

**Aus der Universitätsklinik für
Thorax, Herz- und Gefäßchirurgie Tübingen
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. h.c. G. Ziemer**

**Das Risiko von mediastinalen Infektionen bei Kindern
mit PTFE-Flickenersatz des Perikards und temporärer
Thoraxwandplastik nach Operationen komplexer
angeborener Herzfehler**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Tobias Kunzmann
aus Pforzheim**

2005

Dekan:	Professor Dr. C.D. Claussen
1. Berichterstatter:	Professor Dr. Dr. h.c. G. Ziemer
2. Berichterstatter:	Professor Dr. A. Königsrainer

Für meine Familie.

1	Einleitung.....	15
1.1	Chirurgie angeborener Herzfehler	15
1.2	Herzchirurgische Eingriffe im Kindesalter und Infektionen	15
1.2.1	Oberflächliche Wundheilungsstörungen	16
1.2.2	Tiefe Wundinfektionen und Mediastinitis	16
1.2.3	Systemische Infekte.....	16
1.2.4	Infektionen begünstigende Faktoren	17
1.3	Temporäre Thoraxwandplastik (TTWP) nach herzchirurgische Eingriffen im Kindesalter	17
1.3.1	Definition.....	17
1.3.2	Indikationen	17
1.3.2.1	Atypische Herzbeuteltamponade.....	17
1.3.2.2	Postoperative Blutungsneigung bei Gerinnungsstörung...	18
1.3.3	Zeitpunkt.....	18
1.3.4	Technik	19
1.3.5	Sekundärer Thoraxverschluß	20
1.4	PTFE-Membran als Perikardersatz	20
1.5	Problemstellung	20
1.6	Ziel der Untersuchung	21
2	Patienten, Material und Methoden	23
2.1	Patienten, Studientyp, Ein- und Ausschlußkriterien.....	23
2.2	Datenerhebung	23
2.2.1	Datenschutz, ethische Belange	23
2.2.2	Patientendaten	24
2.2.3	Diagnosen	24
2.2.4	Eingriffe und perioperative Daten	25
2.2.5	Verlauf	25

2.2.5.1	chirurgisch	25
2.2.5.2	infektiologisch.....	26
2.2.5.3	intensivmedizinisch	27
2.3	Temporäre Thoraxwandplastik.....	28
2.3.1	Indikation	28
2.3.2	Technik.....	28
2.4	Sekundärer Thoraxverschluß	31
2.4.1	Indikation	31
2.4.2	Technik.....	31
2.5	Risikostratifizierung nach Jenkins	32
2.6	Nachbeobachtung, Morbidität und Mortalität.....	32
2.7	Statistik.....	33
3	Ergebnisse.....	35
3.1	Patienten.....	35
3.2	Demographische Daten.....	35
3.2.1	Lebensalter.....	35
3.2.2	Geschlechtsverteilung	35
3.2.3	Körpergewicht.....	36
3.2.4	Körpergröße	36
3.2.5	Körperoberfläche.....	37
3.2.6	Frühgeburtlichkeit.....	38
3.3	Diagnosen	38
3.3.1	Voroperationen	39
3.3.2	nicht-kardiale Diagnosen, Immundefizienz, Vorerkrankungen.....	40
3.4	Eingriffe und perioperative Daten.....	41
3.4.1	Art der durchgeführten Operationen und Risikostratifizierung nach Jenkins	41
3.4.2	Extrakorporalzirkulation („Perfusionszeit“).....	43
3.4.3	Myokardischämie („Aortenklemmzeit“)	44

3.4.4	Tief hypothermer Kreislaufstillstand.....	44
3.4.5	Reperfusion	44
3.5	Temporäre Thoraxwandplastik.....	44
3.5.1	Indikationen	44
3.6	Verlauf.....	44
3.6.1	chirurgisch	44
3.6.1.1	Dauer der TTWP	44
3.6.1.2	Revisionen.....	45
3.6.1.3	Drainagen.....	46
3.6.2	infektiologisch.....	46
3.6.2.1	antibiotische Behandlung	46
3.6.2.1.1	präoperative antibiotische Behandlung	48
3.6.2.1.2	Antibiotische Behandlung während TTWP	49
3.6.2.1.3	Anwendungsdauer und Häufigkeit der ersten 5 postoperativ angesetzten Antibiotika	52
3.6.2.2	Abstriche zur mikrobiologischen Untersuchung.....	56
3.6.2.3	Sekundärer CRP-Anstieg im Serum.....	58
3.6.2.4	Wundheilungsstörungen.....	58
3.6.3	intensivmedizinisch.....	58
3.6.3.1	Dauer der intensivmedizinischen Behandlung.....	58
3.6.3.2	Beatmungsdauer, Extubationsversuche	59
3.6.3.3	Kreislaufunterstützende Medikation	59
3.6.3.4	Mechanische Reanimationen	60
3.7	Nachbeobachtung, Morbidität und Mortalität.....	61
3.7.1	Dauer des Krankenhausaufenthaltes	61
3.7.2	Nachbeobachtungsintervall	61
3.7.3	Reinterventionen und Reoperationen	61
3.7.4	Früh-, Spätmortalität und Todesursachen	62
3.7.5	Wachstumsstörungen und neurologische Entwicklungsstörungen .	64
3.8	Zwei Fallberichte	64
3.8.1	TTWP über 18 Tage (Fallbericht 1)	64

3.8.2	Der einzige Mediastinalabstrich mit Keimwachstum (Fallbericht 2)	65
4	Diskussion	69
4.1	Operationsrisiken in der Kinderherzchirurgie	69
4.1.1	Risikostratifizierung kinderherzchirurgischer Eingriffe	69
4.2	TTWP allgemein	71
4.3	Infektionen in der Kinderherzchirurgie	71
4.3.1	Infektionen bei TTWP	72
4.3.2	Wunddehiszenz (Fallbericht 3)	73
4.4	Faktoren mit Einfluß auf das Infektionsrisiko in der Herzchirurgie	74
4.4.1	Patientenbedingte Faktoren	75
4.4.2	Chirurgische Technik	75
4.4.2.1	Perikardersatz mit PTFE	76
4.4.3	Intensivbehandlung	77
4.4.3.1	Antibiotika	78
4.4.3.1.1	Verlauf einer antibiotischen Therapie (Fallbericht 4)	80
4.4.3.2	C-reaktives Protein (CRP)	83
4.4.4	Allgemeine Hygienische Faktoren	83
4.5	Mortalität	83
4.5.1	Todesursachen (mit Fallberichten 5 + 6)	84
4.6	Limitationen der Untersuchung	85
5	Zusammenfassung und Schlußfolgerung	87
6	Literaturverzeichnis	89
7	Anhang	97
7.1	Abkürzungsverzeichnis	97
7.2	Risikokategorien nach Jenkins (Auszug)	99
7.3	Operationsbestimmende Diagnosen	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: TTWP bei Revision	30
Abbildung 2: Altersverteilung der Patienten	35
Abbildung 3: Körpergewicht, Perzentile	36
Abbildung 4: Körpergröße, Perzentile	37
Abbildung 5: Körperoberfläche, Verteilung	37
Abbildung 6: Risikoklassifikation nach Jenkins ^a	43
Abbildung 7: Antibiotische Behandlung während TTWP	50
Abbildung 8: Antibiotikum 1	53
Abbildung 9: Antibiotikum 2	53
Abbildung 10: Antibiotikum 3	54
Abbildung 11: Antibiotikum 4	54
Abbildung 12: Antibiotikum 5	55
Abbildung 13: Verteilung der Mediastinalabstriche	57
Abbildung 14: Antibiotika im Fallbericht 3	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Operationsbestimmende Diagnose.....	38
Tabelle 2: Voroperationen	39
Tabelle 3: Organ-Anomalien und angeborene Fehlbildungssyndrome.....	40
Tabelle 4: Art der Eingriffe und Risikoklassen nach Jenkins	42
Tabelle 5: Multiple nach Jenkins klassifizierte Eingriffe in einer Sitzung	43
Tabelle 6: Revisionen	45
Tabelle 7: antibiotische Behandlung.....	47
Tabelle 8: Präoperative prophylaktische Antibiose	48
Tabelle 9: Antibiotika-Anwendungen nach Substanzen und postoperativem Tag	51
Tabelle 10: Anwendungsdauer der perioperativ verabreichten Antibiotika.....	52
Tabelle 11: Kreislaufunterstützende Medikamente.....	60
Tabelle 12: Reanimationsergebnisse	60
Tabelle 13: Reoperationen	62
Tabelle 14: Früh-, Spätmortalität und Todesursachen	63

Tabelle 15: Vergleich der Überlebensdauer von Patienten, die vor oder nach sekundärem Thoraxverschluß verstarben.....	63
Tabelle 16: Gedeihstörungen und neurologische Entwicklungsstörungen	64
Tabelle 17: Antibiogramm	67
Tabelle 18: Wirkspektrum.....	79

Abstraktum

PTFE-Membranen, die während primären Herzoperationen als Perikardersatz implantiert werden, reduzieren das Risiko von Verletzungen des Herzens bei Re-Operationen. In der Abteilung für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie werden diese Membranen (Preclude[®], W.L. Gore, Flagstaff, USA) auch in den Patienten, bei denen der Brustkorb im Anschluß an die primäre Operation nicht direkt verschlossen werden kann, implantiert (temporäre Thoraxwandplastik, TTWP). Bei diesen Patienten ist die Rate der mediastinalen Infektionen unbekannt.

98 Patienten erhielten in 104 Fällen nach Operationen komplexer angeborener Herzfehler (40 Palliationen und 64 Korrekturen) im Zeitraum von 1/95 bis 7/03 eine TTWP. Darunter waren 24 Rezidiv-Eingriffe. Nach der Jenkins-Risikoklassifikation lag die mittlere Risikokategorie der Operationen bei 4,0 (min. 2, max. 6). Das mediane Alter betrug 14 Tage (Interquartilbereich, IQB: 7 - 77). Alle Patienten hatten einen Perikardersatz mit einer PTFE-Membran und erhielten mindestens eine Zweifach-Antibiose (Cephalosporin, Gentamycin) bis zum sekundären Thoraxverschluß. Die Patienten wurden im Median nach 8,6 (IQB: 5,8 - 15,1) Tagen extubiert. Die mediane Behandlungsdauer auf der Intensivstation betrug 19,1 Tage (IQB: 11,6 - 29,5). In der vorliegenden Arbeit wird retrospektiv die Häufigkeit von positiven Mediastinalabstrichen zum Zeitpunkt des Thoraxverschlusses und die der Mediastinitiden untersucht.

Der Thorax wurde im Median für 3,0 Tage (IQB: 1,3 - 4,3) offen belassen. Während dieser Periode wurden 32 Einfach-, 9 Zweifach- und 2 Mehrfachrevision durchgeführt. Die Frühmortalität betrug 24% (15× Herzversagen, 8× Multiorganversagen, 2× Sepsis). Beide Patienten, die an einer Sepsis verstarben, hatten sterile Mediastinalabstriche. Es gab nur einen positiven Mediastinalabstrich (Staph. epiderm.). In keinem Fall kam es zu einer Mediastinitis oder einem instabilen Sternum.

Der Perikardersatz mit PTFE-Membran kann auch bei offenem Thorax sicher durchgeführt werden und erlaubt bei eventuellen späteren Reoperationen eine sichere Re-Sternotomie.

1 Einleitung

1.1 Chirurgie angeborener Herzfehler

Operationen angeborener Herzfehler werden in Deutschland im Wesentlichen an 11 Zentren durchgeführt. Im Jahr 2002 wurden 5642 Operationen vorgenommen. Bei 4424 Eingriffen (78%) kam die Herz-Lungen-Maschine (HLM) zum Einsatz. Das Alter lag in 38,8% dieser Fälle unter einem Jahr; 41,3% waren zwischen einem und 17 Jahren alt; 19,9% waren Erwachsene (16).

Die Mortalität durch angeborene Herzfehler lag 2002 in Deutschland bei 0,61 / 100.000 Einwohner, wobei 302 (59,9%) der 504 an angeborenen Herzfehlern Verstorbenen unter einem Jahr alt waren (16).

Eine in den Jahren 1998 bis 2002 von der Society of Thoracic Surgeons (STS) durchgeführte Analyse von 13.666 Patienten, die wegen eines angeborenen Herzfehlers operiert wurden, nennt eine „Discharge Mortality“ (Anteil der während desselben Krankenhausaufenthaltes verstorbenen Patienten) von 11,7% bei Neugeborenen (0 - 28 Tage alt) und 3,3% bei bis 1-jährigen. Die am häufigsten genannten Diagnosen in der Gruppe der Neugeborenen (3768 Operationen) waren persistierender Ductus arteriosus Botalli (PDA; 12,3%) und hypoplastisches Linksherzsyndrom (HLHS, 11,7%). Die am häufigsten durchgeführte Operation war die nach Norwood (16,2%), welche zugleich die höchste „Discharge Mortality“ (30,7%) aufwies. Die häufigste Primärdiagnose bei Kleinkindern (29 Tage - 1 Jahr) war Fallot'sche Tetralogie (TOF; 11,9%), und die am häufigsten angegebene Operation war Verschluss eines Ventrikelseptumdefekts (VSD; 11,2%). Die „Discharge Mortality“ lag nach Shunt-Palliationen (7,5%), Eingriffen am rechtsventrikulären Ausflusstrakt (RVOT; 5,3%) und Hemifontan-Operation (Glenn; 5,1%) am höchsten (40).

1.2 Herzchirurgische Eingriffe im Kindesalter und Infektionen

Nahezu alle symptomatischen angeborenen Herzfehler müssen einer chirurgischen Behandlung zugeführt werden. Dazu ist in der Regel eine mediane Sternotomie erforderlich. Das Risiko der Eingriffe variiert sehr stark

von gering (bei ASD) bis sehr hoch (bei HLHS). Mit der Höhe des Risikos steigt das Risiko für perioperative kardiale Komplikationen, die erweiterte chirurgische Maßnahmen zur Stabilisierung der frühpostoperativen Herzfunktion erfordern. In der Kinderherzchirurgie ist die temporäre Thoraxwandplastik (TTWP) eine effektive Maßnahme zur frühpostoperativen Stabilisierung von hämodynamisch oder respiratorisch instabilen Zuständen sowie von Blutungskomplikationen (60;68). Je nach dem mittleren Schwierigkeitsgrad der an einem Zentrum durchgeführten Kinderherzoperationen ist dies bei bis zu 22% der Patienten, z.T. sogar geplant (77), erforderlich. Jedoch wurde die TTWP als Hauptrisikofaktor für nosokomiale Infektionen nach kinderherzchirurgischen Eingriffen ausgemacht (53;61).

Nach kinderherzchirurgischen Eingriffen zeigten sich Wundinfektionen, die zu oberflächlichen Wundheilungsstörungen, tiefen Wundinfektionen, Mediastinitis und systemischen Infekten führten (61;67). Wundinfekte nach kinderherzchirurgischen Operationen treten in 2% - 27,6% auf (61;67;85) (3;12;22;54;59;73). Im Vergleich dazu zeigen Studien über Wundinfektionen nach herzchirurgischen Eingriffen bei Erwachsenen eine Infektionsrate zwischen 1,5% und 7,2% (9;18;35;78;84;89).

In einer Studie von Levy et al. (53) entfallen 37% aller nosokomial erworbenen Infektionen auf Wundinfekte, 27% auf oberflächliche Wundheilungsstörungen und 10% auf tiefe Wundheilungsstörungen bzw. Mediastinitiden.

1.2.1 Oberflächliche Wundheilungsstörungen

Die Inzidenz für oberflächliche Wundheilungsstörungen nach kinderherzchirurgischen Eingriffen wird bei Nateghian et al. (67) mit 0,9% und bei Mehta et al. mit 3% angegeben (61).

1.2.2 Tiefe Wundinfektionen und Mediastinitis

Berichte über postoperative Mediastinitiden und tiefe Wundheilungsstörungen nach herzchirurgischen Eingriffen im Erwachsenenalter geben Inzidenzen von 1 - 2% an (6;8;85).

1.2.3 Systemische Infekte

Nach Levy et al. (53) kommt es bei etwa 5% aller Patienten nach kinderherzchirurgischen Eingriffen zur Bakteriämie, wobei darin alle

Katheterinfektionen enthalten sind. Getrennte Angaben über systemische Infekte, die auf der Basis eines Wundinfektes entstanden sind, liegen nicht vor.

1.2.4 Infektionen begünstigende Faktoren

Als Risikofaktoren für nosokomial erworbene Infektionen nach kinderherzchirurgischen Eingriffen wurden identifiziert: niedriges Alter, hoher ASA-Score, frühere Krankenhausaufenthalte, langer präoperativer Klinikaufenthalt, geringe Körperoberfläche, zyanotischer Herzfehler, chronische Niereninsuffizienz, Resternotomie, pulmonale Hypertonie, nasale Besiedlung mit Staphylokokken, intraoperative Hypothermie, verlängerte Operationszeit, verlängerte Bypasszeit, Reoperation wegen Blutung, stark erhöhte Leukozytenwerte im Blut präoperativ bzw. am ersten postoperativen Tag, postoperative inotrope Unterstützung, postoperatives Herzversagen, Dauer einer TTWP, postoperatives Nierenversagen, verlängerte maschinelle Nachbeatmung, verlängerte Intensivverweildauer, verlängerter Gesamtklinikaufenthalt (38;55;59;61;66;67;86).

1.3 Temporäre Thoraxwandplastik (TTWP) nach herzchirurgische Eingriffen im Kindesalter

1.3.1 Definition

Bei der temporären Thoraxwandplastik werden nach einer Herzoperation die Sternumhälften aus Gründen der Hämodynamik oder einer diffusen Blutungsneigung nicht readaptiert. Das Mediastinum wird nach Außen entweder mit der Haut des Patienten oder durch die Einnah einer Kunststoffmembran in das Niveau der Haut abgedeckt. Anschließend wird der Thorax mit einem sterilen Verband stabilisiert. Der Thoraxverschluß erfolgt sekundär nach Beheben des Zustandes, der ihn initial nicht erlaubt hatte.

1.3.2 Indikationen

1.3.2.1 Atypische Herzbeutelamponade

Am Ende mancher herzchirurgischer Eingriffe im Säuglings- und Kindesalter kann es bei der Approximation der Sternumhälften zur kardialen Kompression mit hämodynamischen Auswirkungen wie bei einer Herzbeutelamponade kommen. Da in diesen Fällen eine unmittelbar postoperative kardiomedastinale Dysproportion vorliegt, wird auch vom „tight mediastinal syndrome“ (24;27;74)

oder von einer „atypischen Tamponade“ (44;79) gesprochen. Pathophysiologisch liegt dem ein Ungleichgewicht von Expansionskräften des Herzens und Restriktionskräften des Perikards und des Mediastinums zu Grunde. Patienten mit postoperativ erhöhten rechtsventrikulären enddiastolischen Dimensionen haben ein erhöhtes Risiko, eine atypische Tamponade und damit ein akutes Herzversagen zu entwickeln. Dem kann eine Pulmonalinsuffizienz, eine pulmonale hypertensive Krise oder die Implantation eines raumgreifenden Konduits zu Grunde liegen (44). Die bei intrakardialen Eingriffen in der Regel unumgängliche myokardiale Ischämie kann dazu beitragen, eine vorbestehende Herzinsuffizienz zusätzlich zu verschlechtern. Eine mit der Extrakorporalzirkulation assoziierte, systemische Entzündungsreaktion ("Kapillarleck") kann zur passageren pulmonalen Hypertonie führen. Insbesondere bei Neugeborenen und Säuglingen mit unreifer Lunge kann sich der in diesem Alter noch physiologischerweise hohe pulmonale Widerstand zusätzlich erhöhen.

1.3.2.2 Postoperative Blutungsneigung bei Gerinnungsstörung

Der Kontakt des Patientenblutes mit den Kunststoffoberflächen und perfusionsbedingte Scherkräfte im System der Extrakorporalzirkulation beeinträchtigen die Gerinnungsfunktion und führen somit in Abhängigkeit von der Operationszeit zu einer erhöhten Blutungsneigung (7;71;72). Nach langen Operations- und Bypasszeiten kann die Gerinnungsstörung so schwerwiegend sein, daß ein primärer Verschuß des Operationssitus wegen diffusen Blutungen nicht möglich ist, da es sonst zur echten Herzbeutel-tamponade kommen würde. In Ausnahmefällen kann eine akzeptable Blutstillung erst durch das Austamponieren des Situs mit Baumwollkompressen erreicht werden. Nach Normalisierung der Gerinnung müssen die Kompressen in einem zweiten Eingriff entfernt werden.

1.3.3 Zeitpunkt

Liegt der Zustand, der einen Thoraxverschluß verbietet, unmittelbar am Ende einer Herzoperation vor, so wird die temporäre Thoraxwandplastik "primär" durchgeführt. Wenn die Indikation zur temporären Thoraxwandplastik erst in

zeitlichem Abstand zu einem primären Thoraxverschluß gegeben ist, wird sie "sekundär" durchgeführt.

1.3.4 Technik

Riahi et al. berichteten 1975 erstmals über die „sternale Traktion“ zur Therapie des „tight mediastinal syndrome“. Wie bei einem Fixateur externe wurde dabei an einem Patienten mit atypischer Tamponade an den durch den Wundverschluß austretenden und nicht gekürzten Cerclagedrähten entgegen der Schwerkraft ein Zug von 25 Pfund auf das Sternum ausgeübt, um den retrosternalen Raum passiv zu vergrößern. Der Blutdruck konnte dadurch auf akzeptablen Werten gehalten werden (74).

Ott et al. beschrieben 1978 erstmals die Technik des sekundären Thoraxverschlusses. Bei einem 2 Monate alten und 3 erwachsenen Patienten wurde nach Operationen mit HLM auf Grund diffuser Blutungen bzw. wegen Distensionen des Herzens lediglich die Haut über dem klaffendem Sternumspalt verschlossen. In allen Fällen wurde das Sternum wenige Tage später sekundär readaptiert. Alle vier Patienten überlebten, und der weitere Verlauf war unkompliziert (69).

Dieses Verfahren kam in den folgenden Jahren auch in größeren Patientengruppen zur Anwendung (30;63). Indikationen waren tamponadeähnliche Situationen, Blutungen, hartnäckige Arrhythmien, Implantationen von Ventrikelunterstützungssystemen und nicht-kardial bedingte Lungenödeme.

Gangahar et al. (27) berichteten 1981 erstmals über die Technik der temporären Thoraxwandplastik. Bei einem 3 Wochen alten Mädchen nach Pulmonalvalvulektomie mit Einsatz der HLM kam es durch einen blutigen Perikarderguß sekundär zur kardialen Kompression, zum myokardialen Ödem und zur extremen Distension des Herzens. Nach Ausräumung des mediastinalen Hämatoms wurde deshalb ein elliptisch geschnittener Dacron®-Flicken fortlaufend in den Rand der Sternotomiewunde eingenäht. Die Patientin stabilisierte sich anschließend, und nach drei Tagen konnte der Flicker entfernt und der Thorax sekundär verschlossen werden. Unter einer

7-tägigen Antibiose war der weitere Verlauf unkompliziert. Später wurden zur TTWP auch andere Materialien verwendet (43;68).

1.3.5 Sekundärer Thoraxverschluß

Die Dauer der TTWP wird durch das mit der Zeit zunehmende Risiko einer bakteriellen Besiedelung begrenzt. Der definitive Thoraxverschluß ist erst nach hämodynamischer und pulmonaler Stabilisierung möglich. Dieser Zeitpunkt ist an einer deutlichen Reduktion der Katecholamindosen erkennbar (90). Bis zum endgültigen Verschluß wird die Hämodynamik mit Volumen, Katecholaminen und Vasodilatoren verbessert (33). Wenn hämodynamische Gründe einen vollständiger Thoraxverschluß nicht erlauben, kann der schrittweise Verschluß indiziert sein.

1.4 PTFE-Membran als Perikardersatz

Der Perikardersatz bzw. der komplettierende Verschluß des Perikards mit einer Polytetrafluorethylen-Membran (expanded[e]PTFE) hat sich in der Chirurgie der angeborenen Herzfehler besonders bei den Kindern bewährt, die sich wiederholt herzchirurgischen Eingriffen unterziehen müssen (34). Dank der PTFE-Membran bilden sich weniger narbige Verwachsungen zwischen Sternum und Herzvorderwand aus. Die Gefahr von Verletzungen der umgebenden Strukturen bei der Re-Sternotomie und bei der Präparation des perikardialen Raumes konnte von 2-6% (52) auf unter 1% verringert werden (39).

1.5 Problemstellung

Sofern nach einer Herzoperation der anteriore Aspekt des Perikards durch eine PTFE-Membran ersetzt wurde, liegt diese direkt unter der Silikonmembran, wenn postoperativ eine temporäre Thoraxwandplastik notwendig ist. Da sie durch kein körpereigenes Gewebe nach Außen abgedeckt wird, ist eine erhöhte Infektionsgefahr zu erwarten. Die klinische Erfahrung zeigt jedoch, daß bei Patienten mit temporärer Thoraxwandplastik Infektionen der PTFE-Membran oder sogar Mediastinitiden extrem selten, bzw. gar nicht auftreten. Abgesehen von diesen klinischen, nicht quantitativen Erfahrungswerten liegen keine Zahlen über die Häufigkeit von Infektionen mit PTFE-Membran bei TTWP vor.

1.6 Ziel der Untersuchung

Ziel dieser Untersuchung ist es, die grundlegenden Daten über die Durchführung der temporären Thoraxwandplastik bei den von 1995 bis 2003 in Tübingen wegen angeborener Herzfehler operierten Kindern zu erhalten. Neben den demographischen Daten sollen die zu Grunde liegenden Erkrankungen, die Art und der Schweregrad der durchgeführten Operationen sowie die Häufigkeit und die Indikationen zur TTWP festgestellt werden. Der klinische Verlauf während und unmittelbar im Anschluß an die TTWP soll anhand einer größeren Fallzahl auf prognostische Faktoren untersucht werden, dies insbesondere im Hinblick auf die Inzidenz von Infektionen im Wundgebiet. Optionen zur Prophylaxe und Therapie von Wundinfekten sollen beurteilt werden.

2 Patienten, Material und Methoden

2.1 Patienten, Studientyp, Ein- und Ausschlußkriterien

Von einschließlich Januar 1995 bis einschließlich Juli 2003 unterzogen sich 1437 Patienten unter 18 Jahren in der Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Tübingen einer Operation eines angeborenen Herzfehlers mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine.

In die retrospektive Untersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, bei denen im Anschluß an die Herzoperation eine temporäre Thoraxwandplastik durchgeführt wurde.

2.2 Datenerhebung

Anhand der klinikumsintern archivierten Operationsberichte wurden alle Patienten, welche die Einschlusskriterien erfüllen, identifiziert. Die Angaben aus den Operationsberichten wurden ergänzt durch das Studium der im Zentralarchiv des Klinikum aufbewahrten stationären und ambulanten kinder-kardiologischen und herzchirurgischen Patientenakten. Hierbei wurden insbesondere kinder-kardiologische und herzchirurgische Verlegungs-, Entlassungs- und Untersuchungsberichte, sowie Befunde des Zentrallabors und des Instituts für Mikrobiologie ausgewertet.

Wurden bei einem Patienten mehrere, zeitlich nicht in unmittelbarem Zusammenhang stehende Operationen mit anschließender TTWP durchgeführt, so ging jede als gesonderter Fall in die Untersuchung ein. Die Begriffe „Fall“ und „Patient“ werden synonym gebraucht.

2.2.1 Datenschutz, ethische Belange

Um den Anforderungen des Datenschutzes zu genügen, wurde die Auswertung der erhobenen Daten durch die Zuteilung einer fortlaufenden Fallnummer und die Löschung des Namens und des Geburtsdatums des Patienten anonymisiert. Die zur Entschlüsselung notwendige Liste wurde in einer getrennten Datei auf einem getrennten Rechner gespeichert. Alle Akten und Daten wurden im Universitätsklinikum Tübingen ausgewertet.

Laut Mitteilung der Ethikkommission vom 21.07.2003 (Aktenzeichen 231/2003A) bedarf die anonymisierte Auswertung von Daten, die in der Vergangenheit im Rahmen der Behandlung von Patienten erhoben wurden und in den Krankenakten vorhanden sind, keiner Beratung durch die Ethikkommission und damit auch nicht eines Votums der Ethikkommission.

2.2.2 Patientendaten

Das **Lebensalter** der Patienten zum Zeitpunkt der Operation, an deren Anschluß die TTWP durchgeführt wurde, errechnete sich aus Geburts- und Operationsdatum. Sofern bekannt, wurde **Frühgeburtlichkeit**, definiert als Geburt bei einem Gestationsalter in oder vor der 36. Schwangerschaftswoche (SSW), registriert.

Neben **Geschlecht** wurden das **Körpergewicht** und die **Körpergröße** zum Zeitpunkt der Operation registriert. Anschließend wurden diese Werte den jeweiligen Gewichts- und Größenperzentilen der Wachstumskurven von Brandt et al. zugeordnet (13-15).

Die **Körperoberfläche** (KOF) errechnete sich nach der Formel:

$$\text{KOF [m}^2\text{]} = \sqrt{\frac{\text{Körpergröße [cm]} \times \text{Körpergewicht [kg]}}{3600}}$$

2.2.3 Diagnosen

Die **Bezeichnungen der angeborenen Herzfehler**, auf denen die Indikationen zu den nachfolgenden Operationen beruhten, wurden gemäß Kapitel 7.2 im Anhang kodiert, um die automatische Auszählung im Datenverarbeitungsprogramm zu erleichtern. Anhand der kinder-kardiologischen Diagnosen erfolgte im Einzelfall eine Zuordnung zu "zyanotischem" oder "azyanotischem" Vitium.

Desweiteren wurden auch alle **nicht-kardialen Diagnosen, Vorerkrankungen** und **Voroperationen am Herzen** registriert. Eingriffe ohne Eröffnung des Thorax, wie z.B. Katheterinterventionen, wurden nicht als Voroperation

gewertet. Das Vorliegen einer **Immundefizienz**, wie z.B. DiGeorge-Syndrom, wurde gesondert berücksichtigt.

2.2.4 Eingriffe und perioperative Daten

Die **Art der durchgeführten Operationen** wurde gemäß Kapitel 7.2 der Tabelle im Anhang stehenden Tabelle kodiert, um die automatische Auszählung im Datenverarbeitungsprogramm zu erleichtern. Bestand der Eingriff aus mehreren Teiloperationen, wurden mehrere Kürzel kodiert. Wie in Kapitel 7.2 dargelegt, wurde für jeden Eingriff anhand der Klassifikation nach Jenkins eine **Risikoeinschätzung** vorgenommen.

Sofern die Herz-Lungen-Maschine verwendet wurde, wurden die Zeiten für die **Extrakorporalzirkulation** („Perfusionszeit“), die **Myokardischämie** („Aortenklammzeit“), den **tief hypothermen Kreislaufstillstand** und die **Reperfusion** registriert.

Sofern die **Indikation zur TTWP** nicht explizit im Operationsbericht als hämodynamisch oder blutungsbedingt genannt wurde, erfolgte eine Zuordnung anhand der genannten hämodynamischen Parameter am Ende der Operation, der verabreichten kreislaufstützenden Medikamente oder Blutprodukte. Entsprechend den Kapiteln 1.3.3 und 2.3.1 erfolgte die Zuordnung zur primär oder sekundär durchgeführten TTWP.

2.2.5 Verlauf

2.2.5.1 chirurgisch

Die **Dauer der TTWP** wurde errechnet als Zeitintervall zwischen Beginn der initialen Operation und Vollendung des definitiven sekundären Thoraxverschlusses oder des Todeszeitpunktes, wenn der Patient mit der TTWP verstarb. Alle Zeiten wurden anhand der in den Operationsprotokollen oder epikritischen Berichten angegebenen Uhrzeiten berechnet. Dies ist insbesondere bei mehreren Eingriffen an einem Tag von Bedeutung.

Die Anzahl der während der Dauer der TTWP durchgeführten **Revisionen** wurde fortlaufend gezählt.

Die Liegezeiten von **Drainagen**, wie rechts- oder linksseitige Pleuradrainage, Mediastinaldrainage oder Peritonealdialysekatheter wurden mangels Angabe der Uhrzeit der Entfernung in Tagen berechnet.

2.2.5.2 infektiologisch

Antibiotische Behandlung. Alle Patienten erhielten eine antibiotische Therapie. Die in Kapitel 3.6.2.1.3 genannten Substanzen wurden als perioperative Routine-Prophylaxe intravenös verabreicht. Sofern schon präoperativ mit einer antibiotischen Therapie begonnen worden war, wurden die Substanzen, die Indikation und die Dauer der Behandlung untersucht. Die Dauer der Behandlung mit einem Antibiotikum vom An- bis zum Absetzen wurde als eine Anwendung definiert.

Antibiotika, die bis zu 7 Tage präoperativ schon gegeben worden waren, wurden als präoperative antibiotische Therapie gewertet. Antibiotika, die bis zu 24h vor oder ab der Operation verabreicht wurden, zählten zur perioperativen antibiotischen Therapie. Wurden Antibiotika ab- und im weiteren Verlauf wieder angesetzt, so wurden sie als zwei getrennte antibiotische Therapien betrachtet. Ergab sich die Indikation zur Verabreichung eines Antibiotikums auf der Grundlage eines mikrobiologischen Befundes mit Antibiogramm, wurde sie als „gezielt“ bezeichnet. Lag der Indikationsstellung kein mikrobiologischer Befund zugrunde, wurde die Antibiose als „prophylaktisch“ kategorisiert.

Abstriche zur mikrobiologischen Untersuchung. Wie in Kapitel 3.6.2.2 ausgeführt, wurden nach Eröffnen der TTWP und beim sekundären Thoraxverschluß aus dem retrosternalen Raum Abstriche zur mikrobiologischen Untersuchung gewonnen. Diese Untersuchungen wurden im Rahmen der regulären Versorgung des Instituts für Mikrobiologie des Universitätsklinikums Tübingen durchgeführt. Bei Wachstum von Mikroorganismen wurde das Ergebnis des zusätzlich angefertigten Antibiogramms berücksichtigt.

Sekundärer Anstieg des C-reaktiven Proteins (CRP) im Serum. Als Hinweis auf eine mögliche mediastinale Infektion wurde ein CRP-Anstieg definiert, der sich 5 Tage nach dem definitiven Thoraxverschluß und nach einem initialen Abfall zeigte.

Wundheilungsstörungen. Hierunter verstehen sich oberflächliche Wundheilungsstörungen, tiefe Wundinfektionen und Mediastinitiden sowie Sternuminstabilitäten. Die Verlaufs-, Operations- und Entlassungsberichte

wurden nach entsprechenden Angaben durchgesehen. Wundinfekte wurden in zwei Gruppen eingeteilt: 1. oberflächlich und 2. tiefe Wundinfekte/Mediastinitis.

Die Infekte wurden nach Maher et al. (57) definiert:

1. oberflächliche Wundinfektionen: Auftreten innerhalb der ersten 30 POT (postoperative Tage), Beteiligung von Haut- und Subkutangewebe im Bereich der Inzision mit folgenden klinischen Zeichen: Purulente Sekretion, Keimnachweis in einem aseptisch entnommenen Abstrich aus der oberflächlichen Wunde. Mindestens eines der folgenden Entzündungszeichen: Schmerzen oder Spannung, umschriebene Schwellung, Rötung oder Überwärmung, und erforderliche chirurgische Wundbehandlung.

2a. tiefe Wundinfektion: Auftreten innerhalb der ersten 30 POT sofern kein körperfremdes Gewebe implantiert wurde oder innerhalb eines Jahres, wenn Fremdmaterial (z.B. PTFE, Drahtcerclagen) verwendet wurde und die Infektion durch die Operation bedingt erscheint, und die tiefen Weichteilgewebe (z.B. Faszie und Muskel) beteiligt sind, und mindestens eines der folgenden Symptome vorliegt: Purulente Sekretion aus der Tiefe der Wunde aber nicht aus dem Mediastinum, spontane und tiefreichende Wunddehiszenz, Fieber ($>38^{\circ}\text{C}$), lokaler Schmerz oder Spannungsgefühl, Abszeß oder entsprechender Befund bei Reoperation.

2b. Mediastinitis: Auftreten innerhalb der ersten 30 POT sofern kein körperfremdes Gewebe implantiert wurde oder innerhalb eines Jahres, wenn Fremdmaterial (z.B. PTFE, Drahtcerclagen) verwendet wurde und die Infektion durch die Operation bedingt erscheint, und das Mediastinum beteiligt ist, und mindestens eines der folgenden Symptome vorliegt: Purulente Sekretion aus einer liegenden Mediastinaldrainage, Keimnachweis in einem aseptisch entnommenem Mediastinalabstrich, Mediastinalabszeß oder entsprechender Befund bei Reoperation.

2.2.5.3 intensivmedizinisch

Die **Dauer** der intensivmedizinischen Behandlung umfaßte die Zeitspanne von der Verlegung vom Operationssaal auf die kinder-kardiologische Intensivstation bis zur Weiterverlegung auf die Normalstation oder in ein anderes

Krankenhaus. Erfolgte eine Rückverlegung auf die Intensivstation aus kardialen Gründen, wurden die weiteren Zeitintervalle zum ersten addiert.

Die Dauer der **mechanischen Ventilation** wurde vom Zeitpunkt der Operation bis zur definitiven Extubation gerechnet. Eventuell vorausgegangene Extubationsversuche oder postoperative Zwerchfellparesen wurden gesondert registriert.

Die im Rahmen der postoperativen intensivmedizinischen Behandlung verabreichte **kreislaufunterstützende Medikation** wurde nach Art und Dauer ausgewertet. Waren **mechanische Reanimationen** mit Herzdruckmassage durchgeführt worden, wurden die Zeitpunkte und die Anzahl der Ereignisse festgehalten.

2.3 Temporäre Thoraxwandplastik

2.3.1 Indikation

Die Indikation zur TTWP wurde gestellt, wenn beim Versuch des Thoraxverschlusses (primär) oder kurz danach (sekundär) eine Verschlechterung der Hämodynamik oder der Zyanose (nur bei Palliationsoperationen) eintrat. Ein Anstieg des mittleren rechtsatrialen Druckes um mehr als 2 mmHg mit einem begleitenden Abfall des systolischen arteriellen Blutdruckes um mehr als 10% (verglichen mit der Situation bei offenem Thorax) galt als grober Anhaltspunkt. Weitere Indikationen waren eine kardiomediastinale Dysproportion und eine diffuse „nichtchirurgische“ Blutungsneigung (90).

Alle Fälle, in denen die Verlegung zur frühpostoperativen Behandlung auf die kinder-kardiologische Intensivstation mit TTWP erfolgte, wurden als **primäre TTWP** gewertet. Die Fälle, in denen die TTWP auf der kinder-kardiologischen Intensivstation oder nach Rückverlegung in den Operationssaal angelegt wurde, zählten als **sekundäre TTWP**.

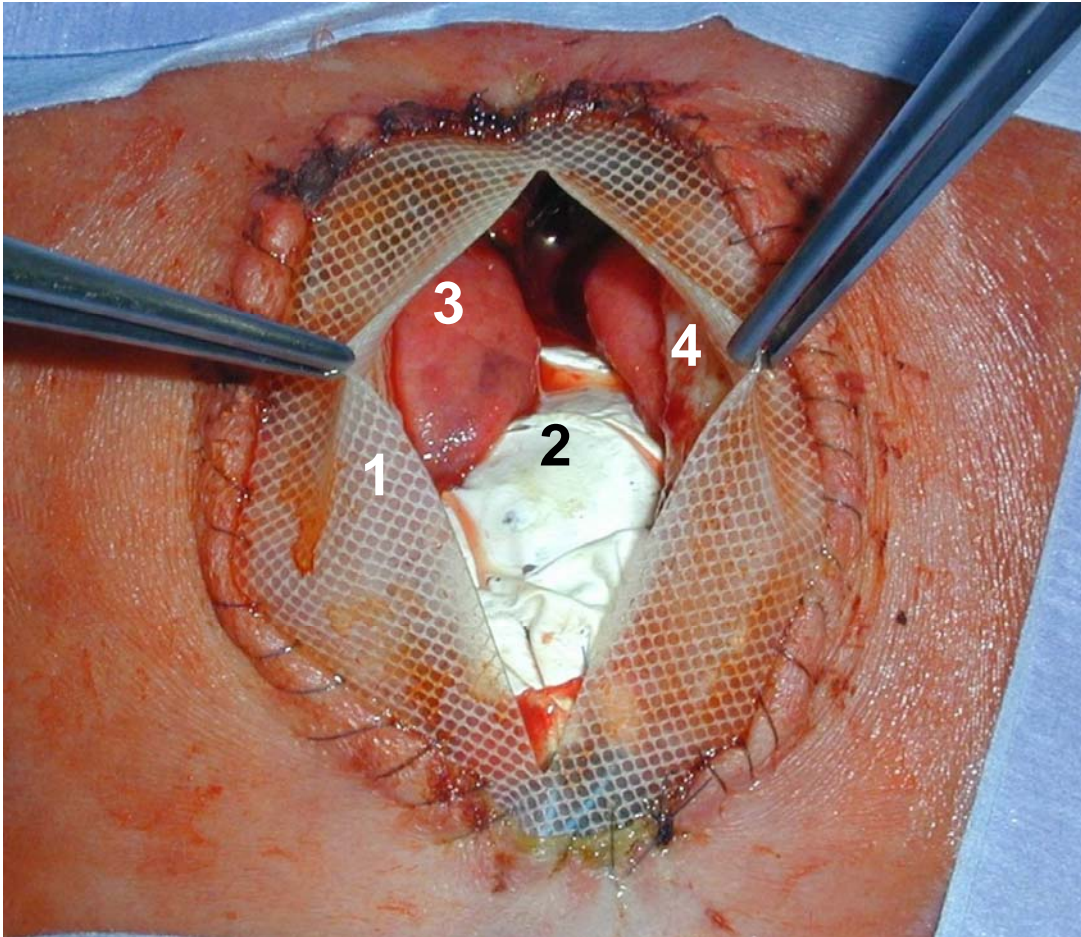
2.3.2 Technik

Bei gegebener Indikation wurde am Ende der Herzoperation der anteriore Aspekt des Perikards durch eine PTFE-Membran (Preclude®, W. L. Gore & Associates GmbH, Putzbrunn) ersetzt oder komplettiert. Die Sternumhälften wurden nicht adaptiert. Wenn es aus hämodynamischen

Gründen erforderlich war, wurde aus einer Plastikspritze ein Abstandhalter konstruiert, der in den Sternumspalt gespannt wurde. Nach ventral wurde das Mediastinum durch die Einnahm eines dacronnetzverstärkten Silikonflickens (Silastos[®]-Sheeting, Athos Medical, Hörby, Schweden) in den Weichteilrand der Wunde abgedeckt. Die Nahtreihe wurde mit Jodpaste (Betaisadona[®], Mundipharma GmbH, Limburg an der Lahn) abgedichtet und die TTWP mit einem sterilen, robusten Verband („Pflasterziegel“) abgedeckt. Bei Anlage der TTWP auf der Intensivstation wurde unter sterilen Kautelen entsprechend verfahren.

In beide Pleuraräume, die zuvor in der Regel eröffnet worden waren, wurden über gesonderte Inzisionen von lateral großlumige Silikondrainageschläuche eingebracht. Bei Blutungsneigung wurde über eine weitere gesonderte Inzision unter dem rechten Rippenbogen eine Mediastinaldrainage eingelegt. Alle Drainagen wurden an Sog (-10 cm Wassersäule) angeschlossen.

Trat bereits intraoperativ eine An- oder Oligurie auf, wurde vom Mediastinum aus transdiaphragmal ein Peritonealdialysekatheter plziert, der über einen subkutanen Tunnel und eine weitere Inzision im Epigastrium ausgeleitet wurde. Bis zum sekundären Thoraxverschluß wurden die Patienten tief analgosediert und relaxiert. Der sterile Verband wurde täglich kontrolliert und alle 2-3 Tage unter sterilen Bedingungen gewechselt. Bestanden Anzeichen einer kardialen Kompression durch mediastinale Hämatome oder Ergüsse, war dies die Indikation zur Revision der TTWP, die auf der Intensivstation unter sterilen Kautelen durchgeführt wurde. Die Entnahme eines Abstrichs zur mikrobiologischen Untersuchung aus dem Mediastinum war bei jeder Eröffnung der TTWP vorgesehen.

Abbildung 1: TTWP bei Revision

Situs bei Revision: steriler Verband und Jodpaste sind entfernt, TTWP mit eröffneter Silastos[®]-Membran (1), Perikardersatz mit PTFE-Membran (2), Lunge (3), linke Sternumhälfte (4).

2.4 Sekundärer Thoraxverschluß

2.4.1 Indikation

Bei biventrikulär korrigierten Herzfehlern wurde die Indikation zum sekundären Thoraxverschluß gestellt, wenn bei stabiler Hämodynamik der Bedarf an kreislaufwirksamen Medikamenten mindestens gleichbleibend oder rückläufig war. Als ein Zeichen stabiler hämodynamischer Verhältnisse wurde ein systemarterieller Mitteldruck angesehen, bei dem keine Hinweise auf eine systemische Minderperfusion vorlagen, und der mit Vorhofdrücken von höchstens 10 mmHg erreicht wurde.

Bei univentrikulär korrigierten Herzfehlern konnte sich hingegen aus den Zeichen der systemischen Minderperfusion die Indikation zum sekundären Thoraxverschluß ergeben, wenn zugleich in der Röntgenaufnahme des Thorax und in der arteriellen Blutgasanalyse Zeichen der pulmonalen Hyperperfusion vorlagen (unangemessen hoher Sauerstoffpartialdruck und unangemessen niedriger Kohlendioxidpartialdruck).

Als Zeichen einer systemischen Minderperfusion wurden eine An- oder Oligurie, ein erhöhter Laktatwert im arteriellen Blut, eine niedrige gemischt-venöse Sauerstoffsättigung und eine plasmatische Gerinnungsstörung interpretiert.

2.4.2 Technik

Der sekundäre Thoraxverschluß erfolgte in allen Fällen auf der kinderkardiologischen Intensivstation. Das Intensivbettchen wurden abgeschirmt und der Thorax steril abgedeckt. Unmittelbar nach Entfernung der Silastomembran wurde aus dem Mediastinum ein Abstrich zur mikrobiologischen Untersuchung entnommen. Gegebenfalls wurden nekrotische Gewebeteile entfernt und Fibrinbeläge aus dem Mediastinum abgesaugt. Der gesamte Situs wurde mit Nebacetinlösung (Nebacetin®Lösung, Yamanouchi Pharma GmbH, Heidelberg) gespült. Nicht mehr notwendige Drainagen wurden entfernt und gegebenenfalls erneut notwendige gelegt. Die das Perikard ersetzende PTFE-Membran wurde neu fixiert. Nach Anfrischen der Sternumränder wurde bei Bluttrockenheit das Sternum mit Drahtcerclagen readaptiert, sofern die hämodynamischen Parameter stabil blieben. Vor dem schichtweisen Wundverschluß erfolgte gegebenenfalls eine sparsame Exzision

der Hautränder. Der Hautränder wurden mit Einzelknopf-Rückstichnähten adaptiert.

2.5 Risikostratifizierung nach Jenkins

Um vergleichende Aussagen über den Erfolg von Operationen kongenitaler Herzfehler treffen zu können, wurden von Jenkins et al. die in Kapitel 7.2 des Anhangs dargestellten Risikokategorien von 1 bis 6 eingeführt (42). Die Risikoklasse 1 umfaßt Eingriffe mit dem niedrigsten und Risikoklasse 6 Eingriffe mit dem höchsten Risiko. Das Operationsrisiko der in diese Studie eingeschlossenen Patienten wurde anhand dieser Liste beurteilt. Bei Eingriffen, die aus mehreren klassifizierbaren Teilschritten bestanden, bestimmte der Teil der Operation mit dem höchsten Risiko die Zuordnung zur Risikoklasse. In diesen Fällen wurde gesondert vermerkt, wie viele und welche nach Jenkins klassifizierbare Eingriffe durchgeführt wurden. Die von Jenkins zusätzlich angeführten klinischen Faktoren wurden entsprechend Kapitel 2.2.2 berücksichtigt.

2.6 Nachbeobachtung, Morbidität und Mortalität

Die **Dauer des Krankenhausaufenthaltes** wurde vom Tag der Operation bis zur Entlassung nach Hause oder in ein heimatnahes Krankenhaus gerechnet. Das **Nachbeobachtungsintervall** umfaßt den Zeitraum vom Tag der Operation bis zum Datum der letzten Nachuntersuchung in der kinderkardiologischen Ambulanz oder in einer anderen Institution, sofern hierüber ein Bericht in einer der Tübinger Akten vorlag. Fehlten Berichte über den Verlauf nach der Entlassung aus Tübingen, endete das Nachbeobachtungsintervall mit der Entlassung. Im Todesfalle wurde entsprechend verfahren.

Später durchgeführte **Reinterventionen oder Reoperationen** wurden mit Datum und Art des Eingriffs notiert.

Bei verstorbenen Patienten wurde der **Überlebenszeitraum** berechnet und in Frühmortalität (Überleben ≤ 30 Tage) und Spätmortalität (Überleben > 30 Tage) eingeteilt. Die Todesursachen wurden in kardial, Sepsis und Multiorganversagen kategorisiert. Multiorganversagen wurde definiert als

gleichzeitiges oder rasch aufeinanderfolgendes Versagen von 2 oder mehr vitalen Organfunktionen.

Angaben über **Wachstumsstörungen** oder **neurologische Entwicklungsstörungen** wurden den Nachuntersuchungsberichten entnommen und als Positiv-/Negativaussage aufgenommen. Als Wachstumsstörung galt ein Zurückbleiben des Längen- oder Gewichtswachstums unter der 25. Perzentile. Unter neurologischen Entwicklungsstörungen wurden neurologisch bedingte Krämpfe, Epilepsie, geistige Retardierung/Behinderung und weitere neurologische Defizite zusammengefaßt.

2.7 Statistik

Alle Daten werden als Median mit Interquartilbereich (IQB) und/oder Minimum und Maximum angegeben. Häufigkeiten innerhalb der Gesamtgruppe oder Untergruppen werden als normalverteilt angesehen, in Prozent mit 95%-Konfidenzintervall wiedergegeben und aus den Documenta Geigy Wissenschaftlichen Tabellen (21) oder nach Sachs (76) berechnet. Wilcoxon's Rangsummentest und der χ^2 -Test werden angewandt, um Unterschiede zwischen Untergruppen oder zwischen eigenen und fremden Ergebnissen zu vergleichen. Der jeweils angewandte Test wird an entsprechender Stelle angegeben. Ein p-Wert kleiner 0,05 wird als statistisch signifikant und wegen den Limitationen des retrospektiven Studiendesignes als deskriptiv angesehen.

3 Ergebnisse

3.1 Patienten

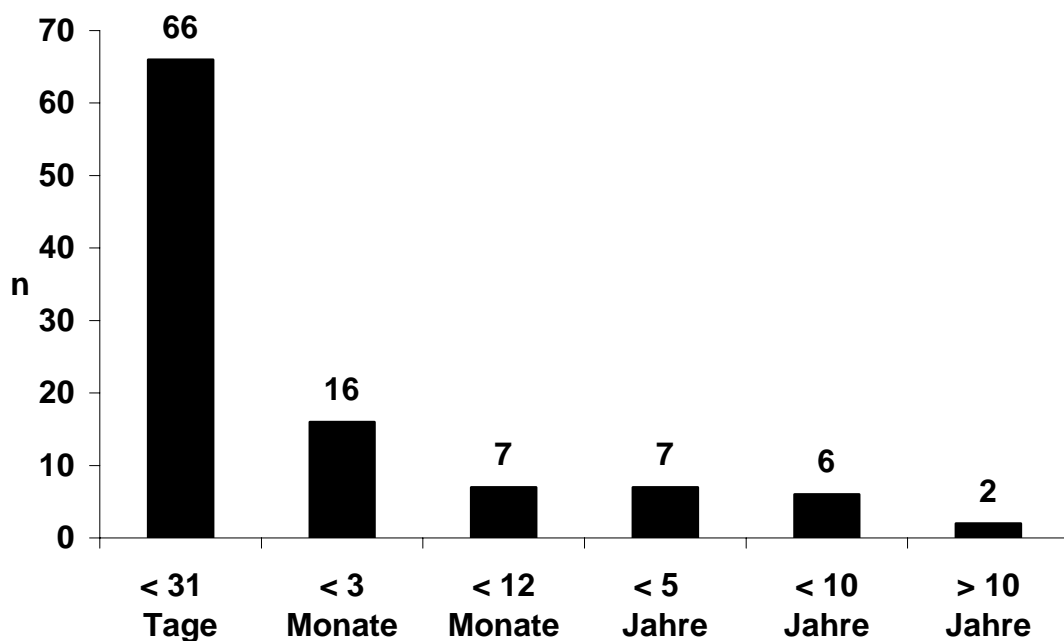
Im Untersuchungszeitraum wurde nach 104 (7,2%) der 1437 wegen angeborener Herzfehler indizierten Operationen an Patienten <18 Jahre eine temporäre Thoraxwandplastik durchgeführt.

3.2 Demographische Daten

3.2.1 Lebensalter

Zum Zeitpunkt der Operation lag das Alter der Patienten zwischen 1 Tag und 16,4 Jahren. Das mediane Alter lag bei 14 Tagen (IQB: 7 - 77 Tage). Die Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation war wie in Abbildung 2 dargestellt:

Abbildung 2: Altersverteilung der Patienten



3.2.2 Geschlechtsverteilung

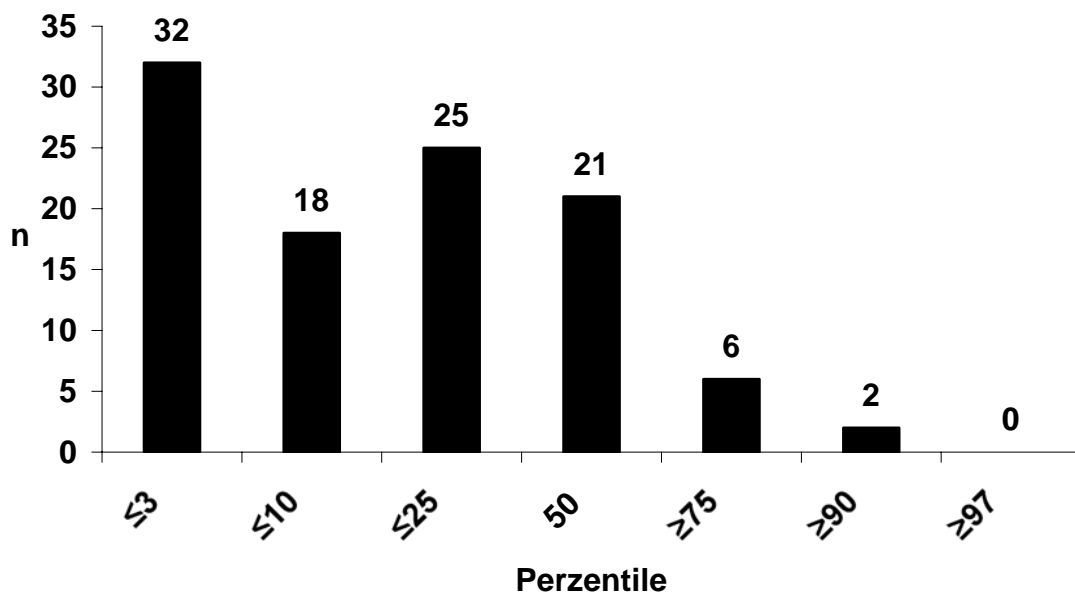
Mit 60 (57,7%) waren die männlichen Patienten gegenüber den 44 (52,3%) weiblichen etwas in der Überzahl.

3.2.3 Körpergewicht

Das Körpergewicht schwankte altersentsprechend zwischen 1380 g und 33 kg. Der Median lag bei 3369g (IQB: 2923 - 4273g).

Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Größenperzentile. Dabei hatten 75 Patienten (73%) ein Körpergewicht auf oder unterhalb der 25. Perzentile.

Abbildung 3: Körpergewicht, Perzentile

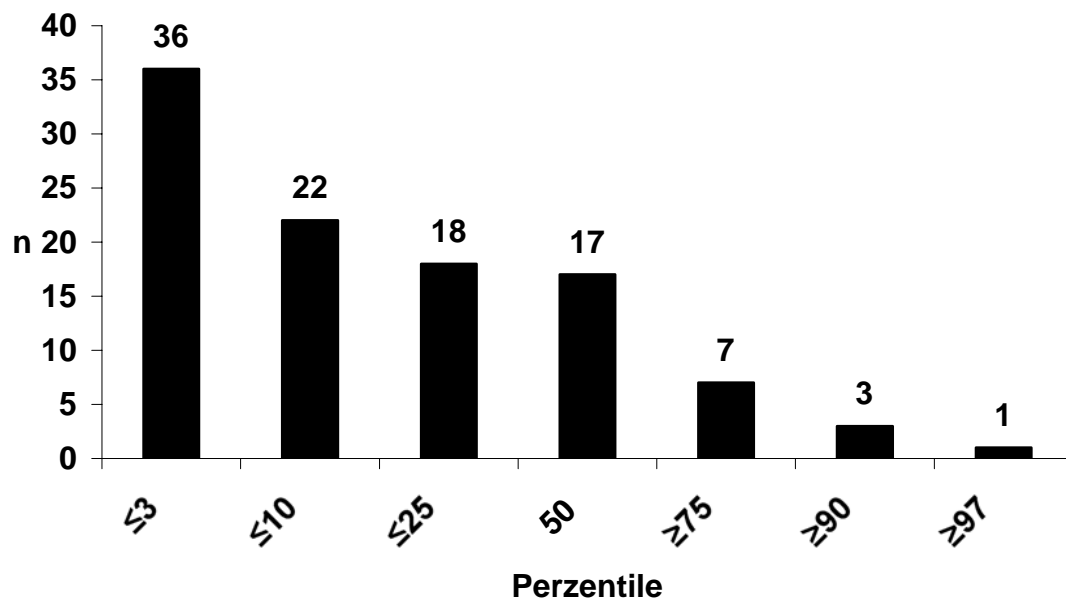


3.2.4 Körpergröße

Die Körpergröße schwankte altersentsprechend zwischen 36cm und 151cm. Der Median lag bei 51cm (IQB: 49 - 57cm).

Abbildung 4 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Größenperzentile. Dabei lag die Größe von 76 Patienten (73%) auf oder unterhalb der 25. Größenperzentile.

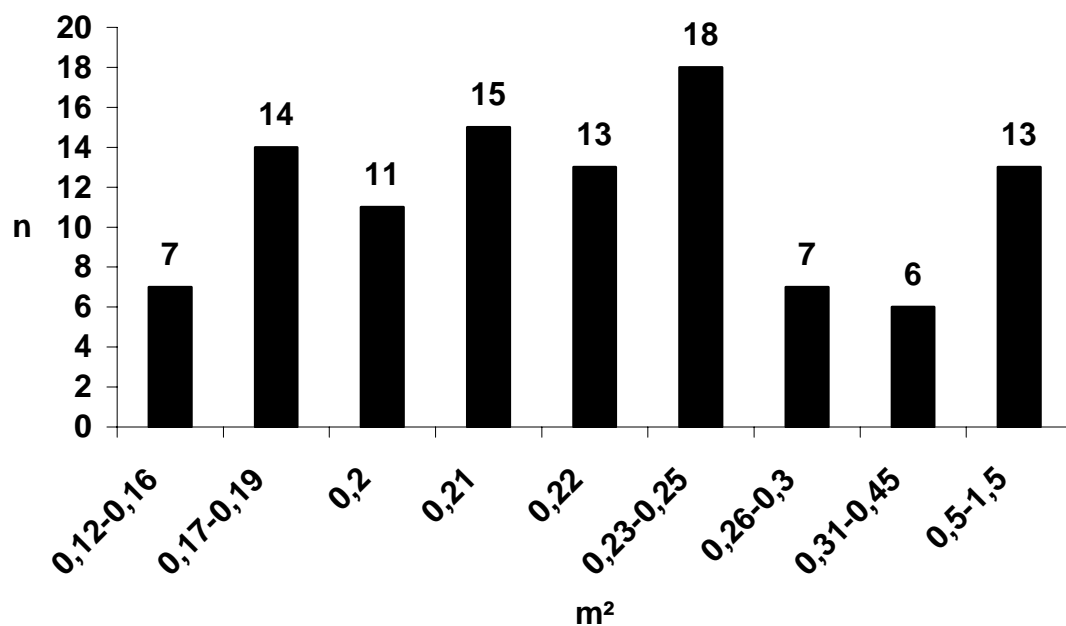
Abbildung 4: Körpergröße, Perzentile



3.2.5 Körperoberfläche

Die Körperoberfläche lag bei minimal $0,12\text{m}^2$, maximal bei $1,5\text{m}^2$, der Median bei $0,22\text{m}^2$ (IQB: $0,2 - 0,25\text{m}^2$).

Abbildung 5: Körperoberfläche, Verteilung



3.2.6 Frühgeburtlichkeit

Bei 34 Patienten lag eine Angabe zum Gestationsalter vor. Acht Patienten (23,5%) waren Frühgeborene.

3.3 Diagnosen

Tabelle 1 stellt die Diagnosen dar, die Indikation zur Herzoperation waren. Im Anhang (Kapital 7.3) werden diese Angaben detailliert dargestellt.

Tabelle 1: Operationsbestimmende Diagnose

Diagnose	n
Hypoplastisches Linksherzsyndrom	19
Falot'sche Tetralogie/Double Outlet Right Ventricle mit zusätzlichen Fehlbildungen	16
Transposition der Großen Arterien mit zusätzlichen Fehlbildungen	15
Anomalien der Aortenklappe, der Aorta ascendens und/oder des Aortenbogens	12
Singulärer Ventrikel	9
Truncus Arteriosus Communis	7
Pulmonalatresie mit zusätzlichen Fehlbildungen	6
kongenital korrigierte Transposition der Großen Arterien mit zusätzlichen Fehlbildungen	3
Totale Lungenvenenfehlöffnung	3
Atrioventrikulärer Septumdefekt	2
Konduktstenose	2
Pulmonary Artery Sling mit zusätzlichen Fehlbildungen	2
Subaortenstenose	2
andere	6

3.3.1 Voroperationen

Bei 23 Patienten (22%) lagen die in Tabelle 2 genannten Voroperationen am Herzen vor. Bei 12 Patienten lag eine, bei 6 Patienten zwei, bei 3 Patienten drei, bei 1 Patient vier und bei 1 Patienten sechs Voroperationen vor. Jede Voroperation wurde hierbei einfach gezählt, auch wenn mehrere Korrekturen in einer Sitzung durchgeführt wurden. Sekundäre Thoraxverschlüsse bzw. Revisionen wurden nicht gewertet.

Tabelle 2: Voroperationen

Voroperation	n
Zentraler Aorto-Pulmonaler-Prothesenshunt/Revision	12
Modifizierter Blalock-Taussig-Shunt	7
Resektion eine Subaortenstenose	4
Operation nach Glenn	3
Pulmonalarterienrekonstruktion	3
Operation nach Rastelli	2
Operation nach Norwood	2
Ao.asc.-Plasik bei supra-avalvulärer Aortenstenose	1
Aortenwurzelersatz mit pulmonalem Xenograft	1
Klappentragender Homograft in pulmonaler Position	1
Korrektur bei unterbrochenem Aortenbogen	1
Korrektur einer obstruierenden TLVFM	1
Operation nach Norwood-Rastelli	1
Pulmonalarterielle Bändelung	1
Reimplantation von Koronarien	1
Tumorsektion	1

3.3.2 nicht-kardiale Diagnosen, Immundefizienz, Vorerkrankungen

Bei 35 Patienten (33,5%) war zum Zeitpunkt der Operation mindestens eine zusätzliche der in Tabelle 3 genannten Erkrankung oder ein Fehlbildungssyndrom vor. Bei 6 Patienten lagen mehrere der in Tabelle 3 aufgeführten zusätzlichen Anomalien vor.

Tabelle 3: Organ-Anomalien und angeborene Fehlbildungssyndrome

Art	n
Mikrodeletion 22q11/DiGeorge-Syndrom/Thymusaplasie	11
Mikrozephalie/Krampfanfälle	7
Situs inversus/Heterotaxie/Asplenie/Polysplenie	8
Anorektale Mißbildung oder VATER-Syndrom	3
Trisomie 21	2
Gaumenspalte	2
Hypospadie	2
Nicht spezifizierte Dysmorphiesyndrome	2
Charge-Assoziation	1

3.4 Eingriffe und perioperative Daten

In 39 Fällen wurde mit palliativer Zielsetzung operiert und in 65 Fällen wurde eine korrigierende Operation durchgeführt.

3.4.1 Art der durchgeführten Operationen und Risikostratifizierung nach Jenkins

Die mediane Risikokategorie betrug 4,0 Tage (IQB: 3,0 - 4,0; min. 2; max. 6). Tabelle 4 zeigt die Art und Häufigkeitsverteilung der nach Jenkins risikobestimmenden Operationen, unterteilt in Palliations- und Korrekturoperationen. Je nach zugrundeliegendem Herzfehler konnte ein Eingriff im einen Fall korrigierend und im anderen als Palliation durchgeführt werden.

Ein Patient mit Scimitar-Syndrom sollte einer Korrekturoperation zugeführt werden und wurde nach einer Aortenstichverletzung mit nachfolgender Perikardtamponade während der Anästhesieeinleitung über eine Stunde bei eröffnetem Thorax mechanisch reanimiert. Bei instabiler Hämodynamik wurde anschließend die Indikation zur TTWP gestellt. Die offene mechanische Reanimation existiert nicht in der Jenkins-Klassifikation als Eingriff. Er ist hier als Korrektur klassifiziert.

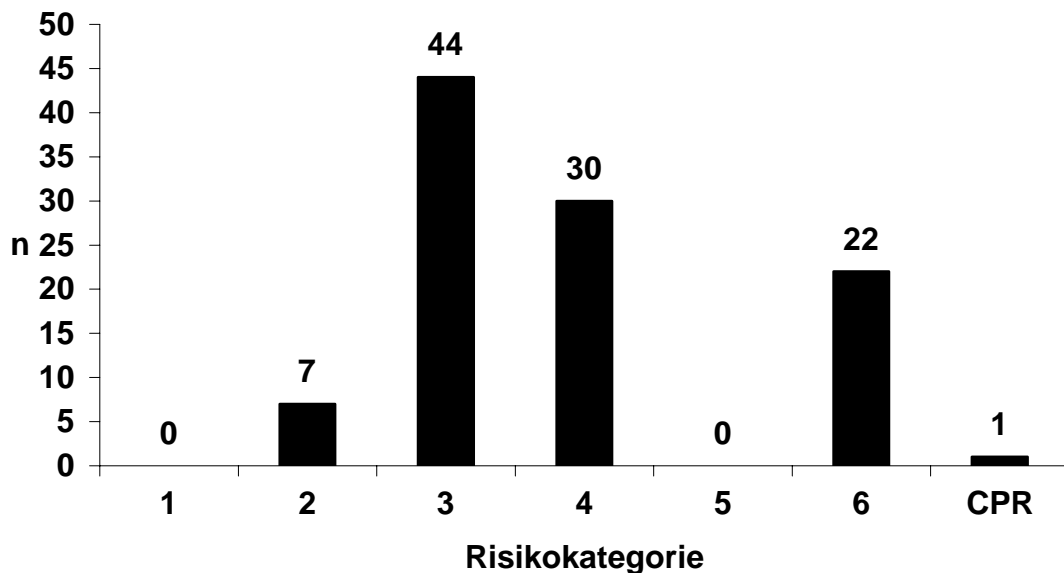
Tabelle 4: Art der Eingriffe und Risikoklassen nach Jenkins

Korrekturoperationen					
Art	RK	n	Art	RK	n
ASO	3	11	AVSD-K	3	2
TAC-K	4	7	CoA-VSD-K	3	2
TOF-K	2	5	DS	4	2
ASO-VSD-V	2	4	AKE	3	1
AoBoH/IAA-K	4	3	AKR \leq 30d	4	1
DORV-K	3	3	ASD-VSD-V	2	1
Norwood-Rastelli	6	3	Konno	4	1
Rastelli	4	3	LVOT-E	3	1
Ross	3	3	MKE	3	1
RV-PA-C	3	3	PA-R	3	1
TAPVR-K \leq 30 d	4	3	Offene CPR	-	1
TOF-PA-K	3	3			
Palliationsoperationen					
Art	RK	n	Art	RK	n
Norwood	6	19	Glenn	2	1
ZAPS	3	5	RV-PA-C	3	1
ASE	4	3	Senning	4	1
Fontan	3	3	TU-R	3	1
PA-R	3	3	Unifokalisierung	4	1
AoBoH/IAA-K bei SV	4	1			

Abkürzungen s. Anhang Kapitel 7.1 bzw. 7.2, **RK** – Risikoklasse

Die Risikoeinteilung nach Jenkins ergab folgende Verteilung:

Abbildung 6: Risikoklassifikation nach Jenkins^a



^a Einteilung siehe Kapitel 7.2

CPR (kardiopulmonale Reanimation), siehe Kapitel 3.4.1

Multiple nach Jenkins klassifizierte Eingriffe in einer Sitzung. In 36 von 104 Fällen (35%) wurden multiple nach Jenkins klassifizierbare Eingriffe in einer Operation durchgeführt.

Tabelle 5: Multiple nach Jenkins klassifizierte Eingriffe in einer Sitzung

Eingriffe pro Operation		1	2	3	5
Patienten	<i>n</i>	68	24	11	1

3.4.2 Extrakorporalzirkulation („Perfusionszeit“)

Die HLM wurde bei 101 von 104 Patienten eingesetzt. Die Eingriffe ohne HLM umfaßten zwei ZAPS und die in Kap. 3.4.1 genannte kardiopulmonale Reanimation. Im Median betrug die kardiopulmonale Bypassdauer 148 min

(IQB: 128 - 196; min. 73; max. 479). In 8 Fällen gelang der Abgang von der Extrakorporalzirkulation erst beim wiederholten Versuch. In diesen Fällen wurden die Zeiten addiert.

3.4.3 Myokardischämie („Aortenklemmzeit“)

Die Aortenklemmzeit lag im Median bei 55 min (IQB: 38 - 71).

3.4.4 Tief hypothermer Kreislaufstillstand

84 Operationen wurden im tiefhypothermen Kreislaufstillstand durchgeführt. Die mediane Kreislaufstillstandszeit betrug 39 min (IQB: 22 - 52). Bei 3 Operationen mit HLM wurden zwei Stillstandsphasen benötigt. Die Zeiten wurden addiert. Hierbei handelte es sich um eine Arterielle Switch-, eine Norwood- und eine Fontanoperation. In 3 Fällen war die Kreislaufstillstandszeit nicht dokumentiert.

3.4.5 Reperfusion

Die aus 81 Angaben errechnete mediane Reperfusionsdauer lag bei 66 min (IQB: 46 - 88; min. 26; max. 260).

3.5 Temporäre Thoraxwandplastik

In 97 Fällen wurde die TTWP primär, in 7 Fällen sekundär durchgeführt.

3.5.1 Indikationen

Die Indikation zur TTWP wurde in 82 Fällen aus hämodynamischen Gründen und in 22 Fällen wegen diffuser Blutungen gestellt.

Primäre TTWP. Die Indikation zur primären TTWP wurde in 77 Fällen aus hämodynamischen Gründen und in 20 Fällen wegen Blutungen gestellt.

Sekundäre TTWP. Die Indikation zur sekundären TTWP wurde in 5 Fällen aus hämodynamischen Gründen und in 2 Fällen wegen diffuser Blutung gestellt.

3.6 Verlauf

3.6.1 chirurgisch

3.6.1.1 Dauer der TTWP

14 Patienten (13,5%) verstarben vor dem sekundären Thoraxverschluß. In den anderen 90 Fällen konnte der Thorax im Median nach 2,4 Tagen (IQB: 1,3 - 4,1; min. 0,3; max. 20) sekundär verschlossen werden.

Primäre TTWP. Die mediane Dauer der primären TTWP betrug bei den 84 Patienten, die den sekundären Thoraxverschuß erlebten, 2,5 Tage (IQB: 1,3 - 4,1; min. 0,5; max. 20). 13 Patienten verstarben mit primärer TTWP im Median nach 1,5 Tagen (IQB: 1,0 - 1,8; min. 0,3; max. 4,2).

Sekundäre TTWP. Das mediane Intervall bis zur sekundären Thoraxeröffnung und TTWP betrug 0,7 Tage (IQB: 0,6 - 0,9; min. 0,3; max. 1,3). Die mediane Dauer der sekundären TTWP betrug bei den 6 Patienten, die den sekundären Thoraxverschuß erlebten, 3,8 Tage (IQB: 3,2 - 5,4; min. 1,3; max. 19,2). Die Dauer der TTWP war bei sekundärer Indikation tendentiell länger als bei primärer ($p < 0,059$; Wilcoxon's Rangsummentest).

Indikation. Die Dauer der TTWP wegen Blutung betrug im Median 3,4 Tage (IQB: 1,8 - 4,7; min. 0,5; max. 19,2) und aus hämodynamischen Gründen 2,4 Tage (IQB: 1,3 - 4,1; min. 0,5; max. 20,0). Die Dauer der TTWP unterschied sich nicht signifikant hinsichtlich der Indikation ($p > 0,125$; Wilcoxon's Rangsummentest).

3.6.1.2 Revisionen

In 32 der 90 Fälle (35,5%), die den sekundären Thoraxverschuß erlebten, wurde wenigstens eine Revision bzw. ein Verbandswechsel durchgeführt. Das Maximum lag bei 7 Revisionen, die Verteilung ist in Tabelle 6 aufgeführt:

Tabelle 6: Revisionen

Revisionen	<i>n</i>	1	2	4	7
Patienten	<i>n</i>	32	9	1	1
Postop. Tag	Median (IQB)	1,1 (0,6 - 1,9)	0,8 (0,2 - 4,1)	1,1,1,2	3,7,9,10, 13,15,17

In der Subgruppe der 14 Patienten, die während TTWP verstorben sind, hatten 8 mindestens eine Revision. Dies war signifikant häufiger als bei den Überlebenden ($p < 0,023$; χ^2 -Test).

3.6.1.3 Drainagen

In 64 Fällen (61,5%) lagen Angaben über die Liegedauer und die Lokalisation von Drainagen vor. In 64 der Fällen wurden Pleuradrainagen links und in 63 rechts angelegt. Die mediane Verweildauer der Pleuradrainagen betrug sowohl links als auch rechts 4,5 Tage (IQB links: 2,6 - 7,5; IQB rechts: 2,6 - 6,6).

Eine Mediastinaldrainage wurde in 13 der 104 Fälle (12,5%) angelegt. Die mediane Verweildauer betrug 2,5 Tage (IQB: 1,4 - 4,5).

Ein Peritonealdialysekatheter lag in 16 der 104 Fälle (15,4%). Die mediane Verweildauer betrug 2,5 Tage (IQB: 1,6 - 3,8).

3.6.2 infektiologisch

3.6.2.1 antibiotische Behandlung

Bei 60 von 104 Patienten (57,7%) liegen nähere Angaben über die antibiotische Behandlung vor. In 248 Anwendungen wurden 23 verschiedene Antibiotika eingesetzt. Tabelle 7 zeigt die Anwendungshäufigkeit der Generika.

Tabelle 7: antibiotische Behandlung

Generikum	Anwendungen	
	n	%
Gentamicin	63	25,4
Cefazolin	59	23,8
Amikacin	17	6,9
Flucloxacillin	17	6,9
Amoxicillin+Clavulansäure	15	6,0
Ampicillin	14	5,6
Piperacillin	11	4,4
Cefotaxim	10	4,0
Vancomycin	10	4,0
Metronidazol	7	2,8
Tobramycin	6	2,4
Meropenem	5	2,0
Ceftazidin	2	0,8
Ceftriaxon	2	0,8
Erythromycin	2	0,8
Azlocillin	1	0,4
Clindamycin	1	0,4
Fluconazol	1	0,4
Imipenem	1	0,4
Mezlocillin	1	0,4
Tazobactam+Piperacillin	1	0,4
Teicoplanin	1	0,4
Trimethoprim	1	0,4
<i>gesamt</i>	248	100

3.6.2.1.1 präoperative antibiotische Behandlung

Bei 48 lagen Angaben über präoperative Antibiosen vor. In 17 Fällen wurde eine präoperative Antibiose ohne Angabe der Indikation bzw. als Prophylaxe gegeben. Tabelle 8 zeigt die Verteilung der eingesetzten Antibiotika.

Bei 31 Patienten war die Indikation für die präoperative Antibiose angegeben. In 17 der 31 Fälle (54,8%) lagen Erregernachweise vor (Tabelle 8).

Tabelle 8: Präoperative prophylaktische Antibiose

Art der Infektion	Keime	Patienten <i>n</i>	Spektrum der eingesetzten Antibiotika Kombinationen		
V.a./gesicherte konnatale Infektion	Klebsiella pneumoniae, koagulaseneg. Staph., Adenovirus, Rotavirus,	13	Cefotaxim, Gentamicin, Vancomycin, Ampicillin, Tobramycin, Cefazolin, Metronidazol, Flucloxacillin	4fach: 2 3fach: 4 2fach: 7	Pat., Pat., Pat.
Nabel	koagulaseneg. Staph., E. Coli, Staph. aureus, Staph. epidermidis., Enter. faecalis	5	Gentamicin, Ampicillin, Cefazolin	2fach: 3 1fach: 2	Pat., Pat.
Ohr	gram(+) Kokken, E.coli, koagulaseneg. Staph., Staph. aureus	4	Ampicillin, Gentamicin, Cefazolin	2fach: 1 1fach: 3	Pat., Pat.

Atemwege	Enterobacter cloacae, Citobacter koseri, B- Streptokokken, Clamylia trachomatis, Pseudomonas aeruginosa, Xanthomonas maltophilia	3	Gentamicin, Ampicillin, Erythromycin, Ceftazidim, Tobramycin, Cefazolin	3fach: 1 2fach: 1 1fach: 1	1 Pat., 1 Pat., 1 Pat.
Urogenital	gram(+) Kokken, Enterococcus faecalis, Staph. epiderm.	3	Cefazolin, Gentamicin, Ampicillin, Cefotaxim, Vancomycin	3fach: 2 2fach: 1	2 Pat., 1 Pat.
Gastro- Intestinaltrakt	Enterbacter cloacae, Rotavirus	2	Piperacillin, Ampicillin, Cefotaxim, Gentamicin, Cefotaxim	3fach: 2	2 Pat.
periinterventionell		2	Gentamicin, Ampicillin, Cefazolin	2fach: 1 1fach: 1	1 Pat., 1 Pat.
Augen	Streptococcus pneumoniae	1	Cefazolin, Gentamicin	2fach: 1	1 Pat.
Keimnachweis o.n.A.	Acinetobacter baumanii	1	Ampicillin, Tobramycin, Cefotaxim	3fach: 1	1 Pat.
o.n.A.		17	Ampicillin, Cefazolin, Gentamicin	2fach: 4 1fach: 13	4 Pat., 13 Pat.

3.6.2.1.2 Antibiotische Behandlung während TTWP

In der Gruppe der 60 Patienten, bei denen Angaben über die antibiotische Behandlung während der TTWP vorlagen, hatten die 12 eingesetzten Antibiotika die in Abbildung 7 und Tabelle 9 gezeigten Anteile.

Tabelle 9: Antibiotika-Anwendungen nach Substanzen und postoperativem Tag

	Postop. Tag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Wirkstoff	Patienten, <i>n</i>	60	58	36	27	2	7	5	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Meropenem											1	1	1	1	1	1	1	1
Vancomycin			1	2							1	1	1	1	1	1	1	1
Amikacin		1	2	1							1	1	1	1	1	1		
Amoxicillin+Clavulansäure		1	2	1							1	1	1	1	1	1		
Mezlocillin		1	1	1	1	1												
Tobramycin		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Piperacillin		2	2	2	2	1												
Cefotaxim		3	3	3	3	3	2	2	2	1	1							
Flucloxacillin		4	7	6	5	4												
Ampicillin		11	1	4	5	3	1	1	1	1	1							
Gentamicin		38	47	31	23	15	4	2	1	1	1							
Cefazolin		47	46	29	21	14	6	4	1	1	1							

3.6.2.1.3 Anwendungsdauer und Häufigkeit der ersten 5 postoperativ angesetzten Antibiotika

Peri- und postoperativ erhielten die Patienten im Median 3,0 Antibiotika-Anwendungen (IQB: 2,0 - 5,0; min. 1; max. 14). Tabelle 10 gibt an, für wie lange das jeweils zuerst gegebene Antibiotikum im Median verabreicht wurde.

Tabelle 10: Anwendungsdauer der perioperativ verabreichten Antibiotika

	Antibiotikum				
	1	2	3	4	5
n	60	58	36	28	16
Median	8,0	6,5	6,0	7,5	7,0
IQB	4,5 - 13,0	4,3 - 9,0	3,0 - 10,8	5,8 - 11,0	4,8 - 10,0
min. – max.	1 - 19	1 - 20	1 - 24	1 - 22	1 - 14

Die Abbildungen 8 - 12 zeigen die Verteilung der ersten fünf verabreichten Antibiotika nach Häufigkeit. Antibiotikum 1 und 2, bei denen es sich zu 63,9% um Cefazolin und Gentamicin handelte, wurden meistens gleichzeitig gegeben.

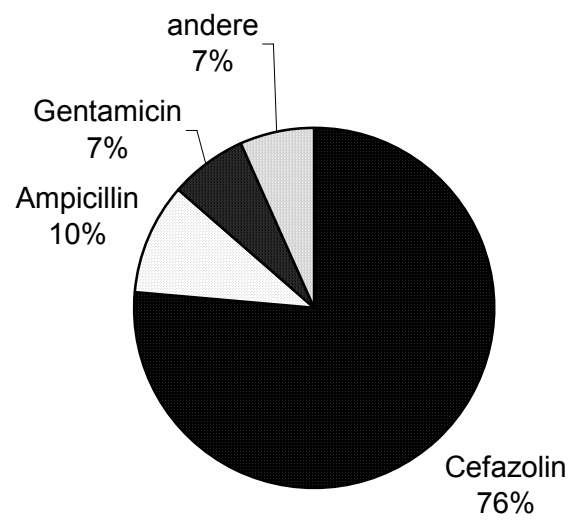
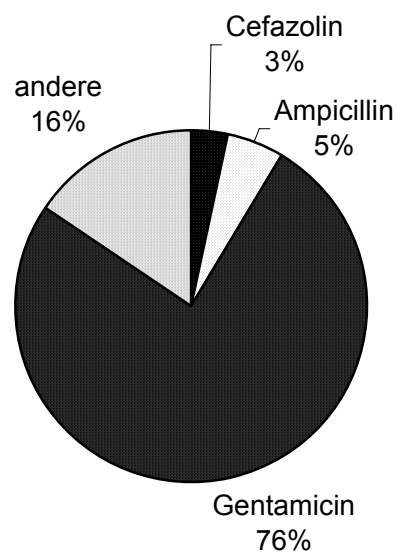
Abbildung 8: Antibiotikum 1**Abbildung 9: Antibiotikum 2**

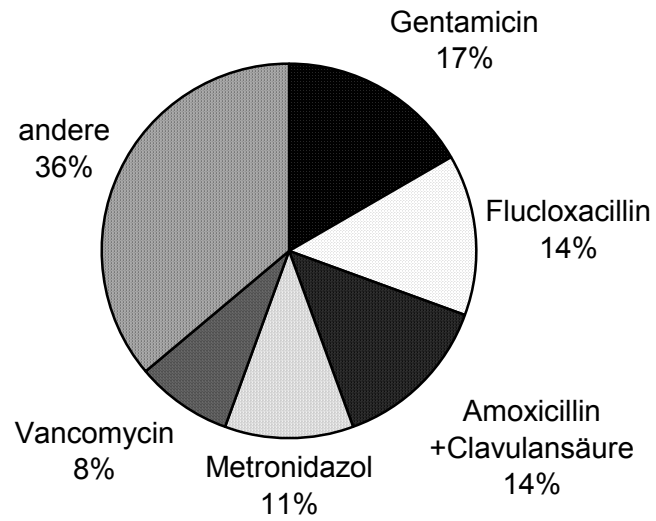
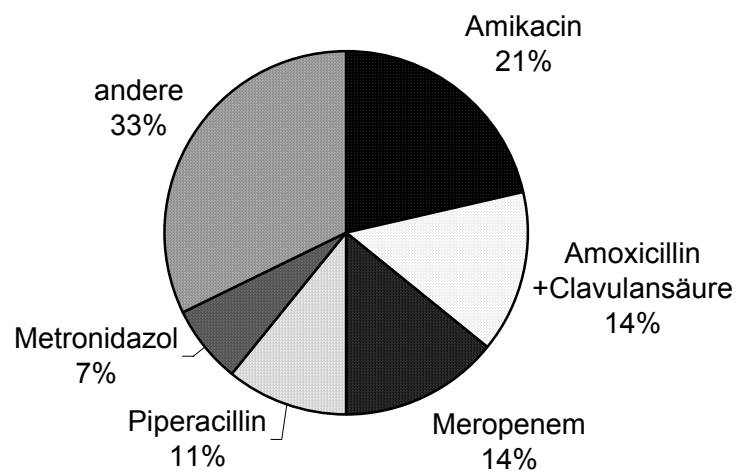
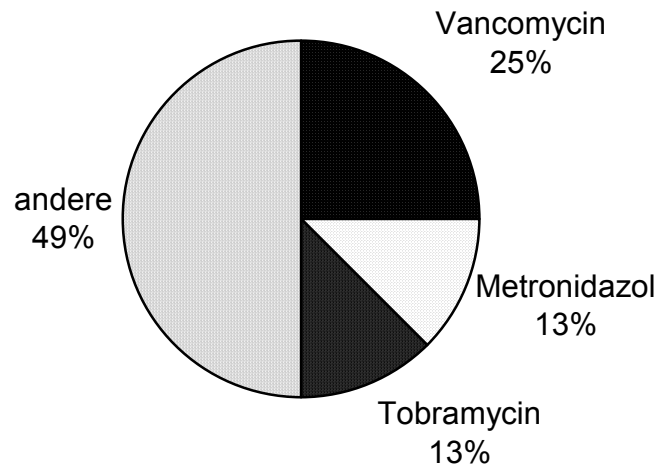
Abbildung 10: Antibiotikum 3**Abbildung 11: Antibiotikum 4**

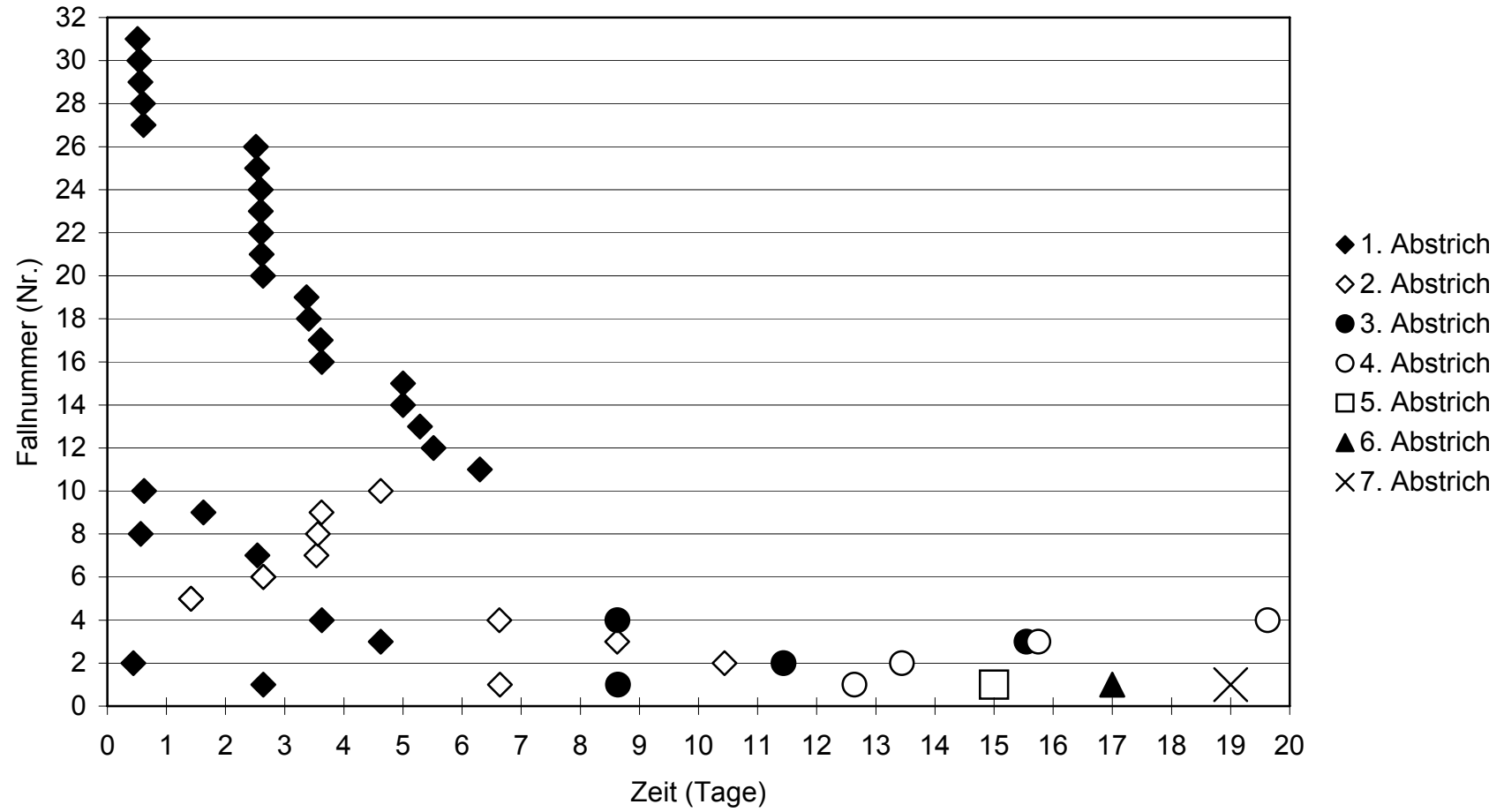
Abbildung 12: Antibiotikum 5

3.6.2.2 Abstriche zur mikrobiologischen Untersuchung

Es liegen 52 Mediastinalabstriche von 31 Patienten vor. Bei 12 Patienten gab es mindestens einen, bei 10 Patienten zwei, bei jeweils 4 Patienten drei bzw. vier und einem Patienten 7 Mediastinalabstriche. Nur in einem nach 5 Tagen gewonnenen Abstrich wuchs Staph. epiderm. in mäßiger Konzentration (Inzidenz: 1,9%, 95%-Konfidenzintervall 0 - 10,3%).

Der erste Abstrich wurde im Median nach 2,6 Tagen (IQB: 1 - 3,6), der zweite nach 4,1 Tagen (IQB: 3,5 - 6,6), die dritten nach 8,6, 8,6, 11,4 und 15,6 Tagen und die vierten nach 12,6, 13,4, 15,8 und 19,6 Tagen gewonnen. Bei einem Patient wurde nach 19 Tagen der 7. Mediastinalabstriche gewonnen. In Abbildung 13 ist dies in einem Zeitdiagramm verdeutlicht:

Abbildung 13: Verteilung der Mediastinalabstriche



3.6.2.3 Sekundärer CRP-Anstieg im Serum

Nach definitivem Thoraxverschluß wurde bei bei 31 Patienten ein sekundärer CRP-Anstieg beobachtet. Der Gipfel war im Median nach 8,8 Tagen nach sekundärem Thoraxverschluß (IQB: 4,9 – 11,2; min. 1; max. 47) erreicht. Die höchste mediane CRP-Konzentration im Serum betrug 6,4 mg/dl (IQB: 4,5-11,4; min. 2; max. 22). Bei den verstorbenen Patienten dieser Gruppe unterschied sich der mediane höchste CRP-Wert mit 7,4 mg/dl (IQB: 3,5 – 8,6; min. 3; max. 17) nicht signifikant ($p > 0,05$; Wilcoxon's Rangsummentest) von dem der Überlebenden mit 6,0 mg/dl (IQB: 4,6 – 11,4; min. 2; max. 22). Die höchsten CRP-Werte traten im Median 21 Tage (IQB: 16 – 57; min. 7; max. 63) vor dem Todesdatum auf.

3.6.2.4 Wundheilungsstörungen

Oberflächliche Wundheilungsstörung. In einem Fall der 104 Patienten wurde eine kaudale Nahtinsuffizienz beschrieben, welche allerdings keiner weitergehenden operativen Intervention bedurfte (Inzidenz: 1,0%; 95%-Konfidenzintervall: 0,02 - 5,2%).

Tiefe Wundinfektionen, Mediastinitis. In keinem der 104 untersuchten Fälle kam es im Verlauf zu einer Mediastinitis bzw. tiefen Wundinfektionen (Inzidenz: 0%; 95%-Konfidenzintervall: 0 - 3,5%).

Sternuminstabilitäten. Bei keinem Patienten der 90 Patienten kam es nach sekundärem Thoraxverschluß zu einer Sternuminstabilität (Inzidenz: 0%; 95%-Konfidenzintervall: 0 - 4,0%).

3.6.3 intensivmedizinisch

3.6.3.1 Dauer der intensivmedizinischen Behandlung

Aus 73 verwertbaren Angaben errechnet sich eine mediane Intensivbehandlungsdauer 19,0 Tagen (IQB: 11,5 - 27,7; min. 3,6; max. 53,4). 15 Patienten (20,5%) wurden von der Intensivstation in ein anderes Krankenhaus verlegt. Nicht in der Berechnung enthalten sind 27 Patienten, die vor ihrer Verlegung auf eine Normalstation verstarben. Ein Patient wurde intubiert und beatmet auf die Intensivstation eines anderen Krankenhauses verlegt, und bei drei Patienten liegen keine Angaben vor.

Der Patient mit der Maximalintensivbehandlungsdauer von 53 Tagen hatte ein univentrikuläres Herz mit Pulmonalatresie, eine Transpositionsstellung der Aorta und ein Situs inversus abdominis. Das zyanotische Vitium war mit einem zentralen aortopulmonalen Shunt unter Rekonstruktion der zentralen Pulmonalarterie versorgt worden.

3.6.3.2 Beatmungsdauer, Extubationsversuche

Extubation. In 71 Fällen betrug die mediane kumulative Beatmungsdauer 8,6 Tage (IQB: 5,8 - 15,1) mit einem Minimum von 1,6 und einem Maximum von 110,5 Tagen. 27 Patienten verstarben intubiert. In sechs Fällen lagen keine Angaben über die Dauer der Beatmung vor.

Reintubationen. In 52 Fällen war keine Reintubation notwendig. In 14 Fällen war eine, in 5 Fällen zwei und in 2 Fällen mehr als zwei Reintubationen notwendig. 17 Patienten verstarben ohne vorherigen Extubationsversuch. In 14 Fällen lagen keine Angaben vor.

postoperative Zwerchfellparesen. Bei 11 Patienten wurde sonographisch eine Zwerchfellparese diagnostiziert, 1× rechts und 10× links. Hierbei war jedoch unklar nach welcher der Operationen die Zwerchfellparesen aufgetreten waren.

3.6.3.3 Kreislaufunterstützende Medikation

Die Art der Dokumentation ließ eine detaillierte Auswertung der hämodynamisch wirksamen Medikamente nach Dosis und Dauer der Anwendung nicht zu. Während der Intensivbehandlung lagen von 92 Patienten (88,5%) Angaben über kreislaufunterstützende Medikamente vor.

Tabelle 11: Kreislaufunterstützende Medikamente

Generikum	n
Adrenalin	90
Dopamin	89
Glycerinnitrat	74
Theophyllin	36
Noradrenalin	27
Digitoxin/Digoxin	22
Milrinon	14
Clonidin	13
Amiodaron	11
Dobutamin	2
Lidocain	2

3.6.3.4 Mechanische Reanimationen

In 34 von 104 Fällen kam es während der Intensivbehandlung mindestens einmal zu Situationen, in denen mit Hilfe der externen Herzdruckmassage (eHDM) reanimiert werden mußte. In 19 Fällen (56%) handelte es sich um eine einmalige Reanimation und in den übrigen 15 Fällen (44%) waren mindestens zwei Reanimationen notwendig. In Tabelle 12 ist der Ausgang der Reanimation aufgeführt.

Tabelle 12: Reanimationsergebnisse

	Reanimation (gesamt)	1×Reanimation	>1×Reanimation
<i>n</i>	34	19	15
ohne Erfolg, <i>n</i>	19	10	9

3.7 Nachbeobachtung, Morbidität und Mortalität

3.7.1 Dauer des Krankenhausaufenthaltes

Die mediane Behandlungsdauer im Universitätsklinikum Tübingen errechnet sich aus den Angaben der 71 Patienten, die von der Normalstation nach Hause entlassen (50 Patienten, 70,4%) oder in ein anderes Krankenhaus (21 Patienten, 29,6%) verlegt wurden, und beträgt 26 Tage (IQB: 18 - 47), das Minimum lag bei 8 Tagen, das Maximum bei 156 Tagen. Bei dem Patienten mit dem Maximalaufenthalt von 156 Tagen, handelte es sich um eine modifizierte Norwood-Operation. 29 Patienten verstarben vor der Entlassung oder Verlegung, bei 4 Patienten fehlen Angaben über die Entlassung.

3.7.2 Nachbeobachtungsintervall

Aus den Nachbeobachtungsintervallen der 30-Tages-Überlebenden errechnet ein Median von 2,4 Monaten (IQB: 0,8 - 29; min. 0,4; max. 93). Die Spätmortalität ist im Kapitel 3.7.4 angegeben.

3.7.3 Reinterventionen und Reoperationen

Die Reinterventions-/Reoperationsrate lag bei 31,6% (25 von 79 30-Tages-Überlebenden). Das reinterventions-/reoperationsfreie Intervall betrug bei allen 30-Tages-Überlebenden 1,8 Monate (IQB: 0,8 - 8,9; min. 0; max. 80). Das mediane Intervall zur nächsten Intervention dauerte 6,0 Monate (IQB: 3,9 - 11,1; min. 1,0; max. 44). In 4 Fällen wurde eine Ballonangioplastie und in 21 Fällen eine Reoperationen durchgeführt.

Ein 3,8-jähriger Junge mit DORV, Mitralatresie und Z.n. Atrioseptektomie mit zentraler Shuntanlage und TTWP, Glenn-Anastomose, Resektion einer Subaortenstenose und einer Aorta ascendens-Plastik wurde einer Fontan-Komplettierung unterzogen. Bei der fünften Eröffnung seines „sternum recurvatum“ wurde die Aorta ascendens trotz des Perikardersatzes perforiert, der die Herzoberfläche, jedoch nicht die großen Gefäße bedeckte.

Tabelle 13: Reoperationen

Art	n
Glenn-Anastomose	7
Kawashima-Shunt	2
Ross-OP	2
Aorto-pulmonaler Shuntwechsel	1
Conduitwechsel mit Implantation einer GoreTex-Rohrprothese	1
DeVega-Plastik	1
Mod. Fontan-OP	1
Mod. Rastelli-OP	1
Korrektur eines Gerbode-Defekts	1
Norwood-OP	1
Patchplastik Lungenvenen	1
Schrittmacher-OP	1
VSD-Verschuß	1

3.7.4 Früh-, Spätmortalität und Todesursachen

Die Gesamtmortalität beträgt 33,7% (35 Patienten, 95%-Konfidenzintervall: 24,6 - 42,7) im Gesamtnachbeobachtungsintervall von 0,9 (104 Patienten, IQR: 0,4 - 6,2) Monaten.

Tabelle 14: Früh-, Spätmortalität und Todesursachen

	Frühmortalität (≤ 30 Tage)		Spätmortalität (>30 Tage)	
<i>n</i>	25		10	
<i>Median (IQB)</i>	1,8 Tage (1,2 – 4,2)		2,4 Monate (1,4 – 5,4)	
<i>min.</i>	0		1	
<i>max.</i>	29		68,1	
Todesursachen	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>kardial</i>	15	60	6	60
<i>Sepsis</i>	2	8	-	-
<i>MOV</i>	8	32	4	40

Tabelle 15: Vergleich der Überlebensdauer von Patienten, die vor oder nach sekundärem Thoraxverschluß verstarben

	Überlebensdauer der Patienten, die vor Sekundärverschluß verstarben		Überlebensdauer der Patienten, die nach Sekundärverschluß verstarben	
<i>n</i>	14		21	
<i>Median (IQB)</i>	1,5 Tage (1,0 – 1,8)		29,4 Tage (6,1 – 72,8)	
<i>min.</i>	0,3		1	
<i>max.</i>	4,2		2073	
Todesursachen	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>kardial</i>	7	50	14	67
<i>Sepsis</i>	-	-	2	9
<i>MOV</i>	7	50	5	24

3.7.5 Wachstumsstörungen und neurologische Entwicklungsstörungen

In 31 der 104 Fälle (30%) lagen Angaben über Gedeihstörungen (Dysmorphie) und neurologische Entwicklungsstörungen vor. Tabelle 16 führt die Fälle auf:

Tabelle 16: Gedeihstörungen und neurologische Entwicklungsstörungen

Gedeihstörungen		Neurologische Entwicklungsstörungen	
<i>ja</i>	<i>nein</i>	<i>ja</i>	<i>nein</i>
<i>n = 17</i>	<i>n = 14</i>	<i>n = 13</i>	<i>n = 18</i>
<i>55%</i>	<i>45%</i>	<i>42%</i>	<i>58%</i>
Kombination aus Gedeih- und neurologischen Entwicklungsstörungen			
<i>n = 10</i>			
<i>32%</i>			

3.8 Zwei Fallberichte

3.8.1 TTWP über 18 Tage (Fallbericht 1)

Bei dem in der 40. Schwangerschaftswoche geborenen, männlichen Säugling lag eine PA mit d-TGA, PFO, RAA bei Situs inversus totalis vor (I,D,D nach van Praagh). Die perkutan gemessene Sauerstoffsättigung betrug unter Raumluft 40-60% und 70% unter pernasaler Insufflation von reinem Sauerstoff. Im Alter von 5 Tagen war ein linksseitiger modifizierter Blalock-Taussig-Shunt angelegt worden. Zwei Tage später war wegen einer Coarctatio pulmonalis ein Stent in die Pulmonalarterien-Bifurkationsstenose implantiert worden. Weitere vier Tage später war die Dilatation des Shunts und eine Woche später die Implanatation eines Stents in eine proximale Stenose der linken Arteria subclavia erfolgt. Im Alter von 200 Tagen wurde am hypothermen CPB, im tiefhypothermen Herz- und Kreislaufstillstand die Frühkorrektur als

DS-Operation mit modifizierter Senning- und Rastelli-Operation sowie der Rekonstruktion der zentralen und rechten Pulmonalarterie durchgeführt. Die kardiopulmonale Bypasszeit betrug 216 min, die Aortenklemmzeit 116 min und die Kreislaufstillstandszeit 81 min. Wegen atypischer Tamponade erfolgte 24 Stunden nach primärem Sternumverschluß die Rethorakotomie mit Anlage einer TTWP. Wegen diffuser Blutungen und eines Low-cardiac-output-Syndroms konnte der Thorax erst 17 Tage später sekundär verschlossen werden. Währenddessen wurden 7 Revisionen durchgeführt. Jeder der bei den Revisionen gewonnenen Mediastinalabstriche zeigte kein Bakterienwachstum. Während der TTWP wurde eine kalkulierte Antibiose mit Cefazolin, Amikacin und Vancomycin intravenös durchgeführt. Es kam weder zur Mediastinitis, noch zur Sternuminstabilität, noch zur oberflächlichen Wundheilungsstörung.

Das C-reaktive Protein (CRP) lag am 7. POT bei 23 mg/dl, bei Thoraxverschluß bei 5 mg/dl und hatte im weiteren Verlauf Spitzen bis zu 36 mg/dl (ca. einen Monat nach sekundärem Thoraxverschluß).

Im weiteren Verlauf, einige Tage nach dem sekundären Thoraxverschluß, trat schrittweise ein Multiorganversagen auf. Eine Oligurie/Anurie mußte mit Hilfe der Peritoneal- bzw. Hämodialyse behandelt werden. Weiter lag ein intermittierendes Leberversagen, eine beginnende Hirnatrophie, eine „Beatmungslunge“, Dünndarmnekrosen mit Peritonitis, Zehennekrosen und eine Candida-Sepsis vor. Der Patient wurde am 70. POT intubiert und beatmet ins Heimatkrankenhaus verlegt und verstarb nach einem weiteren Monat im protrahierten Multiorganversagen (102. POT).

3.8.2 Der einzige Mediastinalabstrich mit Keimwachstum (Fallbericht 2)

Nach neonataler Korrektur eines unterbrochenen Aortenbogens Typ B mit ASD/VSD hatte sich bei einem 134 Tage alten männlichen Säugling eine Subaortenstenose und eine Hypoplasie des Aortenklappenringes entwickelt. Zudem lag eine A. lusoria dextra, eine Thymusaplasie und eine 22q11 Monosomie vor. Die Erstoperation war durch einen Chylothorax und eine linksseitige Recurrensparese kompliziert gewesen.

Nun erfolgte die Erweiterung des linksventrikulären Ausflußtraktes mit Resektion der Subaortenstenose und einer nach Clark modifizierten Konno-Rastan-OP mit Implantation eines 13 mm aortalen Homografts. Wegen diffuser Blutung wurde eine primäre TTWP angelegt. Ca. 4 Stunden postoperativ kam es zweimalig zu reanimationspflichtigen Situationen aus unklarer Ursache. Die Reanimationen wurden beidesmal am offenen Thorax durchgeführt. Am 1. POT wurde eine mediastinale Revision durchgeführt. Der Thoraxverschluß erwies sich dabei als noch nicht möglich. Am 5. POT war der sekundäre Thoraxverschluß dann möglich. Die Extubation erfolgte am 7. POT. Die Drainageschläuche in der linken Pleura und im Mediastinum wurden nach 7 Tagen, und der in der rechten Pleura nach 8 Tagen entfernt. Die präoperativ begonnene Antibiotikaphylaxe mit Cefazolin wurde postoperativ um Gentamicin erweitert. Cefazolin wurde bis zum 13. POT und Gentamicin bis zum 8. POT gegeben. Es gab bei dem Patienten klinisch keinen Hinweis auf eine Infektion. Der Patient zeigte einen kontinuierlichen Leukozytenabfall nach einem Maximum von 9000 Leukozyten/ μ l am 2. POT.

Es traten weder Fieber noch Leukozytose auf. Im Serum war kein sekundärer CRP-Anstieg festzustellen. Am 9. POT wurde der Patient auf die Normalstation verlegt, von wo aus er nach 20 Tagen nach Hause entlassen werden konnte. Die Wunde verheilte per primam und das Sternum war stabil. Auch im weiteren Verlauf traten keine Zeichen eines lokalen oder systemischen Infekts auf.

Der am Tag der Operation gewonnene Mediastinalabstrich, sowie der Abstrich des Homografts waren steril. Im Mediastinalabstrich vom Tag des sekundären Thoraxverschlusses zeigte sich nach 3 Tagen ein mäßiges Wachstum von *Staphylococcus epidermidis* mit den in Tabelle 17 gezeigten Resistenzen und Empfindlichkeiten. Dieses Ergebnis lag am 5. POT vor. Da klinisch zu keinem Zeitpunkt ein Anhalt für einen Infekt bestand, wurde kein weiteres Antibiotikum gegeben. Es wurde von einer Kontamination des Abstrichs ausgegangen.

Tabelle 17: Antibiogramm

<i>Antibiotikum</i>	
Gentamicin	resistent
Penicillin	resistent
Flucloxacillin	resistent
Cefazolin	resistent
Tetracyclin	wirksam
Cotrimoxazol	wirksam
Erythromycin	resistent
Clindamycin	wirksam
Ciprofloxacin	wirksam
Vancomycin	wirksam

4 Diskussion

4.1 Operationsrisiken in der Kinderherzchirurgie

Operationen angeborener Herzfehler sind im Vergleich zu anderen chirurgischen Eingriffen grundsätzlich mit einem höheren Risiko behaftet. Das operative Vorgehen ist nicht nur durch die kindlichen Größenverhältnisse erschwert, sondern auch durch die Besonderheiten des Elektrolyt-, Wasser- und Energiehaushaltes der jungen Patienten (46). Ein postoperatives Herzversagen stellt eine der schwerwiegendsten Komplikationen dar und ist die häufigste Indikation zur Durchführung einer TTWP. Die Letalität bei postoperativer hämodynamischer Beeinträchtigung kann bis zu 35% betragen (91).

Die intraoperative Aufhebung der Gerinnung bei Operationen mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine stellt einen erheblichen Eingriff in die Hämostase dar und erhöht das postoperative Blutungsrisiko. Eine postoperative diffuse Blutungsneigung kann ebenso wie eine blutungsbedingte Herzbeutelamponade Anlaß zur Anlage einer TTWP sein.

Das perioperative Infektionsrisiko kann durch eine veränderte Immunantwort erhöht sein. Die Vermeidung von Wundinfektionen macht die im Weiteren diskutierten Maßnahmen erforderlich.

4.1.1 Risikostratifizierung kinderherzchirurgischer Eingriffe

Um einen weit verbreitet anwendbaren und aussagekräftigen interinstitutionellen Vergleich der Operationsergebnisse von Patienten mit angeborenen Herzfehlern anhand von leicht zu erhebenden Daten zu ermöglichen, entwickelten Jenkins et al. (41;42) die Methode des „Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery (RACHS-1)“. In einem konsensusbasierten Prozeß ordnete eine Expertenkommission (11 Mitglieder, davon 4 Herzchirurgen) auf der Grundlage des ICD-9-CM Prozeduren mit ähnlicher Krankenhausletalität sechs Risikokategorien zu. Die Methode wurde anhand von Daten des Pediatric Cardiac Care Consortium und von Krankenhausentlaßdaten aus 3 US-Bundesstaaten validiert. Patienten über 18 Jahre blieben unberücksichtigt.

Die Methode ist auf unser Patientenkollektives anwendbar. Es zeigt sich, daß überwiegend bei Patienten mit höherer Risikokategorie eine TTWP erforderlich ist (mediane Risikokategorie 4,0). Ein direkter Vergleich mit Literaturdaten ist nicht möglich, da in ähnlichen Untersuchungen keine entsprechenden Risikostratifizierungen vorgenommen wurden. Es gibt lediglich Studien, die isoliert die Operationsergebnisse von Patienten mit sehr spezifischem Risiko angeben, wie z.B. bei Neugeborenen nach Operationen mit tiefhypothermem Kreislaufstillstand (17).

Innerhalb des untersuchten Kollektivs waren jedoch nicht alle Prozeduren klassifizierbar (TTWP, CPR). Prozeduren, die aus mehreren Teileingriffen bestanden, konnten nicht zufriedenstellend den Risikoklassen nach Jenkins zugeordnet werden. Deshalb wurde nur der Teileingriff mit der höchsten Risikoklasse gewertet, wodurch Informationen unberücksichtigt blieben. Desweiteren wurden patientenbedingte Risikofaktoren außer Acht gelassen (Reoperationen, Hypotrophie, Neurologie, Immundefizienz, usw.).

Diese und andere Unzulänglichkeiten der Jenkinssklassifikation wurden von Jacobs et al. (40) kritisiert: Die Expertenkommission, welche die Methode entwickelte, war sehr klein und repräsentierte nur ein Land (USA). Da die Klassifikation auf einer administrativen basierte (ICD-9-CM), die lediglich gering mit anderen in der Herzchirurgie verwendeten übereinstimmte, wird der klinische Nutzen in Frag gestellt. Die Risikoklasse 5 wird fast nicht verwendet und weitere wichtige kinderherzchirurgische Operationen sind nicht klassifiziert, wie z.B. Herz- und Lungentransplantationen. Der Ausschluß von Patienten, die älter als 18 Jahre sind, ist ein weiterer Kritikpunkt. Außerdem wird das individuelle Risiko eines Patienten in der Evaluation nicht berücksichtigt.

Diese zusätzlichen Faktoren werden im Aristotle Comprehensive Complexity Score (19;29;47-51;58) berücksichtigt. Dieses Bewertungssystem war zum Zeitpunkt der Datenerhebung für diese Studie noch nicht verfügbar. Deshalb wurde die Risiko-Stratifizierung nach Jenkins et al. angewandt.

4.2 TTWP allgemein

Die TTWP ist bei Neugeborenen und Kindern mit Blutungen oder schweren, aber zeitlich begrenzten hämodynamischen Instabilitäten, eine effektive Methode zur Vorbeugung bzw. zur Behandlung eines „low cardiac output“-Syndroms, einer atypischen Tamponade oder diffuser Blutungen. (2;26;33;43;68;82;90). Da die Mortalitätsrate nicht erhöht ist, wird gelegentlich die TTWP prophylaktisch durchgeführt (60).

Die TTWP-Rate lag in unserem Patientenkollektiv bei 7,2% (95%-Konfidenzintervall: 5,9 - 8,6%), bei Ziemer et al. (90) bei 4,9% (95%-Konfidenzintervall: 3,5 - 6,4%) und bei Tabbutt et al. (83) bei 9,3% (95%-Konfidenzintervall: 8,2 - 10,5%). Die TTWP-Häufigkeit im untersuchten Kollektiv unterscheidet sich damit nicht signifikant von den beiden anderen. Über die Ursache für den signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen von Ziemer et al. und Tabbutt et al. können nur Vermutungen angestellt werden, da in beiden Untersuchungen keine Risikostratifizierung nach Jenkins (41) oder dem Aristotle Comprehensive Complexity Score (40) durchgeführt wurde.

Während bzw. im Anschluß an die TTWP besteht jedoch das Risiko von Infektionen. Speziell das Infektionsrisiko bei TTWP nach Implantation von Fremdmaterial ist unbekannt. Dies soll im Folgenden diskutiert werden.

4.3 Infektionen in der Kinderherzchirurgie

Nach kinderherzchirurgischen Eingriffen sind schwerwiegende Wundinfektionen glücklicherweise selten und können in Form einer Wunddehiszenz, einer tiefen Wundheilungsstörung oder einer Mediastinitis auftreten (46). Für Wundinfektionen werden nach herzchirurgischen Eingriffen bei Kindern mit 2 - 27,6% (3;12;22;53;54;59;61;67;73;85) und bei Erwachsenen mit 1,5 - 7,2% (9;18;35;78;84;89) ähnliche Inzidenzen angegeben.

Wie in Kapitel 3.6.2.4 beschrieben, traten im untersuchten Patientenkollektiv, nach den in Kapitel 2.2.5.2 geforderten Kriterien, keine tiefen Wundheilungsstörungen oder Mediastinitiden und nur eine Wunddehiszenz auf (siehe Fallbericht 3, Kapitel 4.3.1). Diese niedrige Inzidenz von 1,0% (95%-Konfidenzintervall: 0,02 - 5,2%) ist ein hervorragendes Ergebnis.

Cullifort et al. (18) untersuchten die Rate von Sternum- bzw. costochondralen Infektionen bei 2594 Patienten nach offenen Herzoperationen und primärem oder sekundärem Sternumverschluß. Hierbei wurden 227 (9%) Patienten wegen angeborener Herzfehler operiert. Die Patienten erhielten prophylaktisch Penicillin oder Cefazolin und Gentamicin. Die Inzidenz von Sternuminfektionen lag im gesamten Patientenkollektiv bei 1,5% und für die an angeborenen Herzfehlern operierten bei 0,4%. Es wurde nicht zwischen primärem und sekundärem Sternumverschluß unterschieden.

Im retrospektiv untersuchten pädiatrischen Kollektiv von Mehta et al. (61) lag die Infektionsrate bei 5% (202 Patienten, 3% oberflächliche und 2% tiefe Wundinfektionen).

In der Untersuchung von Nateghian et al. (67), die 1117 Kindern nach Herzoperationen einschließt, traten bei 38 Patienten Wundinfekte auf (3,4%, 95%-Konfidenzintervall: 2,3 - 4,5%). Die Infekte unterteilten sich in oberflächliche Wundinfektionen (0,9%), tiefe Wundinfektionen (0,1%) und Mediastinitis/Osteomyelitis (2,4%). Patienten mit TTWP werden nicht gesondert genannt. Als Antibiotikaprophylaxe wurde zweimalig Cefazolin oder einmalig Vancomycin verabreicht.

Die höchste Wundinfektionsrate nach Herzoperationen bei Kindern findet sich in der Untersuchung von Levy et al. (53) mit 7,8% (335 Patienten, 95%-Konfidenzintervall: 4,9 - 10,6%). Der Grund hierfür könnte sein, daß alle Patienten nur für 24h Cefuroxim erhalten haben. Patienten mit TTWP erhielten Cefuroxim länger und zusätzlich Vancomycin. Ohne die absoluten Zahlen anzugeben und unter Einschluß aller nosokomialen Infektionen, errechnen Levy et al. bei Patienten mit TTWP ein signifikant erhöhtes Risiko für nosokomiale Infektionen ($p < 0,0057$).

4.3.1 Infektionen bei TTWP

Die Inzidenz der Infektionsrate nach TTWP liegt in der vorliegenden Untersuchung im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen niedrigsten. Es werden Inzidenzen von 1% (95%-Konfidenzintervall: 0,02 - 4,96%) (2) über 3,9% (95%-Konfidenzintervall: 1,1 - 6,8) (83) bis zu 7,8 (95%-Konfidenz-

intervall: 4,9 – 10,6%) (53) und sogar 27,6% (95%-Konfidenzintervall: 12,7 - 47,2%) (73) angegeben.

Alexi-Meskishvili et al. (2) berichten über 1252 kinderherzchirurgische Operationen, bei denen in 113 Fällen (9,1%) eine TTWP durchgeführt wurde. Bei 50 der 113 Patienten (44,2%) wurde eine PTFE-Membran als Perikardersatz implantiert. Das chirurgische Vorgehen entsprach weitgehend dem in Kapitel 2.3.2 genannten, und die antibiotische Therapie umfaßte Cefotaxim, Piperacillin und Teicoplanin während der Intensivbehandlung, wobei Teicoplanin bis 24h nach dem sekundären Thoraxverschluß gegeben wurde. Bei einem Neugeborenen, das nach einer arteriellen Switchoperation über 163h eine ECMO-Behandlung benötigte, trat eine Mediastinitis auf (1%, 95%-Konfidenzintervall: 0,02 - 4,96%). Dies wurde chirurgisch behandelt und heilte folgenlos aus. Der ECMO-Einsatz ist in diesem Fall als ein besonderer Risikofaktor für Infektionen anzusehen, wenn auch die Implantationstechnik (transsternal, zervikal oder inguinal) nicht genannt wird.

Die Infektionsrate nach TTWP mit PTFE-Perikardersatz bei Alexi-Meskishvili et al. entspricht der in der vorliegenden Untersuchung. Eine direkte Vergleichbarkeit der Gruppe von Alexi-Meskishvili mit der hier untersuchten ist nicht gegeben, da eine Risikostratifizierung nicht vorgenommen wurde. Die Diskrepanz zwischen 63,7% (Alexi-Meskishvili, 95%-Konfidenzintervall: 54,9 - 72,6%) und 86,5% (95%-Konfidenzintervall: 80,0 - 93,1%) sekundären Thoraxverschlüssen kann durch Unterschiede im Patientengut oder in der Indikationsstellung zum sekundären Thoraxverschluß bedingt sein.

4.3.2 Wunddehiszenz (Fallbericht 3)

Bei einem Patienten (52cm/75. Perzentile, 2740g/50. Perzentile) mit einer Transpositionsstellung der Aorta bei intaktem Ventrikelseptum wurde, nach Ballonatrioseptostomie im Alter von einem Tag, am 5. Lebenstag eine arterielle Switch-Operation und Lekompte-Manöver (Risikokategorie 3 nach Jenkins) mit einer Perfusionszeit (146 min), einer Ischämiezeit von 51 min und einer Kreislaufstillstandszeit von 5 min durchgeführt. Anschließend war wegen diffuser Blutungen für 4 Tage eine primäre TTWP notwendig. Nach sekundärem

Thoraxverschluß zeigte sich eine kleine kaudale Nahtinsuffizienz, die allerdings keiner weiteren chirurgischen Intervention bedurfte.

Präoperativ bekam der Patient Cefazolin als antibiotische Prophylaxe, postoperativ wurde Cefazolin und Gentamicin bis zum 7. bzw. 5. POT verabreicht. Am 3. Tag nach sekundärem Thoraxverschluß wurde eine antibiotische Therapie mit Amikacin und Cefotaxim für jeweils 9 Tage angesetzt. Die beiden Thoraxdrainagen wurden am 4. POT entfernt. Es wurden keine Abstriche gewonnen. Der Gipfel einer sekundären CRP-Wert-Erhöhung lag am 6. POT bei 4,9 mg/dl. Wegen einer linksseitigen Zwerchfellparese konnte der Patient erst am 27. POT nach einem erfolglosen Versuch extubiert werden. Die Behandlungsdauer auf der Intensivstation betrug 32 Tage, der Patient konnte am 45. POT nach Hause entlassen werden.

4.4 Faktoren mit Einfluß auf das Infektionsrisiko in der Herzchirurgie

Im untersuchten Kollektiv traten ein fraglicher Fall einer Keimbesiedelung des Mediastinums und eine oberflächliche Wundheilungsstörung auf. Beim im Kapitel 4.3.2 beschriebenen Patienten mit der Wundheilungsstörung lag keiner der im Kapitel 1.2.4 genannten Risikofaktoren für nosokomial erworbene Infektionen vor. Bei dem Patienten mit dem positiven Mediastinalabstrich sind die in Kapitel 2.2.5.1 genannten Kriterien der Mediastinitis mit dem Nachweis von Keimen in der Wunde zumindest teilweise erfüllt. Hinsichtlich der in Kapitel 1.2.4 genannten Risikofaktoren für nosokomiale Infektionen lagen die folgenden vor: Resternotomie, intraoperative Hypothermie, postoperative positiv inotrope Unterstützung. In diesem besonderen Fall sind die Thymusaplasie, die Implantation von Fremdmaterial (PTFE) und die zweimalig während der TTWP durchgeführte Herzdruckmassage als zusätzliche Risikofaktoren zu werten. Der Thorax wurde am 5. POT sekundär verschlossen, was deutlich über der medianen Dauer des Gesamtkollektivs (2,4 Tage) liegt. Da jedoch klinisch zu keinem Zeitpunkt Zeichen einer Infektion vorlagen und auch der Krankheitsverlauf gegen eine tiefe Wundinfektion spricht, ist am ehesten von einer Kontamination des Abstrichs auszugehen.

Als Risikofaktoren für nosokomial erworbene Infektionen nach herzchirurgischen Eingriffen im *Erwachsenenalter* wurden identifiziert:

Geschlecht, hohes Alter, Diabetes mellitus, Adipositas, Nikotinabusus, frühere Krankenhausaufenthalte, zyanotischer Herzfehler, operative Dringlichkeit, chronische Niereninsuffizienz, präoperatives Nierenversagen, periphere arterielle Verschlusskrankheit, hohe NYHA-Klassifikation, langer präoperativer Klinikaufenthalt, kontaminierte Operationsverhältnisse, verlängerte Operationszeit, aortokoronare Bypassoperation, beidseitige Verwendung der A. mammaria als Bypassgefäß, Dauer der Extrakorporalzirkulation, Verwendung einer intraaortalen Ballonpumpe, Reoperation nach Blutung, Dauer einer TTWP, postoperatives Herzversagen, postoperative inotrope Unterstützung, verlängerte maschinelle Nachbeatmungsdauer (>48h), verlängerte Intensivverweildauer, verlängerte komplette parenterale Ernährung, postop. Dialyse (1;5;8-11;20;23;25;28;31;32;38;45;54;55;62;70;75;80;81;84;87-89).

4.4.1 Patientenbedingte Faktoren

Neben der Schwere der Erkrankung, die durch eine durchweg hohe ASA-Klasse zum Ausdruck kommt, sind Einschränkungen des Immunsystems von Bedeutung für das Auftreten von postoperativen Komplikationen. Liegt bereits präoperativ eine Immundefizienz vor, kann es zu fehlerhaften Antworten des Immunsystems kommen. Das DiGeorge-Syndrom führt beispielsweise u.a. zu einer Thymusaplasie mit T-Zellmangel. Hierdurch kann es zu einer Schwächung der zellulären Immunantwort kommen, wodurch rezidivierend virale, nicht jedoch bakterielle Infektionen auftreten.

Es gibt uneinheitliche Hinweise darauf, daß nach einem CPB die Immunabwehr für einige Wochen herabgesetzt ist (46).

4.4.2 Chirurgische Technik

Eine unzureichende aseptische Technik im Operationssaal gilt als Hauptgrund für Infektionen der Sternotomiewunde (46). Aus diesem Grund wurde im untersuchten Kollektiv (wie auch bei allen anderen in der Abteilung durchgeführten Eingriffen) streng auf die Einhaltung der sterilen Kautelen geachtet. Die erzielte geringe Infektionsrate spricht für den Erfolg dieser Maßnahmen, die im Einzelnen wie folgt durchgeführt werden:

Am Beginn der Operation wird die Haut dreimal mit einer alkoholhaltigen Lösung desinfiziert, das Operationsfeld wird mit sterilen Mikrofasertüchern abgedeckt und unmittelbar vor dem Hautschnitt wird eine sterile Inzisionsfolie aufgeklebt. Auch postoperativ wird weiterhin auf die strenge Einhaltung der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen sterilen Kautelen geachtet. Drainagen werden so weit wie möglich vom Mediastinum entfernt ausgeleitet und so früh wie möglich entfernt, um Eintrittspforten für Keime zu reduzieren (66). Wie bei Maher et al. (57) wird eine prophylaktische antibiotische Therapie bis zur Entfernung aller Wunddrainagen beibehalten.

Revisionen werden auf der Intensivstation am abgeschirmten Bett unter strenger Beachtung steriler Kautelen spätestens am dritten POT durchgeführt. Die Anzahl der im Raum anwesenden Personen wird auf ein Minimum reduziert, die Einhaltung der basalen Hygienevorschriften (Mundschutz, Haube usw.) ist selbstverständlich. Bei dem Eingriff werden Infektionen begünstigende Faktoren wie Hämatome und Ergüsse entfernt.

Nach Möglichkeit sollte hierbei ein Mediastinalabstrich gewonnen werden. Dies wurde im Kollektiv nicht durchgehend eingehalten. Teilweise wurde dies bei der Revision vergessen, teilweise gingen die Proben auf dem Weg in das Labor verloren und teilweise ist wegen unzureichend ausgefüllten Untersuchungsanforderungen die Herkunft des Abstriches nicht nachvollziehbar. Hier besteht Verbesserungsbedarf, da im Falle einer Infektion, insbesondere nach sekundärem Thoraxverschuß, ein Antibiotogramm für eine gezielte Therapie unerlässlich ist. Neben einer Erhöhung der Vigilanz des Chirurgen kann dies durch eine Vereinfachung der Untersuchungsanforderung und des Transports der Proben in das mikrobiologische Labor erreicht werden.

4.4.2.1 Perikardersatz mit PTFE

Die Implantation einer PTFE-Membran als Perikardersatz hat, wie in Kapitel 1.4 beschrieben, die Verhinderung von Verletzungen der umgebenden Strukturen bei zukünftigen Re-Sternotomien und Präparationen des perikardialen Raumes zum Ziel (4;34;36;37;39;64;65). Alle bis auf eine im Nachbeobachtungszeitraum durchgeführten Resternotomien waren komplikationslos. Die schwere Komplikation des im Kapitel 3.7.3 beschriebenen Falles zeigt, daß auch bei

Re-Sternotomien trotz einliegender PTFE-Membran Komplikationen auftreten können. Dennoch bestätigt sich in der Mehrzahl der Fälle der Befund von Loebe et al. (56), wonach die Verwendung einer PTFE-Membran hilft, Komplikationen bei Resternotomien vorzubeugen. Bei Loebe et al. wurden bei 321 Patienten PTFE-Membranen verwendet, ohne daß bei Resternotomien Komplikationen auftraten.

Im untersuchten Patientenkollektiv traten bei TTWP mit PTFE keinerlei tiefe Wundheilungsstörungen auf. Dies bestätigt an einem etwa vierfach größeren Patientenkollektiv die Erfahrung von Loebe et al. (56), der von 27 Patienten berichtet, bei denen nach Implantation einer PTFE-Membran, welche allerdings erst bei sekundärem Thoraxverschluß implantiert wurde, ebenfalls keine Infektionen auftraten.

In den meisten Fällen war die PTFE-Membran zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur TTWP bereits implantiert und wurde als mechanischer Schutz belassen. Aus dem gleichen Grund wurden bei absehbaren Indikationen zur TTWP bewußt PTFE-Membranen implantiert. Die Membranen wurden beim sekundären Thoraxverschluß nicht gewechselt. Dieses Vorgehen im individuellen Fall erhält durch die vorliegenden Ergebnisse im Nachhinein seine Rechtfertigung.

4.4.3 Intensivbehandlung

Während der TTWP bleiben die Patienten in tiefer Analgosedierung, relaxiert und beatmet auf der Intensivstation. Manipulationen werden auf das notwendige Minimum reduziert, um unerwünschte kardiovaskuläre Reaktionen zu vermeiden. Jeder Patient mit TTWP wird auf der Intensivstation pro Schicht von einer Schwester gepflegt. Die Pflegekräfte arbeiten im 3-Schicht-Betrieb. Die Besucherzahl wird auf maximal zwei Angehörige pro Bett begrenzt.

Auf der Intensivstation erfolgt eine fortlaufende Überwachung der Vitalparameter mittels EKG, invasiver hämodynamische Überwachung mit Messung von arteriellem Druck und Vorhoffüllungsdrücken, perkutaner Messung der Sauerstoffsättigung und Kontrolle der folgenden Laborparameter: Gerinnungswerte, Nierenwerte, Entzündungsparameter, Hämoglobingehalt (Hb), Hämatokrit, arterielle Blutgasanalyse mit pH-Wert, O₂-Partialdruck (pO₂),

CO₂-Partialdruck (pCO₂), Basenüberschuß, Bikarbonat, Elektrolyte, Glukose und Laktat gemessen. Hiernach werden Elektrolyt-, Wasser- und Energiehaushalt korrigiert und eine Anämie, sowie der Drainagenverlust ausgeglichen. Kontinuierliche Kontrollen der Körpertemperatur sind insbesondere bei therapeutisch induzierter Hypothermie notwendig. Beim Auftreten von Herzrhythmusstörungen kann medikamentös, elektrisch und manuell reagiert werden. Die Herzinsuffizienz wird mit Katecholaminen behandelt. Eine Niereninsuffizienz wird medikamentös oder bei Bedarf mittels Peritonealdialyse therapiert (46).

4.4.3.1 Antibiotika

Die kalkulierte antibiotische Behandlung soll peri- und postoperativ ein möglichst breites Spektrum sowohl von aeroben und anaeroben Bakterien, als auch von pathogenen und fakultativ pathogenen abdecken. Die kalkulierte Therapie zielt auf die Keimflora der Wundränder, insbesondere auf Hautkeime wie *Staph. epidermidis*. Die am häufigsten eingesetzte Kombination aus Gentamicin und Cefazolin (siehe Kapitel 3.6.2.1.3) deckt dieses Keimspektrum ab und wurde bereits 1976 von Cullifort et al. (18) eingesetzt.

Tabelle 18: Wirkspektrum

Antibiotikum	Wirkspektrum
Amikacin	Enterobacter, Pseudomonas, Staph. aureus, Klebsiella, Serratia, E. coli, Proteus
Amoxicillin+Clavulansäure	Streptokokken, Pneumokokken, Enterokokken, andere gram(-) Bakterien
Ampicillin	Streptokokken, Pneumokokken, Enterokokken, andere gram(-) Bakterien
Cefazolin	gram(+) und wenige gram(-) Bakterien, Staphylokokken
Cefotaxim	gram(-) und wenig gram(+) Bakterien
Flucloxacillin	wirksam gegen gram(+) Erreger mit Betalactamase-Produktion (Staphylokokken-Penicilline)
Gentamicin	Enterobacter, Pseudomonas, Staph. aureus, Klebsiella, Serratia, E. coli, Proteus
Meropenem	breites Wirkspektrum im gram(-) und gram(+) Bereich einschl. der Anaerobier
Mezlocillin	gram(+) Bereich inkl. Enterokokken, Enterobacteriaceae, Bacteroides fragilis, Pseudomonas aeruginosa,
Piperacillin	gram(+) Bereich einschl. Enterokokken, einige gram(-) Erreger, wirksam gegen gram(-) Erreger mit Betalactamase-Produktion Pseudomonaden
Tobramycin	Enterobacter, Pseudomonas, Staph. aureus, Klebsiella, Serratia, E. coli, Proteus
Vancomycin	Streptokokken, Enterokokken, Staphylokokken einschl. MRSA, Clostridium perfringens

Bei Levy et al. (53) erhielten die Patienten während der TTWP prophylaktisch Cefuroxim und Vancomycin. Hiermit wird zwar ein ähnlich großes Keimspektrum abgedeckt, jedoch ist bei häufigem Einsatz von Vancomycin mit Resistenzbildungen zu rechnen, die zum Verlust seiner Eigenschaft als Reserveantibiotikum führen können.

Gleiches gilt für Teicoplanin in der von Alexi-Meskishvili beschriebenen Tripeltherapie mit Teicoplanin, Cefotaxim und Piperacillin (2). Auch hier besteht die Gefahr des Verlusts des Reserveantibiotikums. Bei Alexi-Meskishvili trat eine Mediastinitis auf (0,9%; 95%-Konfidenzintervall: 0,02 – 4,96%), was nicht signifikant häufiger als in der hier vorgestellten Gruppe ist ($p > 0,34$; χ^2 -Test).

Aminoglycosid, Ampicillin und Flucloxacillin stellt bei Ziemer et al. (90) eine weitere Möglichkeit einer weitreichenden antibiotischen Abdeckung dar. Bei Ziemer et al. fanden sich weder oberflächliche noch tiefe Wundheilungsstörungen, noch Mediastinitiden.

4.4.3.1.1 Verlauf einer antibiotischen Therapie (Fallbericht 4)

Bei einem Patienten (51cm/25. Perzentile, 3300g/25. Perzentile) mit univentrikulärem Herz und Pulmonalatresie, Transpositionsstellung der Aorta, persistierendem Ductus arteriosus Botalli und Situs inversus abdominis wurde im Alter von 6 Tagen eine aortopulmonale Shuntverbindung unter Rekonstruktion der Pulmonalarterien angelegt. Anschließend war aus hämodynamischer Indikation für 24 Stunden eine primäre TTWP notwendig.

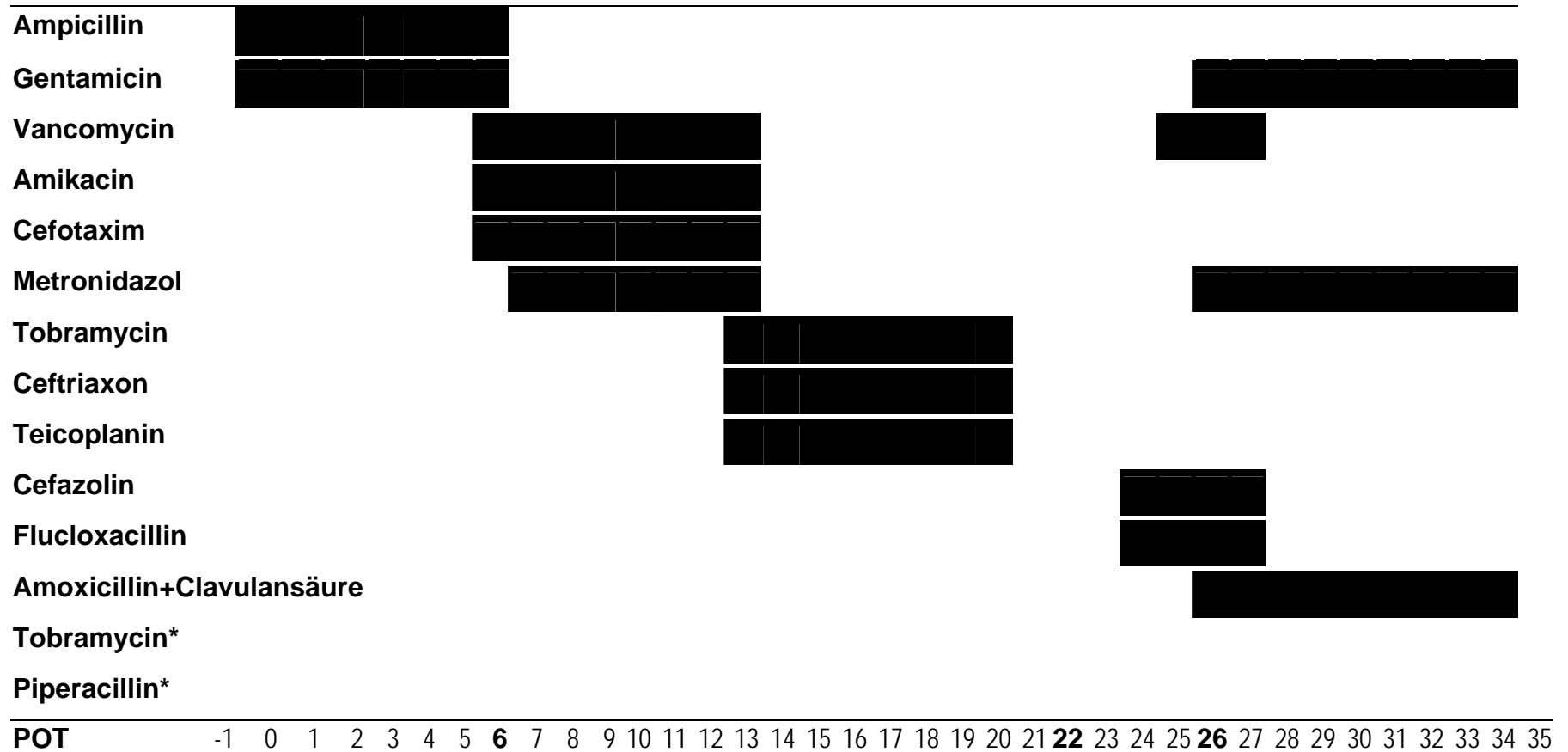
Am 6. POT wurde Staphylokokkus epidermidis im Serum, am 22. POT wurden koagulasepos. Staphylokokken im Trachealsekret, am 26. POT Pseudomonas aeruginosa im Rachenabstrich und ebenfalls am 26. POT betahämolyisierende Streptokokken im Wundabstrich vom Oberschenkel gewonnen. Mediastinalabstriche wurden nicht gewonnen. Die Behandlungsdauer auf der Intensivstation betrug 52 Tage.

Der Patient erhielt präoperativ Ampicillin, Gentamicin wegen des V.a. eine konnatale Infektion. Bis zum 35. POT erhielt der Patient die in Abbildung 14 antibiotische Behandlung (über Tobramycin* und Piperacillin* liegen keine

Angaben über das Zeitintervall vor). Die antibiotische Therapie wurde den genannten Keimen angepaßt.

Klinisch bestand zu keinem Zeitpunkt ein Anhalt für eine Mediastinitis, dennoch wären Mediastinalabstriche wünschenswert gewesen (siehe Kapitel 4.4.2). Es zeigt sich die Komplexität der peri- und postoperativen antibiotischen Therapie. Ein standardisiertes Vorgehen wie bei der präoperativen Antibiose ist nicht möglich.

Abbildung 14: Antibiotika im Fallbericht 3



4.4.3.2 C-reaktives Protein (CRP)

Da keinerlei tiefe Wundinfektionen und Mediastinitiden auftraten, kann keine Aussage über den diagnostischen Wert des C-reaktiven Proteins hinsichtlich einer Wundinfektion gemacht werden. Die maximalen Serum-CRP-Werte waren im Median 8,8 Tage nach dem sekundären Thoraxverschluß (IQB: 4,9 – 11,2; min. 1; max. 47) erreicht. Der zeitliche Abstand macht einen direkten Zusammenhang von Wundverschluss und CRP-Anstieg unwahrscheinlich.

Ein Zusammenhang zwischen Tod und Erhöhung des CRP-Wertes ist sehr unwahrscheinlich, weil die höchsten CRP-Werte in der Gruppe der Verstorbenen im Median 9 Tage (IQB: 6 - 10) nach Thoraxverschluß und 3 Wochen vor dem Todesdatum auftraten. Außerdem unterschieden sich die maximalen Werte nicht signifikant ($p > 0,43$; Wilcoxon's Rangsummentest) von denen der Überlebenden, so daß auch hier ein Zusammenhang sehr unwahrscheinlich ist.

4.4.4 Allgemeine Hygienische Faktoren

Die Hygieneabteilung des Klinikums überwacht regelmäßig die Einhaltung der hygienischen Standards. Im modernen Bau ist der räumlich abgetrennte OP-Trakt nur über eine Schleuse erreichbar. Septische und nicht septische OP-Säle verfügen über modernste hygienische Einrichtungen, wie beispielsweise Laminar-Flow-Technik, und sind ebenfalls getrennt.

Auf der Intensivstation werden Patienten mit TTWP nach Möglichkeit im 2-Bett-Zimmer behandelt, andernfalls im nicht voll belegten 4-Bett-Zimmer.

4.5 Mortalität

Von 104 Patienten sind bis zum Ende der Datenerhebung 35 (33,7%) verstorben. Die 30-Tages-Mortalität beträgt 24% (95%-Konfidenzintervall: 15,8 - 32,3). Dies erscheint im Vergleich zum Patientenkollektiv von Alexi-Meskishvili et al. (2) mit einer Frühmortalität von 36,3% (113 Patienten, 95%-Konfidenzintervall: 27,4 - 45,1%) niedriger, ist jedoch nicht signifikant verschieden. Auch im Vergleich zu Ziemer et al. (90) mit einer Frühmortalität von 38,1% (42 Patienten, 95%-Konfidenzintervall: 23,4 - 52,8%) besteht kein signifikanter Unterschied. Ein direkter Vergleich der Patientenkollektive ist

jedoch wegen des Fehlens einer Risikostratifizierung in den genannten Untersuchungen nicht möglich.

4.5.1 Todesursachen (mit Fallberichten 5 + 6)

Bei keinem Fall war eine Wundinfektion als direkte Folge einer TTWP die Todesursache. Die am häufigsten genannten Todesursachen waren Herz- und Multiorganversagen (21 bzw. 12 Patienten). Zwei Patienten verstarben an Sepsis (Fallberichte 5 + 6), die damit die dritthäufigste Todesursache war. Als Todesursachen wurden die in der Epikrise angegebenen festgehalten. Im klinischen Alltag kann sich die Festlegung der Todesursache als schwierig erweisen, da letztendes immer kardiale Faktoren eine Rolle spielen. Dies wird in den folgenden Fallberichten deutlich:

Der erste Patient war zum Zeitpunkt der Operation 16 Tage alt (49cm/3. Perzentile, 3750g/25. Perzentile). Trotz Herzinsuffizienz wurde eine ASO (Risikokategorie 3 nach Jenkins) mit einer langen Perfusionszeit (279 + 76min.), einer langen Ischämiezeit (76 + 31min.) und einer Kreislaufstillstandszeit von 3 + 26 min. durchgeführt. Am Ende der Operation wurde aus hämodynamischen Gründen primär eine TTWP angelegt. Unter hochdosierter Katecholamintherapie konnte nach einmaliger Revision und Einlage eines transdiaphragmalen Peritonealdialysekatheters der sekundäre Thoraxverschluß am 7. POT durchgeführt werden. Bereits präoperativ war wegen des Nachweises von *Acinetobacter baumannii* Ampicillin, Tobramycin und Cefotaxim verabreicht worden. Postoperativ wurde die Therapie mit Cefotaxim und Tobramycin fortgeführt und nach dem sekundären Thoraxverschluß aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen auf Meropenem, Amikacin und Vancomycin umgesetzt. Am 28. POT verstarb der Patient im septischen MOV. Ein ungünstiger Einfluß der TTWP auf den Krankheitsverlauf erscheint aus mehreren Gründen unwahrscheinlich: Bereits präoperativ wurde eine umfangreiche antibiotische Therapie durchgeführt, und unmittelbar postoperativ verschlechterte sich die vorbestehende Herzinsuffizienz in einem Maße, daß die primäre TTWP indiziert war. Im weiteren Verlauf kam es zum Nierenversagen. Nach dem sekundären Thoraxverschluß führte ein

protrahiertes MOV, das schließlich durch eine Sepsis kompliziert wurde, zum Tod.

Der zweite Patient (49cm/10. Perzentile, 4340g/75. Perzentile) hatte neben DORV, VSD, sPS, LSVS und MS eine anorektale Mißbildung, die vor dem herzchirurgischen Eingriff mit einem Kolostoma versorgt wurde. Am 11. Lebenstag wurde die Korrekturoperation mit einer PA-R, einem VSD-V und einem RVOT-P und einer primären TTWP aus hämodynamischen Gründen durchgeführt (Perfusionszeit 184 min, Ischämiezeit 45 min, Kreislaufstillstandszeit 40 min). Von den 3 nach Jenkins klassifizierbaren Eingriffen lag der höchste bei 3. Nach einer vorausgegangen Revision konnte der Thorax am 4. POT sekundär verschlossen werden. Wegen des Kolostomas erhielt der Patient bereits präoperativ Piperacillin, Ampicillin und Gentamicin. Peri- bzw. postoperativ erhielt der Patient Piperacillin und Gentamicin, nach dem sekundären Thoraxverschluß zusätzlich Cefazolin. Der Patient verstarb am 29. POT an den Folgen einer Sepsis mit *Acinetobacter baumannii* und *Enterococcus faecalis*. Das Keimspektrum legt nahe, daß das Kolostoma Ausgangspunkt der Sepsis war.

Beiden Fällen gemeinsam ist die lange Liegedauer der rechts- und linksseitigen Thoraxdrainagen (Patient 1: 12/20 Tage; Patient 2: 29/29 Tage), was zweifellos das Infektionsrisiko erhöht haben mag. In beiden Fällen erscheint ein Ausgangspunkt der Sepsis aus dem Mediastinum unwahrscheinlich, da die am 7. bzw. 4. POT gewonnenen Mediastinalabstriche steril waren.

Auch im Kollektiv von Alexi-Meskishvili et al. (2) waren kardiale Ursachen die häufigste Todesursache bei den Frühverstorbenen (in 31 Fällen „low cardiac output“ (75%), in 4 Fällen MOV (9,7%) und in 6 Fällen (14,3%) verschiedene Gründe (Hirntod, Hirnblutung, Kammerflimmern, Lungenembolie, zentrale aortopulmonale Shuntthrombose, Blutung)). In keinem Fall lag eine Sepsis vor.

4.6 Limitationen der Untersuchung

Wie alle retrospektiven Studien, so ist auch die Qualität dieser Untersuchung von der Qualität des zur Verfügung stehenden Aktenmaterials abhängig.

Beispielsweise lagen im Kollektiv von 104 Fällen nur bei 31 Patienten Mediastinalabstriche vor. Dies entspricht einem Anteil von 29,8%. Dadurch

verliert die Studie an Aussagekraft. Bei nur 1 (0,95%) positiven von 104 Mediastinalabstrichen hätte sich ein 95%-Konfidenzintervall von 0,02 - 5,19% ergeben, statt 0,08 - 16,7% bei 1 (3,23%) positiven von 31, was aber immer noch ein ausreichend gutes Ergebnis darstellt.

Hinsichtlich der antibiotischen Therapie lagen nur bei 60 der 104 Patienten (62,4%) auswertbare Angaben vor. Neben unvollständigen Akten stellten fehlende Angaben über Beginn oder Ende einer Antibiotikatherapie oder ihre Indikation ein Problem dar.

Die Infektionshäufigkeit bei TTWP mit PTFE-Membran kann wegen des Fehlens einer Vergleichsgruppe nur als Absolutwert angegeben werden. Aufgrund des ausgezeichneten Ergebnisses mit keinerlei tiefer Wundinfektion stellt dieses Fehlen jedoch hinsichtlich der klinischen Bedeutung keinen relevanten Mangel dar.

5 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Bei Patienten mit PTFE-Perikardersatz und TTWP ist die Rate der mediastinalen Infektionen unbekannt. Die vorliegende Studie untersucht retrospektiv in einem Kollektiv von 98 Kindern, bei denen nach 104 Operationen komplexer angeborener Herzfehler bei einliegender PTFE-Membran eine TTWP durchgeführt wurde, die Häufigkeit von positiven Mediastinalabstrichen und Mediastinitiden zum Zeitpunkt des Thoraxverschlusses. Bei einer medianen TTWP-Dauer von 3 Tagen kam es in keinem Fall zu einer Mediastinitis oder einem instabilen Sternum. Es gab nur einen positiven Mediastinalabstrich, bei dem es sich wahrscheinlich um eine Kontamination handelte. Es trat eine oberflächliche Wundheilungsstörung auf, die keiner weiteren chirurgischen Intervention bedurfte. Die Frühmortalität betrug 24%. Zwei an einer Sepsis verstorbene Patienten hatten sterile Mediastinalabstriche.

In der Literatur findet sich eine vergleichbare Untersuchung an 113 Patienten, von denen etwa die Hälfte während der TTWP einen Perikardersatz mit PTFE hatte. Sowohl die Frühmortalität war vergleichbar und nicht signifikant verschieden, als auch die Inzidenz von Mediastinitiden. Um jedoch bessere vergleichbare Aussagen hinsichtlich des Risikos zwischen Studien treffen zu können ist eine Risikostratifizierung nötig. Die angewandte Einteilung nach der Methode des „Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery“ (RACHS-1) erwies sich als unzureichend. Der Aristotle Comprehensive Complexity Score stellt wahrscheinlich die bessere Alternative dar.

Die Fortführung der antibiotischen Therapie über die TTWP hinaus bis zur Entfernung der Thoraxdrainagen, hat sich wie in der Literatur angegeben, bewährt.

Der Perikardersatz mit PTFE-Membran kann auch bei offenem Thorax sicher durchgeführt werden und erlaubt bei späteren Reoperationen eine sichere Re-Sternotomie.

6 Literaturverzeichnis

1. Abboud CS, Wey SB, Baltar VT. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2004; 77(2):676-683.
2. Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Uhlemann F, Lange PE, Hetzer R. Prolonged open sternotomy after pediatric open heart operation: experience with 113 patients. *Ann Thorac Surg* 1995; 59(2):379-383.
3. Allpress A, Rosenthal G, Goodrich K, Zerr D. Risk factors for surgical site infections following pediatric cardiovascular surgery. Presented at the 40th annual meeting of the infectious Disease Society of America annual meeting, Chicago 2002.
4. Amato JJ, Cotroneo JV, Galdieri RJ, Alboliras E, Antillon J, Vogel RL. Experience with the polytetrafluoroethylene surgical membrane for pericardial closure in operations for congenital cardiac defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 97(6):929-934.
5. Anderson CA, Filsoufi F, Aklog L, Farivar RS, Byrne JG, Adams DH. Liberal use of delayed sternal closure for postcardiotomy hemodynamic instability. *Ann Thorac Surg* 2002; 73(5):1484-1488.
6. Baskett RJ, MacDougall CE, Ross DB. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review. *Ann Thorac Surg* 1999; 67(2):462-465.
7. Bertram U, Moser M, Peter K, Kuecherer HF, Bekeredjian R, Straub A et al. Effects of different thrombolytic treatment regimen with abciximab and tirofiban on platelet aggregation and platelet-leukocyte interactions: a subgroup analysis from the GUSTO V and FASTER trials. *J Thromb Thrombolysis* 2002; 14(3):197-203.
8. Bitkover CY, Gardlund B. Mediastinitis after cardiovascular operations: a case-control study of risk factors. *Ann Thorac Surg* 1998; 65(1):36-40.
9. Blanchard A, Hurni M, Ruchat P, Stumpe F, Fischer A, Sadeghi H. Incidence of deep and superficial sternal infection after open heart surgery. A ten years retrospective study from 1981 to 1991. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; 9(3):153-157.
10. Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE et al. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998; 65(4):1050-1056.
11. Bou R, Peris M, Perpignan J, Ramos P, Aguilar A. A protracted outbreak of *Staphylococcus epidermidis* infections among patients undergoing valve replacement. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004; 25(6):498-503.

12. Brady M, McGlone C, Vinsel J, Hayes J. Sternal wound infections following cardiac surgery in infants. Paper presented at the 36th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy, New Orleans, LA 1996.
13. Brandt I. Growth dynamics of low-birth-weight infants. *Acta Paediatr Scand Suppl* 1985; 319:38-47.
14. Brandt I, Reinken L. [The growth rate of healthy children in the first 16 years: Bonn-Dortmund longitudinal developmental study]. *Klin Padiatr* 1988; 200(6):451-456.
15. Brandt I. *Developmental Biology, Prenatal Growth. Human Growth* 1986; 1.
16. Bruckenberger E. Herzbericht 2002. www.bruckenberger.de . 2002. Ref Type: Electronic Citation
17. Clancy RR, McGaurn SA, Wernovsky G, Spray TL, Norwood WI, Jacobs ML. Preoperative risk-of-death prediction model in heart surgery with deep hypothermic circulatory arrest in neonate. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119:347-357.
18. Cullifort AT, Cunningham JN, Zeff RH. Sternal and costochondral infections following open heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976; 72:714-726.
19. Daenen W, Lacour-Gayet F, Aberg T, Comas JV, Daebritz SH, Di Donato R et al. Optimal structure of a congenital heart surgery department in Europe. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 24(3):343-351.
20. deSilva MI, Rissing JP. Postoperative wound infections following cardiac surgery: significance of contaminated cases performed in the preceding 48 hours. *Infect Control* 1984; 5(8):371-377.
21. Documenta Geigy. Exakte Vertrauensgrenzen für p. In: Diem K, Lentner C, editors. *Wissenschaftliche Tabellen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1 A.D.: 85-103.
22. Edwards MS, Baker CJ. Median sternotomy wound infections in children. *Pediatr Infect Dis* 1983; 2(2):105-109.
23. El Oakley R, Paul E, Wong PS, Yohana A, Magee P, Walesby R et al. Mediastinitis in patients undergoing cardiopulmonary bypass: risk analysis and midterm results. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1997; 38(6):595-600.
24. Fanning WJ, Vasko JS, Kilman JW. Delayed sternal closure after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1987; 44(2):169-172.
25. Fleck TM, Koller R, Giovanoli P, Moidl R, Czerny M, Fleck M et al. Primary or delayed closure for the treatment of poststernotomy wound infections? *Ann Plast Surg* 2004; 52(3):310-314.

26. Furnary AP, Magovern JA, Simpson KA, Magovern GJ. Prolonged open sternotomy and delayed sternal closure after cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1992; 54(2):233-239.
27. Gangahar DM, McGough EC, Synhorst D. Secondary sternal closure: a method of preventing cardiac compression. *Ann Thorac Surg* 1981; 31(3):281-282.
28. Gaynes R, Marosok R, Mowry-Hanley J, Laughlin C, Foley K, Friedman C et al. Mediastinitis following coronary artery bypass surgery: a 3-year review. *J Infect Dis* 1991; 163(1):117-121.
29. Gaynor JW, Jacobs JP, Jacobs ML, Elliott MJ, Lacour-Gayet F, Tchervenkov CI et al. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: update and proposed data harvest. *Ann Thorac Surg* 2002; 73(3):1016-1018.
30. Gielchinsky I, Parsonnet V, Krishnan B, Silidker M, Abel RM. Delayed sternal closure following open-heart operation. *Ann Thorac Surg* 1981; 32(3):273-277.
31. Grant RT, Breitbart AS, Parnell V. Muscle flap reconstruction of pediatric poststernotomy wound infections. *Ann Plast Surg* 1997; 38(4):365-370.
32. Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T et al. Mediastinitis and cardiac surgery--an updated risk factor analysis in 10,373 consecutive adult patients. *Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 50(2):87-91.
33. Hakimi M, Walters HL, III, Pinsky WW, Gallagher MJ, Lyons JM. Delayed sternal closure after neonatal cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107(3):925-933.
34. Harada Y, Imai Y, Kurosawa H, Hoshino S, Nakano K. Long-term results of the clinical use of an expanded polytetrafluoroethylene surgical membrane as a pericardial substitute. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 96(5):811-815.
35. Hehrlein FW, Herrmann H, Kraus J. Complications of median sternotomy in cardiovascular surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1972; 13(5):390-393.
36. Heydorn WH, Ferraris VA, Berry WR. Pericardial substitutes: a survey. *Ann Thorac Surg* 1988; 46(5):567-569.
37. Hitchcock FJ, Bennink GB, Sreeram N. PTFE membranes, redo operations, and epicardial echocardiography. *Ann Thorac Surg* 1997; 64(4):1220.
38. Huddleston CB. Mediastinal wound infections following pediatric cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 16(1):108-112.

39. Jacobs JP, Iyer RS, Weston JS, Amato JJ, Elliott MJ, de Leval MR et al. Expanded PTFE membrane to prevent cardiac injury during re sternotomy for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 1996; 62(6):1778-1782.
40. Jacobs JP, Mavroudis C, Jacobs ML, Lacour-Gayet FG, Tchervenkov CI, William GJ et al. Lessons learned from the data analysis of the second harvest (1998-2001) of the Society of Thoracic Surgeons (STS) Congenital Heart Surgery Database. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26(1):18-37.
41. Jenkins KJ, Gauvreau K. Center-specific differences in mortality: preliminary analyses using the Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery (RACHS-1) method. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124(1):97-104.
42. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH, Iezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123(1):110-118.
43. Josa M, Khuri SF, Braunwald NS, VanCisin MF, Spencer MP, Evans DA et al. Delayed sternal closure. An improved method of dealing with complications after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 91(4):598-603.
44. Kay PH, Brass T, Lincoln C. The pathophysiology of atypical tamponade in infants undergoing cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1989; 3(3):255-260.
45. Kohli M, Yuan L, Escobar M, David T, Gillis G, Comm B et al. A risk index for sternal surgical wound infection after cardiovascular surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003; 24(1):17-25.
46. Kouchoukos NT, Blackstone EH, Doty DB, Hanley FL, Karp RB. *Kirklin/Barratt-Boyes cardiac surgery: morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results and indications*. 3 ed. Churchill Livingstone, 2003.
47. Kurosawa H, Gaynor JW, Jacobs JP, Jacobs ML, Elliott MJ, Lacour-Gayet F et al. Congenital heart surgery nomenclature and database project. Update and proposed data harvest. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 50(11):498-501.
48. Lacour-Gayet F. Quality evaluation in congenital heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26(1):1-2.
49. Lacour-Gayet F, Clarke D, Jacobs J, Comas J, Daebritz S, Daenen W et al. The Aristotle score: a complexity-adjusted method to evaluate surgical results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25(6):911-924.
50. Lacour-Gayet F, Clarke D, Jacobs J, Gaynor W, Hamilton L, Jacobs M et al. The Aristotle score for congenital heart surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2004; 7:185-191.

51. Lacour-Gayet F, Maruszewski B, Mavroudis C, Jacobs JP, Elliott MJ. Presentation of the International Nomenclature for Congenital Heart Surgery. The long way from nomenclature to collection of validated data at the EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 18(2):128-135.
52. Lahtinen J, Satta J, Pokela R, Nissinen J, Juvonen T. Pericardial closure with polytetrafluoroethylene surgical membrane or biodegradable polyglycolic acid mesh after coronary artery bypass surgery--a baseline report. *Ann Chir Gynaecol* 1998; 87(1):36-39.
53. Levy I, Ovadia B, Erez E, Rinat S, Ashkenazi S, Birk E et al. Nosocomial infections after cardiac surgery in infants and children: incidence and risk factors. *J Hosp Infect* 2003; 53(2):111-116.
54. Li LY, Wang SQ. A prospective study of nosocomial infections in cardiac surgery patients in China. *Am J Infect Control* 1990; 18(6):365-370.
55. Lin CH, Hsu RB, Chang SC, Lin FY, Chu SH. Poststernotomy mediastinitis due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* endemic in a hospital. *Clin Infect Dis* 2003; 37(5):679-684.
56. Loebe M, Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Hausdorf G, Hetzer R. Use of polytetrafluoroethylene surgical membrane as a pericardial substitute in the correction of congenital heart defects. *Tex Heart Inst J* 1993; 20(3):213-217.
57. Maher KO, VanDerElzen K, Bove EL, Mosca RS, Chenoweth CE, Kulik TJ. A retrospective review of three antibiotic prophylaxis regimens for pediatric cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg* 2002; 74(4):1195-1200.
58. Maruszewski B, Lacour-Gayet F, Elliott MJ, Gaynor JW, Jacobs JP, Jacobs ML et al. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: update and proposed data harvest. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(1):47-49.
59. McAnally HB, Cutter GR, Ruttenber AJ, Clarke D, Todd JK. Hypothermia as a risk factor for pediatric cardiothoracic surgical site infection. *Pediatr Infect Dis J* 2001; 20(4):459-462.
60. McElhinney DB, Reddy VM, Parry AJ, Johnson L, Fineman JR, Hanley FL. Management and outcomes of delayed sternal closure after cardiac surgery in neonates and infants. *Crit Care Med* 2000; 28(4):1180-1184.
61. Mehta PA, Cunningham CK, Colella CB, Alferis G, Weiner LB. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients. *Pediatr Infect Dis J* 2000; 19(10):1000-1004.
62. Michalopoulos A, Kriaras J, Geroulanos S. Systemic candidiasis in cardiac surgery patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 11(4):728-731.

63. Milgater E, Uretzky G, Shimon DV, Silberman S, Appelbaum A, Borman JB. Delayed sternal closure following cardiac operations. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1986; 27(3):328-331.
64. Minale C, Hollweg G, Nikol S, Mittermayer C, Messmer BJ. Closure of the pericardium using expanded polytetrafluoroethylene GORE-TEX-Surgical Membrane: clinical experience. *Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 35(5):312-315.
65. Minale C, Nikol S, Hollweg G, Mittermayer C, Messmer BJ. Clinical experience with expanded polytetrafluoroethylene Gore-Tex surgical membrane for pericardial closure: a study of 110 cases. *J Card Surg* 1988; 3(3):193-201.
66. Mrowczynski W, Wojtalik M, Zawadzka D, Sharma G, Henschke J, Bartkowski R et al. Infection risk factors in pediatric cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2002; 10(4):329-333.
67. Nateghian A, Taylor G, Robinson JL. Risk factors for surgical site infections following open-heart surgery in a Canadian pediatric population. *Am J Infect Control* 2004; 32(7):397-401.
68. Odum JN, Tchervenkov CI, Dobell AR. Delayed sternal closure: a lifesaving maneuver after early operation for complex congenital heart disease in the neonate. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 98(3):413-416.
69. Ott DA, Cooley DA, Norman JC, Sandiford FM. Delayed sternal closure: A useful technique to prevent tamponade or compressions of the heart. *Cardiovasc Dis* 1978; 5(1):15-18.
70. Peivandi AA, Kasper-Konig W, Quinkenstein E, Loos AH, Dahm M. Risk factors influencing the outcome after surgical treatment of complicated deep sternal wound complications. *Cardiovasc Surg* 2003; 11(3):207-212.
71. Peter K, Kohler B, Straub A, Ruef J, Moser M, Nordt T et al. Flow cytometric monitoring of glycoprotein IIb/IIIa blockade and platelet function in patients with acute myocardial infarction receiving reteplase, abciximab, and ticlopidine: continuous platelet inhibition by the combination of abciximab and ticlopidine. *Circulation* 2000; 102(13):1490-1496.
72. Peter K, Straub A, Kohler B, Volkmann M, Schwarz M, Kubler W et al. Platelet activation as a potential mechanism of GP IIb/IIIa inhibitor-induced thrombocytopenia. *Am J Cardiol* 1999; 84(5):519-524.
73. Pollock EM, Ford-Jones EL, Rebeyka I, Mindorff CM, Bohn DJ, Edmonds JF et al. Early nosocomial infections in pediatric cardiovascular surgery patients. *Crit Care Med* 1990; 18(4):378-384.

74. Riahi M, Tomatis LA, Schlosser RJ, Bertolozzi E, Johnston DW. Cardiac compression due to closure of the median sternotomy in open heart surgery. *Chest* 1975; 67:113-114.
75. Ridderstolpe L, Gill H, Granfeldt H, Ahlfeldt H, Rutberg H. Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20(6):1168-1175.
76. Sachs L. Vertrauensgrenzen einer beobachteten Häufigkeit bei binomialverteilter Grundgesamtheit. Der Vergleich einer relativen Häufigkeit mit dem zugrundeliegendem Parameter. In: Sachs L, editor. *Angewandte Statistik*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1996: 433-443.
77. Samir K, Riberi A, Ghez O, Ali M, Metras D, Kreitmann B. Delayed sternal closure: a life-saving measure in neonatal open heart surgery; could it be predictable? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(5):787-793.
78. Serry C, Bleck PC, Javid H, Hunter JA, Goldin MD, DeLaria GA et al. Sternal wound complications. Management and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80(6):861-867.
79. Shore DF, Capuani A, Lincoln C. Atypical tamponade after cardiac operation in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 83(3):449-452.
80. Song DH, Lohman RF, Renucci JD, Jeevanandam V, Raman J. Primary sternal plating in high-risk patients prevents mediastinitis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26(2):367-372.
81. Stahle E, Tammelin A, Bergstrom R, Hambreus A, Nystrom SO, Hansson HE. Sternal wound complications--incidence, microbiology and risk factors. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 11(6):1146-1153.
82. Starnes VA, Griffin ML, Pitlick PT, Bernstein D, Baum D, Ivens K et al. Current approach to hypoplastic left heart syndrome. Palliation, transplantation, or both? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104(1):189-194.
83. Tabbutt S, Duncan BW, McLaughlin D, Wessel DL, Jonas RA, Laussen PC. Delayed sternal closure after cardiac operations in a pediatric population. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 113(5):886-893.
84. The Parisian Mediastinitis Study Group. Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective, multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111(6):1200-1207.
85. Tortoriello TA, Friedman JD, McKenzie ED, Fraser CD, Feltes TF, Randall J et al. Mediastinitis after pediatric cardiac surgery: a 15-year experience at a single institution. *Ann Thorac Surg* 2003; 76(5):1655-1660.

86. Valera M, Scolfaro C, Cappello N, Gramaglia E, Grassitelli S, Abbate MT et al. Nosocomial infections in pediatric cardiac surgery, Italy. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001; 22(12):771-775.
87. Valla J, Corbineau H, Langanay T, Sevray B, Felix C, Sellin M et al. [Mediastinitis after cardiac surgery. A 10-year evaluation (1985-1995)]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)* 1996; 45(7):369-376.
88. Yasuura K, Okamoto H, Morita S, Ogawa Y, Sawazaki M, Seki A et al. Results of omental flap transposition for deep sternal wound infection after cardiovascular surgery. *Ann Surg* 1998; 227(3):455-459.
89. Zacharias A, Habib RH. Factors predisposing to median sternotomy complications. Deep vs superficial infection. *Chest* 1996; 110(5):1173-1178.
90. Ziemer G, Karck M, Muller H, Luhmer I. Staged chest closure in pediatric cardiac surgery preventing typical and atypical cardiac tamponade. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992; 6(2):91-95.
91. Zobel G, Rodl S, Rigler B, Metzler H, Dacar D, Grubbauer HM et al. Prospective evaluation of clinical scoring systems in infants and children with cardiopulmonary insufficiency after cardiac surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1993; 34(4):333-337.

7 Anhang

7.1 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen, die nicht genannt werden, sind entweder an Ort und Stelle erklärt oder im weiteren Abkürzungsverzeichnis zu finden.

A.	Arteria
AKE	Aortenklappenersatz
AKR	Aortenklappenrekonstruktion
Ao.asc.	Aorta ascendens
AoBoH	Aortenbogenhypoplasie
ASA	American Society of Anesthesia
ASD	Vorhofseptumdefekt
ASE	Atrioseptektomie
ASO	arterielle Switch-Operation
AVSD	atrioventrikulärer Septumdefekt
CoA	Aortenisthmusstenose
CPR	kardio-pulmonale Reanimation
CRP	C-reaktives Protein
DORV	doppelter rechtsventrikulärer Ausflußtrakt
DS	Doppelswitch-Operation
E.coli	Escherichia coli
ECMO	extracorporeal membrane oxygenation
eHDM	externe Herzdruckmassage
Enter.	Enterokokkus
epiderm.	epidermidis
fHLHS	funktionelles hypoplastisches Linksherzsyndrom
gram(-)	gramnegativ
gram(+)	grampositiv
HLHS	Hypoplastisches Linksherzsyndrom
HLM	Herz-Lungen-Maschine
IAA	unterbrochener Aortenbogen

IQB	Interquartilbereich
KOF	Körperoberfläche
LVOT	linksventrikulärer Ausflußtrakt
LVOT-E	linksventrikuläre Ausflußtrakterweiterung
MKE	Mitralklappenersatz
mod.	modifiziert(e)
MOV	Multiorganversagen
NYHA	New York Heart Association
o.n.A.	ohne nähere Angaben
PA	Pulmonalarterie
Pat.	Patient(en)
PDA	persistierender Ductus arteriosus (Botalli)
PLVFM	partielle Lungenvenenfehlöffnung
postop.	postoperativ
POT	postoperative(r) Tag(e)
PTFE	Polytetrafluorethylen
RK	Risikoklasse
RVOT	rechtsventrikulärer Ausflußtrakt
RV-PA-C	rechtsventrikulär-pulmonalarterieller Konduit
SSW	Schwangerschaftswoche
Staph.	Staphylococcus
SV	single ventricle
TAC	Truncus arteriosus communis
TAPVR	Total anomalous pulmonary venous return
TGA	Transposition der großen Arterien
TLVFM	totale Lungenvenenfehlöffnung
TOF	Fallot'sche Tetralogie
TTWP	temporäre Thoraxwandplastik
TU	Tumor
V.a.	Verdacht auf
VSD	Ventrikelseptumdefekt
ZAPS	zentraler aortopulmonaler Shunt

7.2 Risikokategorien nach Jenkins (Auszug)

Operation	Abkürzung
1	
ASD-Verschluß	ASD-V
CoA-Resektion > 30 d	CoA-R >30
PDA-Verschluß	PDA-V
PLVFM-Korrektur	PLVFM-K
2	
ASD 1-Korrektur	ASD 1-K
ASD-VSD-Verschluß	ASD-VSD-V
Fallot-Korrektur	TOF-K
Glenn-Anastomose	Glenn
3	
Aortenklappenersatz	AKE
Arterielle Switch Operation	ASO
Atriale Switch Operation	Senning/Mustard
AVSD-Korrektur	AVSD-K
CoA-VSD-Korrektur	CoA-VSD-K
DORV-Korrektur	DORV-K
Exzision eines intrakardialen Tumors	Tu-R
Fallot-PA-Korrektur	TOF-PA-K
Fontan-Operation	Fontan
LVOT-Flickenplastik	LVOT-E
Mitralklappenersatz	MKE
Reimplantation einer anomalen Lungenarterie	PA-R
Ross-Operation	Ross
RV-PA-Conduit	RV-PA-C
Zentraler Aortopulmonaler Shunt	ZAPS

Operation	Abkürzung
4	
Aortenklappenrekonstruktion (Aortenklappensprengung oder Valvuloplastik) ≤ 30 d	AKR ≤30
AoBoH/IAA-Korrektur (mit/ohne VSD)	AoBoH/IAA-K
Atrioseptektomie	ASE
Doppel-Switch	DS
d-TGA-VSD-Korrektur	d-TGA-VSD-K
Konno-OP	Konno
Rastelli-Operation	Rastelli
TAPVR-Korrektur ≤30 d	TAPVR-K ≤30
Truncus arteriosus-Korrektur	TAC-K
Unifokalisation bei TOF-PA	Unifok
5	
Ebstein-Korrektur	Ebstein ≤30
TAC-IAA-Korrektur	TAC-IAA-K
6	
Damus-Kaye-Stansel-Operation	DKS
Norwood-Operation (bei fHLHS)	Norwood
Norwood-Operation (bei HLHS)	Norwood

7.3 Operationsbestimmende Diagnosen

Diagnose	n	Diagnose	n
HLHS	19	TOF-PA-PDA	2
TGA-IVS	10	AI	1
SV	9	Ebstein	1
TAC	7	cc-TGA-CoA	1
DORV	6	AVSD	1
TGA-VSD	5	AoBoH	1
IAA	4	AoLVT	1
TOF-PA-MAPCAs	4	CoA-VSD	1
PA-IVS	3	Herztumor	1
TAPVR	3	iAVSD	1
AoA-VSD	3	kAS	1
PA-TGA	3	kMV	1
TOF	3	TOF-AVSD	1
Conduitstenose	2	VSD	1
PAS	2	Perikardtamponade nach TOF-K	1
SAS	2	Perikardtamponade nach	1
cc-TGA-PA	2	Aortenverletzung	

Ich danke

Herrn Prof. Dr. Dr. G. Ziemer

für das freundliche Angebot der Disseration und die Schaffung von Bedingungen, unter denen die Verwirklichung der Arbeit eine angenehme und ehrenvolle Aufgabe war

Herrn Dr. W. Beierlein

für die hervorragende Betreuung, die ausgezeichnete und freundschaftliche Zusammenarbeit, sowie für das unermüdliche Engagement im Beibringen von professionellem wissenschaftlichem Arbeiten.

Für die Überlassung von Patientendaten,
für die geistige, materielle und organisatorische Unterstützung danke ich

Herrn Prof. Dr. med. Hofbeck, Kinderkardiologie

Frau Prof. Dr. med. Kaulitz, Kinderkardiologie

Frau Greiner, THG-Chirurgie

Frau Sieler, THG-Chirurgie

Herrn Dipl. biol. Storf, THG-Chirurgie

allen Mitarbeiter des Archivs, Zentralarchiv

Frau Wandel, ambulante Kinderkardiologie

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, meiner Freundin, meinen Geschwistern und Sigrid Merz.

Lebenslauf

Tobias Kunzmann

geboren am 9. Mai 1979 in Pforzheim

als ältester der vier Söhne

von Beate Kunzmann, geborene Thierfelder und Fred Kunzmann

Allgemeine Hochschulreife am 16.06.1998

Schiller-Gymnasium, Pforzheim

Zivildienst von September 1998 bis September 1999

im Carl Gustav Carus-Institut für Krebstherapie in Niefern

Medizinstudium

ab Wintersemester 1999 in Tübingen

Zweites Staatsexamen im September 2004

Seit September 2004 in Stuttgart/Basel Praktisches Jahr mit

Wahlfach Anästhesiologie/Intensivmedizin

Drittes Staatsexamen am 22. November 2005

Tübingen, den 20.12.2005