

Aus der Klinik für Herz und Gefäßchirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. Jochen Cremer)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian –Albrechts-Universität zu Kiel

Die partielle inferiore Sternotomie bei Operationen angeborener Herzfehler:

Einfluss auf Schmerzsymptomatik, klinischen Outcome und

Kosmetik

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Ulrich Seidl

aus Erfurt

Kiel / 2018

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Tim Attmann,
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Jochen Renner,
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin

Tag der mündlichen Prüfung: Kiel, den 11.06.2019

Zum Druck genehmigt: Kiel, den 24.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Geschichte der Sternotomie.....	1
1.2 Die Operationstechniken und ihrer Narbenverläufe	2
1.3 Mediane Sternotomie versus Inferiore Ministernotomie.....	3
1.3.1 Kosten.....	3
1.3.2 Der klinische Outcome	4
1.3.3 Schmerzsymptomatik	5
1.3.4 Kosmetik	6
1.4 Fragestellung	7
2 Methoden	9
2.1 Genehmigung der Ethikkommission	9
2.2 Studiendesign.....	9
2.3 Material.....	11
2.4 Erhebung der Daten	11
2.4.1 Klinischer Outcome.....	12
2.4.2 Klinische Einflussgrößen	14
2.4.3 Zielgröße „Schmerz“	16
2.4.4 Zielgröße: „Kosmetik“ und das Follow-Up	18
2.4.5 Allgemeine Informationen und zusätzliche perioperative Daten	19
2.4.6 Datenverarbeitung und Statistische Auswertung	20
3 Ergebnisse	21
3.1 Deskriptive Statistik	21
3.1.1 Verteilung des Alters.....	21
3.1.2 Verteilung der Geschlechter	22
3.1.3 Verteilung von Körpergewicht.....	23
3.1.4 Verteilung der Grunderkrankungen	25
3.1.4.1 Verteilung von Septumdefekten.....	25
3.1.4.2 Verteilung von „Nicht-Septumdefekten“	28
3.1.5 Häufigkeiten von Komplikationen	30
3.1.6 Dauer des Aufenthaltes im Krankenhaus und auf Intensivstation	33
3.1.7 Verteilung perioperativer Daten.....	35

3.1.8	Verwendung von Erythrozytenkonzentraten.....	40
3.1.9	Verteilung der verwendeten Menge OpioidÄq	42
3.1.10	Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation.....	44
3.1.11	Ergebnisse des Follow-Ups.....	47
3.2	Analytische Statistik	48
3.2.1	OpioidÄq und Schmerzmedikation auf Normalstation	48
3.2.1.1	Parameter: Alter	48
3.2.1.2	Parameter: Geschlecht.....	51
3.2.1.3	Parameter: Körpergewicht	53
3.2.1.4	Parameter: Krankenhausaufenthalt und Intensivtage.....	56
3.2.1.5	Parameter: OP-Dauer und Bypasszeit.....	61
3.2.1.6	Parameter: Erythrozytenkonzentrate.....	66
3.2.2	Einflussgrößen und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe.....	69
3.2.2.1	Alter und kosmetische Zufriedenheit.....	69
3.2.2.2	Geschlecht und kosmetische Zufriedenheit	70
3.2.2.3	Körpergewicht und kosmetische Zufriedenheit	71
3.2.2.4	Krankenhausaufenthalt, Intensivtage und kosmetische Zufriedenheit	72
3.2.2.5	OP-Dauer, Bypasszeit und kosmetische Zufriedenheit	73
4	Diskussion.....	74
4.1	Vergleichbare Studien	74
4.2	Mediane Sternotomie und Inferiore Ministernotomie	75
4.3	Der Zusammenhang von Einfluss- und Zielgrößen.....	78
4.3.1	Einflussgrößen: Alter, Geschlecht und Körpergewicht.....	78
4.3.2	Einflussgrößen: Krankenhaustage und Intensivtage	80
4.3.3	Einflussgrößen: OP-Zeit, Bypasszeit, Erythrozytenkonzentrate.....	81
4.4	Analyse der Auswahl der klinischen Einfluss- und Zielgrößen	82
4.5	Limitationen.....	83
5	Zusammenfassung.....	85
6	Literaturverzeichnis	87
	Danksagung.....	90

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zu verschiedenen Sternotomien	2
Abbildung 2: Berechnung der Opioidmenge	17
Abbildung 3: Alters und Geschlechtsverteilung der Kohorte	22
Abbildung 4: Verteilung von Körpergewicht in den Altersgruppen	23
Abbildung 5: Verteilung von kongenitalen Herzfehlern in unserer Kohorte	25
Abbildung 6: Verteilung von Septumdefekten auf die Altersgruppen	26
Abbildung 7: Verteilung von „Nicht-Septumdefekten“	29
Abbildung 8: Häufigkeiten von Komplikationen	30
Abbildung 9: Häufigkeiten von Komplikationen in Bezug auf das Alter	31
Abbildung 10: Krankenhaustage und Intensivtage in Bezug auf die Altersgruppen	33
Abbildung 11: Krankenhaustage und Intensivtage in Bezug auf den Herzfehler	34
Abbildung 12: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf das Alter	35
Abbildung 13: Beatmungsdauer in Bezug auf das Alter	36
Abbildung 14: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf den Herzfehler	37
Abbildung 15: Beatmungsdauer in Bezug auf den Herzfehler	39
Abbildung 16: EK in Bezug auf die Altersgruppe	40
Abbildung 17: EK in Bezug auf den Herzfehler	41
Abbildung 18: OpioidÄq in Bezug auf das Alter und Geschlecht	42
Abbildung 19: OpioidÄq in Bezug auf den Herzfehler	43
Abbildung 20: Schmerzmedikation während des normalstationären Aufenthaltes	44
Abbildung 21: Schmerzmedikation in Bezug auf das Alter	45
Abbildung 22: Schmerzmedikation in Bezug auf den Herzfehler	46
Abbildung 23: Antworten und Ergebnisse des Follow-Ups in Bezug auf das Alter	47
Abbildung 24: Alter und OpioidÄq	49
Abbildung 25: Körpergewicht und OpioidÄq	54
Abbildung 26: Krankenhaustage und OpioidÄq	57
Abbildung 27: Intensivtage und OpioidÄq	58
Abbildung 28: OP-Dauer und OpioidÄq	62
Abbildung 29: Bypasszeit und OpioidÄq	63
Abbildung 30: Gabe von EK und OpioidÄq	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parameterkomplexe in der Übersicht	10
Tabelle 2: Übersicht zu "klinischer Outcome"	13
Tabelle 3: Übersicht zu "klinische Einflussgrößen"	15
Tabelle 4: Übersicht zu "Zielgröße: Schmerz"	16
Tabelle 5: Analgetische Potenz der Opioide	17
Tabelle 6: Frage und Antwortmöglichkeiten des Follow-Ups	18
Tabelle 7: Übersicht zu allgemeinen Informationen und zusätzlichen perioperativen Daten..	19
Tabelle 8: Altersverteilung der Kohorte	21
Tabelle 9: Verteilung von Körpergewicht in den Altersgruppen	24
Tabelle 10: Verteilung von kongenitalen Herzfehlern in den Altersgruppen	27
Tabelle 11: Komplikationen in Bezug auf Alter und Geschlecht	32
Tabelle 12: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf den Herzfehler	38
Tabelle 13: Schmerzmedikation in Bezug auf das Alter	45
Tabelle 14: Schmerzmedikation in Bezug auf den Herzfehler	46
Tabelle 15: Alter und OpioidÄq	48
Tabelle 16: Alter und Schmerzmedikation auf Normalstation	50
Tabelle 17: Geschlecht und OpioidÄq	51
Tabelle 18: Geschlecht und Schmerzmedikation auf Normalstation	52
Tabelle 19: Körpergewicht und OpioidÄq	53
Tabelle 20: Körpergewicht und Schmerzmedikation auf Normalstation	55
Tabelle 21: Krankenhaus- und Intensivtage und OpioidÄq	56
Tabelle 22: Krankenhaustage und Schmerzmedikation auf Normalstation	59
Tabelle 23: Intensivtage und Schmerzmedikation auf Normalstation	60
Tabelle 24: OP-Dauer und Bypasszeit und OpioidÄq	61
Tabelle 25: OP-Dauer und Schmerzmedikation auf Normalstation	64
Tabelle 26: Bypasszeit und Schmerzmedikation auf Normalstation	65
Tabelle 27: Gabe von EK und OpioidÄq	66
Tabelle 28: Gabe von EK und Schmerzmedikation auf Normalstation	68
Tabelle 29: Alter und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	69
Tabelle 30: Geschlecht und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	70

Tabelle 31: Körpergewicht und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe..... 71
Tabelle 32: Krankenhaus-, Intensivtage und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe.. 72
Tabelle 33: OP-Dauer, Bypasszeit und Zufriedenheit mit der Ministernotomienarbe 73

Abkürzungsverzeichnis

R	Spearman-Rho Rangkorrelationskoeffizient
♀	weiblich
♂	männlich
ÄMO	Äquivalenz zu 10mg Morphin oral
AP	analgetische Potenz
ASD I	Vorhofseptumdefekt(e) vom Typ Primum
ASD II	Vorhofseptumdefekt(e) vom Typ Sekundum
AV Kanal	atrioventrikulärer Septumdefekt
EK	Erythrozytenkonzentrat(e)
et al./u.a.	und andere
i.v.	intravenös
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
Lj.	Lebensjahr(e)
M.	Morbus
mg	Milligramm
min	Minute(n)
n	Anzahl
OP	Operation
OpioidÄq	Opioid-Äquivalenz
OPs	Operationen
SA	Schlaganfall
SzM	Schmerzmedikamente, Schmerzmedikation
SVD	Sinusvenosusdefekt
VSD	Ventrikelseptumdefekt(e)

1 Einleitung

1.1 Geschichte der Sternotomie

In der Chirurgie galt bis Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts der Thorax als ‚terra incognita‘ (lat. „unbekanntes Land“) (Milton 1897). Nach vorrangigen Versuchen an einer Ziege, führte Milton Anfang des 19. Jahrhunderts eine der ersten medianen Sternotomien am lebenden Menschen durch. Es handelte sich dabei um einen 25-jährigen Patienten mit einem infiltrativ wachsenden Mediastinaltumor. Der Patient verstarb zwei Tage nach der Operation (OP) (Milton 1897).

1953 wurde die mediane Sternotomie erstmalig durch Shumacker als Zugangsweg der Wahl für Operationen (OPs) am Herzen empfohlen. Das selbe Jahr markierte auch den Beginn für offene Herz-OPs mit der Erfindung des Blutoxygenators durch Gibbon (Pastuszko/Edie 2004; Dalton/Connally/Sealy 1992).

1957 erfolgte schließlich die breite klinische Einführung der medianen Sternotomie, nachdem Julian et al. in einem Bericht die Überlegenheit der Sternotomie gegenüber der bis dato primär angewandten bilateralen anterioren Thorakotomie darstellen konnte (Dalton/Connally/Sealy 1992). Julian et al. berichteten über reduzierte Komplikationsraten und kürzere OP-Zeiten und thematisierten damit bereits 1957 die Verbesserung des klinischen Outcomes nach Kriterien, die immer noch Bestandteil aktueller Forschung sind. Im Anschluss an diese Publikation galt die mediane Sternotomie fast dreißig Jahre lang als Goldstandard bei OPs im Rahmen angeborener Herzfehler (Dalton/Connally/Sealy 1992; Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015).

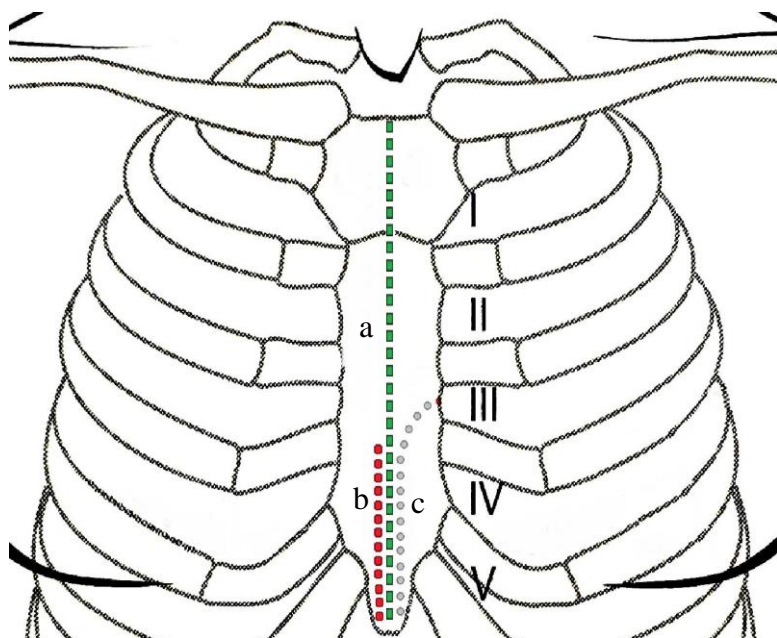
Der Wunsch nach Schmerzfreiheit und das Aufkommen nach schöneren kosmetischen Ergebnissen hinsichtlich der Narbe in Verbindung mit modernisierter Operationstechnik führten folglich zu immer kleiner werdenden chirurgischen Schnitten und schließlich zur Einführung der partiellen, inferioren Sternotomie (inferiore Ministernotomie) durch del Nido et al. und Bichell et al. im Jahr 1998 in Boston, Massachusetts, USA (Bichell et al. 2000).

1.2 Die Operationstechniken und ihrer Narbenverläufe

Bei der klassischen medianen Sternotomie wird ein Schnitt ausgehend der Fossa jugularis cranial bis zum Processus xiphoideus caudal durchgeführt und das Sternum mittig von ventral über die komplette Länge eröffnet. Es entsteht eine Narbe, die die Länge des gesamten Brustbeins betrifft (Müller/Watzka/Albert 2016; Kremer 1973) (Abb. 1).

Dem gegenüber steht die inferiore Ministernotomie. Die Prozedur beginnt mit einer Mittellinieninzision über dem caudalen Teil des Sternums. Das Manubrium sterni bleibt dabei erhalten und nur das caudale Drittel des Sternums wird eröffnet. Typischerweise wird dies mit einem umgedreht J-förmigen Schnitt gemacht. Es ist aber auch die streng mediane Schnittführung, so wie sie am Kinderherzzentrum Kiel praktiziert wird, möglich. Die Narbe beschränkt sich letztlich auf den caudalen Bereich des Brustbeins (Liebrich et al. 2018; Bacha/Kalfa 2014) (Abb. 1).

Abbildung 1: Übersicht zu verschiedenen Sternotomien



a - mediane Sternotomie

b - mediane, partielle, inferiorere Sternotomie (Kinderherzzentrum Kiel)

c - partielle, inferiore Sternotomie

Beide Methoden bieten einen exzellenten Zugangsweg zum Herzen und stellen damit einen essenziellen Teil in der chirurgischen Behandlung von kongenitalen Herzfehlern bei Kindern dar. In diesem Rahmen gehören zu den am häufigsten behandelten Herzfehlern der Ventrikelseptumdefekt (VSD), der Atriumseptumdefekt vom Typ Primum (ASD I) und vom Typ Secundum (ASD II) (Liebrich et al. 2018; Bauer/Lesch 2012; Kramer 2014b; Bichell et al. 2000). Auch bei komplexeren Situationen wie beispielsweise der Fallot'schen Tetralogie finden beide Zugangsmethoden Anwendung (Kramer 2014a; Wu et al. 2003; Vieites et al. 2015).

1.3 Mediane Sternotomie versus Inferiore Ministernotomie

Um die mediane Sternotomie mit der inferioren Sternotomie objektiv vergleichen zu können, wurde in der Literatur häufig auf folgende vier Parameter Bezug genommen: Kosten, klinischer Outcome, postoperativer Schmerz und Kosmetik. Im Rahmen der verschiedenen Publikationen wird ihre jeweilige Gewichtung jedoch unterschiedlich ausgelegt (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000; Laussen et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Sebastian et al. 2009). Auf die genannten vier Parameter, die als Vergleichswerkzeug zwischen medianer Sternotomie und inferiorer Ministernotomie dienen, soll im Folgenden Bezug genommen werden.

1.3.1 Kosten

Eine vergleichende Kostenermittlung für neue Prozedere, wie der inferioren Ministernotomie gegenüber der medianen Sternotomie, ist multifaktoriell abhängig und vor allem länderspezifisch. Daher geben die meisten Studien eher eine empfehlende Schätzung ab als einen Vergleich darzulegen. Zur Erfassung der Kosten werden häufig die Aufenthaltsdauer sowohl im Krankenhaus als auch auf Intensivstation und die OP-Dauer als Parameter herangezogen (Vieites et al. 2015; Sun et al. 2006). Komplikationen können die genannten drei Parameter beeinflussen, scheinen jedoch bei beiden Methoden ähnlich zu sein (Bichell et al. 2000; Laussen et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Wu et al. 2003; Vieites et al. 2015).

Ein wichtiger Kostenfaktor besteht zudem in der Anschaffung neuer, spezifischer Instrumente. Im Vergleich zu den anfänglichen Versuchen ist heutzutage jedoch auch in unserem kinderherzchirurgischen Zentrum kein spezielles Instrumentarium mehr nötig und damit auch

für den Kostenvergleich zwischen Ministernotomie und medianer Sternotomie nicht mehr relevant (Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015).

Vieites et al. beobachteten eine Kostensenkung durch die Ministernotomie (Vieites et al. 2015). Betrachtet man jedoch die einzelnen Parameter innerhalb der untersuchten Studien stößt man auf unterschiedliche Schlussfolgerungen (Vieites et al. 2015; Wu et al. 2003; Nicholson et al. 2001; Luo/Chang/Chen 2001). Luo et al. stellten beispielsweise keinen Unterschied in der Zeit auf der Intensivstation fest, bemerkten aber eine verlängerte OP-Dauer bei gleichzeitig verkürztem Krankenhausaufenthalt (Luo/Chang/Chen 2001). Wu et al. hatten die Kosten direkt erhoben und konnten keinen signifikanten Unterschied feststellen (Wu et al. 2003). Nicholson et al. nahmen Bezug auf eine potenzielle Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes, welche zumindest eine Kostensenkung impliziert (Nicholson et al. 2001). Ob die Ministernotomie eine Kostenreduktion darstellt, bleibt zuletzt eine länderspezifische, wenn nicht sogar krankenhausspezifische Einschätzung (Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015).

1.3.2 Der klinische Outcome

Ein weiterer diskutierter Parameter bezüglich des Vergleichs zwischen medianer Sternotomie und inferiorer Ministernotomie stellt der klinische Outcome des Patienten dar. Wenn der Outcome eines Patienten über den Krankenhausaufenthalt, die Zeit auf Intensivstation, begleitende Komplikationen und das Überleben definiert ist, bietet die Ministernotomie zunächst erstmal keinen Nachteil (Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015; Nicholson et al. 2001; Luo/Chang/Chen 2001; Hagl et al. 2001).

In der Literatur wird in Bezug auf die Ministernotomie jedoch insgesamt von einer Reduktion des Krankenhausaufenthaltes gesprochen, bei nahezu gleichbleibender Intensivstationszeit und ähnlich verteilten Komplikationen bei gleichem Überleben. Folglich kann im Rahmen der definierten Parameter über einen verbesserten Outcome der Ministernotomie im Vergleich zur klassischen medianen Sternotomie gesprochen werden (Vo/Vu/Nguyen 2016; Vieites et al. 2015; Nishigaki et al. 2005; Kadner et al. 2004; Wu et al. 2003). Eine differenzierte Betrachtung, die diese klinischen Parameter innerhalb von verschiedenen Altersgruppen begutachtet, fand bisher jedoch nicht statt.

1.3.3 Schmerzsymptomatik

Als weiterer häufig genannter Vergleichsparameter zwischen inferiorer Ministernotomie und medianer Sternotomie wird die postoperative Schmerzsymptomatik genannt (Vieites et al. 2015; Wu et al. 2003). Die Messung der Schmerzsymptomatik im pädiatrischen Patientenkollektiv gestaltet sich allerdings äußerst schwierig und wird in der Literatur nicht einheitlich gehandhabt (Laussen et al. 2000; Bichell et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Vieites et al. 2015).

Bichell et al. beschrieben, dass es bei ihren 135 Patienten im Zustand nach (Z. n.) inferiorer Ministernotomie, im Vergleich zu Patienten mit Z. n. medianer Sternotomie, zwar subjektiv zu weniger Schmerzen gekommen sei, dies jedoch nicht zu belegen war (Bichell et al. 2000).

Laussen et al. gestalteten den Versuch der Objektivierung des postoperativen Schmerzes mit Hilfe eines Pain-Scores. Dieser beruhte auf dem Gesichtsausdruck der pädiatrischen Patienten sechs, zwölf und 24 Stunden postoperativ. Sie konnten jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden OP-Techniken zeigen (Laussen et al. 2000).

Demgegenüber war es Lou et al. möglich, eine signifikante Schmerzreduktion in der Ministernotomie-Gruppe festzustellen. Die Erhebung, bei der spezifisch nach Sternotomieschmerzen gefragt wurde, fand, im Rahmen einer Nachuntersuchung (Follow-Up), einen Monat postoperativ statt. Allerdings wurden ausschließlich ältere Kinder und junge Erwachsene eingeschlossen in diese Studie. (Luo/Chang/Chen 2001). Damit wurde jedoch ein Großteil der pädiatrischen Patienten, wie Kleinkinder und Vorschulkinder mit angeborenen Herzfehlern, außer Acht gelassen.

Die Idee, die Schmerzsymptomatik zu objektivieren indem man sich auf die Menge an verabreichter Schmerzmedikation bezieht, fand in der Studie von Laussen et al. Verwendung. Laussen et al. fanden hinsichtlich der Morphinmenge keinen signifikanten Unterschied zwischen medianer Sternotomie und inferiorer Ministernotomie (Laussen et al. 2000). Hier wurde jedoch nur auf die 24 Stunden postoperativ notwendige Menge an intravenös appliziertem Morphin Bezug genommen, ohne weitere Opioide zu betrachten. Weiterhin wurde in diesem Rahmen auch nicht untersucht, ob es neben dem operativen Prozedere auch klinische Faktoren gibt, die die Menge an verabreichtem Morphin beeinflusst haben könnten.

1.3.4 Kosmetik

Nahezu jede Studie, welche die inferiore Ministernotomie mit der medianen Sternotomie verglich, beschrieb den kosmetischen Vorteil gegenüber der klassischen medianen Sternotomie auf Grund der kleineren Narbe und kaudalen Narbenposition (Nicholson et al. 2001; Bichell et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Wu et al. 2003; Laussen et al. 2000; Sun et al. 2006; Sebastian et al. 2009; Benitz 2010; Vieites et al. 2015; Vo/Vu/Nguyen 2016). Dabei wurde bisher jedoch nur auf das direkt postoperative Ergebnis Bezug genommen und nicht auf die Narbenentwicklung. Eine Ausnahme stellten hier Luo et al. dar. Ihre Studie bediente sich eines Follow-Ups mindestens einen Monat postoperativ, welches neben einem Fragebogen zu Sternotomieschmerzen auch eine körperliche Untersuchung beinhaltete. Diese Untersuchung schien jedoch eher auf die Befundung von potenziellen, postoperativen Thoraxdeformitäten als auf die Narbenbeurteilung ausgelegt zu sein (Wu u.a. 2003; Luo/Chang/Chen 2001).

Die Kosmetik der Narbe und ihrer Entwicklung ist maßgeblich vom Empfinden des Patienten abhängig (Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015). Die subjektive Einschätzung der Patienten bezüglich einer lebenslang sichtbaren Narbe wurde bisher jedoch noch nicht dargestellt. In diesem Zusammenhang wurden bisher auch noch keine Einflussfaktoren erhoben.

1.4 Fragestellung

Allen Betrachtungen vorausgehend ist unsere Erweiterung der Forschung auf mehrere Altersgruppen zu nennen. Wir erhofften uns daraus eine breitere Darstellung des Patientenspektrums mit kongenitalen Herzfehlern, als es vorangegangene Studien zeigen konnten (Laussen et al. 2000; Bichell et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Vieites et al. 2015).

Ziel unserer Forschung war es, den Vergleich der Ministernotomie mit der medianen Sternotomie zu aktualisieren und hinsichtlich der Unterschiede zwischen klinischem Outcome, Schmerzsymptomatik und Kosmetik neu zu erörtern. Grundsätzlich ist jedoch erst einmal zu untersuchen, ob der minimalinvasive Zugangsweg den Aussagen in der Literatur, ein gleichwertiges Verfahren gegenüber konventionellen Methoden hinsichtlich des klinischen Outcomes zu sein, gerecht werden kann. Das klinische Outcome soll dabei anhand der von Bichell et al. und Vieites et al. genannten Parameter – Krankenhausaufenthalt, Intensivzeit, Komplikationen und Überleben – untersucht werden (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000). Mit Hilfe unsere Studie greifen wir diese Fragestellung auf.

Stellt die mediane Variation der inferioren Ministernotomie, wie sie am Kinderherzzentrum Kiel praktiziert wird, hinsichtlich dem klinischen Outcome eine der medianen Sternotomie ebenbürtiges Verfahren dar?

Ein neuer Ansatz im Vergleich zu vorangegangenen Studien soll in der Untersuchung der Parameter Schmerz und Kosmetik gezeigt werden. Wir wollten nicht nur einen neuen Ansatz in ihrer Bewertungsmöglichkeit darstellen, sondern auch folgende potenzielle Einflussfaktoren aufzeigen:

- Patientenbezogen: Alter, Geschlecht und Körpergewicht
- OP-bezogen: OP-Dauer, Bypasszeit, Erythrozytenkonzentrate (EK)
- Klinischer Outcome: Krankenhaus- und Intensivtage

Die genannten Parameter haben wir in diesem Rahmen auf ihren potenziellen Einfluss auf die verwendete Menge an Opioiden und den Schmerzmedikationsbedarf überprüft. Des Weiteren haben wir einen Vergleich der Einflussparameter mit der Zufriedenheit bezüglich der Ministernotomie-Narbe angestrebt. Dementsprechend verfolgten wir die Beantwortung folgender Fragen:

| Gibt es klinische Parameter, die einen Einfluss auf die Menge an Opioiden und den Bedarf an Schmerzmedikation ausüben?

| Gibt es klinische Parameter, die auf die Zufriedenheit der Patienten hinsichtlich der Kosmetik ihrer Ministernotomie-Narbe einen Einfluss haben?

Zur Untersuchung der Schmerzsymptomatik als Zielgröße erhofften wir uns Informationen aus der benötigten Menge an Opioiden und dem allgemeinen Schmerzmedikationsbedarf. Letztlich folgen und erweitern wir damit die Idee der Studie Laussen et al., die neben eines „Pain-Scores“ ausschließlich den Morphinbedarf betrachtete.

Kosmetik ist demgegenüber eine sehr persönliche, subjektive Zielgröße. Mit Hilfe eines Follow-Ups erhofften wir uns diesem Aspekt nachgehen zu können. Aus den mindestens sechs Jahren, die seit der Operation vergangen sind, wünschten wir uns hinsichtlich der langjährigen Erfahrungen der Ministernotomienarbe einen objektivierten Blick des Patienten.

2 Methoden

2.1 Genehmigung der Ethikkommission

Gemäß der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel bestehen keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken gegen die Durchführung der vorliegenden Studie (Antrag vom 29. April 2016, Aktenzeichen D 475/16).

2.2 Studiendesign

Die Studie wurde als retrospektive Beobachtungsstudie klinischer Daten in Verbindung mit einem prospektiven Follow-Up angelegt. Einschlusskriterien für die Beobachtungskohorte war das Vorliegen eines kongenitalen Herzfehlers und eine in diesem Zusammenhang am Kinderherzzentrum, UKSH, Campus Kiel durchgeführte partielle, inferiore Ministernotomie im Zeitraum von 2001 bis 2011. Ausgeschlossen wurden zudem Patienten mit thorakalen Voroperationen und bereits verstorbene Patienten. Im Anschluss an die Archiveinsicht wurden zudem noch Patienten mit nicht auswertbarer Datenlage ausgeschlossen. Nach diesen Kriterien wurde anhand der Patientendatenbank des UKSH eine Kohorte von 292 Patienten zusammengestellt.

Die Archivdaten wurden nach den Parameterkomplexen: „klinischer Outcome“, „klinische Einflussgrößen“, „Zielgröße: Schmerz“ und „Zielgröße: Kosmetik“, sowie „allgemeine Informationen und zusätzliche perioperative Daten“ sortiert (Tabelle 1). Zu den Parametern des klinischen Outcomes zählten: Krankenhaustage, Intensivtage, Komplikationen und Überleben (Kapitel 2.4.1). Zu den klinischen Einflussgrößen gehörten Alter, Geschlecht, Gewicht und Größe, Krankenhaustage und Intensivtage, OP-Dauer und Bypasszeit und die Gabe von EK (Kapitel 2.4.2). Die Zielgröße „Schmerz“ wurde definiert durch die Menge an verwendetem Opioid und der Verwendung von Schmerzmedikation (Kapitel 2.4.3). Die Zielgröße „Kosmetik“ wurde definiert durch die Ergebnisse des Follow-Ups, welches in Form einer Umfrage Informationen zur Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe erhob (Kapitel 2.4.4).

Tabelle 1: Parameterkomplexe in der Übersicht

Klinischer Outcome	Klinische Einflussgrößen	Zielgröße „Schmerz“	Zielgröße „Kosmetik“
Krankenhaustage, Intensivtage, Komplikationen und Überleben	Alter, Geschlecht, Körpergewicht, Krankenhaustage und Intensivtage, OP-Dauer und Bypasszeit, und die Gabe von EK	Opioidmenge und Schmerzmedikation	Zufriedenheit mit Mini-sternotomie-Narbe
Weitere erhobene allgemeine Informationen und zusätzliche perioperative Daten: Name, Adresse, Körpergröße, Grunderkrankung, Aortenklemmzeit, Beatmungszeit			

Des Weiteren wurden die nicht zu den Parameterkomplexen zugeordneten „allgemeinen Informationen und vergleichende perioperative Daten“ erhoben. Sie wurden, bis auf Namen und Adressen für das Follow-Up, in anderen Studien erwähnt und dienen im Rahmen unserer Studie lediglich als Vergleichsparameter.

Im Anschluss an die Erhebung der Daten wurden die Parameterkomplexe zuerst getrennt ausgewertet und nachfolgend die Einflussgrößen und die Zielgrößen auf Zusammenhänge untersucht. Zuletzt wurde, nach Darstellung unserer erhobenen Daten, ein Vergleich mit Informationen aus der Literatur angestrebt.

2.3 Material

Als Material standen uns durch die freundliche Genehmigung des UKSH, Campus Kiel und der Klinik für Kinderkardiologie und angeborene Herzfehler von Prof. Kramer, die archivierten Akten der Patienten des oben beschriebenen Patientenkollektivs zur Verfügung. Die Informationen, auf denen diese Arbeit beruht, entstammen den dokumentierten Protokollen und Berichten der operativen, intensivmedizinischen und normalstationären Betreuung der Patienten. Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Informationen sind daher limitiert durch die Gründlichkeit ihrer Erhebung und konsequenten Buchführung.

Eine noch nicht digitalisierte Patientenakte enthielt zumeist mehrere Hefter, für jeden stationären Aufenthalt einen. Ein Hefter beinhaltete folgende Komponenten: Arztbrief, Operationsbericht und Protokoll, Einwilligungen und Aufklärungen, Anästhesieprotokolle, Übergabebögen, intensivmedizinische und normalstationäre Pflegeprotokolle und Kurven. Weiterhin waren in einem Hefter enthalten: Transfusionsprotokolle, Lieferscheine und Etiketten verwendeter Blutprodukte.

Weiterhin standen die Rücksendungen des Follow-Ups zur Verfügung (Tabelle 6, Kapitel 2.4.4). Eine genaue Herkunft der Informationen wird im Kapitel 2.4 dargestellt

2.4 Erhebung der Daten

Die Datenerfassung erfolgte unter Verwendung retrospektiv untersuchter Patientenakten und innerhalb eines Follow-Ups mittels Briefeinsendung. Vorrangig dienten dabei Informationen aus OP-Berichten und OP-Protokollen, intensivmedizinischen und normalstationären Kurven, Anästhesieprotokollen, transfusionsmedizinischen Protokollen und Arztbriefen. Nach Erhebung wurden die Informationen in einer Excel Tabelle zusammengetragen und anonymisiert.

2.4.1 Klinischer Outcome

Der Parameterkomplex „klinischer Outcome“ beinhaltet Informationen zur Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und auf Intensivstation, sowie die Hinweise zu Komplikationen und generellem Überleben (Tabelle 2).

Die Dauer des gesamten Krankenhausaufenthaltes wurde aus Aufnahmedatum und Entlassungsdatum berechnet. Die Aufenthaltsdauer auf Intensivstation wurde der Intensivstationskurve entnommen, wobei sowohl das Datum, als auch die Abzählung der dort verbrachten postoperativen Stunden als Anhaltspunkt dienten. Die Angabe der zwei genannten Parameter erfolgte in Tagen.

Zur Erhebung der Häufigkeit postoperativer Komplikationen wurden folgende Parameter herangezogen: Pleura- und Perikarderguss mit hämodynamischer Relevanz, Wundinfektionen, Blutungen, Schlaganfall und ebenso die Notwendigkeit einer Re-Operation auf Grund der vorrangegangenen Herz-OP während des Krankenhausaufenthaltes. Als weitere Komplikation galt im Rahmen der Ministernotomie eine notwendige Konversion in eine mediane Sternotomie. Diese Informationen konnten sowohl dem OP-Bericht, als auch dem Arztbrief entnommen werden. Nach Hinweisen eines eventuellen Versterbens im Rahmen der Herz-OP wurde ebenfalls in der gesamten Patientenakte gefahndet.

Tabelle 2: Übersicht zu "klinischer Outcome"

Klinischer Outcome	
Normal – direkt erhobene Informationen	/ } indirekt erhobene Informationen
<i>Kursiv – Quelle</i>	
Aufnahme (Datum)	} Krankenhausaufenthalt (Tage)
Entlassung (Datum)	
<i>(1) Arztbrief, (2) OP-Bericht und Anästhesieprotokoll</i>	
Aufenthaltsdauer auf Intensivstation (Tage)	
<i>(1) Intensivstationskurve, (2) Anordnungsbogen</i>	
Re-OP während des stationären Aufenthaltes (nein=0, ja=1)	
Pleuraerguss (nein=0, ja=1)	
Perikarderguss (nein=0, ja=1)	
Wundinfektion (0=nein, 1=ja)	
Blutung (nein=0, ja=1)	
Schlaganfall (nein=0, ja=1)	
Konversion in mediane Sternotomie (nein=0, ja=1)	
<i>(1) Arztbrief, (2) Normalstationskurve, Intensivstationskurve, OP-Bericht</i>	

Jede Information ist einer Primärquelle (1) mit ggf. weiteren Sekundärquellen (2) zur Kontrolle zugeordnet. Diese Zuordnung dient der Einheitlichkeit in der Erhebung und bietet über die Sekundärquellen die Möglichkeit eventuelle Dokumentationsfehler aufzudecken.

2.4.2 Klinische Einflussgrößen

Der Komplex „klinische Einflussgrößen“ beinhaltet neben Informationen zum Patienten, wie Alter, Geschlecht und Körpergewicht, auch klinische Parameter, wie Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und auf Intensivstation, sowie OP-Dauer, kardiopulmonale Bypasszeit und die Gabe von EK (Tabelle 3).

Körpergewicht in Kilogramm und Geschlecht wurden dem Aufnahmebogen und dem Anästhesieprotokoll entnommen. Für das Alter des Patienten am Tag der Operation wurde die Differenz zwischen Datum der Operation und Geburtsdatum genommen. Die OP-Dauer, sowie die kardiopulmonale Bypasszeit wurden dem OP-Bericht entnommen und mit dem OP-Protokoll sowie mit Hilfe des Anästhesieprotokolls auf Richtigkeit kontrolliert. Die Angabe erfolgte in Minuten.

Die Verwendung von EK wurde dem OP-Protokoll entnommen. Zur Kontrolle dienten Herzlungenmaschinenprotokoll, Anforderungsscheine für Blutprodukte, Arztbrief, OP-Bericht, Intensivkurven sowie sonstige Hinweise, die auf die eindeutige Verwendung von Blutprodukten hingewiesen haben. Als nominale Informationen wurden sie mit 1 = Ja und mit 0 = Nein kodiert.

Tabelle 3: Übersicht zu "klinische Einflussgrößen"

Klinische Einflussgrößen	
Normal – direkt erhobene Informationen	/ } indirekt erhobene Informationen
<i>Kursiv – Quelle</i>	
Geburtsdatum (Datum)	} Alter bei OP (Monate)
OP Datum (Datum)	
<i>(1) Arztbrief und OP-Bericht</i>	
Körpergewicht (kg)	
Geschlecht (m/w)	
<i>(1) Anästhesieprotokoll, (2) Aufnahmebogen und Arztbrief</i>	
Aufnahme (Datum)	} Krankenhausaufenthalt (Tage)
Entlassung (Datum)	
<i>(1) Arztbrief, (2) OP-Bericht und Anästhesieprotokoll</i>	
Aufenthaltsdauer auf Intensivstation (Tage)	
<i>(1) Intensivstationskurve, (2) Anordnungsbogen</i>	
OP-Dauer (min)	
Bypasszeit (min)	
<i>(1) OP-Bericht, (2) Arztbrief, OP-Protokoll und OP-Übergabebogen</i>	
Verwendung von EK (0=nein; 1=ja)	
<i>(1) Protokoll zur Herz-Lungen-Maschine und OP-Protokoll</i>	
<i>(2) Blutproduktlieferschein, Anästhesieprotokoll, Kurven</i>	

Jede Information ist einer Primärquelle (1) mit ggf. weiteren Sekundärquellen (2) zur Kontrolle zugeordnet. Diese Zuordnung dient der Einheitlichkeit in der Erhebung und bietet über die Sekundärquellen die Möglichkeit eventuelle Dokumentationsfehler aufzudecken.

2.4.3 Zielgröße „Schmerz“

Der Parameterkomplex „Schmerz“ ist aufgeteilt in zwei Teilbereiche. Einerseits die postoperativ verabreichte relative Gesamtmenge aller Opioide, zusammengefasst als „Opioid-Äquivalent“. Andererseits beinhaltet es die Verwendung von Schmerzmedikation ausschließlich im normalstationären Bereich. Die Informationen dazu wurden entsprechend der Intensivstationskurve und der Normalstationskurve, bzw. ausschließlich der Normalstationskurve entnommen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht zu "Zielgröße: Schmerz"

Zielgröße „Schmerz“	
Normal – direkt erhobene Informationen	/ } indirekt erhobene Informationen
<i>Kursiv – Quelle</i>	
Morphin (mg)	} Opioid-Äquivalent zu oralem Morphin (mg/kg KG)
Fentanyl (mg)	
Sufentanyl (mg)	
Piritramid (mg)	
Paracetamol	} Verwendung (nein=0, ja=1)
Ibuprofen	
Metamizol	
Diclofenac	
<i>Normalstationskurve und Intensivstationskurve</i>	

Die Menge an Opioid pro Patient wurde für jeden Wirkstoff separat summiert. Anschließend wurde für jede wirkstoffspezifische Opioidmenge ein neuer Wert entsprechend ihrer analgetischen Potenz errechnet, der der Analgesie von oral verabreichtem Morphin entspricht (McPherson/American Society of Health-System Pharmacists. 2010). Darauffolgend konnten die verschiedenen Opioidmengen summiert werden. Somit erhielt jeder Patient einen äquivalenten Gesamtwert an verwendeter Menge Opioid, die der Menge an oral

eingonnenem Morphin entspricht. Anschließend wurde dieser Wert noch durch das Körpergewicht in Kilogramm dividiert und erhielt die Abkürzung „OpioidÄq.“ (Abbildung 2). Dies war nötig um einen Vergleich zwischen den Altersgruppen, unabhängig vom Körpergewicht, möglich zu machen. Zu den verwendeten Opioiden gehörten: Morphin, Piritramid, Fentanyl und Sufentanil. Ihre zugeordnete analgetische Potenz kann Tabelle 5 entnommen werden.

Abbildung 2: Berechnung der Opioidmenge

$$\text{OpioidÄq} = \frac{\sum(\text{wirkstoffspezifische Opioidmenge [mg]} * \text{analgetische Potenz})}{\text{Körpergewicht [kg]}}$$

OpioidÄq = „Opioid-Äquivalenz“, Entspricht der Opioidmenge von oral verabreichtem Morphin pro Kilogramm Körpergewicht. Die Formel dient dem Vergleich der analgetischen Wirksamkeit von unterschiedlichen Opioid-Wirkstoffen und wurde hier lediglich anpassend umgestellt (McPherson/American Society of Health-System Pharmacists. 2010).

Tabelle 5: Analgetische Potenz der Opioide

	Morphin oral	Morphin i.v.	Fentanyl	Sufentanil	Piritramid
AP*	1	3	120	1000	0,7
ÄMO**	10 mg	3,33 mg	8,33 µg	1 µg	1,43 mg

*AP = analgetische Potenz, **ÄMO = Äquivalenz zu 10mg Morphin oral

Die Tabelle stellt die zur Berechnung verwendeten analgetischen Potenzen dar. Die Literatur ist dahingehend nicht einheitlich. Es wurde sich deshalb für die am häufigsten zitierte Quelle entschieden (McPherson/American Society of Health-System Pharmacists. 2010).

Hinsichtlich der Schmerzmedikation im normalstationären Bereich wurde neben den genannten Opioiden auch nach der Verwendung der Wirkstoffe: Metamizol, Paracetamol, Diclofenac und Ibuprofen gesucht. Kam es zu einem Zeitpunkt zu einer Verwendung und wurde dies in der normalstationären Kurve notiert, wurde für diesen Patienten entsprechend ein „1 = Ja“ notiert. Wurde zu keinem Zeitpunkt in der normalstationären Kurve formuliert, dass Schmerzmedikation verabreicht wurde, bekam der Patienten ein „0 = Nein“ zugeordnet.

2.4.4 Zielgröße: „Kosmetik“ und das Follow-Up

Als Material für die Zielgröße „Kosmetik“ dienten die Rücksendungen des Follow-Ups. Neben der Umfrage enthielt das Schreiben einen Aufklärungsbogen zur Verwendung patientenbezogener Daten und ein Einwilligungsschreiben zur Teilnahme an unserer Studie. Nach Erhalt der Unterlagen wurden die Patienten, bzw., bei Minderjährigkeit, deren Eltern, darum gebeten eine Frage zu beantworten: „Mit dem kosmetischen Ergebnis nach Ministernotomie bin ich (bitte ankreuzen):“. Daraufhin standen vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung: „Vollzufrieden“, „Teilweise zufrieden“, „Nicht zufrieden“ und „Keine Meinung“ (Tabelle 6). Die Antworten wurden anschließend in einer Auflistung mit „1 = Ja“ und „0 = Nein“ kodiert.

Tabelle 6: Frage und Antwortmöglichkeiten des Follow-Ups

Mit dem kosmetischen Ergebnis nach Ministernotomie bin ich (bitte ankreuzen):	
Vollzufrieden	[]
Teilweise zufrieden	[]
Nicht zufrieden	[]
Keine Meinung	[]

Das sind die Antwortmöglichkeiten einer im Frühjahr 2017 durchgeführten Umfrage bezüglich der Zufriedenheit mit der Narbenentwicklung nach Ministernotomie. Die Patienten wurden in einem Zeitraum zwischen 2001 bis 2011 operiert.

Das Follow-Up wurde im Frühjahr 2017 durchgeführt, während die Patienten dieser Studie bereits in einem Zeitraum zwischen 2001 und 2011 operiert worden waren. Die Umfrage fand somit zwischen sechs und sechzehn Jahre postoperativ statt. Damit die Patienten angeschrieben werden konnten, mussten wir Namen und aktuelle Adressen aus der Datenbank des UKSH erheben. Nach Einsortierung der Rücksendungen wurden die Namen und Adressen entfernt und die Daten anonymisiert.

2.4.5 Allgemeine Informationen und zusätzliche perioperative Daten

Hinsichtlich des literarischen Vergleichs wurden zudem noch folgende Parameter erhoben (Tabelle 7): Körpergröße in Zentimetern, das bereits erhobene Körpergewicht in Kilogramm und die daraus errechnete Körperoberfläche mit Hilfe der Formel nach *R.D. Mosteller* (Mosteller 1987). Als Quellen hierzu dienten das Anästhesieprotokoll sowie der Aufnahmebogen. Des Weiteren wurde aus dem Arztbrief und OP-Bericht die Grunderkrankung, im Sinne des vorliegenden kongenitalen Herzfehlers, erhoben. Zusätzlich zu OP-Dauer und Bypasszeit wurde ebenfalls die Klemmzeit erhoben. Auch sie wurde dem OP-Bericht entnommen und mit dem OP-Protokoll sowie mit dem Anästhesieprotokoll abgeglichen.

Tabelle 7: Übersicht zu allgemeinen Informationen und zusätzlichen perioperativen Daten

Allgemeine Informationen und zusätzliche perioperative Daten	
Normal – direkt erhobene Informationen	/ } indirekt erhobene Informationen
<i>Kursiv – (1) Primärquelle und (2) Sekundärquelle</i>	
Körpergewicht (kg)	} Körperoberfläche (m ²)
Größe (cm)	
<i>(1) Anästhesieprotokoll und (2) Aufnahmebogen und Arztbrief</i>	
Grunderkrankung (Freitext)	
<i>(1) Arztbrief (2) OP-Bericht und OP-Protokoll</i>	
Klemmzeit (min)	
<i>(1) OP-Bericht und OP-Protokoll</i>	
Intubationszeitpunkt	} Beatmungsdauer (min)
Extubationszeitpunkt	
<i>(1) Anästhesieprotokoll und Intensivstationskurve</i>	

Jede Information ist einer Primärquelle (1) mit ggf. weiteren Sekundärquellen (2) zur Kontrolle zugeordnet. Diese Zuordnung dient der Einheitlichkeit in der Erhebung und bietet über die Sekundärquellen die Möglichkeit eventuelle Dokumentationsfehler aufzudecken.

2.4.6 Datenverarbeitung und Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung unserer Kohorte haben wir sie dem Alter entsprechend in vier Gruppen eingeteilt: Das Säuglingsalter < 1 Jahr, das Kleinkind- und Vorschulalter 1-6 Jahre, das Schulalter 7-16 Jahre und Jugendliche und Erwachsene > 16 Jahre

Die genannten Parameterkomplexe haben wir, um die Verteilungen der Grundgrößen innerhalb unserer Kohorte in dem Kapitel 3.1 darzustellen, genutzt. Anschließend haben wir im Kapitel „3.2 Analytische Statistik“ die Parameter der klinischen Einflussgrößen auf signifikante Korrelationen mit den Parametern der Zielgrößen: „Schmerz“ und „Kosmetik“ untersucht. Zur Testung auf signifikante Korrelationen zwischen Einflussgröße und Zielgröße wurde je nach Klasse der untersuchten Parameter mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach *Spearman-Rho*, dem *Mann-Whitney-U-Test*, dem *Chi-Quadrat nach Pearson* oder mit Hilfe des *exakten Tests nach Fisher* gearbeitet.

Für die Präsentation unserer Daten im Bereich der deskriptiven Statistik haben wir für alle metrischen Daten Mittelwert mit Standardabweichung, sowie Median mit Minimum und Maximum formuliert. Zur schriftlichen Darstellung wurde folgendes Format verwendet: Mittelwert: [Mittelwert] \pm [Standardabweichung] und Median: [Median (Minimum – Maximum)].

Die Daten wurden mit Hilfe des Programms „*Microsoft Excel*“ und „*Apple Numbers for iOS*“ in Tabellen gesammelt und unter Verwendung des Statistikprogrammes „*SPSS*“ ausgewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Verteilung des Alters

Die Kohorte umfasste ein Kollektiv von 292 Patienten. Weiterhin wurde die Kohorte in vier Altersgruppen eingeteilt (Tabelle 8). Die größte Zahl an Patienten befand sich in der Altersgruppe 1-6 Jahre ($n = 160$), gefolgt von der Altersgruppe < 1 Jahr ($n = 55$) und 7-16 Jahre ($n = 40$). Die niedrigste Anzahl an Patienten befand sich in der Altersgruppe > 16 Jahre ($n = 7$).

Tabelle 8: Altersverteilung der Kohorte

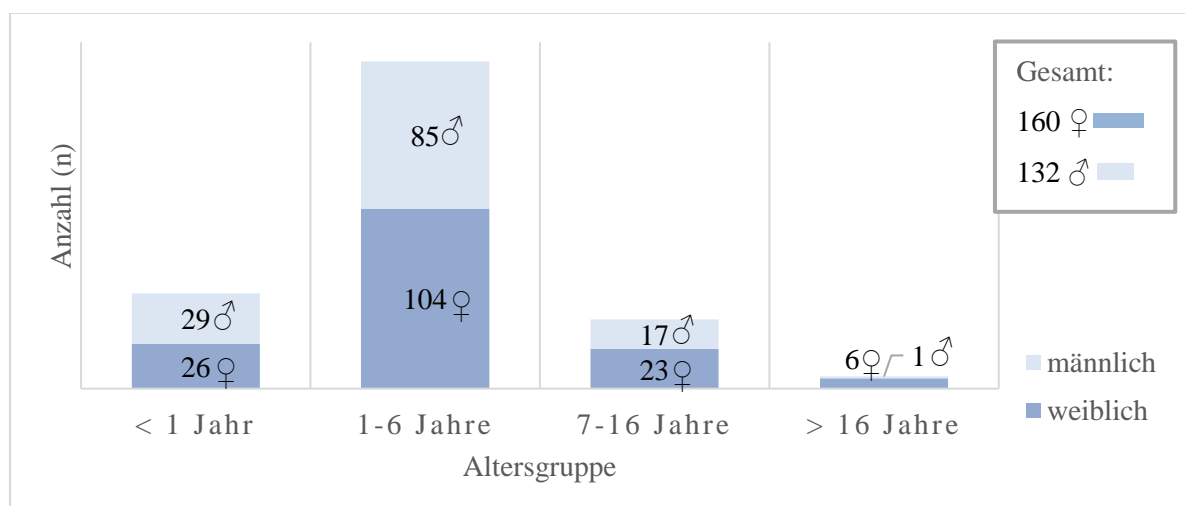
Altersgruppen:	< 1 Jahr $n = 55$	1-6 Jahre $n = 160$	7-16 Jahre $n = 40$	> 16 Jahre $n = 7$	Gesamt $n = 292$
Alter [Monate]	$6,6 \pm 2,93$ 6 (1 - 11)	$38,3 \pm 17,1$ 36 (12 - 72)	$114,6 \pm 32,8$ 103 (73 - 181)	$252,7 \pm 76,9$ 230 (195 - 419)	211 ± 208 35 (3 - 419)
Alter [Jahren]	$0,5 \pm 0,2$ 0,5 (0,1 - 0,9)	$3,2 \pm 1,4$ 3 (1 - 6)	$9,5 \pm 2,7$ 8,6 (6,1 - 15,1)	$21,1 \pm 6,4$ 19,2 (16,3 - 34,9)	$17,6 \pm 17,3$ 2,9 (0,3 - 34,9)

Die Tabelle enthält Informationen zur Altersverteilung unserer Kohorte zum Zeitpunkt der OP. In der oberen Zeile ist das Alter in Monaten und in der unteren Zeile in Jahren angegeben. Die Werte sind wie folgt dargestellt: Mittelwert \pm Standardabweichung und darunter jeweils der Median mit (Minimum – Maximum)

3.1.2 Verteilung der Geschlechter

Von 292 Patienten waren 55 % (n = 160) weiblichen und 45% (n = 132) männlichen Geschlechts. Die vier Altersgruppen unterschieden sich bezüglich des Geschlechts wie folgt: Die < 1-Jährigen zu 47% (n = 26) weiblichen Geschlechts. Die 1-6-Jährigen zu 55% (n = 104) weiblichen Geschlechts. Die 7-16-Jährigen zu 58% (n = 23) weiblichen Geschlechts und die über 16-Jährigen zu 86 % (n = 6) weiblichen Geschlechts (Abbildung 3).

Abbildung 3: Alters und Geschlechtsverteilung der Kohorte

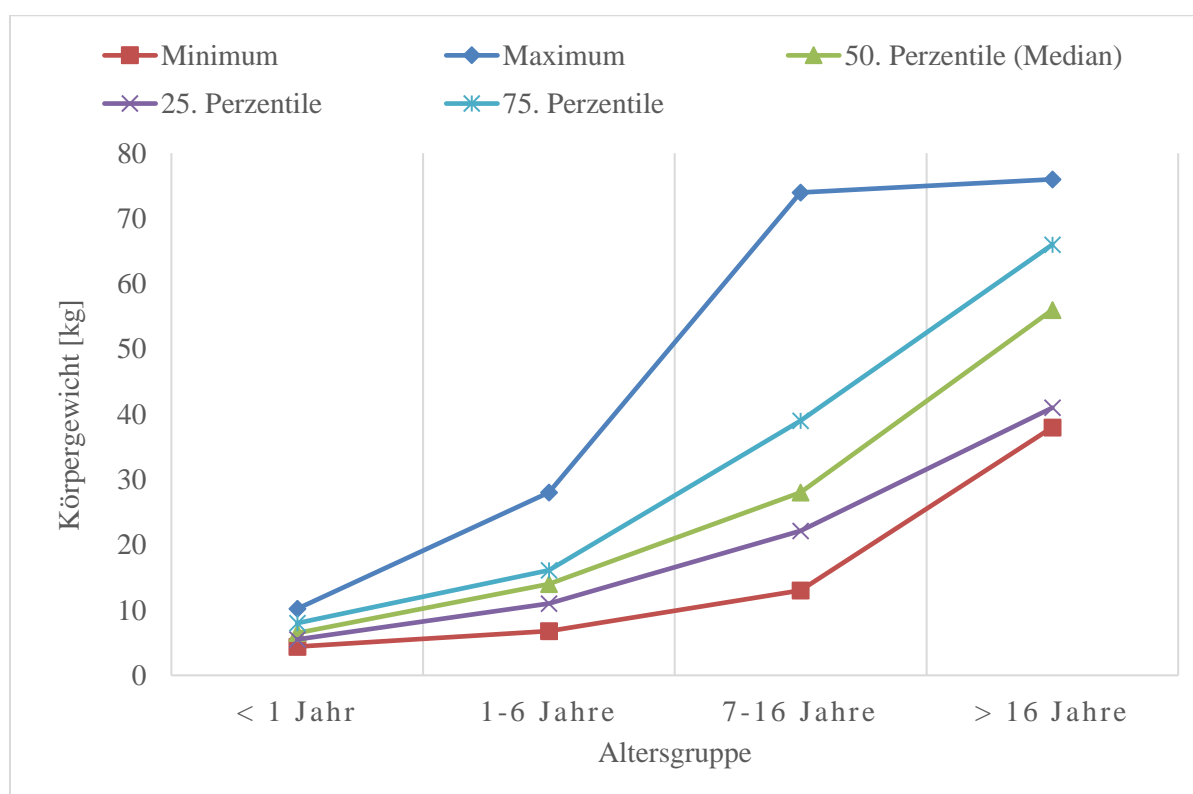


Die Grafik zeigt die Geschlechterverteilung unserer Kohorte. Die Balken stellen dabei die dem entsprechenden Geschlecht zugehörige Anzahl an Patienten dar. Die unteren Balken sind dem weiblichen Geschlecht und die oberen Balken dem männlichen Geschlecht zugeordnet.

3.1.3 Verteilung von Körpergewicht

Das Körpergewicht der Patienten in Kilogramm entsprach folgender Verteilung (Abbildung 4, Tabelle 9): In der Altersgruppe < 1 Jahr wogen nur zwei Patienten knapp über 10 kg (n = 55; Mittelwert: $6,74 \pm 1,48$ kg; Median: 6,48 [4,4 - 10,2] kg). Die Grenze von 10 kg Körpergewicht lag also innerhalb der Altersgruppe 1-6 Jahre (n = 190; Mittelwert: $14,11 \pm 3,87$ kg; Median: 14 [6,8 - 28] kg). Die größte Differenz zwischen Minimum und Maximum lag in der Altersgruppe 7-16 Jahre (n = 40; Mittelwert: $31,48 \pm 13,19$ kg; Median: 28 [13 - 74] kg).

Abbildung 4: Verteilung von Körpergewicht in den Altersgruppen



Die Grafik zeigt die Verteilung von Körpergewicht unserer Kohorte vergleichend zwischen den vier Altersgruppen. Die kleinste Differenz zwischen Minimalgewicht und Maximalgewicht zeigte die Altersgruppe der unter 1-Jährigen. Die größte Differenz zeigte sich in der Altersgruppe der 7-16-Jährigen.

Tabelle 9: Verteilung von Körpergewicht in den Altersgruppen

Gewicht [kg]				
<i>< 1 Jahr</i> n = 55	<i>1-6 Jahre</i> n = 190	<i>7-16 Jahre</i> n = 40	<i>> 16 Jahre</i> n = 7	Gesamt n = 292
6,74 ± 1,48	14,11 ± 3,87	31,48 ± 13,19	55,57 ± 13,41	41,7 ± 34,3
6,48 (4,4 - 10,2)	14 (6,8 - 28)	28 (13 - 74)	56 (38 - 76)	13,2 (7,4 - 76)

Die Tabelle enthält Informationen zur Verteilung des Körpergewichts unserer Kohorte zum Zeitpunkt der OP. Die oberste Zeile beschreibt die Altersgruppe und gibt die Anzahl (n) der in der Altersgruppe befindlichen Patienten an. Die Werte sind wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und darunter jeweils der Median mit (Minimum – Maximum). Die kleinste Differenz zwischen Minimalgewicht und Maximalgewicht zeigte die Altersgruppe der unter 1-Jährigen. Die größte Differenz dahingehend zeigte sich in der Altersgruppe der 7-16-Jährigen.

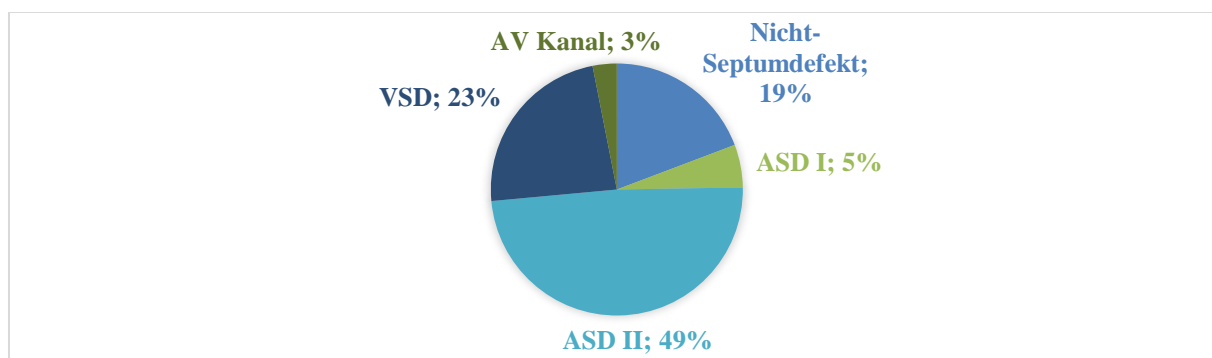
3.1.4 Verteilung der Grunderkrankungen

Die Grunderkrankungen, im Sinne kongenitaler Herzfehler, die zum operativen Eingriff mittels Ministernotomie führten, haben wir nach Häufigkeiten folgend dargestellt (Abbildung 5). Den größten Teil kongenitaler Herzfehler stellten die Septumdefekte dar (n = 236, 81%). Der kleinere Teil wurde in der Gruppe der „Nicht-Septumdefekte“ (n = 56, 19%) zusammengefasst.

3.1.4.1 Verteilung von Septumdefekten

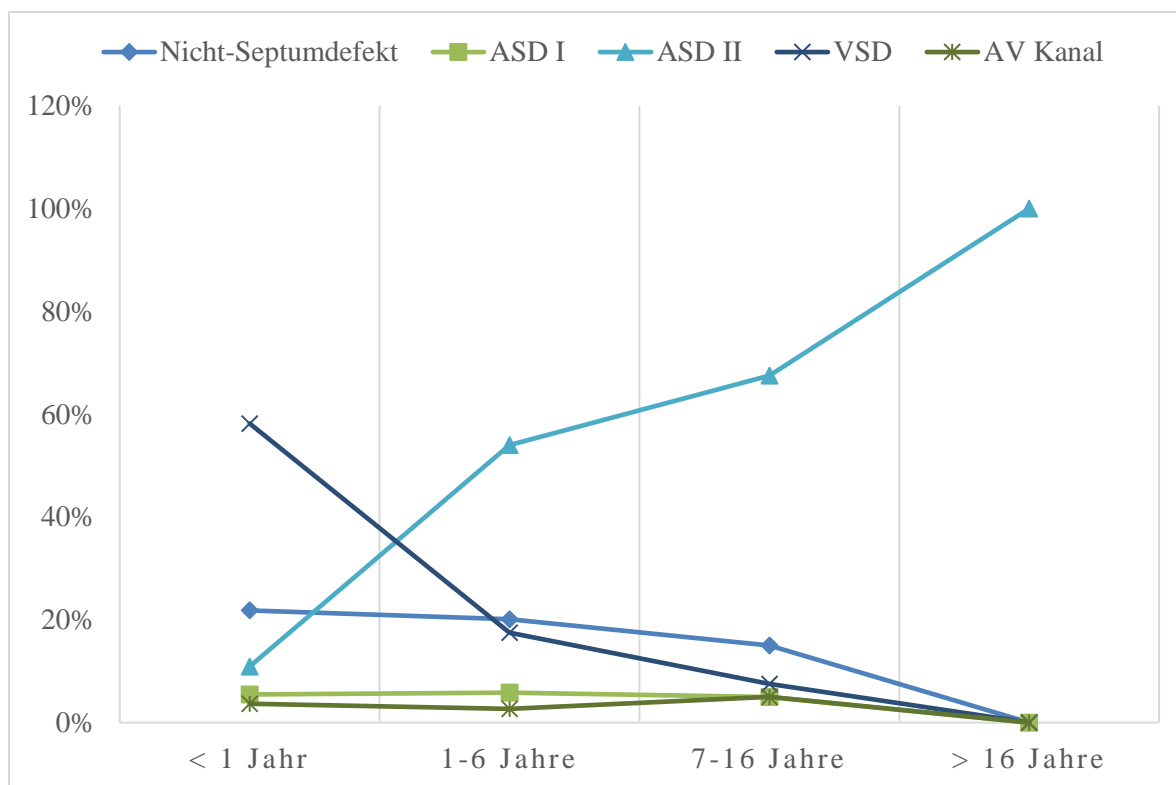
Von insgesamt 292 Patienten hatten 49% einen ASD Typ II (n = 143; ♀ 85; ♂ 58), 5% hatten einen ASD Typ I (n = 16; ♀ 7; ♂ 9), 23% hatten einen VSD (n = 68; ♀ 29; ♂ 39), 3% hatten einen AV-Kanal (n = 9; ♀ 4; ♂ 5). 19% der Patienten waren den „Nicht-Septumdefekten“ zugeordnet worden (n = 56; ♀ 34; ♂ 22) (Abbildung 5).

Abbildung 5: Verteilung von kongenitalen Herzfehlern in unserer Kohorte



Abhängig von der Altersgruppe war eine unterschiedlich ausgeprägte Häufung kongenitaler Herzfehler festzustellen (Abbildung 6, Tabelle 10). In der Altersgruppe < 1-Jährigen kam der VSD mit 58% (n = 32; ♀ 16; ♂ 16) am häufigsten vor, mit jeweils 29% (n = 16) bei männlichen und weiblichen Patienten. Der ASD Typ II war wie in der Grundgesamtheit auch bei den 1-6-Jährigen mit 54% (n = 103; ♀ 62; ♂ 41), sowie bei den 7-16-Jährigen mit 68% (n = 27; ♀ 15; ♂ 12) und bei den > 16-Jährigen mit 100% (n = 7; ♀ 6; ♂ 1) der häufigste kongenitale Septumdefekt der Kohorte (Abbildung 6, Tabelle 10).

Abbildung 6: Verteilung von Septumdefekten auf die Altersgruppen



Die Grafik zeigt die Verteilung der kongenitalen Herzdefekte unserer Kohorte, bezogen auf die vier Altersgruppen. Bei den < 1-Jährigen war der VSD der häufigste kongenitale Herzfehler. In allen anderen Altersgruppen ist der ASD II der häufigste.

Tabelle 10: Verteilung von kongenitalen Herzfehlern in den Altersgruppen

<i>Altersgruppe</i>	„Nicht Septumdefekt“ % (n)	ASD I % (n)	ASD II % (n)	VSD % (n)	AV Kanal % (n)
<i>< 1 Jahr</i>	22% (12)	5% (3)	11% (6)	58% (32)	4% (2)
<i>1-6 Jahre</i>	20% (38)	6% (11)	54% (103)	17% (33)	3% (5)
<i>7-16 Jahre</i>	15% (6)	5% (2)	68% (27)	8% (3)	5% (2)
<i>> 16 Jahre</i>	0%	0%	100% (7)	0%	0%
Gesamt	19% (56)	5% (16)	49% (142)	23% (68)	3% (9)

Die Tabelle enthält Informationen zur Verteilung von kongenitalen Herzfehlern unserer Kohorte, bezogen auf die Altersgruppen. Die Anzahl (n) gibt die Zahl der jeweils davon betroffenen Patienten wieder. Die Prozentwerte einer Zeile ergeben immer 100%. Das heißt z.B. 11% der < 1-Jährigen hatten einen ASD II und 58% hatten einen VSD.

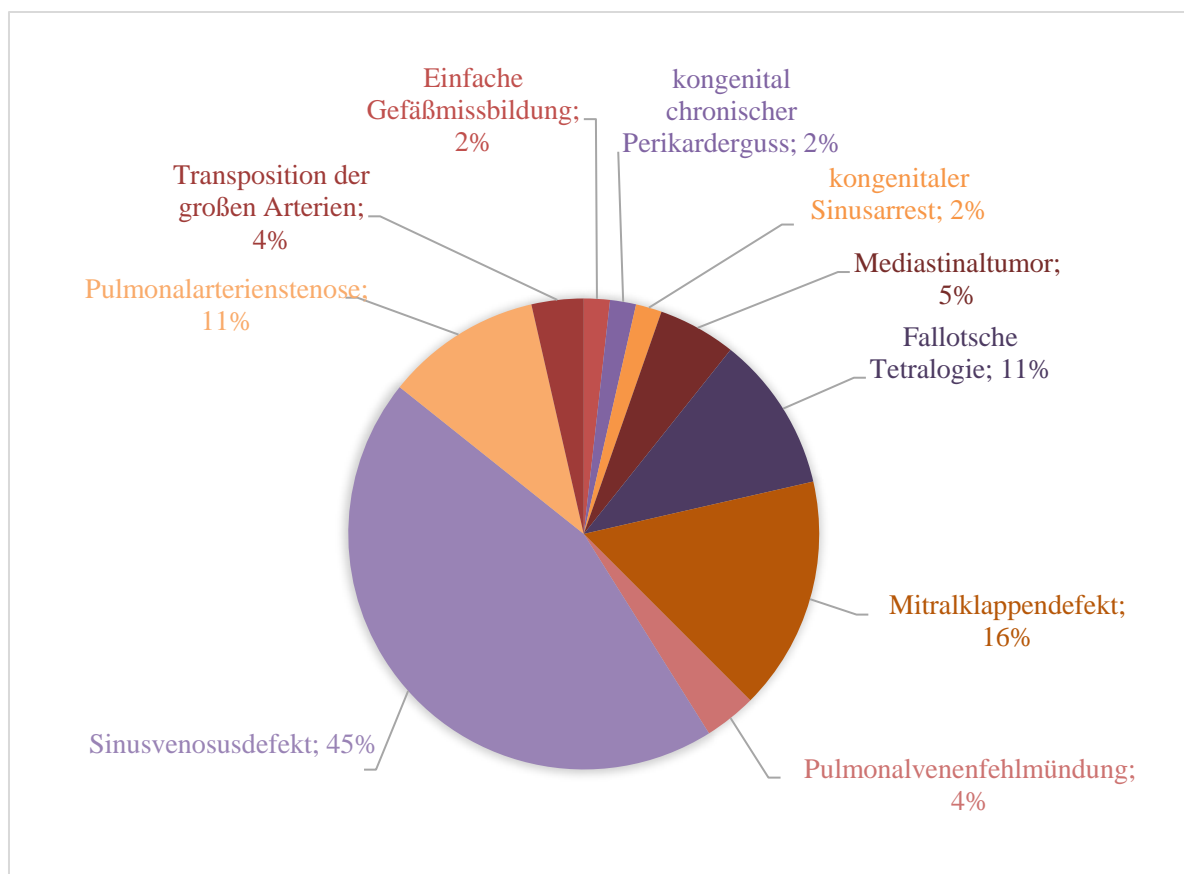
3.1.4.2 Verteilung von „Nicht-Septumdefekten“

Zunächst ist festzustellen, dass die Formulierung „Nicht-Septumdefekt“ als Oberbegriff für die folgenden zugehörigen Grunderkrankungen nur eingeschränkt zutreffend ist. Beispielsweise gehört zur Fallot'schen Tetralogie definitionsgemäß ein Septumdefekt. Allerdings stellt das Krankheitsbild einen eigenen Komplex mit weiteren, nicht auf das Septum bezogenen Defekten, dar (Kramer 2014a). So müsste die Überschrift eher folgenden Titel tragen: „Defekte, die nicht ausschließlich auf das Vorhof- oder Ventrikelseptum beschränkt sind“. Im Sinne der Übersichtlichkeit wurde jedoch der obenstehende Titel verwendet. Ebenso kann der Sinusvenosusdefekt (SVD) aus klinisch praktikabler Sicht zu den ASD II gezählt werden. Der Defekt kann jedoch auch über die Septumwand hinausgehen und wurde daher zu oben genannter Kategorie gezählt.

Die Nicht-Septumdefekte stellten eine Reihe von Grunderkrankungen dar, die bei 19% (n = 56; ♀ 34; ♂ 22) der Kohorte vorkamen (Abbildung 7). Ihre Ausprägungen waren jedoch zu mannigfaltig, als dass sie eigenen Gruppen zugeordnet werden konnten. Um jedoch die Häufigkeiten von Erkrankungen in unserem Zentrum darzustellen, wurden sie hier mitberücksichtigt.

Der häufigste der „Nicht-Septumdefekte“ war der SVD mit einem Anteil von 45% (n = 25; ♀ 16; ♂ 9). Darauf folgte der Mitralklappendefekt mit 16% (n = 9; ♀ 6; ♂ 3), und mit je gleichem Anteil die Fallot'sche Tetralogie mit 11% (n = 6; ♀ 2; ♂ 4) und die Pulmonalarterienstenose: 11% (n = 6; ♀ 4; ♂ 2). Weitere den „Nicht-Septumdefekten“ zugeordneten kongenitalen Herzfehler hatten folgende Anteile: Mediastinaltumore mit einem Anteil von 5% (n = 3; ♀ 2; ♂ 1), Transposition der großen Arterien mit 4% (n = 2; ♀ 2; ♂ 0), Pulmonalvenenfehlmündung mit 4% (n = 2; ♀ 1; ♂ 1), einfache Gefäßmissbildung mit 2% (n = 1; ♀ 1; ♂ 0), kongenital chronischer Perikarderguss mit 2% (n = 1; ♀ 0; ♂ 1) und schließlich kongenitaler Sinusarrest mit 2% (n = 1; ♀ 0; ♂ 1)

Abbildung 7: Verteilung von „Nicht-Septumdefekten“

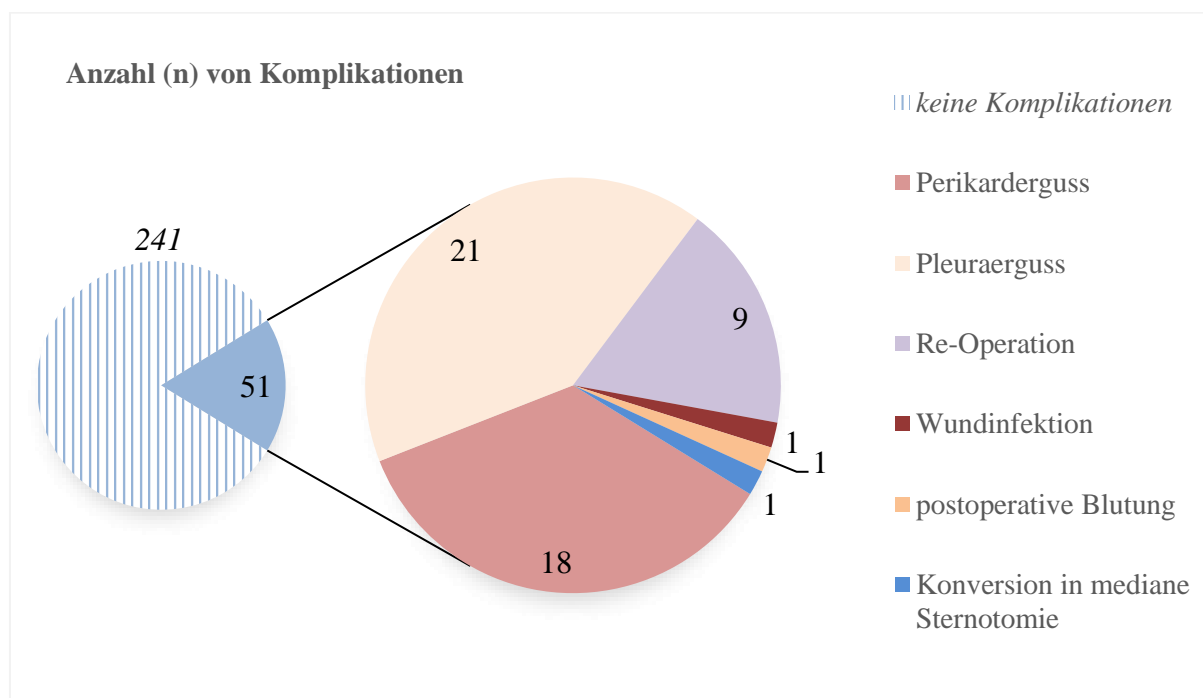


Die Grafik zeigt die Verteilung der kongenitalen Herzfehler der Kategorie „Nicht-Septumdefekte“. Der Oberbegriff „Nicht-Septumdefekte“ diente jedoch nur der Übersichtlichkeit. Korrekterweise müsste die Kategorie heißen: „Defekte, die nicht ausschließlich auf das Vorhof- und / oder das Ventrikelseptum beschränkt sind“. Der häufigste der „Nicht-Septumdefekte“ war der Sinusvenosusdefekt mit einem Anteil von 45% ($n = 25$). Darauf folgte der Mitralklappendefekt mit 16% ($n = 9$), und mit je gleichem Anteil dahinter die Fallot'sche Tetralogie mit 11% ($n = 6$) und die Pulmonalarterienstenose: 11% ($n = 6$).

3.1.5 Häufigkeiten von Komplikationen

In unserer Kohorte kam es in 18% der Fälle zu Komplikationen: (n = 51; ♀ 30; ♂ 21). In einem Fall kam es zu einer Wundinfektion (< 1 Jahr; n = 1; ♂ 1), in einem anderen Fall zu einer postoperativen Blutung (1-6 Jahre; n = 1; ♀ 1) und in einem weiteren Fall war eine Konversion in eine mediane Sternotomie notwendig (1-6 Jahre; n = 1; ♂ 1). In keinem Fall kam es zu einem Schlaganfall oder zum Tod. Folgende Komplikationen kamen häufiger vor: Ein hämodynamisch relevanter Perikarderguss bei 6% (n = 18; ♀ 12; ♂ 6), ein hämodynamisch relevanter Pleuraerguss bei 7% (n = 21; ♀ 11; ♂ 10) und eine notwendige Re-Operation während des stationären Aufenthaltes bei 3% (n = 9; ♀ 6; ♂ 3) der Patienten (Abbildung 8).

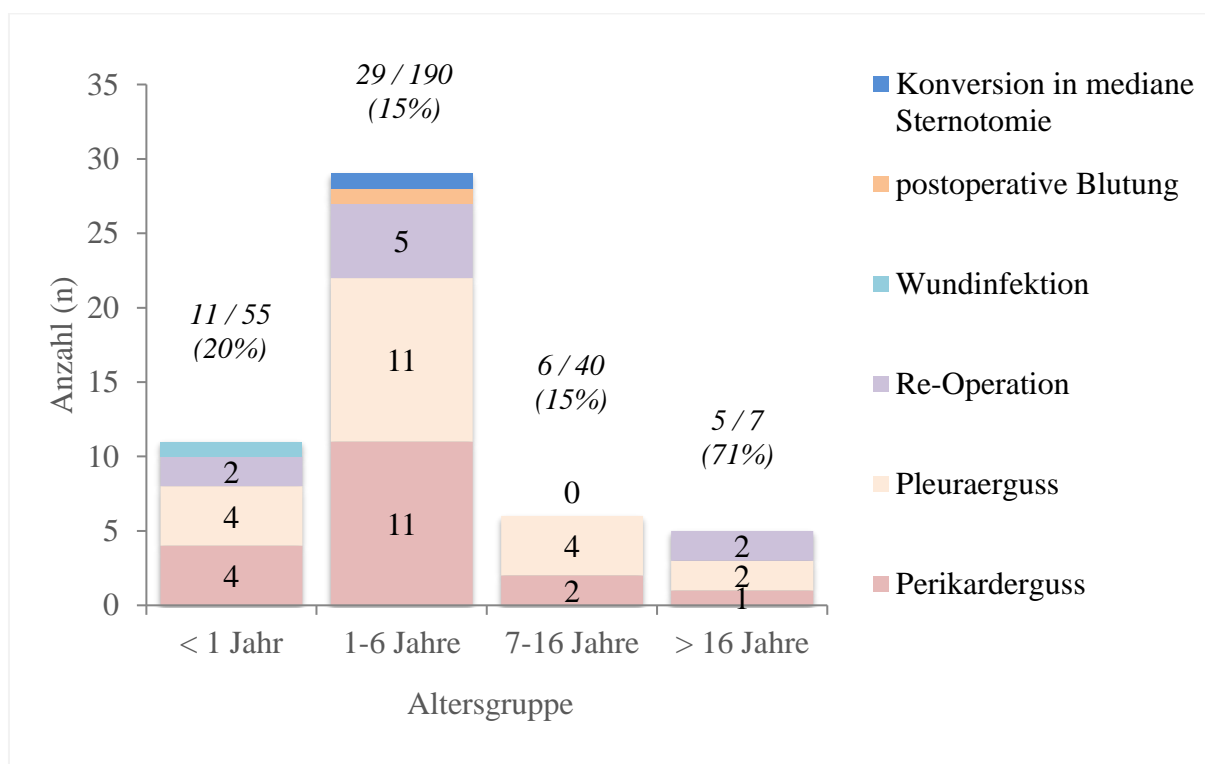
Abbildung 8: Häufigkeiten von Komplikationen



Die Grafik zeigt die Verteilung von Komplikationen in unserer Kohorte. Die Werte entsprechen dabei der Anzahl (n) der Patienten, die von der entsprechenden Komplikation betroffen waren.

In der Altersgruppe < 1 Jahr hatten 20% der 55 (n = 11; ♀ 6; ♂ 5) Patienten Komplikationen (Abbildung 9). In der Altersgruppe 1-6 Jahre waren es 15% von 190 Patienten (n = 29; ♀ 16; ♂ 13) und in der Altersgruppe 7-16 Jahre waren es 15% von 40 Patienten (n = 6; ♀ 3; ♂ 3). Eine Ausnahme bildete die Altersgruppe > 16 Jahre. In dieser Gruppe hatten 71% (n = 5; ♀ 5; ♂ 0) und ausschließlich weibliche Patienten Komplikationen.

Abbildung 9: Häufigkeiten von Komplikationen in Bezug auf das Alter



Die Grafik zeigt die Verteilung von Komplikationen in unserer Kohorte bezogen auf die Altersgruppen. In der Altersgruppe < 1 Jahr hatten 20% (n = 11) Komplikationen. Bei den 1-6-Jährigen waren es 15% (n = 29). Bei den 7-16-Jährigen kam es bei 15% (n = 6) zu Komplikationen. Bei den > 16-Jährigen hatten 5 von 7 Patienten Komplikationen.

Beim Aufkommen eines hämodynamisch relevanten Perikardergusses war die Anzahl betroffener weiblicher Patienten doppelt so hoch wie die der männlichen Patienten (n = 18; ♀ 12; ♂ 6). Das galt ebenso für die Häufigkeit von Re-Operationen (n = 9; ♀ 6; ♂ 3) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Komplikationen in Bezug auf Alter und Geschlecht

Anzahl (n)					
Altersgruppe:	< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre	Gesamt
keine Komplikationen	44 (♀20; ♂24)	161 (♀89; ♂72)	34 (♀20; ♂14)	2 (♀1; ♂1)	241 (♀130; ♂111)
Komplikationen	11 (♀6; ♂5)	29 (♀16; ♂13)	6 (♀3; ♂3)	5 (♀5)	51 (♀30; ♂21)
Perikarderguss	4 (♀3; ♂1)	11 (♀5; ♂6)	2 (♀1; ♂1)	1 (♀1)	18 (♀12; ♂6)
Pleuraerguss	4 (♀2; ♂2)	1 (♂1)	4 (♀2; ♂2)	2 (♀2)	21 (♀11; ♂10)
Re-OP*	2 (♀1; ♂1)	5 (♀3; ♂2)	0	2 (♀2)	9 (♀6; ♂3)
Wundinfektion	1 (♂1)	0	0	0	1 (♂1)
Post-OP Blutung	0	1 (♀1)	0	0	1 (♀1)
Konversion**	0	1 (♂1)	0	0	1 (♂1)

*Re-OP = Eine aufgrund dieses Herzfehlers verursachte Komplikation, die zur erneuten OP während des stationären Aufenthaltes führte. **Konversion in eine mediane Sternotomie

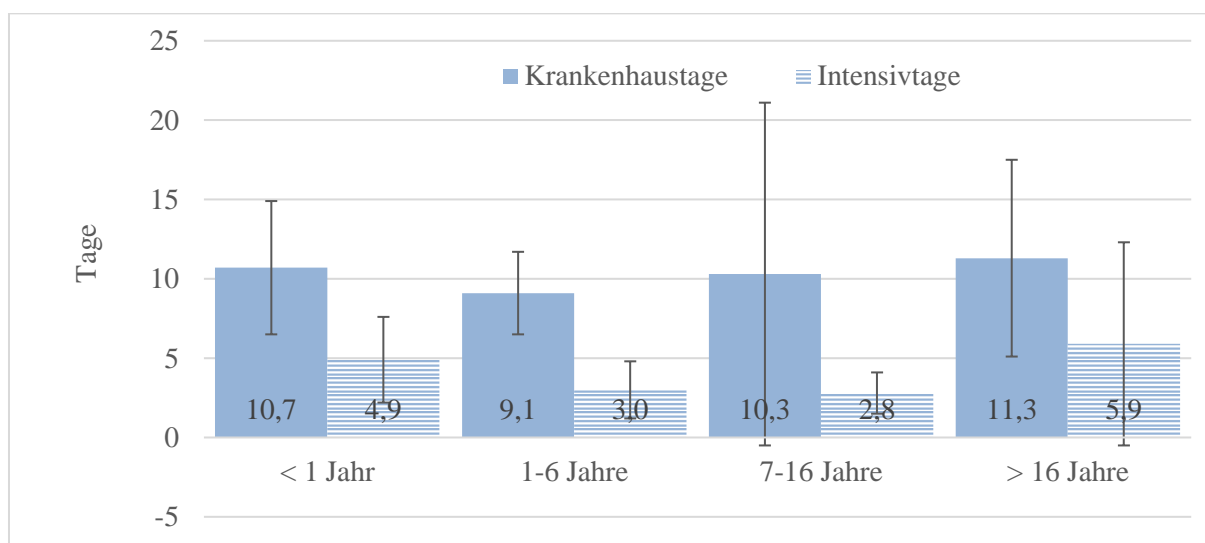
Die Tabelle beinhaltet Informationen zur Verteilung von Komplikationen in unserer Kohorte bezogen auf die Altersgruppen und das Geschlecht. Vor den Klammern steht jeweils die Anzahl (n) von betroffenen Patienten, bezugnehmend auf die entsprechende Altersgruppe (Spalte) und die dazugehörige Komplikation (Zeile). Innerhalb der Klammern steht die Aufteilung dieser Anzahl (n) zwischen männlichen (♂) und weiblichen (♀) betroffenen Patienten.

3.1.6 Dauer des Aufenthaltes im Krankenhaus und auf Intensivstation

Die durchschnittliche Dauer des Krankenhausaufenthaltes betrug zwischen 9 und 11 Tagen (Abbildung 10). Die Altersgruppe < 1 Jahr ($n = 55$; Mittelwert: $10,7 \pm 4,2$ d; Median: 9 [5 - 31] d) und die Altersgruppe > 16 Jahre ($n = 7$; Mittelwert: $11,3 \pm 6,2$ d; Median: 9 [7 - 25] d) waren durchschnittlich 11 Tage im Krankenhaus. Die Altersgruppe 1-6 Jahre war im Mittel 9,1 Tage ($n = 190$; Mittelwert: $9,1 \pm 2,6$ d; Median: 8 [5 - 24] d) und die Altersgruppe 7-16 Jahre 10,3 Tage im Krankenhaus ($n = 40$; Mittelwert: $10,3 \pm 10,8$ d; Median: 8 [6 - 76] d).

Auch hinsichtlich der Intensivtage hatten die unter 1-Jährigen ($n = 55$; Mittelwert: $4,9 \pm 2,7$ d; Median: 4 [1 - 17] d) und die über 16-Jährigen ($n = 7$; Mittelwert: $5,9 \pm 6,4$ d; Median: 3 [2 - 20] d) den längsten Aufenthalt (Abbildung 11). Die Altersgruppe 1-6 Jahre ($n = 190$; Mittelwert: $3 \pm 1,8$ d; Median: 2 [1 - 11] d) hatte den kürzesten Aufenthalt auf Intensivstation. Die Altersgruppe 7-16 Jahre ($n = 40$; Mittelwert: $2,8 \pm 1,3$ d; Median: 2,5 [1 - 6] d) nahm einen Zwischenwert ein.

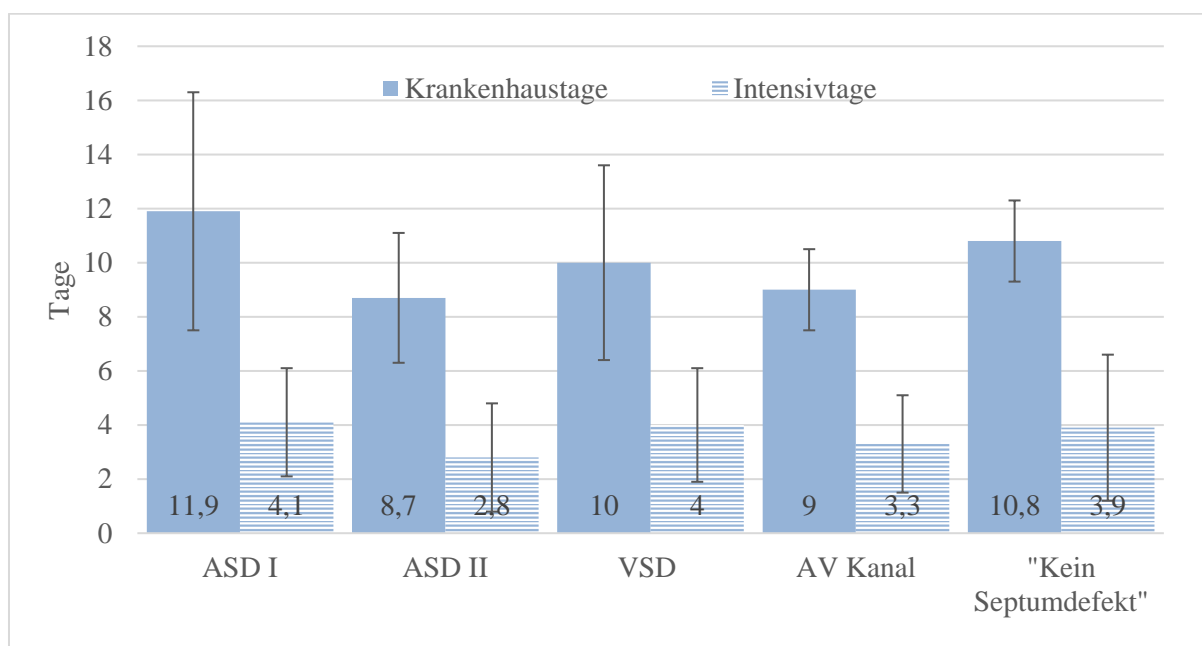
Abbildung 10: Krankenhaustage und Intensivtage in Bezug auf die Altersgruppen



Die Grafik zeigt die mittlere Verweildauer im Krankenhaus und auf Intensivstation in Bezug auf die Altersgruppen unserer Kohorte. Die Flächen zeigen die Mittelwerte und die Striche zeigen die Standardabweichungen. Die Altersgruppe der 7-16-Jährigen zeigte mit einer Standardabweichung von 11 Tagen die breiteste Verteilung von Werten.

In Bezug auf den Herzfehler waren Patienten mit ASD I am längsten im Krankenhaus und auf Intensivstation ($n = 9$; Krankenhaustage: $11,9 \pm 4,4$ d; Median: 10,5 [8 - 24] d; Intensivtage: $4,1 \pm 2$ d; Median: 3,5 [1 - 9] d). Den kürzesten Aufenthalt im Krankenhaus und auf Intensivstation hatten Patienten mit einem ASD II ($n = 24$; Krankenhaustage: $8,7 \pm 2,4$ d; Median: 8 [5 - 25] d; Intensivtage: $2,8 \pm 2$ d; Median: 2 [1 - 20] d). VSD und AV-Kanal ergaben Werte dazwischen (VSD: $n = 58$; Krankenhaustage: $10 \pm 3,6$ d; Median: 9 [7 - 31] d; Intensivtage: $4 \pm 2,1$; Median: 3 [1 - 12] d; AV Kanal: $n = 4$; Krankenhaustage: $9 \pm 1,5$ d; Median: 9 [7 - 12] d; Intensivtage: $3,3 \pm 1,8$ d; Median: 3 [2 - 7] d). Die Gruppe "Kein Septumdefekt" verbrachte im Mittel 10,8 Tage im Krankenhaus ($n = 56$; Krankenhaustage: $10,8 \pm 1,5$ d; Median: 9 [7 - 12] d; Intensivtage: $3,9 \pm 2,7$; Median: 3 [2 - 7] d).

Abbildung 11: Krankenhaustage und Intensivtage in Bezug auf den Herzfehler



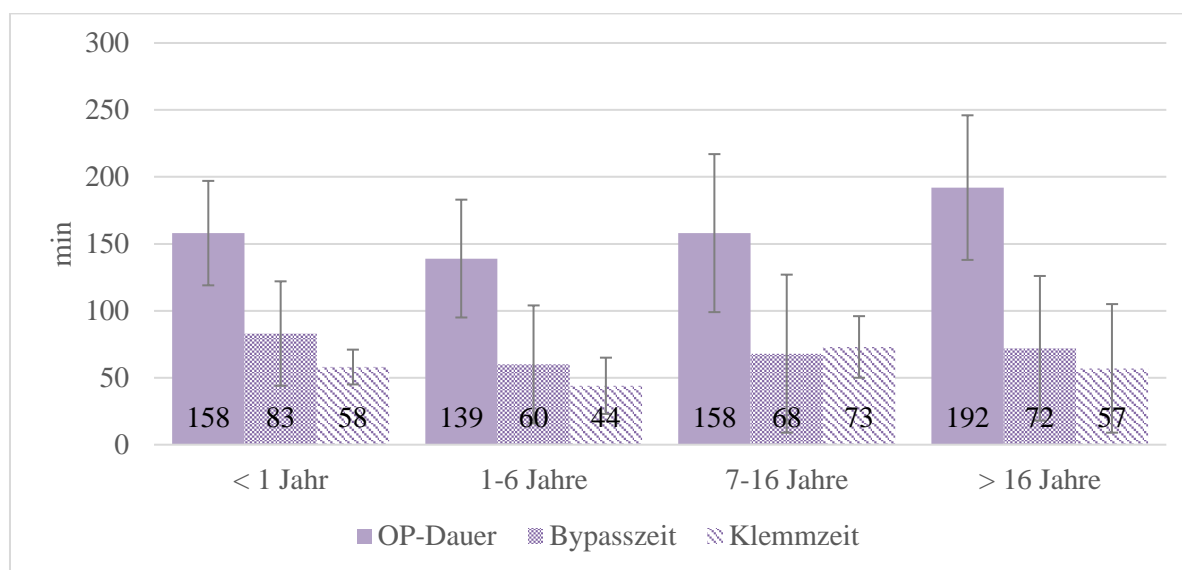
Die Grafik zeigt die mittlere Verweildauer im Krankenhaus und auf Intensivstation in Bezug auf Herzdefekt. Die vollen Flächen zeigen den Mittelwert, die schraffierten die Standardabweichung. Patienten mit ASD I waren am längsten im Krankenhaus und auf Intensivstation. Den kürzesten Aufenthalt im Krankenhaus und auf Intensivstation hatten Patienten mit einem ASD II.

3.1.7 Verteilung perioperativer Daten

In Zusammenhang mit der OP wurden folgende Informationen zusammengetragen: Die OP-Dauer, die Beatmungsdauer, die kardiopulmonale Bypasszeit und die Klemmzeit.

Die mittlere Bypasszeit (Mittelwert: 66 ± 27 min; Median: 61 [20 – 278] min) lag in allen Altersgruppen unterhalb der mittleren OP-Dauer (Mittelwert: 147 ± 35 min; Median: 144 [30 – 405] min). Die niedrigste mittlere OP-Dauer war mit 139 Minuten in der Altersgruppe 1-6 Jahre zu finden ($n = 190$; Mittelwert: 139 ± 44 min; Median: 135 [58 – 405] min), während die mittlere OP-Dauer bei den über 16-Jährigen mit 158 Minuten am längsten war ($n = 7$; Mittelwert: 192 ± 54 min; Median: 160 [145 – 292] min) (Abbildung 12).

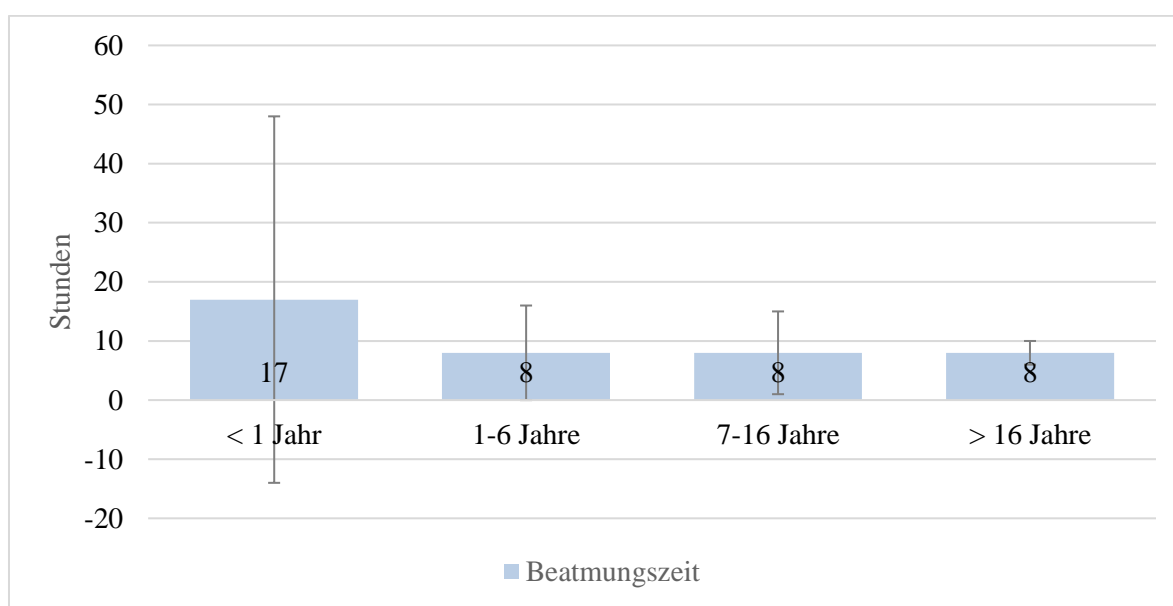
Abbildung 12: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf das Alter



Die Grafik zeigt die mittlere Dauer [min] von OP-Dauer, kardiopulmonaler Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf die Altersgruppen unserer Kohorte. Die Klemmzeit lag in allen Altersgruppen, außer bei den 7-16-Jährigen, unterhalb der Bypasszeit. Die mittlere OP-Dauer war bei den 1-6-Jährigen am kürzesten.

Die Beatmungsdauer nahm in den Altersgruppen 1-6 Jahre, 7-16 Jahre und > 16 Jahre Werte um 8 Stunden an (1-6 Jahre: n = 190; Mittelwert: 8 ± 8 h; Median: 7 [3 – 111] h; 7-16 Jahre: n = 40; Mittelwert: 8 ± 7 h; Median: 7 [4 - 53] h; >16 Jahre: n = 7; Mittelwert: 8 ± 2 h; Median: 8 [5 - 10] h) (Abbildung 13). Die Beatmungsdauer war in der Altersgruppe < 1 Jahr mit einem Mittelwert von 17 ± 31 h im Durchschnitt doppelt so lang, wie im Vergleich zu den anderen Altersgruppen (< 1 Jahr: n = 55; Mittelwert: 17 ± 31 h; Median: 11 [3 – 231] h).

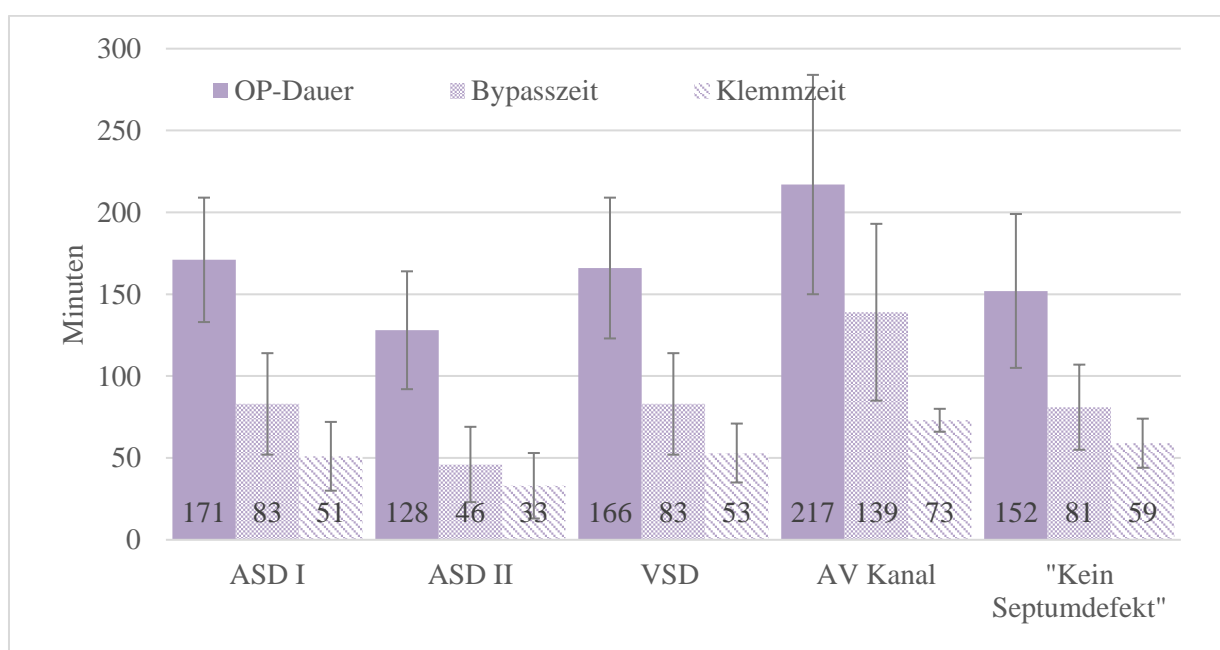
Abbildung 13: Beatmungsdauer in Bezug auf das Alter



Die Grafik zeigt die mittlere Dauer [h] der Beatmungszeit in Bezug auf die Altersgruppen unserer Kohorte. Die mittlere Beatmungszeit der < 1-Jährigen war etwa doppelt so lang wie die der anderen Altersgruppen.

In Bezug auf den Herzfehler war die längste mittlere OP-Dauer und Bypasszeit bei Patienten mit AV Kanal zu finden ($n = 9$; OP-Dauer: 217 ± 67 min; Bypasszeit: 139 ± 54 min), dahinter lagen der ASD I ($n = 16$; OP-Dauer: 171 ± 38 min; Bypasszeit: 83 ± 31 min) und der VSD ($n = 68$; OP-Dauer: 166 ± 43 min; Bypasszeit: 83 ± 31 min). Die kürzeste OP-Dauer und Bypasszeit hatten Patienten mit ASD II ($n = 143$; OP-Dauer: 128 ± 36 min; Bypasszeit: 46 ± 23 min) (Abbildung 14, Tabelle 12).

Abbildung 14: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf den Herzfehler



Die Grafik zeigt die mittlere Dauer [min] der OP-Dauer, der kardiopulmonalen Bypasszeit und der Klemmzeit, in Bezug auf den Herzfehler. Die längste OP-Dauer war bei Patienten mit AV-Kanal, die kürzeste OP-Dauer bei Patienten mit ASD II.

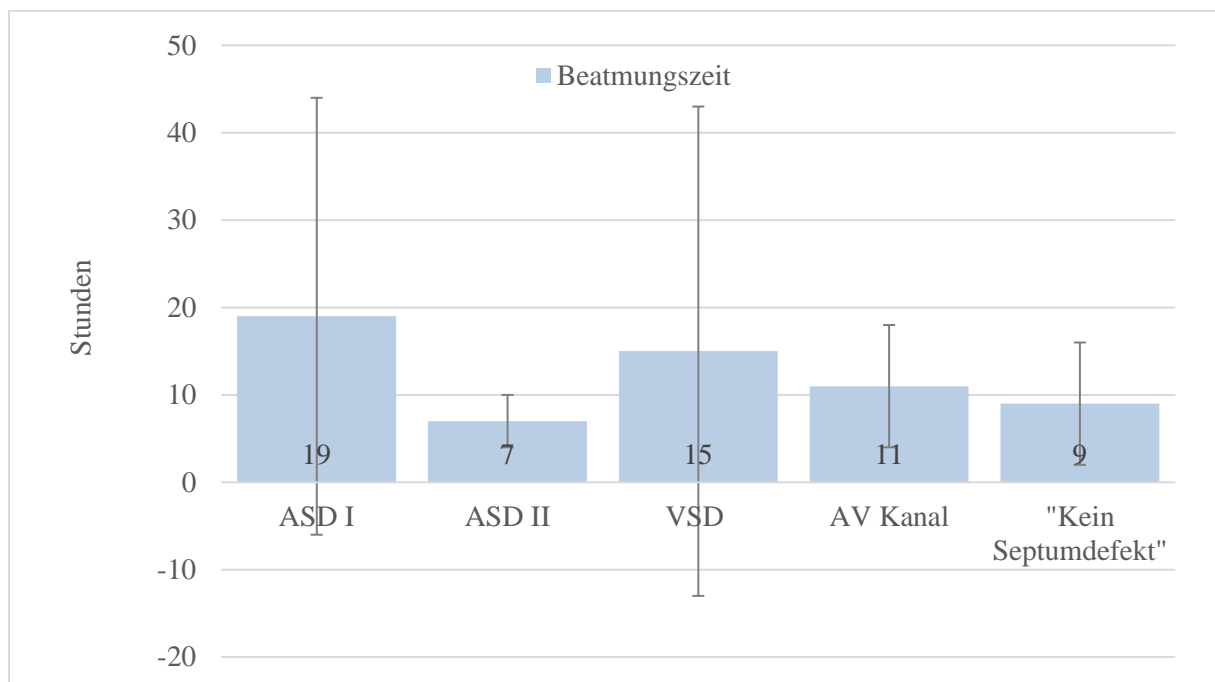
Tabelle 12: OP-Dauer, Bypasszeit und Klemmzeit in Bezug auf den Herzfehler

ASD I n = 16	ASD II n = 143	VSD n = 68	AV Kanal n = 9	„Nicht Septumdefekt“ n = 56
OP-Dauer: 171 ± 38 Median: 165 [118 - 283]	OP-Dauer: 128 ± 36 Median: 118 [70 - 292]	OP-Dauer: 166 ± 43 Median: 158 [110 - 405]	OP-Dauer: 217 ± 67 Median: 190 [155 - 385]	OP-Dauer: 152 ± 47 Median: 157 [30 - 241]
Bypasszeit: 83 ± 31 Median: 79 [52 - 181]	Bypasszeit: 46 ± 23 Median: 39 [20 - 132]	Bypasszeit: 83 ± 31 Median: 77 [32 - 256]	Bypasszeit: 139 ± 54 Median: 136 [89 - 278]	Bypasszeit: 81 ± 26 Median: 136 [89 - 278]
Klemmzeit: 51 ± 21 Median: 46 [28 - 104]	Klemmzeit: 33 ± 20 Median: 29 [11 - 91]	Klemmzeit: 53 ± 18 Median: 50 [25 - 121]	Klemmzeit: 73 ± 7 Median: 74 [64 - 80]	Klemmzeit: 59 ± 15 Median: 74 [64 - 80]
<i>Einheit in Minuten</i>				

Die Tabelle zeigt die mittlere Dauer [min] der OP-Dauer, der kardiopulmonalen Bypasszeit und der Klemmzeit in Bezug auf den Herzfehler. Die längste OP-Dauer war bei Patienten mit AV-Kanal, die kürzeste OP-Dauer bei Patienten mit ASD II.

In Bezug auf den Herzfehler war die Beatmungszeit bei Patienten mit ASD I am längsten (n = 16; Mittelwert: 19 ± 25 h; Median: 9 [5 - 111] h). Die kürzeste Beatmungszeit hatten Patienten mit ASD II (n = 143; Mittelwert: 7 ± 3 h; Median: 7 [4 - 23] h). VSD und AV-Kanal nahmen Werte dazwischen ein (VSD: n = 68; Mittelwert: 15 ± 28 h; Median: 9 [5 - 231] h; AV Kanal: n = 9; Mittelwert: 11 ± 7 h; Median: 10 [6 - 29] h) (Abbildung 15).

Abbildung 15: Beatmungsdauer in Bezug auf den Herzfehler

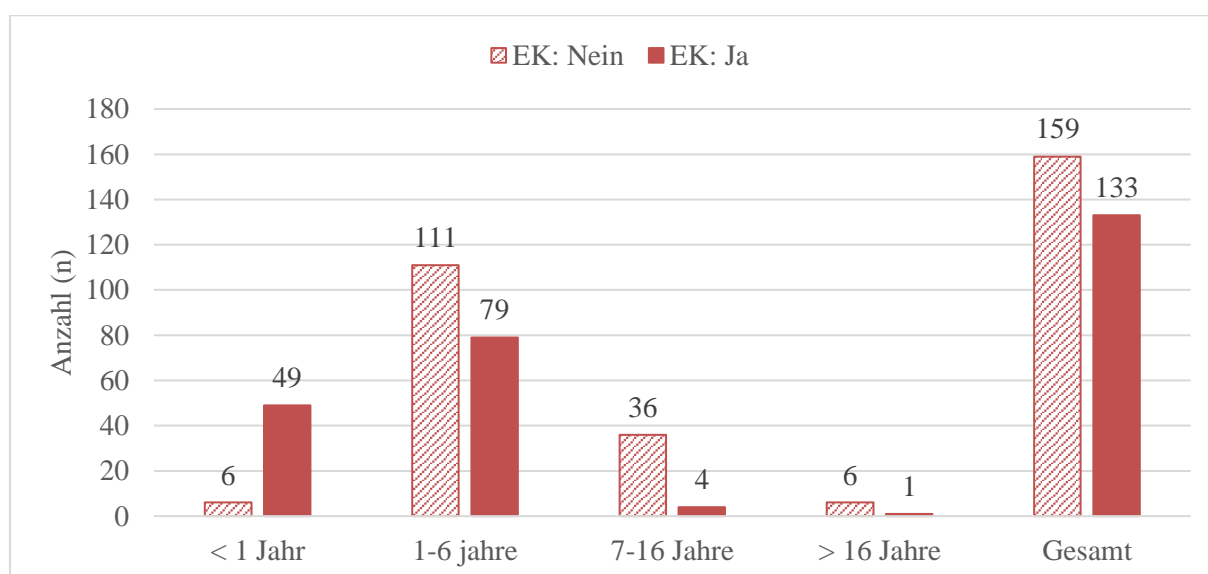


Die Grafik zeigt die mittlere Dauer [min] der Beatmungszeit in Bezug auf den Herzdefekt. Patienten mit ASD I hatten die längste mittlere Beatmungsdauer. Patienten mit ASD II hatten die kürzeste Beatmungsdauer.

3.1.8 Verwendung von Erythrozytenkonzentraten

Insgesamt benötigten 46% der Patienten mindestens ein EK (Nein: 54% [n = 159], Ja: 46% [n=133]). In der Altersgruppe < 1 Jahr benötigten 89% mindestens ein EK (Nein: 11% [n=6], Ja: 89% [n=49]). Dahinter lagen die Altersgruppen 1-6 Jahre mit 42% und (Nein: 58% [n=111], Ja: 42% [n=79]) und > 16 Jahre mit 14% (Nein: 86% [n=6], Ja: 14% [n=1]). Am wenigsten EK benötigte man mit 10% bei den 7-16-Jährigen (Nein: 90% [n=36], Ja: 10% [n=4]) (Abbildung 16).

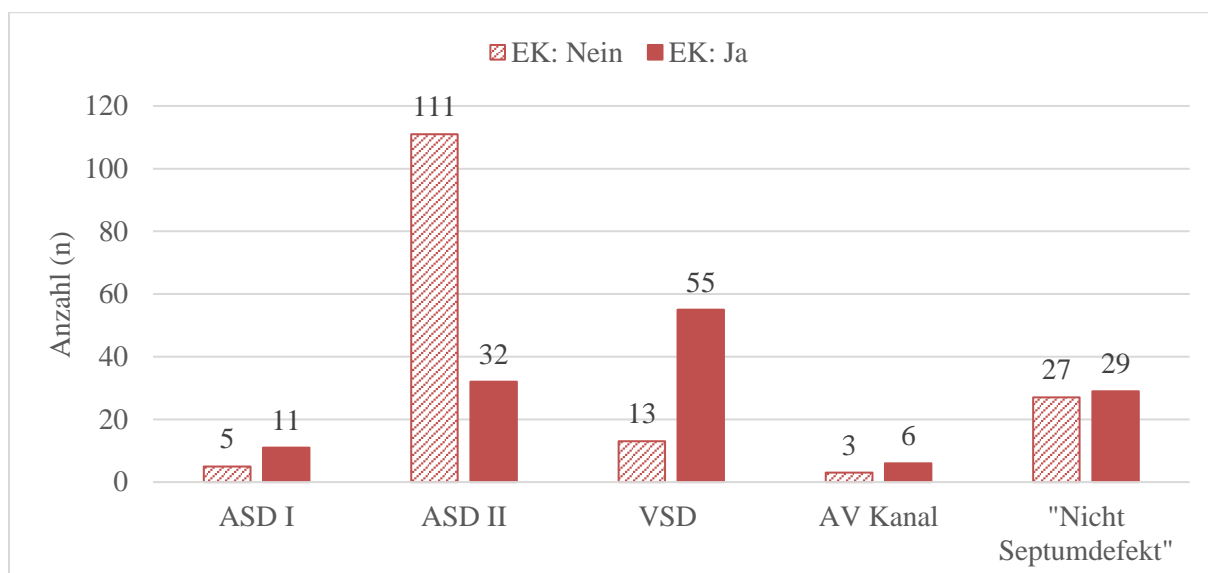
Abbildung 16: EK in Bezug auf die Altersgruppe



Die Grafik zeigt Anzahl von Patienten, bei denen EK zum Einsatz kamen in Bezug auf die Altersgruppe. Am wenigsten EK wurden bei den 7-16-Jährigen benötigt.

In Bezug auf den Herzfehler wurden mit 81% beim VSD am häufigsten EK verwendet (Nein: 19% [n=13], Ja: 81% [n=55]). Darauf folgten der ASD I mit 69% (Nein: 31% [n=5], Ja: 69% [n=11]) und der AV Kanal mit 67% AV Kanal (Nein: 33% [n=3], Ja: 67% [n=6]). Der ASD II kam mit 22% mit den wenigsten EK aus (Nein: 78% [n=111], Ja: 22% [n=32]) (Abbildung 17).

Abbildung 17: EK in Bezug auf den Herzfehler



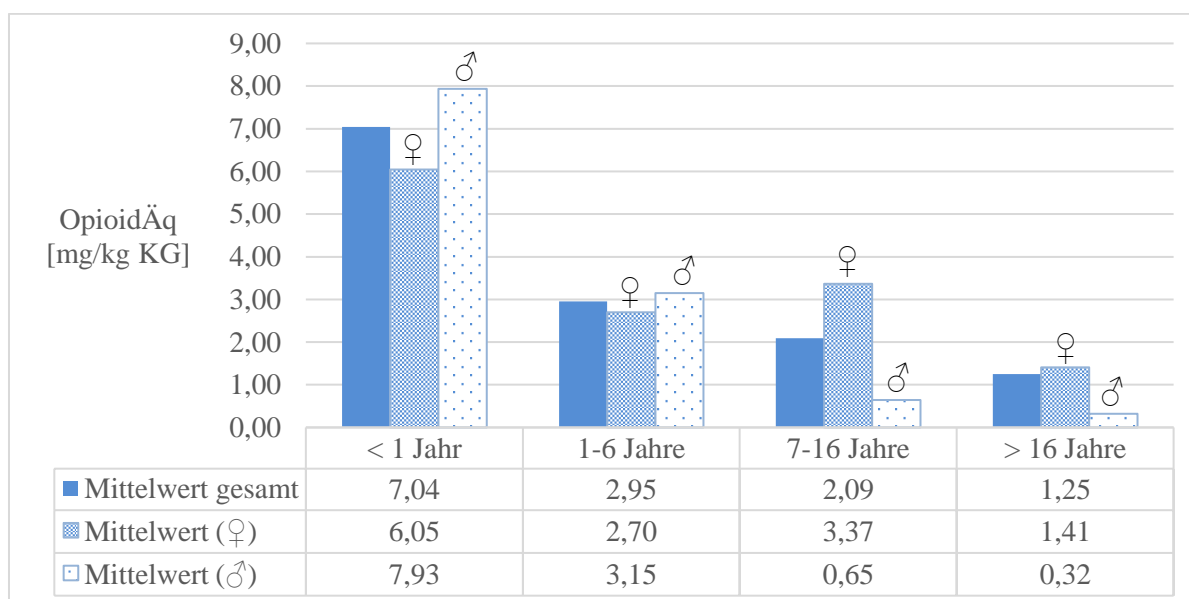
Die Grafik zeigt Anzahl von Patienten, bei denen EK zum Einsatz kamen in Bezug auf den Herzfehler. Der ASD II kamen mit 22% mit den wenigsten EK aus.

3.1.9 Verteilung der verwendeten Menge OpioidÄq

Bei der verwendeten Menge von OpioidÄq war ein Altersgefälle erkennbar (Abbildung 18). In den jüngeren Altersgruppen < 1 Jahr und 1-6 hatten die männlichen Patienten im Mittel mehr OpioidÄq erhalten als die weiblichen Patienten. In den älteren Gruppen erhielten die weiblichen Patienten mehr (Abbildung 18). Ein signifikanter Unterschied bestand nicht (Kapitel: 3.2.1.2.)

Während in der Altersgruppen < 1 Jahr im Mittel $7,04 \pm 9,22$ mg/kg KG OpioidÄq ($n = 55$ [♀ 26 ♂ 29], ♀ $6,05 \pm 4,33$, ♂ $7,93 \pm 12,06$) und 1-6 Jahre im Mittel $2,95 \pm 3,3$ mg/kg KG OpioidÄq ($n = 169$ [♀ 91 ♂ 77], ♀ $2,7 \pm 3,4$, ♂ $3,15 \pm 3,08$) verwendet wurden, waren es in der Altersgruppe 7-16 Jahre im Mittel $2,09 \pm 6,45$ mg/kg KG OpioidÄq ($n = 32$ [♀ 17 ♂ 15], ♀ $3,37 \pm 8,72$, ♂ $0,65 \pm 0,96$) und bei den > 16-Jährigen im Mittel $1,25 \pm 1,44$ mg/kg KG OpioidÄq ($n = 7$ [♀ 6 ♂ 1], ♀ $1,41 \pm 1,51$, ♂ $0,32 \pm 0$).

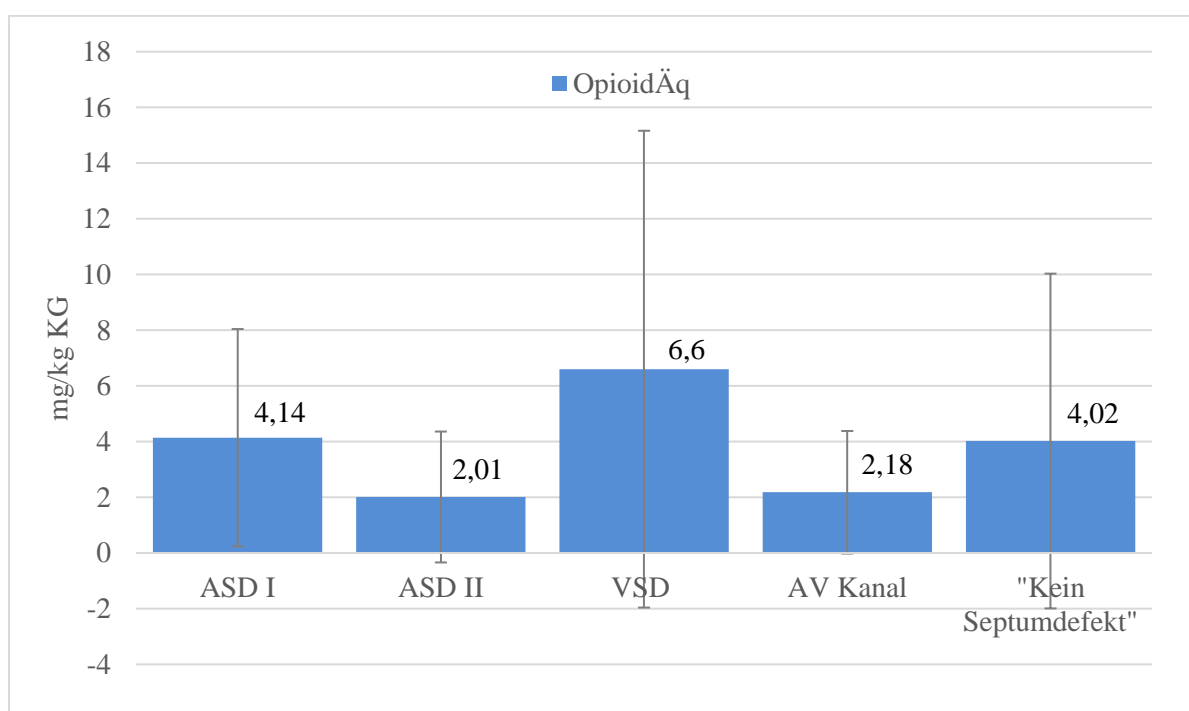
Abbildung 18: OpioidÄq in Bezug auf das Alter und Geschlecht



OpioidÄq = „Opioid-Äquivalenz“, entspricht der Opioidmenge von oral verabreichtem Morphin pro Kilogramm Körpergewicht. Die Grafik zeigt die mittlere verwendete Menge an OpioidÄq [mg/kg KG] in Bezug auf Altersgruppe und Geschlecht. Die jüngeren Altersgruppen bekamen mehr OpioidÄq, als es bei den älteren Altersgruppen der Fall war.

In Bezug auf den Herzfehler bekamen Patienten mit einem VSD am meisten OpioidÄq (n = 65; Mittelwert: $6,6 \pm 8,56$ mg/kg KG). Patienten mit einem ASD II bekamen am wenigsten OpioidÄq (n = 124; Mittelwert: $2,01 \pm 2,35$ mg/kg KG). ASD I und AV- Kanal nahmen dabei Zwischenwerte ein (ASD I: n = 12; Mittelwert: $4,14 \pm 3,9$ mg/kg KG; AV Kanal: n = 8; Mittelwert: $2,18 \pm 2,2$ mg/kg KG), ebenso wie die „Nicht Septumdefekte“ (n = 54; Mittelwert: $4,02 \pm 6,01$ mg/kg KG) (Abbildung 19).

Abbildung 19: OpioidÄq in Bezug auf den Herzfehler

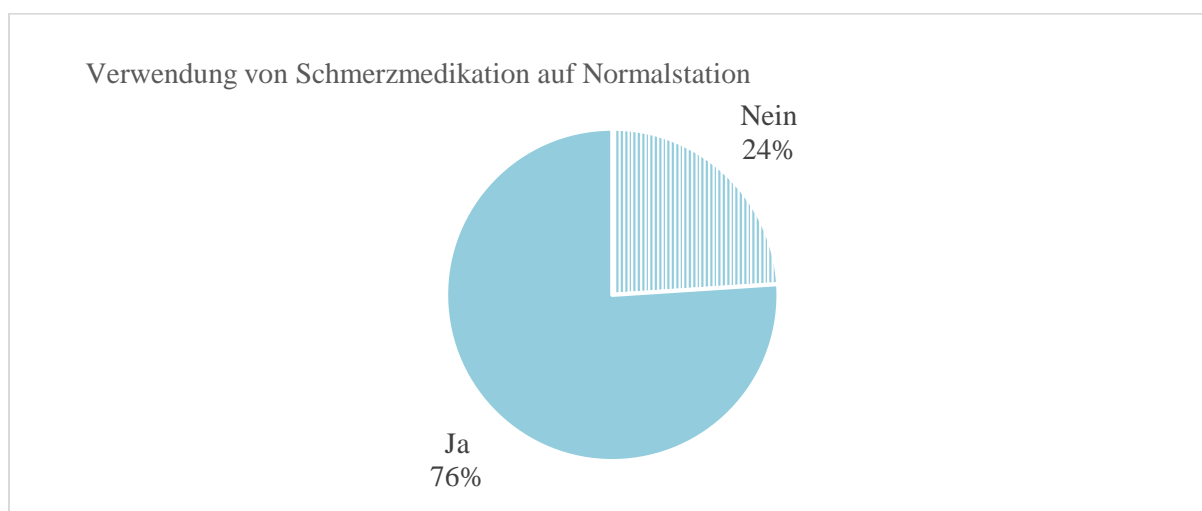


OpioidÄq = „Opioid-Äquivalenz“, entspricht der Opioidmenge von oral verabreichtem Morphin pro Kilogramm Körpergewicht. Die Grafik zeigt die mittlere verwendete Menge an OpioidÄq [mg/kg KG] in Bezug auf den Herzfehler. Am meisten OpioidÄq bekamen Patienten mit VSD.

3.1.10 Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation

Nach Versorgung auf Intensivstation benötigten von 292 Patienten noch 76% ($n = 222$) weitere Schmerzmedikamente während des normalstationären Aufenthaltes. 24% ($n = 70$) der Patienten kamen ohne weitere Schmerzmedikamente aus (Abbildung 20).

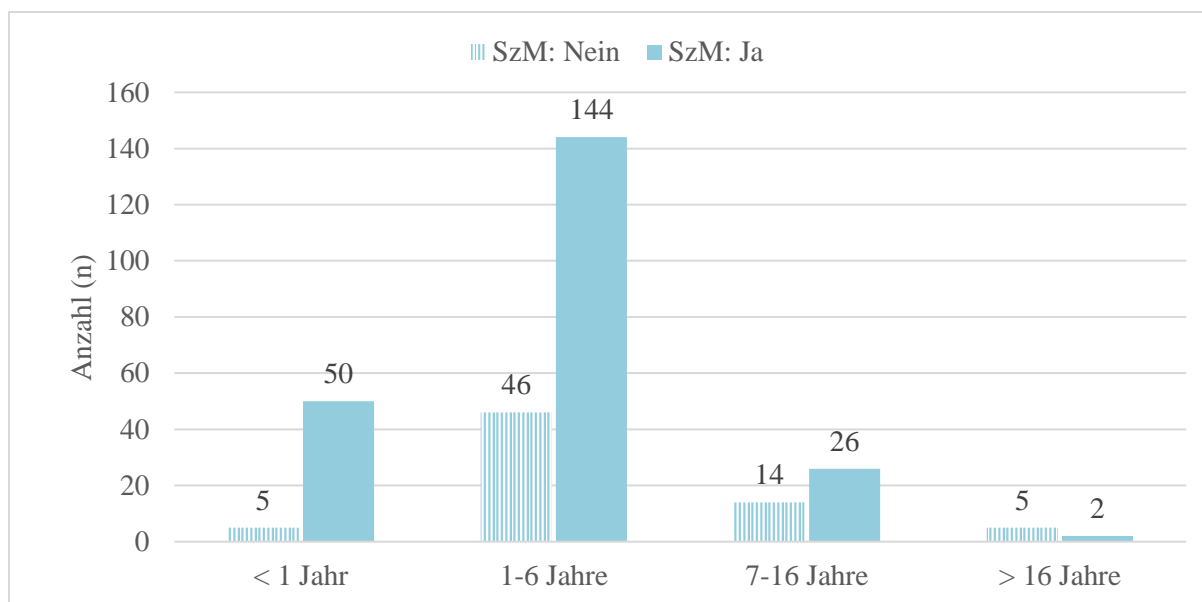
Abbildung 20: Schmerzmedikation während des normalstationären Aufenthaltes



Die Grafik zeigt den Anteil von Patienten, bei denen nach Versorgung auf Intensivstation noch Schmerzmedikamente während des stationären Aufenthaltes nötig waren. Von 292 Patienten benötigten noch 76% ($n = 222$) Schmerzmedikamente auf Normalstation, bei 24% ($n = 70$) war dies nicht der Fall.

Die Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation zeigte eine absteigende Tendenz bezüglich des Alters (Abbildung 21, Tabelle 13). In der Altersgruppe < 1 Jahr benötigten 91% Schmerzmedikamente auf Normalstation (Nein: 9% [$n = 5$], Ja: 91% [$n = 50$]). In der Altersgruppe 1-6 Jahre waren es 76% (Nein: 24% [$n = 46$], Ja: 76% [$n = 144$]) und in der Altersgruppe 7-16 Jahre 65% (Nein: 35% [$n = 14$], Ja: 65% [$n = 26$]). In der Altersgruppe > 16 Jahre benötigten noch zwei (29%) der Patienten Schmerzmedikamente im normalstationären Verlauf (Nein: 71% [$n = 5$], Ja: 29% [$n = 2$]) (Abbildung 21, Tabelle 13).

Abbildung 21: Schmerzmedikation in Bezug auf das Alter



SzM = Schmerzmedikation. Die Grafik zeigt die Patienten, verteilt auf die Altersgruppen, bei denen nach Versorgung auf Intensivstation entweder noch Schmerzmedikamente nötig wurden (Ja) oder nicht (Nein). Die Verteilung zeigte eine absteigende Tendenz bezüglich des Alters und der Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation.

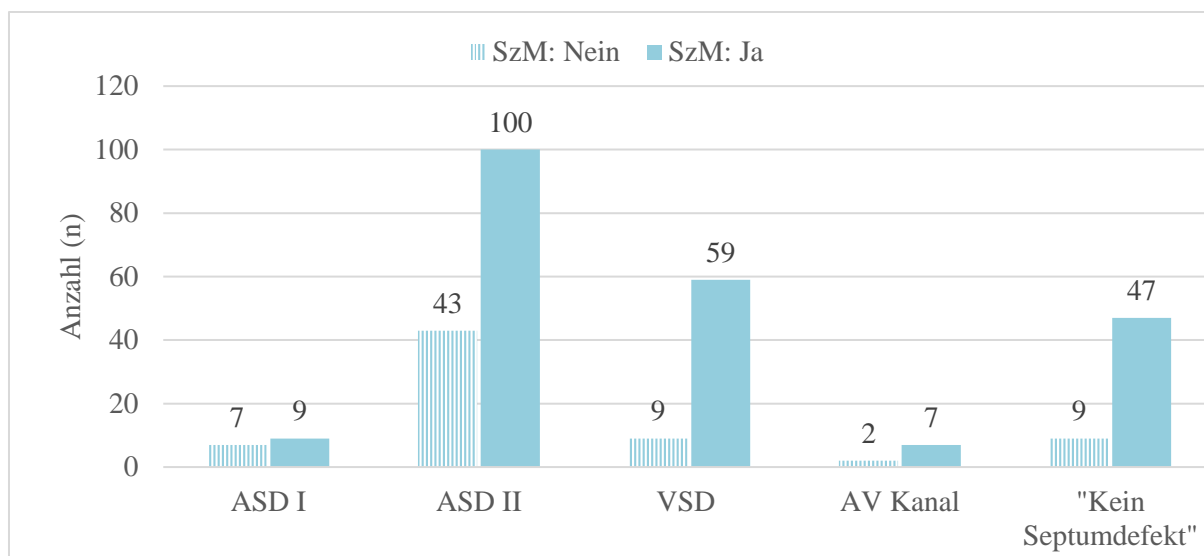
Tabelle 13: Schmerzmedikation in Bezug auf das Alter

Schmerzmedikation auf Normalstation	Nein n (%)	Ja n (%)
Gesamt	70 (24%)	222 (76%)
< 1 Jahr	5 (9%)	50 (91%)
1-6 Jahre	46 (24%)	144 (76%)
7-16 Jahre	14 (35%)	26 (65%)
> 16 Jahre	5 (71%)	2 (29%)

SzM = Schmerzmedikation. Die Tabelle beinhaltet Informationen zur Verteilung der Verwendung von Schmerzmedikamenten im normalstationären Bereich. In der Altersgruppe der < 1-Jährigen lag der Anteil von „Ja“ bei 91% und bei den > 16-Jährigen waren es 29% der Patienten, die auf Normalstation noch Schmerzmedikation („Ja“) benötigten.

In Bezug auf den Herzfehler zeigte der VSD mit 87% am meisten Bedarf an Schmerzmedikamenten auf Normalstation (Nein: 13% [n = 9], Ja: 87% [n = 59]). Darauf folgten mit 84% die Kategorie „Kein Septumdefekt“ (Nein: 16% [n = 9], Ja: 84% [n = 47]), mit 78% der AV-Kanal (Nein: 22% [n = 2], Ja: 78% [n = 7]) und mit 70% der ASD II (Nein: 30% [n = 43], Ja: 70% [n = 100]). Am wenigsten Bedarf hatten Patienten mit ASD I (Nein: 44% [n = 7], Ja: 56% [n = 9]) (Abbildung 22, Tabelle 14).

Abbildung 22: Schmerzmedikation in Bezug auf den Herzfehler



SzM = Schmerzmedikation. Die Grafik zeigt die Patienten, bei denen nach Versorgung auf Intensivstation entweder noch Schmerzmittel nötig wurden (Ja) oder nicht (Nein).

Tabelle 14: Schmerzmedikation in Bezug auf den Herzfehler

Schmerzmedikation auf Normalstation	Nein n (%)	Ja n (%)
VSD	9 (13%)	59 (87%)
"Kein Septumdefekt"	9 (16%)	47 (84%)
AV Kanal	2 (22%)	7 (78%)
ASD II	43 (30%)	100 (70%)
ASD I	7 (44%)	9 (56%)

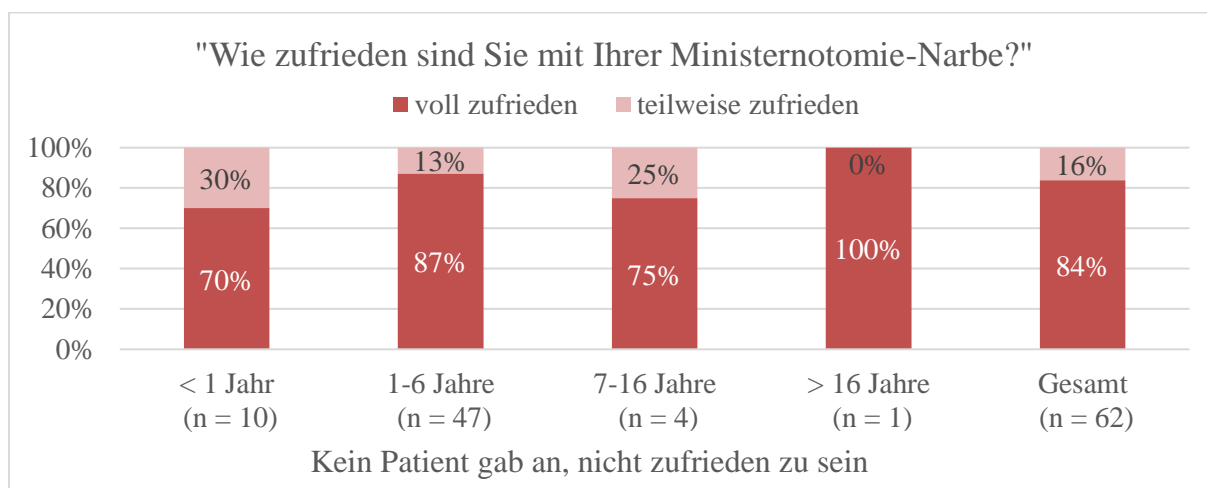
SzM = Schmerzmedikation. Die Tabelle zeigt die Anzahl (n) an Patienten, bei denen nach Versorgung auf Intensivstation entweder noch SzM nötig wurde (Ja) oder nicht (Nein).

3.1.11 Ergebnisse des Follow-Ups.

Hinsichtlich der Frage zur Zufriedenheit der Ministernotomie-Narbe wurden von 62 Rücksendungen 52 mit „voll zufrieden“ und 10 mit „teilweise zufrieden“ beantwortet (Abbildung 23). Keiner der Patienten gab an, „nicht zufrieden“ mit der Narbe zu sein. (Gesamt: n = 62, voll zufrieden: 52 [84%], teilweise zufrieden: 10 [16%]). Die meisten Rücksendungen erhielten wir aus der Altersgruppe 1-6 Jahre, hier gaben außerdem 87% der Patienten an, mit der Ministernotomie-Narbe „voll zufrieden“ zu sein (1-6 Jahre: n = 47, voll zufrieden: 41 [87%], teilweise zufrieden: 6 [13%]). In der Altersgruppe < 1 Jahr waren 70% voll zufrieden und in der Altersgruppe 7-16 Jahre waren es 75% (< 1 Jahr: n = 10, voll zufrieden: 7 [70%], teilweise zufrieden: 3 [30%]; 7-16 Jahre: n = 4, voll zufrieden: 3 [75%], teilweise zufrieden: 1 [25%]).

Zudem gaben 5 Patienten auf der Freitextfläche an, die Drainageeinstichstellen stellten ein größeres kosmetisches Problem dar, als die eher abgeflachte Sternotomienarbe. Sie seien durch deutlich sichtbare Einziehungen charakterisiert und fielen häufiger auf.

Abbildung 23: Antworten und Ergebnisse des Follow-Ups in Bezug auf das Alter



Die Grafik demonstriert die Anzahl an Rücksendungen, die wir im Rahmen unseres Follow-Ups erhielten, bezogen auf die Altersgruppen. 84% der Patienten, die antworteten, gaben an „voll zufrieden“ zu sein, 16% gaben an „teilweise zufrieden“ zu sein. Kein Patient gab an „nicht zufrieden“ zu sein.

3.2 Analytische Statistik

3.2.1 OpioidÄq und Schmerzmedikation auf Normalstation

3.2.1.1 Parameter: Alter

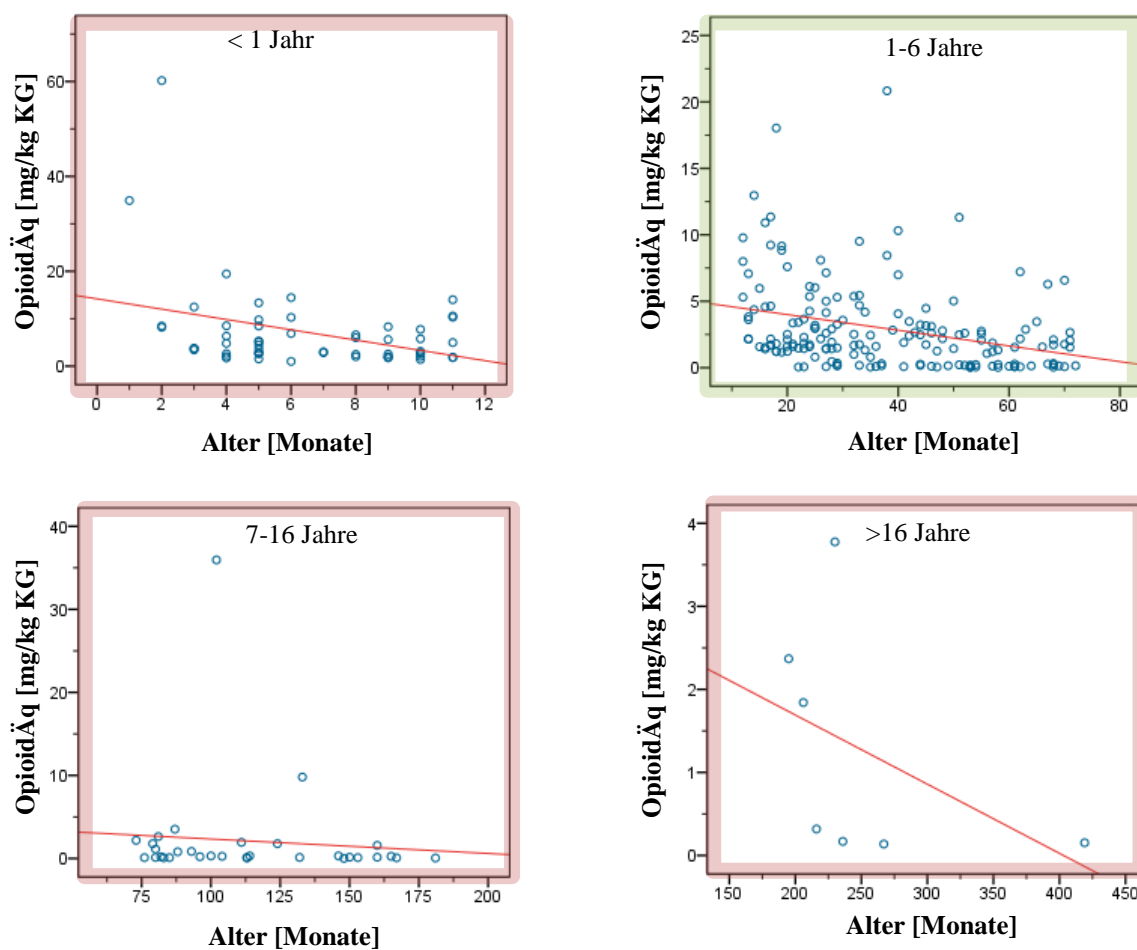
Mit zunehmendem Alter reduzierte sich der Bedarf an Opioiden gemessen als OpioidÄq. Am stärksten fiel diese Reduktion im Alter zwischen 1 und 6 Jahren aus ($n = 169$; $|R|: -0,375$; $p < 0,000$). Hinsichtlich der Verwendung von weiteren Analgetika zeigte sich keine Abhängigkeit vom Alter (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 15, Tabelle 16, Abbildung 24).

Tabelle 15: Alter und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Alter zur OP [Monate]			
Mittelwert: 6,58 ± 2,93	Mittelwert: 38,27 ± 17,14	Mittelwert: 114,58 ± 32,8	Mittelwert: 252,71 ± 76,93
Median: 6 (1 - 11)	Median: 36 (12 - 72)	Median: 103 (73 - 181)	Median: 230 (195 - 419)
OpioidÄq [mg/kg KG]			
Mittelwert: 7,04 ± 9,22	Mittelwert: 2,95 ± 3,3	Mittelwert: 2,09 ± 6,45	Mittelwert: 1,25 ± 1,44
Median: 4,51 (1,02 - 60,19)	Median: 1,92 (0,03 - 20,84)	Median: 0,26 (0,02 - 35,94)	Median: 0,32 (0,14 - 3,78)
Signifikante Korrelation? (Spearman-Rho)			
$ R -0,262$ $p = 0,053$ (n = 55)	$ R -0,375^{**}$ $p < 0,000$ (n = 169)	$ R -0,278$ $p = 0,123$ (n = 32)	$ R -0,750$ $p = 0,052$ (n = 7)
Nein	Ja	Nein	Nein
**Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).			

Die Tabelle zeigt Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median (Minimum –Maximum) der zu den Altersgruppen zugeordneten Werte des Alters und der Menge OpioidÄq an. In der Altersgruppe der 1-6-Jährigen konnte eine signifikante Korrelation gezeigt werden ($p < 0,000$) (grüne Schattierung).

Abbildung 24: Alter und OpioidÄq



Die Grafik demonstriert das Verhältnis von verwendeter Menge OpioidÄq und der Korrelation zum Alter. Jeder blaue Kreis markiert das Alter eines Patienten zum OP-Zeitpunkt mit dem dazugehörigen OpioidÄq-Wert. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. In allen Altersgruppen konnte eine Korrelation nachgewiesen werden, jedoch nur in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen war diese auch signifikant ($p < 0,000$) (grüne Schattierung).

Tabelle 16: Alter und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation: Nein Alter zur OP [Monate] und keine Analgetika erhalten:			
Mittelwert: 8,2 ± 1,92	Mittelwert: 38,11 ± 15,81	Mittelwert: 108,21 ± 34,95	Mittelwert: 228,8 ± 26,55
Median: 9 (5 - 10)	Median: 36,5 (12 - 68)	Median: 93,5 (73 - 167)	Median: 230 (195 - 267)
Schmerzmedikation: Ja Alter zur OP [Monate] und Analgetika erhalten:			
Mittelwert: 6,42 ± 2,98	Mittelwert: 38,32 ± 17,59	Mittelwert: 118 ± 31,76	Mittelwert: 312,5 ± 150,61
Median: 5,5 (1 - 11)	Median: 36 (12 - 72)	Median: 113 (76 - 181)	Median: 312,5 (206 - 419)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,244 (n = 55)	p = 0,924 (n = 190)	p = 0,210 (n = 40)	kein Test
Nein	Nein	Nein	

Die Tabelle zeigt das Alter zum OP-Zeitpunkt in Monaten im Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Die Werte sind wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und darunter der Median mit (Minimum – Maximum). Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich in keiner der Altersgruppen (rote Schattierung).

3.2.1.2 Parameter: Geschlecht

In keiner der Altersgruppen zeigte sich ein signifikanter Geschlechterunterschied in Bezug auf die verwendete Menge an OpioidÄq oder der Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$, Chi-Quadrat-Test / Exakter Fisher-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 17, Tabelle 18).

Tabelle 17: Geschlecht und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Weiblich ♀ - OpioidÄq [mg/kg KG]			
Mittelwert: 6,05 ± 4,33	Mittelwert: 2,7 ± 3,4	Mittelwert: 3,37 ± 8,72	Mittelwert: 1,41 ± 1,51
Median: 4,45 (1,722 - 14,471)	Median: 1,86 (0,026 - 20,843)	Median: 0,2 (0,066 - 35,941)	Median: 1 (0,138 - 3,776)
Männlich ♂ - OpioidÄq [mg/kg KG]			
Mittelwert: 7,93 ± 12,06	Mittelwert: 3,15 ± 3,08	Mittelwert: 0,65 ± 0,96	Mittelwert: 0,32 ± 0
Median: 4,51 (1,02 - 60,193)	Median: 2,1 (0,035 - 12,97)	Median: 0,26 (0,021 - 3,526)	Median: 0 (0,319 - 0,319)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U)			
p = 0,787 (n = 55)	p = 0,294 (n = 169)	p = 0,61 (n = 32)	kein Test
Nein	Nein	Nein	

In der Tabelle sind vergleichend die OpioidÄq-Werte von männlichen und weiblichen Patienten gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. In den dazugehörigen Zellen sind die Werte mit der Einheit [mg/kg KG] wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und der Median mit (Minimum – Maximum). Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Geschlecht und OpioidÄq (rote Schattierung).

Tabelle 18: Geschlecht und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation: Nein weiblich ♀ / männlich ♂ und keine Analgetika erhalten:			
9,1% (n = 5) ♀ 11,5% (n = 3) ♂ 6,9% (n = 2)	24,3% (n = 46) ♀ 24% (n = 25) ♂ 24,7% (n = 21)	35% (n = 14) ♀ 43,5% (n = 10) ♂ 23,5% (n = 4)	71,4% (n = 5) ♀ 66,7% (n = 4) ♂ 100% (n = 1)
Schmerzmedikation: Ja weiblich ♀ / männlich ♂ und Analgetika erhalten:			
90,9% (n = 50) ♀ 88,5% (n = 23) ♂ 93,1% (n = 27)	75,7% (n = 143) ♀ 76% (n = 79) ♂ 75,3% (n = 64)	65% (n = 26) ♀ 56,5% (n = 13) ♂ 76,5% (n = 13)	28,6% (n = 2) ♀ 33,3% (n = 2) ♂ 0% (n = 0)
Signifikanz?			
<i>Exakter Fisher-Test</i> p = 0,659 (n = 55)	<i>Chi-Quadrat-Test</i> p = 0,915 (n = 189)	<i>Chi-Quadrat-Test</i> p = 0,191 (n = 40)	kein Test
Nein	Nein	Nein	

Die Tabelle zeigt das Geschlecht in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Die allgemeine Verteilung von Patienten, die Schmerzmedikation erhalten hatten, ist immer oben in jeder Zelle angegeben. So erhielten beispielsweise 90,9% der <1-Jährigen Schmerzmedikation, während dies bei 9,1% der <1-Jährigen nicht der Fall war. Unterhalb dieser allgemeinen Verteilung sind Werte nach Geschlecht getrennt, wobei die Prozentwerte für jede Spalte je Geschlecht 100% ergeben. So bekamen z.B. bei den 1-6-Jährigen 76% der weiblichen Patienten Schmerzmedikation und 24% nicht. Ein signifikanter Zusammenhang von Geschlecht und Schmerzmedikation auf Normalstation zeigte sich in keiner der Altersgruppen (rote Schattierung).

3.2.1.3 Parameter: Körpergewicht

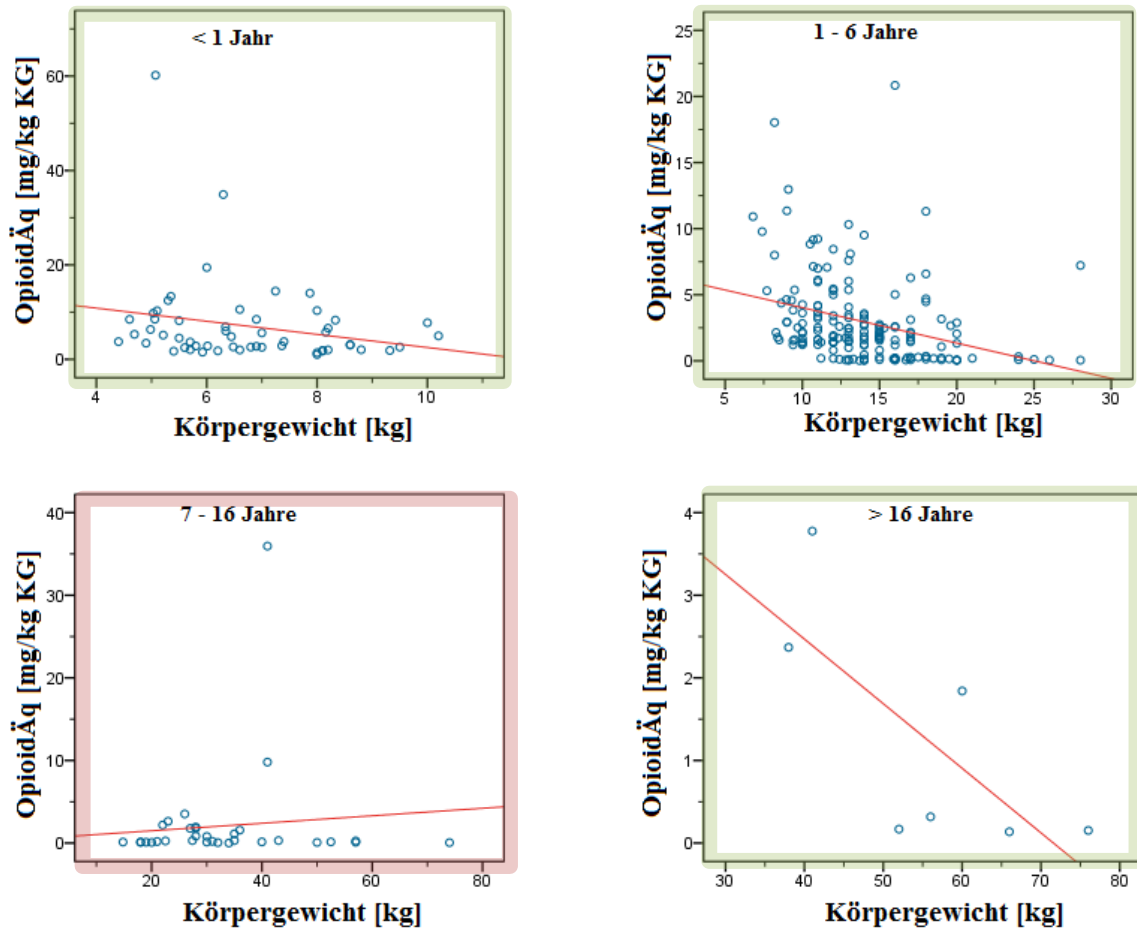
Mit zunehmendem Körpergewicht sank der Bedarf der Patienten an verabreichtem OpioidÄq. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation in den drei Altersgruppen: < 1 Jahr (n = 55; |R| - 0,285; p = 0,035), 1-6 Jahre (n = 169; |R| -0,430; p < 0,000) und bei den über 16-Jährigen (n = 7; |R| -0,786, p = 0,036) (Tabelle 19, Abbildung 25). Hinsichtlich der Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation bestand in keiner der Altersgruppen ein signifikanter Zusammenhang mit dem Körpergewicht (Mann-Whitney-U-Test, p ≥ 0,05) (Tabelle 20).

Tabelle 19: Körpergewicht und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Körpergewicht [kg]			
Mittelwert: 6,74 ± 1,48	Mittelwert: 14,11 ± 3,87	Mittelwert: 31,48 ± 13,19	Mittelwert: 55,57 ± 13,41
Median: 6,48 (4,4 - 10,2)	Median: 14 (6,8 - 28)	Median: 28 (13 - 74)	Median: 56 (38 - 76)
OpioidÄq [mg/kg KG]			
Mittelwert: 7,04 ± 9,22	Mittelwert: 2,95 ± 3,3	Mittelwert: 2,09 ± 6,45	Mittelwert: 1,25 ± 1,44
Median: 4,51 (1,02 - 60,193)	Median: 1,92 (0,026 - 20,843)	Median: 0,26 (0,021 - 35,941)	Median: 0,32 (0,138 - 3,776)
Signifikante Korrelation? (Spearman-Rho)			
R -0,285* p = 0,035 (n = 55)	R -0,430** p < 0,000 (n = 169)	R -0,017 p = 0,927 (n = 32)	R -0,786* p = 0,036 (n = 7)
Ja	Ja	Nein	Ja
* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).			
** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).			

Mit zunehmendem Körpergewicht sank der Bedarf der Patienten an verabreichtem OpioidÄq. In der Tabelle sind vergleichend die Werte der Einflussgröße „Körpergewicht“ und die OpioidÄq-Werte gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. In den dazugehörigen Zellen sind die Werte wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und darunter der Median mit (Minimum – Maximum).

Abbildung 25: Körpergewicht und OpioidÄq



In den Graphen sind vergleichend die Werte der Einflussgröße „Körpergewicht“ und die OpioidÄq-Werte gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. Jeder blaue Kreis markiert das Körpergewicht eines Patienten auf der horizontalen Achse und den dazugehörigen OpioidÄq-Wert auf der vertikalen Achse. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation bei den <1-Jährigen, den 1-6-Jährigen und bei den >16-Jährigen (grüne Schattierung). Bei den 7-16-Jährigen war dies nicht nachweisbar (rote Schattierung).

Tabelle 20: Körpergewicht und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation: Nein Körpergewicht [kg] und keine Analgetika erhalten:			
Mittelwert: 7,78 ± 1,08	Mittelwert: 13,84 ± 3,51	Mittelwert: 29,71 ± 10,89	Mittelwert: 50,6 ± 11,39
Median: 8 (6,6 - 9,32)	Median: 14 (6,8 - 28)	Median: 26 (17 - 52,5)	Median: 52 (38 - 66)
Schmerzmedikation: Ja Körpergewicht [kg] und Analgetika erhalten:			
Mittelwert: 6,64 ± 1,48	Mittelwert: 14,2 ± 3,98	Mittelwert: 32,43 ± 14,38	Mittelwert: 68 ± 11,31
Median: 6,34 (4,4 - 10,2)	Median: 13,85 (7,7 - 28)	Median: 29 (13 - 74)	Median: 68 (60 - 76)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,087 (n = 55)	p = 0,794 (n = 190)	p = 0,624 (n = 40)	kein Test
Nein	Nein	Nein	

Die Tabelle zeigt das Körpergewicht [kg] in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Die Werte sind wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und darunter der Median mit (Minimum – Maximum). Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich in keiner der Altersgruppen (rote Schattierung).

3.2.1.4 Parameter: Krankenhausaufenthalt und Intensivtage

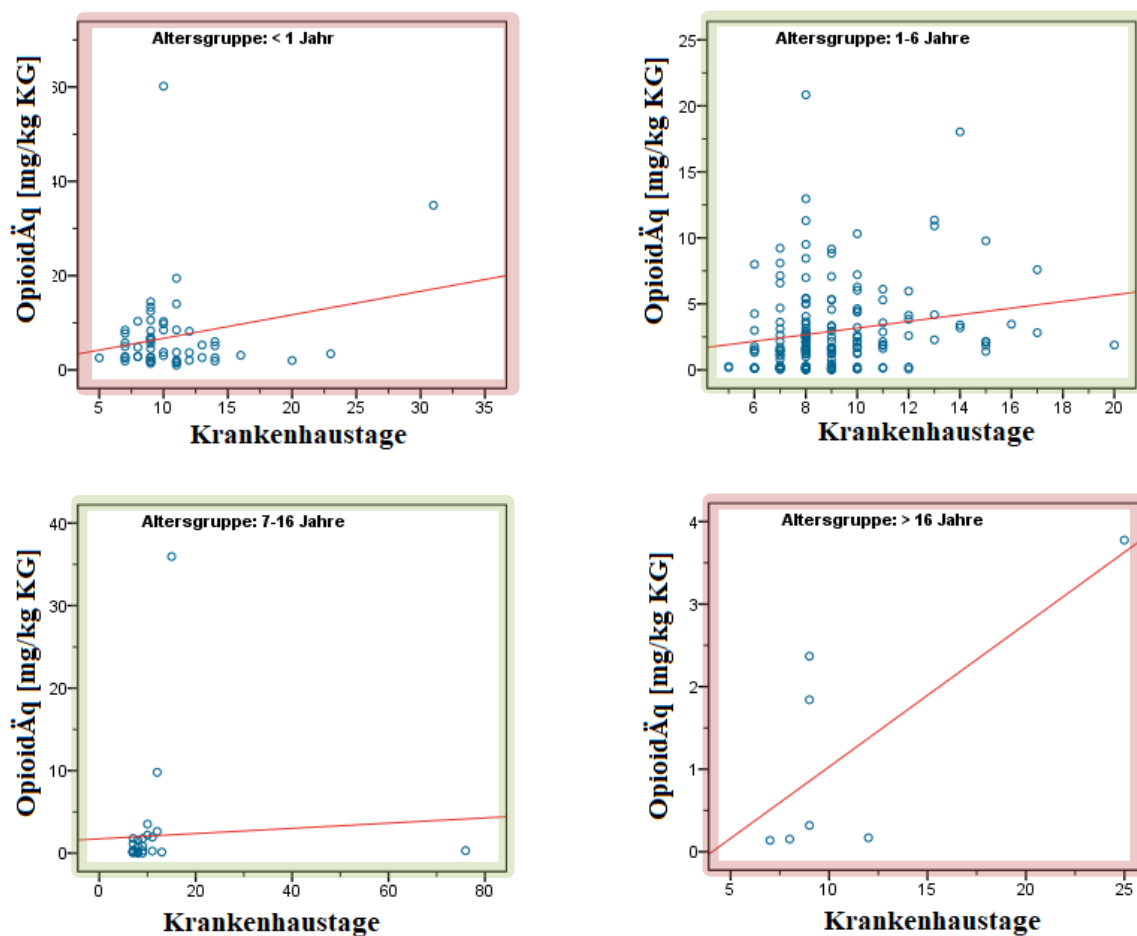
Mit Zunahme der Krankenhaustage bzw. Intensivtage kam es zu einer Zunahme des Verbrauchs an Opioiden gemessen als OpioidÄq (Krankenhaustage: $|R| 0,219$, $p = 0,004$ [$n = 169$]; Intensivtage: $|R| 0,326$, $p < 0,000$ [$n = 169$]) (Tabelle 21). Dieser Zusammenhang war am stärksten ausgeprägt in der Gruppe der 1-6-Jährigen (Tabelle 21, Abbildung 26, Abbildung 27). Zudem erhielten die 1-6-Jährigen während ihres stationären Krankenhausaufenthaltes sowie auf Intensivstation signifikant häufiger Schmerzmedikamente als die anderen Altersgruppen (Mann-Whitney-U-Test, $p < 0,001$ [$n = 190$]) (Tabelle 22, Tabelle 23).

Tabelle 21: Krankenhaus- und Intensivtage und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Krankenhaustage Signifikante Korrelation zu OpioidÄq? (Spearman-Rho)			
$ R -0,029$ $p = 0,835$ ($n = 55$)	$ R 0,219^{**}$ $p = 0,004$ ($n = 169$)	$ R 0,426^*$ $p = 0,015$ ($n = 32$)	$ R 0,741$ $p = 0,057$ ($n = 7$)
Nein	Ja	Ja	Nein
Intensivtage Signifikante Korrelation zu OpioidÄq? (Spearman-Rho)			
$ R -0,002$ $p = 0,987$ ($n = 55$)	$ R 0,326^{**}$ $p < 0,000$ ($n = 169$)	$ R 0,302$ $p = 0,093$ ($n = 32$)	$ R 0,727$ $p = 0,064$ ($n = 7$)
Nein	Ja	Nein	Nein
* . Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).			
** . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).			

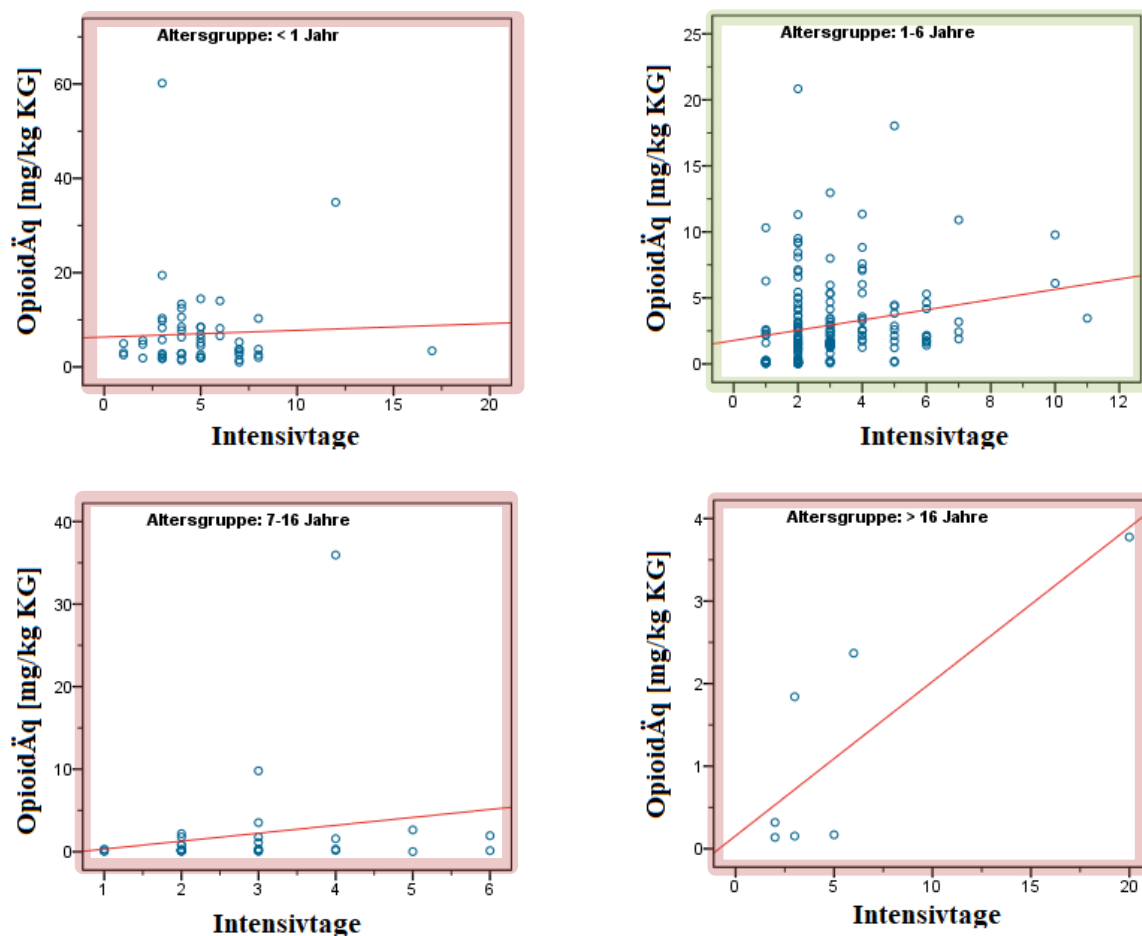
Die Tabelle zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen OpioidÄq und jeweils Krankenhaustagen und Intensivtagen in Bezug auf die Altersgruppen. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Krankenhaustagen und OpioidÄq konnte nur bei den 1-6-Jährigen und 7-16-Jährigen gezeigt werden (grüne Schattierung). Ein signifikanter Zusammenhang von Intensivtagen und OpioidÄq stellte sich nur bei den 1-6-Jährigen dar (grüne Schattierung).

Abbildung 26: Krankenhaustage und OpioidÄq



In den Graphen sind vergleichend die Werte der Einflussgröße „Krankenhaustage“ und die OpioidÄq-Werte gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. Jeder blaue Kreis markiert die Anzahl von Krankenhaustagen eines Patienten auf der horizontalen Achse und den dazugehörigen OpioidÄq-Wert auf der vertikalen Achse. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation bei den 1-6-Jährigen und bei den 7-16-Jährigen (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen war dies nicht nachweisbar (rote Schattierung).

Abbildung 27: Intensivtage und OpioidÄq



In den Graphen sind die Werte der Einflussgröße „Intensivtage“ und die OpioidÄq-Werte vergleichend gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. Jeder blaue Kreis markiert die Anzahl an Intensivtagen eines Patienten auf der horizontalen Achse und den dazugehörigen OpioidÄq-Wert auf der vertikalen Achse. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. Eine signifikante Korrelation zeigte sich nur bei den 1-6-Jährigen (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen war dies nicht nachweisbar (rote Schattierung).

Tabelle 22: Krankenhaustage und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation erhalten: Nein Krankenhaustage [d] und keine Analgetika erhalten			
Mittelwert: 12 ± 5	Mittelwert: 10 ± 3	Mittelwert: 9 ± 2	Mittelwert: 12 ± 7
Median: 9 (7 - 20)	Median: 10 (6 - 20)	Median: 8 (7 - 12)	Median: 9 (7 - 25)
Schmerzmedikation erhalten: Ja Krankenhaustage [d] und Analgetika erhalten			
Mittelwert: 11 ± 4	Mittelwert: 9 ± 2	Mittelwert: 11 ± 13	Mittelwert: 9 ± 1
Median: 10 (5 - 31)	Median: 8 (5 - 24)	Median: 8 (6 - 76)	Median: 9 (8 - 9)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,809 (n = 55)	p < 0,000 (n = 190)	p = 0,51 (n = 40)	kein Test
Nein	Ja	Nein	

Die Tabelle zeigt die Dauer von Krankenhausaufenthalt in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich nur in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen (grüne Schattierung).

Tabelle 23: Intensivtage und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation erhalten: Nein Intensivtage [d] und keine Analgetika erhalten			
Mittelwert: 5 ± 2	Mittelwert: 4 ± 2	Mittelwert: 3 ± 1	Mittelwert: 7 ± 7
Median: 5 (3 - 8)	Median: 4 (2 - 10)	Median: 3 (2 - 6)	Median: 5 (2 - 20)
Schmerzmedikation erhalten: Ja Intensivtage [d] und Analgetika erhalten			
Mittelwert: 5 ± 3	Mittelwert: 3 ± 2	Mittelwert: 3 ± 1	Mittelwert: 3 ± 0
Median: 4 (1 - 17)	Median: 2 (1 - 11)	Median: 2 (1 - 6)	Median: 3 (3 - 3)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,680 (n = 55)	p < 0,000 (n = 190)	p = 0,171 (n = 40)	kein Test
Nein	Ja	Nein	

Die Tabelle zeigt die Aufenthaltsdauer auf Intensivstation in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich nur in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen (grüne Schattierung).

3.2.1.5 Parameter: OP-Dauer und Bypasszeit

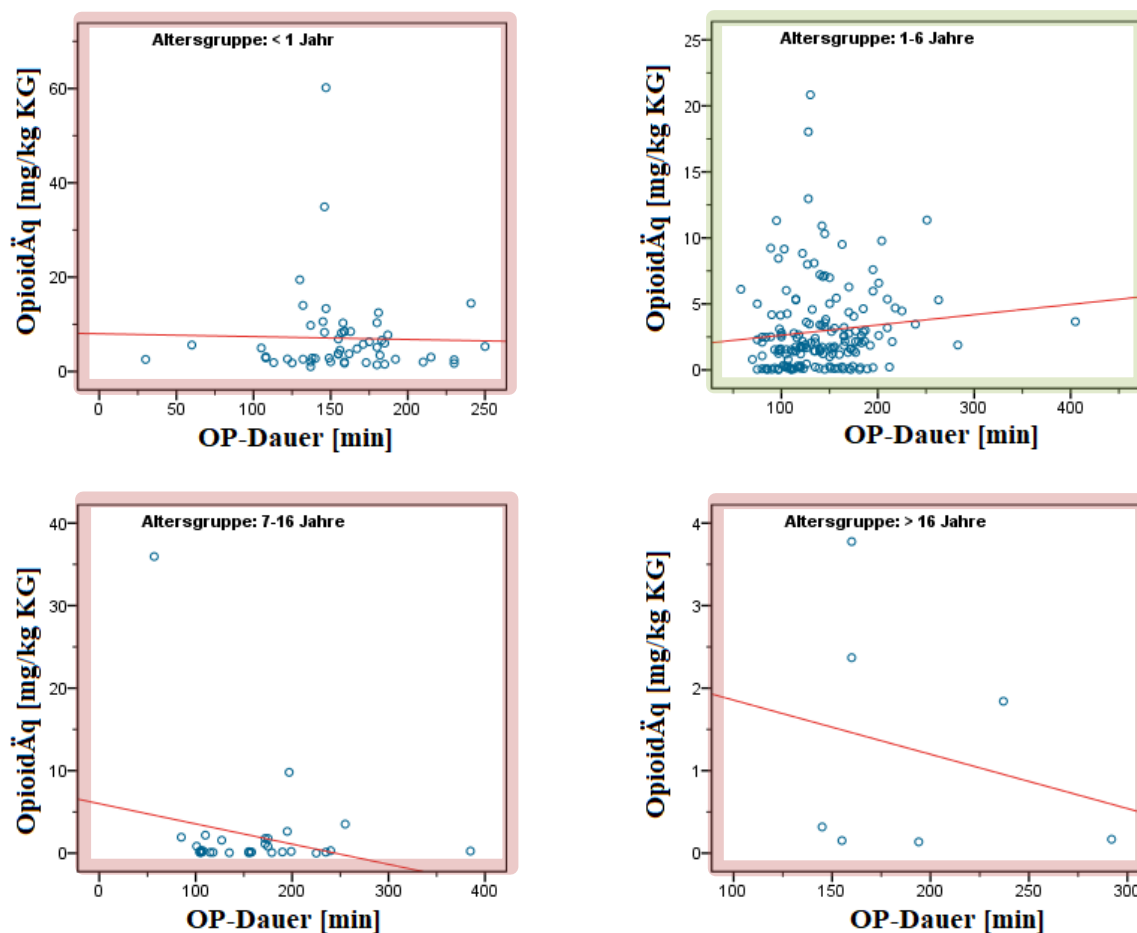
Eine schwache, aber signifikante Korrelation von OP-Dauer und Bypasszeit mit OpioidÄq gab es in der Altersgruppe 1-6 Jahre (OP-Dauer [min]: n = 169, |R| 0,198, p = 0,01; Bypasszeit [min]: n = 165, |R| 0,230, p = 0,003). Je länger die OP-Dauer bzw. Bypasszeit, desto höher war die Opioidmenge gemessen an OpioidÄq (Tabelle 24, Abbildung 28, Abbildung 29). Zudem erhielten diejenigen der 1-6-Jährigen, welche eine längere OP-Dauer hatten, auf der Normalstation weniger Schmerzmedikamente (Mann-Whitney-U-Test, p = 0,025 [n = 190]). In den anderen Altersgruppen konnte dieser Zusammenhang nicht gezeigt werden. Auch die Bypasszeit zeigte keine signifikanten Zusammenhänge mit der Schmerzmedikation. (Mann-Whitney-U-Test, p ≥ 0,05) (Tabelle 24, Tabelle 25, Tabelle 26, Abbildung 28, Abbildung 29).

Tabelle 24: OP-Dauer und Bypasszeit und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
OP-Dauer Signifikante Korrelation zu OpioidÄq? (<i>Spearman-Rho</i>)			
R -0,006 p = 0,962 (n = 55)	R 0,198** p = 0,010 (n = 169)	R 0,008 p = 0,965 (n = 32)	R -0,09 p = 0,848 (n = 7)
Nein	Ja	Nein	Nein
Bypasszeit Signifikante Korrelation zu OpioidÄq? (<i>Spearman-Rho</i>)			
R 0,142 p = 0,319 (n = 51)	R 0,230** p = 0,003 (n = 165)	R 0,051 p = 0,787 (n = 30)	R 0 p = 1 (n = 7)
Nein	Ja	Nein	Nein
**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).			

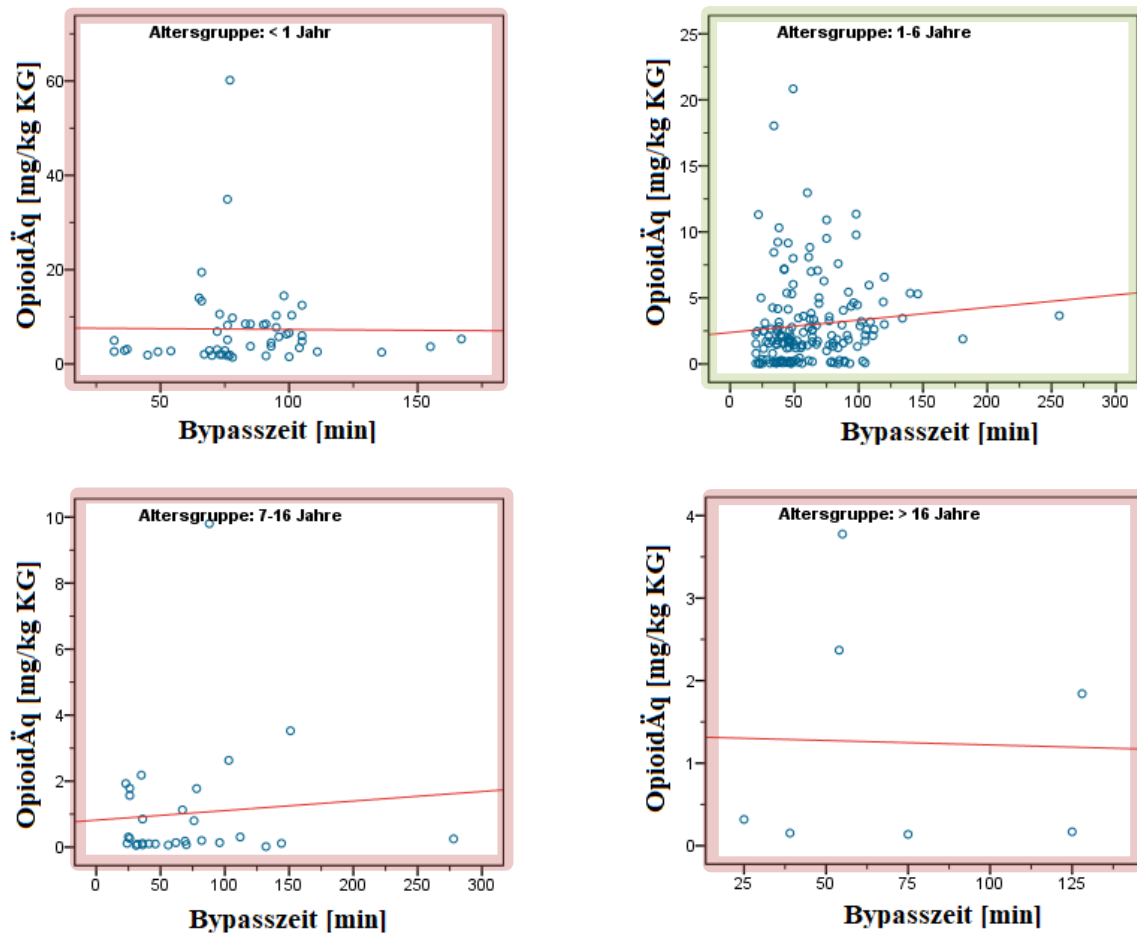
Die Tabelle zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen OpioidÄq und jeweils OP-Dauer und kardiopulmonaler Bypasszeit, in Bezug auf die Altersgruppen. Je länger die OP-Dauer bzw. Bypasszeit, desto höher war die Opioidmenge gemessen an OpioidÄq. Ein signifikanter Zusammenhang von OpioidÄq mit sowohl OP-Dauer als auch Bypasszeit konnte bei den 1-6-Jährigen und gezeigt werden (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen konnte keine Signifikanz gezeigt werden (rote Schattierung).

Abbildung 28: OP-Dauer und OpioidÄq



In den Graphen sind vergleichend die Werte der Einflussgröße „OP-Dauer“ und die OpioidÄq-Werte gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. Jeder blaue Kreis markiert die OP-Dauer eines Patienten auf der horizontalen Achse und den dazugehörigen OpioidÄq-Wert auf der vertikalen Achse. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. Je länger die OP-Dauer, desto höher war die Opioidmenge gemessen an OpioidÄq. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation bei den 1-6-Jährigen (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen war dies nicht nachweisbar (rote Schattierung).

Abbildung 29: Bypasszeit und OpioidÄq



In den Graphen sind vergleichend die Werte der Einflussgröße „Bypasszeit“ und die OpioidÄq-Werte gegenübergestellt. Die Werte wurden nach Altersgruppen getrennt. Jeder blaue Kreis markiert die Bypasszeit eines Patienten auf der horizontalen Achse und den dazugehörigen OpioidÄq-Wert auf der vertikalen Achse. Die rote Linie stellt die Korrelation dar. Je länger die Bypasszeit, desto höher war die Opioidmenge gemessen an OpioidÄq. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation bei den 1-6-jährigen (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen war dies nicht nachweisbar (rote Schattierung).

Tabelle 25: OP-Dauer und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation erhalten: Nein OP-Dauer [min] und keine Analgetika erhalten			
Mittelwert: 177 ± 20 Median: 173 (159 - 210)	Mittelwert: 149 ± 39 Median: 148 (89 - 283)	Mittelwert: 148 ± 42 Median: 148 (85 - 225)	Mittelwert: 190 ± 60 Median: 160 (145 - 292)
Schmerzmedikation erhalten: Ja OP-Dauer [min] und Analgetika erhalten			
Mittelwert: 156 ± 40 Median: 155 (30 - 250)	Mittelwert: 136 ± 45 Median: 129 (58 - 405)	Mittelwert: 163 ± 66 Median: 155 (57 - 385)	Mittelwert: 196 ± 58 Median: 196 (155 - 237)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,106 (n = 55)	p < 0,025 (n = 190)	p = 0,705 (n = 40)	kein Test
Nein	Ja	Nein	

Die Tabelle zeigt die OP-Dauer in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen (grüne Schattierung), diejenigen der 1-6-Jährigen, welche eine längere OP-Dauer hatten, erhielten auf der Normalstation weniger Schmerzmedikamente.

Tabelle 26: Bypasszeit und Schmerzmedikation auf Normalstation

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
Schmerzmedikation erhalten: Nein Bypasszeit [min] und keine Analgetika erhalten			
Mittelwert: 81 ± 7	Mittelwert: 64 ± 31	Mittelwert: 59 ± 35	Mittelwert: 67 ± 37
Median: 78 (76 - 91)	Median: 56 (23 - 181)	Median: 51 (23 - 132)	Median: 55 (25 - 125)
Schmerzmedikation erhalten: Ja Bypasszeit [min] und Analgetika erhalten			
Mittelwert: 83 ± 28	Mittelwert: 59 ± 33	Mittelwert: 74 ± 57	Mittelwert: 84 ± 63
Median: 78 (32 - 167)	Median: 51 (20 - 256)	Median: 60 (24 - 278)	Median: 84 (39 - 128)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
p = 0,987 (n = 51)	p = 0,208 (n = 186)	p = 0,463 (n = 38)	kein Test
Nein	Nein	Nein	

Die Tabelle zeigt die Bypasszeit in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden (rote Schattierung).

3.2.1.6 Parameter: Erythrozytenkonzentrate

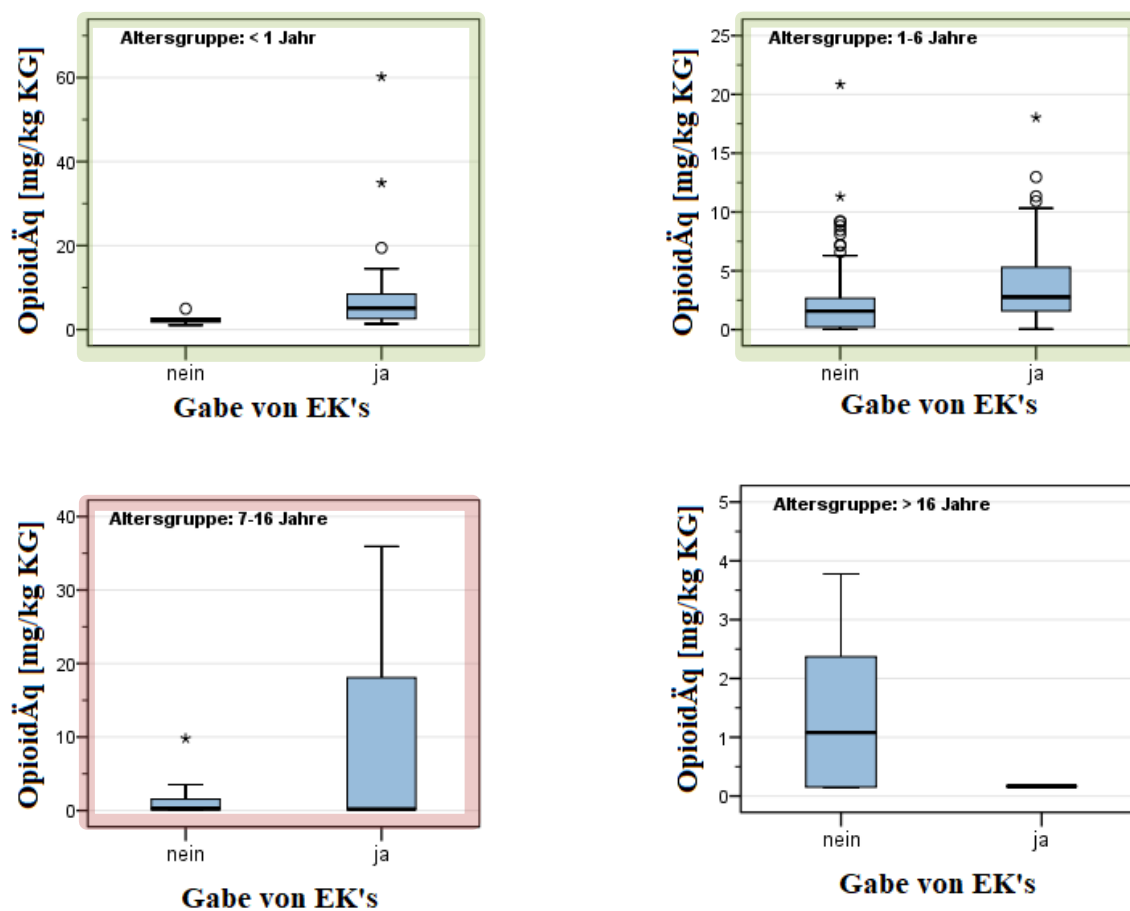
In der Gruppe der < 1-Jährigen sowie der 1-6-Jährigen bekamen Patienten, die mehr transfundiert wurden, gemessen an OpioidÄq auch signifikant mehr Opioide, (U-Test, $p = 0,015$, $p < 0,000$). In der Gruppe der 7-16-Jährigen ließ sich dies nicht nachweisen ($p = 0,669$) (Tabelle 27, Abbildung 30). Bei den 1-6-Jährigen zeigte sich zudem, dass bei den häufiger transfundierten Patienten weniger häufig Schmerzmedikation im stationären Verlauf zum Einsatz kam (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,001$ [$n = 190$]). In den übrigen Altersgruppen zeigte sich keine signifikante Abhängigkeit (Exakter Fisher-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 27, Tabelle 28).

Tabelle 27: Gabe von EK und OpioidÄq

< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
EK erhalten: Nein OpioidÄq [mg/kg KG] und keine EK erhalten:			
Mittelwert: 2,52 ± 1,34	Mittelwert: 2,33 ± 3,1	Mittelwert: 1,06 ± 1,92	Mittelwert: 1,43 ± 1,49
Median: 2,3 (1,02 - 4,961)	Median: 1,57 (0,026 - 20,843)	Median: 0,26 (0,021 - 9,805)	Median: 1,08 (0,138 - 3,776)
EK erhalten: Ja OpioidÄq [mg/kg KG] und EK erhalten:			
Mittelwert: 7,6 ± 9,62	Mittelwert: 3,79 ± 3,39	Mittelwert: 12,08 ± 20,66	Mittelwert: 0,17 ± 0
Median: 5,13 (1,392 - 60,193)	Median: 2,76 (0,04 - 18,029)	Median: 0,18 (0,118 - 35,941)	Median: 0 (0,168 - 0,168)
Signifikanz? (Mann-Whitney-U-Test)			
$p = 0,015$ (n = 55)	$p < 0,000$ (n = 169)	$p = 0,669$ (n = 32)	kein Test
Ja	Ja	Nein	

EK = Erythrozytenkonzentrate. Die Tabelle zeigt die Werte von verwendeter Menge OpioidÄq [mg/kg KG] in Zusammenhang mit der Gabe von EKs, in Bezug auf die Altersgruppen. Die Werte sind wie folgt dargestellt: Mittelwert ± Standardabweichung und darunter der Median mit (Minimum – Maximum). Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich bei den <1-Jährigen bei den 1-6-Jährigen (grüne Schattierung). In den anderen Altersgruppen konnte keine Signifikanz gezeigt werden.

Abbildung 30: Gabe von EK und OpioidÄq



EK = Erythrozytenkonzentrate. Die Graphen stellen die Werte von verwendeter Menge OpioidÄq [mg/kg KG] in Zusammenhang mit der Gabe von EK in einem Boxplotdiagramm dar. In den Altersgruppen der <1-Jährigen und den 1-6-Jährigen zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Menge von OpioidÄq zwischen Patienten, die EK bekommen hatten und Patienten, bei denen dies nicht der Fall war (grüne Schattierung). In den höheren Altersgruppen konnte dieser Zusammenhang nicht gezeigt werden (rote Schattierung).

Tabelle 28: Gabe von EK und Schmerzmedikation auf Normalstation

	< 1 Jahr	1-6 Jahre	7-16 Jahre	> 16 Jahre
EK erhalten: Nein				
keine Analgetika erhalten:	0% (n = 0)	15% (n = 17)	36% (n = 13)	67% (n = 4)
Analgetika erhalten:	100% (n = 6)	85% (n = 94)	64% (n = 23)	33% (n = 2)
EK erhalten: Ja				
keine Analgetika erhalten:	10% (n = 5)	37% (n = 29)	25% (n = 1)	100% (n = 1)
Analgetika erhalten:	90% (n = 44)	63% (n = 50)	75% (n = 3)	0% (n = 0)
Signifikanz?	<i>Exakter Test nach Fisher</i> p > 0,999 (n = 55)	<i>Chi-Quadrat nach Pearson</i> p = 0,001 (n = 190)	<i>Exakter Test nach Fisher</i> p > 0,999 (n = 40)	kein Test
	Nein	Ja	Nein	

Die Tabelle zeigt die Gabe von EK in Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikation im normalstationären Bereich. Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen (grüne Schattierung). Bei den 1-6-Jährigen zeigte sich, dass bei den häufiger-transfundierten Patienten weniger häufig Schmerzmedikation im stationären Verlauf zum Einsatz kamen.

3.2.2 Einflussgrößen und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe

3.2.2.1 Alter und kosmetische Zufriedenheit

Es konnte kein Einfluss des Alters bei OP auf die Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 29).

Patienten, die angaben, sie seien - voll zufrieden -, waren am Datum der OP im Mittel 44 Monate alt („voll zufrieden“: $n = 52$, Mittelwert: 44 ± 37 , Median: 40 [2 - 236]), wohingegen die nur - teilweise zufriedenen - im Mittel 38 Monate alt waren („teilweise zufrieden“: $n = 10$, Mittelwert: 38 ± 35 , Median: 32,5 [5 - 114]).

Tabelle 29: Alter und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe

Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	Alter bei OP [Monate] (Alle Altersgruppen)	
<i>voll zufrieden</i>	Mittelwert: 44 ± 37	Median: 40 (2 - 236)
<i>teilweise zufrieden</i>	Mittelwert: 38 ± 35	Median: 32,5 (5 - 114)
<i>nicht zufrieden</i>	0	
Signifikanz? (Mann-Whitney-U)		
Nein $p = 0,572$ ($n = 62$)		

Die Tabelle zeigt das Alter zum Zeitpunkt der OP im Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe. Die Werte sind wie folgt dargestellt: links sind Mittelwert \pm Standardabweichung und rechts Median mit (Minimum – Maximum dargestellt). Es zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang.

3.2.2.2 Geschlecht und kosmetische Zufriedenheit

Es zeigten sich keine signifikanten Abhängigkeiten in Bezug auf das Geschlecht des Patienten (Exakter Fisher-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 30).

Von den weiblichen Patienten gaben 82,1% ($n = 32$) an - voll zufrieden - zu sein, wohingegen 17,9% ($n = 7$) angaben nur -teilweise zufrieden- zu sein.

Bei den männlichen Patienten gaben 87% ($n = 20$) an, sie seien - voll zufrieden - und nur 13% ($n = 3$) sie seien - teilweise zufrieden -.

Tabelle 30: Geschlecht und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe

Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	Geschlecht (Alle Altersgruppen)
voll zufrieden	83,9% (n = 52) ♀ 82,1% (n = 32) ♂ 87% (n = 20)
teilweise zufrieden	16,1% (n = 10) ♀ 17,9% (n = 7) ♂ 13% (n = 3)
nicht zufrieden	0
Signifikanz? (Exakter Test nach Fisher)	
Nein $p = 0,731$ (n = 62)	

Die Tabelle zeigt das Geschlecht in Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe. Es wurden nur die Rücksendungen eingerechnet. 82,1% der weiblichen Patienten hatten angegeben vollzufrieden und 17,9% nur teilweise zufrieden zu sein. Bei den männlichen Patienten waren 87% vollzufrieden, 13% jedoch nur teilweise zufrieden. Kein Patient gab an nicht zufrieden zu sein. Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang von Geschlecht und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe (rote Schattierung).

3.2.2.3 Körpergewicht und kosmetische Zufriedenheit

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Körpergewicht und der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 31).

Patienten, die angaben, sie seien - voll zufrieden -, hatten im Mittel ein Körpergewicht von 14,85 kg („voll zufrieden“: $n = 52$, Mittelwert: $14,85 \pm 7,88$ kg, Median: 13,05 [5,3 - 52] kg) und die, die angaben, sie seien nur - teilweise zufrieden -, hatten im Mittel ein Körpergewicht von 15,38 kg („teilweise zufrieden“: $n=10$, Mittelwert: $15,38 \pm 9,68$ kg, Median: 13,4 [5,8 - 35]).

Tabelle 31: Körpergewicht und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe

Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	Körpergewicht [kg] (Alle Altersgruppen)	
<i>voll zufrieden</i>	Mittelwert: $14,85 \pm 7,88$	Median: 13,05 (5,3 - 52)
<i>teilweise zufrieden</i>	Mittelwert: $15,38 \pm 9,68$	Median: 13,4 (5,8 - 35)
<i>nicht zufrieden</i>	0	
Signifikanz? (Mann-Whitney-U)		
Nein $p = 0,909$ ($n = 62$)		

Die Tabelle zeigt das Körpergewicht in Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe. Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (rote Schattierung).

3.2.2.4 Krankenhausaufenthalt, Intensivtage und kosmetische Zufriedenheit

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Krankenhausaufenthaltsdauer, der Zeit auf Intensivstation und der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 32).

Patienten, die angegeben hatten - voll zufrieden - zu sein, verbrachten durchschnittlich 10 Tage im Krankenhaus („voll zufrieden“: $n = 52$, Mittelwert: 10 ± 3 d, Median: 9 [6 – 24] d) und 3 Tage auf Intensivstation („voll zufrieden“: $n = 52$, Mittelwert: 3 ± 2 d, Median: 2 [1 - 9] d). Patienten, die angegeben hatten, sie seien nur - teilweise zufrieden -, verbrachten durchschnittlich 9 ± 4 Tage im Krankenhaus („teilweise zufrieden“: $n = 10$, Mittelwert: 9 ± 4 d, Median: 8 [7 - 20] d) und 4 ± 2 Tage auf Intensivstation („teilweise zufrieden“: $n=10$, Mittelwert: 4 ± 2 d, Median: 4 [1 - 7] d).

Tabelle 32: Krankenhaus-, Intensivtage und Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe

Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	Krankenhaustage (Alle Altersgruppen)	Intensivtage (Alle Altersgruppen)
<i>voll zufrieden</i>	Mittelwert: 10 ± 3 Median: 9 (6 - 24)	Mittelwert: 3 ± 2 Median: 2 (1 - 9)
<i>teilweise zufrieden</i>	Mittelwert: 9 ± 4 Median: 8 (7 - 20)	Mittelwert: 4 ± 2 Median: 4 (1 - 7)
<i>nicht zufrieden</i>	0	0
Signifikanz? (Mann-Whitney-U)	Nein $p = 0,221$ ($n = 62$)	Nein $p = 0,095$ ($n = 62$)

Die Tabelle zeigt die Krankenhaus- und Intensivtage in Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe. Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (rote Schattierung).

3.2.2.5 OP-Dauer, Bypasszeit und kosmetische Zufriedenheit

Zwischen OP-Dauer, kardiopulmonaler Bypasszeit und der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U-Test, $p \geq 0,05$) (Tabelle 33).

Die OP-Dauer der Patienten, die angegeben hatten - voll zufrieden - zu sein, betrug im Mittel 149 Minuten („voll zufrieden“: $n = 52$, Mittelwert: $149,46 \pm 62,6$ min, Median: 134,5 [75 - 405] min) und die Bypasszeit im Mittel 69 Minuten („voll zufrieden“: $n = 50$, Mittelwert: $68,56 \pm 46,65$ min, Median: 53,5 [20 - 256] min). Die OP-Dauer derjenigen, die angegeben hatten - teilweise zufrieden - zu sein, betrug im Mittel 160 Minuten („teilweise zufrieden“: $n = 10$, Mittelwert: $160,3 \pm 53,75$ min, Median: 152,5 [105 - 283] min) mit einer Bypasszeit von 77 Minuten („teilweise zufrieden“: $n = 10$, Mittelwert: $76,6 \pm 46,55$ min, Median: 71,5 [25 - 181] min).

Tabelle 33: OP-Dauer, Bypasszeit und Zufriedenheit mit der Ministernotomienarbe

Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe	OP-Dauer [min] (Alle Altersgruppen)	Bypasszeit [min] (Alle Altersgruppen)
<i>voll zufrieden</i>	Mittelwert: 149 ± 63 Median: 135 (75 - 405)	Mittelwert: 69 ± 47 Median: 54 (20 - 256)
<i>teilweise zufrieden</i>	Mittelwert: 160 ± 54 Median: 153 (105 - 283)	Mittelwert: 77 ± 47 Median: 72 (25 - 181)
<i>nicht zufrieden</i>	0	0
Signifikanz? (Mann-Whitney-U)	Nein $p = 0,348$ ($n = 62$)	Nein $p = 0,532$ ($n = 60$)

Die Tabelle zeigt die OP-Dauer und kardiopulmonale Bypasszeit in Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe. Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (rote Schattierung).

4 Diskussion

4.1 Vergleichbare Studien

Kosmetik und Schmerztherapie im Rahmen der inferioren Ministernotomie stellen ein neues Forschungsfeld mit einer überschaubaren Anzahl an Studien dar. Für unsere speziellen Fragestellungen waren einige von besonderem Wert, weshalb sie im Folgenden mit ihrer Bedeutung für unsere Forschung dargestellt werden.

Vieites et al. legten in ihrer Studie von 2015 den Fokus auf den klinischen Outcome bei inferiorer Ministernotomie und medianen Sternotomie und boten einen Vergleich der beiden Behandlungsmethoden. Bedeutsam für uns waren die gleichen klinischen Outcome-Kriterien. Zudem verwendeten sie ebenso die mediane Variante der inferioren Ministernotomie und hatten eine passende Kohorten-Zusammensetzung. Die ähnliche Verteilung von Geschlecht sowie kongenitaler Herzfehler boten eine hervorragende Vergleichsbasis. Der ASD II nahm mit 49% sowohl bei uns, als auch bei Vietes et al. mit 63,8% den ersten Platz als häufigster kongenitaler Herzfehler ein. Dahinter lag mit 23% Anteil bei uns der VSD und bei Vieites et al. mit 23,3% Vieites et al. zeigten jedoch niedrigere Werte bezüglich des Alters und des Gewichts (unsere Studie: $17,6 \pm 17,3$ Jahre und $41,7 \pm 34,3$ kg KG; Vieites et al.: 12 ± 17 Jahre und 28.69 ± 26 kg KG). Dies ist auf einen größeren Anteil an erwachsenen Patienten in unserer Kohorte zurückzuführen. Wir erweiterten die Studie auf Patienten aller Altersgruppen und schlossen zusätzlich noch weitere kongenitale Herzfehler ein. Der Umfang unserer Kohorte wurde mit 292 Patienten daher wesentlich größer, als dies mit 103 Patienten in der Ministernotomie-Gruppe von Vieites et al. der Fall war (Vieites et al. 2015).

Bichell et al. schlossen mit einem Umfang von 135 Patienten nur Vorhofdefekte ein und legten ebenso wie Vieites et al. den Fokus auf den klinischen Outcome. Als Pionierstudie zum Thema „partielle inferiore Ministernotomie“ war sie relevant für die Auswahl an Parametern zum klinischen Outcome.

Die Studie von Laussen et al. diente uns als Vorlage bei der Untersuchung der Zielgrößen. Laussen et al. war die erste Studie, die sowohl ein Follow-Up integrierte, als auch den

Morphinbedarf als Schmerzparameter untersuchte. Demgegenüber war das Follow-Up unserer Studie spezifisch auf den kosmetischen Outcome ausgerichtet und fand zudem 6 bis 16 Jahre postoperativ statt.

Die Zufriedenheit der Patienten hinsichtlich der Sternotomie-Narbe in einem Langzeit-Follow-Up zu erheben ist bisher nicht durchgeführt worden, sodass unsere Studie dahingehend eine Pionierarbeit war. Die Ministernotomie ist gegenüber der medianen Sternotomie durch eine kleinere Narbe charakterisiert und dahingehend grundsätzlich zu bevorzugen (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000; Nicholson et al. 2001; Wu et al. 2003; Laussen et al. 2000). Unser Anliegen war es, hinsichtlich des kosmetischen Effekts weiterzugehen. Mit Hilfe des Follow-Ups erlangten wir gleich zu mehreren Punkten Informationen: Wir untersuchten Korrelationen von klinischen Parametern und der Zufriedenheit mit der Narbe (Kapitel 3.2.2). Des Weiteren boten wir den Patienten eine Freitextfläche an, um Gedanken, Anregungen, Wünsche und Erfahrungen frei aufzuschreiben. Viele Patienten nutzten diese Option, was uns wiederum die Möglichkeit gab, neue Problematiken zu erkennen, die bisher noch nicht untersucht wurden. So gaben Patienten beispielsweise trotz voller Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe an, die Einstichstellen der Drainagen seien das größere kosmetische Problem. Sie seien „unsymmetrisch“ und wären zum Teil durch Einziehungen charakterisiert, während die Ministernotomie-Narben selbst häufig eher flach abgeheilt wären.

4.2 Mediane Sternotomie und Inferiore Ministernotomie

Die meisten Studien waren bisher der Frage nachgegangen, ob die Ministernotomie der klassischen Sternotomie als mindestens gleichwertig oder sogar als überlegene Methode gegenüberzustellen sei. Ein wichtiges Kriterium war zunächst, dass sich für den Patienten keine Nachteile hinsichtlich des Auftretens von Komplikationen ergaben (Pretre 2012). Zum Vergleich wurden dazu die Parameter des klinischen Outcomes genutzt: Krankenhaus- und Intensivtage, Überleben und Komplikationen (Liebrich et al. 2018; Vieites et al. 2015; Luo/Chang/Chen 2001; Laussen et al. 2000; Bichell et al. 2000; Nicholson et al. 2001).

Unsere Patienten verbrachten insgesamt 10 ± 2 Tage im Krankenhaus, während sie bei Vieites et al. 2 ± 3 Tage bei Z. n. inferiorer Ministernotomie und 2 ± 2 Tage bei Z. n. medianer

Sternotomie im Krankenhaus verbrachten. Bei Bichell et al. verbrachten die Patienten mit Ministernotomie im Mittel $2,7 \pm 1$ Tage und mit medianer Sternotomie $4,5 \pm 6$ Tage im Krankenhaus. Die längere Krankenhausaufenthaltsdauer unserer Kohorte gegenüber anderen Studien hatte verschiedene Ursachen: Da wir im Gegensatz zu den Vorläuferstudien komplexe Herzfehler miteinschlossen, sind höhere Komplikationsraten eine Ursache. Die Krankenhausaufenthaltsdauer ist zudem abhängig vom landespezifischen, krankenhauspolitischen System (Bichell et al. 2000).

Die Intensivstationszeit ist im Gegensatz zur Aufenthaltsdauer im Krankenhaus hinsichtlich des landesspezifischen, krankenhauspolitischen Systems weniger sensibel (Laussen et al. 2000; Sebastian et al. 2009; Wu et al. 2003). Dahingehend decken sich unsere Ergebnisse mit denen vergleichbarer Studien: Bei Vieites et al. verbrachten die Patienten auf Intensivstation im Mittel $3,1 \pm 1,3$ Tage, bei Z. n. inferiorer Ministernotomie und 3 ± 2 Tage bei Z. n. medianer Sternotomie. Die zu Vieites et al. passenden Altersgruppen unserer Studie verbrachten 3 ± 1 Tage (7-16 Jahre) und 3 ± 2 Tage (1-6 Jahre) auf Intensivstation. In diesen Altersgruppen kann die Intensivstationszeit unserer Kohorte internationalen Ansprüchen gerecht werden. Interessanterweise liegen die unter 1-Jährigen mit 5 ± 3 Tagen und die über 16-Jährigen mit 6 ± 6 Tagen weit oberhalb des Durchschnitts. So fanden wir bei den unter 1-Jährigen eine etwa doppelt so lange Beatmungszeit als in den höheren Altersgruppen und die Gruppe der über 16-Jährigen hatte den größten Anteil an Komplikationen.

Wie in den Studien von Vieites et al. und Bichell et al. kam es auch bei uns in keinem Fall zum Tod im Rahmen der Behandlung (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000). In Bezug auf die Komplikationen konnten wir ein ähnliches Bild wie Vieites et al. wiedergeben. Die 1-6-Jährigen und die 7-16-Jährigen zeigten einen Komplikationsanteil von 15% ($n = 35$), entsprechend Vieites et al. mit ebenso 15% ($n = 16$). In unserer Kohorte kam es insgesamt zu mehr Re-OPs (3,1%; $n = 9$ versus (vs.) 0% bei Vieites et al.), zu mehr Pleuraergüssen (7,2%, $n = 21$ vs. 3,8%, $n = 4$ bei Vieites et al.) und zu mehr Perikardergüssen (6,2%, $n = 18$ vs. 0,9%, $n = 1$ bei Vieites et al.). Allerdings kam es bei uns in keinem Fall zu Lungenversagen (0% vs. 6,7%, $n = 7$ bei Vieites et al.). Zudem wurden auch die Altersgruppen < 1 Jahr und > 16 Jahre in unsere Übersicht miteingeschlossen. Sie stellten die Altersgruppen mit dem größten Anteil an Komplikationen dar: 20% ($n = 11$) bei den unter 1-Jährigen und 71% ($n = 5$) bei den über 16-Jährigen. Diese Altersgruppen waren in vergleichbaren Studien ein noch kaum untersuchtes

Patientenkollektiv; lediglich Lieblich et al. äußerten sich kritisch über die Anwendbarkeit der Ministernotomie bei Kindern unter 5 kg KG (Liebrich et al. 2018).

Eine Studie, die ebenso Opioide als Parameter zur Schmerzevaluation verwendete, war die von Laussen et al. Dort wurde, in einem Altersspektrum von 108 ± 45 Monaten ($n = 17$), auf die intravenöse Verabreichung von Morphin 24 Stunden postoperativ Bezug genommen. Das entsprach der Altersverteilung der 7-16-Jährigen unserer Studie mit $114,6 \pm 32,8$ Monaten. Laussen et al. fanden keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der verwendeten Menge Morphin i. v. zwischen den beiden Verfahren, mit $0,2 \pm 0,1$ mg/kg KG bei der inferioren Ministernotomie und $0,2 \pm 0,2$ mg/kg KG bei der medianen Sternotomie. In der Gruppe der 7-16-Jährigen entsprach der Opioid-Äq-Wert im Mittel $2,09 \pm 6,45$ mg/kg KG. Allerdings bezog sich dieser Wert auf oral eingenommenes Morphin. Mit Hilfe der analgetischen Potenz ließ sich der Opioid-Äq-Wert der 7-16-Jährigen auf intravenös appliziertes Morphin übertragen (Kapitel 2.4.3) und man erhielt $6,27 \pm 19,35$ mg/kg KG. Dass sich ein derartig großer Unterschied zu Laussen et al. zeigte, lag darin begründet, dass unsere Studie nicht nur Morphin über 24 Stunden, sondern alle applizierten Opioide über den gesamten Krankenhausaufenthalt betrachtete. In Anbetracht dieser Unterschiede wäre eine Projektion der Ergebnisse von Laussen et al. auf unsere Studie äußerst spekulativ.

Vorherige Studien, die das Thema Kosmetik im Zusammenhang von inferiorer Ministernotomie und medianer Sternotomie betrachteten, bezogen sich auf die offensichtlich kleinere Narbe und die Aussagen von behandelnden Ärzten (Bichell et al. 2000; Laussen et al. 2000; Luo/Chang/Chen 2001; Wu et al. 2003; Nicholson et al. 2001; Sun et al. 2006; Sebastian et al. 2009; Benitz 2010; Vieites et al. 2015; Vo/Vu/Nguyen 2016). Ein Follow-Up, welches sich ausschließlich auf das subjektive Empfinden hinsichtlich der Narbenentwicklung im Z. n. Ministernotomie bezog, war neu und wurde im Rahmen dieser Studie erstmalig eingeführt. Wir bekamen für den Zeitraum von 6 bis 16 Jahre nach OP insgesamt 62 Antworten. Es gaben 84% ($n=52$) an voll zufrieden zu sein, 16% ($n=10$) waren nur teilweise zufrieden. Keiner gab an nicht zufrieden zu sein. Das bekräftigte die Aussagen von vorangegangenen Studien, dass die inferiore Ministernotomie ein hervorragendes kosmetisches Ergebnis liefert. Wir konnten zeigen, dass dies auch noch Jahre nach OP galt.

In Zusammenschau unserer Ergebnisse sowie derer von Vieites et al. und Bichell et al. kann die inferiore Ministernotomie der medianen Sternotomie gegenüber als mindestens gleichwertig betrachtet werden. In Bezug auf den klinischen Outcome gilt dies vor allem für die Altersgruppen der 1-6- und der 7-16-Jährigen. Besonders fielen jedoch die unter 1-Jährigen und die über 16-Jährigen auf. Diese sollten aufgrund der Komplikationsraten sowie längeren Krankenhaus und Intensivzeit, als potenzielle Risikopatienten betrachtet werden.

4.3 Der Zusammenhang von Einfluss- und Zielgrößen

4.3.1 Einflussgrößen: Alter, Geschlecht und Körpergewicht

Es konnte eine negative Korrelation von Alter und OpioidÄq nachgewiesen werden. In der umfangsstärksten Altersgruppe 1-6 Jahre war sie zudem signifikant. In Bezug auf OpioidÄq stellte diese Altersgruppe 64% der Kohorte dar (n = 169 von 263 Patienten). Das bedeutet, mit zunehmendem Alter reduzierte sich der Bedarf an Opioiden gemessen als OpioidÄq. Interessanterweise widerspricht das den Erläuterungen in der Literatur. Diese besagen, dass jüngere Kinder sensibler auf Opioide reagieren und ältere Kinder dagegen höhere Raten an Biotransformation und Elimination von Opioiden aufweisen (Soliman/Cladis/Davis 2006). Demzufolge schien das Alter selbst nicht die Ursache für einen kausalen Zusammenhang zu sein, sondern ein mit dem Alter zusammenhängender Faktor. Denn zu beachten ist: In der Altersgruppe < 1 Jahr war der VSD der häufigste Herzfehler mit 58% (n = 32) und der mit dem höchsten Wert an OpioidÄq ($6,6 \pm 8,56$ mg/kg KG). Der ASD II war dagegen in den höheren Altersgruppen der häufigste Herzfehler und hatte dabei die niedrigste OpioidÄq ($2,01 \pm 2,35$ mg/kg KG) (Kapitel 3.1.9).

Je größer das Körpergewicht, desto weniger Opioide pro Kilogramm Körpergewicht waren nötig. Eine signifikante, negative Korrelation zwischen Körpergewicht und OpioidÄq wurde sogar bei gleich drei Altersgruppen gefunden: < 1 Jahr ($p = 0,035$ (n = 55)), 1-6 Jahre ($p < 0,000$ (n = 169)) und > 16 Jahre ($p = 0,036$ (n = 7)) (Kapitel:3.2.1.3). Auch hier gab es einen interessanten Widerspruch zur Literatur, denn ebenso wie beim Alter, wurde auch beim Gewicht über eine positive Korrelation mit dem Opioidbedarf gesprochen (Soliman/Cladis/Davis 2006). Das unterstützt die bereits geäußerte Vermutung, dass nicht Alter

oder Körpergewicht ausschlaggebend für die Menge an verwendeten Opioiden sind, sondern vielmehr der zugrundeliegende Herzfehler.

Das Geschlecht zeigte in keiner der Altersgruppen einen signifikanten Einfluss auf die verwendete Menge OpioidÄq ($p \geq 0,05$) oder die Verwendung von Schmerzmedikation auf Normalstation ($p \geq 0,05$) (Kapitel 3.2.1.2). Das entspricht der Studie von Laussen et al., die ebenfalls dahingehend keinen Unterschied feststellen konnten. Auch wenn es statistisch betrachtet keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und OpioidÄq gab, war festzustellen, dass in den höheren Altersgruppen 7-16 Jahre und > 16 Jahre, die weiblichen Patienten mehr OpioidÄq erhielten als die männlichen Patienten (7-16 Jahre: weiblich: $3,37 \pm 8,72$ mg/kg KG, vs. männlich: $0,65 \pm 0,96$ mg/kg KG und > 16 Jahre: weiblich: $1,41 \pm 1,51$ mg/kg KG, vs. männlich: $0,32 \pm 0$ mg/kg KG). Das deckte sich mit der Studie von Doyle et al., die eine höhere Sensibilität für Opioiden bei männlichen Probanden feststellte (Doyle/Murphy 2017). Morphin bindet sowohl an den Opioidrezeptor, als auch an Toll-like-Rezeptor 4 (TLR4), welche in Form einer Immunreaktion eine opioid-antagonisierende Signalkaskade anstößt. Laut Doyle et al. hat das weibliche Geschlecht ein deutlich aktiveres Immunsystem als das männliche. Dadurch ist die opioid-antagonisierende Wirkung bei weiblichen Patienten stärker ausgeprägt und sie benötigen mehr Opioid um eine entsprechende Analgosedierung zu erhalten. Ob das auch für Patienten im Kindesalter galt, wurde nicht erwähnt. Studien, die sich konkret mit dem unterschiedlichen Schmerzempfinden von Mann und Frau auseinandersetzten, bezogen sich auf ein erwachsenes Patientenkollektiv (Karshikoff et al. 2015; Doyle/Murphy 2017). Demnach hatten Frauen im Vergleich zu Männern häufig eine gesteigerte Zytokinreaktion, was wiederum in einem gesteigerten Schmerzempfinden resultierte (Karshikoff et al. 2015). Allerdings schien eine gesteigerte Immunsystemaktivität sich erst mit Eintritt in die Geschlechtsreife zu entwickeln (Cook/Nickerson 2005). Das bot wiederum eine Erklärung, warum sich hinsichtlich unseres Patientenkollektivs kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellen ließ.

Ein signifikanter Zusammenhang von Alter, Geschlecht und Körpergewicht mit der Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation konnte in keiner Altersgruppe nachgewiesen werden ($p \geq 0,05$).

Hinsichtlich der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe zeigten weder das Alter ($p = 0,572$, $n = 62$), noch das Geschlecht ($p = 0,731$, $n = 62$), oder das Körpergewicht ($p = 0,909$, $n = 62$) einen statistischen Zusammenhang. Bisher wurde ein solcher Zusammenhang auch noch nicht beschrieben. Jedoch schien die intellektuelle Reife in den Freitexten des Follow-Ups eine Rolle zu spielen. So schrieben beispielsweise eher die älteren Kinder einen Text in Bezug auf die Narbenentwicklung. Es ist eine berechtigte Annahme, dass sich ältere Kinder mehr mit der Narbenkosmetik auseinandersetzten als jüngere Kinder.

4.3.2 Einflussgrößen: Krankenhaustage und Intensivtage

Je mehr Zeit die Patienten im Krankenhaus und auf Intensivstation verbrachten, desto höher war ihr Opioidbedarf gemessen an OpioidÄq. Dieser Zusammenhang konnte in der Altersgruppe der 1-6-Jährigen nachgewiesen werden (Krankenhaustage und OpioidÄq: $|R| = 0,219$, $p = 0,004$; Intensivtage und OpioidÄq: $|R| = 0,326$, $p < 0,000$). Da Patienten grundsätzlich erst bei annehmbarer Schmerzfreiheit entlassen werden sollten, würde das für unser Ergebnis bedeuten: Je länger Patienten im Krankenhaus oder auf Intensivstation waren, desto höher schien das Schmerzniveau zu sein.

Interessanterweise zeigte sich ein entgegengesetzter Zusammenhang mit der Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation. Patienten, die Schmerzmedikamente auf Station erhalten hatten, waren signifikant kürzer auf Intensivstation (3 ± 2 Tage) und im Krankenhaus (9 ± 2 Tage), als Patienten, die keine Schmerzmedikamente erhalten hatten (Intensivstation: 4 ± 2 Tage, Krankenhaus: 10 ± 3 Tage, 1-6 Jahre: $p < 0,000$). Dieses Ergebnis stand zunächst im Widerspruch zu den Erkenntnissen hinsichtlich der Untersuchung zu OpioidÄq. Auch in der Literatur fand sich kein entsprechendes Korrelat, mit dem man dieses Ergebnis hätte erklären können. Es ist anzunehmen, dass eine verstärkte Schmerzsymptomatik, die bereits auf Intensivstation mit Opioiden ausreichend behandelt wurde, in Folge weniger häufig Schmerzmedikamente im normalstationären Verlauf verlangte.

Schmerz scheint jedoch nicht der einzige Faktor für eine Verlängerung der Intensivzeit zu sein. Ein verlängerter Intensivstationsaufenthalt wird assoziiert mit Komplikationen und längerer Beatmungszeit (Bichell et al. 2000; Vieites et al. 2015; Laussen et al. 2000). Das konnten wir anhand unserer Studie ebenfalls bestätigen: Im Vergleich zu den anderen Altersgruppen konnte

eine annähernd doppelt so lange Beatmungszeit bei den unter 1-Jährigen festgestellt werden (<1 Jahr: 17 ± 31 h, 1-6 Jahre: 8 ± 8 h; 7-16 Jahre: 8 ± 7 h; >16 Jahre: 8 ± 2 h). Zugleich stellten wir auch einen erhöhten Komplikationsanteil von 20% bei den unter 1-Jährigen fest (<1 Jahr: n = 11 von 55). Bei den 1-6-Jährigen (n = 29 von 190) und den 7-16-Jährigen (n = 6 von 40) wurden jeweils nur in 15% der Fälle Komplikationen beschrieben. Das spiegelte sich auch in der Intensivstationszeit wieder, denn hinsichtlich der Intensivtage hatten die unter 1-Jährigen im Durchschnitt $4,9 \pm 2,7$ Tage auf Intensivstation und damit im Durchschnitt fast zwei Tage länger als die 1-6-Jährigen ($3 \pm 1,8$ Tage) und die 7-16-Jährigen ($2,8 \pm 1,3$ Tage) verbracht.

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang hinsichtlich der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe und den Krankenhaustagen ($p = 0,221$) oder Intensivtagen ($p = 0,095$) gezeigt werden. Ein Zusammenhang wurde auch in der Literatur bisher nicht beschrieben. Nach Auswertung der Freitexte des Follow-Ups zeigte sich jedoch, dass Patienten die Einstichstellen der Drainagen als kosmetisch am problematischsten einschätzten. Ein Zusammenhang von Drainageverweildauer und Narbenkosmetik könnte einen interessanten neuen Studienansatz darstellen.

4.3.3 Einflussgrößen: OP-Zeit, Bypasszeit, Erythrozytenkonzentrate

Für die umfangsstärkste Altersgruppe, 1-6 Jahre (n = 190), galt: Je länger OP-Zeit oder Bypasszeit dauerten, desto mehr Opioiden gemessen an OpioidÄq waren im Anschluss an die OP notwendig (OP-Dauer & OpioidÄq, $|R| = 0,198$, $p = 0,01$; Bypasszeit & OpioidÄq, $|R| = 0,230$, $p = 0,003$). Interessanterweise stand dem gegenüber, dass Patienten, die keine Schmerzmedikation mehr auf Normalstation benötigten, signifikant längere OP-Zeiten aufzeigten (Mann-Whitney-U-Test, n = 190, $p = 0,025$). Eine Erklärung dieser Zusammenhänge könnte sein, dass eine verlängerte OP-Zeit zu einem erhöhten Opioidbedarf zum Teil aufgrund verstärkter Schmerzsymptomatik führte. Der erhöhte Analgetikabedarf wurde demnach bereits auf Intensivstation ausreichend versorgt und führte im stationären Verlauf zu weniger Verwendung von Schmerzmedikamenten. Dieser Schluss würde sich auch mit unseren Ergebnissen zu Krankenhaus- und Intensivzeit decken.

In den Altersgruppen der < 1-Jährigen und 1-6-Jährigen benötigten Patienten, die während der OP EK bekamen, signifikant höhere Mengen an Opioiden (OpioidÄq: < 1 Jahr: $p = 0,015$, 1-6

Jahre: $p < 0,000$). In der Altersgruppe der 1-6-Jährigen konnte außerdem gezeigt werden, dass Patienten, die EK bekamen, weniger häufig Schmerzmedikamente im normalstationären Verlauf benötigten ($p = 0,001$).

Um diesen Zusammenhang zu erklären, war ein Blick auf das Verhältnis von Grunderkrankung und Opioid-, sowie EK-Bedarf notwendig. Interessanterweise zeigte sich, dass beim VSD mehr EK, mehr Opioid-Äq und häufiger Schmerzmedikation auf Normalstation verwendet wurden, als dies bei den anderen Herzfehlern der Fall war (VSD: EK - ja: 81%; Opioid-Äq: $6,6 \pm 8,56$ mg/kg KG; Schmerzmedikation: nein: 13% ($n = 9$), ja: 87% ($n = 59$)). Es ist anzunehmen, dass das Schmerzniveau in Abhängigkeit zu dem zu Grunde liegenden Herzfehler stand. Für die klinische Praxis ist dieser Umstand dahingehend relevant, als dass man bei Patienten mit VSD die erhöhte Menge an Opioid oder EK hinterfragen muss. Diesen Umstand gilt es zu erforschen, denn darin könnte sich eine Chance eröffnen, die Transfusions- und Opioidmenge für Kinder mit VSD und damit alle verbundenen Komplikationen zu reduzieren. Dies gilt vor allem, da ein Zusammenhang zwischen reduzierter Transfusionsmenge und reduzierter Opioidmenge bereits in der Literatur erwähnt wurde (Bacha/Kalfa 2014).

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang hinsichtlich der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe und OP- und Bypasszeit, oder der Verwendung von EK gezeigt werden. Ein Zusammenhang wurde auch in der Literatur bisher nicht beschrieben.

4.4 Analyse der Auswahl der klinischen Einfluss- und Zielgrößen

Den Patienten durch Alter, Geschlecht und Körpergewicht repräsentativ darzustellen, wurde aus vergleichbaren Studien übernommen (Bichell et al. 2000; Laussen et al. 2000; Vieites et al. 2015). Zwar fanden weitere Parameter, wie Körpergröße und die Körperoberfläche, in einigen Artikeln auch Verwendung, allerdings dienten diese meist als Parameter bei der Untersuchung von Herzzeitvolumen und dem Metabolismus von Medikamenten und eigneten sich daher nicht für unsere Studie (Mosteller 1987).

Die OP wurde im Rahmen dieser Arbeit durch die OP-Dauer, Bypasszeit und EK-Gabe dargestellt. Häufiger als die OP-Zeit wurde in vergleichbaren Studien die kardiopulmonale Bypasszeit betrachtet. Sie schien weniger Einflüssen ausgesetzt zu sein als die OP-Zeit (Vieites

et al. 2015; Laussen et al. 2000; Wu et al. 2003) (Kapitel 4.3.3). Die Notwendigkeit von Transfusionen wurde in den Studien zu inferiorer Ministernotomie bisher noch nicht regulär betrachtet. Allerdings wurde von Bacha et al. ein Zusammenhang von reduzierter Transfusionsmenge und reduzierter Opioidmenge beschrieben. Dies war Anlass für uns in dieser Hinsicht weiterzuforschen (Kapitel 4.3.3) (Bacha/Kalfa 2014).

OpioidÄq umfasste mit seiner Formel alle verwendeten Opioide hinsichtlich ihrer analgetischen Potenz. Das Ergebnis war ein Wert, der die erforderliche Opioidmenge retrospektiv vergleichbar machte. Damit allerdings auch das Spektrum der verwendeten Nicht-Opioide zur Analgesie mit dargestellt werden konnte, führten wir die Zielgröße „Verwendung von Schmerzmedikamenten auf Normalstation“ ein. Darunter wurde für jeden Patienten zusammengefasst, ob im normalstationären Bereich Analgetika, Opioide sowie Nicht-Opioide verwendet wurden. Dadurch erhielten wir einen zweiten separat erhobenen Schmerzparameter und eine umfassende Darstellung der Schmerzsymptomatik wurde möglich.

Die Zufriedenheit der Patienten hinsichtlich der Sternotomie-Narbe in einem Langzeit-Follow-Up zu erheben ist bisher nicht umgesetzt worden, sodass unsere Studie dahingehend Pionierarbeit darstellt. Die Ministernotomie ist durch eine kleinere Narbe der medianen Sternotomie gegenüber charakterisiert und dahingehend grundsätzlich im Vorteil (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000; Nicholson et al. 2001; Wu et al. 2003; Laussen et al. 2000). Unser Anliegen war es, an dieser Stelle weiterzugehen. Mit Hilfe des Follow-Ups erlangten wir gleich zu mehreren Fragestellungen Informationen. Erstens: Wir untersuchten Korrelationen von klinischen Parametern und der Zufriedenheit mit der Narbe. Zweitens: Wir boten den Patienten die Möglichkeit einer Freitextfläche an, um Gedanken, Anregungen, Wünsche und Erfahrungen frei aufzuschreiben. Einige Patienten nutzten diese Option, was uns wiederum die Möglichkeit gab, neue Problematiken zu erkennen, die bisher noch nicht untersucht wurden.

4.5 Limitationen

Bei der Projektion von verwendeter Menge Opioid auf die Schmerzsymptomatik sollte das Wirkspektrum von Opioiden mit bedacht werden, da sie postoperativ nicht nur zur Analgesie, sondern auch zu Sedierung und Blutdrucksenkung verwendet werden können (Herdegen et al.

2014). Da intraoperativ Transfusionen und Opioidgabe simultan ablaufen können, kann eine Aussage zum exakten Abhängigkeitsverhältnis nur schwer getroffen werden (Murdock et al. 2009). Ein Kausalitätsverhältnis hinsichtlich der Verwendung von EK und der Korrelation zu Zielgrößen aufzuzeigen, gestaltete sich im Rahmen des Studiendesigns als schwierig.

Weiterhin war der Wert „OpioidÄq“ nicht an eine Schmerzskala gekoppelt, wie es bei Laussen et al. der Fall war, sondern richtete sich nach dem individuellen subjektiven Empfinden von sowohl Patient als auch Personal, welches bei Säuglingen und Kleinkindern nur begrenzt auf sprachliche Äußerungen eingehen kann. Auch wenn der Großteil der Analgesie in Form von Opioiden in den ersten Stunden postoperativ eingesetzt wurde, wurde er später nach WHO Schema reduziert auf Nicht-Opiode. Auf Grund der unterschiedlichen Wirkmechanismen der Nicht-Opiode, konnten sie nicht in der Formel zu OpioidÄq (Kapitel 2.4.3) berücksichtigt werden. Um diesen Aspekt jedoch zu kompensieren, wurden die „Nicht-Opiode“ gesondert in unsere Studie integriert.

Ein Zusammenhang von klinischen Parametern und der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe konnte in keiner Altersgruppe nachgewiesen werden. Die niedrige Fallzahl und geringe Quote an Rücksendungen im Rahmen des Follow-Ups stellten ein Problem hinsichtlich der statistischen Auswertbarkeit dar. Zur Objektivierung und Verbesserung des Follow-Ups sollten zukünftig folgende Dinge in Erwägung gezogen werden: Man könnte die Umfrage an eine körperliche Untersuchung mit Fokus auf die Narbenentwicklung zu einem festgelegten Zeitpunkt nach der Operation koppeln (Laussen et al. 2000). Weiterhin empfiehlt es sich, im Rahmen eines Fragebogens nicht nur die Zufriedenheit hinsichtlich der Narbe, sondern das allgemeine Verständnis und die Relevanz von Kosmetik zu erheben.

5 Zusammenfassung

Mit der Einführung durch die partielle, inferiore Sternotomie „Ministernotomie“ durch del Nido et al. und Bichell et al. 1998 wurde sukzessiv die bis dahin als Standard geltende mediane Sternotomie in der Kinderherzchirurgie abgelöst (Vieites et al. 2015; Bichell et al. 2000). Wir verglichen die mediane Sternotomie mit der Ministernotomie bezüglich Verbesserungsmöglichkeiten hinsichtlich klinischen Outcomes, Schmerzsymptomatik und Kosmetik.

Es wurden retrospektiv die klinischen Daten von 292 Patienten mit kongenitalem Herzfehler untersucht, bei denen eine partielle inferiore Sternotomie durchgeführt wurde. Zudem wurde im Rahmen einer Umfrage der kosmetische Outcome untersucht. Dafür wurden die Patienten im Alter von 6 bis 16 Jahren nach OP zur Zufriedenheit mit der Narbenentwicklung befragt.

Von insgesamt 292 Patienten kam es bei 18% zu Komplikationen: (n = 51; ♀30; ♂21). Am häufigsten waren hämodynamisch relevante Pleura und Perikardergüsse. In keinem Fall kam es zum Tod oder Schlaganfall. Die Häufigkeit von Komplikationen war in den Altersgruppen <1 Jahr und >16 Jahre am höchsten. Mit zunehmendem Alter und Körpergewicht reduzierte sich der Bedarf an Opioiden (Alter: $p < 0,000$; Körpergewicht: $p = 0,035$; $p < 0,000$; $p = 0,036$). Dagegen kam es mit Zunahme der OP-Dauer, der Bypasszeit, der Krankenhaustage, sowie der Intensivtage auch zu einer Zunahme des Verbrauchs an Opioiden (OP-Dauer: $p = 0,01$; Bypasszeit: $p = 0,003$, Krankenhaustage: $p = 0,004$, Intensivtage: $p < 0,000$). Patienten, die häufiger transfundiert wurden, bekamen auch signifikant mehr Opioide ($p = 0,015$, $p < 0,000$). Ein Unterschied zwischen den Geschlechtern konnte nicht nachgewiesen werden ($p \geq 0,05$). In der Umfrage zum kosmetischen Outcome wurden von 62 Rücksendungen 52 mit „voll zufrieden“ und 10 mit „teilweise zufrieden“ beantwortet. Keiner der Patienten gab an „nicht zufrieden“ zu sein. 5 Patienten gaben im Freitext an, die Drainageeinstichstellen stellten ein größeres kosmetisches Problem als die Sternotomienarbe dar.

Ein Zusammenhang von klinischen Parametern und der Zufriedenheit mit der Ministernotomie-Narbe konnte nicht nachgewiesen werden. Dennoch bietet die Studie eine Basis für weitere Untersuchungen. Für die Altersgruppen der 1-6- und 7-16-Jährigen galt: In Bezug auf den klinischen Outcome konnte die inferiore Ministernotomie der medianen Sternotomie gegenüber

als mindestens gleichwertig betrachtet werden. Die unter 1-Jährigen und die über 16-Jährigen sollten aufgrund der Komplikationsraten sowie längeren Krankenhaus und Intensivzeiten als potenzielle Risikopatienten betrachtet werden.

Patienten, die während der OP und auf Intensivstation vermehrt Opiode bekamen, erhielten zudem häufiger Transfusionen, hatten eine verlängerte Bypass-, OP-, Krankenhaus- und Intensivzeit und benötigten zudem im Anschluss weniger Schmerzmedikamente auf Normalstation. Als Ursache für einen erhöhten Opioidbedarf kann der zugrundeliegende Herzfehler gesehen werden. Interessanterweise konnten wir einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Transfusionen und verwendeter Opioidmenge darstellen. Dieser Zusammenhang sollte weiter erforscht werden, denn darin liegt möglicherweise auch der Schlüssel in der Reduktion von Transfusionen und Opioiden bei Patienten mit Herzfehlern.

6 Literaturverzeichnis

- Bacha, Emile/Kalfa, David (2014): Minimally invasive paediatric cardiac surgery, in: *Nature reviews. Cardiology* 11, 1, S. 24–34.
- Bauer, Ulrike/Lesch, Wiebke (2012): Kompetenznetz - Angeborene Herzfehler, online: *Kompetenznetz - Angeborene Herzfehler e.V.*, <http://www.kompetenznetz-ahf.de/angeborene-herzfehler/haeufigkeit/> [29.05.2017].
- Benitz, W E (2010): Treatment of persistent patent ductus arteriosus in preterm infants: time to accept the null hypothesis?, in: *Journal of Perinatology* 30, 4, S. 241–252.
- Bichell, David P./Geva, Tal/Bacha, Emile A./Mayer, John E./Jonas, Richard A./Del Nido, Pedro J. (2000): Minimal access approach for the repair of atrial septal defect: The initial 135 patients, in: *Annals of Thoracic Surgery* 70, 1, S. 115–118.
- Cook, Charles D/Nickerson, Michael D (2005): Nociceptive Sensitivity and Opioid Antinociception and Antihyperalgesia in Freund's Adjuvant-Induced Arthritic Male and Female Rats, in: *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics* 313, 1, S. 449–459.
- Dalton, Martin L./Connally, Samuel R./Sealy, Will C. (1992): Julian's reintroduction of Milton's operation, in: *The Annals of Thoracic Surgery* 53, 3, S. 532–533.
- Doyle, Hillary H./Murphy, Anne Z. (2017): Sex differences in innate immunity and its impact on opioid pharmacology, in: *Journal of Neuroscience Research* 95, 1–2, S. 487–499.
- Hagl, C./Stock, U./Haverich, A./Steinhoff, G. (2001): Evaluation of different minimally invasive techniques in pediatric cardiac surgery: Is a full sternotomy always a necessity?, in: *Chest* 119, 2, S. 622–627.
- Herdegen, Thomas/Böhm, Ruwen/Culman, Juraj/Gohlke, Peter/Luippold, Gerd/Wätzig, Vicki (2014): Begriffsbestimmung und endogenes Opioidsystem, in: *Kurzlehrbuch Pharmakologie und Toxikologie*, Stuttgart: Thieme, S. 358.
- Kadner, Alexander/Dave, Hitendu/Dodge-Khatami, Ali/Bettex, Dominique/Vasangiaco-Buechel, Emanuela/Turina, Marko I./Prêtre, René (2004): Inferior Partial Sternotomy for Surgical Closure of Isolated Ventricular Septal Defects in Children, in: *The Heart Surgery Forum* 7, 5, S. E467–E470.
- Karshikoff, B./Lekander, M./Soop, A./Lindstedt, F./Ingvar, M./Kosek, E./Olgart Höglund, C./Axelsson, J. (2015): Modality and sex differences in pain sensitivity during human endotoxemia, in: *Brain, Behavior, and Immunity* 46, S. 35–43.
- Kramer, H.H. (2014a): Fallot'sche Tetralogie, online: *Kinderherzfibel der Klinik für angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie Kiel*, http://www.kinderherzzentrum-kiel.de/herzfibel1/html/fallot-sche_tetralogie.html [25.05.2017].
- Kramer, H.H. (2014b): Ventrikelseptumdefekt, online: *Kinderherzfibel der Klinik für*

- angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie Kiel*, <http://www.kinderherzzentrum-kiel.de/herzfibel1/html/ventrikelseptumdefekt.html> [29.05.2017].
- Kremer, K. (1973): *Die chirurgischen Erkrankungen des Mediastinums in Spezielle Chirurgie für die Praxis*, Stuttgart: Thieme.
- Laussen, Peter C./Bichell, David P./McGowan, Frank X./Zurakowski, David/DeMaso, David Ray/Del Nido, Pedro J. (2000): Postoperative recovery in children after minimum versus full-length sternotomy, in: *Annals of Thoracic Surgery* 69, 2, S. 591–596.
- Liebrich, M./Uhlemann, F./Röhl, T./Doll, N./Tzanavaros, I. (2018): Minimal-invasiver Verschluss von Ventrikelseptumdefekten in der Kinderherzchirurgie, in: *Zeitschrift für Herz-,Thorax- und Gefäßchirurgie* 32, 1, S. 14–20.
- Luo, Wanjun/Chang, Chunfang/Chen, Shenxi (2001): Ministernotomy versus full sternotomy in congenital heart defects: A prospective randomised study, in: *Annals of Thoracic Surgery* 71, 2, S. 473–475.
- McPherson, Mary Lynn M./American Society of Health-System Pharmacists. (2010): *Demystifying opioid conversion calculations : a guide for effective dosing*, Bethesda MD: American Society of Health-System Pharmacists.
- Milton, H (1897): Mediastinal surgery, in: *The Lancet* March 27, S. 872–875.
- Mosteller, R. D. (1987): Simplified Calculation of Body-Surface Area, in: *New England Journal of Medicine* 317, 17, S. 1098–1098.
- Müller, Michael Rolf/Watzka, Stefan B./Albert, Marcus (2016): *Expertise Thoraxchirurgie*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Murdock, J./Watson, D./Dorée, C. J./Blest, A./Roberts, M. M./Brunskill, S. J. (2009): Drugs and blood transfusions: dogma- or evidence-based practice?, in: *Transfusion Medicine* 19, 1, S. 6–15.
- Nicholson, Ian A./Bichell, David P./Bacha, Emile A./Del Nido, Pedro J. (2001): Minimal sternotomy approach for congenital heart operations, in: *Annals of Thoracic Surgery* 71, 2, S. 469–472.
- Nishigaki, Kyoichi/Nishi, Hiroyuki/Kume, Yoichi/Kitabayashi, Katsukiyo/Miyamoto, Katsuhiko (2005): Minimal Access via Lower Partial Sternotomy for Congenital Heart Defects, in: *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals* 13, 1, S. 42–46.
- Pastuszko, Peter/Edie, Richard N. (2004): John H. Gibbon, Jr., the Inventor of the First Successful Heart-Lung Machine, in: *Journal of Cardiac Surgery* 19, 1, S. 65–73.
- Prete, R. (2012): Editorial Comment: Minimal invasive surgery in congenital heart defects: keeping sight of our priority, in: *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 42, 6, S. 980–980.
- Sebastian, Vinod A./Guleserian, Kristine J./Leonard, Steven R./Forbess, Joseph M. (2009): Ministernotomy for repair of congenital cardiac disease, in: *Interactive CardioVascular*

and Thoracic Surgery 9, 5, S. 819–821.

- Soliman, Doreen/Cladis, Franklyn/Davis, Peter (2006): The Pediatric Patient, in: *Anesthesia and Uncommon Diseases*, Philadelphia: Elsevier, S. 601–639.
- Sun, Han-Song/Ma, Wei-Guo/Xu, Jian-Ping/Sun, Li-Zhong/Lu, Feng/Zhu, Xiao-Dong (2006): Minimal Access Heart Surgery via Lower Ministernotomy: Experience in 460 Cases, in: *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals* 14, 2, S. 109–113.
- Vieites, Maria Garcia/Cardenas, Ivonne/Loyola, Hugo/Arias, Laura Fernandez/Hernandez, Irene Garcia/Martinez-Bendayan, Isaac/Rueda, Fernando/Castillo, Jose J Cuenca/et al. (2015): Lower mini-sternotomy in congenital heart disease: Just a cosmetic improvement?, in: *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 21, 3, S. 374–378.
- Vo, Anh Tuan/Vu, Thien Tam/Nguyen, Dinh Hoang (2016): Ministernotomy for correction of ventricular septal defect., in: *Journal of cardiothoracic surgery* 11, 1, S. 71.
- Wu, Qingyu/Luo, Guohua/Li, Shoujun/Shen, Xiangdong/Lu, Feng (2003): Comparison of Different Approaches for Pediatric Congenital Heart Diseases, in: *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals* 11, 3, S. 226–228.

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. Jochen Cremer, Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie UKSH Kiel, für die Möglichkeit, in seiner Klinik promovieren zu dürfen.

Besonders möchte ich mich bei Herrn PD Dr. med. Tim Attmann, Oberarzt am Kinderherzzentrum Kiel und in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, UKSH Kiel, bedanken. Die anhaltende und konsequente Unterstützung war nicht nur wissenschaftlich exzellent, sondern auch freundschaftlich.

Ebenso danke ich Frau Dr. med. Christina Grothusen, für die Unterstützung und konsequente Mitarbeit an diesem Projekt. Durch sie lernte ich Unwesentliches wegzulassen und meinen Fokus zu behalten.

Des Weiteren möchte ich mich bei Frau Ulrike von Hehn bedanken, für die weitreichende fachliche Unterstützung hinsichtlich der statistischen Auswertung.

Ich danke Herrn Professor Dr. Kramer, Direktor der Klinik für Kinderkardiologie und angeborene Herzfehler, dafür, dass ich die Möglichkeit hatte, das Archiv seiner Klinik für die Datenakquise zu nutzen.

Auch danke ich Frau Angelika Dombrowski, für die freundliche Unterstützung bei der Archivsuche und für ihre sonnige Art, die das Arbeiten im Archiv sehr angenehm machten.

Ich möchte den Patienten, Familien und Angehörigen danken, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Meiner Familie danke ich für den steten Austausch, die Unterstützung und das konstante Antreiben. Weiterhin danke ich meiner Schwägerin Josephine Seidl für ihre Unterstützung und für ihre herausragende Fähigkeit wissenschaftlich zu arbeiten. Besonderer Dank gilt jedoch meinen Eltern, die mir ein Medizinstudium ermöglicht und mich stets in jeder Hinsicht gefördert haben.