Diplomarbeit konnte die Liegedauer peripher-arterieller Katheter bei extremen Frühgeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht dokumentiert und analysiert werden. Außerdem wurde gezeigt, dass die Liegedauer eines peripher-arteriellen Katheters nicht von Lokalisation, Gestationsalter, Geburtsgewicht und Grund der Entfernung beeinflusst wurde. Die Daten ergaben, dass einem Frühgeborenen durch die Anlage eines peripher-arteriellen Katheters zusätzliche schmerzhaftes Gefäßpunktionen für Blutabnahmen erspart werden können.

4.1 Liegedauer

In unserer Untersuchung ergab sich eine mediane (IQR) Liegedauer des peripher-arteriellen Katheters von 57,5 (22,5-107,2) Stunden. In vorangehenden Studien wurden mediane Liegedauern im Bereich von bis zu 96 bzw. 141 Stunden angegeben, somit reihen sich die vorliegenden Ergebnisse unter jene mediane Liegedauer der bisher publizierten Arbeiten ein.[3,7] Jedoch ist bei diesen nicht eindeutig erkennbar, ob sich die angegebene Liegedauer auf jene eines einzelnen peripher-arteriellen Zugangs oder auf die kumulative Zeit mehrerer solcher Zugänge eines Frühgeborenen bezieht. Bei erstgenannter Interpretation könnte eine mögliche Erklärung für diesen Unterschied im höheren Gestationsalter und teilweise höheren Geburtsgewicht der Populationen in diesen Studien liegen.[3,7] In einer rezent veröffentlichten Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Liegedauer sich durch Schulungsinterventionen deutlich verlängern ließ, konkret von circa 30 Stunden auf circa 100 Stunden.[37] Im Vergleich dazu verhält sich die mediane Liegedauer der Nabelarterienkatheter in derselben Studie ähnlich wie die der peripher-arteriellen Katheter.[37] Auch die durchschnittliche Liegedauer von peripher-venösen Zugängen bei Neugeborenen liegt mit circa 55 bis circa 70 Stunden in einem vergleichbaren Bereich.[38,39]

Möglicherweise könnte eine Verlängerung der Liegedauer durch eine höhere Heparin-Dosierung und eine Erhöhung der kontinuierlichen Flussrate erzielt werden. Deindl et al. verwendeten im Zuge ihrer Studie bei Neugeborenen während des Studienzeitraums eine Standardlösung zum Spülen der arteriellen Leitungen, die aus 0,9%-iger Kochsalzlösung

bestand, der 1 IE/ml Heparin und 0,1 mg/ml Lidocain zugesetzt wurde. Die Spüllösung wurde je nach Gewicht des/der Patient*in mit einer Geschwindigkeit von 0,5 ml/h bis 1,5 ml/h infundiert.[7] Andere Studienautor*innen berichteten von alternativen Spüllösungen ohne Lidocain und mit einer gewichtsunabhängigen Flussrate von 0,5 ml/h.[3] Im Rahmen der Literaturrecherche konnten keine international gültigen, validierten Standards bezüglich der Zusammensetzung der Spüllösung und der Infusionsgeschwindigkeit identifiziert werden.

Auch eine Immobilisation des Handgelenks, an welchem der peripher-arterielle Katheter etabliert wurde, könnte die Liegedauer positiv beeinflussen. Jedoch könnten solche Veränderungen der Spüllösung, Laufraten oder Fixierungstechniken wiederum mit vermehrten Komplikationen, wie lokalen Blutungen und Hämatomen, Hirnblutungen, Volumenbelastung oder Kontrakturen des Frühgeborenen, einhergehen.[27] Eine Abwägung dieser Faktoren sollte in Zusammenschau mit lokalen Erfahrungswerten die jeweilige Vorgehensweise bezüglich der Spüllösung beeinflussen.

Entgegen unserer Hypothese konnte im Zuge der durchgeführten Korrelationsanalyse zwischen der Liegedauer in Stunden und dem Gestationsalter, dem Geburtsgewicht, der Lokalisation und dem Grund der Entfernung kein Zusammenhang gefunden werden. Somit scheint die kleinere Anatomie verschiedener arterieller Gefäße bei niedrigerem Geburtsgewicht und Gestationsalter innerhalb unseres Kollektivs keinen Einfluss auf die Liegedauer zu haben. Auch verkürzt ein bestimmter Grund für die Entfernung des peripher-arteriellen Katheters dessen Liegedauer nicht nachweisbar.

4.2 Etablierung des peripher-arteriellen Zugangs

Das Lebensalter bei Anlage des ersten arteriellen Zugangs betrug im Median 2,5 (1,4-7,4) Stunden. Die erhobenen Daten zeigen, dass je geringer das Gestationsalter desto früher ein peripher-arterieller Katheter etabliert wurde.

Schindler et al. konnten in einer früheren Studie bei Neugeborenen und Kleinkindern zeigen, dass das perkutane Einführen von arteriellen Kathetern aufgrund des Durchmessers der Arterie äußerst herausfordernd sein kann. Die Erfolgsrate der Anlage eines Katheters in der Arteria radialis stieg mit zunehmendem Körpergewicht.[23] Die Verwendung der

Diaphanoskopie, Durchleuchtung des Körperteils, erhöht die Erfolgsrate der Punktion, und stellt ein schnelles, einfaches und sicheres Hilfsmittel dar.[3] Diese stellt auch an der Klinischen Abteilung für Neonatologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz die Methode der Wahl dar, um einen peripher-arteriellen Zugang zu etablieren und somit die Erfolgsrate zu erhöhen. Aber nicht nur die Arteriengröße stellt bei der Anlage eines peripher-arteriellen Katheters eine Herausforderung dar. Imamura et al. konnten zeigen, dass bei extremen Frühgeborenen auch eine Vasokonstriktion aufgrund einer Hypotension, eine Hypothermie und mehrfache Punktionsversuche an derselben Lokalisationsstelle die Etablierung eines solchen Zugangs erschweren können.[3] In Anbetracht dieser Daten lässt sich schlussfolgern, dass die zuvor genannte möglichst frühzeitige Anlage eines peripher-arteriellen Katheters insbesondere bei geringem Gestationsalter sinnvoll ist, da gerade diese Frühgeborenen zu den kritisch kränksten zählen und daher eine frühzeitige Überwachung des Blutdrucks und Analyse der arteriellen Blutgase von besonderem Interesse sind. Zusätzlich scheint es sinnvoll, alle zur Verfügung stehenden Hilfsmittel zu verwenden und die Punktion durch den erfahrensten verfügbaren Neonatologen/Neonatologin durchzuführen, um die höchstmögliche Erfolgsrate bei geringstmöglichen Punktionsversuchen zu gewährleisten.

Im Gegensatz zum peripheren-arteriellen Zugang kann die Etablierung eines Nabelarterienkatheters, nur in einem engen Zeitrahmen erfolgen. Für Frühgeborene, die bereits mehrere Tage alt sind, ist ein Nabelarterienkatheter ungeeignet.[3] Zusätzlich ergeben sich Schwierigkeiten aus der einzigartigen Anatomie und den dynamischen Prozessen, die für die Nabelarterien charakteristisch sind. Dazu gehören ein kleines Lumen (<1 mm), eine rasche Neigung zur Vasokonstriktion, ein gewundener Gefäßverlauf innerhalb der Wharton-Sulze, empfindliche Gefäßseitenwände und eine aktive "Verdauung" der Nabelschnur durch Leukozyteninfiltrate nach der Geburt.[28] Daraus ergibt sich einerseits das begrenzte Zeitfenster der Nabelarterienkatheteranlage, wohingegen peripher-arterielle Katheter diese zeitliche Restriktion nicht aufweisen. Andererseits kann nicht nur die Anlage peripher-arterieller Katheter, sondern auch jene eines Nabelarterienkatheters eine Herausforderung darstellen. Des Weiteren konnten Imamura et al. zeigen, dass die Platzierung eines peripher-arteriellen Katheters im Vergleich zu einem Nabelarterienkatheter die komplikationsärmere Wahl darstellt. Unter anderem würde ein peripherer Zugang die Nierenfunktion nicht beeinträchtigen, wohingegen gezeigt werden konnte, dass die Urinausscheidung in 24 Stunden bei liegendem Nabelarterienkatheter

geringer war als bei peripher-arteriellen Kathetern.[3] Diese Aspekte sollten in die Entscheidung zugunsten eines Zugangswegs miteinbezogen werden, wobei der peripher-arterielle Zugang anhand der aktuellen Datenlage in den meisten Fällen die geeignetere Wahl darzustellen scheint.

Aus diesem Grund wurde im Zuge der vorliegenden Arbeit besonderes Augenmerk auf die peripher-arteriellen Katheter gelegt, Nabelarterienkatheter wurden in der Datenauswertung nicht weiter berücksichtigt, obwohl sie in einzelnen ausgewählten Fällen zur Anwendung kamen.

4.3 Lokalisationen

Die Ergebnisse dieser Diplomarbeit zeigten in Übereinstimmung mit der Literatur, dass die am häufigsten gewählte Lokalisation für die Etablierung einer peripher-arteriellen Kanüle die Arteria radialis war. Die mediane Liegedauer an dieser Lokalisation numerisch die längste, auch wenn in der Korrelationsanalyse kein Einfluss der Lokalisation auf die Liegedauer gefunden werden konnte. Als zweithäufigste Lokalisation wurde an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz die Arteria tibialis posterior herangezogen. Dies weicht von vorangehenden Studien ab, welche die Arteria brachialis als bevorzugte Zweitpunktionsstelle nach der Arteria radialis beschrieben: So kamen beispielsweise Schindler et al. zu der Conclusio, dass der Zugang über die Arteria brachialis bei Neugeborenen und Kindern als zweite Wahl nach der Arteria radialis in Betracht gezogen werden kann.[23] Die Ursache für diesen Unterschied in der Vorgehensweise könnte beispielsweise in den abweichenden örtlichen Erfahrungswerten und Gewohnheiten des jeweiligen Zentrums bestehen. Darüber hinaus nimmt die Arteria brachialis als einzige größere Arterie in diesem Bereich eine wichtige Versorgungslinie ein: Bei Verletzung oder thrombotischem Verschluss könnte es zu einer schweren ischämischen Komplikation bis hin zur Amputation der entsprechenden Extremität kommen.

4.4 Interventionen und vermiedene Punktionen

Peripher-arterielle Katheter wurden zur invasiven Blutdruckmessung herangezogen, welche während der neonatalen Intensivversorgung vor allem dann essenziell sind, wenn aufgrund der Kreislaufsituation eine Katecholamingabe notwendig wird. Die Gabe von

Katecholaminen zur Kreislaufunterstützung war in unserem Kollektiv von Frühgeborenen mit einem liegenden peripher arteriellen Kathetern in 35% der Fälle notwendig. Außerdem konnten im Median neun Blutentnahmen über den jeweiligen Katheter entnommen werden, womit weitere Schmerzreize, durch die Vermeidung von kapillären oder venösen Punktionen, verhindert werden konnten. Dieses Ergebnis ist insbesondere deshalb hervorzuheben, da es die erstmalige derartige Auswertung von verhinderten Schmerzereignissen bei extremen Frühgeborenen in der Literatur darstellt. Somit gibt es bisher keine Vergleichswerte aus anderen Untersuchungen und unsere Daten können zukünftigen Arbeiten als Vergleichsparameter dienen.

Auch in früheren Studien konnte gezeigt werden, dass die Anwendung peripher-arterieller Katheter zur Routinebehandlung Hochrisiko-Neugeborener auf Neugeborenen-Intensivstationen eine gute Möglichkeit darstellt, um den Leidensdruck vor allem bei extremen Frühgeborenen zu senken, indem sie die Notwendigkeit von Venenpunktionen und Kapillarblutentnahmen aus der Ferse verringert.[3]

Duerden et al. stellten fest, dass extreme Frühgeborene eine geringere Fähigkeit zur Schmerzmodulation haben als Frühgeborene, die in einem späteren Schwangerschaftsalter geboren wurden. Die frühe Exposition gegenüber Gewebeschäden in der Neugeborenenperiode kann zu einer langfristigen strukturellen Plastizität in somatosensorischen und/oder schmerzmodulierenden Systemen führen. Frühe Hautverletzungen während der Entwicklung der nozizeptiven und somatosensorischen Systeme können einen Mechanismus darstellen, durch den Frühgeborene prädisponiert sind, komplexe chronische Schmerzzustände zu entwickeln.[25]

Duerden et al. zu Folge wurde bei sehr und extremen Frühgeborenen eine frühe Exposition gegenüber schädlichen Reizen mit verändertem Verhalten und negativen Auswirkungen auf die neurologische Entwicklung in Verbindung gebracht. So blieben invasive Eingriffe ein signifikant negativer Prädiktor für das Wachstum des Thalamus.[8]

Der Einsatz von arteriellen Zugängen bzw. zentralen Venenkathetern über einen jeweils möglichst langen Zeitraum reduziert die Notwendigkeit weiterer invasiver Eingriffe was sich wiederum positiv auf die thalamische Entwicklung und der damit einhergehenden kognitiven Funktionen auswirkt. Dadurch könnten die positiven Effekte die Risiken eines zentralen Zugangs überwiegen.[8]

Auch Brummelte et al. zeigten in ihrer Untersuchung, dass frühe interventionsbedingte Schmerzen bei sehr frühgeborenen Kindern zu einer gestörten Gehirnentwicklung beitragen können.[24]

4.5 Komplikationen und Grund der Entfernung

Die vorliegenden Daten zeigen die häufige Anwendung von peripher-arteriellen Kathetern bei extremen Frühgeborenen und lassen auf eine gute Durchführbarkeit und sichere Anwendung schließen. Beachtenswert ist, dass im Zuge dieser Studie keine schwerwiegenden bzw. persistierenden Komplikationen (Langzeitkomplikationen) in Zusammenhang mit der Anlage eines peripher-arteriellen Katheters auftraten.

Imamura et al. konnten in einer früheren Studie bei extremen Frühgeborenen zeigen, dass ernsthafte Schäden durch die Punktion selten sind, da periphere Ischämien in der Regel unmittelbar detektiert werden.[3] Schindler et al. schließen sich in einer Studie dieser Meinung an, da auch sie schwerwiegende Komplikationen wie dauerhafte ischämische Schäden bei Neugeborenen und Kindern nicht beobachten konnten, auch bei mehrmaligen Punktionsversuchen und längerer Liegedauer von durchschnittlich 5,8 Tagen. Trotz der geringen Rate an schweren Komplikationen sollten in-situ Katheter durch regelmäßige Inspektion der Einstichstelle überwacht werden. Auch die Hauttemperatur und der Puls sollten im nachgeschalteten Bereich evaluiert und bei schwachem Puls der Einsatz einer Dopplersonde erwogen werden. So können etwaige Durchblutungsprobleme frühzeitig erkannt und schwerwiegende Komplikationen abgewendet werden.[23]

Eine weitere Rolle spielen unter anderem auch das Gestationsalter und das Geburtsgewicht. So konnte in einer Untersuchung gezeigt werden, dass Komplikationen bei geringerem Gestationsalter und geringerem Geburtsgewicht häufiger auftreten. Auch scheint das Verhältnis von Kathetergröße und Durchmesser der Arterie mit dem Auftreten eines Arteriospasmus zusammenzuhängen.[14]

Deindl et al. zeigten, dass Frühgeborene mit Komplikationen im Zusammenhang mit peripher-arteriellen Kathetern in der Regel ein signifikant niedrigeres Geburtsgewicht, ein niedrigeres postmenstruelles Alter und eine höhere Rate an intrakraniellen Blutungen, Frühgeborenen-Retinopathien und nekrotisierenden Enterokolitiden aufwiesen. Außerdem wurden mehrfache arterielle Katheterisierungen vorgenommen. Sie benötigten eine längere inotrope Unterstützung und hatten einen längeren Aufenthalt auf der Neugeborenenintensivstation. Schwere Komplikationen traten in seltenen Fällen auf und führten nicht zu Beeinträchtigungen der Extremitätenfunktion.[7] Der geringe arterielle Gefäßdurchmesser von Frühgeborenen und die Notwendigkeit einer umfangreichen Intensivpflege dieser Patient*innen gehen mit einem größeren Risiko ischämischer Schäden durch arterielle Katheterisierung einher. Die Ischämie der Akren ist eine schwerwiegende

Komplikation der arteriellen Katheterisierung und äußert sich in einer blassen, kalten, pulslosen und fleckig-marmorierten Extremität. Eine schwere Ischämie kann zu einer Gewebnekrose führen, die in letzter Konsequenz eine (Teil-) Amputation der Extremitäten zur Folge haben kann.[7]

4.6 Stärken und Limitationen der Studie

Die Stärke dieser Studie ist die große Fallzahl an extremen Frühgeborenen. Die zugrunde liegende Datenbank, in welcher bereits die relevanten demographischen Daten aller zu inkludierenden Frühgeborenen im Untersuchungszeitraum erfasst waren, ermöglichte eine genaue Erfassung und rasche Evaluierung aller fehlenden Daten bezüglich der peripher-arteriellen Katheter. Hinsichtlich der Anzahl an analysierten peripher-arteriellen Kathetern ist festzuhalten, dass die Gesamtanzahl von 286 in diesem Kollektiv eine repräsentative Stichprobe darstellt.

Limitierende Faktoren dieser Diplomarbeit sind unter anderem das retrospektive Studiendesign. Eine weitere Limitation sind teilweise fehlende Daten von Lokalisation und Grund der Entfernung. Aufgrund der hohen Anzahl an analysierten peripher-arteriellen Katheter ist nicht zu erwarten, dass sich daraus eine klinisch relevante Änderung der vorliegenden Ergebnisse ergeben würde.

4.7 Conclusio

Die im Zuge dieser Diplomarbeit analysierten Daten zeigen nicht nur die häufige Anwendung peripher-arterieller Katheter bei extremen Frühgeborenen, sondern lassen auch auf eine gute Durchführbarkeit und sichere Anwendung schließen. Während der Katheterverweildauer konnte durch die Verringerung von Venenpunktionen und Kapillarblutentnahmen aus der Ferse die Anzahl an Schmerzreizen reduziert werden. Hervorzuheben ist auch, dass keine schwerwiegenden Komplikationen oder Langzeitfolgen im Zusammenhang mit der Anlage peripher-arterieller Katheter aufgetreten sind.

Literaturverzeichnis

- [1] Hübler A, Jorch G. Neonatologie: Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen. 2. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2019.
- [2] Kerbl R, Kurz R, Reiter K, Roos R, Wessel L. Checkliste: Pädiatrie. 5. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2015.
- [3] Imamura T, Momoi N, Go H, Ogasawara K, Kanai Y, Sato M, Goto A, Hosoya M. Evaluation of arterial catheter management in very preterm neonates: peripheral artery versus umbilical artery. *Fukushima J Med Sci.* 2012;58(1):1-8. doi: 10.5387/fms.58.1. PMID: 22790886.
- [4] Park SY, Kim DH, Kim JS, Kim KS, Hong YS, Hong YW. Resolution of peripheral artery catheter-induced ischemic injury in infants -Two case reports-. *Korean J Anesthesiol.* 2010 Aug;59(2):127-9. doi: 10.4097/kjae.2010.59.2.127. Epub 2010 Aug 20. PMID: 20740220; PMCID: PMC2926430.
- [5] Pearse RG. Percutaneous catheterisation of the radial artery in newborn babies using transillumination. *Arch Dis Child.* 1978 Jul;53(7):549-54. doi: 10.1136/adc.53.7.549. PMID: 686791; PMCID: PMC1544976.
- [6] Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, Pirotte T, Karakitsos D, Ledonne J, Doniger S, Scoppettuolo G, Feller-Kopman D, Schummer W, Biffi R, Desruennes E, Melniker LA, Verghese ST. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012 Jul;38(7):1105-17. doi: 10.1007/s00134-012-2597-x. Epub 2012 May 22. PMID: 22614241.
- [7] Deindl P, Waldhör T, Unterasinger L, Berger A, Keck M. Arterial catheterisation in neonates can result in severe ischaemic complications but does not impair long-term extremity function. *Acta Paediatr.* 2018 Feb;107(2):240-248. doi: 10.1111/apa.14100. Epub 2017 Oct 24. PMID: 28960442.
- [8] Duerden EG, Grunau RE, Chau V, Groenendaal F, Guo T, Chakravarty MM, Benders M, Wagenaar N, Eijssermans R, Koopman C, Synnes A, Vries L, Miller SP. Association of early skin breaks and neonatal thalamic maturation: A modifiable risk? *Neurology.* 2020 Dec 15;95(24):e3420-e3427. doi: 10.1212/WNL.0000000000010953. Epub 2020 Oct 21. PMID: 33087497; PMCID: PMC7836658.
- [9] Umaphathi KK, Mhanna MJ. Correlation between Invasive and Noninvasive Blood Pressure Measurements in Extremely Low Gestational Age Newborns. *Am J Perinatol.* 2020 Apr;37(5):548-552. doi: 10.1055/s-0039-1683981. Epub 2019 Mar 20. PMID: 30895581.
- [10] Voss W, Hobbiebrunken E, Ungermann U, Wagner M, Damm G. The Development of Extremely Premature Infants. *Dtsch Arztebl Int.* 2016 Dec 26;113(51-52):871-878. doi: 10.3238/arztebl.2016.0871. PMID: 28130919; PMCID: PMC5282475.

- [11] Cole CR, Hansen NI, Higgins RD, Ziegler TR, Stoll BJ; Eunice Kennedy Shriver NICHD Neonatal Research Network. Very low birth weight preterm infants with surgical short bowel syndrome: incidence, morbidity and mortality, and growth outcomes at 18 to 22 months. *Pediatrics*. 2008 Sep;122(3):e573-82. doi: 10.1542/peds.2007-3449. PMID: 18762491; PMCID: PMC2848527.
- [12] Oblan M, Maier RF; Neugeborenenintensivmedizin. 9.Auflage, Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2006.
- [13] Butt WW, Whyte H. Blood pressure monitoring in neonates: comparison of umbilical and peripheral artery catheter measurements. *J Pediatr*. 1984 Oct;105(4):630-2. doi: 10.1016/s0022-3476(84)80437-0. PMID: 6481542.
- [14] Mourot JM, Oliveira HM, Woodson LC, Herndon DN, Chung DH. Complications of femoral artery catheterization in pediatric burn patients. *J Burn Care Res*. 2009 May-Jun;30(3):432-6. doi: 10.1097/BCR.0b013e3181a28c6e. PMID: 19349891.
- [15] Bald M, Biberthaler P, Blattmann C, Bosse H, Engelmann G, Fitzke G, Freisinger P, Hellstern G, Hempel M et al., Hrsg. *Kurzlehrbuch Pädiatrie*. 1.Aufl., Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2012.
- [16] Gortner L, Meyer S, Hrsg. *Pädiatrie*. 5.Aufl., Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2018.
- [17] Goldenberg RL, Culhane JF, Iams JD, Romero R. Epidemiology and causes of preterm birth. *Lancet*. 2008 Jan 5;371(9606):75-84. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60074-4. PMID: 18177778; PMCID: PMC7134569.
- [18] Lupton AR, Salhab W, Bhaskar B; Neonatal Research Network. Admission temperature of low birth weight infants: predictors and associated morbidities. *Pediatrics*. 2007 Mar;119(3):e643-9. doi: 10.1542/peds.2006-0943. Epub 2007 Feb 12. PMID: 17296783.
- [19] Sharif S, Meader N, Oddie SJ, Rojas-Reyes MX, McGuire W. Probiotics to prevent necrotising enterocolitis in very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 10. Art. No.: CD005496. DOI: 10.1002/14651858.CD005496.pub5.
- [20] Silbernagl S, Lang F. *Taschenatlas Pathophysiologie*. 5., unveränderte Auflage. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag; 2018.
- [21] Dumpa V, Avulakunta ID. Umbilical Artery Catheterization. [Updated 2021 May 17]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-
- [22] McAdams RM, Winter VT, McCurnin DC, Coalson JJ. Complications of umbilical artery catheterization in a model of extreme prematurity. *J Perinatol*. 2009 Oct;29(10):685-92. doi: 10.1038/jp.2009.73. Epub 2009 Jun 25. PMID: 19554012; PMCID: PMC2905211.
- [23] Schindler E, Kowald B, Suess H, Niehaus-Borquez B, Tausch B, Brecher A. Catheterization of the radial or brachial artery in neonates and infants. *Paediatr Anaesth*. 2005 Aug;15(8):677-82. doi: 10.1111/j.1460-9592.2004.01522.x. PMID: 16029403.

- [24] Brummelte S, Grunau RE, Chau V, Poskitt KJ, Brant R, Vinall J, Gover A, Synnes AR, Miller SP. Procedural pain and brain development in premature newborns. *Ann Neurol*. 2012 Mar;71(3):385-96. doi: 10.1002/ana.22267. Epub 2012 Feb 28. PMID: 22374882; PMCID: PMC3760843.
- [25] Duerden EG, Grunau RE, Guo T, Foong J, Pearson A, Au-Young S, Lavoie R, Chakravarty MM, Chau V, Synnes A, Miller SP. Early Procedural Pain Is Associated with Regionally-Specific Alterations in Thalamic Development in Preterm Neonates. *J Neurosci*. 2018 Jan 24;38(4):878-886. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0867-17.2017. Epub 2017 Dec 18. PMID: 29255007; PMCID: PMC5783966.
- [26] Shahid S, Dutta S, Symington A, Shivananda S; McMaster University NICU. Standardizing umbilical catheter usage in preterm infants. *Pediatrics*. 2014 Jun;133(6):e1742-52. doi: 10.1542/peds.2013-1373. Epub 2014 May 19. PMID: 24843063.
- [27] Alban S. Adverse effects of heparin. *Handb Exp Pharmacol*. 2012;(207):211-63. doi: 10.1007/978-3-642-23056-1_10. PMID: 22566227.
- [28] Wallenstein MB, Shaw GM, Yang W, Stevenson DK. Failed umbilical artery catheterization and adverse outcomes in extremely low birth weight infants. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2019 Nov;32(21):3566-3570. doi: 10.1080/14767058.2018.1468430. Epub 2018 May 2. PMID: 29681181.
- [29] Knobel R, Holditch-Davis D. Thermoregulation and heat loss prevention after birth and during neonatal intensive-care unit stabilization of extremely low-birthweight infants. *Adv Neonatal Care*. 2010 Oct;10(5 Suppl):S7-14. doi: 10.1097/ANC.0b013e3181ef7de2. PMID: 20838082.
- [30] Montes Bueno T, de la Fuente Calle P, Iglesias Diz A, Bescos Calvo C, Quílez Cervera P, Madero Jarabo R, García-Alix Pérez A, Quero Jiménez J. Repercusión del aseo en la estabilidad térmica del recién nacido de extremado bajo peso durante las primeras dos semanas de vida [Effect of hygiene interventions on the thermal stability of extremely low-birth-weight newborns in the first two weeks of life]. *An Pediatr (Barc)*. 2005 Jul;63(1):5-13. Spanish. doi: 10.1157/13076761. PMID: 15989865.
- [31] Dimmitt RA, Moss RL. Meconium diseases in infants with very low birth weight. *Semin Pediatr Surg*. 2000 May;9(2):79-83. doi: 10.1016/s1055-8586(00)70020-5. PMID: 10807228.
- [32] Pelken L, Maier RF. Risikofaktoren und Prävention der Retinopathia praematurorum [Risk factors and prevention of retinopathy of prematurity]. *Ophthalmologe*. 2008 Dec;105(12):1108-13. German. doi: 10.1007/s00347-008-1788-x. PMID: 19066907.
- [33] McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Feb 12;2(2):CD004210. doi: 10.1002/14651858.CD004210.pub5. PMID: 29431872; PMCID: PMC6491068.

- [34] Sathiyamurthy S, Banerjee J, Godambe SV. Antiseptic use in the neonatal intensive care unit - a dilemma in clinical practice: An evidence based review. *World J Clin Pediatr*. 2016 May 8;5(2):159-71. doi: 10.5409/wjcp.v5.i2.159. PMID: 27170926; PMCID: PMC4857229.
- [35] Boemke W, Krebs MO, Rossaint R. Blutgasanalyse [Blood gas analysis]. *Anaesthesist*. 2004 May;53(5):471-92; quiz 493-4. German. doi: 10.1007/s00101-004-0680-6. PMID: 15222335.
- [36] Bickenbach J, Marx G. Point-of-Care-Monitoring - Blutgasanalyse [Point-of-Care-Monitoring: Blood gas analysis]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2010 Nov;45(11-12):722-30. German. doi: 10.1055/s-0030-1268876. Epub 2010 Dec 1. PMID: 21125528.
- [37] Mense L, Rose S, Bruck A, Rüdiger M, Kaufmann M, Seipolt B. Peripheral Arterial Lines in Extremely Preterm Neonates: A Potential Alternative to Umbilical Arterial Catheters. *Adv Neonatal Care*. 2021 Jul 30. doi: 10.1097/ANC.0000000000000909. Epub ahead of print. PMID: 34334679.
- [38] Upadhyay A, Verma KK, Lal P, Chawla D, Sreenivas V. Heparin for prolonging peripheral intravenous catheter use in neonates: a randomized controlled trial. *J Perinatol*. 2015 Apr;35(4):274-7. doi: 10.1038/jp.2014.203. Epub 2014 Dec 4. PMID: 25474552.
- [39] Stok D, Wieringa JW. Continuous infusion versus intermittent flushing: maintaining peripheral intravenous access in newborn infants. *J Perinatol*. 2016 Oct;36(10):870-3. doi: 10.1038/jp.2016.94. Epub 2016 Jun 16. PMID: 27309630.

Anhang

Im Anhang befinden sich folgende Dokumente in erwähnter Reihenfolge:

- Folgevotum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz
- Studienprotokoll der Studie „Changes in Respiratory Strategies in Extremely Low Gestational Age Newborns <28 Weeks of Gestation with Respiratory Distress Syndrome (2014-2019): Impact on Short and long-term Outcome (until Two Years of Age) – A retrospective Analysis“, Version 2.0
- Poster der 59. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde, 30.09.2021 - 02.10.2021



FOLGEVOTUM
gültig bis 23.12.2021

EK-Nummer: 32-135 ex 19/20
Studientitel: Changes in Respiratory Strategies in Extremely Low Gestational Age Newborns ≤28 Weeks of Gestation with Respiratory Distress Syndrome (2014 - 2021): Impact on Short and Long-term Outcome (until Two Years of Age) - A Retrospective Analysis
Prüfer: DDr. Bernhard Schwabberger
 Klin. Abteilung für Neonatologie Graz
Sponsor: Medizinische Universität Graz, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde
Ansprechpartner: Priv.-Doz.DDr. Bernhard Schwabberger, 8036 Graz, Auenbruggerplatz 34/II
CRO:
Antragsteller: Medizinische Universität Graz, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde
Ansprechpartner: Priv.-Doz.DDr. Bernhard Schwabberger, 8036 Graz, Auenbruggerplatz 34/II

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 02.12.2019 behandelt. Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben:
keine

Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

Dokumente eingegangen am 23.11.2019, begutachtet im 'expedited Review' am 02.12.2019

✓ Cover Letter Anschreiben an die Ethikkommission 1.0	14.11.2019
Antragsformular ECS	23.11.2019
✓ Originalprotokoll Studienprotokoll 1.0	23.11.2019
✓ Case Report Form eCRF 1.0	23.11.2019
✓ CV Nachweis der Qualifikation 23.11.2019	23.11.2019
✓ Sonstiges: Ansuchen auf Erlass des Bearbeitungsbeitrages für das Projekt 1.0	14.11.2019

Dokumente eingegangen am 27.11.2019, begutachtet im 'expedited Review' am 02.12.2019

✓ Antragsformular ECS Unterschriftenseiten	23.11.2019
--	------------

Dokumente eingegangen am 17.12.2019, begutachtet im 'expedited Review' am 23.12.2019

✓ Sonstiges: Stellungnahme zur Bearbeitungsmittelteilung	
✓ Letter of Authorization	17.12.2019

Dokumente eingegangen am 08.03.2021 (in der nächsten Begutachtung mitbegutachtet)

✓ Originalprotokoll 2.0	04.03.2021
✓ Sonstiges: EK-Meldeformular	05.03.2021

Dokumente eingegangen am 12.03.2021, begutachtet im 'expedited Review' am 19.03.2021

✓ Zwischenbericht	12.03.2021
-------------------	------------

Datum Erstvotum: 23.12.2019

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung

EK-Nummer: 32-135 ex 19/20 Votum (19.03.2021) Seite 1 von 2

nach AMG bzw. MPG handelt.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen
- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen
- Mutmaßliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)
- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

zusätzliche Auflagen: Die behördlich vorgeschriebenen Maßnahmen hinsichtlich der COVID-19 Pandemie müssen beachtet werden. Der Prüfer und der Sponsor müssen in ihrem jeweiligen Wirkungskreis unter allfälliger Beachtung von Leitlinien gewährleisten, dass keine zur Bekämpfung der Pandemie benötigten Ressourcen gebunden werden bzw. ausreichend Personal vorhanden ist und die TeilnehmerInnen durch ihre Studienteilnahme keiner zusätzlichen Infektionsgefahr ausgesetzt werden.

Graz, 19. März 2021

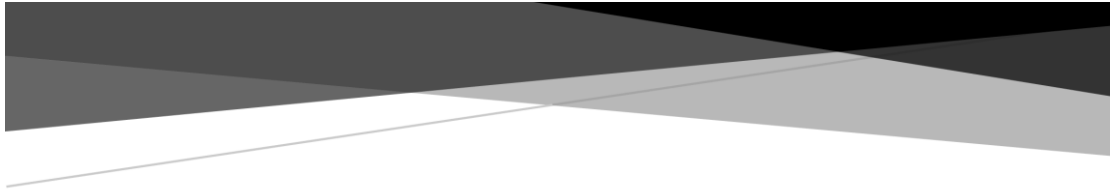


Univ.Prof.Dr. Josef Haas
Vorsitzender



Univ.Prof.Dr. Hans Dimal
Stv. Vorsitzender

Achtung: Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!



Changes in Respiratory Strategies in ELGANS¹ ≤ 28 Weeks of Gestation with RDS² (2014 – 2021): Impact on Short and Long-term Outcome (until Two Years of Age) – A Retrospective Data Analysis

Veränderungen der respiratorischen Erstversorgung extrem kleiner Frühgeborener (≤ 28. Schwangerschaftswoche) mit Atemnotsyndrom in den Jahren 2014 bis 2021 und deren Einfluss auf Kurzzeit- und Langzeitoutcome (bis zum Alter von 2 Jahren) - Eine retrospektive Datenanalyse

Aim of the study

To retrospectively evaluate the impact of changes in respiratory strategies and mode of surfactant application between 2014 and 2021 including endotracheal intubation followed by mechanical ventilation, INSURE strategy (INTubation – SURfactant administration – immediate EXTubation) and LISA (Less Invasive Surfactant Administration) on short and long-term outcome (until two years of age) in extremely low gestational age newborns (ELGANS) ≤ 28 weeks of gestation with respiratory distress syndrome (RDS) after birth

Univ. Prof. Dr. Friedrich Reiterer
friedrich.reiterer@medunigraz.at

Priv.-Doz. DDr. Bernhard Schwabberger
bernhard.schwabberger@medunigraz.at

¹ *Extremely low gestational age newborns*

² *Respiratory distress syndrome*

Veränderungen der respiratorischen Erstversorgung extrem kleiner Frühgeborener (≤ 28 . Schwangerschaftswoche) mit Atemnotsyndrom in den Jahren 2014 bis 2021 und deren Einfluss auf Kurzzeit- und Langzeitoutcome (bis zum Alter von 2 Jahren) - Eine retrospektive Datenanalyse

Bei der respiratorischen Erstversorgung extrem kleiner Frühgeborener $< 28+0$ SSW¹ mit Atemnotsyndrom und der endotrachealen Applikation von Surfactant gibt es in den letzten Jahren neue Strategien.

An der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz wurden in den Jahren 2014 – 2015 noch alle extrem kleinen Frühgeborenen $< 25+0$ SSW mit Atemnotsyndrom für die Surfactanttherapie sedoanalgesiert und intubiert, und nachfolgend meist für mehrere Tage mechanisch beatmet. Frühgeborene ab $25+0$ SSW wurden bereits damals mittels INSURE Strategie (INTubation - SURfactantapplikation - rasche EXTubation) versorgt, wenn eine rasche Extubation bei gutem Atemantrieb möglich war und keine Kontraindikationen dafür vorgelegen waren. Von 2016 – 2017 wurden alle Frühgeborenen mittels INSURE Strategie versorgt, also auch jene Frühgeborenen mit einem Gestationsalter $< 25+0$ SSW, wenn dieses Vorgehen sinnvoll erschien, und eine rasche Extubation bei gutem Atemantrieb durchgeführt werden konnte. Ab 2018 wurde für alle extrem kleinen Frühgeborenen $< 28+0$ SSW mit gutem Atemantrieb die LISA (less invasive surfactant administration) Methode angewendet, alternativ wurde auch noch die INSURE Strategie eingesetzt. Die LISA Methode wurde seit Einführung laufend optimiert, und die INSURE Methode im betreffenden Patientenkollektiv gänzlich abgelöst. Eine zumindest mehrstündige mechanische Beatmung nach Intubation und Surfactantapplikation wurde in den Jahren 2016 – 2021 nur mehr dann durchgeführt, wenn aufgrund von Begleiterkrankungen (z.B. Sepsis) oder fehlendem Atemantrieb eine rasche Extubation nicht möglich war oder nicht sinnvoll erschien. Somit wurden in Graz in den letzten Jahren die internen Richtlinien zur respiratorischen Erstversorgung gemäß dem internationalen Trend zur weniger invasiven Surfactantapplikation angepasst.

In dieser retrospektiven Analyse soll evaluiert werden, ob sich im Grazer Kollektiv die Veränderungen der Strategien zur respiratorischen Erstversorgung und Surfactantapplikation auch in einer Veränderung des Kurzzeit- und Langzeitoutcomes der Patienten niederschlagen. Es sollen in einer retrospektiven Datenanalyse alle Frühgeborenen $< 28+0$ SSW, geboren in Graz in den Jahren 2014-2021, hinsichtlich respiratorischer und neurologischer Kurzzeit- und Langzeitparameter evaluiert werden.

Bei intensiv gepflegten und respiratorisch unterstützten Frühgeborenen sind regelmäßige Laborabnahmen zur Bestimmung von Blutgasen und bei vielen auch ein invasives Blutdruck-Monitoring essenziell. Für beide Indikationen ist die Anlage eines arteriellen Zugangs vonnöten. Bei der Datenerhebung sollen deshalb auch Daten zur Liegedauer, Komplikationen,

¹ Schwangerschaftswoche

Lokalisation von arteriellen Zugängen und Anzahl der Blutabnahmen über arterielle Zugänge erhoben werden.

Inklusionskriterien:

Alle 2014 – 2021 in Graz geborenen und an der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz stationär betreuten extrem kleinen Frühgeborenen < 28+0 SSW

Exklusionskriterien:

Pränatal vereinbartes palliatives Vorgehen (*comfort care*)

Statistische Auswertung

In der retrospektiven Datenanalyse sollen die unten aufgelisteten Haupt- und Nebenzielgrößen erfasst und mittels deskriptiver Statistik erfasst werden. Hinsichtlich der Veränderungen der Strategien zur respiratorischen Erstversorgung und Surfactantapplikation werden drei Gruppen gebildet und miteinander verglichen.

- I. **2014 – 2015**
INSURE Strategie ab 25+0 SSW (bei entsprechender Indikation²)
Endotracheale Intubation + Surfactantapplikation + Mechanische Beatmung immer bei <25+0 SSW
- II. **2016 – 2017**
INSURE Strategie bei allen ELGANS³ < 28+0 SSW (bei entsprechender Indikation²)
Endotracheale Intubation + Surfactantapplikation + Mechanische Beatmung (nur bei entsprechender Indikation⁴)
- III. **2018 – 2021**
LISA (oder alternativ INSURE Strategie) bei allen ELGANS < 28+0 SSW (bei entsprechender Indikation²) bzw. endotracheale Intubation +

² **Indikationen für INSURE/LISA:** suffiziente initiale Stabilisierung unter NIV (*non-invasive ventilation*) und O₂-Applikation, guter Atemantrieb, Zeichen eines neonatalen Atemnotsyndroms und FIO₂ > SSW

³ *Extremely low gestational age newborns*

⁴ **Indikationen für Endotracheale Intubation + Surfactantapplikation + Mechanische Beatmung:** Insuffiziente initiale Stabilisierung unter NIV (*non-invasive ventilation*), insuffizienter Atemantrieb, Zeichen einer bakteriellen Infektion/Sepsis, Zunahme des Atemnotsyndroms unter NIV, oder pCO₂ 2x > 65 mmHg innerhalb von 2 Stunden

Surfactantapplikation + Mechanische Beatmung (nur bei entsprechender Indikation⁴)

IV. **2020 – 2021**

LISA mit optimierter Vorgehensweise bei allen ELGANs < 28+0 SSW (bei entsprechender Indikation²) bzw. endotracheale Intubation + Surfactantapplikation + Mechanische Beatmung (nur bei entsprechender Indikation⁴)

Hauptzielgrößen:

- Mortalität
- Bronchopulmonale Dysplasie (Grad)
- Entwicklungskontrolle 12 Monate (Befund)
- BSID-III⁵ mit 12 Monaten (Score)
- Entwicklungskontrolle 24 Monate (Befund)
- BSID-III mit 24 Monaten (Score)

Nebenzielgrößen:

- Gestationsalter (SSW)
- Gewicht (g)
- Small-for-date (<10. Perzentile) ja/nein
- Alter der Mutter (a)
- Mehrlinge ja/nein
- Lungenreife abgeschlossen
- Maternale Risiken
- Geburtsmodus Vorzeitiger Blasensprung (h)
- Amnioninfektionssyndrom ja/nein
- Verstorben (LT)
- Comfort care ja/nein
- Apgar 1/5/10
- IRDS⁶ (Grad)
- Surfactant Early Rescue ja/nein
- INSURE ja/nein
- LISA ja/nein
- Volumsgarantie bei Beatmung ja/nein

⁵ Bayley Scales of Infant Development Version III

⁶ Infant respiratory distress syndrome

- Hochfrequenzoszillation ja/nein
- Reintubation (LT)
- Reintubation innerhalb 72 Stunden ja/nein
- Intubation + Mechanische Beatmung ja/nein
- Mechanische Beatmung Ende (PMA⁷)
- Pneumothorax ja/nein
- Pulmonalinterstitielles Emphysem ja/nein
- Biphasischer CPAP⁸ (d)
- Konv. CPAP (d)
- HFNC⁹ (d)
- NIV¹⁰ (d)
- O2 Therapie (d)
- Ende NIV/O2 Therapie (PMA)
- Therapie mit Doxapram ja/nein
- Hospitalisierungsdauer (d)
- PMA bei Entlassung
- Ureaplasmenprophylaxe/-therapie ja/nein
- Steroide (Hydrokortsion/Betamethason)
- BPD¹¹ ja/nein
- Heim-O2 Therapie ja/nein
- Pulmonaler Hypertonus (ja/nein)
- Pulmonaler Hypertonus - Diagnostik (Echokardiografiebefund)
- Pulmonaler Hypertonus - Therapie (Medikamente: NO, Sildenafil etc.)
- PDA¹² ja/nein
- PDA - Chir. Ligatur ja/nein
- Vitium ja/nein
- Kardiochirurg. Intervention ja/nein
- Lungenblutung ja/nein
- Early onset Sepsis ja/nein
- Late onset Sepsis ja/nein
- Retinopathia praematurorum (Grad)
- Retinopathia praematurorum (Therapie)

⁷ Postmenstruelles Alter

⁸ *Continuous positive airway pressure*

⁹ *High Flow Nasal Cannula*

¹⁰ *Non-invasive ventilation*

¹¹ Bronchopulmonale Dysplasie

¹² *Patent ductus arteriosus botalli*

- Nekrotisierende Enterokolitis ja/nein
- Mekoniumileus ja/nein
- Stomieanlage/Abdominal-OP ja/nein
- Zerebrale Blutung (IVH¹³/PVH¹⁴ I-IV, Hydrocephalus, Shunt)
- Periventrikuläre Leukomalazie (Grad)
- Liegedauer von arteriellen Zugängen
- Komplikationen durch arterielle Zugänge
- Lokalisation von arteriellen Zugängen
- Anzahl der Blutabnahmen über den arteriellen Zugang

¹³ *Intraventricular hemorrhage*

¹⁴ *Periventricular hemorrhage*

Periphere arterielle Katheter bei extremen Frühgeborenen an einem österreichischen Tertiärzentrum

Michaela Schneider^a, Marlies Bruckner^a, Friedrich Reiterer^a, Lukas P Miledler^a, Nariae Baik-Schneditz^a, Gerhard Pichler^a, Berndt Urlesberger^a, Bernhard Schwaberg^a

^aKlinische Abteilung für Neonatologie, Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Graz, Österreich

Hintergrund

Neben Nabelarterienkathetern sind **periphere arterielle Katheter (pAK)** eine Alternative für arterielle Gefäßzugänge bei Neugeborenen.¹ Obwohl diese häufig angewendet werden, gibt es bisher kaum Daten über die Verweildauer, Lokalisationen, Grund der Entfernung, Komplikationen im Zusammenhang mit pAK und die Häufigkeit der Anwendung, insbesondere bei extremen Frühgeborenen.

Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluierung der Anzahl an Gefäßpunktionen für Blutabnahmen, welche man einem Neugeborenen durch Anlage eines peripheren arteriellen Zugangs ersparen kann. Zusätzlich wurden Korrelationen zwischen der Liegedauer und Lokalisation, Grund der Entfernung, Gestationsalter und Geburtsgewicht analysiert.

Methodik

Retrospektive Datenanalyse der elektronischen Patientendokumentation aller Frühgeborenen mit einem Gestationsalter <28 Schwangerschaftswochen, die am Univ. Klinikum Graz zwischen Jänner 2014 und Dezember 2020 geboren wurden.

Lokalisation	n(%)	Liegedauer [h]
A.brachialis	1 (0,4%)	3
A.radialis	181 (63,3%)	54 (21,5-108,5)
A.ulnaris	16 (5,6%)	24 (15-89)
A.femorals	1 (0,4%)	54
A.tibialis posterior	61 (21,3%)	47 (27-113)
A.dorsalis pedis	17 (5,9%)	53 (8-95)
Lokalisation nicht dokumentiert	9 (3,1%)	46 (23-67)
Gesamt	286 (100%)	51 (21-105)

Tab. 1: Lokalisationen und Liegedauer (Median (IQR))

Komplikationen	n(%)
Durchblutungsstörung	14 (40%)
Paravasat	6 (17,2%)
Lokale Inflammation	11 (31,4%)
Nekrose	0 (0%)
Nachblutung	4 (11,4%)
Grund der Entfernung	n(%)
Funktionsverlust	118 (41,3%)
Durchblutungsstörung	48 (16,8%)
Akzidentiell	4 (1,4%)
Paravasat	6 (2,6%)
Schmerzhaft	9 (3,1%)
Arteriitis	2 (0,7%)
Arterie nässend	10 (3,5%)
kein Bedarf	4 (1,4%)
Exitus	5 (1,7%)
nicht dokumentiert	80 (28,0%)

Tab. 2: Komplikationen, Entfernungsründe



Abb. 1: Nekrose an der Fingerspitze nach Katheterisierung der Arteria radialis

Ergebnisse

- 196 eingeschlossene Frühgeborene mit medianem (IQR) Gestationsalter von 25,7 (24,6-26,6) Wochen und einem Geburtsgewicht von 730 (614-898) Gramm
- im Median (IQR) wurden 9 (5-18) arterielle Blutproben pro pAK entnommen
- erster pAK nach medianer (IQR) Zeit von 2,5 (1,4-7,4) Std. nach Geburt mit einer Verweildauer von 57,5 (22,5-107,2) Std.
- weder Gestationsalter oder Geburtsgewicht noch Lokalisation korrelierten mit der Verweildauer des pAK

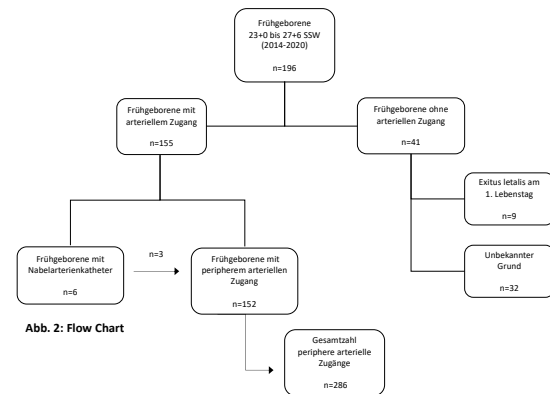


Abb. 2: Flow Chart

Schlussfolgerung

Diese an einem österreichischen Tertiärzentrum erhobenen Daten zeigen die häufige Anwendung von pAK bei extremen Frühgeborenen und lassen auf eine gute Durchführbarkeit und sichere Anwendung schließen. Während der medianen Katheterverweildauer von 57,5 Std. ermöglichte der pAK nicht nur ein kontinuierliches invasives Blutdruckmonitoring, sondern reduzierte auch die Anzahl an Schmerzreizen durch die Vermeidung von Punktionen an Ferse oder Venen. Beachtenswert ist auch, dass keine schwerwiegenden bzw. Langzeitkomplikationen in Zusammenhang mit der pAK-Anlage auftraten.

Michaela Schneider
Klinische Abteilung für Neonatologie
Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendheilkunde Graz
Auenbruggerplatz 38/1, 8036 Graz
michaela.schneider@stud.medunigraz.at

¹Imamura T, Momoi N, Go H, Ogasawara K, Kanai Y, Sato M, Goto A, Hosoya M. Evaluation of arterial catheter management in very preterm neonates: peripheral artery versus umbilical artery. Fukushima J Med Sci. 2012;58(1):1-8. doi: 10.5387/fms.58.1. PMID: 22790886.