



Diplomarbeit

**NARKOSEN FÜR DIAGNOSTISCHE HERZKATHETER AN KINDERN
UND JUGENDLICHEN**

Evaluierung unterschiedlicher Narkoseverfahren im
kindlichen/jugendlichen Herzkatheterlabor

eingereicht von

Philipp Zoidl

Geburtsdatum: 20. 10. 1986

zur Erlangung des akademischen Grades

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

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Univ. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
unter der Anleitung von

OÄ Dr.in Maria Vittinghoff

und

ao. Univ.-Prof. Dr. Andreas Sandner-Kiesling

Graz, im April 2012

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 11. April 12

Philipp Zoidl

Danksagung

Bei einem so großen Projekt wie einer Diplomarbeit ist es schwer, es in wenigen Sätzen zu schaffen, denjenigen zu danken, die mich dabei unterstützt und diese Arbeit ermöglicht haben.

Herzlichsten Dank meinen beiden BetreuerInnen Frau Dr.in Maria Vittinghoff und Herrn Ao.Univ.-Prof.Dr. Andreas Sandner-Kiesling für die Idee zu dieser Diplomarbeit, die ausgezeichnete Betreuung, die gute Zusammenarbeit, die fachliche Unterstützung, die konstruktive Kritik und für die vielen Stunden, die auch sie in die Entstehung dieser Arbeit investiert haben. Danke dafür!

Ein ganz spezieller Dank gebührt meiner Lebenspartnerin Anna – für alles was wir in den letzten sechs Jahren gemeinsam geschafft haben.

Ein besonderer Dank auch allen anderen, die die letzten sechs Jahre ermöglicht und diesen Lebensabschnitt zu dem für mich bis jetzt prägendsten gemacht haben.

Zusammenfassung

Hintergrund: Diagnostische Herzkatheteruntersuchungen (z. B. zur Darstellung der intrakardialen Verhältnisse, Drücke und Shuntvolumina) werden an den meisten Zentren bei Kindern und Jugendlichen überwiegend in Intubationsnarkose durchgeführt. Die positive Druckbeatmung beeinflusst aber die gemessenen intrakardialen Drücke und Shuntvolumina, weshalb es von Vorteil ist Herzkatheteruntersuchungen, wenn möglich, in tiefer Sedierung an spontan atmenden PatientInnen durchzuführen.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie oft in den jeweiligen Altersgruppen bei einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung eine Intubationsnarkose oder eine tiefe Sedierung durchgeführt wurde und wie oft in den einzelnen Altersgruppen ein Verfahrenswechsel von tiefer Sedierung auf Intubationsnarkose notwendig war. Außerdem soll der tatsächliche Verbrauch an Narkosemitteln in den einzelnen Altersgruppen dargestellt werden.

Methoden: Für diese retrospektive monozentrische Studie wurden die Daten von Kindern erfasst, die sich von 1. Jänner 2004 bis 31. Dezember 2011 an der Klinischen Abteilung für Pädiatrische Kardiologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung unterziehen mussten.

Ergebnisse: In Summe konnten 367 Kinder in die Studie eingeschlossen und in vier Altersgruppen unterteilt werden (0 – ≤ 3 Monate, 3 – ≤ 12 Monate, 1 – ≤ 8 Jahre sowie 8 – ≤ 18 Jahre). Insgesamt 68% der Narkosen wurden in tiefer Sedierung durchgeführt, weitere 30% in Intubationsnarkose. Bei 2% der Narkosen (n=7 Kinder) wurde ein Verfahrenswechsel durch Komplikationen notwendig. In der jüngsten Altersgruppe liegt der Anteil der Intubationsnarkose bei 92%, der Anteil der tiefen Sedierung bei 8%. Mit zunehmendem Alter verändern sich diese Zahlen in der ältesten Altersgruppe zu 8% Intubationsnarkose, 91% tiefe Sedierung sowie 1% Verfahrenswechsel. Zusätzlich wird gezeigt, dass Kinder mit der ASA-Klasse 2 und Kinder der Altersgruppe 3 – ≤ 12 Monate den höchsten Anteil am Ereignis Verfahrenswechsel haben.

Conclusio: Je jünger die PatientInnen desto häufiger kommt eine Intubationsnarkose zur Anwendung. In der Altersgruppe 3 – ≤ 12 Monate kommt unerwartet oft ein Verfahrenswechsel vor. Dieses Wissen könnte dazu beitragen, Komplikationen, die zu einem Verfahrenswechsel führen, zukünftig zu vermeiden.

Abstract

Background: Diagnostic cardiac catheterization (e. g. for evaluation of intracardial anatomy, pressures and shunt volumes) on children and young adults is predominantly performed under general anesthesia. Positive pressure ventilation has an impact on the intracardial pressures and shunt volumes measured; therefore it is advantageous to perform diagnostic cardiac catheterization with spontaneously breathing patients in deep sedation whenever possible.

This thesis investigates how often general anesthesia or a deep sedation is performed during diagnostic cardiac catheterization depending on age groups. Furthermore, this thesis tries analyses in which age groups the change from deep sedation to general anesthesia happens most often. Additionally, the actual consumption of anesthetics within the age groups will be illustrated.

Methods: For this retrospective monocentric study, the data of children were collected, who underwent a diagnostic cardiac catheterization at the Division of Pediatric Cardiology, Medical University Graz between 1 January 2004 and 31 December 2011. The children were divided into four age groups (0 – ≤ 3 months, 3 – ≤ 12 months, 1 – ≤ 8 years and 8– ≤ 18 years).

Results: In total, 367 children were included into this study, 68% of all anesthetics were performed in deep sedation, 30% in general anesthesia. In 2 % (n = 7), a change of the procedure due to complications was necessary. In the youngest age group, the percentage of general anesthesia was 92%, of deep sedation 8%. The data varied significantly between the youngest and the oldest age group. In the latter, 8% of the patients received general anesthesia and 91% deep sedation; 1% needed a change of procedure. Children of ASA-class 2 and the age group 3– ≤ 12 months had the largest risk for a change of procedure.

Conclusion: Within the younger children, general anesthesia was used more frequently than within older children. In the age group 3– ≤ 12 months a change of procedure occurs surprisingly often. This knowledge could help avoiding incidences requesting a change of procedure.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	II
ZUSAMMENFASSUNG	III
ABSTRACT	IV
INHALTSVERZEICHNIS	V
GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	VIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
TABELLENVERZEICHNIS	X
1 EINLEITUNG	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Allgemeines zur Herzkatheteruntersuchung	2
1.2.1 Geschichte	2
1.2.2 Zahlen	4
1.2.3 Komplikationen & Nebenwirkungen im Allgemeinen	5
1.2.4 Komplikationen bei Kindern	6
1.3 Warum Herzkatheter bei Kindern? – Die Vitien	7
1.3.1 Inzidenz	7
1.3.2 Einteilung	8
1.3.3 Ursachen	9
1.3.4 Die häufigsten Vitien	9
1.4 Besonderheiten beim kindlichen Herzkatheter	17
1.4.1 Warum sind Sedierungen oder Narkosen bei Kindern notwendig?	17
1.4.2 Definitionen	18
1.4.3 Vor- und Nachteile von tiefer Sedierung und Vollnarkose	20
1.4.4 Anästhesiologischer Ablauf in Graz	21
1.5 Verwendete Medikamente	25
1.5.1 Allgemeines	25
1.5.2 Midazolam	25
1.5.3 S-Ketamin	26
1.5.4 Fentanyl	27
1.5.5 Piritramid	28
1.5.6 Propofol	28
1.5.7 Rocuronium	29
1.5.8 Sevofluran	30
1.5.9 Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR)	31
1.5.10 Überblick und Vergleich	31
1.6 Die ASA-Klassifikation	32

1.7	Hypothesen	32
2	MATERIAL UND METHODEN	34
2.1	PatientInnen	34
2.2	Variablen	34
2.3	Daten	35
2.4	Definitionen	37
2.5	Fehlerquellen	38
2.6	Ethikkommission	38
2.7	Statistische Auswertung	39
3	ERGEBNISSE – RESULTATE	40
3.1	Allgemeines	40
3.2	Verteilung der Narkoseverfahren	42
3.3	Verfahrenswechsel	45
3.4	Dauer der Verfahren	47
3.5	Dauer der Eingriffe	48
3.6	Sauerstoff-Sättigungswerte	49
3.7	Verteilung der ASA-Klassifikationen	50
3.8	Die häufigsten Vitien	52
3.9	Medikamentenverbrauch in den einzelnen Altersgruppen	54
4	DISKUSSION	62
4.1	Ergebnisse	62
4.2	Vergleich mit anderen Publikationen	65
4.2.1	Ablauf	65
4.2.2	Medikamente	65
4.2.3	Narkoseverfahren	68
4.3	Limitationen und Einschränkungen	70
4.4	Conclusio	71

LITERATURVERZEICHNIS

74

ANHANG - LEBENSLAUF

I

Glossar und Abkürzungen

AHA	American Heart Association
AIST	Aortenisthmusstenose
ASA	American Society of Anaesthesiologists
ASD	Atriumseptumdefekt
bzw.	beziehungsweise
CMP	Kardiomyopathie
DORV	Double outlet right ventricle
etc.	et cetera
FRC	funktionelle Residualkapazität
HbF	fetales Hämoglobin
i. v.	intravenös
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
MAC	minimale alveoläre Konzentration
MAP	mittlerer arterieller Druck
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika
pCO ₂	Kohlendioxidpartialdruck
PDA	persistierender Ductus arteriosus
pO ₂	Sauerstoffpartialdruck
PONV	postoperative Übelkeit und Erbrechen
PST	Pulmonalstenose
st. p.	Status post
TEE	transösophageale Echokardiographie
TGA	Transposition der großen Arterien
TOF	Teralogy of Fallot (Fallot'sche Tetralogie)
VSD	Ventrikelseptumdefekt
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Röntgenbild des ersten Herzkatheters	3
Abbildung 2: Entwicklung der Überlebensrate	4
Abbildung 3: Ventrikelseptumdefekt, schechmatisch	11
Abbildung 4: Valvuläre Pulmonalstenose	14
Abbildung 5: Fallotsche Tetralogie	16
Abbildung 6: 6 Sedierungsgrade	18
Diagramm 1: Anteile der einzelnen Altersgruppen	40
Diagramm 2: Flussdiagramm zur Darstellung der Studienpopulation.....	41
Diagramm 3: Anteile der einzelnen Narkoseverfahren	42
Diagramm 4: Verteilung der Narkoseverfahren in den einzelnen Altersgruppen	43
Diagramm 5: Altersverteilung in den einzelnen Narkoseverfahren	44
Diagramm 6: Anteile der einzelnen Altersgruppen an den Narkoseverfahren	45
Diagramm 7: Gründe für einen Verfahrenswechsel lt. Narkoseprotokoll	46
Diagramm 8: Anteile der Diagnosen beim Ereignis Verfahrenswechsel.....	47
Diagramm 9: Vergleich der Dauer der verschiedenen Verfahren.....	48
Diagramm 10: Eingriffsdauer bei den einzelnen Verfahren im Vergleich	49
Diagramm 11: Minimale O ₂ -Sättigungswerte bei den einzelnen Verfahren im Vergleich	50
Diagramm 12: Anteile der ASA-Klassen an den Narkoseverfahren im Vergleich	51
Diagramm 13: Dosierung Midazolam zur Prämedikation bei Intubationsnarkosen	55
Diagramm 14: Dosierung Midazolam zur Prämedikation bei tiefer Sedierung	56
Diagramm 15: Dosierung Propofol zum Einleiten einer Intubationsnarkose	57
Diagramm 16: Dosierung S-Ketamin zur Einleitung einer Intubationsnarkose	58
Diagramm 17: Vergleich der Propofoldosis zum Einleiten der tiefen Sedierung.....	59
Diagramm 18: Dosierung Propofol zur Aufrechterhaltung der tiefen Sedierung	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über Ereignisse und deren Risiken	6
Tabelle 2: major complications mit ausgewählten Beispielen.....	7
Tabelle 3: Überblick über angeborene Herzfehler	10
Tabelle 4: Ramsay Sedation Scale.....	19
Tabelle 5: Sedation-Agitation Scale	20
Tabelle 6: Vorteile im Überblick	21
Tabelle 7: Überblick über verwendete Medikamente	31
Tabelle 8: ASA-Klassifikation im Überblick	32
Tabelle 9: Definitionen	38
Tabelle 10: Verteilung der Narkoseverfahren im Überblick	43
Tabelle 11: ASA-Klassen der einzelnen Narkoseverfahren.....	51
Tabelle 12: Überblick über die häufigsten Vitien insgesamt	53
Tabelle 13: Überblick über die häufigsten Vitien bei den tiefen Sedierungen	53
Tabelle 14: Überblick über die häufigsten Vitien bei den Intubationsnarkosen.....	54

1 Einleitung

1.1 Einleitung

“Cardiac catheterization has revolutionized the management of pediatric cardiac diseases”¹

Diagnostische Herzkatheteruntersuchungen (z.B. zur Darstellung der intrakardialen Verhältnisse, Drücke und Shuntvolumina) werden bei Kindern und Jugendlichen an den meisten Zentren überwiegend in Intubationsnarkose durchgeführt.

Die positive Druckbeatmung beeinflusst jedoch über die Erhöhung des intrapulmonalen Drucks die gemessenen intrakardialen Drücke und Shuntvolumina, weshalb es von Vorteil ist, Herzkatheteruntersuchungen, wenn möglich, in tiefer Sedierung an spontan atmenden PatientInnen durchzuführen. Auch in tiefer Sedierung ist es möglich, PatientInnen frei von Schmerz und tief schlafend zu behandeln.

Die Entscheidung, welches Verfahren – tiefe Sedierung oder Intubationsnarkose - zur Anwendung kommt muss von erfahrenen AnästhesistInnen individuell für jedes Kind getroffen werden, trotzdem können während des Eingriffes Komplikationen wie ein Sättigungsabfall oder eine Aspiration auftreten, die einen Wechsel von tiefer Sedierung auf eine Intubationsnarkose notwendig machen.

Meine Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie oft und nach welchen Entscheidungskriterien in den vier verschiedenen Altersgruppen (0 – ≤ 3 Monate, 3 – ≤ 12 Monate, 1 – ≤ 8 Jahre sowie 8– ≤ 18 Jahre) bei einer diagnostischen Herzkatheter-Untersuchung an der Klinischen Abteilung für Pädiatrische Kardiologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz eine Intubationsnarkose oder eine tiefe Sedierung durchgeführt wurde und wie oft in den einzelnen Altersgruppen ein Verfahrenswechsel (von tiefer Sedierung in Spontanatmung auf Intubationsnarkose mit Beatmung) notwendig war und welche Komplikationen die Ursache dafür waren.

Außerdem wird der tatsächliche Verbrauch an Narkosemitteln in den einzelnen Altersgruppen dargestellt.

In den folgenden Kapiteln beschäftigt sich diese Diplomarbeit mit den unbedingt notwendigen physiologischen, pathophysiologischen und pharmakologischen und allgemeinen Hintergründen: den verschiedenen häufigsten Vitien sowie den für die Eingriffe aus anästhesiologischer Sicht notwendigen Medikamenten.

1.2 Allgemeines zur Herzkatheteruntersuchung

1.2.1 Geschichte

Bereits 1711 begann Stephen Hales mit Versuchen, Katheter in das rechte und linke Herz von Pferden einzuführen.²

Im Jahr 1929 wurde die erste Herzkatheteruntersuchung an einem Menschen durchgeführt. Werner Forßmann, ein 25-jähriger Assistenzarzt an der Auguste-Victoria-Klinik in Eberswalde (Brandenburg) – heute Werner-Forßmann-Klinik - führte sich dort in einem Selbstversuch einen Gummischlauch über die linke Vena cephalica bis in das rechte Atrium vor und dokumentierte dies anschließend mit einem Röntgenbild.³

1956 wurde er dafür gemeinsam mit André Frédéric Cournand und Dickinson Woodruff Richards „für ihre Entdeckungen zur Herzkatheterisierung und zu den pathologischen Veränderungen im Kreislaufsystem“⁴ mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet.

Herzkatheteruntersuchungen an Kindern werden seit Mitte der 1940er Jahre durchgeführt, so werden z.B. in einem Artikel von Johnson et al. 1947 bereits diagnostische Herzkatheter an 17 Kindern beschrieben.⁵ Die erste interventionelle Herzkatheteruntersuchung an einem Kind wurde 1968 durchgeführt.⁶

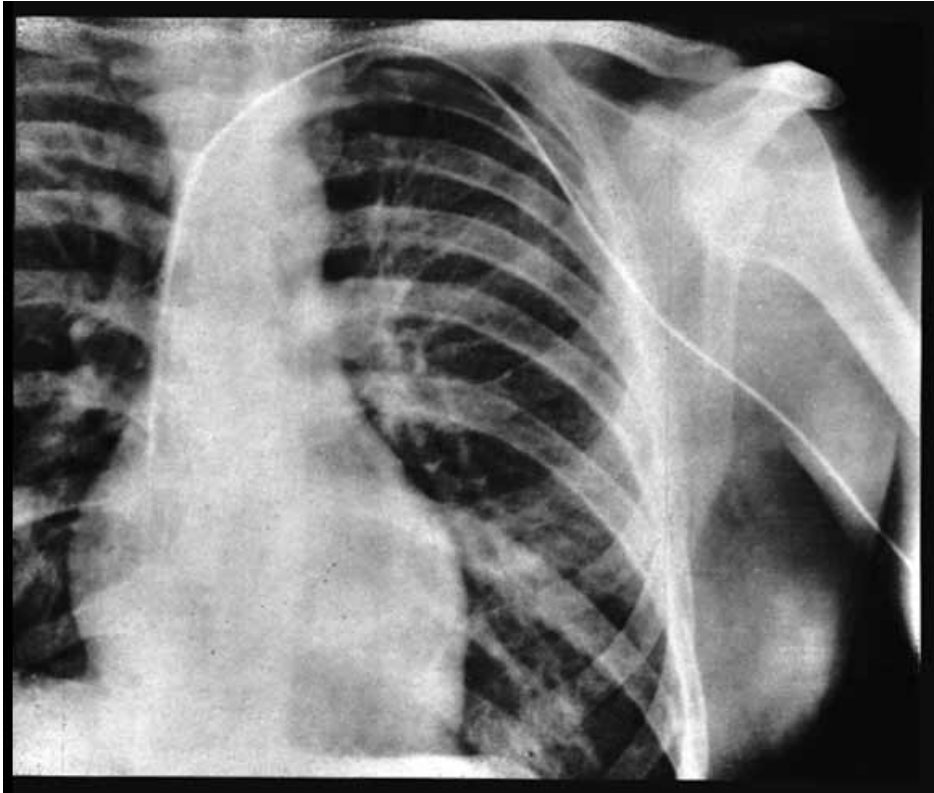


Abbildung 1: Röntgenbild des ersten Herzkatheters⁷

Ohne Behandlung würden 25% der Kinder mit einem kongenitalen Herzvitium im frühen Säuglingsalter versterben, weitere 60% im 1. Lebensjahr.⁸ Die Entwicklungen in der Behandlung von kongenitalen Vitien in den letzten Jahrzehnten ist laut einem Artikel in „The Lancet“ eine „der großen Erfolgsgeschichten der modernen Medizin.“⁹

Abbildung 2 zeigt den Erfolg in der Entwicklung der Überlebensrate von Kindern mit angeborenem Herzfehler.

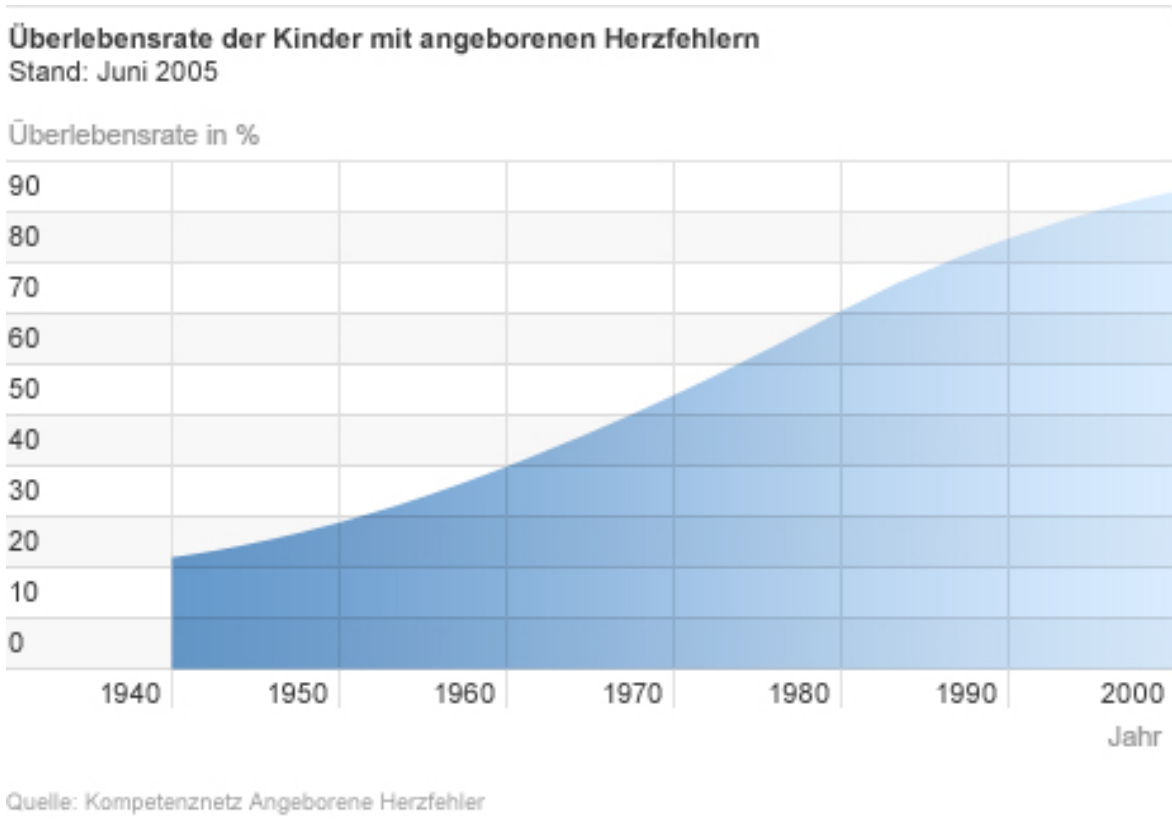


Abbildung 2: Entwicklung der Überlebensrate¹⁰

1.2.2 Zahlen

Heute zählen sowohl diagnostische Herzkatheter, also Herzkatheteruntersuchungen, bei denen Hämodynamik, Drücke, Volumina und elektrische Erregungen dargestellt, als auch interventionelle Herzkatheter, bei denen Behandlungen wie Ballondilatationen (PTCA) oder Stentimplantationen durchgeführt werden, zu häufig angewandten minimalinvasiven Eingriffen.

So wurden im Jahr 2009 an 38 Katheterzentren in Österreich auf 51 Tischen 52149 diagnostische Herzkatheteruntersuchungen an Erwachsenen durchgeführt. Mit rund 2400 PCIs pro einer Million EinwohnerInnen wurden in Österreich annähernd so viele perkutane Interventionen pro einer Million EinwohnerInnen durchgeführt wie in der Schweiz.¹¹

Genauere Zahlen für Herzkatheterereingriffe an den vier kinder-kardiologischen Zentren in Österreich - Graz, Wien, Innsbruck und Linz - existieren derzeit noch nicht, da sich das Kinderkardiologieregister der Gesundheit Österreich GmbH (ÖBIG) derzeit erst im Aufbau befindet.¹² An der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde in Graz wurden im Jahr 2009 85 diagnostische sowie 48 interventionelle Herzkatheteruntersuchungen an Kindern durchgeführt (gesamt: 133; 2010: 130; 2011: 114). Am Kinderherzzentrum Linz wurden 2009 128 diagnostische Herzkatheter sowie 190 interventionelle Herzkatheteruntersuchungen durchgeführt.¹³

Für die zwei weiteren Kinderherzkatheterzentren in Österreich, Wien und Innsbruck, waren leider keine Zahlen eruierbar.

1.2.3 Komplikationen & Nebenwirkungen im Allgemeinen

Herzkatheteruntersuchungen sind ein komplikationsarmes Verfahren. Unterschieden werden muss zwischen Nebenwirkung bzw. leichten Komplikationen und schweren Nebenwirkungen, so genannten „major adverse cardiac and cerebrovascular events“ (MACCE) wie Tod, Schlaganfall oder Myokardinfarkt. Problematisch ist hier außerdem oft eine fehlende Trennung des Auftretens von Komplikationen bei elektiven und Notfalls- sowie zwischen diagnostischen und interventionellen Eingriffen.

Generell kann gesagt werden, dass das Risiko mit zunehmenden Alter und Komorbiditäten wie Herz- und Niereninsuffizienz, Myokardinfarkten oder Schock steigt. In unselektionierten Registern liegt die Häufigkeit für MACCE bei Erwachsenen bei 0,3 bis 0,63 %; zum Beispiel für das Ereignis Tod bei 0,05 bis 0,1% und für einen Myokardinfarkt bei 0,05 bis 0,06%.¹⁴

Laut einer Untersuchung der American Heart Association aus dem Jahr 1999 bei 59792 Herzkatheteruntersuchungen an Erwachsenen beträgt die Mortalität 0,11%, das Risiko für einen Myokardinfarkt 0,05% und das Risiko für ein zerebrovaskuläres Event 0,07% - also ähnlich hoch wie in den 2008 erschienen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie.^{15,14}

Ereignis	Risiko
MACCE allgemein	0,3-0,63%
Tod	0,05-0,11%
Myokardinfarkt	0,05-0,06%
zerebrovaskuläres Event	0,07%

Table 1: Überblick über Ereignisse und deren Risiken

1.2.4 Komplikationen bei Kindern

Hier muss vor allem zwischen anästhesie- und interventionsbedingten Komplikationen unterschieden werden. Egal welcher Herkunft eine Komplikation ist, der oder die betreuende AnästhesistIn ist hauptverantwortlich für die ehestmögliche Erkennung und eine adäquate Therapie.¹⁶

In einer englischen Studie von 2005 wurden 4454 Herzkatheter an Kindern ausgewertet wobei bei insgesamt 9,3% Komplikationen auftraten. Hier wird allerdings unterteilt in incident, minor und major events. Incidents sind Vorfälle, die keinen Einfluss auf die PatientInnen hatten und kein oder nur minimales Eingreifen seitens der AnästhesistInnen bedurften wie z.B. kurzzeitige Arrhythmien. Minor events sind vorübergehende Probleme, die keinerlei Einfluss auf die Gesundheit der PatientInnen hatten wie z. B. ein vorübergehender Sättigungsabfall, Arrhythmien, Hypotension oder ein Pneumothorax. Major events sind potentiell lebensbedrohlich Ereignisse, die ein sofortiges Eingreifen der AnästhesistInnen benötigten.

Von diesen 9,3% Komplikationen konnten nur 61% in die Studie eingeschlossen werden (Ausschlusskriterien waren PatientInnen > 18 Jahre, unzureichende und unvollständige Daten bzw. nicht auffindbare Daten), von den 253 eingeschlossenen PatientInnen wurde bei 90 ein incident gemeldet, bei 72 minor und bei 91 major complications.¹

Ereignis	Anzahl
major complications insgesamt	91
davon:	
Kardiovaskuläre Probleme	61
z.B. Herzstillstand 22mal	
z.B. Inotropika benötigt 14 mal	
z.B. Arrhythmie mit Kardioversion 9 mal	
Respiratorische Probleme	21
z.B. Laryngospasmus 10 mal	
z.B. adäquate Eigen-Respiration nicht möglich 4 mal	
Tod	4
Ausrüstungsfehler	2
andere Fehler	3
z.B. Medikamentenüberdosierung 1 mal	

Table 2: „major complications“ mit ausgewählten Beispielen.¹

1.3 Warum Herzkatheter bei Kindern? – Die Vitien

1.3.1 Inzidenz

Kongenitale Vitien kommen mit einer Inzidenz von ungefähr 8 bei 1000 Lebendgeburten vor, sie stellen somit die häufigsten kongenitalen Malformationen dar.^{17,18} In einigen Studien wurden auch asymptomatische Kinder über einen gewissen Zeitraum gescreent (z.B. mit Herzecho). So konnten auch sehr kleine Herzfehler gefunden werden. In diesen Studien kann über Prävalenzen von bis zu 53,2/ 1000 Lebendgeborenen berichtet werden. Vor allem kleine Ventrikelseptumdefekte bleiben häufig asymptomatisch und verschließen sich später (innerhalb der ersten 6 bis 10 Monate).^{19,20}

In der aktuellen ICD Ausgabe, der internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems), werden 62 verschiedene Vitien in Kapitel Q (Angeborene Fehlbildungen des Kreislaufsystems) genannt, in der „International Nomenclature for congenital heart surgery“ 150.^{21 22}

Jedoch machen die acht häufigsten Vitien ca. 74% aller Herzfehler aus.²³

1.3.2 Einteilung

Noch bis vor ca. 100 Jahren war das Wissen über kongenitale Vitien absolut ungenügend. Maude Abbott (1869 – 1940) war eine der ersten kanadischen Medizinstudentinnen. Da Frauen in dieser Zeit eine klinische Ausbildung nicht erlaubt war, wurde sie Kuratorin der Sammlung pathologischer Präparate an der McGill-Universität und beschäftigte sich in Folge intensiv mit Anomalien und Malformationen des Herzens. 1915 erschien das von ihr verfasste Buch „Atlas of Congenital Cardiac Disease“ (New York, NY: American Heart Association), in dem zum ersten Mal eine umfassende Sammlung der kongenitalen Vitien veröffentlicht und eine Klassifikation und Einteilung geschaffen wurde.¹⁸

Aufgrund der bis 1998 international stark divergierenden Einteilung und der somit erschwerten Zusammenarbeit wurde im September dieses Jahres unter anderem von der AHA (American Heart Association), der STS (Society of Thoracic Surgeons) und der EACTS (European Association for Cardio-Thoracic Surgery) eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die in acht Konferenzen bis Ende 1999 eine bis heute gültige „International nomenclature for congenital heart surgery“ erarbeitete.²²

Diese Nomenklatur unterteilt 150 verschiedene Diagnosen in Gruppen wie „Septum Defekte“ oder „Defekte des linken Herzens“ ein (darunter sind aber unter anderem auch Rhythmusstörungen oder Mediastinalmalformationen).²²

1.3.3 Ursachen

Das Herz entwickelt sich bis zum 60. Schwangerschaftstag. Da die Schwangerschaft bis zu diesem Zeitpunkt oft noch nicht bekannt ist, besteht eine große Gefahr der Schädigung durch Noxen wie Alkohol oder Medikamente (z.B. Lithium). Auch Infektionen (Röteln) oder andere Krankheiten (Diabetes mellitus) können zu einer Entstehung von Vitien führen. Genommutationen wie z.B. Trisomie 21 und Punktmutationen wie z.B. dem Marfan-Syndrom stehen ebenfalls in Zusammenhang mit der Entstehung von kongenitalen Vitien.²³

1.3.4 Die häufigsten Vitien

1.3.4.1 Überblick

Einen guten Überblick über die häufigsten angeborenen Herzfehler bietet folgende Tabelle (*Tabelle 3*) des deutschen „Kompetenznetz angeborene Herzfehler“.²⁴

Die Angaben in der Literatur über die Häufigkeit schwanken jedoch teilweise beträchtlich. Nachfolgend werden einige der häufigsten Vitien vorgestellt.

Vitium	Häufigkeit
Ventrikelseptumdefekt	31%
Atriumseptumdefekt	7%
Persistierender Ductus arteriosus	7%
Pulmonalstenose	7%
Aortenisthmusstenose	5 – 8%
Aortenklappenstenose	3 – 6%
Fallotsche Tetralogie	5,5%
Atrioventrikulärer-Septumdefekt	4,8%
Hypoplastisches Linksherzsyndrom	3,8%

Pulmonalatresie mit VSD	2,5 – 3,4%
Pulmonalatresie ohne VSD	2,4%
Trikuspidalatresie	1 – 2%
Double inlet left ventricle	1,5%
Double outlet right ventricle	1,2%
angeboren-korrigierte TGA	1%
Truncus arteriosus communis	0,5 – 1%
hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie	0,4%
Williams-Beuren-Syndrom (Supravalvuläre Aortenstenose)	0,4%

Tabelle 3: Überblick über angeborene Herzfehler

1.3.4.2 Ventrikelseptumdefekt

Der Ventrikelseptumdefekt (VSD) ist der häufigste angeborene Herzfehler. Er stellt ca. 31% der kongenitalen Vitien dar.

Er entsteht durch einen Defekt in der Scheidewand zwischen den beiden Ventrikeln, durch den ein links-rechts-Shunt entsteht, bei dem Blut vom linken Ventrikel, in dem ein ca. 5-fach höherer Druck als im rechten Ventrikel herrscht, nach rechts fließt und führt zu einer Druck- und Volumenbelastung der Lungenstrombahn.^{23,25}

Der links-rechts-Shunt führt zu einer erhöhten Lungendurchblutung und kann zu einer erniedrigten Compliance der Lunge bis hin zum Lungenödem führen. Das linke Atrium und der linke Ventrikel können aufgrund der Volumenüberlastung hypertrophieren. Durch Umbauvorgänge in der Lunge kann sich ein pulmonaler Hypertonus fixieren und schließlich zu einer Eisenmenger-Reaktion mit Shuntumkehr führen.²⁶

VSDs können sich spontan verschließen oder auch asymptomatisch bleiben.^{27,28}

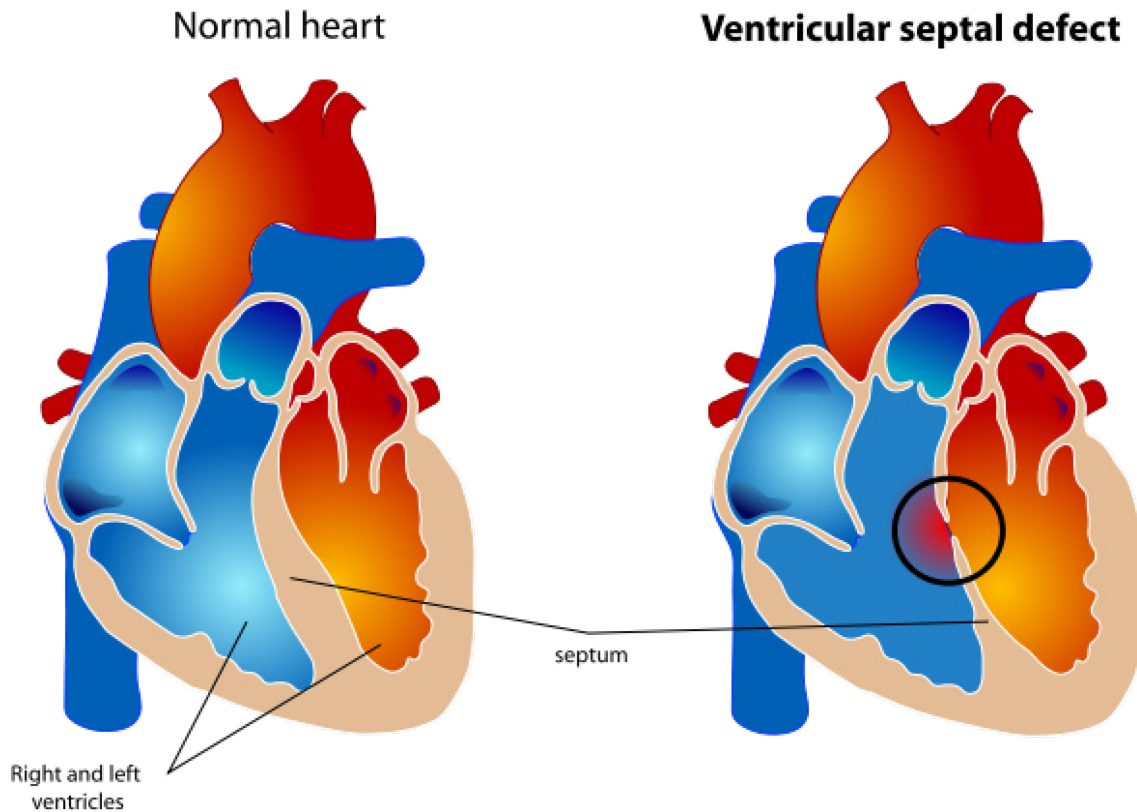


Abbildung 3: Ventrikelseptumdefekt, schematisch²⁹

1.3.4.3 Atriumseptumdefekt

Das zweithäufigste Vitium mit einem Anteil von ca. 7% ist der Vorhofseptumdefekt (ASD). Dabei wird nach der embryologischen Entstehung zwischen einem persistierenden Foramen ovale (PFO), einem Defekt vom Ostium-Primum-Typ (ASD I), einem Sekundum-Defekt (ASD II) und einem Sinus-venosus-Typ unterschieden.³⁰

Ein PFO kann zu einer paradoxen Embolie und durch Übertritt eines Thrombus vom rechten in den linken Vorhof zu einem Schlaganfall führen. Ein PFO kann heute bei entsprechender Indikation mithilfe eines Schirms Katheter-interventionell verschlossen werden.³¹ Außerdem haben mehrere Studien ab 1996 gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen einem PFO und einer Migräne mit Aura bestehen könnte. So findet sich bei ca. 50% der PatientInnen, die an einer Migräne mit Aura leiden auch ein PFO.³² Es gibt

Hinweise, dass ein Verschluss eines PFOs die Frequenz von Migräneattacken signifikant senken kann.³³

Ein ASD I oder II kann zu einem pulmonalen Hypertonus führen, ein ASD I ist außerdem oft mit einer Fehlfunktion der Mitralklappe assoziiert. Der ASD II ist der häufigste ASD.

Beim Sinus-venosus-Defekt kommt es zu einer Fehlmündung einer oder mehrerer Lungenvenen in das rechte Atrium.³⁴

1.3.4.4 Persistierender Ductus arteriosus Botalli

7% aller kongenitalen Vitien sind persistierende Ductus arteriosus Botalli (PDA).²³

Im fetalen Kreislauf stellt der PDA eine Verbindung vom Truncus pulmonalis direkt zur Aorta dar, die ohnehin nicht belüftete Lunge wird daher umgangen. In den ersten Tagen nach der Geburt wird der Ductus zuerst funktionell verschlossen und obliteriert anschließend auf Grund des steigenden Sauerstoffpartialdrucks im Blut (pO_2), der wiederum zu einer Blockierung der Kalium-Kanäle und dadurch zu einem Calcium-Einstrom in die Zellen der glatten Muskulatur des Ductus führt. Auch die Konzentration von Prostaglandinen (v.a. PGE_2 und PGI_2), die den Ductus im Fetus offen halten, sinkt durch die verbesserte Elimination in der ventilierten Lunge. Bei Frühgeborenen besteht ein erhöhtes Risiko für ein Persistieren des Ductus; auch genetische Faktoren spielen wahrscheinlich eine Rolle.²⁶

Ein PDA führt zu einem links-rechts-Shunt, die hämodynamischen Auswirkungen hängen von der Länge, dem engsten Durchmesser, der Elastizität und der Konfiguration des Ductus ab. Der links-rechts-Shunt führt zu einer erhöhten Lungendurchblutung und kann zu einer erniedrigten Compliance der Lunge bis hin zum Lungenödem führen. Das linke Atrium und der linke Ventrikel können aufgrund der Volumenüberlastung hypertrophieren. Durch Umbauvorgänge in der Lunge kann sich ein pulmonaler Hypertonus fixieren und schließlich zu einer Eisenmenger-Reaktion mit Shuntumkehr führen.²⁶

Verschlossen werden kann der PDA entweder direkt nach der Geburt medikamentös mittels eines Prostaglandinsynthesehemmers wie Ibuprofen, Katheter-interventionell

mittels eines Schirmchens oder Coils oder, bei Versagen der ersten beiden Möglichkeiten, chirurgisch.

Der Herzkatheter ist Methode der Wahl mit einer Verschlussrate von ca. 90%.^{35,36}

1.3.4.5 Pulmonalstenose

Ca. 7% aller kongenitalen Vitien sind eine Pulmonalstenose. Bei ihr wird je nach Lokalisation zwischen valvulären (am häufigsten), infundibulären, supra-valvulären und peripheren Pulmonalstenosen unterschieden.

Je nach Schwere der Stenose können Zyanose bei Anstrengung, Tachypnoe, Rechtsherzinsuffizienz bis zu einer Einschränkung der körperlichen Entwicklung die Folge sein.³⁷

Therapie ist heute je nach Lokalisation entweder eine Katheter-interventionelle Ballondilatation (valvuläre Stenosen), eine Stentimplantation (bei periphereren Stenosen) oder eine Operation.³⁸

Nach Erfahrungsberichten von KinderkardiologInnen in Graz werden primäre, also angeborene, Pulmonalstenosen in bis zu 95% der Fälle Katheter-interventionell dilatiert, sekundäre Pulmonalstenosen können in den meisten Fällen nur durch eine Operation korrigiert werden.

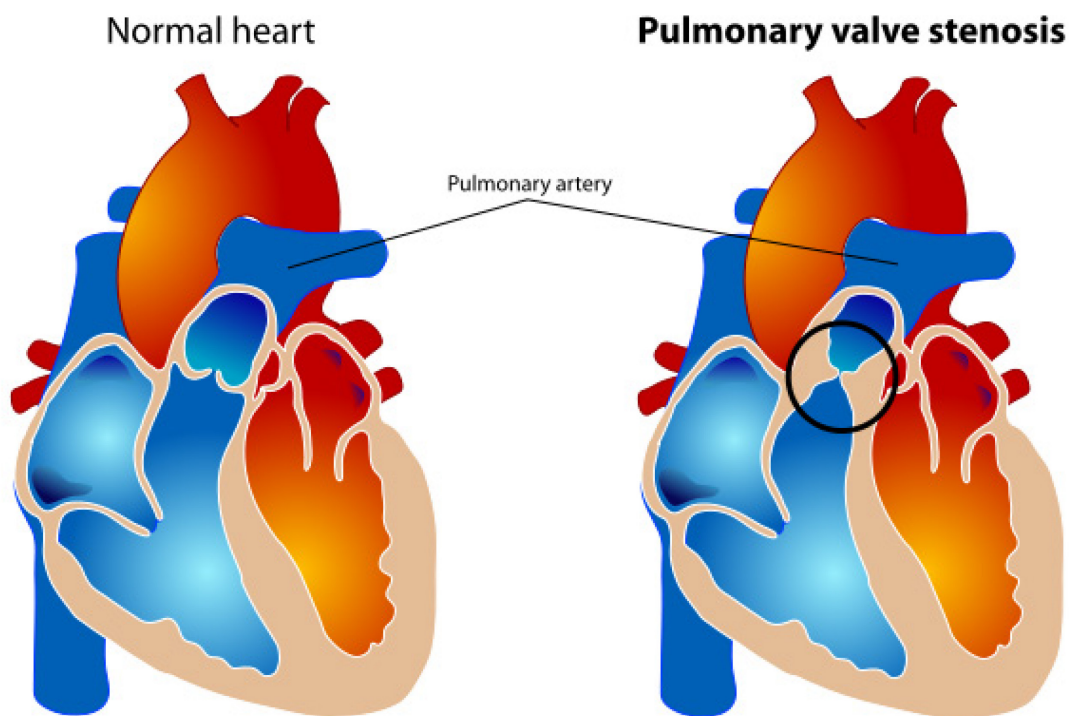


Abbildung 4: Valvuläre Pulmonalstenose³⁹

1.3.4.6 Aortenisthmusstenose

Die Aortenisthmusstenose hat einen Anteil von 5 - 8% an den kongenitalen Herzvitien.

Bei diesem Herzfehler ist die Aorta im Bereich des Aortenbogens eingengt. Ursache ist Gewebe des Ductus arteriosus, das sich nach der Geburt stark zusammenzieht. Die Lokalisation kann sich prä- oder postduktal in Bezug auf den Ductus arteriosus befinden. Die Symptome reichen bei der präduktalen Form von Linkserzinsuffizienz über Dyspnoe bis zu Niereninsuffizienz, bei der postduktalen Form können sich Kollateralen bilden, sodass die Symptome verringert sind. Auffallend ist hier eine Differenz im Blutdruck zwischen oberer und unterer Extremität.

Therapie ist entweder eine chirurgische Korrektur oder eine Ballondilatation mittels Katheter, die jedoch aufgrund einer häufig folgenden Wandschwäche mit dem hohen

Risiko der Ausbildung eines Aneurysmas und einer öfter benötigten Re-Intervention umstritten ist.^{40,41}

1.3.4.7 Fallotsche Tetralogie

Die Fallotsche Tetralogie (ToF) macht ungefähr 5,5% aller angeborenen Vitien aus.

Sie besteht aus vier einzelnen Vitien:

- einer Pulmonalstenose,
- einem VSD,
- einer Rechtsherzhypertrophie und
- einem Überreiten der Aorta.

Die ToF zählt zu den zyanotischen Vitien, da ein rechts-links-Shunt durch das Überreiten der Aorta entsteht. Bei einigen Kindern kann es zu zyanotischen Anfällen kommen, die durch Tachykardie, Zyanose bis hin zur Bewusstlosigkeit geprägt sind. Therapie ist eine chirurgische Korrekturoperation im ersten Lebensjahr, bei Bedarf kann diese durch das Anlegen einer Blalock-Taussig-Anastomose hinausgezögert werden. Auch ein Katheter-interventionelles Aufdehnen der Pulmonalstenose kann nach der Operation noch notwendig sein.

Bei heute operierten Kindern ist eine normale Entwicklung zu erwarten.^{42,43}

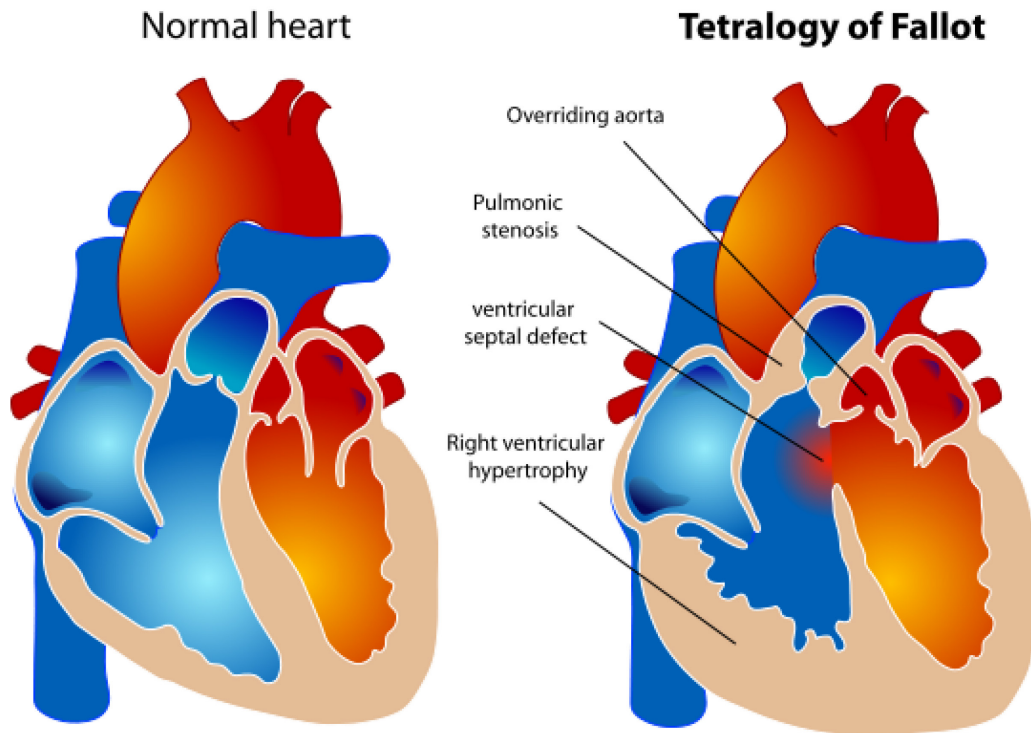


Abbildung 5: Fallotsche Tetralogie⁴⁴

1.3.4.8 Transposition der großen Arterien

Einen ungefähren Anteil von 4,5% der kongenitalen Herzfehler hat die Transposition der großen Arterien (TGA).²³

Bei ihr entspringt die Aorta aus dem rechten und die Lungenarterie aus dem linken Ventrikel, die beiden Kreisläufe sind daher nicht in Serie, sondern parallel geschaltet. Ohne weitere Vitien, die gehäuft mit der TGA in Verbindung stehen (ASD, persistierender Ductus), wäre dieses Vitium nicht mit dem Leben vereinbar. Da dieser Herzfehler durch einen Fehler bei der embryonalen Drehung des Herzens entsteht, treten auch vermehrt zusätzliche Vitien auf. Die TGA zählt ebenfalls zu den zyanotischen Vitien. Eine Sonderform der TGA ist der Double-outlet-right/left-ventricle bei dem beide großen Arterien aus einem Ventrikel entspringen.

Zur Überbrückung kann unmittelbar nach der Geburt mittels eines Ballonkatheters das Foramen ovale erweitert werden (Rashkind-Manöver) oder mittels Prostaglandinen der Ductus arteriosus offen gehalten werden. Endgültige Korrektur ist eine so genannte Switch-Operation.⁴⁵

1.3.4.9 Bikuspidale Aortenklappe

Die bikuspidale Aortenklappe ist ein Sonderfall, sie wird in einem für diese Arbeit verwendeten aktuellen Buch von Erdmann als das häufigste kongenitale Vitium bezeichnet.²⁵ In vielen Statistiken wird sie jedoch als Formvariante und nicht als Vitium geführt.

Statt der physiologisch aus drei Taschen bestehenden Aortenklappe besteht diese nur aus zwei Taschen. Sie kann ein Leben lang physiologisch funktionieren und bleibt daher oft unentdeckt. Durch Endokarditiden, Kalzifizierungen oder Stenosierungen kann sie aber zu einer valvulären Aortenstenose oder einer Aortenklappeninsuffizienz führen. Außerdem ist das Risiko für ein Aortenaneurysma erhöht.⁴⁶ Therapie einer bereits im Kindesalter symptomatischen Aortenklappenstenose ist eine Ballondilatation mit einem Herzkatheter.

1.4 Besonderheiten beim kindlichen Herzkatheter

1.4.1 Warum sind Sedierungen oder Narkosen bei Kindern notwendig?

Herzkathetereingriffe bei Erwachsenen werden oft nur mit lokaler Betäubung an der Einstichstelle durchgeführt. Kinder sind keine kleinen Erwachsenen und gehen mit ihren Ängsten anders um als Erwachsene. Säuglinge und Kleinkinder haben andere sprachliche Ausdrucksmöglichkeiten als Jugendliche und Erwachsene, die Möglichkeit, ihnen die Furcht vor einem Eingriff oder einer Untersuchung durch Aufklärung oder ein

beruhigendes Gespräch zu nehmen oder zu vermindern, ist meistens unmöglich oder zumindest erschwert.⁴⁷

Daher ist es auch schwierig zu ermöglichen, dass Kinder bei schmerzhaften oder unangenehmen Eingriffen, wie es eine Herzkatheteruntersuchung ist, ruhig am Untersuchungstisch liegen. Eine tiefe Sedierung bis hin zu einer Allgemeinnarkose bei Herzkatheteruntersuchungen ist daher international üblich.⁴⁸ Das Ziel der anästhesiologischen Betreuung während der Herzkatheteruntersuchung ist, dass das Kind schmerzfrei ist und tief schläft, spontan atmet und somit physiologische intrathorakale und intrakardiale Druckverhältnisse herrschen.⁴⁹

1.4.2 Definitionen

Die genaue und einheitliche Definition der vier Grade der Sedierung wurde durch die American Society of Anesthesiologists (ASA) und die American Academy of Pediatrics (AAP) vorgenommen.⁵⁰

Stadium	Sedierungsgrad	Charakterisierung
Grad I	„Minimal sedation (anxiolysis)“: minimale Sedierung	Erweckbarkeit durch akustische Reize Volle Atemwegskontrolle Uneingeschränkte Spontanatmung
Grad II	„Moderate sedation“: moderate Sedierung	Schutzreflexe erhalten Volle Atemwegskontrolle ohne Hilfsmittel Erweckbarkeit durch taktile und akustische Reize
Grad III	„deep sedation“: tiefe Sedierung	Teilverlust der Schutzreflexe Teilweise fehlende Atemwegskontrolle Keine unmittelbare Erweckbarkeit
Grad IV	„general anesthesia“: Allgemeinanästhesie	Vollständiger Verlust der Schutzreflexe Komplett fehlende Atemwegskontrolle Völlige Bewusstlosigkeit und Schmerzausschaltung

Abbildung 6: 6 Sedierungsgrade⁴⁸

Beachtet werden muss, dass der Übergang zwischen den einzelnen Graden fließend ist und daher gerade bei Kindern das Fehlen eines/einer geübten und erfahrenen Anästhesisten/in ein hohes Gefahrenpotential birgt.¹⁶

Eine andere Einteilung nimmt die international sehr weit verbreitete „Ramsay Sedation Scale“ (RSS) vor, die 1977 für die Sedierungen auf Intensivstationen eingeführt und von M.A.E. Ramsay entwickelt wurde. Sie unterscheidet sieben Sedierungsgrade mit Hilfe einer einfachen klinischen Beurteilung.

Wert	Beschreibung
0	orientiert & wach
1	ängstlich, unruhig, agitiert
2	wach, kooperativ, toleriert Beatmung
3	sediert, schlafend, öffnet Augen auf Ansprache
4	Tiefe Sedierung – keine Reaktion auf Ansprache, langsame auf Schmerzreiz
5	Tiefe Sedierung – träge Reaktion auf Schmerzreiz
6	Tiefe Sedierung – keine Reaktion auf Schmerzreiz

Tabelle 4: Ramsay Sedation Scale⁵¹

Die Werte 1, 2 und 3 werden als „Awake-Level“, die Werte 4, 5 und 6 als „Asleep-Level“ bezeichnet.⁵¹ Ziel der tiefen Sedierung im kindlichen Herzkatheterlabor sollte also ein Ramsay-Scale-Level von 6 sein.

Seit 1. Jänner 2012 ist in Österreich auf Intensivstationen eine Dokumentation nach der Sedation-Agitation-Scale gesetzlich vorgeschrieben, die neben der Sedierung auch noch die Agitation beachtet.

Wert	Bezeichnung	Beschreibung
1	gefährliche Unruhe	z. B. am Endotracheal-Tubus ziehen, Katheter entfernen
2	sehr agitiert	Fixierung im Bett notwendig, beruhigt sich trotz Zusprache nicht
3	agitiert	ängstlich, versucht sich aufzusetzen, Beruhigung durch Zusprache möglich
4	kooperativ & ruhig	
5	sediert	erwacht auf Ansprache oder Berührung, befolgt Anweisungen, driftet wieder weg
6	sehr sediert	erwacht auf körperlichen Reiz, keine Kommunikation, befolgt Anweisungen nicht, spontane Bewegungen
7	nicht erweckbar	keine oder minimale Antwort auf schädigende Reize, keine Kommunikation, befolgt keine Anweisungen

Tabelle 5: Sedation-Agitation Scale⁵²

1.4.3 Vor- und Nachteile von tiefer Sedierung und Vollnarkose

Vorteile einer Allgemeinnarkose mit Intubation sind vor allem der gesicherte Atemweg und die kontrollierte Beatmung, was vor allem bei Neugeborenen und Säuglingen mit geringer Hypoxietoleranz und geringen Sauerstoffreserven wichtig ist. Unvorhergesehene Bewegungen sind vermeidbar, die Sedierungstiefe kann gut gesteuert werden. Ein großer Nachteil sind jedoch die durch die unphysiologische Beatmung mit positiven Drücken veränderten intrathorakalen Druckverhältnisse und die dadurch bedingte veränderte Hämodynamik – gerade bei diagnostischen Herzkathetern, die durch Vitien veränderte Druck- und Volumenverhältnisse darstellen sollen ein entscheidender Nachteil.

Vorteile der tiefen Sedierung sind die erhaltene Spontanatmung und die so erhaltenen physiologischen Druckverhältnisse intrathorakal sowie eine kurze Aufwachdauer.¹⁶

Wie bereits oben angeführt, ist der Übergang zwischen tiefer Sedierung und Vollnarkose fließend. Die im Folgenden beschriebene tiefe Sedierung für diagnostische

Herzkatheteruntersuchungen muss daher eher als eine Form von Vollnarkose in Spontanatmung betrachtet werden.

Ein allgemeiner anästhesiologischer Nachteil und Risikofaktor für beide Verfahren ist, dass Herzkatheruntersuchungen „dezentral“ stattfinden, also nicht in einem „klassischen“ Operationssaal mit allen Möglichkeiten sondern eben teilweise in schlechter ausgestatteten Räumlichkeiten stattfinden. 15% aller Narkosen werden inzwischen „dezentral“ durchgeführt.⁵³

Vorteile Intubationsnarkose	Vorteile tiefe Sedierung
Gesicherter Atemweg	Physiologische intrathorakale und intrakardiale Druckverhältnisse
Kontrollierte Beatmung gut steuerbar	Erhaltene Spontanatmung schnelleres Aufwachen

Tabelle 6: Vorteile im Überblick

1.4.4 Anästhesiologischer Ablauf in Graz

Bei den Herzkatheteruntersuchungen, die in dieser Diplomarbeit untersucht werden, kommen entweder eine tiefe Sedierung mit der Unmöglichkeit des unmittelbaren Erweckens aber einer erhaltenen Spontanatmung oder eine Allgemeinanästhesie mit Intubation zur Atemwegssicherung und Beatmung zur Anwendung.

Herzkatheteruntersuchungen an Kindern sind in der Regel elektive und geplante Eingriffe, die Möglichkeit einer genauen Planung des Verfahrens und einer exakten Evaluierung der vorangegangenen Untersuchungen sind in den meisten Fällen möglich. Besonderes Augenmerk muss auf in den letzten 3 – 4 Wochen vorangegangenen respiratorischen Infekte und der zu Grunde liegenden kardialen Erkrankung gelegt werden. Ein genaues Wissen über die Vitien und ihre pathophysiologischen Folgen aus anästhesiologischer Sicht ist also unbedingte Voraussetzung.⁴⁹

Im Rahmen der Begutachtung der Befunde vor der Herzkatheteruntersuchung und der präoperativen Vorbereitung wird vor allem auf folgende Informationen Augenmerk gelegt:

- Physische Belastbarkeit des Kindes , vor allem das Vorhandensein von Ruhedyspnoe
- Puls und Blutdruck (evtl. Blutdruckdifferenz bei Aortenisthmusstenose)
- Blutgasanalyse (vor allem bei zyanotischen Vitien)
- Labor

Unter Berücksichtigung dieser Informationen, dem Schweregrad der zugrunde liegenden Grunderkrankung, der Dauer des Eingriffes und vor allem des Alters der PatientInnen wird die Entscheidung getroffen, ob eine Intubationsnarkose oder eine tiefe Sedierung zur Anwendung kommt. Bei Eingriffen, die über zwei Stunden dauern wird eher zu Intubationsnarkosen tendiert. Bei Säuglingen unter drei Monaten besteht im Großteil der Fälle aufgrund der physiologischen Besonderheiten eine Indikation zur Intubationsnarkose.⁶²

- Geringere Totale Lungenkapazität (50 ml/ kg Körpergewicht bei Neugeborenen, mit sieben Jahren ca. 75 ml, mit 20 Jahren ca. 100 ml)
- Weniger Funktionelle Residualkapazität (FRC, 20 ml/ kg Körpergewicht bei Neugeborenen, 30 – 60 ml bei Erwachsenen)
- Höherer Sauerstoffverbrauch von 6 ml/ kg KG (Erwachsene haben 3 ml/ kg KG)
- Daher geringere Apnoetoleranz
- Kleine Lungen, weniger Alveolen⁵⁴

Auch bei Säuglingen zwischen drei und zwölf Monaten besteht aufgrund der oftmals eingeschränkten Belastbarkeit und der eventuellen Entwicklungsverzögerung in vielen Fällen die Notwendigkeit einer Intubationsnarkose. Ab dem Alter von zwölf Monaten ist in den meisten Fällen ein Eingriff in tiefer Sedierung gut durchführbar.

In seltenen Fällen gibt es auch noch die Möglichkeit, dass das Verfahren gewechselt werden muss: Der Eingriff beginnt in tiefer Sedierung, aufgrund von Komplikationen wie Hyperkapnie, Apnoe, Rhythmusstörungen ist jedoch ein Umstieg auf eine Intubationsnarkose notwendig.

Der weitere anästhesiologische Ablauf gestaltet sich folgendermaßen und folgt seit 2004 einem Standardprotokoll:

- Im Rahmen des Aufklärungsgespräches wird eine Einwilligung von einem/ einer Erziehungsberechtigten unterschrieben, wenn der/ die PatientIn über 14 Jahre alt ist muss auch er/ sie mitunterschreiben, wenn er/ sie nicht retardiert ist.
- Nüchternzeiten müssen beachtet werden:
 - bis 6 Stunden vor Eingriffsbeginn: feste Nahrung, Flaschenmilch möglich
 - bis 4 Stunden vor Eingriffsbeginn: Muttermilch möglich
 - bis 2 Stunden vor Eingriffsbeginn: klare Flüssigkeiten möglich
- Bereits auf der Station wird das Kind noch am Tag vor der Operation mit einem intravenösen Zugang versorgt, Säuglinge und Kinder mit einem zyanotischen Vitium bekommen darüber ab Mitternacht eine Infusion. Außerdem wird daraus Blut abgenommen.
- Prämedikation mittels Midazolam, danach Monitorisierung mit Pulsoxymeter
- Beim Umbetten je nach Bedarf mit Midazolam und S-Ketamin Prämedikation verstärken

Bei Intubationsnarkose:

- Narkoseeinleitung
- Standardmonitoring: EKG, Pulsoxymetrie, nicht invasive Druckmessung, Kapnometrie
- Einleitung mit Propofol, Fentanyl, falls notwendig Rocuronium
- Einleitung der postinterventionellen Schmerztherapie (zB Ibuprofen, Diclofenac)
- Flüssigkeitsmanagement intraoperativ:
 - Erstinfusion: Hydroxyethylstärke 10ml/kg
 - Zweitinfusion: Erhaltungsbedarf mit isotoner Vollelektrolytlösung (plus 1% Glucose bei Säuglingen bis zu einem Jahr)
- Narkoseaufrechterhaltung mit Sevofluran (1 – 3 Vol%) und je nach Bedarf Fentanyl, Piritramid und/ oder S-Ketamin
- Die Narkose wird mit dem Ziehen der Punktionsschleuse beendet.

Bei tiefer Sedierung:

- Sedierungseinleitung
- Standardmonitorings (EKG, Pulsoxymetrie, nicht invasive Druckmessung, Kapnometrie über spezielle Sonde)
- O₂ – Maske
- Piritamid und Propofol titrieren bis das Sedierungsziel tiefe Sedierung (keine Reaktion auf Schmerzreiz) erreicht ist
- Einleitung der postinterventionellen Schmerztherapie (z.B. mit Ibuprofen, Diclofenac)
- Intraoperatives Flüssigkeitsmanagement:
 - Erstinfusion: Hydroxyethylstärke 10ml/kg
 - Zweitinfusion: Erhaltungsbedarf mit isotoner Vollelektrolytlösung (plus 1% Glucose bei Säuglingen bis zu einem Jahr)
- Airway-Management bei spontan atmenden PatientInnen mit Güdel-Tubus (oropharyngealer Tubus)
- TEE – Sonde wenn diese für die Untersuchung notwendig ist (transösophagealer Ultraschall)
- Sedierungsaufrechterhaltung mit Propofol
- bei Bewegung oder Schmerzreaktion Verabreichung eines Propofol Bolus (0,5 – 1mg/kg i.v). zusätzlich Anpassung der Propofolförderrate, Piritamid und/ oder S-Ketamin (Rescue Medikation bei Schmerzreaktion)
- Genau so wie die Intubationsnarkose wird auch die Sedierung mit dem Ziehen der Punktionschleuse beendet.

1.5 Verwendete Medikamente

1.5.1 Allgemeines

Viele Medikamente haben eine längere Plasmahalbwertszeit und damit einen verlängerten Effekt bei Neugeborenen. Der Grund für die längere Plasmahalbwertszeit ist die geringere glomeruläre Filtrationsrate, der höhere Anteil an Extrazellulärflüssigkeit sowie eine geringere Aktivität des Lebermetabolismus.

Neugeborene haben zusätzlich eine niedrigere Proteinbindung der Wirkstoffe im Plasma, dadurch ist die Menge an freiem und somit aktivem Wirkstoff teilweise massiv erhöht: so liegt z.B. die Proteinbindung von Morphin beim Neugeborenen bei nur ca. 31%, beim Erwachsenen bei 43%.

Erst im Alter von wenigen Monaten ist die Leber- und Nierenfunktion voll entwickelt. Vorschulkinder und ältere Säuglinge metabolisieren Medikamente in den meisten Fällen sogar schneller als Erwachsene.⁵⁴

1.5.2 Midazolam

Midazolam ist heute das vorwiegend verwendete Medikament für die Prämedikation, da es eine kürzere Halbwertszeit und einen schnelleren Wirkungseintritt hat als andere Benzodiazepine. Es hat sowohl eine große therapeutische Breite als auch einen sehr guten anxiolytischen Effekt. Es kann sowohl intravenös als auch oral, nasal, sublingual und rektal appliziert werden wobei die Resorption über den Mund variabler ist und daher Spitzenkonzentrationen erst verzögert erreicht werden.⁵⁴

Für die Prämedikation werden für Kinder ab einem Körpergewicht von 5 kg bis ca. 10 Jahre oder 30 kg Körpergewicht 0,5 mg/ kg KG bis max. 15 mg entweder rektal oder peroral verabreicht.⁴⁹ Das Präparat direkt aus der Ampulle hat jedoch einen stark bitteren Geschmack, sodass eigene für Kinder trinkbare Lösungen zur Verfügung stehen sollten.⁵⁵

Für Kinder über 10 Jahren bzw. 30 kg Körpergewicht stehen Tabletten mit 7,5 mg zur Verfügung, auch eine intravenöse Applikation mit 0,1 bis 0,2 mg/ kg KG (bis maximal 5

mg) ist möglich. Um Stress für Kinder zu reduzieren sollte bereits auf der Station die Prämedikation verabreicht werden.^{17,49}

Intravenös verabreicht kann die Wirkung bereits nach ein bis zwei Minuten einsetzen, die maximale Wirkung beginnt nach ca. drei bis vier Minuten. Rektal verabreicht wird die maximale Plasmakonzentration nach 10 – 20 Minuten, oral verabreicht etwas später erreicht.

Als Nebenwirkung kann vor allem bei kleineren Kindern selten eine paradoxe Reaktion in Form einer Euphorie, Dysphorie oder Hyperaktivität auftreten.⁵⁴ So trat bei einer kanadischen Studie bei zwei von 80 Kindern nach Gabe von Midazolam zur Prämedikation Dysphorie auf.⁵⁶

Im Fall, dass ein Kind im Umbettbereich noch unruhig ist oder weint, kann noch einmal Midazolam mit einer Dosis von 0,1 – 0,2 mg/ kg KG i. v. verabreicht werden.

1.5.3 S-Ketamin

S-Ketamin bewirkt eine gute Analgesie sowie eine dissoziative Anästhesie, bei der die Schutzreflexe erhalten bleiben. Die Atmung wird weniger beeinflusst als bei anderen Anästhetika, die FRC weniger reduziert.⁵⁴

S-Ketamin wirkt auf den Glutamat-NMDA-Rezeptor und auf Opiod-Rezeptoren. Es erhöht außerdem den Sympathikotonus, indem es die Wiederaufnahme von endogenen sowie exogenen Katecholaminen im synaptischen Spalt hemmt und somit deren Effekte verstärkt. Das heute verwendete S-Ketamin ist ein Isomer des ursprünglich nur als Razemat vorliegenden Ketamins, es hat eine ca. doppelt so hohe Potenz sowie eine kürzere Aufwachzeit und geringer ausgeprägte Nebenwirkungen.⁵⁴

Eine Studie von Akin et al.⁵⁷ zeigt, dass bei der Verabreichung einer Kombination von S-Ketamin und Propofol der mittlere arterielle Druck (MAP) im Vergleich zu einer Gabe von Propofol alleine besser gehalten wird und es zu einem geringeren Abfall kommt.

Bei der Verabreichung von S-Ketamin kann als Nebenwirkung ein Laryngospasmus und vermehrte bronchiale und pharyngeale Sekretion auftreten, weshalb in manchen Studien die gleichzeitige Gabe von Atropin empfohlen wird.¹⁷

Halluzinationen, Alpträume und sogenannte „bad trips“ können laut Herstellerangaben in bis zu 30% der Anwendungen in der Aufwachphase vorkommen, können aber durch die Kombination mit Benzodiazepinen verhindert werden.^{54,58}

Die empfohlene Dosis liegt bei 1 – 2 mg/ kg KG zur intravenösen Verabreichung, es kann jedoch auch nasal oder oral verabreicht werden.^{49,59} Der Wirkungseintritt nach intravenöser Gabe liegt bei ca. 30 Sekunden, die Wirkung hält ca. 5 – 10 Minuten.⁵⁴

S-Ketamin kann sowohl beim Umbetten des Kindes vor dem Eingriff bei Bedarf als Ergänzung zur Prämedikation als auch intraoperativ zur Vertiefung der Sedierung und zur eventuellen Ausnutzung der sympathikotonen Effekte verabreicht werden. Auch am Ende des Eingriffes ist eine Verabreichung in Kombination mit einem Benzodiazepin möglich um ein Aufwachen der PatientInnen in ihrem eigenen Bett in der Gegenwart eines Elternteiles zu ermöglichen. wobei beachtet werden sollte, dass ein Ramsay-Scale-Wert von mindestens 4 vor dem Verlassen des Eingriffsraumes erreicht werden sollte.⁴⁹

1.5.4 Fentanyl

Fentanyl ist ein synthetisches Opiod mit der ca. 100-fachen Morphinpotenz. Es kann intravenös, transdermal und oral-transmukosal verabreicht werden.

Es besitzt eine hohe Fettlöslichkeit und wird daher schnell umverteilt und nur langsam eliminiert. Die Wirkung von Fentanyl setzt bei Erwachsenen nach ungefähr 1 – 2 Minuten ein, das Maximum wird nach ungefähr 5 erreicht, bei Säuglingen und Kindern schneller. Bei Frühgeborenen werden mit bis zu 32h stark verlängerte Halbwertszeiten beobachtet. Fentanyl kann eine Bradykardie auslösen, bei normovolämen PatientInnen hat es wenig Einfluss auf die Hämodynamik, es kann jedoch über eine Sympathikolyse bei hypovolämen PatientInnen ein Blutdruckabfall bewirkt werden.⁵⁴ Eine Histaminliberation, wie sie bei Morphin vorkommen kann, wird bei Fentanyl nicht beobachtet.⁶⁰

Weitere wichtige Nebenwirkungen sind Atemdepression und Obstipation bei längerer Anwendung. Eine oft beobachtete Nebenwirkung ist ein Jucken in der Nase, was sich im „Runzeln“ der Nase kurz vor dem Einsetzen der Wirkung der Narkosemedikamente äußert. Eine weitere oft beschriebene jedoch nur selten vorkommende Nebenwirkung ist die Thoraxrigidität, die jedoch nur bei Dosen ab ungefähr 5 µg/ kg KG beschrieben wird.⁶¹

Fentanyl wird im Herzkatheterlabor zur Einleitung einer Intubationsnarkose verwendet, dazu wird im Beipackzettel eine Dosis von 1 – 3 µg/ kg KG empfohlen.⁶² Mit Naloxon ist ein günstiger und schnell wirksamer Antagonist verfügbar.

1.5.5 Piritramid

Piritramid ist wie Fentanyl ein synthetisches Opioid, besitzt aber mit vier bis sechs Stunden eine längere analgetische Wirkung. Mit der 0,7-fachen Potenz von Morphin wirkt es dagegen deutlich schwächer. Nebenwirkungen wie Histaminliberation, Nausea und Emesis kommen seltener als bei Morphin vor.⁵⁴

Piritramid wird sowohl bei der Intubationsnarkose als auch bei der tiefen Sedierung im Herzkatheter als Basisanalgetikum verwendet. Durch seine lange Wirkdauer deckt es auch den postoperativen Bereich bereits ab. Bei intravenöser Verabreichung werden 0,05 – 0,1 mg/ kg KG empfohlen.⁶³

1.5.6 Propofol

Propofol ist durch seine Eigenschaften sowohl für die tiefe Sedierung als auch die Intubationsnarkose ein sehr gutes Narkosemedikament: Seine Wirkung setzt nach ca. 60 Sekunden sehr schnell ein, durch die kurze Wirkdauer von 5 – 15 Minuten ist es sehr gut steuerbar. Außerdem besitzt es eine antiemetische Wirkung.⁶¹

Eine wichtige Nebenwirkung ist eine Atemdepression, die in bis zu 30% der Fälle vorkommt.⁶⁴ Außerdem kann durch die negativ inotrope Wirkung von Propofol und eine

Vasodilatation Hypotonie auftreten, was besonders bei herzkranken Kindern vermieden werden sollte. Unangenehm, vor allem für Kinder, kann der auftretende Injektionsschmerz sein, der durch die Beigabe von Lidocain jedoch reduziert werden kann.

Propofol wird einerseits zur Einleitung sowohl der tiefen Sedierung als auch der Intubationsnarkose und andererseits zur Aufrechterhaltung der tiefen Sedierung im kindlichen Herzkatheterlabor verwendet.

Wegen unzureichender Erfahrungen ist die Verwendung zur Narkoseeinleitung bei Säuglingen unter einem Monat laut der Packungsbeilage nicht erlaubt, neuere Studien zeigen aber, dass auch bei Neugeborenen Propofol effektiv und sicher angewandt werden kann.⁶⁵

Bei Kindern über einem Monat sind 3 mg/ kg KG empfohlen, ab acht Jahren 2,5 mg/ kg KG wobei Ergänzungs Dosen von 1mg/ kg KG möglich sind. Propofol sollte vorsichtig titriert bis zum Eintritt der Narkose verabreicht und den individuellen Bedürfnissen angepasst werden. In der Praxis werden zur Narkoseaufrechterhaltung bei Kindern 6 - 10mg/ kg/ h verwendet.

Zur Langzeitsedierung von Kindern unter 16 Jahren auf Intensivstationen ist Propofol in Deutschland offiziell nicht zugelassen, da bei einigen Kindern bei Sedierungen mit Propofol über Zeitraum von 5h bis zu mehreren Tagen ein sogenanntes Propofolinfusionssyndrom aufgetreten ist. So wurden bis 2004 weltweit 43 Fälle beschrieben bei denen eine Laktatazidose, Rhabdomyolyse sowie Herz- und Nierenversagen auftraten, die mit einer hohen Letalität verbunden waren (ca. 2/3), Propofol könnte dabei als Triggersubstanz dienen. Ein Zusammenhang ist jedoch nicht bewiesen.^{66,67}

1.5.7 Rocuronium

Rocuronium ist ein nicht-depolarisierendes Muskelrelaxans das Mitte der 1990er Jahre auf den Markt kam und durch eine sehr kurze Zeit bis zum Wirkungseintritt von 45 – 60 Sekunden, bei Säuglingen teilweise noch kürzer, und einer mittellangen Wirkdauer von

ungefähr 20 bis 30 Minuten charakterisiert ist. Empfohlen ist eine Dosierung von 0,6 mg/kg KG die intravenös verabreicht wird.⁶⁸ Mit dieser Dosis herrschen in den meisten Fällen gute Intubationsbedingungen.

Bei Bedarf kann ähnlich wie bei Erwachsenen auch pädiatrischen PatientInnen ca. alle 20 Minuten eine Repetitionsdosis von 0,2 – 0,3 mg/kg KG gegeben werden.

Rocuronium wird über die Leber metabolisiert, bei eingeschränkter Leberfunktion – z.B. bei Frühgeborenen – muss eventuell die Dosis reduziert werden.⁶⁹

Mit Sugammadex existiert ein spezifisches jedoch relativ teures Antidot.

1.5.8 Sevofluran

Sevofluran zählt zur Gruppe der volatilen Anästhetika, hat eine gute hypnotische jedoch kaum muskelrelaxierende und analgetische Wirkung. Der Blut/Gas-Verteilungskoeffizient von Sevofluran ist 0,65, bei einer Konzentration von 1% in den Alveolen herrscht also eine Konzentration von 0,65% im Blut. Dieser geringe Verteilungskoeffizient bewirkt ein schnelles An- und Abfluten.

Der MAC-Wert von Sevofluran liegt bei 2%, das heißt bei einer alveolären Konzentration von 2% reagieren 50% der PatientInnen nicht mehr auf einen Hautschnitt. Im Allgemeinen liegt der MAC-Wert bei Säuglingen und Kindern jedoch höher.

Sevofluran ist nicht schleimhautreizend, verursacht daher selten einen Laryngospasmus und riecht – im Vergleich mit anderen volatilen Anästhetika – relativ angenehm, was seinen häufigen Einsatz in der Kinderanästhesie erklärt.⁷⁰

Sevofluran hat nur einen geringen Einfluss auf die Hämodynamik; Hypotonien und Bradykardien treten selten auf, am Beginn der Narkose zeigen sich häufig sogar Tachykardien und ein Anstieg des Blutdrucks.⁵⁴

In der Literatur herrscht Übereinstimmung, dass Sevofluran einen ausgeprägten kardioprotektiven Effekt zeigt, der durch die Reduzierung von Calcium-Einstrom, die Verminderung von freien Radikalen und die Aufrechterhaltung der ATP – Produktion zustande kommt.⁷¹

Im Herzkatheterlabor wird Sevofluran bei Kindern zur Aufrechterhaltung der Intubationsnarkose verwendet.

1.5.9 Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR)

Zur Vorbeugung von Schmerzen nach dem Eingriff wird bereits während des Eingriffes mit der postinterventionellen Schmerztherapie begonnen, die Erstdosis eines NSAR wird nach der Einleitung verabreicht. Verwendet werden:

- Ibuprofen 10 mg/ kg KG rectal oder
- Diclofenac 1 mg/kg rectal (nur bei Kindern, die älter als sechs Jahre sind da es zu jüngeren Kindern nicht ausreichend Studien zu den Nebenwirkungen gibt)
- Neodolpasse® (Kombinationspräparat, das neben Diclofenac auch noch das Muskelrelaxans Orphenadrin enthält; nur bei Kindern über 14 Jahren zugelassen)

1.5.10 Überblick und Vergleich

	Tiefe Sedierung	Intubationsnarkose
Prämedikation	Midazolam	Midazolam
Einleitung	Midazolam	Midazolam
	S-Ketamin	S-Ketamin
	Propofol	Propofol
	Piritramid	Fentanyl
		Rocuronium
	Erstdosis NSAR	Erstdosis NSAR
Aufrechterhaltung	Propofol	Sevofluran
	bei Bedarf Piritramid	bei Bedarf Fentanyl und
	Dormicum	Piritramid, Rocuronium
	S-Ketamin	S-Ketamin

Tabelle 7: Überblick über verwendete Medikamente

1.6 Die ASA-Klassifikation

1941 wurde durch die American Society of Anesthesiologists nach einer Arbeit von Saklad et al. eine Klassifikation des physikalischen Status zum Vergleich von statistischen Daten eingeführt.

Nach einer Überarbeitung 1963 werden heute fünf Klassen verwendet, um das perioperative Risiko und Outcome sowie Mortalität und Morbidität abschätzen zu können.^{72,73}

ASA-Klasse	Beschreibung
1	GesundeR PatientIn
2	Leichte systemische Erkrankung
3	Ernste systemische Erkrankung
4	Systemische Erkrankung mit potentieller Lebensgefahr
5	MoribundeR PatientIn mit geringer Chance, mit oder ohne Operation die nächsten 24 Stunden zu überleben

Table 8: ASA-Klassifikation im Überblick

1.7 Hypothesen

Aufgrund der Recherchen zu dieser Einleitung und den Erkenntnissen daraus können mehrere Hypothesen für diese Arbeit aufgestellt werden:

- Säuglinge und Kleinkinder sind aufgrund ihrer physiologischen Unterschiede zu Erwachsenen (geringere FRC, höherer Sauerstoffverbrauch) eine sehr anspruchsvolle anästhesiologische PatientInnengruppe. Ein gesicherter Atemweg und eine gut kontrollierte Narkose sind daher bei dieser Gruppe wichtig und bevorzugt. **Je jünger die PatientInnengruppe, desto höher ist der Anteil an Intubationsnarkosen.**^{49,54}

- Aufgrund des höheren Anteils an freier Flüssigkeit am gesamten Körpergewicht (Kinder bis zu 75%, Erwachsene: 50 – 65%) und der schnelleren Verstoffwechslung von Medikamenten ab einem Alter von einigen Monaten werden Kleinkinder höhere Dosierungen an Narkosemedikamenten (Propofol, S-Ketamin, Midazolam) benötigen als Jugendliche bzw. ältere Kinder. **Je jünger die PatientInnen, desto mehr Narkosemittel werden pro Zeiteinheit pro kg KG gebraucht.**⁵⁴
- Zusätzlich soll festgestellt werden, ob es Altersgruppen gibt, bei denen ein Verfahrenswechsel von tiefer Sedierung zu Intubationsnarkose öfter notwendig ist als in anderen Altersgruppen. Erwartet wird hier wiederum, dass die jüngeren Altersgruppen aufgrund ihrer allgemeinen physiologischen Besonderheiten einen höheren Anteil an den Verfahrenswechseln haben als die älteren PatientInnen. **Je jünger die PatientInnen, desto häufiger besteht die Notwendigkeit eines Verfahrenswechsels aufgrund von Komplikationen.** Weiters wird versucht, Entscheidungskriterien für die Wahl des Narkoseverfahrens aufzuzeigen.

2 Material und Methoden

2.1 PatientInnen

Für diese retrospektive monozentrische Studie wurden die Daten von Kindern, die sich von 1. Jänner 2004 bis 1. Dezember 2011 an der Klinischen Abteilung für Pädiatrische Kardiologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung unterziehen mussten, erfasst.

Die Einschlusskriterien waren:

- Alle PatientInnen die für einen diagnostischen Herzkatheter anästhesiert oder sediert wurden.
- Alter: 0 – 18 Jahre
- Zeitraum: 1. 1. 2004 – 31. 12. 2011

Ausschlusskriterien: Keine

2.2 Variablen

Einerseits sollte die genaue Verteilung von Intubationsnarkosen und tiefen Sedierungen sowie von Eingriffen, bei denen ein Wechsel des Verfahrens notwendig war, mittels einer deskriptiven Statistik bei diagnostischen Herzkatheteruntersuchungen in den Altersgruppen

- 0 – ≤ 3 Monate
- 3 – ≤ 12 Monate
- 1 – ≤ 8 Jahre
- 8 – ≤ 18 Jahre

im Zeitraum 2004 bis 2011 herausgefunden werden, andererseits der Verbrauch an Narkosemitteln in den jeweiligen Altersgruppen.

Für die Untersuchung der drei Hypothesen wurden drei primäre Variablen definiert:

- die **Häufigkeit** der einzelnen Narkoseverfahren in den verschiedenen Altersgruppen
- die **Dosierung** der Narkosemittel pro kg Körpergewicht und pro Zeiteinheit
- das **Alter** der PatientInnen beim Ereignis Verfahrenswechsel

Als sekundäre Variablen wurden weiters definiert:

- die Dauer der tiefen Sedierung bzw. der Intubationsnarkose sowie der Eingriffe
- die ASA-Klassifikation der PatientInnen
- die minimale Sauerstoffsättigung der PatientInnen

2.3 Daten

Die benötigten Daten wurden den Standard-Narkoseprotokollen der Univ. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin am LKH Univ.-Klinikum Graz entnommen. Die Protokolle der benötigten PatientInnen wurden mit Hilfe des chronologischen Verzeichnisses aller durchgeführten Herzkatheteruntersuchungen im Herzkatheterlabor aus dem Archiv der Kinderanästhesie der Klinischen Abteilung für Anästhesie für Herz- und Gefäßchirurgie und Intensivmedizin ausgehoben.

Die Daten wurden je nach verwendetem Narkoseverfahren in eine von drei Datenmasken im Programm Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) eingegeben, nämlich entweder in die Maske „Tiefe Sedierung“, „Intubationsnarkose“ oder „Verfahrenswechsel“. Je nach Maske wurden teilweise unterschiedliche Daten

erfasst. Mit Hilfe dieser Datenmasken wurde auch die Statistik dieser Diplomarbeit erstellt.

Folgende Daten wurden aus den Narkoseprotokollen erfasst und für die Erstellung der **Datenmaske „Tiefe Sedierung“** verwendet:

- Name
- Geburtsdatum und Termin der Intervention zur Berechnung des Alters
- Gewicht in kg
- Sedierungsdauer
- Eingriffsdauer
- Dauer der Propofolinfusion
- Verfahrenswechsel ja/ nein
- Prämedikation
 - mg Midazolam
- Sedierungseinleitung
 - mg Midazolam
 - mg S-Ketamin
 - mg Propofol
 - mg Piritramid
- Sedierungsaufrechterhaltung
 - mg Propofol Bolus
 - mg S-Ketamin
 - mg Propofol
 - mg Piritramid

Folgende Daten wurden den Narkoseprotokollen entnommen und für die Erstellung der **Datenmaske „Intubationsnarkose“** verwendet:

- Name
- Geburtsdatum und Termin der Intervention zur Berechnung des Alters

- Gewicht in kg
- Narkosedauer
- Eingriffsdauer
- Prämedikation
 - mg Midazolam
- Narkoseeinleitung
 - mg Midazolam
 - mg S-Ketamin
 - mg Propofol
 - mg Piritramid
 - mg Fentanyl
 - mg Rocuronium
- Narkoseaufrechterhaltung
 - Sevoflurane %
 - mg Piritramid
 - mg Fentanyl
 - mg S-Ketamin

Das Datenfenster für die Eingriffe, bei denen ein Verfahrenswechsel stattfand, ist ident mit dem für die Intubationsnarkose, da ein Wechsel nur von „Tiefer Sedierung“ nach „Intubationsnarkose“ stattfinden kann.

2.4 Definitionen

Bezeichnung	Beschreibung
Sedierungsdauer	Einleitung Sedierung bis Absetzen Medikamente
Narkosedauer	Einleitung Narkose bis Absetzen Medikamente
Eingriffsdauer	Beginn Eingriff bis Ziehen der Schleuse

Altersgruppen:

0 - ≤ 3 Monate	Geburt bis inkl. 3. Lebensmonat
3 - ≤ 12 Monate	Ende 3. Lebensmonat bis 1. Geburtstag
1 - ≤ 8 Jahre	Tag nach 1. Geburtstag bis 8. Geburtstag
8 - ≤ 18 Jahre	Tag nach 8. Geburtsag bis 18. Geburtstag

Tabelle 9: Definitionen

2.5 Fehlerquellen

Die Narkoseprotokolle werden handschriftlich geführt, dadurch wird das Ablesen erschwert, außerdem ergeben sich natürlich Fehlerquellen.

Wenn die Daten nicht lesbar bzw. unplausibel waren (signifikant zu hohe Dosierungen der Medikamente) wurde in die Datenmaske ein Fragezeichen eingetragen, ebenso wenn Daten fehlten.

Erschwert wurde die Dateneingabe außerdem durch Protokolle, die im Archiv nicht auffindbar waren, was in 135 Fällen vorkam.

Eine wesentliche Verbesserung für zukünftige Statistiken und Studien wäre eine noch einzuführende digitale Protokollführung, durch die viele Fehlerquellen wegfallen würden, und eine Datenerfassung wesentlich erleichtert werden könnte.

2.6 Ethikkommission

Die Arbeit mit und die Auswertung von PatientInnendaten benötigt die Zustimmung der Ethikkommission. Das positive Votum der Ethikkommission erfolgte am 28. Jänner 2011 (23-151 ex 10-11), mit einem Folgevotum vom 16. Februar 2012 gültig bis zum 28. Jänner 2013.

2.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit den Programmen Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) und IBM SPSS Statistics 20 (SPSS Inc., Armonk, USA) durchgeführt. Im Programm SPSS wurden folgende Testverfahren verwendet:

- **1-faktorielle-Varianzanalyse:** dient dem Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben hinsichtlich ihrer Mittelwerte. Es soll also getestet werden, ob sich die verschiedenen Gruppen einer unabhängigen Variablen (z.B. Altersgruppen) auf die Werte der abhängigen Variable (Dosierung Narkosemedikamente) auswirken, d.h. ob sich mindestens zwei Mittelwerte mehrerer Gruppen in der Grundgesamtheit unterscheiden. Dieser Test wurde z.B. verwendet, um Signifikanzen in den Unterschieden bei den Dosierungen der Narkosemedikamente in den einzelnen Altersgruppen zu berechnen. Ein p-Wert < 0,05 wurde als signifikant gewertet.
- **T - Test für unabhängige Variablen:** Dieser Test wird für den Vergleich zweier unabhängiger Gruppen hinsichtlich ihrer Mittelwerte verwendet wie z.B. bei der Frage, ob sich die Narkoseverfahren hinsichtlich des Alters der PatientInnen unterscheiden. Ein p-Wert < 0,05 wurde als signifikant gewertet.
- **Tukey-HSD-Test:** Dieser Test wurde als Post-hoc-Test verwendet um bei Vorliegen einer Signifikanz festzustellen, welche Gruppe für diese Signifikanz verantwortlich ist.
- **Chi-Quadrat-Test:** Dieser Test wurde verwendet, um die Signifikanz von mehreren Variablen an verschiedenen Kategorien, also z.B. die Anteile von Altersgruppen an den einzelnen Narkoseverfahren, zu berechnen.

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Allgemeines

Für den Zeitraum vom 1. Jänner 2004 bis zum 31. Dezember 2011 konnten insgesamt 367 Narkoseprotokolle von Kindern, die sich einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung unterziehen mussten, für diese Studie verwendet werden.

Die am meisten vertretene Altersgruppe war die Altersgruppe 1 – ≤ 8 Jahre, 40% bzw. 148 Kinder gehörten dieser an. 24 Kinder gehörten der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate an, 70 der Altersgruppe 3 Monate - ≤ 1 Jahr sowie 125 der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre.

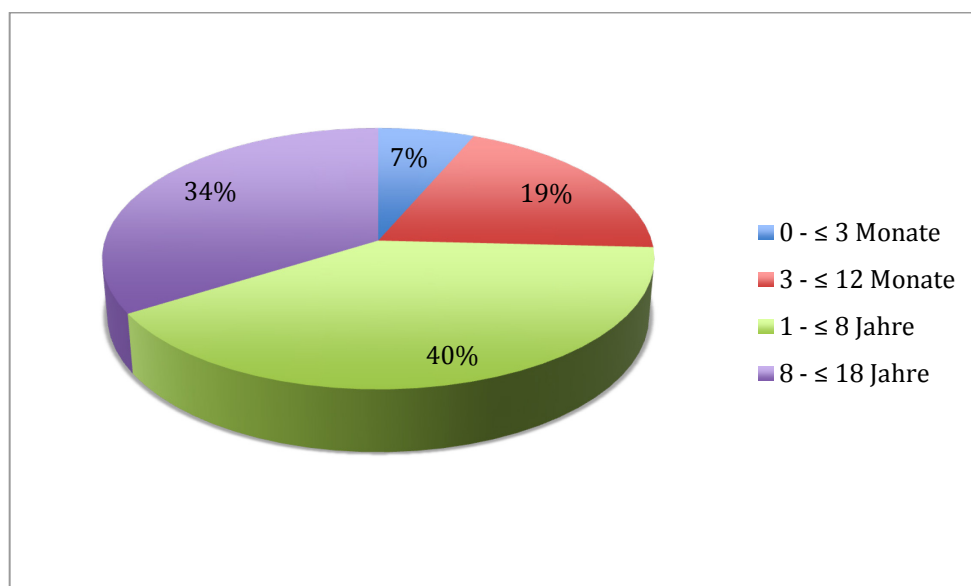


Diagramm 1: Anteile der einzelnen Altersgruppen an der Gesamtzahl der eingeschlossenen PatientInnen (in %, n = 367)

Das Alter betrug im Median 3,78 Jahre, das jüngste Kind war 0 Tage alt, das älteste 17,97 Jahre (25. Perzentile: 0,91 Jahre; 75. Perzentile: 10,58 Jahre).

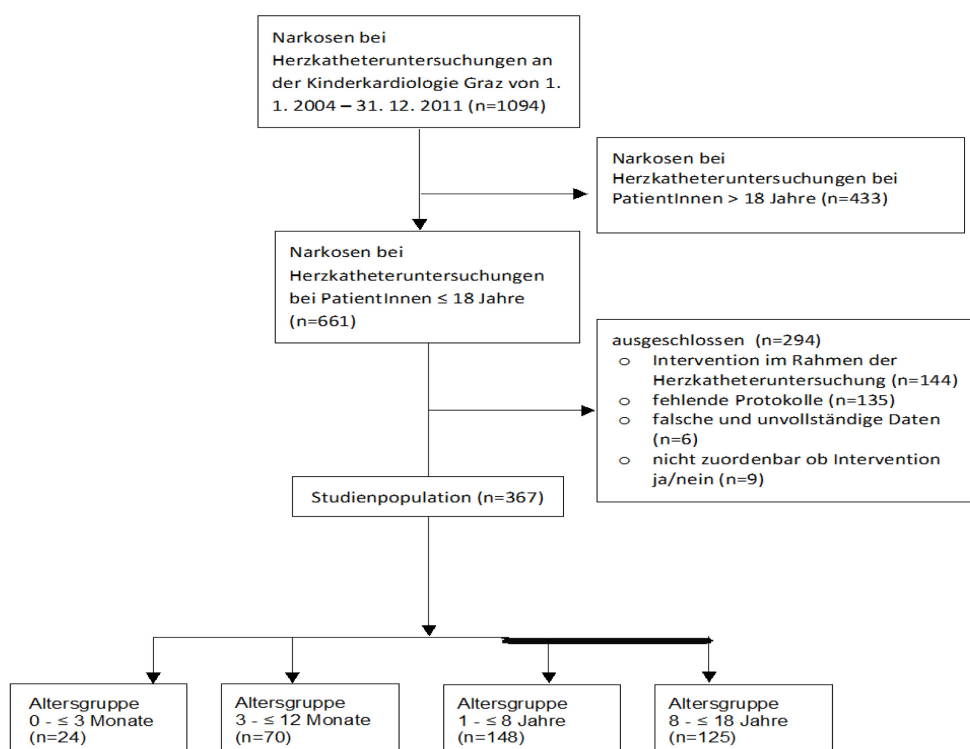


Diagramm 2: Flussdiagramm zur Darstellung der Studienpopulation

Insgesamt wurden von 1. Jänner 2004 bis 31. Dezember 2011 an der Klinischen Abteilung für Pädiatrische Kardiologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz 1094 Eingriffe im Herzkatheterlabor durchgeführt, 433 davon an PatientInnen, die das 18. Lebensjahr bereits vollendet hatten. Weitere 294 PatientInnen konnten nicht eingeschlossen werden, da im Rahmen der Herzkatheteruntersuchung eine Intervention wie z.B. eine Dilatation (PST) oder ein Verschluss (PFO) durchgeführt wurde. Bei 135 PatientInnen konnten keine Protokolle gefunden werden und bei sechs PatientInnen konnten die Protokolle den PatientInnen nicht eindeutig zugeordnet werden, da das Datum des Eingriffs, das Geburtsdatum oder der Name am Protokoll fehlten. Neun

weitere PatientInnen konnten nicht eingeschlossen werden, da auf den Protokollen nicht eindeutig zugeordnet werden konnte, ob eine Intervention durchgeführt worden war oder nicht.

3.2 Verteilung der Narkoseverfahren

Insgesamt wurde 110 Mal eine Anästhesie mit Intubationsnarkose angewandt sowie 250 Mal eine tiefe Sedierung. 7 Mal wurde während des Eingriffes durch Komplikationen wie Sättigungsabfall ein Verfahrenswechsel zur Intubationsnarkose notwendig.

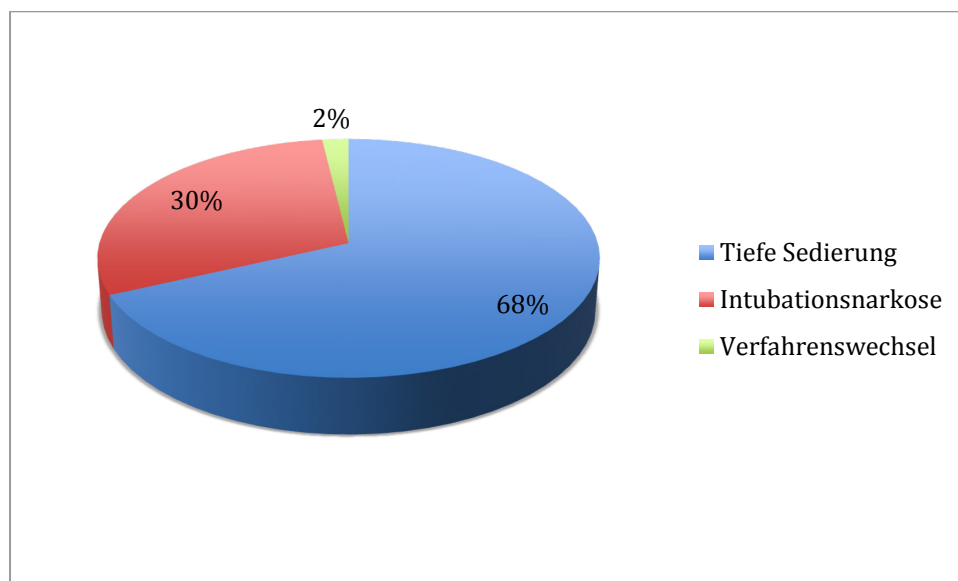


Diagramm 3: Anteile der einzelnen Narkoseverfahren an der Gesamtzahl der Narkosen der Studienpopulation (in %, n = 367)

	Intubationsnarkosen	Tiefe Sedierungen	Verfahrenswechsel
0 - ≤ 3 Monate	22	2	0
3 - ≤ 12 Monate	52	14	4
1 - ≤ 8 Jahre	27	119	2
8 - ≤ 18 Jahre	9	115	1

Tabelle 10: Verteilung der Narkoseverfahren im Überblick (in absoluten Zahlen, n = 367)

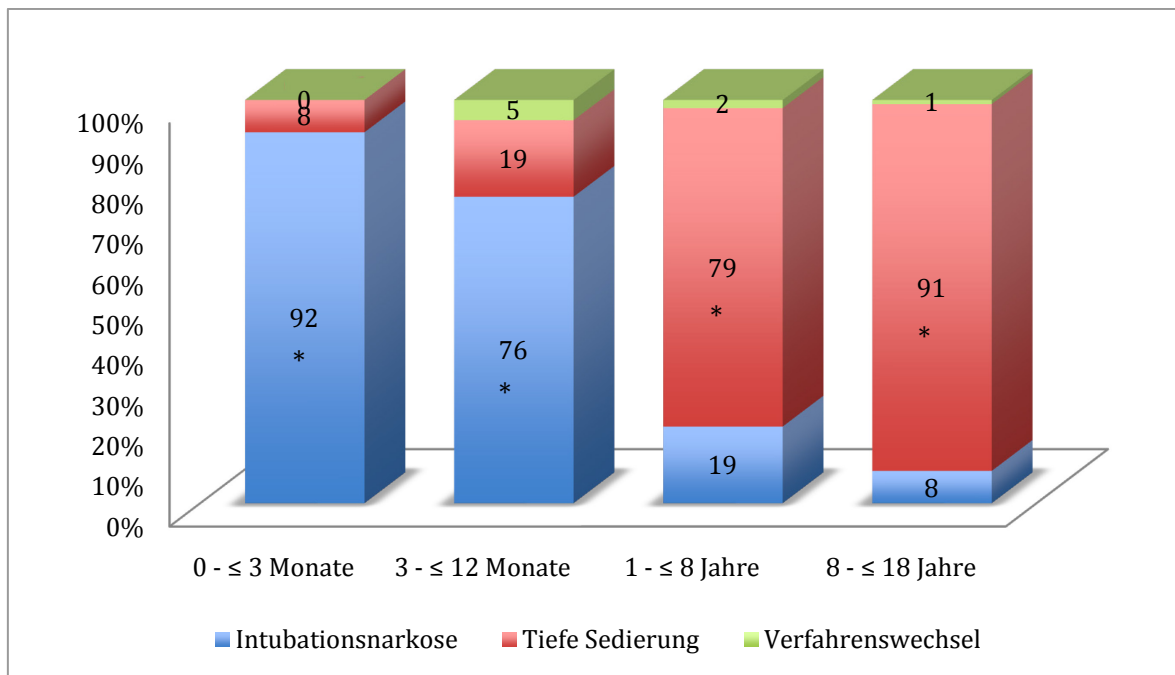


Diagramm 4: Verteilung der Narkoseverfahren in den einzelnen Altersgruppen (in %; Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate n = 24; Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate n = 70; Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre n = 148; Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre n = 125, * = signifikant höchster Anteil, p < 0,05)

Auch im Vergleich der einzelnen Altersgruppen untereinander in *Diagramm 4* ist gut zu erkennen, dass der Anteil der Intubationsnarkose mit zunehmendem Alter ab- und der Anteil der tiefen Sedierungen zunimmt.

So ist die Intubationsnarkose in den beiden jüngsten Altersgruppen mit 92% bzw. 76% das eindeutig am meisten verwendete Narkoseverfahren, bei den Kindern der beiden älteren Altersgruppen überwiegt klar die tiefe Sedierung mit 79% und 91%.

Mittels Chi-Quadrat-Test wurde ermittelt, dass in den beiden jüngsten Altersgruppen die Intubationsnarkose signifikant das Narkoseverfahren mit dem höchsten Anteil an den Narkoseverfahren ist, während es in den älteren Altersgruppen die tiefe Sedierung ist, das p ist bei allen Berechnung mit diesem Test $< 0,05$.

Der Boxplot in *Diagramm 5* sowie *Diagramm 6* zeigen, wie die Altersverteilung in den einzelnen Narkosearten aussieht.

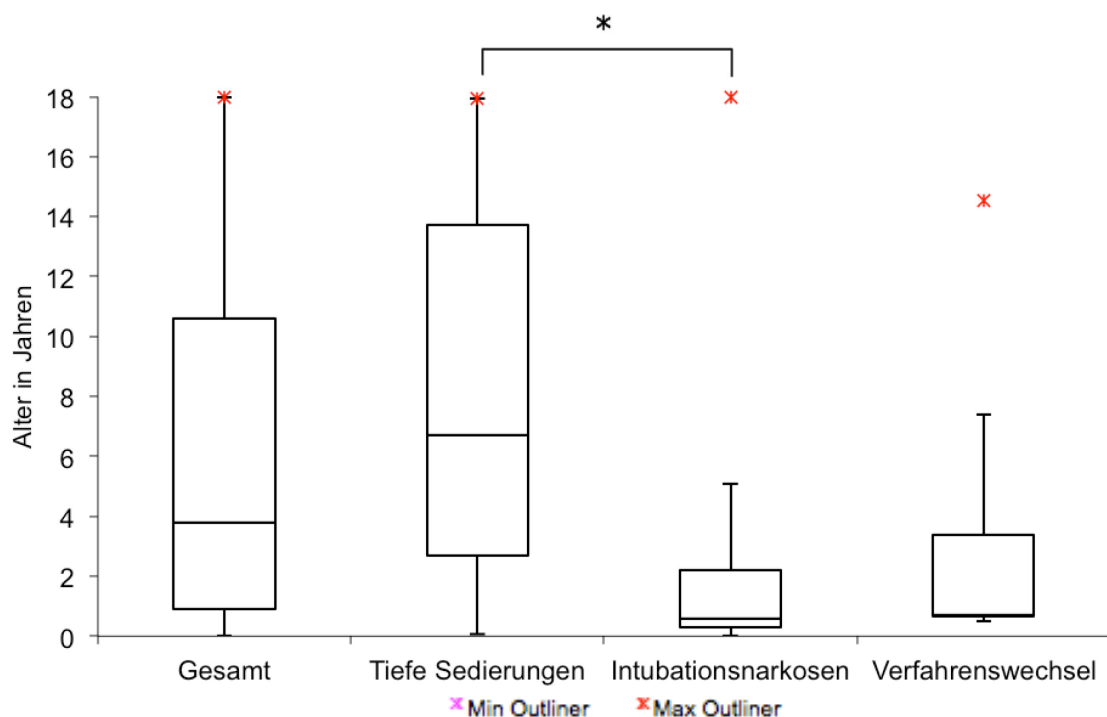


Diagramm 5: Altersverteilung in den einzelnen Narkoseverfahren (Alter in Jahren; Gesamt: $n = 367$; Tiefe Sedierungen: $n = 250$; Intubationsnarkosen: $n = 110$; Verfahrenswechsel: $n = 7$; * = signifikanter Unterschied, $p < 0,05$)

Durch diese deskriptive Statistik ist sehr gut ersichtlich, dass bei den Kindern der jüngsten Altersgruppen klar die Intubationsnarkose das bevorzugte und am meisten verwendete Narkoseverfahren ist, während bei der tiefen Sedierung die älteren Altersgruppen den höchsten Anteil haben. Das mediane Alter der Gesamtpopulation ist 3,8 Jahre, bei den tiefen Sedierungen 6,7, bei den Intubationsnarkosen 0,6 und bei den Verfahrenswechseln 0,7 Jahre.

Mittels T-Test für unabhängige Stichproben wurde im Programm SPSS das p berechnet; dieses lag im Vergleich von tiefer Sedierung und Intubationsnarkose bei 0 ($p < 0,001$) und ist somit signifikant. Die Gruppe Verfahrenswechsel war zu klein ($n = 7$), sodass keine Signifikanz berechnet werden konnte.

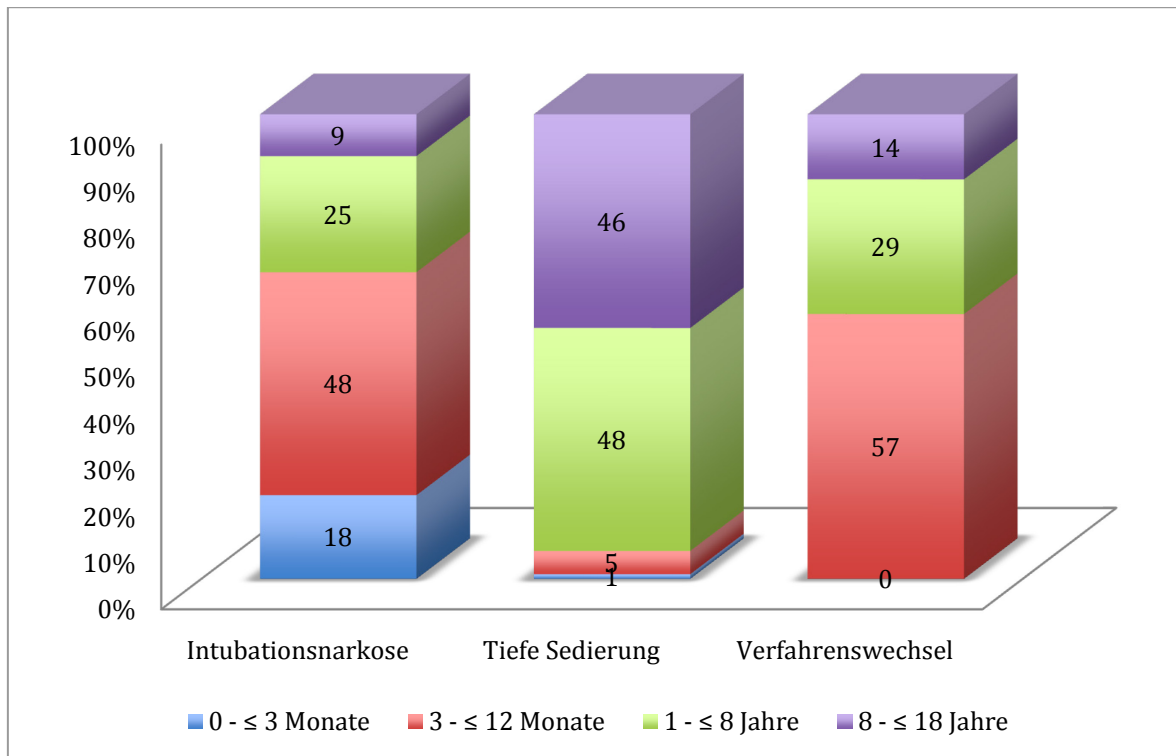


Diagramm 6: Anteile der einzelnen Altersgruppen an den Narkoseverfahren (in %, Intubationsnarkose: $n = 110$; tiefe Sedierung: $n = 250$; Verfahrenswechsel: $n = 7$)

3.3 Verfahrenswechsel

Insgesamt musste sieben Mal ein Verfahrenswechsel von tiefer Sedierung zu einer Intubationsnarkose durchgeführt werden.

Am häufigsten (4 von 7 Verfahrenswechsel insgesamt, 57%; siehe auch *Diagramm 6*) musste in der Gruppe der 3 Monate bis ≤ 1 Jahr alten Kinder das Narkoseverfahren gewechselt werden. In dieser Gruppe hat der Verfahrenswechsel mit 5% auch den höchsten Anteil an den verschiedenen Narkosearten im Vergleich zu den anderen Altersgruppen und die höchste Inzidenz: 18 Verfahren wurden in tiefer Sedierung

begonnen, bei vier von ihnen musste das Verfahren gewechselt werden, was einer Inzidenz von 22,2 % entspricht.

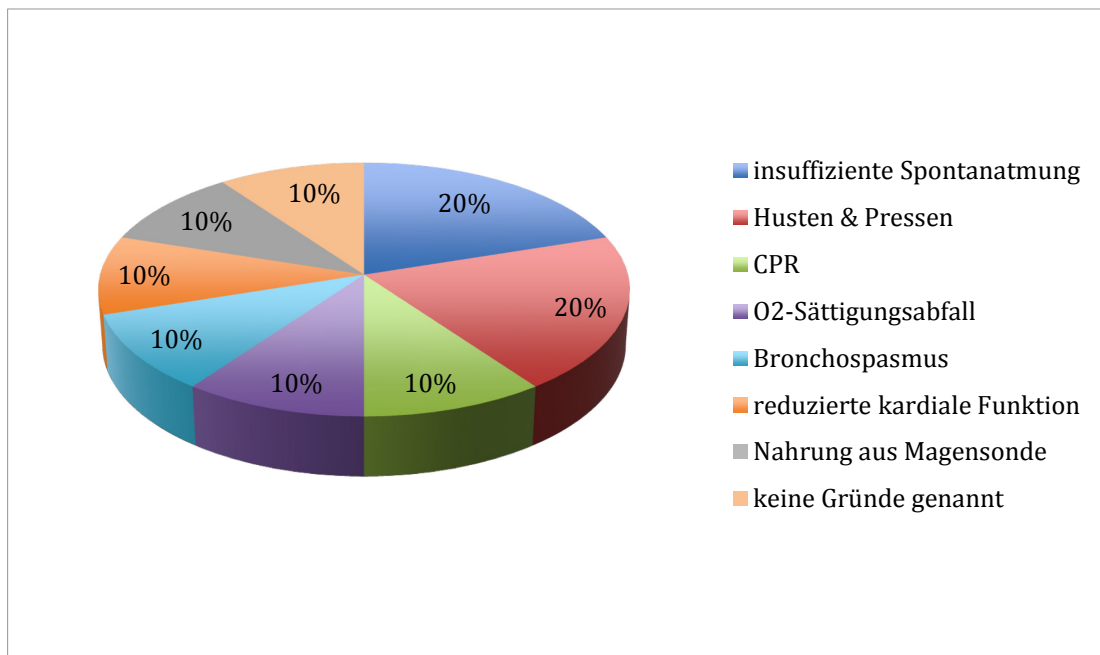


Diagramm 7: Gründe für einen Verfahrenswechsel lt. Narkoseprotokoll, Mehrfachnennungen möglich (in %, n = 7)

Am häufigsten war eine insuffiziente Spontanatmung sowie Husten und Pressen (jeweils 20% bzw. zweimal in absoluten Zahlen) der Grund für einen Verfahrenswechsel, nur einmal musste in den acht Jahren des Beobachtungszeitraumes eine kardiopulmonale Reanimation durchgeführt werden.

Die häufigsten Diagnosen, die bei einem Eingriff, bei dem ein Verfahrenswechsel zur Anwendung kam, genannt wurden waren VSD, ASD, TGA sowie CMP (jeweils 2).

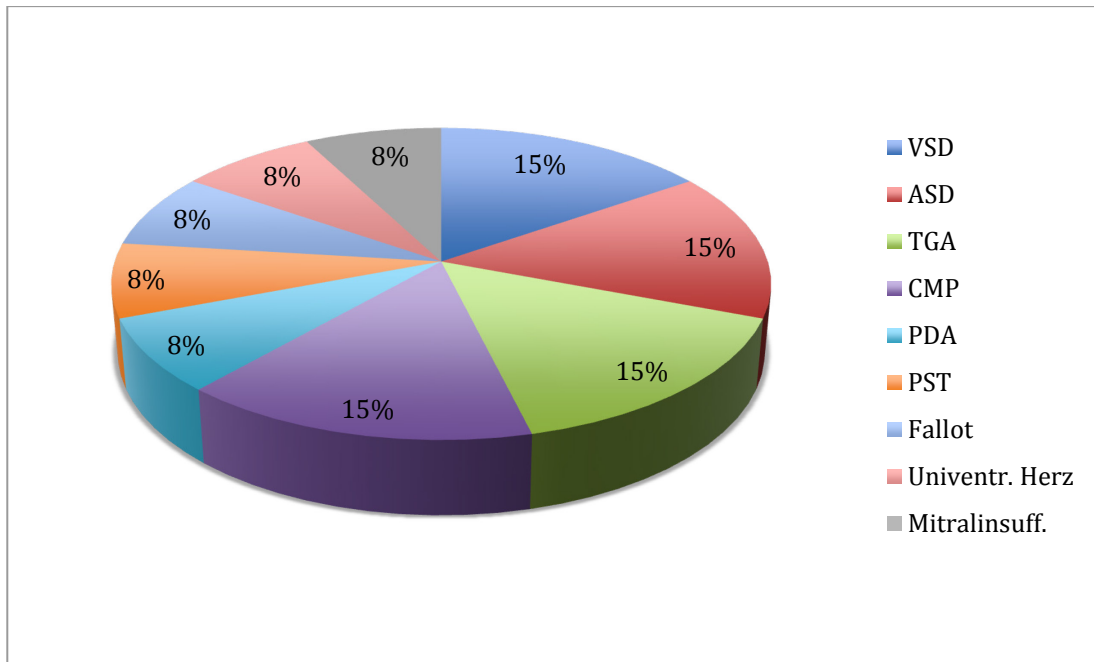


Diagramm 8: Anteile der Diagnosen beim Ereignis Verfahrenswechsel, Mehrfachnennungen möglich (in %, n = 7)

3.4 Dauer der Verfahren

Durch die aus den Protokollen erfassten Zeiten konnte ein Vergleich der Dauer der einzelnen Verfahren erstellt werden.

Die tiefen Sedierungen dauerten über alle Altersgruppen im Median 130 Minuten, die Intubationsnarkosen 150 und die Verfahrenswechsel 165 Minuten. Ersichtlich ist auch, dass die tiefen Sedierungen das Narkoseverfahren war, das die größte Variabilität bei der Dauer bietet – die kürzeste tiefe Sedierungen dauerte so nur 18 Minuten, die längste 305 Minuten.

Im Programm SPSS wurde der p – Wert für die statistische Signifikanz der Unterschiede zwischen den Gruppen mittels T-Test für unabhängige Stichproben ermittelt, dieser beträgt 0 ($p < 0,001$). Die Verfahrenswechsel konnten wiederum nicht einbezogen werden, da diese Gruppe zu klein ist. Die Unterschiede in der Dauer der Verfahren Intubationsnarkose und tiefe Sedierung sind somit signifikant.

Innerhalb der einzelnen Narkoseverfahren konnte im Vergleich der einzelnen Altersgruppen kein signifikanter Trend festgestellt werden.

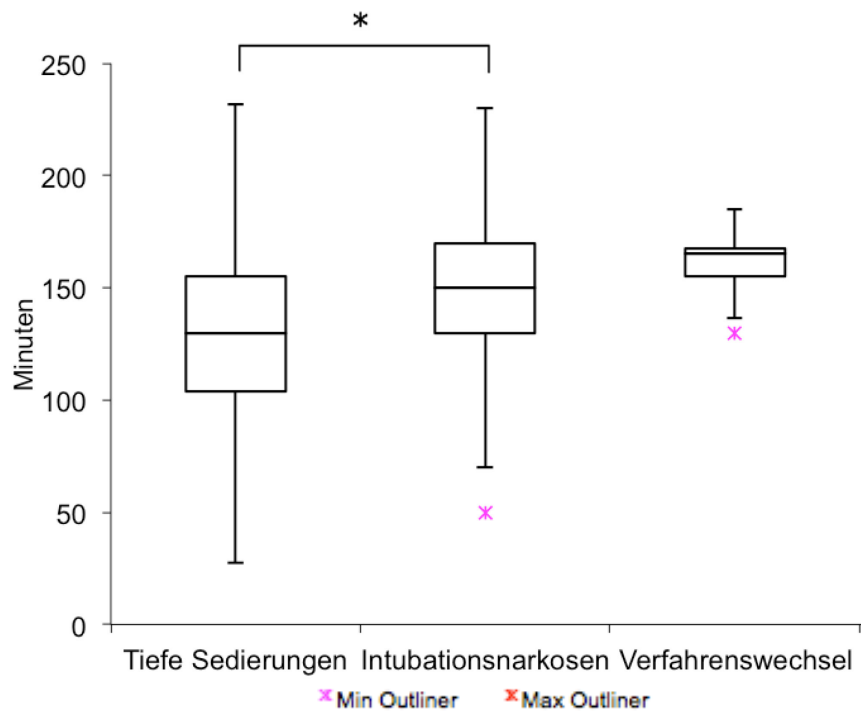


Diagramm 9: Vergleich der Dauer der verschiedenen Verfahren (Dauer in Minuten, tiefe Sedierungen: $n = 250$; Intubationsnarkosen: $n = 110$; Verfahrenswechsel: $n = 7$; * = Signifikanz, $p < 0,05$)

3.5 Dauer der Eingriffe

Auch die eigentliche Eingriffsdauer wurde erfasst. Es zeigt sich, dass die Eingriffe, bei denen Intubationsnarkosen angewandt wurden, signifikant länger dauerten als die, bei denen eine tiefe Sedierung zur Anwendung kam, nämlich im Median 100 Minuten. Der kürzeste Eingriff bei einer Intubationsnarkose dauerte 30, der längste 205 Minuten. Die Eingriffe, bei denen eine tiefe Sedierung verwendet wurde, dauerten im Median 90, der kürzeste Eingriff sieben, der längste 245 Minuten.

Mittels T – Test für unabhängige Stichproben wurde die Signifikanz im Unterschied der Eingriffsdauern berechnet, p war $< 0,05$ ($p = 0,02$).

Die Anzahl der Verfahrenswechsel war wieder zu gering um eine Signifikanz zu berechnen, im Median betrug die Eingriffszeit bei den Verfahrenswechseln 100 Minuten.

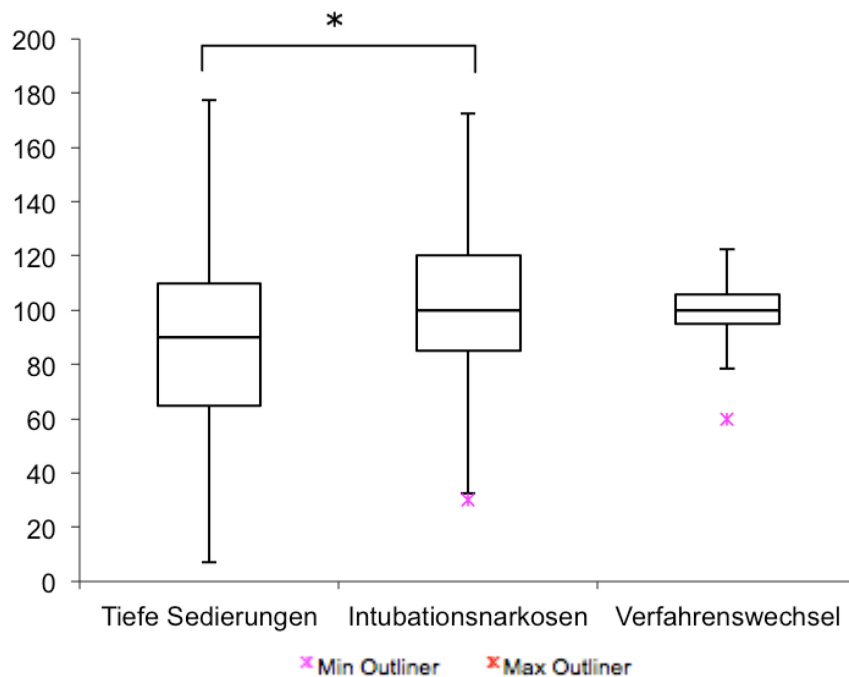


Diagramm 10: Eingriffsdauer bei den einzelnen Verfahren im Vergleich (Dauer in Minuten, tiefe Sedierungen: $n = 250$; Intubationsnarkosen: $n = 110$; Verfahrenswechsel: $n = 7$; * = Signifikanz, $p < 0,05$)

3.6 Sauerstoff-Sättigungswerte

Auch die geringsten mit einem Finger-Pulsoxymeter gemessenen Sauerstoffsättigungswerte wurden aus den Narkoseprotokollen erfasst.

Es zeigt sich, dass die medianen Sättigungswerte beim Ereignis Verfahrenswechsel am geringsten waren (87%). Bei den Intubationsnarkosen beträgt der Median 88%, bei den tiefen Sedierungen 96%.

Die geringsten gemessenen O_2 -Sättigungswerte betragen 60% bei den Verfahrenswechseln, 49% bei den Intubationsnarkosen und 59% bei den tiefen Sedierungen.

Auch beim Vergleich der Sättigungswerte konnte wieder mittels T-Test für unabhängige Stichproben ein p – Wert von 0 ($p < 0,001$) für die Unterschiede zwischen Intubationsnarkose und tiefer Sedierung ermittelt werden, die Gruppe Verfahrenswechsel war wiederum zu klein ($n = 7$).

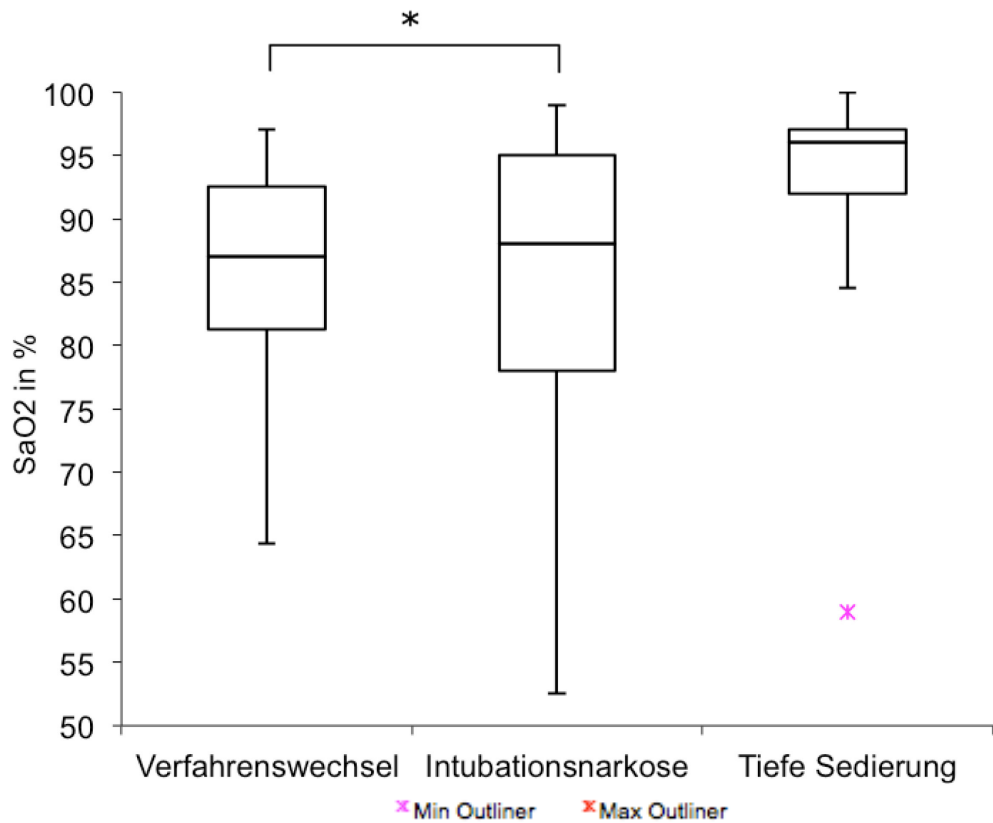


Diagramm 11: Minimale O₂-Sättigungswerte bei den einzelnen Verfahren im Vergleich
 (Sättigung in %, tiefe Sedierungen: n = 250; Intubationsnarkosen: n = 110;
 Verfahrenswechsel: n = 7; * = Signifikanz, p < 0,05)

3.7 Verteilung der ASA-Klassifikationen

Die Anteile der einzelnen Klassen der ASA-Klassifikation, die die PatientInnen je nach Vorerkrankungen und Status klassifizierte, werden in *Diagramm 12* dargestellt.

Der größte Anteil der PatientInnen, die eine Intubationsnarkose erhielten, nämlich 62%, wurden mit ASA 3 beurteilt, der größte Anteil der Kinder, die eine tiefe Sedierung erhielten, wurden präoperativ mit ASA 2 beurteilt (67%).

Auch der größte Anteil der PatientInnen, bei denen ein Verfahrenswechsel durchgeführt werden musste, wurde mit ASA 3 beurteilt, nämlich 57%.

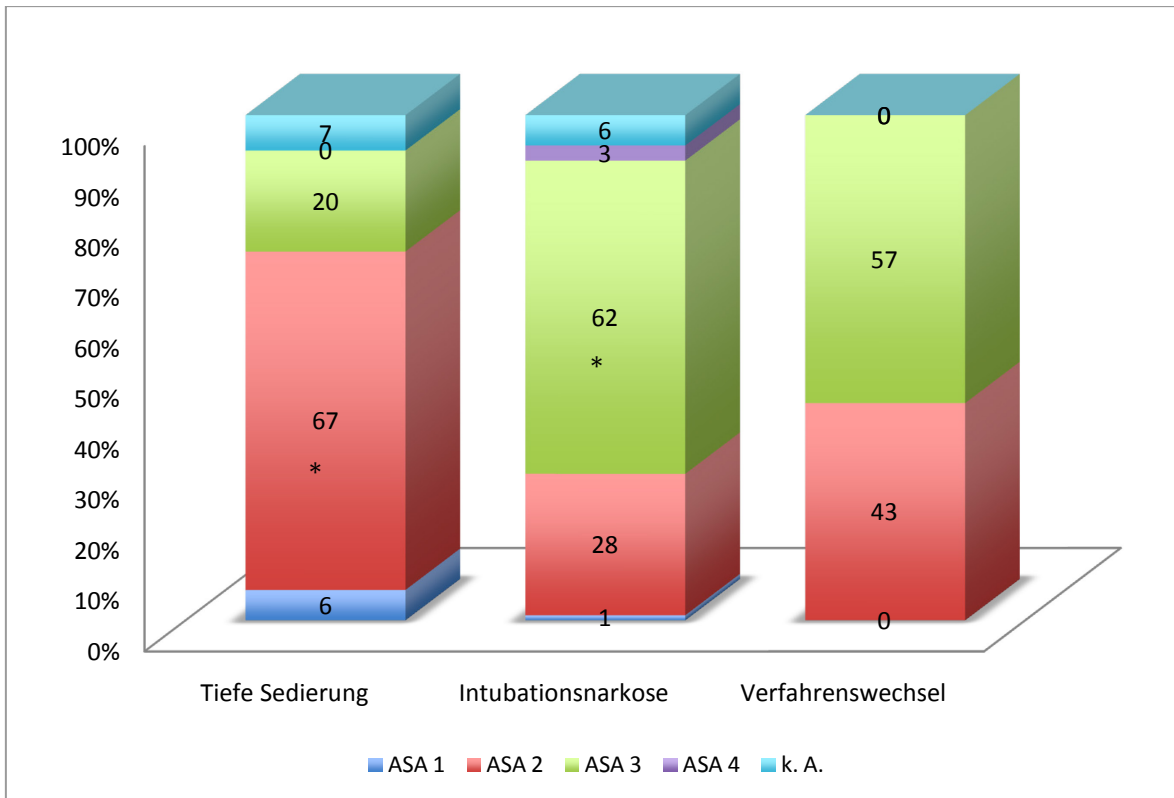


Diagramm 12: Anteile der ASA-Klassen an den Narkoseverfahren im Vergleich (in %, Tiefe Sedierung: n = 250; Intubationsnarkose: n = 110; Verfahrenswechsel: n = 7; * = signifikant höchster Anteil)

	Tiefe Sedierung	Intubation	Verfahrenswechsel
ASA 1	16	1	0
ASA 2	167	31	3
ASA 3	49	68	4
ASA 4	0	3	0
k. A.	18	7	0

Tabelle 11: ASA-Klassen der einzelnen Narkoseverfahren in absoluten Zahlen (n = 367)

Mittels Chi-Quadrat-Test konnte berechnet werden, dass der Anteil von PatientInnen mit ASA-Klasse 2 bei tiefen Sedierungen signifikant den höchsten Anteil hat, genau so wie

umgekehrt der Anteil an PatientInnen mit ASA 3 bei Intubationsnarkosen signifikant am höchsten war. Das p war immer $< 0,05$. Bei den Verfahrenswechseln konnte aufgrund der geringen Fallzahlen keine Signifikanz berechnet werden.

3.8 Die häufigsten Vitien

In den folgenden Tabellen werden die jeweils 15 häufigsten Vitien aus der Gesamtpopulation der vorliegenden Arbeit sowie der PatientInnen der einzelnen Narkoseverfahren dargestellt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in allen drei Tabellen nur die jeweils 15 häufigsten Vitien dargestellt.

Das mit Abstand häufigste Vitium aller PatientInnen des Studienzeitraumes war der Ventrikelseptumdefekt, der bei 15,9% (bzw. 87) der PatientInnen vorkam. 8,6% der PatientInnen (bzw. 47 Kinder) litten an einer Fallot'schen Tetralogie, die Pulmonalstenose und die Transposition der großen Arterien kamen jeweils bei 8,2% der PatientInnen vor.

Vitien	Häufigkeit
VSD	15,9 (87)
TFO	8,6 (47)
PST	8,2 (45)
TGA	8,2 (45)
ASD	8,0 (44)
Pulmonalatresie	4,6 (25)
AIST	4,2 (23)
Aortenstenose	3,8 (21)
AVSD	3,5 (19)
pulm. Hypertonus	3,1 (17)
PDA	2,6 (14)

Lungenvenenfehlmündung	2,2 (12)
PFO	2,0 (11)
Sinus-venosus-Defekt	1,8 (10)
univentrikuläres Herz	1,8 (10)

Tabelle 12: Überblick über die häufigsten Vitien insgesamt, Zahlen in % (absolute Zahlen in Klammern, Mehrfachnennungen möglich; n = 367)

Auch bei der Betrachtung der Diagnosen bei den verschiedenen Narkoseverfahren zeigt sich ein ähnliches Bild.

Vitien	Häufigkeit
VSD	16,5 (57)
TGA	9,9 (34)
TOF	8,1 (28)
PST	6,7 (23)
ASD	6,1 (21)
AST	4,9 (17)
AIST	4,3 (15)
Pulmonalatresie	4,3 (15)
Lungenvenenfehlmündung	2,9 (10)
pulm. Hypertonus	2,9 (10)
Conduit-Stenose	2,6 (9)
PDA	2,6 (9)
AI	2,3 (8)
Sinus-venosus-Defekt	2,0 (7)
AVSD	1,7 (6)

Tabelle 13: Überblick über die häufigsten Vitien bei den tiefen Sedierungen, Zahlen in % (absolute Zahlen in Klammern, Mehrfachnennungen möglich; n = 250)

Der Ventrikelseptumdefekt ist mit 16,5% (tiefe Sedierungen) bzw. 14,9% (Intubationsnarkosen) immer die häufigste Diagnose. In den folgenden vierzehn weiteren Vitien zeigen sich teilweise durchaus Unterschiede, so ist z.B. die TGA bei den PatientInnen mit tiefer Sedierung mit 9,9% vertreten während sie bei PatientInnen mit Intubationsnarkosen mit 5,4% einen weitaus geringeren Anteil hat.

Vitien	Häufigkeit
VSD	14,9 (30)
ASD	11,4 (23)
PST	10,9 (22)
TOF	9,4 (19)
AVSD	6,4 (13)
TGA	5,4 (11)
Pulmonalatresie	5,0 (10)
AIST	4,0 (8)
univentrikuläres Herz	4,0 (8)
pulm. Hypertonus	3,5 (7)
PFO	2,5 (5)
PDA	2,5 (5)
Aortenstenose	2,0 (4)
DiGeorge-Syndrom	1,5 (3)
DORV	1,5 (3)

Table 14: Überblick über die häufigsten Vitien bei den Intubationsnarkosen, Zahlen in %
(absolute Zahlen in Klammern, Mehrfachnennungen möglich; n = 110)

3.9 Medikamentenverbrauch in den einzelnen Altersgruppen

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war es, den Verbrauch von Narkosemedikamenten in den einzelnen Altersgruppen darzustellen.

Prämedikation:

Die Dosierung von Midazolam zur Prämedikation bei **Intubationsnarkosen** betrug im Median in der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate 0, in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate 0,57, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 0,61 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 0,54 mg/ kg KG. In der jüngsten Altersgruppe erhielten jedoch nur 8 von 22 PatientInnen (36%) eine Prämedikation. Die 3. Quartile betrug in diesem Fall 0,23, das Maximum 1,12 mg/ kg KG.

Mittels 1-faktorieller-Varianzanalyse konnten im Programm SPSS zwei signifikante Unterschiede in den Dosierungen gezeigt werden: Zwischen den Altersgruppen 0 - ≤ 3 Monaten und 3 - ≤ 12 Monaten ist $p = 0,019$, zwischen 0 - ≤ 3 Monaten und der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre ist $p = 0,036$. Im Vergleich der restlichen Altersgruppen untereinander war $p > 0,05$.

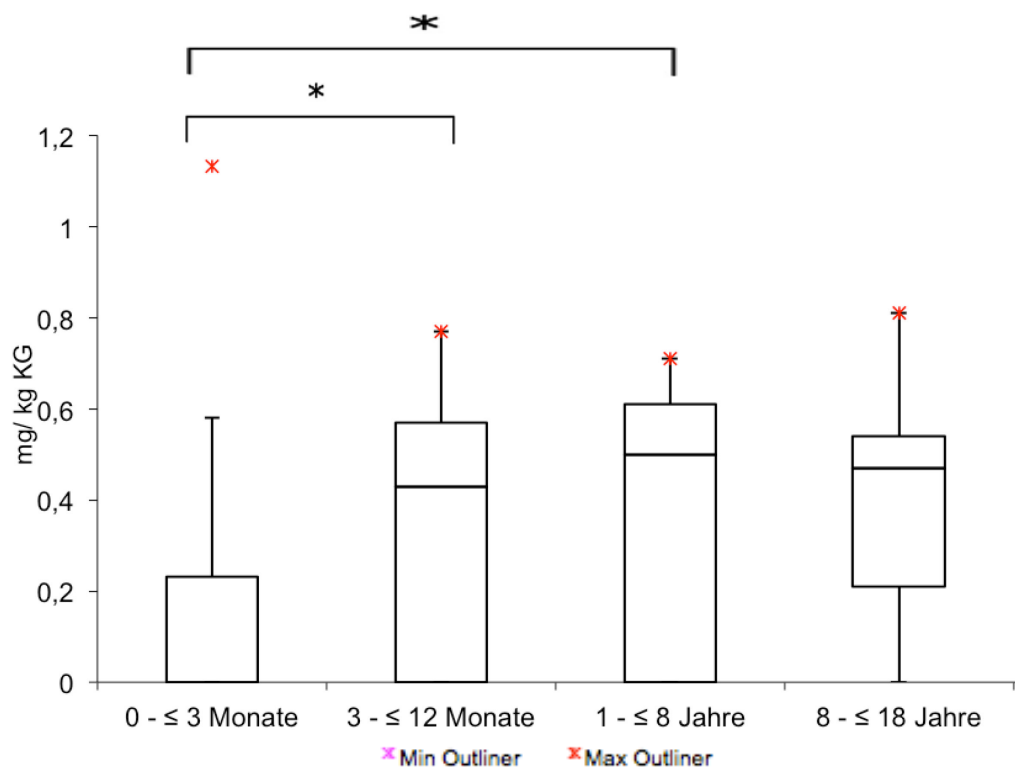


Diagramm 13: Dosierung Midazolam zur Prämedikation bei Intubationsnarkosen (0 - ≤ 3 Monate: $n = 22$; 3 - ≤ 12 Monate: $n = 52$; 1 - ≤ 8 Jahre: $n = 27$; 8 - ≤ 18 Jahre: $n = 9$; * = Signifikanz, $p < 0,05$)

Die Dosierung von Midazolam zur Prämedikation bei den **tiefen Sedierungen** betrug im Median in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate 0,5, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 0,56 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 0,15 mg/ kg KG. In der Jüngsten Altersgruppe wurde die tiefe Sedierung nur zweimal angewandt, in beiden Fällen wurde keine Prämedikation verwendet.

Mittels 1-faktorieller-Varianzanalyse konnte im Vergleich aller Altersgruppen untereinander kein signifikanter Unterschied ermittelt werden, in allen Altersgruppen war $p > 0,05$.

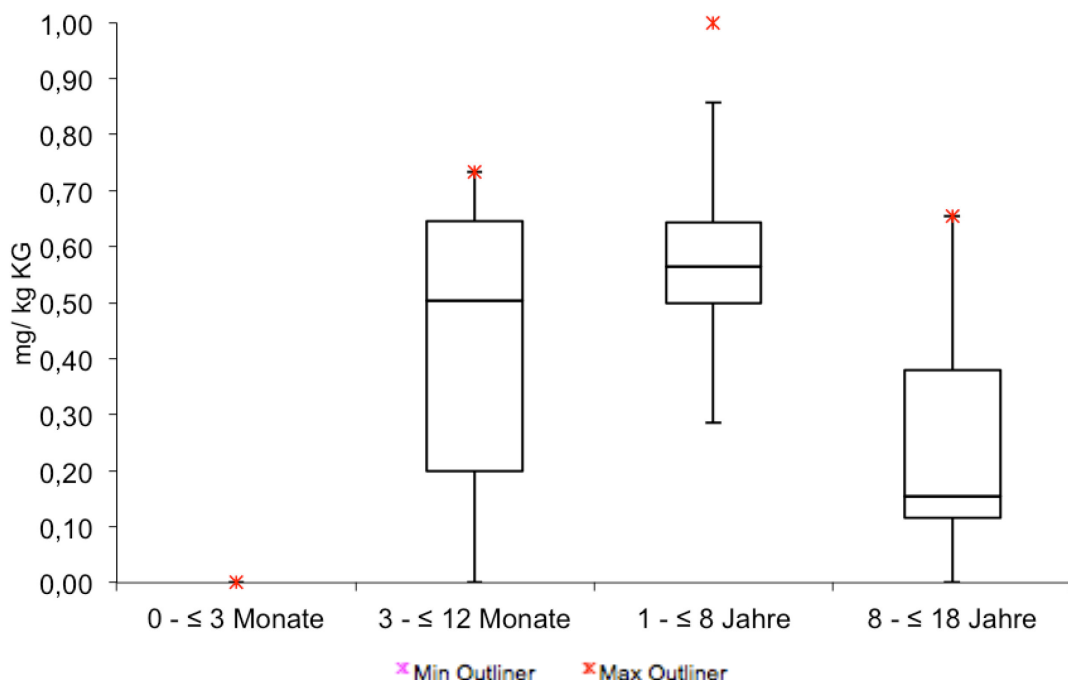


Diagramm 14: Dosierung Midazolam zur Prämedikation bei tiefer Sedierung (0 - ≤ 3 Monate: $n = 2$; 3 - ≤ 12 Monate: $n = 14$; 1 - ≤ 8 Jahre: $n = 119$; 8 - ≤ 18 Jahre: $n = 115$)

Narkose- bzw. Sedierungseinleitung:

Es wurde versucht darzustellen, ob ein Unterschied in der Dosierung von Propofol zur Einleitung einer **Intubationsnarkose** besteht, wenn Propofol alleine oder in Kombination mit S-Ketamin verwendet wird.

Da jedoch beinahe immer S-Ketamin in Kombination mit Propofol verabreicht wurde, konnte hier kein aussagekräftiger Vergleich durchgeführt werden. So wurde in der

Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate nur bei 1 von 22 Narkosen (4,5%) nur Propofol verabreicht, in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate nur bei 2 von 56 Narkosen (3,5%), in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre bei 6 von 29 (20%) und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre bei 2 von 10 (20%).

Im Median wurde Propofol mit einer Dosierung von 3,57 mg/ kg KG in der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate, 5,13 mg/ kg KG in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate, 3,52 mg/kg KG in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre und 2,86 mg/ kg KG in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre verwendet. Eine leichte Abnahme der verwendeten Dosis pro kg KG von der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate zur Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre konnte auch hier gezeigt werden.

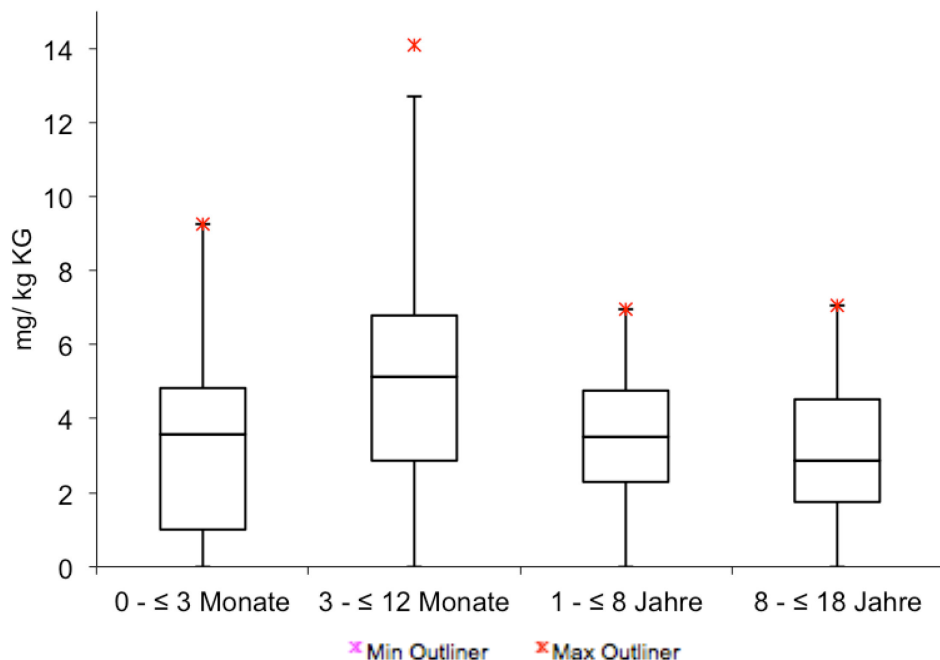


Diagramm 15: Dosierung Propofol zum Einleiten einer Intubationsnarkose (0 - ≤ 3 Monate: n = 22; 3 - ≤ 12 Monate: n = 52; 1 - ≤ 8 Jahre: n = 27; 8 - ≤ 18 Jahre: n = 9)

Durch eine 1-faktorielle-Varianzanalyse konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Altersgruppen ermittelt werden, hier war $p > 0,05$.

S-Ketamin wurde in insgesamt 7,8% der Fälle ohne Propofol zum Einleiten einer Intubationsnarkose verwendet (Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate: in 4 von 22 Narkosen, 4,5%; Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate: 8 von 56 Narkosen, 14%; Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre: 2 von

29 Narkosen, 6%; Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre: 1 von 10 Narkosen, 10%). Auch hier war die Anzahl zu gering um eine statistisch aussagekräftige Differenz in der Dosierung mit und ohne Propofol zu zeigen.

Die Dosierung von S-Ketamin zur Einleitung bei Intubationsnarkosen betrug im Median in der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate 1,04, in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate 1,09, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 0,94 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 0,78 mg/ kg KG.

Nur zwischen den Altersgruppen 3 - ≤ 12 Monaten und 1 - ≤ 8 Jahren konnte mittels 1-faktorieller-Varianzanalyse ein signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p = 0,04$).

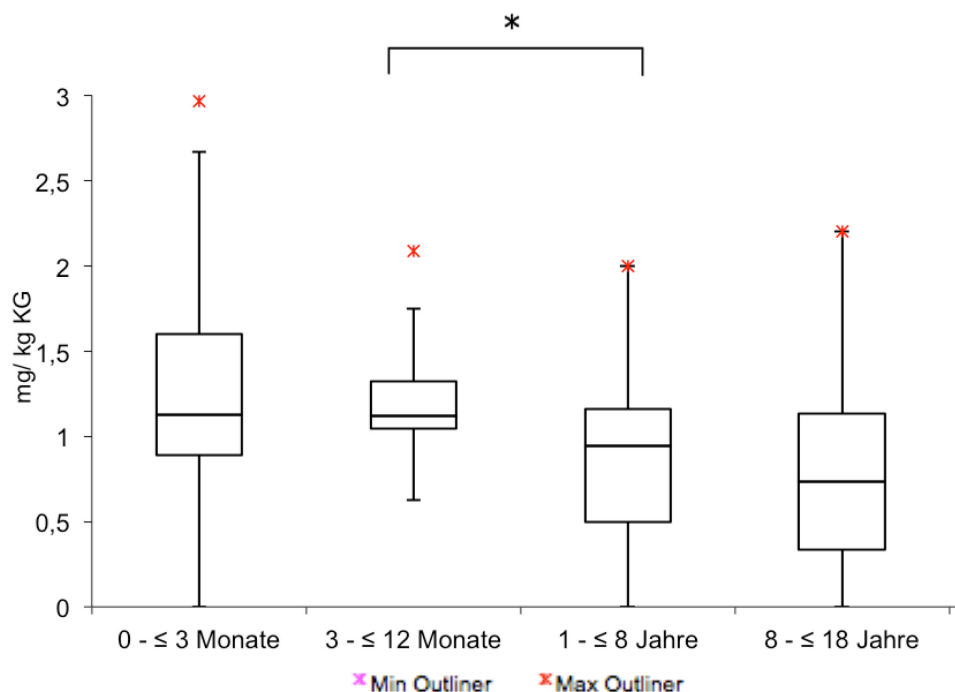


Diagramm 16: Dosierung S-Ketamin zur Einleitung einer Intubationsnarkose (0 - ≤ 3 Monate: $n = 22$; 3 - ≤ 12 Monate: $n = 52$; 1 - ≤ 8 Jahre: $n = 27$; 8 - ≤ 18 Jahre: $n = 9$; * = Signifikanz, $p < 0,05$)

Diagramm 17 zeigt die Unterschiede in der Dosierung von Propofol zum Einleiten einer tiefen Sedierung mit und ohne der zusätzlichen Verwendung von S-Ketamin.

So betrug die Dosierung von Propofol, wenn zusätzlich S-Ketamin verwendet wurde, in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate 1,93, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 1,43 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 0,9 mg/ kg KG.

Im Vergleich dazu wurden, wenn Propofol alleine zum Einleiten der tiefen Sedierung angewandt wurde, höhere Dosierungen verwendet. In der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate kamen 4,5, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 1,85 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 1,09 mg/ kg KG zur Anwendung.

Da in der jüngsten Altersgruppe die Sedierungen immer mit einer Kombination von S-Ketamin und Propofol eingeleitet wurden und n mit 2 sehr klein ist, wird auf die Darstellung in Diagramm 17 verzichtet.

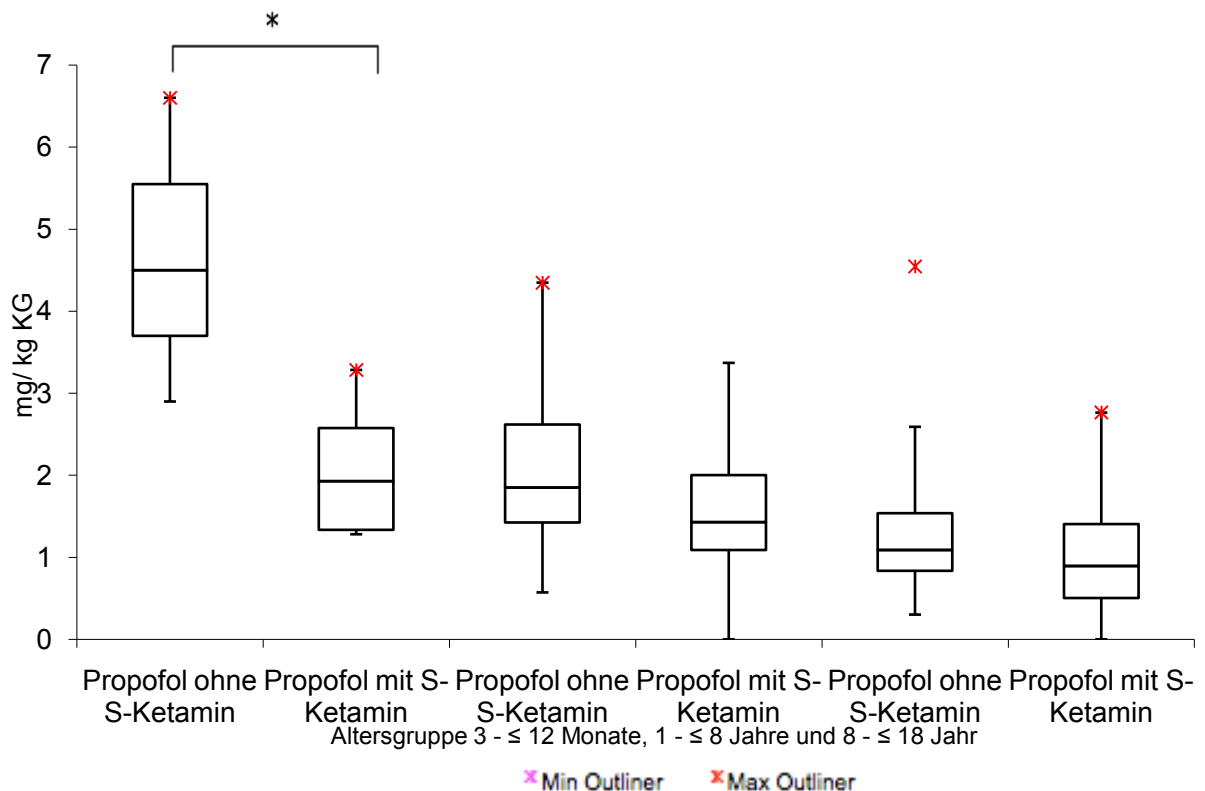


Diagramm 17: Vergleich der Propofoldosis zum Einleiten der tiefen Sedierung mit und ohne Kombination mit S-Ketamin (3 - ≤ 12 Monate: n = 14; 1 - ≤ 8 Jahre: n = 119; 8 - ≤ 18 Jahre: n = 11; * = Signifikanz, p < 0,05)

Mittels 1-faktorieller-Varianzanalyse konnte nur in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate ein signifikanter Unterschied in der Dosierung von Propofol mit und ohne S-Ketamin gezeigt werden (p = 0,002), im Vergleich in den restlichen Altersgruppen war p > 0,05.

Aufrechterhaltung:

Zur Aufrechterhaltung der **Intubationsnarkose** wurde Sevofluran verwendet, ein Unterschied in der MAC in Abhängigkeit vom Alter der PatientInnen konnte nicht festgestellt werden.

Bei der Aufrechterhaltung der **tiefen Sedierung** ergibt sich wie in Diagramm 18 ersichtlich ein ähnliches Bild wie in den Diagrammen 16 und 17 mit einer leichten Abnahme der Dosierungen von der Altersgruppe in Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monaten zur Altersgruppe der 8 - ≤ 18 jährigen.

Im Median betrug der Verbrauch von Propofol zur Aufrechterhaltung der tiefen Sedierung in der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate 0,05, in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate 0,1, in der Altersgruppe 1 - ≤ 8 Jahre 0,09 und in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre 0,09 mg/ kg KG/ Minute.

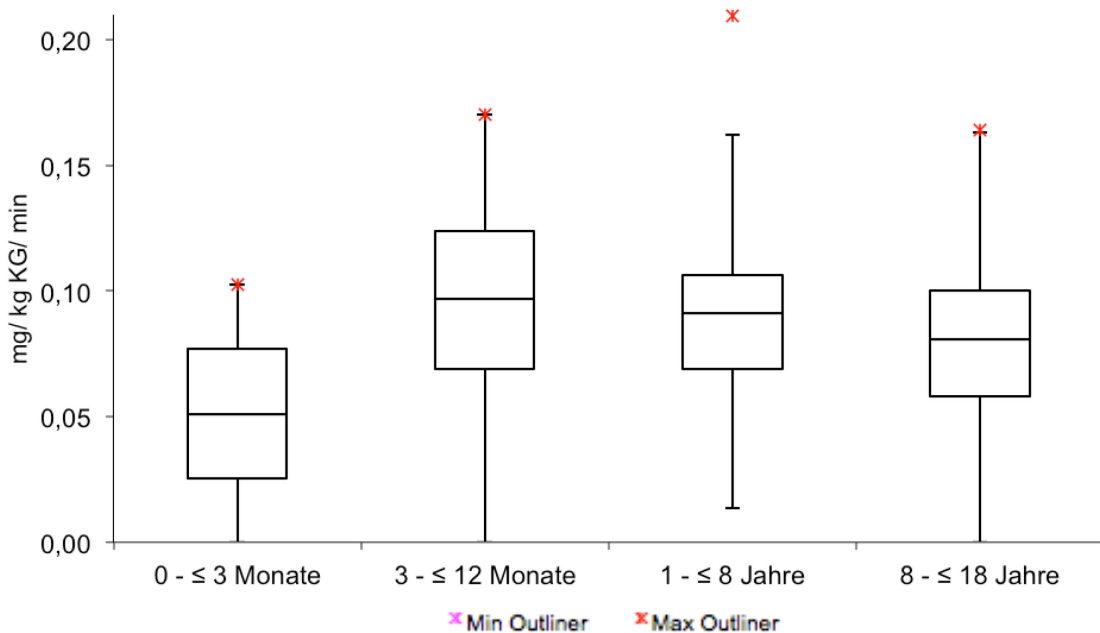


Diagramm 18: Dosierung Propofol zur Aufrechterhaltung der tiefen Sedierung (0 - ≤ 3 Monate: n = 2; 3 - ≤ 12 Monate: n = 14; 1 - ≤ 8 Jahre: n = 119; 8 - ≤ 18 Jahre: n = 115)

Mit einer 1-faktoriellen-Varianzanalyse wurde auch hier p berechnet, eine Signifikanz im Unterschied zwischen den Dosierungen konnte allerdings nicht gezeigt werden ($p > 0,05$).

Die Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monate war zu klein ($n = 2$) um in eine Berechnung miteingeschlossen zu werden.

4 Diskussion

4.1 Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit war die erste Arbeit, die sich mit der Verteilung der Narkoseverfahren im kindlichen Herzkatheterlabor, der Anzahl und Gründe für einen Verfahrenswechsel sowie dem Medikamentenverbrauch in den jeweiligen Altersgruppen beschäftigte und hatte zum Ziel, die Hypothesen, dass Intubationsnarkosen bei jüngeren PatientInnen häufiger vorkommen und dass jüngere PatientInnen höhere Dosierungen bei Narkosemitteln benötigen, zu bestätigen.

Es konnte gezeigt werden, dass in den jüngeren Altersgruppen tatsächlich die Intubationsnarkose überwiegt und dort mit einem Anteil von 92% (0 - ≤ 3 Monaten) bzw. 76% (3 Monate - ≤ 1 Jahr) das signifikant am meisten verwendete Narkoseverfahren ist. Das mediane Alter aller Intubationsnarkosen betrug 0,6 Jahre. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen dem Alter der Kinder, die sich einer Intubationsnarkose unterziehen mussten und denjenigen, die eine tiefe Sedierung erhielten ($p < 0,001$).

Gründe, warum auch in den beiden älteren Altersgruppen die Intubationsnarkose noch einen Anteil von 19% bzw. 8% hat, konnten alleine mit der Auswertung der Narkoseprotokolle nicht eindeutig identifiziert werden. Vermutlich waren in diesen Altersgruppen schwerere Vitien ein Grund, um eine Intubationsnarkose vorzunehmen. So kam bei 10 Intubationsnarkosen in der Altersgruppe 8 - ≤ 18 Jahre zweimal ein DORV vor, was einem relativ hohen Anteil von 20% entspricht. Zum Vergleich: von allen Vitien hatte der DORV einen Anteil von 1,2%.

In den beiden älteren Altersgruppe war die tiefe Sedierung das eindeutig am meisten verwendete Narkoseverfahren, mit 79% (1 - ≤ 8 Jahre) und 91% (8 - ≤ 18 Jahre) war sie dort das bevorzugte Verfahren und hatte in beiden Altersgruppen den signifikant höchsten Anteil an den Gesamtnarkosen. Das mediane Alter aller PatientInnen, die eine tiefe Sedierung erhielten, betrug 6,7 Jahre.

Die meisten Verfahrenswechsel kamen mit 5% in der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate vor, insgesamt hatte diese Altersgruppe einen Anteil von 57% an der Gesamtanzahl der Verfahrenswechsel. Insgesamt 18 PatientInnen erhielten in dieser Altersgruppe am Anfang des Eingriffs eine tiefe Sedierung, bei vier von ihnen musste aufgrund von Komplikationen ein Verfahrenswechsel durchgeführt werden, was einer Inzidenz von 22,2% entspricht.

60% aller Verfahrenswechsel in dieser Arbeit haben pulmonale und respiratorische Ursachen. Gründe dafür könnten oft latente respiratorische Infekte sein, zusätzlich haben Kinder unter einem Jahr generell aufgrund ihrer Physiologie (geringere FRC, erhöhter Sauerstoffverbrauch) ein erhöhtes Risiko für pulmonale Komplikationen.

Zusätzlich könnte eine zu optimistische Einschätzung des PatientInnenzustandes der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate vor Beginn des Eingriffes für den hohen Anteil an Verfahrenswechseln in dieser Altersgruppe verantwortlich sein, während die Kinder der jüngsten Altersgruppe, bei denen kein einziger Verfahrenswechsel stattfinden musste, eventuell im Vergleich dazu sehr vorsichtig beurteilt wurden.

57% der PatientInnen, bei denen ein Verfahrenswechsel notwendig war, wurde mit ASA 3 beurteilt, 43% mit ASA 2. Das zeigt, dass hier die ASA-Klassifikation nicht genügend Aussagekraft bietet.

Eine bestimmte Vitie, die mit einem besonders hohen Anteil an den Verfahrenswechseln vorkam, konnte nicht gefunden werden.

Die Hypothese, dass jüngere PatientInnen mehr Narkosemittel benötigen, konnte nur bedingt bestätigt werden.

Bei der Dosierung von Propofol zur Einleitung einer tiefen Sedierung konnte sowohl mit als auch ohne Kombination mit S-Ketamin gezeigt werden, dass die Dosierung mit zunehmendem Alter konstant sinkt. So sinkt die Dosierung pro kg KG von 4,5 mg in der zweitjüngsten Gruppe auf 1,09 in der ältesten (ohne S-Ketamin) bzw. mit S-Ketamin von 1,93 auf 0,9 mg/ kg KG, ein signifikanter Unterschied besteht jedoch nur in der zweitjüngsten Altersgruppe ($p = 0,002$).

Auch bei der Dosierung von S-Ketamin zur Einleitung einer Intubationsnarkose konnte nur zwischen der Altersgruppe 3 - ≤ 12 Monate und 1 - ≤ 8 Jahre ein signifikanter Unterschied in der Dosierung gezeigt werden.

Dass sowohl bei der Prämedikation als auch bei der Einleitung und der Aufrechterhaltung der tiefen Sedierung mit Propofol die kleinste Altersgruppe den geringsten Verbrauch an Narkosemitteln zeigt, liegt an der veränderten Pharmakokinetik von Säuglingen. Wie bereits in der Einleitung dieser Arbeit beschrieben, haben viele Medikamente eine längere Plasmahalbwertszeit und damit einen verlängerten Effekt bei Neugeborenen. Der Grund dafür ist die geringere glomeruläre Filtrationsrate, der höhere Anteil an Extrazellulärflüssigkeit, eine niedrigere Proteinbindung der Wirkstoffe sowie eine geringere Aktivität des Lebermetabolismus.

Ein signifikanter Unterschied bei den zur Prämedikation verwendeten Dosierungen von Midazolam konnte jedoch nur zwischen der jüngsten und der zweitjüngsten bzw. der drittjüngsten Altersgruppe bei den Intubationsnarkosen gezeigt werden.

Weiters konnte gezeigt werden, dass signifikante Unterschiede in der Dauer der Verfahren Intubationsnarkose und tiefer Sedierung, der Dauer der Eingriffe, bei denen eine Intubationsnarkose oder tiefe Sedierung verwendet wurde sowie bei den minimalen Sauerstoffsättigungen bestehen.

So dauerte eine Intubationsnarkose im Median 150 Minuten und eine tiefe Sedierung 130 Minuten im Median ($p < 0,001$). Eingriffe, bei denen eine Intubationsnarkose verwendet wurde, dauerten im Median 100 Minuten während Eingriffe, bei denen eine tiefe Sedierung angewandt wurde, 90 Minuten dauerten ($p = 0,02$).

Auch bei den minimalen Sauerstoffsättigungen bestand ein signifikanter Unterschied, diese beträgt im Median bei den Intubationsnarkosen 49% und bei den tiefen Sedierungen 59%, auch hier ist $p < 0,001$.

4.2 Vergleich mit anderen Publikationen

4.2.1 Ablauf

Sowohl in einer Arbeit von Vittinghoff⁴⁹ und einer von Bein et al.¹⁷ wird betont, dass Kinder mit angeborenen Herzfehlern für AnästhesistInnen sehr anspruchsvolle PatientInnen sind und profundes Wissen sowohl über die zugrunde liegenden Erkrankungen und deren pathophysiologischer Folgen als auch über die Pharmakologie der verwendeten Medikamente verlangen. Auch die Wichtigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen AnästhesistInnen und KinderkardiologInnen wird hervorgehoben.

4.2.2 Medikamente

Eine Review von van Beek und Leroy⁷⁴ aus dem Jahr 2011 verglich systematisch verschiedene medikamentöse Regime zur tiefen Sedierung bei Kindern, die sich einer gastro-intestinalen Endoskopie unterziehen. Auch in dieser Studie wurde bemängelt, dass es nur sehr wenige randomisiert-kontrollierte Studien gibt, die die verschiedenen Sedierungsmöglichkeiten vergleichen und forderten hier weitere Studien.

Von sechs verschiedenen Kategorien von Medikamenten zur Sedierung (Propofol, Opioid + Benzodiazepine, S-Ketamin, Sevofluran, Midazolam und Prämedikation) zeichnete sich in dieser Review die mit Propofol als die sicherste und effektivste aus. Durch die Zugabe von Fentanyl, S-Ketamin oder Midazolam können zusätzlich positive Effekte in der Effektivität der Sedierung bei gleichzeitig ähnlich niedrigen Raten von Zwischenfällen („mild respiratory events“) erzielt werden.

Diese Ergebnisse können sicher durchaus auf die Sedierung bei diagnostischen Herzkatheteruntersuchungen bei Kindern umgelegt werden, in Graz wird zur tiefen Sedierung ebenfalls Propofol in Kombination mit zusätzlichen Medikamenten (Opioiden, Midazolam, S-Ketamin) verwendet.

Eine Studie zu Sedierungen bei Endoskopien der Atemwege bei Kindern kam zum Schluss, dass auch für die Bedürfnisse der Sedierung bei Atemwegsendskopen Propofol sehr gut geeignet ist. Es eigne sich aufgrund seiner sehr guten Steuerbarkeit, dem raschen Aufwachen und seiner antiemetischen Wirkung. Schwere Komplikationen und Tod seien eher bei langer Anwendung, z.B. bei einer länger andauernden Sedierung auf Intensivstationen zu befürchten.⁷⁵

Ob Propofol zur Sedierung bei Neugeborenen sicher angewandt werden kann, kann laut einer Review von Shah et al.⁷⁶ aufgrund bisher fehlenden Studien hoher Evidenzklasse dazu nicht gesagt werden und verlangen hier randomisiert-kontrollierte Studien, um mehr über Sicherheit und Effizienz sagen zu können.

Ein Thema, zu dem interessanterweise mehr Literatur existiert, ist das der Prämedikation. Die Wichtigkeit einer adäquaten Prämedikation bei Kindern wurde in vielen Studien aufgezeigt. So sind mit einer mangelnden oder fehlenden Prämedikation vermehrt postoperative Schmerzen, ein erhöhter Schmerzmittelverbrauch und sogar Schlafprobleme assoziiert.⁷⁷ Wolf AR⁷⁸ bezeichnet die Prämedikation als „nobles Prinzip“ um den psychologischen Schaden durch Anästhesie und Chirurgie zu reduzieren. Laut dem Ablaufprotokoll für die Anästhesie im kindlichen Herzkatheterlabor ist bei allen PatientInnen eine Prämedikation vorgesehen.

Midazolam hat als Medikament der Prämedikation eine sehr dominante Stellung, auch in Graz ist es das Standard-Medikament für die Prämedikation. Lönnqvist und Habre⁷⁹ forderten bereits 2005 in einem Editorial vermehrt Studien hoher und guter Evidenzklassen zu Alternativen. In einem anderen Artikel behaupten sie weiters, dass es durchaus bessere Alternativen zu Midazolam gäbe und der einzige Vorteil von Midazolam der sehr rasche Wirkungseintritt bei allen Verabreichungsformen sei.⁷⁸

An der Klinik für Anästhesiologie und Operativer Intensivmedizin am Universitätsklinikum Kiel wird, wie in dem bereits mehrmals zitierten Artikel von Bein et al. betont wird, Midazolam als Standardprämedikation verwendet, die Dosierung ist ebenfalls wie in Graz

bei 0,1 – 0,2 mg/ kg KG bei intravenöser Applikation und rektal bei 0,4 – 0,5 mg/ kg KG angesetzt.¹⁷

Eine erfolgreiche Prämedikation kann beispielsweise durchaus auch unkonventionell aussehen – so zeigte eine Studie von Vagnoli et al.⁸⁰, die präoperative Angst in drei Gruppen verglich (eine Gruppe wurde von zwei Clowns betreut, eine konventionell mit 0,5 mg/ kg KG Midazolam oral prämediziert sowie eine dritte Kontrollgruppe, die nur von den Eltern betreut wurde), dass die Clown-Gruppe signifikant weniger Angst verspürte (bewertet durch die „Modified Yale preoperative Anxiety Scale“).

Eine Metaanalyse von Dahmani et al.⁸¹ aus dem Jahr 2009, die 10 Studien über die Vorteile von Clonidin und Benzodiazepinen (Midazolam und Diazepam) zur Prämedikation verglich, kam zum Ergebnis, dass Clonidin mit einer Dosierung von 2 – 5 µg/ kg KG Midazolam in mehreren Punkten überlegen war: So konnte Clonidin zufrieden stellender sedieren, verringerte Erregungszustände beim Einleiten, brachte eine bessere postoperative Analgesie und reduzierte die Fälle von PONV deutlich. Midazolam wurde in diesen Studien mit einer Dosierung von 0,5 mg/ kg KG dosiert, Diazepam mit 0,2 – 0,4 mg/ kg KG.

Ob und mit welcher Dosierung Clonidin bei den dieser Arbeit zugrundeliegenden Narkosen verwendet worden war, wurde nicht mitausgewertet, auch Studien zur Verwendung von Clonidin im Herzkatheterlabor bei Kindern konnten nicht gefunden werden.

Clonidin wird im Herzkatheterlabor nur mit großer Vorsicht verwendet, da es zu Bradykardien führen kann. Weitere Forschung auf diesem Gebiet ist jedoch sicher notwendig.

Eine Arbeit von Bein et al.¹⁷ betont hingegen aber auch, dass es keine Studien gibt, die die Bevorzugung eines Regimes oder eines Wirkstoffes nahe legen und rechtfertigen würden.

Dieselbe Studie von Bein et al.¹⁷ zeigte, dass in den meisten Zentren die Prämedikation erst ab einem Alter von einem Jahr durchgeführt wird, was auf die Herzkatheteruntersuchungen in Graz nicht zutrifft. Wie in unserer Arbeit gezeigt werden konnte, wird die Prämedikation mit Midazolam mit einer Dosierung von 0,28 mg/ kg KG

im Median (1,13 mg/ kg KG Maximum, 0,03 mg/kg KG Minimum) bei keinem Vorliegen von Kontraindikationen auch bei Kindern unter diesem Alter durchgeführt. Bei Säuglingen unter 3 kg und entsprechenden Kontraindikationen (z.B. ehemaliges Frühgeborenes mit Apnoeigung) wird auf eine Prämedikation verzichtet. Das jüngste Kind im Zeitraum von 2004 bis 2011 war nur einen Tag alt und erhielt keine Prämedikation.

Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass Kinder ab einem Gewicht von 30 kg in den meisten Fällen eine Tablette Midazolam mit 7,5 mg erhielten, diese Dosis wurde nicht an das Gewicht angepasst was auch den Abfall der Dosierung von Midazolam zur Prämedikation bei einer tiefen Sedierung auf 0,15 mg/ kg KG in der ältesten Altersgruppe (von 0,56 mg/ kg KG in der zweitältesten) erklären könnte.

Eine genauere Auswertung bei denen die PatientInnen in Gruppen nach ihrem Gewicht eingeteilt werden könnten, sollte zur genaueren Berechnung der Dosierung angestrebt werden.

Gerade bei Kindern mit Herzfehlern ist eine ausreichende Prämedikation wichtig: Angst, Stress und Unruhe führen über die Ausschüttung von Adrenalin zu einer erhöhten Stoffwechsel- und Kreislaufaktivität was wiederum den Sauerstoffbedarf erhöht. Das kann bei zyanotischen Vitien zu zyanotischen Zuständen führen.

4.2.3 Narkoseverfahren

Leider konnten trotz intensivster Recherche keine Arbeiten und Studien in den bekannten Literatursuchmaschinen (Pubmed, Google Scholar, Cochrane Library) gefunden werden, die tiefe Sedierung und Intubationsnarkose oder die verschiedenen medikamentösen Regime und Möglichkeiten bei diagnostischen Herzkathetern an Kindern der verschiedenen Altersklassen mit hoher Evidenzklasse vergleichen und bewerten und die so einen Vergleich mit den in dieser Arbeit erlangten Ergebnissen ermöglichen würden.

Eine aktuelle Arbeit von Velik-Salchner et al.¹⁶ aus dem Jahr 2006 betonte, dass Herzkatheteruntersuchungen bei Kindern auch bereits unter einem Alter von einem Jahr in Analgosedierung möglich sind, wie auch in der vorliegenden Studie gezeigt wird. Deren

Anteil ist jedoch mit 8% in der Altersgruppe 0 - ≤ 3 Monaten und 19% in der Altersgruppe von 3 Monaten - ≤ 1 Jahr relativ gering.

Auch aktuelle Studien zum Anteil von tiefer Sedierung und Intubationsnarkose an den Gesamtzahlen von diagnostischen Herzkatheteruntersuchungen und deren Verteilung in den einzelnen Altersgruppen konnten nicht gefunden werden.

Der relativ alte Leistungsbericht von 30 kinder-kardiologischen Herzkatheterlaboren in Deutschland aus dem Jahr 1998 zeigt, dass bei insgesamt 6720 Herzkatheteruntersuchungen an Kindern ca. 2/3 (68,6%) in Sedierung (wobei keine Angabe über die Tiefe der Sedierung zu entnehmen war) und ca. 1/3 (29,9%) in Intubationsnarkose durchgeführt wurden.^{17,82}

In Graz sieht die Verteilung nahezu ident aus, über alle Altersgruppen erhielten 67% der PatientInnen eine tiefe Sedierung.

Akin et al.⁵⁷ behaupteten in einer Studie aus dem Jahr 2005, dass es kein ideales Anästhesieverfahren für Kinder gibt, die sich einer Herzkatheteruntersuchung unterziehen. Sie definierten die Ziele der Anästhesie jedoch mit Analgesie, Sedierung und Immobilität bei gleichzeitig minimaler Beeinflussung von Atemantrieb und Herzfunktion. Diese Ziele werden damit ähnlich definiert wie in einer Arbeit von Vittinghoff.⁴⁹

Bein et al.¹⁷ betonen auch, dass die Allgemeinanästhesie durch den verlässlich gesicherten Atemweg, eine im Vergleich zur Sedierung bessere Steuerbarkeit und eine bessere Immobilisation Vorteile zur Sedierung bietet. Vor allem bei interventionellen Eingriffen sei die Intubationsnarkose „das Verfahren der Wahl.“

Auch in Graz zeigte sich, dass vor allem bei jüngeren PatientInnen, die allgemein ein schwierigeres anästhesiologisches PatientInnengut darstellen, eher eine Intubationsnarkose durchgeführt wurde und der Anteil der Kinder unter einem Jahr an den gesamten Intubationsnarkosen mit 66% insgesamt sehr hoch war.

Eine aktuelle Review von Ashley et al.⁸³ aus dem Jahr 2009, die Sedierung und Narkose bei zahnärztlichen Eingriffen bei Kindern vergleichen wollte, konnte keine einzige Studie, die die Kriterien für diese Review erfüllte, identifizieren und forderte auch in diesem

Gebiet weitere Studien, um intra- und postoperative Morbidität, Effektivität und Kosten von Sedierung und Vollnarkose bei Kindern unter 18 Jahren vergleichen zu können.

4.3 Limitationen und Einschränkungen

Da die vorliegende Studie retrospektiv durchgeführt wurde ist die EBM - Evidenzklasse niedriger als bei prospektiven, randomisierten Studien (Klasse Ia [Evidenz durch Meta-Analysen von mehreren randomisierten, kontrollierten Studien]) vs Klasse III: [Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht-experimenteller deskriptiver Studien]).

Die Sammlung, Eingabe und Auswertung der Daten wurde mit größtmöglicher Genauigkeit und Sorgfalt durchgeführt, nach Fertigstellung der Datenbank sind alle Daten und Informationen zu jedem Kind auf ihre Plausibilität und Richtigkeit überprüft worden. Fehler, die durch fehlerhaftes Ablesen oder Tippfehler entstehen, können jedoch niemals zur Gänze ausgeschlossen werden.

Kritisch angemerkt werden muss, dass Protokolle von 135 potenziell einschließbaren Kindern fehlten, auf 9 Protokollen nicht ersichtlich war ob eine Intervention durchgeführt worden war oder nicht und auf 6 Protokollen die Daten so unvollständig waren, dass sie nicht verwendet oder zugeordnet werden konnten, was einem Anteil von nicht verwendbaren Protokollen von 29% im schlechtesten Fall (alle Protokolle wären verwendbar gewesen) entsprechen würde. Eine Verbesserung der Dokumentation, zum Beispiel durch eine digitale Protokollführung, sollte angedacht und umgesetzt werden.

Ein weiterer limitierender Faktor: Wie in allen Protokollen, die von medizinischem Personal über PatientInnen geführt werden, können auch in den Narkoseprotokollen eingetragene Daten durch Fehleinschätzungen oder Missklassifikationen verzerrt und falsch eingetragen sein. Dieser Faktor kann auch durch sorgfältiges Ablesen nicht verhindert werden.

4.4 Conclusio

Die Hypothese, dass jüngere Kinder bei diagnostischen Herzkatheteruntersuchungen öfter eine Intubationsnarkose erhalten, konnte bestätigt werden. In der deskriptiven Statistik sind die Anteile der einzelnen Narkoseverfahren an den Altersgruppen und die Zunahme des Anteils der tiefen Sedierungen von den jüngeren zu den älteren Altersgruppen sichtbar. Es besteht ein signifikanter Unterschied im Alter der Kinder, die eine Intubationsnarkose und denjenigen, die eine tiefe Sedierungen erhalten haben.

Die Frage, ob es Entscheidungskriterien gibt, die zeigen, welches Narkoseverfahren zur Anwendung kommen sollte, konnte ebenfalls beantwortet werden. So konnte gezeigt werden, dass PatientInnen

- mit Eingriffen, die erfahrungsgemäß länger dauern,
- aus den jüngeren Altersgruppen und
- mit schwereren Erkrankungen (höhere ASA – Klasse, stärkere Sättigungsabfälle während des Eingriffes)

häufiger intubiert wurden. So wird laut erfahrenen AnästhesistInnen bei Eingriffen ab ungefähr 120 Minuten meistens eine Intubationsnarkose bevorzugt, was auch durch die Zahlen in dieser Arbeit gezeigt werden konnte. Die mediane Eingriffsdauer bei der Intubationsnarkose betrug hier 100 Minuten. Geplante Eingriffsdauer, Alter sowie ASA – Klasse und Sauerstoffsättigungswerte sind in Kombination sicher gute Hinweise, welches Narkoseverfahren angewandt werden könnte, prospektive Studien mit größeren Fallzahlen sind hier aber sicher noch notwendig, um die zuverlässigsten Faktoren in den einzelnen Altersgruppen herauszufinden.

Auch die Hypothese, dass bei jüngeren Kindern öfter ein Verfahrenswechsel notwendig ist, konnte bestätigt werden. Die Altersgruppe mit den häufigsten Verfahrenswechseln von tiefer Sedierung auf Intubationsnarkose war die zweitjüngste, in dieser Altersgruppe kamen Komplikationen, die einen Verfahrenswechsel notwendig machten, mit einer Inzidenz von 22,2% vor, was einem extrem hohen Wert für Komplikationen entspricht. Diese PatientInnen wurden in 43% präoperativ mit ASA 2 klassifiziert, was zeigt, dass die

ASA – Klassifikation alleine in dieser Altersgruppe nicht genügend prädiktive Aussagekraft besitzt.

Der wahrscheinlichste Grund dafür ist eventuell eine erhöhte Vorsicht bei der jüngeren Altersgruppe während bei den schon älteren Kindern möglicherweise der Gesundheitszustand tendenziell besser eingeschätzt werden kann. Latente respiratorische Infekte könnten gerade in dieser Altersgruppe die Häufigkeit von respiratorischen Komplikationen (60% der Komplikationen) erklären.

Im Sinne der PatientInnensicherheit ist sicherlich zu überlegen, ob Kinder unter dem Alter von einem Jahr nicht besser generell eine Intubationsnarkose erhalten sollten, weitere umfassendere Arbeiten zu diesem Thema mit größeren Fallzahlen sind jedoch sicherlich notwendig, da die für diese Arbeit einschließbare PatientInnengruppe mit sieben Kindern relativ klein war.

Die Hypothese, dass jüngere Kinder am meisten Narkosemittel benötigen, konnte jedoch nur bedingt bestätigt werden. Nur in einzelnen Ausnahmefällen konnte gezeigt werden, dass signifikante Unterschiede in der Dosierung bestanden und die jüngeren Kinder tatsächlich signifikant mehr Narkosemedikamente bekamen. Nur bei der Dosierung von folgenden Medikamenten konnte eine statistische Signifikanz gezeigt werden:

- Midazolam zur Prämedikation bei einer Intubationsnarkose (zwischen den Altersgruppen 0 - ≤ 3 Monaten und 3 - ≤ 12 Monaten bzw. 1 - ≤ 8 Jahren)
- S-Ketamin zur Einleitung einer Intubationsnarkose zwischen den Altersgruppen 3 - ≤ 12 Monaten und 3 - ≤ 12 Monaten

Dies liegt vermutlich an der geringen Zahl der eingeschlossenen PatientInnen sowie der teilweise starken Unterschiede in der Größe der einzelnen Altersgruppen. Auch hier sind weitere Studien mit größeren Fallzahlen und prospektivem Studiendesign notwendig um genauere Aussagen über und Empfehlungen für die Dosierungen von Narkosemedikamenten im Herzkatheterlabor für Kinder und Jugendliche der verschiedenen Altersgruppen treffen zu können.

Literaturverzeichnis

- ¹ Bennett D, Marcus R, Stokes M. Incidents and complications during pediatric cardiac catheterization. *Pediatric Anesthesia*. 2005;15(12):1083–88.
- ² Mueller RL, Sanborn TA. The history of interventional cardiology: Cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions. *American Heart Journal*. 129(1):146–72.
- ³ Schmid D. Echte Legenden, falsche Idole. *Via Medici*. 2010;15(4).
- ⁴ Werner Forßmann – Wikipedia [Internet]. [zitiert 2011 Dez 13]; Available from: http://de.wikipedia.org/wiki/Werner_For%C3%9Fmann
- ⁵ Johnson AL, Wollin DG, Ross JB. Heart Catheterization. *Canadian Medical Association Journal*. 1947; 56(3):249-255.
- ⁶ Bernard PA, Ballard H, Schneider D. Current approaches to pediatric heart catheterizations. *Pediatric Reports*. 2011;3(3). 93-96.
- ⁷ Quelle: Datei:Werner Forssmann.jpg – Wikipedia [Internet]. [zitiert 2011 Dez 13]; Available from: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Werner_Forssmann.jpg&filetimestamp=20110831151534
- ⁸ Kinderkardiologie Graz - Krankheiten - angeborene Herzfehler [Internet]. [zitiert 2011 Dez 18]; Available from: <http://www.kinderkardiologie-graz.at/index.php?cid=75>
- ⁹ Aplitz C, Webb GD, Redington AN. Tetralogy of Fallot. *The Lancet*. 24;374(9699): 1462-71.
- ¹⁰ Kompetenznetz AHF: Angeborene Herzfehler [Internet]. [zitiert 2012 März 11]. Available von: <http://www.kompetenznetz-ahf.de/angeborene-herzfehler/>
- ¹¹ Invasive Interventionelle Kardiologie (Österreich) [Internet]. [zitiert 2011 Dez 14]; Available from: <http://iik.i-med.ac.at/>
- ¹² Gesundheit Österreich GmbH | Kinderkardiologie-Register [Internet]. [zitiert 2011 Dez 14]; Available from: http://www.goeg.at/index.php?pid=arbeitsbereichedetail&ab=277&smark=Martina+Lerchner&no_replace=yes
- ¹³ Kinderherzzentrum.at - Leistungen + Ergebnisse. [Internet]. [zitiert 2011 Dez 18]; Available from: http://www.kinderherzzentrum.at/deutsch/Index&Haupt/frmain_dt.html
- ¹⁴ Hamm CW et al. Diagnostische Herzkatheteruntersuchung. *Clinical Research in Cardiology*. 2008 Aug 22;97(8):475-512.
- ¹⁵ Tu JV, Pashos CL, Naylor CD, Chen E, Normand SL, Newhouse JP, u. a. Use of cardiac procedures and outcomes in elderly patients with myocardial infarction in the United States and Canada. *New England Journal of Medicine*. 1997;336(21):1500-5.

-
- ¹⁶ Velik-Salchner C, Margreiter J, Wenzel V, Mair P. Anästhesie für Herzkatheteruntersuchungen bei Kindern. *Der Anaesthesist*. 2006 Dez;55(12):1291-98.
- ¹⁷ Bein B, Tonner PH, Paris A, Steinfath M, Grabitz R, von Knobelsdorff G, u. a. Anästhesie in der pädiatrischen Kardiologie. *Der Anaesthesist*. 2002 Juli 1;51(7):582-99.
- ¹⁸ Lüscher TF, Greutmann M, Pretre R, Trindade PT. Erwachsene mit kongenitalen Vitien – eine neue Herausforderung für die Kardiologie. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2006;9(9): 296-301.
- ¹⁹ Roguin N, Du ZD, Barak M, Nasser N, Hershkowitz S, Milgram E. High prevalence of muscular ventricular septal defect in neonates. *Journal of the American College of Cardiology*. 1995;26(6):1545-48
- ²⁰ Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002;39(12):1890-1900.
- ²¹ DIMDI - ICD-10-GM Version 2011 [Internet]. [zitiert 2011 Dez 18];Available from: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlgm2011/block-q20-q28.htm>
- ²² Lacour-Gayet F, Maruszewski B, Mavroudis C, Jacobs JP, Elliott MJ. Presentation of the International Nomenclature for Congenital Heart Surgery. The long way from nomenclature to collection of validated data at the EACTS. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2000;(18):128-135.
- ²³ Steffel J, Lüscher TF. *Herz-Kreislauf*. 1. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2011.
- ²⁴ Kompetenznetz AHF: Häufigkeit [Internet]. [zitiert 2012 Feb 7]. Verfügbar unter: <http://www.kompetenznetz-ahf.de/angeborene-herzfehler/haeufigkeit/>
- ²⁵ Erdmann E. *Klinische Kardiologie: Klinische Kardiologie, Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße*. 6. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2011.
- ²⁶ Schneider DJ, Moore JW. Patent Ductus Arteriosus. *Circulation*. 2006 Okt 24;114(17):1873-82.
- ²⁷ Tulino D, Dattilo G, Tulino V, Lamari A, Marte F, Patanè S. A case of spontaneous closure of a muscular ventricular septal defect. *International Journal of Cardiology*. 2011 Juli 15;150(2):43-45.
- ²⁸ Patanè S, Marte F, Di Bella G, Fazio G, Villari SA. Revelation of an asymptomatic ventricular septal defect in elderly patient before a surgical intervention. *International Journal of Cardiology*. 2010;142(1):15-16.
- ²⁹ Datei:Ventricular septal defect.svg – Wikipedia [Internet]. [zitiert 2012 März 11]. Available von: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Ventricular_septal_defect.svg&filetimestamp=20070716042836
- ³⁰ Gutgesell, HP, Huhta, JC. Cardiac septation in atrioventricular canal defect. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8:1421-24
- ³¹ Bridges, N. D. et al. Transcatheter closure of patent foramen ovale after presumed paradoxical embolism. *Circulation* 1992;86:1902-8.
-

-
- ³² Anzola, G. P., Magoni, M., Guindani, M., Rozzini, L., Dalla Volta, G. Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology*. 1999; 52:1622-25.
- ³³ Mortelmans K, Post M, Thijs V, Herroelen L, Budts W. The influence of percutaneous atrial septal defect closure on the occurrence of migraine. *European Heart Journal*. 2005 Aug; 26(15):1533-37.
- ³⁴ Blom NA, Gittenberger-de Groot AC, Jongeneel TH, DeRuiter MC, Poelmann RE, Ottenkamp J. Normal development of the pulmonary veins in human embryos and formulation of a morphogenetic concept for sinus venosus defects. *The American journal of cardiology*. 2001;87(3):305-9.
- ³⁵ Galal MO, Hussain A, Arfi AM. Do we still need the surgeon to close the persistently patent arterial duct? *Cardiology in the Young*. 2006;16(06):522–36.
- ³⁶ Magee A, Huggon I, Seed P, Qureshi S, others. Transcatheter coil occlusion of the arterial duct. Results of the European Registry. *European heart journal*. 2001;22(19):1817-21.
- ³⁷ Bühlmeier K. *Klinische Kinderkardiologie: Diagnostik und Therapie der angeborenen Herzfehler*. Springer; 2007.
- ³⁸ Latson LA. Balloon pulmonary valvuloplasty, pulmonary regurgitation, and exercise capacity: the good, the bad, and the not yet clear. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;55(10):1048-49.
- ³⁹ Datei:Pulmonary valve stenosis.svg – Wikipedia [Internet]. [zitiert 2012 März 11]. Available von: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Pulmonary_valve_stenosis.svg&filetimestamp=20070716043327
- ⁴⁰ Ovaert C, Benson L, Nykanen D, Freedom R. Transcatheter treatment of coarctation of the aorta: a review. *Pediatric cardiology*. 1998;19(1):27-44.
- ⁴¹ Rodés-Cabau J et al. Comparison of surgical and transcatheter treatment for native coarctation of the aorta in patients ≥ 1 year old. The Quebec Native Coarctation of the Aorta Study. *Am Heart J*. 2007 Juli 1;154(1):186-92.
- ⁴² Pigula FA, Khalil PN, Mayer JE, del Nido PJ, Jonas RA. Repair of tetralogy of Fallot in neonates and young infants. *Circulation*. 1999;100(suppl 2):157-62.
- ⁴³ Bailliard F, Anderson RH, et al. Tetralogy of Fallot. *Orphanet journal of rare diseases*. 2009;4(1):1-10.
- ⁴⁴ Datei:Tetralogy of Fallot.svg – Wikipedia [Internet]. [zitiert 2012 März 11]. Available von: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Tetralogy_of_Fallot.svg&filetimestamp=20070716043526
- ⁴⁵ Martins P, Castela E, others. Transposition of the great arteries. *Orphanet J Rare Dis*. 2008;3(27):1-10.
-

-
- ⁴⁶ Yener N, Oktar GL, Erer D, Yardimci MM, Yener A. Bicuspid aortic valve. *Annals of thoracic and cardiovascular surgery*. 2002;8(5):264-67.
- ⁴⁷ Brokmann J, Rossaint R. *Repetitorium Notfallmedizin: Zur Vorbereitung Auf Die Prüfung „Notfallmedizin“*. Springer; 2010.
- ⁴⁸ Becke K, Landsleitner B, Reinhold P, Schmitz B, Strauss J, Philippi-Höhne C. Diagnostische und interventionelle Eingriffe im Kindesalter. *Der Anaesthesist*. 2010; 1013-20.
- ⁴⁹ Vittinghoff M. Deep sedation/procedural sedation for cardiac catheterization in children. *Applied Cardiopulmonary Pathophysiology*. 2009;13:34-40.
- ⁵⁰ American Academy of Pediatrics, American Academy of Pediatric Dentistry, Coté CJ, Wilson S, the Work Group on Sedation. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients During and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures: An Update. *Pediatrics*. 2006 Dez;118(6):2587-602.
- ⁵¹ Ramsay M, Savege T, Simpson B, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *British Medical Journal*. 1974;2(5920):656-9.
- ⁵² Riker R, Fraser G, Simmons L, Wilkins M. Validating the Sedation-Agitation Scale with the Bispectral Index and Visual Analog Scale in adult ICU patients after cardiac surgery. *Intensive Care Medicine*. 2001 Mai 28;27(5):853-8.
- ⁵³ Van de Velde M, Roofthoof E, Kuypers M. Risk and safety of anaesthesia outside the operating room. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21:486-7.
- ⁵⁴ Frei FJ, Erb T, Jonmarker C, Sümpelmann R, Werner O. *Kinderanästhesie*. Springer; 2009.
- ⁵⁵ Becke K. *Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern*. Georg Thieme Verlag; 2007.
- ⁵⁶ McMillan C, Spahr-Schopfer I, Sikich N, Hartley E, Lerman J. Premedication of children with oral midazolam. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 1992;39(6):545-50.
- ⁵⁷ Akin A, Esmoğlu A, Guler G, Demircioğlu R, Narin N, Boyacı A. Propofol and Propofol-Ketamine in Pediatric Patients Undergoing Cardiac Catheterization. *Pediatric Cardiology*. 2005 Sep 1;26(5):553-7.
- ⁵⁸ Gebrauchsinformation Ketanest S 25mg Injektionslösung [Internet]. [zitiert 2011 Dez 18]; Available from: http://static.pfizer.de/fileadmin/pfizer.de/documents/gi/KetanestS_25_GI.pdf
- ⁵⁹ Miqdady MIS, Hayajneh WA, Abdelhadi R, Gilger MA. Ketamine and midazolam sedation for pediatric gastrointestinal endoscopy in the Arab world. *World Journal of Gastroenterology: WJG*. 2011;17(31):3630-5.
- ⁶⁰ Rosow CE, Moss J, Philbin DM, Savarese JJ. Histamine Release during Morphine and Fentanyl Anesthesia. *Anesthesiology*. 1982;56(2):93-6.
-

-
- ⁶¹ Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *The Lancet*. 2004;367(9512):766-80.
- ⁶² Packungsbeilage Fentanyl.pdf [Internet]. [zitiert 2012 Jan 16];Available from: <http://www.pharmazie.com/graphic/A/49/0-17049.pdf>
- ⁶³ Packungsbeilage Dipidolor.pdf [Internet]. [zitiert 2012 Jan 17];Available from: <http://www.pharmazie.com/graphic/A/15/0-15315.pdf>
- ⁶⁴ Green SM, Krauss B. Propofol in emergency medicine: pushing the sedation frontier. *Ann Emerg Med*. 2003;42(6):792-7.
- ⁶⁵ Ghanta S, Abdel-Latif ME, Lui K, Ravindranathan H, Awad J, Oei J. Propofol Compared With the Morphine, Atropine, and Suxamethonium Regimen as Induction Agents for Neonatal Endotracheal Intubation: A Randomized, Controlled Trial. *PEDIATRICS*. 2007 Juni 1;119(6):e1248-55.
- ⁶⁶ Packungsbeilage Propofol [Internet]. [zitiert 2012 Jan 16];Available from: <http://www.pharmazie.com/graphic/A/84/1-22484.pdf>
- ⁶⁷ Motsch J, Roggenbach J. Propofol-Infusionssyndrom. *Der Anaesthesist*. 2004 Okt;53(10):1009-22.
- ⁶⁸ Vuksanaj D, Fisher DM. Pharmacokinetics of Rocuronium in Children Aged 4–11 Years. *Anesthesiology*. 1995;82(5):1104-10.
- ⁶⁹ Packungsbeilage Esmeron.pdf [Internet]. [zitiert 2012 Jan 17];Available from: <http://www.pharmazie.com/graphic/A/48/1-21548.pdf>
- ⁷⁰ Rossaint R. *Die Anästhesiologie: allgemeine und spezielle Anästhesiologie, Schmerztherapie und Intensivmedizin*. Springer; 2004.
- ⁷¹ Dumaresq DMH et al. Metabolic and oxidative effects of sevoflurane and propofol in children undergoing surgery for congenital heart disease. *Acta Cirurgica Brasileira*. 2011;26(1):66-71.
- ⁷² Saklad M. Grading of Patients for Surgical Procedures. *Anesthesiology* [Internet]. 1941;2(3). Available from: http://journals.lww.com/anesthesiology/Fulltext/1941/05000/Grading_of_Patients_for_Surgical_Procedures.4.aspx
- ⁷³ Wolters U, Wolf T, Stützer H, Schröder T. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. *British Journal of Anaesthesia*. 1996;77(2):217-22.
- ⁷⁴ van Beek EJAH, Leroy PLJM. Safe and Effective Procedural Sedation For Gastro-Intestinal Endoscopy In Children. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2011 Okt;1: 1-37.
- ⁷⁵ Machotta A. Anästhesiologisches Management zur Endoskopie der Atemwege bei Kindern. *Der Anaesthesist*. 2002 Aug 1;51(8):668-78.

-
- ⁷⁶ Shah PS, Shah VS. Propofol for procedural sedation/anaesthesia in neonates. Cochrane Database of Systematic Reviews 2011, Issue 3. Art. No.: CD007248. DOI: 10.1002/14651858.CD007248.pub2
- ⁷⁷ Kain ZN. Preoperative Anxiety, Postoperative Pain, and Behavioral Recovery in Young Children Undergoing Surgery. PEDIATRICS. 2006 Aug 1;118(2):651-8.
- ⁷⁸ Rosenbaum A, Kain ZN, Larsson P, Lönnqvist PERA, Wolf AR. The place of premedication in pediatric practice. Pediatric Anesthesia. 2009;19(9):817-28.
- ⁷⁹ Lönnqvist P-A, Habre W. Midazolam as premedication: Is the emperor naked or just half-dressed? Pediatric Anesthesia. 2005;15(4):263-5.
- ⁸⁰ Vagnoli L, Caprilli S, Messeri A. Parental presence, clowns or sedative premedication to treat preoperative anxiety in children: what could be the most promising option? Pediatric Anesthesia. 2010;20(10):937-43.
- ⁸¹ Dahmani S, Brasher C, Stany I, Golmard J, Skhiri A, Bruneau B, et al. Premedication with clonidine is superior to benzodiazepines. A meta analysis of published studies. Acta Anaesthesiologica Scandinavica. 2010 Apr;54(4):397-402.
- ⁸² Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung. Clinical Research in Cardiology. 2000 Jan 5;89(1):55-61.
- ⁸³ Ashley PF, Williams CECS, Moles DR, Parry J. Sedation versus general anaesthesia for provision of dental treatment in under 18 year olds. Cochrane Database of Systematic Reviews 2009, Issue 1. Art. No.: CD006334. DOI: 10.1002/14651858.CD006334.pub2

Anhang - Lebenslauf

Curriculum Vitae

Angaben zur Person

Name **Philipp Zoidl**
Adresse Sackstraße 27, 8010 Graz
Telefon +43 664 9653584
E-Mail philipp.zoidl@gmail.com

Geburtsdatum 20. 10. 1986

Schul- und Berufsbildung

Seit Oktober 2006 Diplomstudium Humanmedizin,
2. Abschnitt im Mai 2011 abgeschlossen
September 1997 – Juni 2005 Bischöfliches Gymnasium Petrinum, Linz
Matura am 13. 6. 2005 mit „Gutem Erfolg“
September 1993 – Juli 1997 Volksschule Ottensheim

Bisherige Berufserfahrungen

Juli 2007 – August 2010 Insgesamt 11 Wochen Urlaubsvertretung als Rettungsanitäter und Einsatzfahrer im Bereich Rettungs- und Krankentransport
Rotes Kreuz, Landesverband Oberösterreich, Bezirksstelle Linz-Stadt
Oktober 2005 – September 2006 Zivildienst als Rettungsanitäter und Einsatzfahrer im Bereich Rettungs- und Krankentransport
Rotes Kreuz, Landesverband Oberösterreich, Bezirksstelle Linz-Stadt
Juli 2003 und Juli 2005 Insgesamt 12 Wochen Ferialjob im Forstbetrieb
Stift Schlägl, OÖ

Fachspezifische Aus- und Fortbildungen

Rettungssanitäter	Dezember 2005, ausgezeichneter Erfolg
Notfallsanitäter	September 2010 Allgemeine Notkompetenzen „Arzneimittellehre“ und „Venepunktion und Infusion kristalloider Infusionen“ November 2010 Spezielle Notkompetenz „Intubation & Beatmung“ März 2011
Rettungsmediziner beim Medizinercorps Graz	September 2011, ausgezeichneter Erfolg
Hypnose	Spezielle Ausbildung im Bereich „Hypnose und erweiterte ärztliche Gesprächsführung“ im Umfang von 100h

Famulaturen

Mai 2011	Kinderanästhesie, Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin Graz 3 Wochen
Juli 2010	Interne Intensivstation, Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz 2 Wochen
Juli 2010	Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz 2 Wochen
Juli 2009	Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz 2 Wochen
Juli 2009	Abteilung für Anästhesie, LKH Freistadt 2 Wochen
Februar 2009	Abteilung für Innere Medizin, LKH Freistadt 2 Wochen
August 2008	Unfallchirurgie, UKH Linz 4 Wochen

Extracurriculare Aktivitäten

Engagement bei der ÖH

Tätigkeiten:

Juli 2009 – Juni 2011 Mandatar der Bundesvertretung der österreichischen HochschülerInnenschaft

Juli 2009 – Juni 2011 Mandatar der Universitätsvertretung
HochschülerInnenschaft an der Medizinischen Universität Graz

Juli 2009 – Juni 2011 1. stellvertretender Vorsitzender der Studienvertretung Humanmedizin
HochschülerInnenschaft an der Medizinischen Universität Graz

April 2007 – November 2009 Hauptmitglied der Studienkommission Humanmedizin
Medizinische Universität Graz

Juni 2007 – März 2009 Referent für Bildung & Politik
HochschülerInnenschaft an der Medizinischen Universität Graz

Februar 2007 – Mai 2012 Sachbearbeiter in verschiedenen Referaten,
Mitarbeit in zahlreichen Arbeitsgruppen, Habilitationskommissionen und
Berufungskommissionen
Ersatzmitglied des Senates und verschiedener Studienkommissionen

Engagement beim Roten Kreuz

Tätigkeiten:

seit Dezember 2006 Ehrenamtliche Tätigkeit in Linz-Stadt im Bereich Rettungs- und Krankentransport

seit April 2008 Ehrenamtliche Tätigkeit in Graz im Bereich Rettungs- und Krankentransport

seit Mai 2010 Mitarbeit im Intensivtransportteam des Medizinercorps Graz
Betreuung von IntensivpatientInnen auf Interhospitaltransporten in ganz
Österreich und im angrenzenden Ausland und Unterstützung von NotärztInnen
dabei

seit November 2011 Referent für Fortbildung beim Medizinercorps Graz

Wissenschaftliche Arbeiten

Zoidl, P; Fandler, M.

High quality, practical emergency medicine training for medical students.
Eur J Med Res 15, Suppl I, S.201 [Abstract].

Zoidl, P; Fandler, M; Spindelböck, W; Wildner, G; Prause, G.

Peer Teaching in der studentischen Ausbildung für Notfallmedizin.

Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA). Bochum, 23.-
25.09.2010.

German Medical Science GMS Publishing House. Düsseldorf, 2010.

Zoidl, P. Die Bratsche im Licht der Jahrhunderte. Die Entwicklung und Entstehung
des Instruments im Lauf der Epochen, dargestellt an 4 Werken vom Barock bis zur
Moderne. Fachbereichsarbeit zur Matura, Musikerziehung; 2005

Lehrtätigkeit

Studienassistent an der Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Beteiligung an den Lehrveranstaltungen „Erste Hilfe“ (1. Studienjahr), „Ärztliche
Fertigkeiten“ (2. Studienjahr) und „Praktische Notfallmedizin“ (6. Studienjahr)
Seit Oktober 2010

Sprachen

Deutsch **als Muttersprache**

Englisch auf Maturaniveau

Spanisch Grundkenntnisse

Latein und Altgriechisch