

Diplomarbeit

Minimal-invasive Herzchirurgie zur Korrektur von einfachen und komplexen kongenitalen Vitien : Neue Konzepte und Machbarkeit bei Patienten mit einem Körpergewicht unter 15 kg

eingereicht von

Ivana Tomić

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Chirurgie

Klinische Abteilung für die Herzchirurgie

Vorstand: Univ. Prof. Dr. Tscheliessnigg

unter der Anleitung von

Ao. Univ. Prof. Dr. Igor Knez

Graz, am

(Unterschrift)

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, am.....

Ivana Tomić

Danksagung:

Meine Dankbarkeit gilt Ao. Univ. Prof. Dr. Igor Knez, der mir diese Arbeit in erster Linie ermöglicht hat. Trotz seines vollen Terminkalenders fand er immer ausreichend Zeit für mich und stand mir stets mit gutem Rat zur Seite. Seine Fachkompetenz und sein enormes Engagement haben mir das Schreiben der Diplomarbeit sehr erleichtert.

Bei Ass. Dr. Mircic bedanke ich mich vor allem für seine betreuende Unterstützung, seine fachlichen Ratschläge und für das Erstellen der Statistik.

Zusammenfassung

Kernfrage und Zielsetzung

Die Kernfrage unserer Arbeit ist die Darstellung der Vorteile der minimal-invasiven Technik in der kongenitalen Herzchirurgie im Vergleich zu Standardverfahren. Dabei wird auf die Frage „Ist immer eine volle Sternotomie notwendig?“ eingegangen. Unser Ziel ist es, zu zeigen, dass das minimal-invasive Verfahren eine gute Alternative zur Standardsternotomie darstellt. Klinische Studien zeigen, dass der transartiale Verschluss des ASD bei Kindern durch eine minimal-invasive Sternotomie durchgeführt werden kann.

Mit der minimal-invasiven Technik machte man bei Kindern bisher wenige Erfahrungen. Vorteile der minimal-invasiven Technik (partielle minimal-invasive Sternotomie):

- Keine neurologischen Defekte oder Wundinfektionen
- Niedrige Komplikationsraten
- Geeignet für einfache und komplexe Atriumseptumdefekte bei Kindern
- Bessere kosmetische Resultate
- Verkleinerung der chirurgischen Inzision (ohne die Sicherheit der Operation zu gefährden)

Methodenwahl

Im unteren Sternumbereich wird eine kleine Hautinzision (in der Länge von vier Zentimetern) durchgeführt. Das Sternum wird in einer Länge von bis zu sechs Zentimetern durchtrennt. Ein spezieller Spreizer wird für die Erweiterung des geteilten Sternums verwendet, durch ihn erreicht man eine gute Darstellung des Herzens und der großen Gefäße. Im Gegensatz zur vollen Sternotomie bleiben bei der Verwendung der minimal-invasiven Sternotomie beide Pleurahöhlen geschlossen.

Ergebnisse

Die minimal-invasive Sternotomie hat zahlreiche Vorteile und ist der medianen longitudinalen Sternotomie bei Kindern vorzuziehen. Es werden bessere kosmetische Resultate mit dem Vorteil eines hohen Sicherheitsgrades erzielt.

Abstract

Background:

The advantages of minimally invasive surgery in the congenital heart surgery in relation to the conventional sternotomy are the core topics of our work.

In our work we deal with the issue, whether a full sternotomy is always a necessity. Our work is aimed at showing, that the minimally invasive sternotomy is a good alternative to the conventional sternotomy. Clinical studies show, that the transarterial closure of ASD can be performed at children with limited sternotomy.

There have not been many experiences made with the minimally invasive surgery at all. The advantages of minimally invasive surgery (sternotomy with partial skin incision) are as listed below:

- No neurological defects or wound infections
- Low complication rates
- A good option for the repair of simple and complex ASDs
- Better cosmetic results
- A small incision and a safe operation

Methods:

A 4-cm skin incision is made in the lower part of the sternum. The sternum is divided at a length of 6 cm. Then a special paediatric chest retractor is used to spread the sternum for it allows a good exposure of the great vessels and the heart. Note that pleura is not opened.

Results:

The minimally invasive sternotomy has many advantages. This technique is better for children than the conventional sternotomy. Additionally this technique achieves good cosmetic results with a high degree of safety.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	2
Danksagung.....	3
Zusammenfassung.....	4
Abstract.....	5
Inhaltsverzeichnis.....	6
Glossar und Abkürzungen.....	8
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	10
1. Einleitung.....	11
1.1. Überblick.....	11
1.2. Grundlagen.....	14
1.2.1. Physiologie des Fetus und des Neonatus.....	14
1.2.2. Vorhofmorphologie.....	15
1.2.3. Atrioventrikularverbindung.....	15
1.2.4. Ventrikelmorphologie.....	15
1.2.5. Nomenklatur und Morphologie.....	17
1.2.6. Embryologie.....	19
1.2.7. Operationsindikation des ASD.....	19
1.2.8. Atriumseptumdefekt.....	20
1.2.9. Herzlungenmaschine.....	22
1.2.10. Untersuchungen/ Versorgung.....	23
2. Chirurgische Methoden.....	24
2.1. Mediane longitudinale Sternotomie.....	24
2.2. Anterolaterale Thorakotomie.....	25
2.3. Minimal-invasive Sternotomie.....	26
2.3.1. Bildbeschreibung des OP-Ablaufes.....	27
2.3.2. Arten des ASD-Verschlusses.....	38
2.3.3. Tabellen: Vergleich der beiden Gruppen.....	39
2.4. Port-Access Chirurgie.....	41

2.5. Mediane longitudinale Sternotomie mit kleiner Hautinzision.....	41
2.6. Mittlere axilläre muskelsparende Thorakotomie.....	41
2.7. Transxiphoides Verfahren ohne die mediane Sternotomie.....	42
2.8. Rechte infraaxilläre Thorakotomie.....	42
2.9. Rechte vordere submamilläre Minithorakotomie.....	42
2.10. Nachteile und Vorteile des jeweiligen Verfahrens.....	44
3. Vorstellung eines Patientenfalles.....	51
4. Ergebnisse.....	54
5. Diskussion.....	56
6. Literaturverzeichnis.....	63
7. Curriculum vitae.....	67

Glossar und Abkürzungen

Abb.	Abbildung	KÖF	Körperoberfläche
Ao	Aorta	LA	linkes Atrium
ASD	Atriumseptumdefekt	LV	linker Ventrikel
AV	atrioventrikulär	LVOT	left ventricular outflow tract
AZ	Allgemeinzustand		
BKS	Blutkörperchensenkung	m	Meter
ca.	circa	min.	Minuten
cm	Zentimeter	MIPS	minimal-invasive partielle Sternotomie
CT	Computertomographie		
dl	Deziliter	ml	Milliliter
EKG	Elektrokardiogramm	mm	Millimeter
EKZ	Extrakorporalezirkulation	MRT	Magnetresonanztomographie
EPO	Erythropoetin		
FU	Filtration unit	MUF	modifizierte Ultrafiltration
g	Gramm	NaCl	Natriumchlorid
h	Stunde	OP	Operation
HA	Herzachse	P	Wahrscheinlichkeit
Hb	Hämoglobin	PA	Pulmonalarterie
HF	Herzfrequenz	PE	Pleuraerguss
Hkt	Hämatokrit	PV	Pulmonalvene
HLM	Herzlungenmaschine	RA	rechtes Atrium
HT	Herzton	RSB	Rechtsschenkelblock
HZV	Herzzeitvolumen	RV	rechter Ventrikel
IAS	interatriales Septum	RVOT	right ventricular outflow tract
ICR	intercostaler Raum		
i.v.	intravenös	SM	Schrittmacher
IVC	Vena cava inferior	SVC	Vena cava superior
IVS	interventrikuläres Septum	TEE	transösophageale Echokardiographie
KCl	Kaliumchlorid		
KG	Körpergewicht	VSD	Ventrikelseptumdefekt
kg	Kilogramm		

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Verschiedene Zugänge zum Herzen.....	24
Abb. 2: Narbe nach der anterolateralen Thorakotomie bei einer 29-jährigen Frau.....	26
Abb. 3-21: Bildbeschreibung des OP-Ablaufes, Klinische Abteilung für die Herzchirurgie, Medizinische Universität Graz	27-36
Abb. 22: Narbe nach der minimal-invasiven Sternotomie, Klinische Abteilung für die Herzchirurgie, Medizinische Universität Graz.....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der MIPS-Gruppe 1 und der Sternotomie-Gruppe 2, Klinische Abteilung für die Herzchirurgie, Medizinische Universität Graz.....39

Tabelle 2: Vergleich der MIPS-Gruppe < 15 kg KG und der Sternotomie-Gruppe < 15 kg KG, Klinische Abteilung für die Herzchirurgie, Medizinische Universität Graz.....40

1. Einleitung

1.1. Überblick

Die mediane Sternotomie war lange Zeit das beste Verfahren für den Zugang zu den kardialen Strukturen, weil sie eine relativ sichere Operation ermöglicht, die nur mit wenigen Risiken verbunden ist. Allerdings hinterlässt dieses Verfahren eine lange sichtbare Narbe, die für viele Patienten ein Problem darstellt. Bei Kindern und jungen Erwachsenen kann es zu Fehlentwicklungen des knöchernen Brustkorbes kommen. Deswegen suchte man nach Alternativen. Mehrere wurden für den Zugang zum Herzen gefunden, aber sie alle haben Nachteile, auf die noch eingegangen wird. Das beste Verfahren für den Verschluss des ASD bei Kindern ist die partielle minimal-invasive Sternotomie. Sie ist auch bei älteren und größeren Kindern anwendbar. Man erreicht damit einen ausreichenden Zugang zum Herzen und den großen Gefäßen, ohne die kosmetischen Nachteile der medianen Sternotomie in Kauf nehmen zu müssen. [12]

Die Operationen des ASD begannen 1948. Alle Herzoperationen wurden ab 1960 mit der HLM durchgeführt. Als Zugang diente die mediane longitudinale Sternotomie. Dieser Zugang ist aber mit einigen Komplikationen verbunden wie nicht allzu guten kosmetischen Resultaten, postoperativen Schmerzen und der Länge der Inzision. Die videoassistierte Endoskopie-Chirurgie leitete die Ära der minimal-invasiven Chirurgie ein. Sie steht jedoch noch am Anfang. Außerdem wird das Standardinstrumentarium verwendet. [27]

Eine zwangsläufige Evolution der minimal-invasiven Verfahren steht noch bevor, um zu klären, ob sie genau so sicher und effektiv, wie die mediane Sternotomie, sind. Es gibt verschiedene minimal-invasive Verfahren. Um eines auszuwählen, müssen die Vorteile und Nachteile abgewogen werden. Das minimal-invasive Verfahren, für das man sich entscheidet, muss auf den Patienten abgestimmt sein.

Die Vorteile der minimal-invasiven Chirurgie verglichen mit der medianen longitudinalen Sternotomie sind nach Meinung der Verfasser dieser Studie [27]:

- I.** Kleinere Inzision
- II.** Weniger postoperative Schmerzen, weniger analgetische Injektionen
- III.** Schnellere Genesung und gute Heilungschancen
- IV.** Kürzerer Krankenhausaufenthalt
- V.** Geringere Kosten
- VI.** Bessere kosmetische Resultate
- VII.** Reduktion der postoperativen Mediastinitis
- VIII.** Sichere Methode
- IX.** Kürzere Dauer der endotrachealen Intubation
- X.** Kürzere postoperative Drainage
- XI.** Weniger postoperative Blutungen
- XII.** Niedrigere Komplikationsraten
- XIII.** Keine neurologischen Defekte
- XIV.** Die Patienten wachen problemlos aus der Anästhesie auf
- XV.** Die Hämostase wird nach Atriotomie und Perikardiotomie schnell eingestellt
- XVI.** Schnelleres Wiedereingliedern in die Gesellschaft

Weiters ist die Operation des ASD durch die minimal-invasive Chirurgie sicherer, einfacher und effektiver als die mediane longitudinale Sternotomie. Deshalb stellt sie eine gute Option für die Reparatur des ASD dar. [27]

Für den Verschluss des ASD verwendet man folgende Zugänge: die mediane longitudinale Sternotomie, die mediane longitudinale Sternotomie mit kleiner Hautinzision, die partielle minimal-invasive Sternotomie, das transxiphoide Verfahren, die rechtsseitige anterolaterale Thorakotomie, die submamilläre Thorakotomie und die infraaxilläre Thorakotomie. Auf diese Verfahren wird in dieser Arbeit noch ausführlicher eingegangen.

Unsere Studie ist retrospektiv und nicht randomisiert. Es wurden zwei Gruppen (eine MIPS- und eine Sternotomie-Gruppe) verglichen und auf verschiedene Parameter (FU, Aufenthaltsdauer, Alter, KÖF, OP-Zeit, HLM-Zeit, Cross-clamp-Zeit, MUF, Hämoglobin, Hämatokrit, Beatmungszeit und Summe-Drains) hin untersucht. Diesen beiden Gruppen wurden jeweils 20 Patienten zugeteilt. Wir haben auch die MIPS-Gruppe unter 15 kg KG (zwölf Patienten) und die Sternotomie-Gruppe unter 15 kg KG (sieben Patienten) auf die oben genannten Parameter hin untersucht. Die Daten von den Tabellen sind im Kapitel 2.3.3. *Tabellen: Vergleich der beiden Gruppen* ersichtlich.

Auch wir behaupten, dass die minimal-invasive Sternotomie ein sicheres und effektives Verfahren für einfache und komplexe kongenitale Atriumseptumdefekte, verbunden mit besseren kosmetischen Resultaten, darstellt. Wir konnten nicht bestätigen, dass die minimal-invasive Sternotomie bei Kindern zu weniger postoperativen Schmerzen, schnellerer Genesung, kürzerem Krankenhausaufenthalt und geringeren Kosten führt. Die postoperativen Schmerzen sind für Kinder schwierig zu beschreiben, deswegen ist nicht klar, welches Verfahren weniger Schmerzen verursacht.

Unsere Patienten blieben zehn bis 14 Tage im Krankenhaus. Wir insistierten nicht, die Patienten früher zu entlassen, denn die Dauer des Krankenhausaufenthaltes hängt von diversen Faktoren ab als nur von der postoperativen Genesung alleine. Was die Kosten anbelangt, können wir sagen, dass das österreichische Gesundheitssystem an Kindern nicht spart und, dass deswegen die Kosten nicht so sehr berücksichtigt werden. Grundsätzlich ist dieses Verfahren das Beste für Kinder mit einem Körpergewicht unter 15 kg.

1.2. Grundlagen

1.2.1. Physiologie des Fetus und des Neonatus

Der fetale Kreislauf zirkuliert folgendermaßen:

Die Nabelvene führt das Blut aus der Plazenta zum Fetus, durch die das mit Sauerstoff angereicherte Blut fließt. Daraufhin strömt das Blut in den Ductus venosus arantii und dieser führt das Blut in die Vena cava inferior. In die Leber gelangt nur wenig Blut. Die Vena cava inferior befördert das Blut aus der Nabelvene, der Pfortader und der unteren Extremität in den rechten Vorhof. Ein Teil des Blutes (25 Prozent) aus der Vena cava inferior fließt durch das Foramen ovale in den linken Vorhof. Über den linken Vorhof gelangt das Blut anschließend in den linken Ventrikel. Dort vermischt sich das Blut mit dem pulmonalvenösen Blut. Das Blut, das aus dem linken Ventrikel kommt, versorgt die obere Extremität, das Koronarsystem und das Gehirn. Zehn Prozent des Blutes aus dem linken Ventrikel fließen durch die Aorta descendens. Die obere Hohlvene befördert das venöse Blut (25 Prozent) in den rechten Vorhof. Der Großteil dieses Blutes fließt in den rechten Ventrikel und dann in die Pulmonalarterie. In den Lungen herrscht ein hoher pulmonalvaskulärer Widerstand, deswegen fließen durch die Lungen nur acht Prozent des Blutes. Die verbleibenden 92 Prozent des Blutes fließen durch den Ductus arteriosus in die Aorta. Grundsätzlich versorgt der linke Ventrikel (35 Prozent des HZV) die obere Extremität und der rechte Ventrikel (65 Prozent des HZV) die untere Extremität. Die Nabelarterie bringt das Blut letztendlich wieder zurück in die Plazenta, damit es erneut mit Sauerstoff angereichert werden kann (Ductus arteriosus: 60 Prozent des HZV). Wenn ein Fetus schwere kardiale Missbildungen hat, wird er wegen der Kurzschlussverbindungen ausreichend versorgt. Nach der Geburt schließen sich diese Kurzschlussverbindungen (Foramen ovale, Ductus arteriosus, Ductus venosus) und das Neugeborene entwickelt Symptome, die eine Folge der Hypoperfusion sind. Wegen des fehlenden Nabelvenenzustroms obliteriert der Ductus venosus zwangsläufig. Nach der Geburt fließt das Blut nicht mehr von der Nabelvene und dem Ductus venosus in die Vena cava inferior. Dadurch verschließt sich das Foramen ovale, weil die Linksverlagerung des Septum primum abnimmt. Der linksventrikuläre Einstrom wird stärker und deshalb entfaltet sich die Lunge. Weiters verschließt die muskuläre Kontraktion den Ductus arteriosus (bedingt durch die hohe Sauerstoffspannung und wenig Prostaglandine). Der pulmonalvaskuläre Widerstand sinkt in den letzten Gestationswochen, nach der Geburt fällt er weiter. Durch die Lungen fließt jetzt mehr Blut. [26]

1.2.2 Vorhofmorphologie

Situs solitus (Normalfall): Der rechte Vorhof ist rechts und der linke Vorhof links.

Situs inversus: Die spiegelbildliche Situation liegt vor.

Rechts- oder Linksisomeren: Hierbei gibt es nur morphologisch rechte oder linke Vorhöfe. Außerdem liegen viscerale Heterotaxien (abnormale oder asymmetrische Anordnung von Organen) vor. [26]

1.2.3. Atrioventrikularverbindung

Konkordant, diskordant, ambigüös: Jeder Vorhof mündet in einen separaten Ventrikel.

Atrioventrikuläre Konkordanz: Der rechte Vorhof mündet in den rechten Ventrikel, der linke Vorhof in den linken Ventrikel.

Atrioventrikuläre Diskordanz: Der rechte Vorhof mündet in den linken Ventrikel, der linke Vorhof in den rechten Ventrikel.

Eine atrioventrikuläre Konkordanz bzw. Diskordanz kann bei *Situs solitus* und *Situs inversus* vorkommen, nicht aber bei der Vorhofisomerie, weil hierbei die Atrioventrikularverbindung schwer erkennbar ist. Falls nur ein Vorhof mit den beiden Ventrikeln verbunden ist, existiert keine Atrioventrikularverbindung. [26]

1.2.4. Ventrikelmorphologie

Linker Ventrikel: Eine glatte Innenseite, Criss-cross-Trabekularisierung, keine septalen Chordaeansätze der AV-Klappen.

Rechter Ventrikel: Grob trabekularisiert, septale Chordaeansätze.

Eine fibröse Kontinuität befindet sich zwischen Aortenklappe und Mitralklappe, zwischen Pulmonalklappe und Trikuspidalklappe befindet sich ein muskuläres Infundibulum.

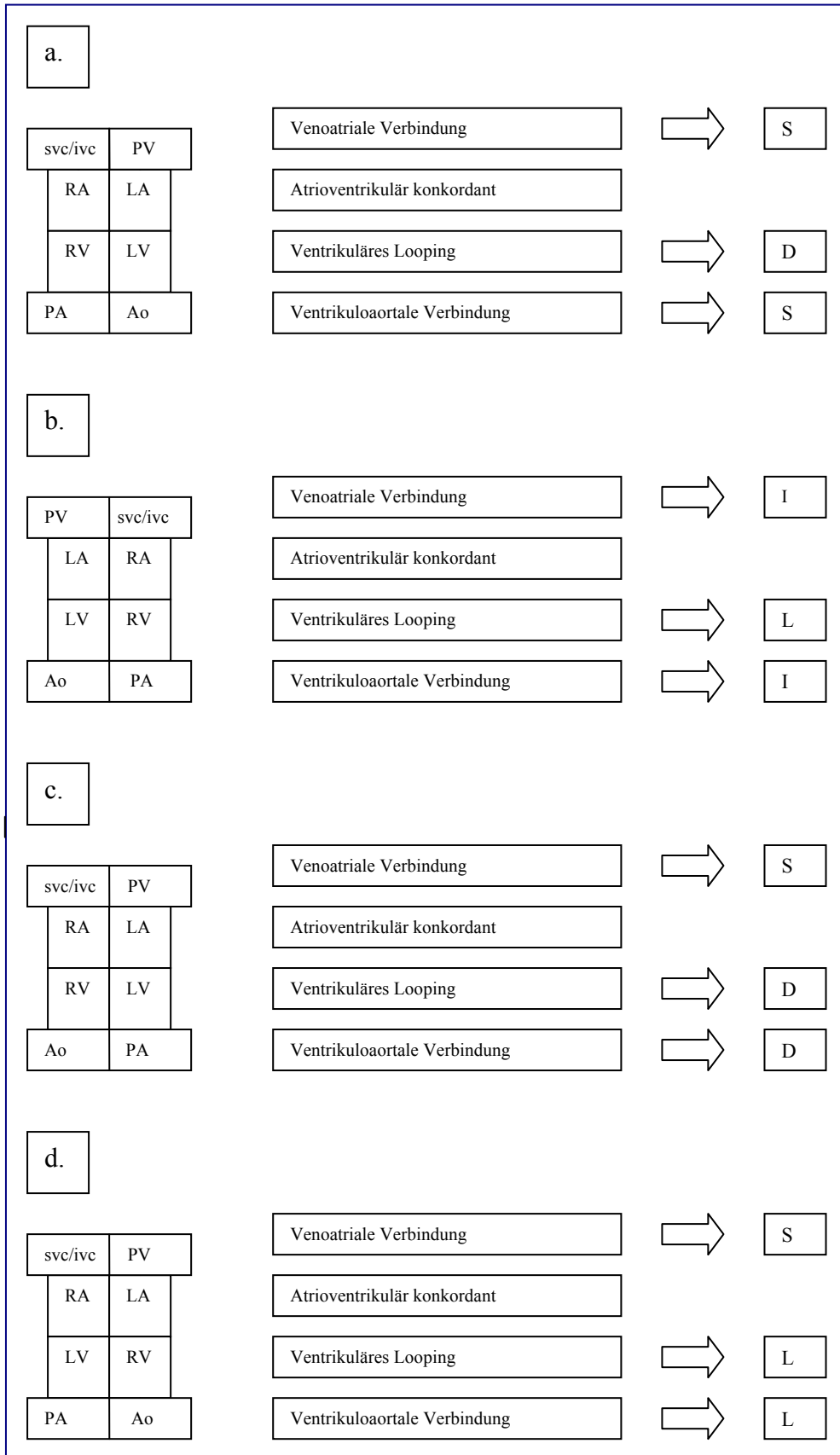
Konkordante ventrikuloarterielle Verbindung: Die Aorta kommt (rechts posterior) aus dem linken Ventrikel, die Pulmonalarterie (links anterior) aus dem rechten Ventrikel.

Diskordante Situation: Die Aorta kommt aus dem rechten Ventrikel und die Pulmonalarterie aus dem linken Ventrikel. *D-Loop* (Rechte-Hand-Muster): Die rechte Hand wird auf das Septum des rechten Ventrikels gelegt. Der Zeigefinger zeigt zur Pulmonalklappe, der Daumen zur Trikuspidalklappe. Der rechte Ventrikel ist rechts und anterior und der linke Ventrikel links und posterior. *L-Loop* (Linke-Hand-Muster): Es wird eine linkshändige Morphologie des rechten Ventrikels gezeigt. D-Loop und L-Loop sind isomer zueinander.

X-Loop: Unklare Morphologie. *Situs ambiguus*: Undifferenzierte Ventrikelmorphologie mit Double inlet. [26]

1.2.5. Nomenklatur und Morphologie:

Text und Schema sind dem Verfasser dieses Buches [26] nachempfunden.



Die Morphologie wird nach Van Praagh in folgende Gruppierungen unterteilt: ventrikuloaortale Verbindung, venoatriale Verbindung, ventrikuläres Looping. [26]

Ad. a.) Normales Herz (S, D, S)

Ad. b.) Situs inversus (I, L, I)

Ad. c.) Einfache Transposition der großen Arterien (S, D, D)

Ad. d.) Korrigierte Transposition der großen Arterien (S, L, L)

Venoatriale Verbindung:

S: Situs solitus

I: Situs inversus

A: Situs ambiguus

Vertrikuläres Looping:

D: D-Loop

L: L-Loop

X: Nicht erkennbar

Ventrikuloaortale Verbindung

S: Als Situs solitus bezeichnet man die konkordante ventrikuloaortale Verbindung mit der Aorta rechtsseitig der Pulmonalarterie.

I: Als Situs inversus bezeichnet man die konkordante ventrikuloaortale Verbindung mit der Aorta linksseitig der Pulmonalarterie.

D: Bei der klassischen Transposition der großen Arterie liegt die folgende Situation vor: Eine diskordante ventrikuloaortale Verbindung mit der Aorta rechtsseitig der Pulmonalarterie.

L: Befindet sich der rechte Ventrikel links und besteht auch eine Transposition der großen Arterien, zeigt sich folgende Situation: Eine diskordante ventrikuloaortale Verbindung mit der Aorta linksseitig der Pulmonalarterie.

A: Die Aorta befindet sich direkt anterior zur Pulmonalarterie. [26]

Weitere Abkürzungen:

SVC/IVC: Vena cava superior/Vena cava inferior

PV: Pulmonalvene

PA: Pulmonalarterie

Ao: Aorta

RA: Rechtes Atrium

RV: Rechter Ventrikel

LA: Linkes Atrium

LV: Linker Ventrikel

1.2.6. Embryologie

Das Vorhofseptum entwickelt sich aus dem Septum primum und dem Septum secundum. Nach der vierten Woche entsteht das Septum primum, das sichelförmig vom Dach des Vorhofs erwächst. Während dessen Wachstum entstehen das Ostium primum und das Ostium secundum. Wenn sich das Septum primum mit dem Endokard verbindet, wird das Ostium primum verschlossen. Daraufhin reißt an einer Stelle das Septum primum und es entsteht das Ostium secundum. Die Erweiterung des rechten Vorhofs führt zum Wachstum des Septum secundum, das sich vom Dach des Vorhofs als sichelförmige Falte vor das Septum primum legt. Anschließend verschließt das Septum secundum das Ostium secundum. Das Septum secundum ist eine dicke muskuläre Falte mit einem Randsaum. Außerdem besteht es aus Fettgewebe, deswegen ist es kein richtiges Septum. Das Septum secundum hinterlässt einen sichelförmigen Rand, den man Foramen ovale nennt. Wenn die beiden Septen nach der Geburt nicht miteinander verschmelzen, entsteht ein offenes Foramen ovale. [26, 28]

1.2.7. Operationsindikation des ASD

ASD wird zufällig diagnostiziert. Die Operationsindikation ist von der Symptomatik abhängig. In der Neonatal- und Kleinkindperiode ist der ASD meistens klein, die Kinder zeigen noch keine Symptome. In dieser Zeit sind die Wände der Herzkammern gleich dick und der pulmonalvaskuläre Widerstand ist annähernd so groß wie der systemische Widerstand. In den meisten Fällen werden die Kinder im Kleinkindalter operiert, seltener im Vorschulalter. Symptome des ASD sind Gedeihstörungen und Herzinsuffizienz und die

Kontraindikationen für eine Operation: die Eisenmenger-Reaktion und ein hoher pulmonalarterieller Widerstand. [26]

1.2.8. Atriumseptumdefekt (ASD)

Ein ASD ist eine Verbindung zwischen Atrium dextrum und Atrium sinistrum. Man kann es als ein Loch im Vorhofseptum beschreiben. Eine solche Verbindung entspricht nicht der Norm. Die Vorhofseptumdefekte machen zehn Prozent aller angeborenen Herzfehler aus. Es sind mehr Frauen als Männer betroffen. Es gibt ASD I, ASD II und Sinus-venosus-Defekte. ASD I befindet sich weiter unten im Vorhofseptum, dadurch kann die AV-Klappenanatomie fehlerhaft sein (Spaltung der Segel- und der Mitralklappe). ASD II befindet sich im Areal der Fossa ovalis.

Der Sinus-venosus-Defekt ist im dorsalen rechten Vorhof zu finden, im Bereich der Hohlveneneinmündung. ASD II (75 Prozent) tritt am häufigsten auf. Marfan-, Turner-, und Down-Syndrom können beim ASD vorkommen. [1, 5]

Konsequenzen:

Im linken Vorhof ist der Druck höher als im rechten, deshalb fließt beim ASD Blut von links nach rechts. Es entsteht ein so genannter Links-Rechts-Shunt. Es strömt mehr Blut durch die Lungen, weil im kleinen Kreislauf mehr Blut fließt als im großen Kreislauf. Der rechte Vorhof und die rechte Kammer werden mit dem vermehrten Volumen überlastet, die Folge ist eine Vergrößerung derselben. [1, 5]

Oxygeniertes Blut fließt aus der Lunge zuerst in den linken Vorhof, dann in den rechten, als nächstes in den rechten Ventrikel und zuletzt durch die Pulmonalklappe wieder zurück in die Lunge. Der rechte Vorhof, der rechte Ventrikel und der Lungenkreislauf werden mit der Zeit überlastet. Im Lungenkreislauf kann sich der Widerstand erhöhen und eine Shuntumkehr kann die Folge sein. Es entsteht ein Rechts-Links-Shunt (Eisenmengerreaktion). [1]

Der pulmonale Hochdruck erfolgt beim ASD selten. Die Symptome hängen von der Größe des Defektes ab. Bei größeren Defekten sind die Symptome ausgeprägter (Entwicklungsstörungen, verminderte Leistung, Ermüdung, Dyspnoe, pulmonale Infekte, Brustschmerzen,

Insulte, Rechtsherzinsuffizienz, blasse Hautfarbe, niedriger Blutdruck). Sehr kleine Defekte können sich spontan verschließen. [1, 5]

Patienten mit kleinem ASD können beschwerdefrei leben, sogar bis ins hohe Alter. Patienten mit großem ASD haben schon in ihrer Kindheit auffällige Symptome. [2]

Diagnose:

Im EKG erkennt man den kompletten oder den inkompletten RSB. Im zweiten ICR links kann man eine Spaltung des zweiten Herztons oder Systolikum auskultieren. Die Echokardiographie ermöglicht es, den ASD nachzuweisen und die Shuntrichtung zu bestimmen. Sie dient auch dazu, den Druck in der Pulmonalarterie und im rechten Ventrikel sowie die Vergrößerung des rechten Vorhofes und des rechten Ventrikels zu bestimmen. In der MRT kann man genauso den ASD nachweisen. [1]

Konsequenzen nach der Operation:

Schlechte Herzfunktion, hoher pulmonalarterieller Druck und supraventrikuläre Tachykardien können die Folge der Operation sein. Außerdem kann sich das Septum bei einer Erweiterung des Herzens nicht normal bewegen. Bei Vorhofflimmern und Vorhofflattern entwickelt sich womöglich eine Hirnembolie. Aber es kann auch zu einem erneuten Shunt kommen. [1]

Nach der Operation am Herzen kann es auch nach einem langen beschwerdefreien Intervall zu einem Postperikardiotomie-Syndrom kommen. Die Symptome des Postperikardiotomie-Syndroms sind retrosternale Schmerzen, Pleura- oder Perikarderguss. [7] Bei der Eisenmengerreaktion ist eine Lungentransplantation indiziert. [1]

1.2.9 Herzlungenmaschine (HLM)

Die Herz-Lungen-Maschine übernimmt die Funktion des Herzens und der Lunge. Das Blut fließt außerhalb des Körpers, deswegen wird dieses Verfahren auch die EKZ genannt. Das Prinzip der HLM funktioniert auf folgende Weise: Das venöse Blut des Patienten wird über die Vena cava inferior und über den rechten Vorhof oder die Vena cava superior abgesaugt. Dadurch wird es in ein venöses Reservoir geleitet. Die Rollerpumpe dient zur Beförderung des Blutes. Das Blut kommt anschließend in den Oxygenator mit integriertem Wärmeaustauscher. Dort wird es mit Sauerstoff gesättigt und von Kohlendioxid befreit. Der Wärmeaustauscher senkt die Körpertemperatur des Patienten und wärmt den Organismus nach der Operation auf. Die Temperatursenkung ist deswegen notwendig, weil der Grundumsatz herabgesetzt wird. Dadurch erreicht man längere Ischämiezeiten des Herzmuskels. Zum Schluss wird das Blut noch durch einen arteriellen Filter gepumpt und letztendlich fließt es in die Aorta ascendens. *Totaler Bypass*: Das Blut fließt weder durch das Herz noch durch die Lungen. *Partieller Bypass*: Die obere Kanüle wird zurück in den rechten Vorhof geschoben. So fließt ein Teil des Blutes aus der Hohlvene in den rechten Vorhof und in den rechten Ventrikel. *Hypothermie*: Die Körpertemperatur wird durch den Wärmeaustauscher gesenkt, um den Grundumsatz des Herzmuskels herabzusetzen, den Sauerstoffbedarf zu verringern und die Ischämiezeit zu verlängern. Weiters gibt man Ringer-Lactat-Lösung (vier Grad Celsius) in den Herzbeutel, um die Ischämiezeit zusätzlich zu verlängern. *Myokardprotektion*: Man klemmt die Aorta ab, um den Herzstillstand zu bewirken. So werden die Koronararterien proximal der Aortenklappe nicht mehr durchblutet und deswegen wird in die Aortenwurzel eine kardioplegische Lösung injiziert, um eine Schädigung des Herzens zu vermeiden. Diese Lösung besteht aus KCl, NaCl, Kalzium, Prokain, Puffer und Glukose. Nach der Operation wird der Patient aufgewärmt, die Aortenklappe entfernt, die Kanülen werden abgeklemmt und die EKZ wird beendet. Zuerst werden die venösen Kanülen entfernt, dann die Aortenkanüle. Am Ende der Operation werden dem Patienten die epikardialen Schrittmacherelektroden an Vorhof und/oder Ventrikel angelegt. [4]

1.2.10 Untersuchungen/ Versorgung

Untersuchungen vor der Operation:

Bevor man eine Herzoperation durchführt, muss eine genaue Diagnose erstellt werden.

Man verwendet dafür Folgendes:

Anamnese

Thoraxröntgen

EKG (Ruhe-EKG, Belastungs-EKG, Langzeit-EKG)

Echokardiographie

CT, Spiral-CT, MRT

Szintigraphie

TEE

Angiographie, Koronarangiographie, Linksherzkatheter, Rechtsherzkatheter [3]

Versorgung nach der Operation:

- Beobachten, Monitoring, Wundversorgung
- Kontrolle von: Puls, Blutdruck, Pulmonaldruck, zentralen Venendruck, Herzzeitvolumen, Herzindex, Blutverlust, Urin, EKG-Monitoring, Serumelektrolyte, Säure-Basen-Haushalt, Gerinnungsparameter, Temperatur
- Thoraxröntgen
- Medikamente: Antibiotika, vorlast- und nachlastsenkende Medikamente, Heparin, etc.
- Neurologische Untersuchung [3]

2. Chirurgische Methoden

In diesem Kapitel werden wir diverse chirurgische Zugangswege zum Herzen und den großen Gefäßen vorstellen und erklären, weil sie einen wesentlichen Bestandteil unserer Arbeit darstellen. Im weiteren Verlauf werden wir Vorteile und Nachteile des jeweiligen Verfahrens erläutern und mit der partiellen Sternotomie (minimal-invasive Chirurgie) vergleichen.

Der Text und das Bild sind dem Verfasser dieser Studie [8] nachempfunden.

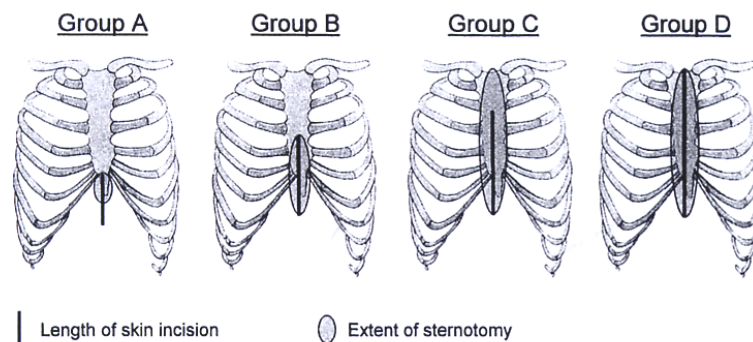


FIGURE 1. Schematic drawing of sternal access: transxiphoidal (group A), inferior sternotomy (group B), and complete sternotomy with partial (group C) or full skin incision (group D).

Abb. 1: Verschiedene Zugänge zum Herzen

2.1. Mediane longitudinale Sternotomie

Der Patient befindet sich in allgemeiner Intubationsnarkose. Es werden sämtliche anästhesiologische Leitungen für das kardiopulmonale Monitoring gelegt. Der Hautschnitt beginnt vom Jugulum und endet unterhalb des Schwertfortsatzes. Ein elektrisches Messer schneidet die Subcutis durch und die Muskulatur (Musculus pectoralis major) wird vom Sternum entfernt. Die oszillierende Säge spaltet das Sternum. Das Thymusgewebe wird auf die Seite verdrängt. Die Ränder des Sternums werden mit Tüchern abgedeckt und die Thoraxsperrre wird angelegt. Daraufhin wird das Perikard eröffnet (in Längsrichtung) und mit den Fäden fixiert. Weitere Schritte sind das Anschlingen der Aorta und die Heparin-gabe. Die Aorta ascendens wird kanüliert. Der rechte Vorhof wird getrennt bikaval kanüliert. Es folgt das Angehen an die EKZ. Es werden die beiden Hohlvenen angeschlungen. Der Patient wird auf 32 Grad Celsius Kerntemperatur gekühlt. Die Aorta ascendens wird geklemmt und eine St. Thomas Kardioplegielösung wird instilliert. Das Herz steht nun still und das rechte Atrium wird eröffnet. Es wird abgesaugt und der ASD wird dargestellt. Der ASD

wird durch direkte Naht (Prolen 4/0 oder 5/0) oder durch ein Patch verschlossen. Das Entlüften ist der nächste Schritt.

In der Kopftieflage wird der Blutfluss freigegeben: Die Aorta ascendens wird entlüftet, die Aortenklemme entfernt und das Herz beginnt zu schlagen. Der rechte Vorhof wird nun mit einer Fortlaufnaht (Prolen 5/0) verschlossen.

Partiellgehen: Zurückziehen der oberen Venenkanüle in den rechten Vorhof. Leichtes Beatmen des Patienten. Die untere Hohlvenenkanüle wird entfernt. Die SM-Elektroden werden angenäht. Man geht von der EKZ ab. Es folgt die modifizierte Ultrafiltration (MUF) (40-60 ml/kg KG) über die obere Kanüle. Anschließend wird die obere Hohlvenenkanüle entfernt. Dann wird Protamin verabreicht und die Aortenkanüle entfernt. Die letzten Schritte sind: Thoraxsaugdrainage in den rechten Thorax, Blutstillung, Perikardverschluss, mediastinale Saugdrainage, Sternumverschluss, Subcutan- und Hautverschluss.

2.2. Anterolaterale Thorakotomie

Der Patient wird in die linke schräge Halbseitenlage gebracht. Der Hautschnitt beginnt in der Höhe des vierten oder fünften Intercostalraumes rechtsseitig des Sternumrandes. Der Hautschnitt verläuft dann entlang der Rippe und reicht bis zu der hinteren Axillarlinie, 3,5 bis vier Zentimeter unter dem Warzenvorhof. Nach der Inzision der Subcutis erfolgt die Blutstillung. Der kraniale Hautlappen wird von der Muskulatur getrennt und aufgeklappt. Anschließend durchschneidet man den Musculus pectoralis major und den Musculus serratus anterior. Mit dem Elektrokauter wird das Periost durchtrennt und ein scharfer Haken zieht die Rippe nach oben. Die Pleura wird geöffnet und der Rippenknorpel durchtrennt. Der Thorax wird an der vierten Rippe geöffnet. Es muss geachtet werden, die Arteria und Vena thoracica interna nicht zu schädigen. Nach der Thoraxsperre und dem Abdecken der Wundränder mit Tüchern wird das Perikard eröffnet. Die HLM wird wie bei der konventionellen medianen Sternotomie angeschlossen. Es ist auch möglich, die HLM an die Leistengefäßen anzuschließen. ASD und Atriotomie und Perikard werden verschlossen. Außerdem wird ein Drain in den vorderen Thorax, einer in den Recessus geführt. Die Thorakotomie wird verschlossen und die Muskulatur genäht. Es folgen die Subcutannaht und die Hautnaht. [4, 6, 22]



Abb. 2: Narbe nach der anterolateralen Thorakotomie bei einer 29-jährigen Frau [22]

2.3. Die minimal-invasive Sternotomie

Der Patient befindet sich in allgemeiner Intubationsnarkose. Der Hautschnitt hat eine Länge von 3,5 bis vier Zentimetern und erfolgt im unteren Sternumdrittel. Ein elektrisches Messer durchtrennt die Subcutis, die Muskulatur wird vom Sternum entfernt. Das Sternum wird im unteren Drittel mit der oszillierenden Säge oder einer starken Schere partiell durchtrennt. Als nächstes werden die Spreizer quer eingesetzt und das Thymusgewebe auf die Seite verdrängt. Daraufhin wird das Perikard in Längsrichtung eröffnet und mit den Fäden fixiert.

Weitere Schritte sind: Tabaksbeutelnaht an Herzohr mit Prolen 5/0, das Anschlingen der Aorta und die Heparinabgabe. Die Aorta ascendens wird kanüliert. Der rechte Vorhof wird kanüliert. Es folgt das Angehen an die EKZ. Das rechte Herz wird hervor luxiert und eine Tabaksbeutelnaht mit Prolen 5/0 wird an die Vena cava inferior verankert. Schließlich kanüliert man die Vena cava inferior und schaltet sie zur EKZ dazu. Es werden auch die beiden Hohlvenen angeschlossen. Die obere Hohlvenenkanüle wird in die Vena cava superior vorgeschoben (Reposition) und es folgt das Totalgehen. Der Patient wird auf 32 Grad Celsius Kerntemperatur gekühlt. Die Aorta ascendens wird geklemmt und die St. Thomas Kardioplegielösung wird instilliert. Das Herz steht nun still, das rechte Atrium wird eröffnet. Es wird abgesaugt, der ASD wird dargestellt. Der ASD wird durch eine direkte Naht (Prolen 5/0) oder durch einen Patch verschlossen. Das Entlüften ist der nächste Schritt.

In der Kopftieflage wird der Blutfluss freigegeben: Die Aorta ascendens wird entlüftet, die Aortenklemme entfernt und das Herz beginnt zu schlagen. Der rechte Vorhof wird nun mit der Fortlaufnaht (Prolen 5/0) verschlossen.

Partiellgehen: Zurückziehen der oberen Venenkanüle in den rechten Vorhof. Leichtes Beatmen des Patienten. Die untere Hohlvenenkanüle wird entfernt. Die SM-Elektroden werden angenäht. Man geht von der EKZ ab. Es folgt die MUF (40-60 ml/kg KG) über die obere Kanüle. Anschließend wird die obere Hohlvenenkanüle entfernt. Dann wird Protamin verabreicht und die Aortenkanüle entfernt. Die letzten Schritte sind: Thoraxsaugdrai-

nage, Blutstillung, Perikardverschluss, Sternumverschluss (mit 1er Vicryl bzw. Ethifond), Subcutan- und Hautverschluss.

Die obere Hohlvenenkanüle wird über das rechte Herzohr vorgeschoben, um später die Stenosierung der Vena cava superior zu vermeiden. Der ASD kann auch während des Kammerflimmerns verschlossen werden, aber die Sicht auf den ASD ist dadurch nicht optimal. [26]

2.3.1. Bildbeschreibung des OP-Ablaufes

1.) Rückenlagerung und Allgemeinanästhesie. Hautschnitt (3,5-5cm Länge, vom unteren Sternumdrittel bis Processus xiphoideus), Stillen von anfallenden Blutungen. Sternotomie mit der oszillierenden Säge. (Abb. 3 und 4)

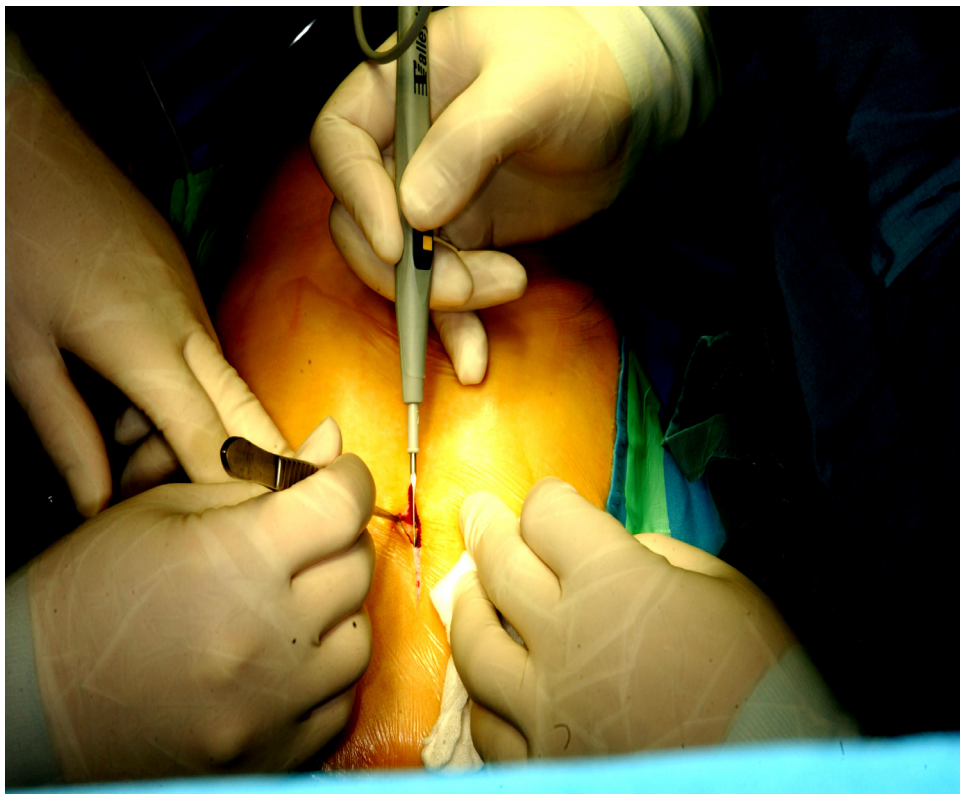


Abb. 3

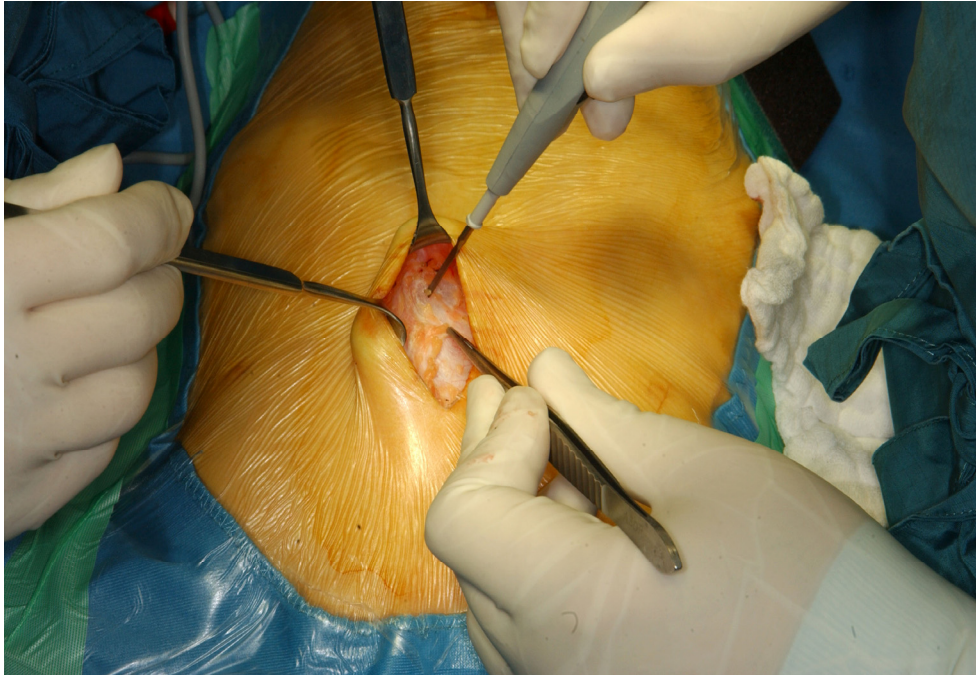


Abb. 4

*2) Queres Einsetzen der Spreizer.
Eröffnen des Perikards und Herausnähen des Perikards. (Abb. 5)*

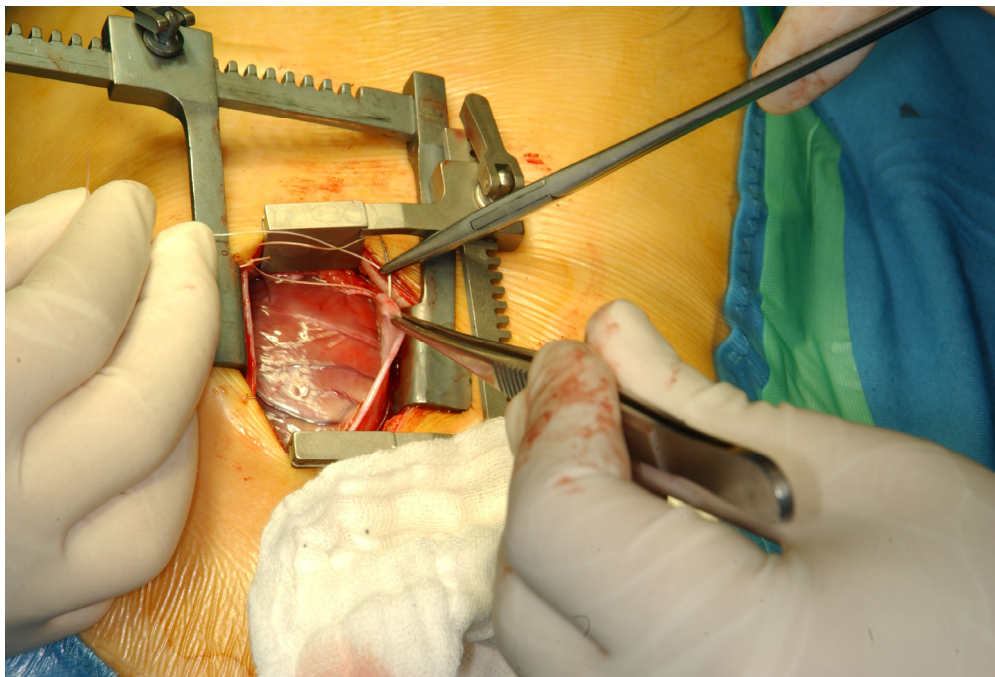


Abb. 5

3) Tabaksbeutelnaht mit Prolen 5/0 an rechtes Herzohr. Anschlingen der Aorta, Heparin-
gabe, Kanülierung der Aorta. (Abb. 6, 7 und 8)

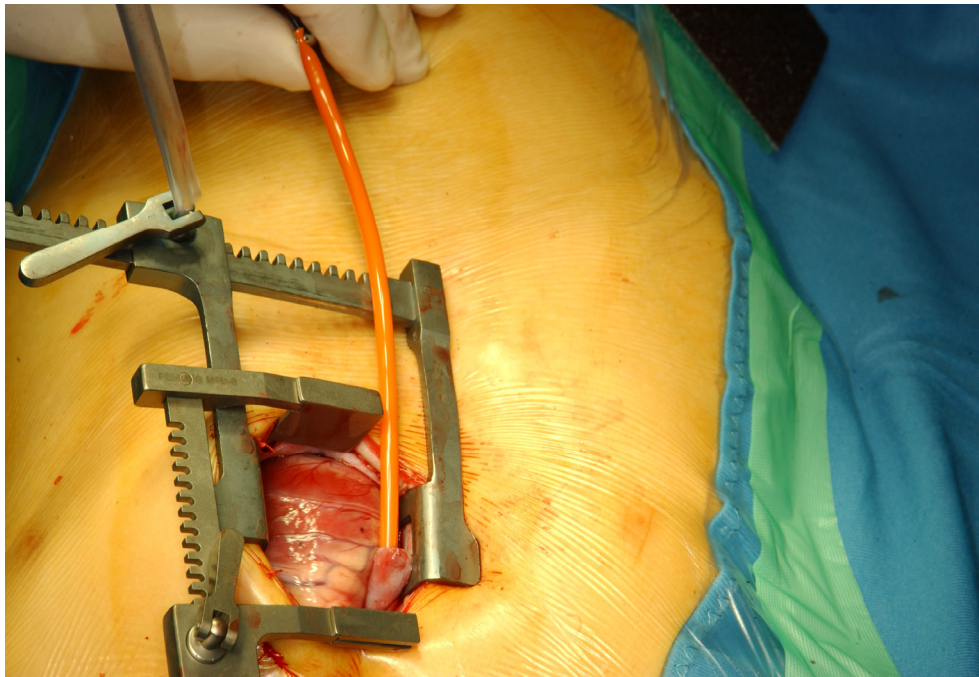


Abb. 6

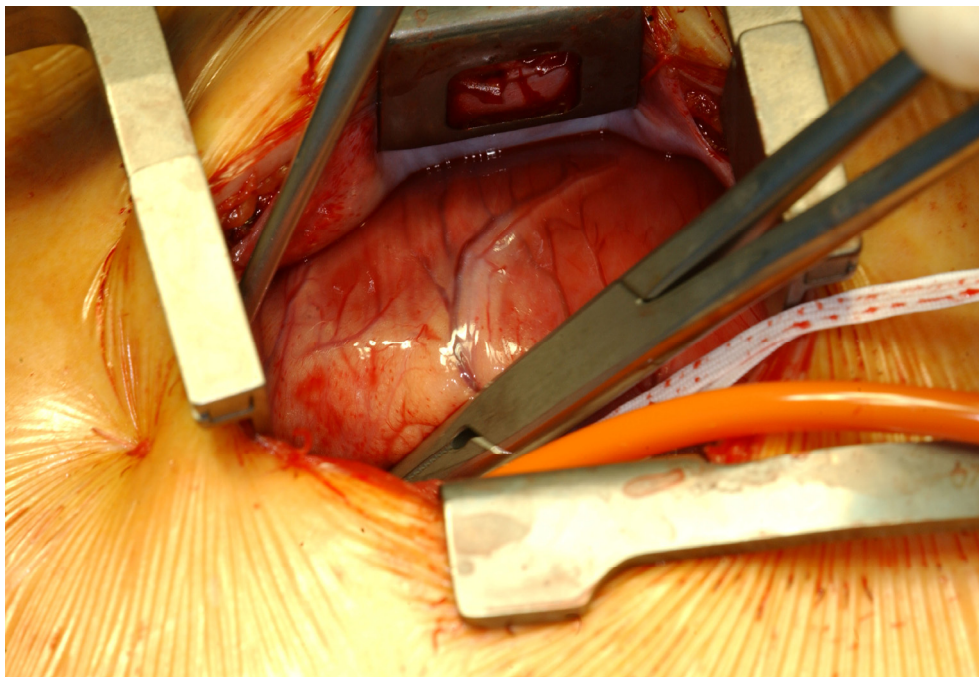


Abb. 7

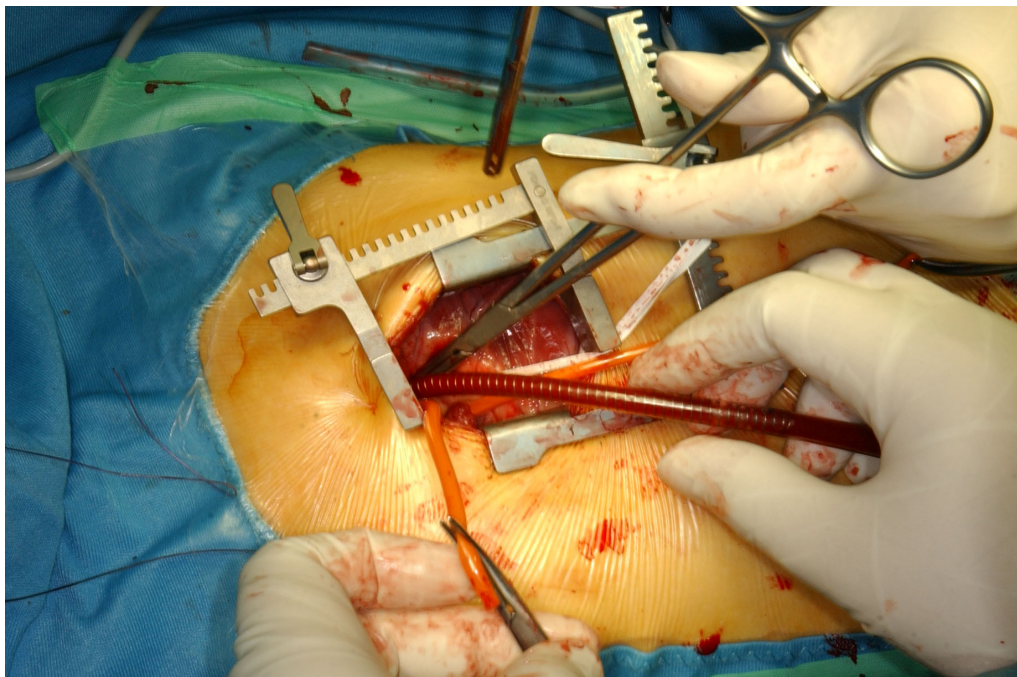


Abb. 8

4) venöse Kanülierung des rechten Vorhofes

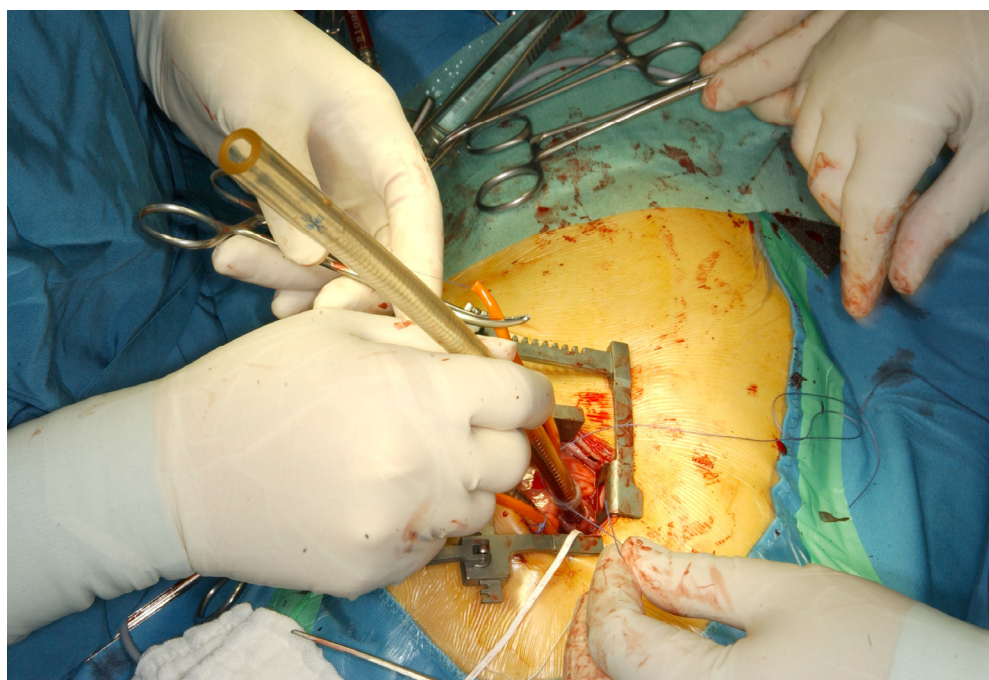


Abb. 9

5) *Angehen an die EKZ:*

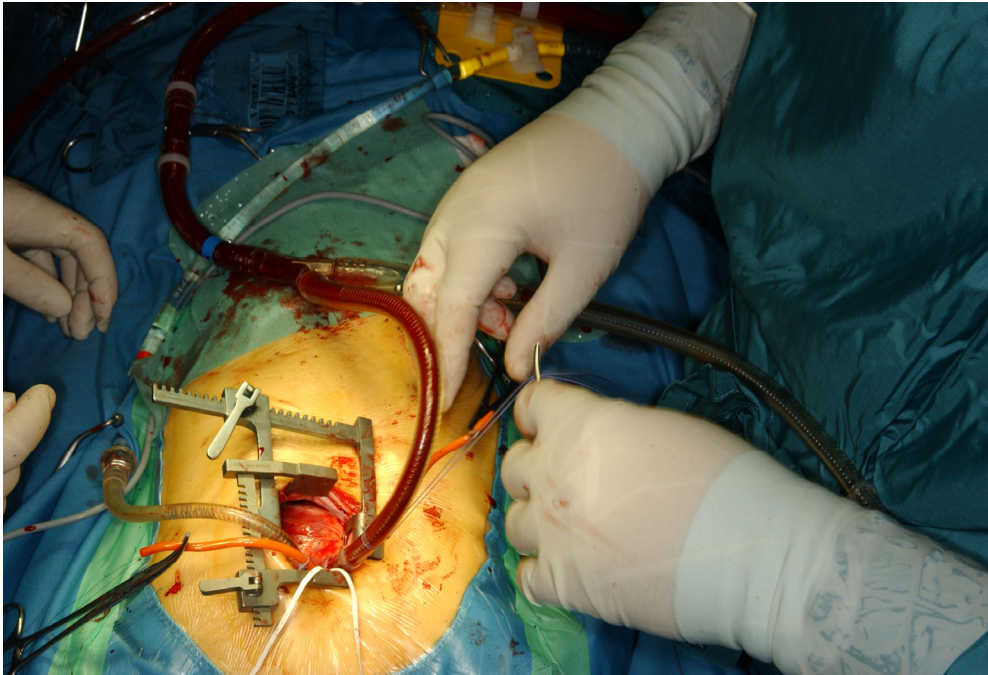


Abb. 10

6) *Hervorluxieren des rechten Herzens und Tabaksbeutelnaht mit 5/0 Prolen auf die Vena cava inferior. Kanülierung der zweiten Hohlvenenkanüle und Dazuschalten zu EKZ.*

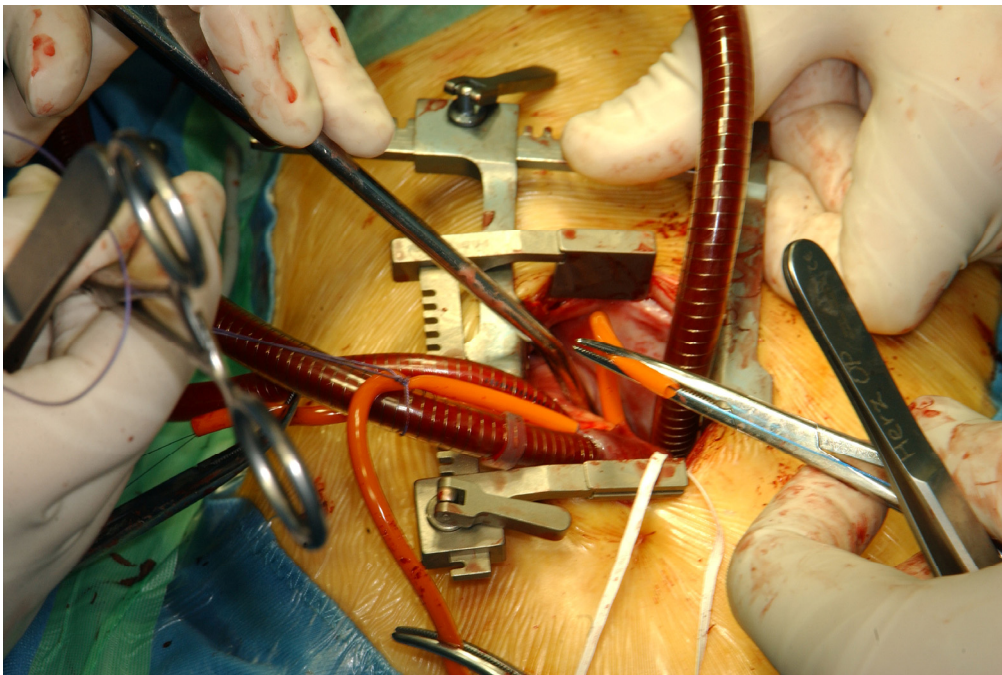


Abb. 11

7) *Reposition der oberen Venenkanüle. Totalgehen*

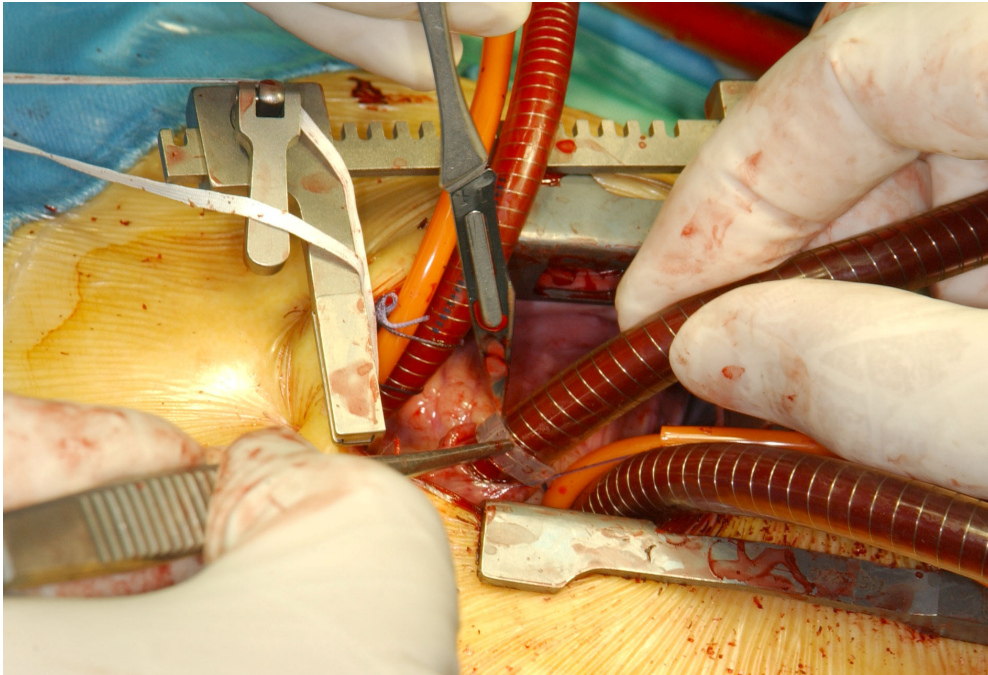


Abb. 12

8) *Kühlen auf 32 Grad Celsius Kerntemperatur. Nach Erreichen der gewünschten Temperatur Klemmen der Aorta ascendens und Instillation von St. Thomas Kardioplegielösung (200ml antegrad über die Aorta).*

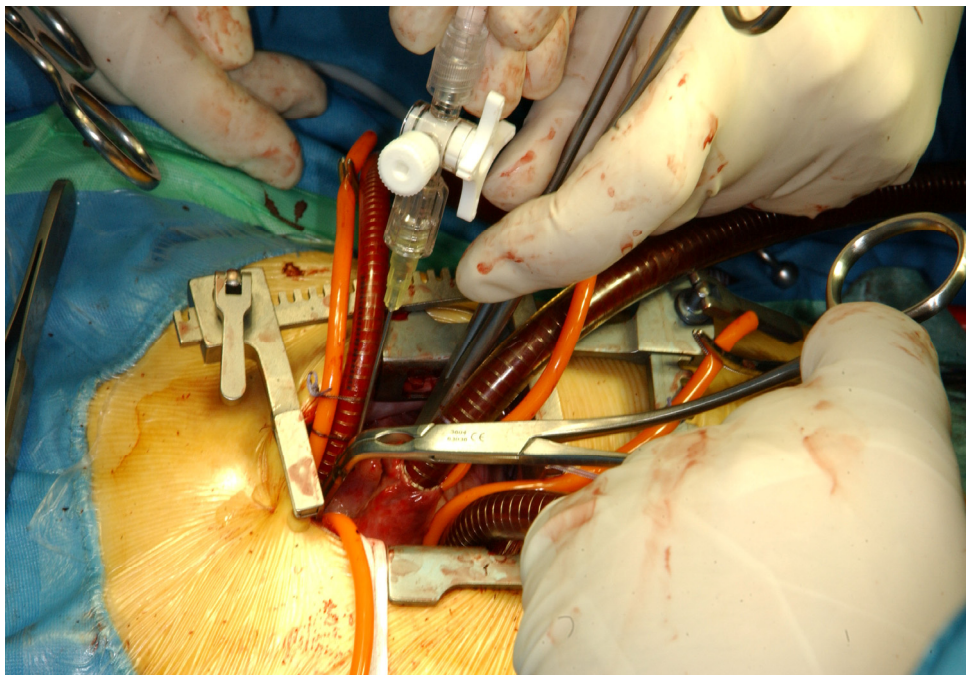


Abb. 13

9) *Erwarten des Stillstandes beim gleichzeitigen Eröffnen des rechten Atriums zur Dekompression. Das rechte Atrium wird abgesaugt und ein ASD wird sichtbar.*

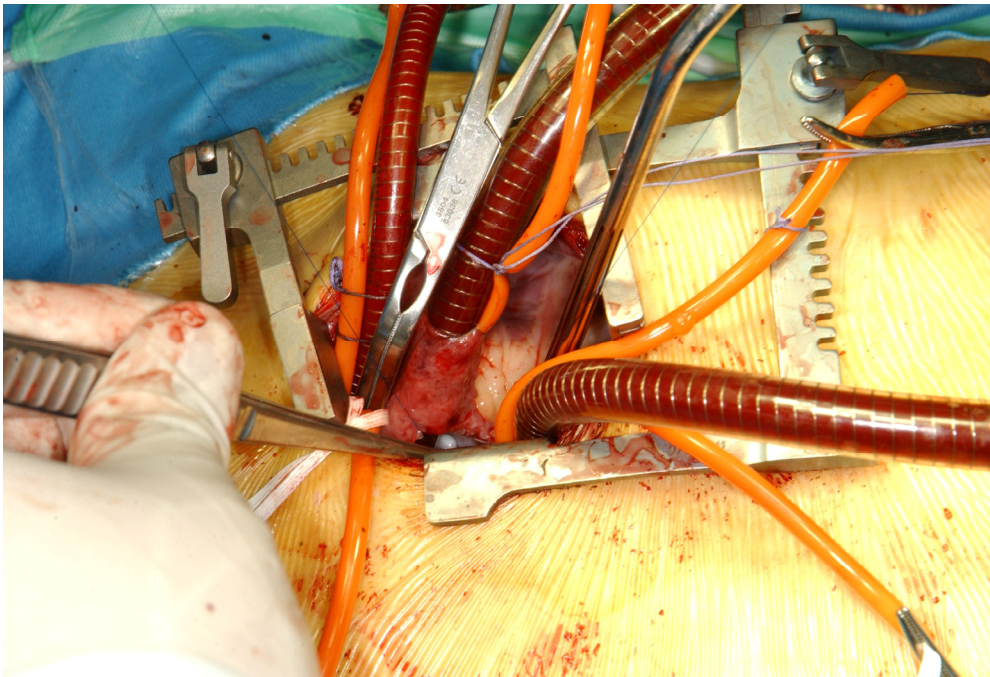


Abb. 14

10) *Erweiterung der rechten Atriotomie und Verschluss des Defektes durch eine –in diesem Fall- direkte Naht (5/0 Prolen fortlaufend doppelt überwandelt) oder Patch (5/0 Prolen in Fortlaufnaht). Entlüften.*

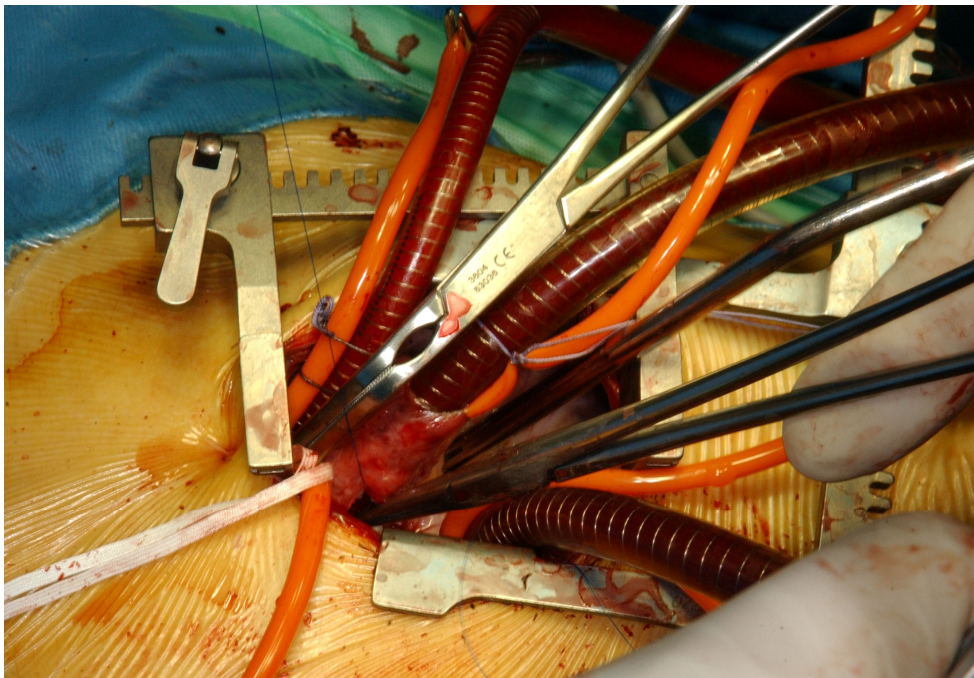


Abb. 15

11) In Kopftieflage Freigabe des Blutflusses. Das Herz beginnt zu schlagen.

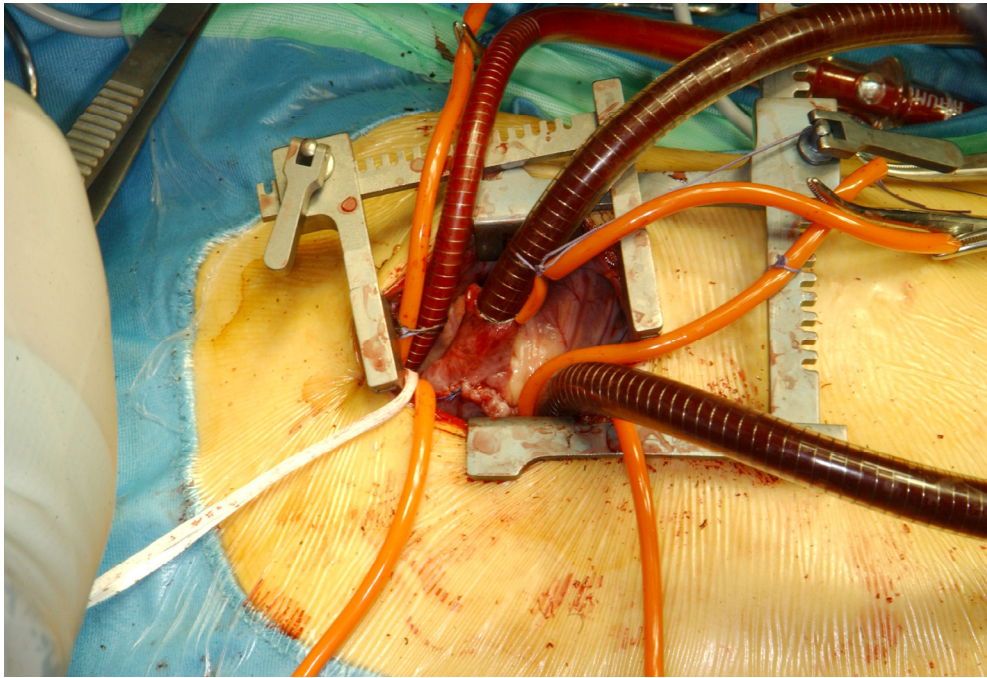


Abb. 16

12) Verschluss des rechten Atriums. Partielle gehen. Zurückziehen der oberen Hohlvenenkanüle in den rechten Vorhof, leichtes Beatmen. Entfernen der unteren Hohlvenenkanüle. Aufbringen von SM-Elektroden.

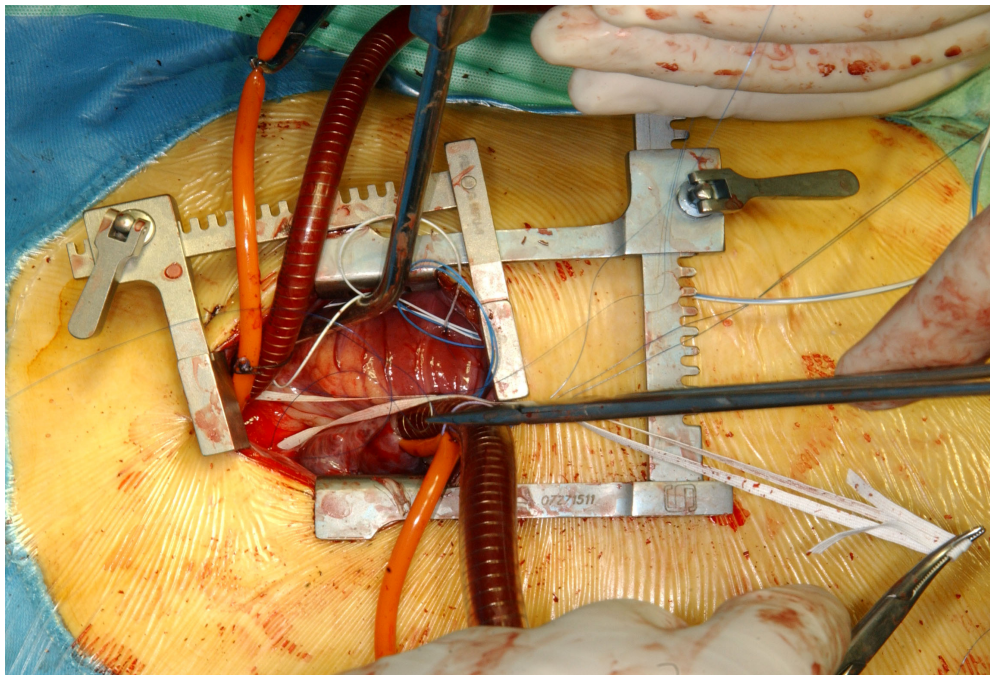


Abb. 17

13) Abgehen von der EKZ. MUF (40 -60 ml /kg KG)

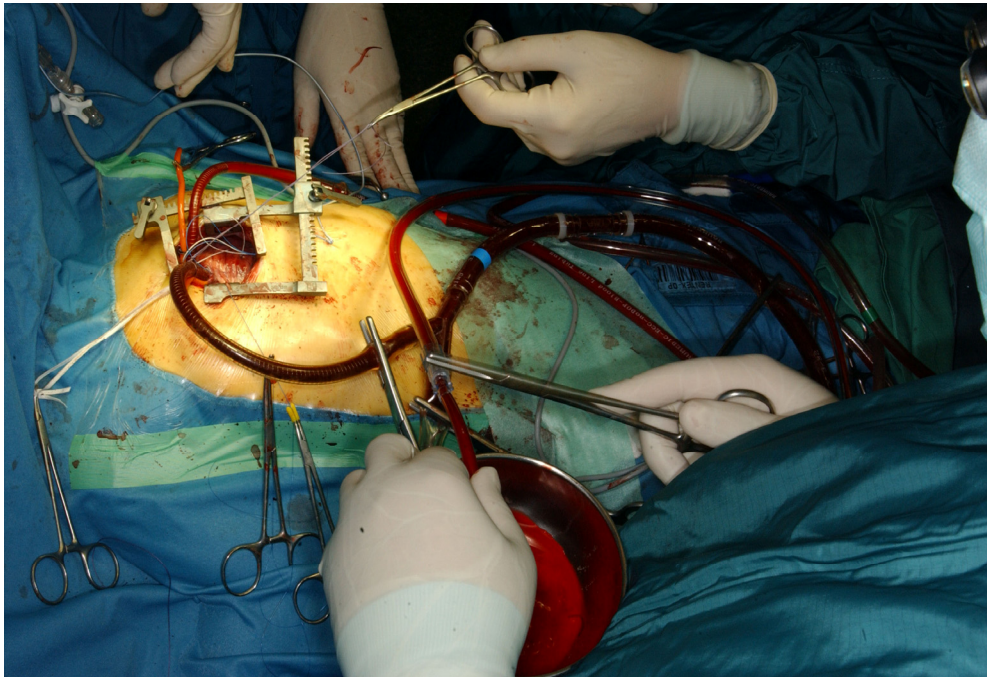


Abb. 18

14) Entfernen der oberen Hohlvenenkanüle. Protamingabe. Entfernen der Aortenkanüle.

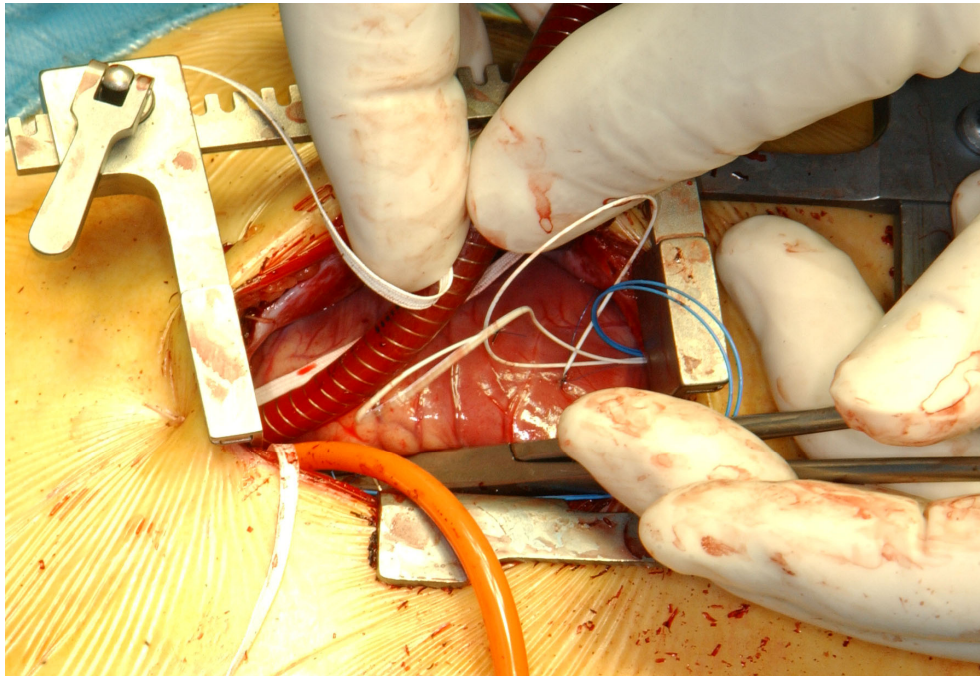


Abb. 19

15) Perikardverschluss Mediastinal-Drain, Thoraxverschluss mit Ethibondnähten, Subcutan- und Hautverschluss mit resorbierbarem Nahtmaterial.

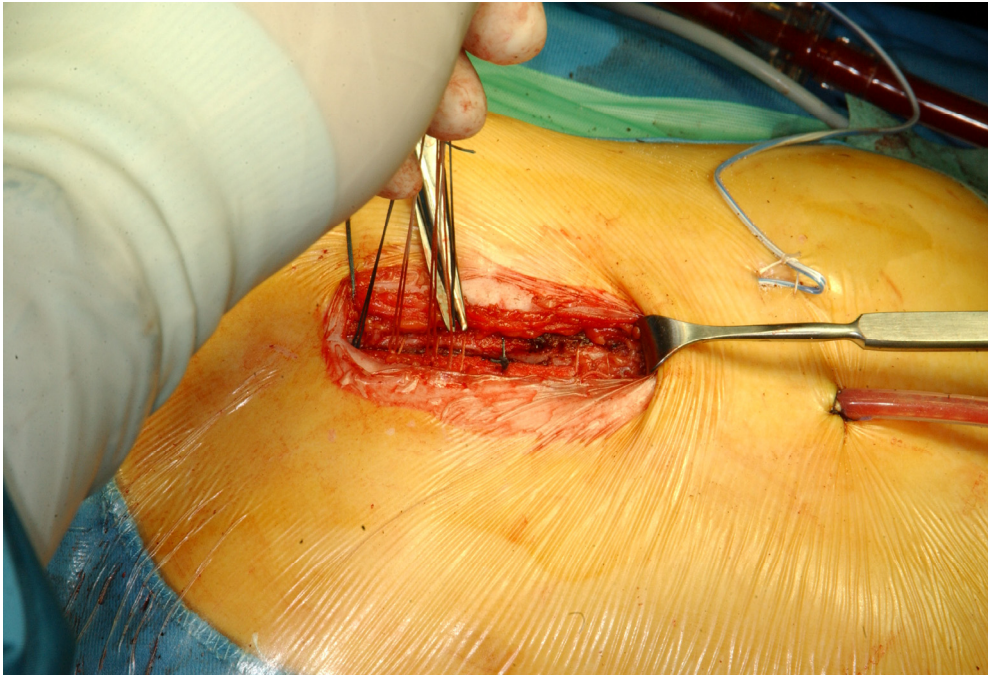


Abb. 20

16.) Verschlussene Wunde nach der Operation



Abb. 21

Nach der Operation bleibt eine deutlich kleinere Narbe zurück, im Vergleich zu medianen longitudinalen Sternotomie.



Abb. 22: Narbe nach der minimal-invasiven Sternotomie

2.3.2. Arten des ASD-Verschlusses:

- 1.) Direkter Nahtverschluss
- 2.) Verschluss mittels Patch
- 3.) Herzkatheterbehandlung mittels Schirmverschluss

Der Verschluss mit der direkten Naht ist für kleinere Vorhofseptumdefekte vorgesehen.

Würde man die größeren Defekte mit der direkten Naht verschließen, würde eine übermäßige Spannung an den Nähten entstehen. Deswegen verschließt man größere Vorhofseptumdefekte mit einem Patch. Ein Stückchen des Perikards wird als Patch verwendet. Diese biologischen Patches ermöglichen einen guten Verschluss und verhindern somit die Entstehung eines Shunts. [12, 13]

Der Verschluss mittels Schirm funktioniert auf folgende Weise: Durch die Leistengefäße wird der Katheter mit dem Schirm bis zum Vorhofseptumdefekt vorgeschoben, mit dem Schirm wird der Defekt verschlossen. Der Verschluss mittels Schirm setzt einen ausreichenden Randsaum voraus. Der behandelnde Patient muss sechs Monate nach der Operation Aspirin und die Endokarditisprophylaxe im Zeitraum von einem Jahr einnehmen. [5]

2.3.3. Tabellen: Vergleich der beiden Gruppen

Tabelle 1: Vergleich der MIPS-Gruppe 1 und der Sternotomie-Gruppe 2

	MIPS-Gruppe 1 20 Patienten	Sternotomie-Gruppe 2 20 Patienten	P
FU/Monaten	20,5 ± 11,4	45,9 ± 11,7	< 0,005
Aufenthaltsdauer postoperativ/Tage	10,5 ± 6,5	9,6 ± 1,5	
Alter/Jahre	4,6 ± 3,5	7,4 ± 6,5	< 0,05
KÖF/m²	0,74 ± 0,37	0,95 ± 0,54	
OP-Zeit/min.	162,4 ± 23	129,2 ± 20,3	< 0,005
HLM/min.	62,4 ± 17,1	38,7 ± 9,3	< 0,005
Cross Clamp/min.	19,9 ± 9,8	15,2 ± 4,1	
MUF/mls	432,5 ± 166,5	341,7 ± 259,7	
Hb/g/dl	8,74 ± 1,1	7,82 ± 1,68	< 0,05
Hkt.	25,95 ± 3,3	23,5 ± 5,4	
Beatmungszeit/h	4,4 ± 2,9	10,9 ± 6,8	< 0,005
Summe Drains	1,15 ± 0,4	2,2 ± 0,6	< 0,005

MIPS minimal-invasive partielle Sternotomie

P Wahrscheinlichkeit

FU Filtration unit

KÖF Körperoberfläche

m Meter

OP Operation

HLM Herzlungenmaschine

min. Minute

MUF modifizierte Ultrafiltration

ml Milliliter

Hb Hämoglobin

g Gramm

dl Deziliter

Hkt Hämatokrit

h Stunde

Bei der MIPS-Gruppe 1 sind die Kinder jünger und haben dementsprechend eine kleinere Körperoberfläche im Vergleich zur Sternotomie-Gruppe 2. Die Beatmungszeit und FU/Monaten sind bei der MIPS-Gruppe 1 kürzer. Alle anderen Parameter wie Aufenthaltsdauer, Operationszeit, HLM-Dauer und Cross Clamp-Dauer sind bei der MIPS-Gruppe 1 länger. MUF/mls wurde bei der MIPS-Gruppe 1 mehr verabreicht. Es wurden weniger Drains bei der MIPS-Gruppe 1 verwendet als bei der Sternotomie-Gruppe 2.

Tabelle 2: Vergleich der MIPS-Gruppe < 15 kg KG und der Sternotomie-Gruppe < 15 kg KG

	MIPS < 15 kg 12 Patienten	Sternotomie < 15 kg 7 Patienten	P
FU/Monaten	22,8 ± 13,2	51,7 ± 12,3	
Aufenthaltsdauer postoperativ/Tagen	11 ± 8,2	9,9 ± 0,9	
Alter/Jahren	2,7 ± 1,7	2,1 ± 0,5	
KÖF/m²	0,53 ± 0,17	0,53 ± 0,04	
OP-Zeit/min.	156 ± 20,5	138 ± 22,2	
HLM/min.	59,6 ± 15,1	45 ± 6,6	
Cross Clamp/min.	19,8 ± 9,5	17,6 ± 4,1	
MUF/mls	428 ± 145	485 ± 74	
Hb/g/dl	8,43 ± 1,24	6,34 ± 1,02	< 0,05
Hkt	25,08 ± 3,7	19,4 ± 4,8	< 0,05
Beatmungszeit/h	4,9 ± 3,2	9,9 ± 7,1	< 0,005
Summe Drains	1,2 ± 0,4	1,9 ± 0,7	< 0,005

MIPS minimal-invasive partielle Sternotomie

P Wahrscheinlichkeit

FU Filtration unit

KÖF Körperoberfläche

m Meter

OP Operation

HLM Herzlungenmaschine

min. Minute

MUF modifizierte Ultrafiltration

ml Milliliter

Hb Hämoglobin

g Gramm

dl Deziliter

Hkt Hämatokrit

h Stunde

KG Körpergewicht

FU und Beatmungszeit dauerten bei der MIPS-Gruppe unter 15 kg KG kürzer und bei dieser Gruppe wurden auch weniger MUF und Drains gebraucht. Aufenthaltsdauer, OP-Zeit, HLM-Dauer und Cross-Clamp-Zeit waren bei der MIPS-Gruppe unter 15 kg KG länger als bei der Sternotomiegruppe unter 15 kg KG.

2.4. Port-Access-Chirurgie:

Mit der Dopplersonographie wird die Operation verfolgt. Die Leistengefäße werden präpariert, um später die HLM anzuschließen. In der submamillären Rinne, in Höhe der vierten Rippe, wird die ein Zentimeter lange Hautinzision gesetzt. Der Thorax wird an der vierten Rippe eröffnet. Die Thorakotomie und die Hautinzision verlängert man bis auf sechs bis acht Zentimeter. Das Perikard wird longitudinal zwei Zentimeter geöffnet und heraus genäht. Man schließt die HLM über die Leistengefäße an. Über die Arteria femoralis wird der Katheter mit einem Ballon bis in die Aorta ascendens, zwei bis drei Zentimeter über der Aortenklappe, vorgeschoben. Die TEE überprüft die Lage des Katheters. Der Ballon wird aufgeblasen, um die Aorta ascendens zu verschließen (Endoaortic clamp). Man injiziert dann die kristaloide Kardioplegielösung in die Aortenwurzel. Das Herz steht still. Der venöse Drainagekatheter, den man vorher bis in den rechten Vorhof eingeführt hat, wird jetzt in die Vena cava inferior vorgeschoben. Nun öffnet man den rechten Vorhof. Das Blut, das von der Vena cava superior kommt, saugt man ab, und dieses Blut gelangt dann in ein Reservoir, das mit der HLM verbunden ist. Nachdem der Vorhofseptumdefekt verschlossen ist, geht man von der HLM ab. [20, 21]

2.5. Mediane longitudinale Sternotomie mit kleiner Hautinzision

Bei diesem Verfahren ist die Hautinzision kürzer als bei der medianen longitudinalen Sternotomie. Der Patient befindet sich in der allgemeinen Intubationsnarkose. Der longitudinale Hautschnitt ist fünf bis sechs Zentimeter lang und im unteren Sternumdrittel lokalisiert. Ein elektrisches Messer schneidet die Subcutis durch und die Muskulatur (Musculus pectoralis major) wird vom Sternum getrennt. Die oszillierende Säge spaltet das ganze Sternum. Daraufhin wird die Thoraxsperre angelegt und das Thymusgewebe entfernt. Das weitere Vorgehen ist identisch mit der longitudinalen medianen Sternotomie. [9, 24]

2.6. Mittlere axilläre muskelsparende Thorakotomie

Der Patient befindet sich in totaler Seitenlage. Die Hautinzision ist 4,5 bis sechs Zentimeter lang und man setzt sie in der mittleren axillären Linie zwischen der Mamille und der unteren Scapulaspitze. Ein elektrisches Messer durchtrennt die Subcutis, der Musculus latissimus dorsi wird nur oberflächlich angeschnitten. Der ganze vordere Rand des Muskels ist nun freigelegt. Der Musculus latissimus dorsi wird anschließend nach hinten zu-

rückgezogen. Außerdem wird der Musculus serratus anterior durchtrennt und der Thorax wird am vierten ICR eröffnet. Das Perikard wird nun eröffnet und heraus genäht. Besondere Vorsicht ist geboten, damit der Nervus phrenikus nicht beschädigt wird. [10]

2.7. Transxiphoides Verfahren ohne die mediane Sternotomie

Die longitudinale Hautinzision (fünf bis sechs Zentimeter lang) setzt man einen Zentimeter oberhalb der Basis des Processus xiphoideus. Nun erweitert man die Inzision rund einen Zentimeter unter der Spitze des Processus xiphoideus. Der untere Teil der Inzision verläuft durch die Linea alba. Als nächstes wird der Processus xiphoideus durchtrennt. Der Spreizer, der einen metallischen Arm zur Fixation hat, wird angelegt. Dieser spezielle Spreizer ermöglicht einen anterosuperioren Zug und er stellt auch die Sicht genau über dem rechten Vorhof her. Die Pleura wird anschließend verschoben, damit sie verschlossen bleibt. Das Perikard wird geöffnet und mit den Fäden fixiert, die HLM wird transfemoral eingeführt. Für das Anschlingen der Hohlvene benützt man einen speziellen Spatel, damit die Sicht verbessert wird. [18]

Das weitere Vorgehen entspricht der partiellen Sternotomie.

2.8. Rechte infraaxilläre Thorakotomie

Die Länge der Hautinzision beträgt acht Zentimeter und verläuft von dritten ICR bis vierten ICR entlang der rechten mittleren axillären Linie. Der Thorax wird am vierten ICR eröffnet, die Lunge wird zurückgezogen. Nun wird das Perikard geöffnet und heraus genäht. Das weitere Vorgehen gleicht der partiellen Sternotomie. [23]

2.9. Rechte vordere submamilläre Minithorakotomie

Der Patient ist in schräger Halbseitenlage und die vier bis sechs Zentimeter lange Hautinzision verläuft unterhalb der Brust. Der Thorax wird am vierten ICR eröffnet, der Riprenspreizer kommt zum Einsatz. Als nächstes folgt die Identifikation des Nervus phrenikus und die Inzision des Perikardiums. Die HLM wird rechts in die Arteria femoralis und die Vena femoralis eingeführt. Nach dem Angehen an die EKZ beginnt die systemische Hypothermie des Körpers. Die Aorta wird nicht geklemmt. Das Herz wird durch die Fibrillation zum Stillstand gebracht. Während des Herzstillstandes wird das Herz durch die kontinuier-

liche koronare Perfusion geschützt. Der rechte Vorhof wird geöffnet und ein Sauger saugt das Blut ab. Man kann die Vena cava superior vorübergehend klemmen (zehn bis 15 min.). Außerdem wird der ASD direkt oder mit dem Patch verschlossen. Bevor man den Defekt schließt, muss der linke Vorhof von der Luft befreit werden. Das macht man, indem man den Operationstisch in alle Richtungen bewegt. Anschließend wird der rechte Vorhof verschlossen und entlüftet. Falls es noch Luft im linken Atrium gibt, wird die Luft durch die rechte Vena pulmonalis ventiliert (Der Patient wird in die Kopftieflage gebracht. Dadurch befindet sich die Luft am höchsten Punkt→Vena pulmonalis). TEE prüft, ob Luft im Herzen ist. Durch den Defibrillator kehrt das Herz wieder in den Sinusrhythmus zurück. Der Patient wird erwärmt und die HLM wird beendet. Mit dem TEE überprüft man, ob der Defekt geschlossen ist. Das Perikard wird verschlossen. Es folgen Subkutannaht und Hautnaht. [27] Dieser Zugang wird hauptsächlich bei weiblichen Patienten angewendet.

Wenn man die Vena cava superior für kurze Zeit klemmt, entstehen keine Komplikationen. Das Blut wird von der unteren Körperhälfte gespeist, danach fließt es durch die Vena azygos oder durch eine andere Kollateralvene in die HLM. Die Patienten erholen sich gut nach der Operation. Es traten keine Stenosen und keine vaskulären Komplikationen der A. femoralis und der V. femoralis nach der Operation auf. Das Anschließen der HLM mit dem femoralen Zugang ist zufrieden stellend. Eine gute Hypothermie ohne Klemmen der Aorta ist nach Meinung des Verfassers eine gute Methode für die myokardiale Protektion, weil so die Koronargefäße durchblutet werden. Die Operation wurde mit dem Standardinstrumentarium durchgeführt. [27]

2.10. Nachteile und Vorteile des jeweiligen Verfahrens

Mediane longitudinale Sternotomie

Die mediane Sternotomie ist der universale Zugang für die meisten Operationen am Herzen. Die mediane longitudinale Sternotomie bleibt der Goldstandard für die Operation am Herzen. Obwohl die mediane Sternotomie einen guten Zugang zu kardialen Strukturen erzielt, sind vor allem die kosmetischen Nachteile der Grund, wieso man andere Verfahren vorzieht.

Dieses Verfahren war mehr als 30 Jahre lang Routine. Es bietet einen exzellenten Zugang und eine gute Darstellung des Herzens und der großen Gefäße. Aber dieses Verfahren bringt auch viele Komplikationen mit sich, wie z.B. mediastinale Infektionen, sternale Instabilität und schlechte kosmetische Resultate (große Narbe bleibt zurück). [23]

Die mediane Sternotomie ist teurer als die partielle minimal-invasive Sternotomie. Weiters gibt es keine Differenzen in der Cross-clamp-Zeit zwischen der medianen Sternotomie und der minimal-invasiven Sternotomie. [15]

Bei Kindern und jungen Erwachsenen kann es nach der medianen Sternotomie zu Fehlentwicklungen des knöchernen Brustkorbes kommen. [12]

Rechte anterolaterale Thorakotomie

Wenn die Operation bei Kindern vor der Brustentwicklung durchgeführt wird, kann es zu einer Brustdeformation und einer Pectoralisfehlentwicklung kommen. [11] Weiters beeinträchtigt die anterolaterale Thorakotomie bei Frauen die Brustentwicklung. Es kann eine Brustasymmetrie entstehen. Bei anterolateralen und posterolateralen Thorakotomien wird eine Transektion vieler Muskelgruppen gemacht. Für Kinder mit 15 kg Gewicht (ca. viertes Lebensjahr) sind folgende Methoden nach Meinung der Verfasser dieser Studie nicht geeignet: mediane longitudinale Sternotomie, anterolaterale und posterolaterale Thorakotomie. [10] Die laterale Thorakotomie schmerzt mehr als die mediane Sternotomie und die minimal-invasive Sternotomie. [8]

Weitere Nachteile dieses Verfahrens sind: Musculus-pectoralis-Fehlentwicklung, Atelektasen, Rippenfraktur, Nervus-phrenikus-Lähmung, Skoliose, Brustwachstumsstörungen und die Senkung der Brustwarzensensibilität. [8, 11, 12, 14]

Eine Studie besagt, dass bei erfolgreicher Durchführung der Operation diese Komplikationen nicht auftreten müssen. Die Studie [22] behauptet weiters, dass dieses Verfahren bei

Frauen (ca. 20 Jahre) gute kosmetische Ergebnisse erzielt, weil die Narbe durch das Brustdrüsengewebe verdeckt wird. Außerdem ist das Risiko für die Brustdeformation und eine Nervus-phrenikus-Läsion nicht so hoch, wie allgemein angenommen wird. Patienten, die auf diese Weise operiert wurden, hatten ein geringeres Risiko für eine sekundäre Operation, da es zu keinen intraoperativen Komplikationen gekommen ist. Weiters können eine milde Brustdrüsenasymmetrie und Schmerzen nach der Operation auftreten. Thoraxasymmetrie und Skoliose sind eher selten. Sehr häufige Störungen sind Anästhesien und Hyperästhesien. Die Inzision muss weit genug vom Brustgewebe gesetzt werden, um das Brustgewebe bei Kindern möglichst zu schonen. Die Hautinzision sollte auch nicht allzu lateral erfolgen, damit der Musculus latissimus dorsi nicht getrennt werden muss. Werden diese Faktoren beachtet, wird ein besseres Resultat erzielt. Um die Beschädigung der mamillären Gefäße zu vermeiden, sollte die Pleura von der vierten Rippe getrennt werden, bevor der Stich an dieser Stelle erfolgt. Das kleine Operationsfeld erfordert spezielle Strategien für Deairing, Defibrillation und Kanülierung. Um dieses Verfahren in der Zukunft zu benützen, muss die normale Brustdrüsenentwicklung bei Kindern und Jugendlichen gewährleistet sein. [22]

Die Chirurgen müssen adäquat geschult sein, damit sie dieses Verfahren auch durchführen können. Es sind keine Todesfälle oder Reshunts zu verzeichnen. Das Operationsfeld ist zu klein und deswegen ist die Kanülierung der großen Gefäße schwierig. Die Verfasser dieser Studie behaupten auch, dass dieses Verfahren weniger Schmerzen verursacht und die Patienten in der Regel früher entlassen werden. [15]

Für die anterolaterale Thorakotomie kann man auch den femoralen Zugang für die HLM verwenden. Die Nachteile des femoralen Zuganges sind: Verletzung der Arteria femoralis, retrograde Aortendissektion, Atheroembolus, Injektionen der Leiste, Beinischämie, Rekonstruktionen, verspätete Wundheilung. [23]

Minimal-invasive Sternotomie

Es wurden noch nicht viele Erfahrungen mit der minimal-invasiven Technik gemacht.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind im Allgemeinen zahlreich: Reduktion der postoperativen Komplikationen, verbesserte postoperative Genesung, verkürzter Krankenhausaufenthalt, niedrigere Kosten, Reduktion der Schmerzen und verbesserte kosmetische Resultate. Diese Vorteile haben dazu geführt, dass dieses Verfahren eine derart breite Akzeptanz gefunden hat. In dieser Studie [8] wurden folgende Verfahren miteinander verglichen: mediane longitudinale Sternotomie, mediane longitudinale Sternotomie mit kleiner Hautinzision, partielle Sternotomie und transxiphoides Verfahren. Diese Studie beantwortet jedoch nicht

die Frage, ob das minimal-invasive Verfahren die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und die Kosten reduziert, da die Entlassung des Patienten von vielen Faktoren abhängt, nicht nur von der postoperativen Genesung alleine. Aber diese Studie zeigt auch, dass die frühere Entlassung nach diesem Verfahren möglich ist. Klinische Studien behaupten, dass der transartiale Verschluss von ASD und VSD bei Kindern auch ohne Sternotomie (transxiphoides Verfahren) oder durch partielle Sternotomie durchgeführt werden kann. Die Länge der Hautinzision und der Sternotomie kann während der Operation erweitert werden, falls dies notwendig ist. Für die partielle Sternotomie gilt: die vier Zentimeter Länge der Hautinzision und die Trennung der unteren Hälfte des Sternums sind in den meisten Fällen suffizient. Während der Operation ist die Umstellung auf eine mediane Sternotomie nicht notwendig. Das operative Outcome und die perioperativen Risiken der minimal-invasiven Verfahren sind vergleichbar mit den Risiken der medianen Sternotomie. Nach der Operation ist es zu keinen Blutungen, Reshunts, Wundinfektionen, Instabilitäten des Brustkorbes oder neurologischen Defekten gekommen. Die kosmetischen Resultate sind bei den minimal-invasiven Verfahren äußerst gut und die Operation hat einen hohen Sicherheitsgrad. Außerdem sollte die minimal-invasive Sternotomie dem Transxiphoidverfahren vorgezogen werden, weil man bei der minimal-invasiven Sternotomie die Gefäße besser darstellen kann. Die Verfasser der Studie bestätigen, dass die minimal-invasive Sternotomie im unteren Sternumdrittel für alle Kinder mit ASD sicher durchgeführt werden kann. [8]

Für Kinder unter vier Jahren (ca. 15 kg Körpergewicht) eignet sich dieses Verfahren besser als die anterolaterale Thorakotomie oder die mediane Sternotomie. [10]

Für dieses Verfahren wird das Standardinstrumentarium verwendet. Es sind keine peripheren Inzisionen notwendig. Dieses Verfahren ist simpel und effektiv. Mit der minimalen Sternotomie erreicht man einen guten Zugang für die Kanülierung und die Entfernung der Luft ohne kosmetische Nachteile. Eine komplette Darstellung der mediastinalen Strukturen ist durch dieses Verfahren eingeschränkt. Aber dennoch besteht eine unbehinderte Sicht zum rechten Vorhof und der Aorta. Den sternalen Spreizer darf man nicht zu schnell bewegen, damit es zu keiner übermäßigen Hautspannung oder Rippenfraktur kommt. [12]

Dieses Verfahren hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Ein großer Erfolg ist auch bei der Operation komplexer angeborener Herzfehler zu verbuchen. Außerdem sind die Art des kardialen Defektes, die Dauer und das Management der EKZ, die kardiale Protektion und die postoperative Versorgung wichtige Faktoren für die post-

operative Genesung. Die minimal-invasive Sternotomie ist grundsätzlich in jedem Alter durchführbar. [17]

Überdies wird in einigen Studien behauptet, dass es keinen großen Unterschied zwischen der partiellen und der medianen Sternotomie in Bezug auf folgende Parameter gibt: Dauer der EKZ, Cross-clamp-Zeit, totale OP-Zeit, Schmerzen, Dauer der intensiven Versorgung und Krankenhausaufenthalt. Der primäre Vorteil der minimal invasiven Chirurgie bleibt das gute kosmetische Resultat. [16, 17, 19]

Außerdem hat die Sternotomie den großen Vorteil, dass die perikardiale Inzision nicht in der Nähe des Nervus phrenikus verläuft. [19]

Zudem kann man auch für die minimal-invasive Sternotomie die Kardioskopie verwenden, weil sie die Sicht deutlich verbessert. Die Kardioskopie ermöglicht sehr komplexe kardiale Eingriffe. Die minimal-invasive Sternotomie ist für kleine Kinder mit angeborenen Herzfehlern sicher. Wegen der Minimierung des chirurgischen Traumas durch die minimale Sternotomie brauchen Kinder weniger Analgetiker in der postoperativen Phase, da sie weniger Schmerzen haben. Außerdem würden sie durch diese Technik schneller mobilisiert und der Krankenhausaufenthalt werde merklich verkürzt, so die Verfasser dieser Studie. [25]

Auch die minimal-invasive Sternotomie kann bei Kindern sicher durchgeführt werden. Diese können früher in das normale Schulleben zurückkehren und den Turnunterricht früher besuchen als Kinder, die mittels medianer longitudinaler Sternotomie operiert werden. [29]

Port-Access Chirurgie

Die Port-Access Chirurgie kommt bei Kindern unter 15 kg KG nicht zur Anwendung.

Mediane longitudinale Sternotomie mit kleiner Hautinzision

Mit diesem Verfahren erreicht man gute kosmetische Ergebnisse, eine optimale Sicherheit und eine gute Darstellung der Gefäße. Es ist keine spezielle Ausrüstung für die Operation erforderlich und die Extubation ist schon im OP-Raum möglich. Dieses Verfahren erlaubt es simple und komplexe ASD und auch andere Defekte (partielle atrioventrikuläre Septumdefekte, simple und komplexe VSD) zu operieren. Überdies gab es keine Todesfälle, Reoperationen, Wundinfektionen, Hämatome, sternale Instabilität und Blutungen. Die postoperativen Schmerzen waren zu verkraften. Außerdem hatten die Patienten einen kürzeren Krankenhausaufenthalt. Die Verfasser der Studie meinen, dass dieses Verfahren si-

cher und effektiv ist, da man einen schnellen Zugang zum Herzen und eine gute Darstellung des Herzen und der großen Gefäße erreicht. Weiters kann die Hautinzision während der Operation jederzeit verlängert werden, und es traten auch keine großen Komplikationen oder andere Krankheiten auf. Das Sternum heilt schnell und nach der Operation bleibt es stabil, auch wenn die mediane longitudinale Sternotomie durchgeführt wird. Außerdem ist die Hautinzision um die Hälfte kleiner als die Länge des Sternums. Aufgrund dieser kürzeren Hautinzision brauchen die Chirurgen eine dementsprechend kurze Lernzeit, um mit dem kleineren Zugang zum Herzen zurecht zu kommen. [9]

Weiters ermöglicht dieses Verfahren den Chirurgen eine gute Sicht und die Cross-Clamp- und EKZ-Zeit dauern gleich lang wie bei der medianen Sternotomie. Der primäre Vorteil dieses Verfahrens ist im Großen und Ganzen das bessere kosmetische Resultat. [24]

Mittlere axilläre muskelsparende Thorakotomie

Mit dieser Methode vermeidet man Schwierigkeiten, die bei anterolateralen und posterolateralen Thorakotomien auftreten, wie beispielsweise die Transektion vieler Muskelgruppen und Brustentwicklungsstörungen. Das mittlere axilläre Verfahren ist eine sichere Alternative zu lateralen Thorakotomien. Außerdem erzielt dieses Verfahren ein besseres kosmetisches Ergebnis. Es eignet sich aber nicht für die komplexen Defekte und auch nicht für Kinder unter drei oder vier Jahren. Deswegen empfiehlt sich für komplexe Defekte und für Kinder unter drei oder vier Jahren die minimal-invasive Sternotomie. Bei der mittleren axillären muskelsparenden Thorakotomie wurden bei dieser Studie keine femoralen oder iliakalen Kanülierung verwendet. Innerhalb der fünf Stunden nach der Operation wurden alle Patienten extubiert, die intensive Versorgung dauerte rund drei Tage. Zudem wurden keine Rhythmusstörungen, Blutungen, Nervus-phrenikus-Verletzungen oder sonstige neurologische Ausfälle beobachtet. Die Patienten hatten weniger Schmerzen, weil die Muskeln geschont werden. Außerdem verhindert dieses Verfahren die Brustwachstumsstörungen. Mindestens 15 kg Körpergewicht sind erforderlich, soviel wiegen ungefähr vierjährige Kinder. [10]

Transxiphoides Verfahren ohne die mediane Sternotomie

Dieses spezifische Verfahren stellt ein beachtliches Problem dar, besonders für kleine Kinder, weil die Sicht und das Operationsfeld äußerst begrenzt sind. Auch der Spreizer mit verlängertem Arm, der am Tisch fixiert wird, erreicht keine allzu zufrieden stellende Sicht zum Herzen. Zudem ist das Ansetzen der SM-Elektroden sehr schwierig. Bei diesem Verfahren sind queres Klemmen der Aorta, Kardioplegie, Deairing und die Sicht zur Aorta

ascendens beeinträchtigt. Die Darstellung des Herzens und der großen Gefäße ist nicht so optimal wie bei minimal-invasiver Sternotomie. [8]

Ein Nachteil ist, dass man die Arteria femoralis kanülieren muss. Allerdings bedingt dieses Verfahren ein geringeres chirurgisches Trauma, eine Extubation im Operationssaal, weniger Schmerzen und einen verkürzten Krankenhausaufenthalt. Diese Methode ist jedoch nicht die Beste für die Korrektur des ASD, dennoch bietet sie eine Alternative. [18]

Weiters muss man bei anatomischen Variationen und beim sehr kleinen rechten Atrium die Hautinzision erweitern und eine partielle Sternotomie durchführen. Dabei muss eine extreme Vorsicht geboten werden, weil es eine technische Herausforderung für den Chirurgen bedeutet. Außerdem wird das Sternum bei diesem Verfahren nicht geöffnet und es resultieren gute kosmetische Resultate daraus. [18, 24]

Die Verfasser dieser Studie sind der Ansicht, dass man durch neue technische Verfahren, beispielsweise spezielle Spreizer und mehr Erfahrung, einige der oben angeführten Probleme lösen wird. Aber im Großen und Ganzen wird dieses Verfahren nicht für kleine Kinder empfohlen. [8]

Rechte infraaxilläre Thorakotomie

Dieses Verfahren ermöglicht ein gutes kosmetisches Ergebnis. Es ist wenig invasiv und während der Operation kommt es zu keinen Nervenläsionen. Niemand ist zu Tode gekommen und es hinterlässt auch keine Brust- oder Pectoralisfehlentwicklung wie die rechte anterolaterale Thorakotomie, weil man die Hautinzision weit genug vom Brustgewebe und dem Musculus pectoralis major durchführt. [14]

Weitere Vorteile: Ein kleineres Gewebstrauma, weniger Schmerzen, eine kürzere intensive Sorge, ein kürzerer Krankenhausaufenthalt, niedrigere Kosten, weniger Blutungen und Infekte als die mediane Sternotomie. Außerdem ist dieses Verfahren für ASD bei Kindern geeignet und es ermöglicht eine direkte Sicht während der linken oder rechten Atriotomie. Allerdings ist es begrenzt für die HLM. Die Bypass- und EKZ-Dauer sind gleich wie bei der medianen Sternotomie. Zudem eignet sich dieses Verfahren für Erwachsene und bietet eine gute Alternative zur medianen Sternotomie und sollte für manche Operationen am Herzen verwendet werden. [23]

Submamilläre Minithorakotomie

Bei jungen Mädchen kann man das Brustdrüsengewebe nur schwer identifizieren. Falls die Inzision durch das Brustdrüsengewebe verläuft, kann eine hässliche Narbe entstehen. Den-

noch wird dieses Verfahren für Frauen in Betracht gezogen. Nur diejenigen Patientinnen, bei denen die submamilläre Rinne erkennbar ist, können davon wirklich profitieren. [24]
Bei diesen Frauen ist das Brustdrüsengewebe nämlich schon entwickelt.

Nach der Operation gibt es viele Komplikationen, beispielsweise langes subkutanes Flat-tern, Hämatome und Hypästhesien des Brustgewebes. [9]

Es wurden auch Brustwachstumsstörungen, Serome, Brustwarzenanästhesien, Brustasym-metrien und Wundheilungsstörungen beobachtet. Außerdem können der Nervus phrenikus und die interkostalen Nerven beschädigt werden. Wenn man dieses Verfahren bei Mädchen vor der Pubertät durchführt, kann es zu einer abnormalen Größe und Form der Brüste wäh-rend der Brustentwicklung kommen. [12, 24]

3. Vorstellung eines Patientenfalles:

Der Patient M.E. ist fünf Jahre alt, wiegt 21 kg und ist bisher beschwerdefrei.

Auskultation: 2/6 Systolikum p.m. (Punktum maximum) 2,3 ICR, 2 HT gespalten

EKG: Steiltyp, inkompletter RSB

Keine Infekte

Echokardiographie: Rechter Vorhof und rechter Ventrikel vergrößert
Linker Vorhof und linker Ventrikel in Norm
IVS dicht, IAS großer Defekt (1,1-1.3 cm); cribriforme ASD2
Links-rechts-Shunt
AV-Klappen in Ordnung
Pulmonalarterie dilatiert
RVOT Turbulenzen
Lebervenen nicht gestaut
Trikuspidalinsuffizienz
Aortenbogen frei durchgängig
Minimale Pulmonalisinsuffizienz
Pulmonalarterienflow im Farbdoppler turbulent

Die Operation wurde acht Tage nach dieser Symptomatik durchgeführt. Präoperativ wurden folgende Medikamente gegeben: zweimal EPO 6000 IE i.v. und Antibiose. Nach der Operation musste die Antibiotikatherapie fortgeführt und die Diuretikatherapie eingereicht werden. Bei diesem Patienten wurde der ASD durch eine direkte Naht verschlossen. Die Extubation war problemlos. Die Drainagen wurden am zweiten postoperativen Tag entfernt. Auch die Schrittmacherelektroden konnten am zweiten postoperativen Tag entfernt werden. Am zehnten Tag nach der Operation wurde dieser Patient entlassen. Wenn nach der Operation Fieber, Tachypnoe, retrosternale Schmerzen auftreten, muss der Patient wieder ins Krankenhaus eingeliefert werden.

Entlassungsstatus: Echokardiographie
Rechter Vorhof und rechter Ventrikel noch etwas vergrößert
Linker Vorhof und linker Ventrikel in Norm
Gute biventrikuläre Globalfunktion
IAS im Farbdoppler dicht
Minimaler zentraler TI-CW-Doppler-Gradient RV/RA bis 15 mmHg
in Norm
LVOT frei, Aortenklappen kompetent
Linksaortenbogen frei durchgängig
Normaler Flow in der Aorta descendens
RVOT noch etwas weit
Truncus pulmonalis noch etwas weit
Minimale Pulmonalinsuffizienz
Normaler PA-Flow, kein PE

EKG: Noch immer inkompletter Rechtsschenkelblock in V1
HF 95/min, HA 30 Grad

Therapie: Lasix, Aprednisolon T an drei Tagen nach der Entlassung
Ulzogant orale Suspension
Aktiferrin Saft einmal fünf ml per os für fünf Wochen nach der Entlassung
Eisengabe, Analgosedierung, Aspirin

Rund zwei Monate nach der Entlassung:

Die Eisentherapie wurde ein Monat lang eingenommen. Derzeit besteht keine Dauermedikation.

Kardiologischer Befund: azyanotisch, guter AZ, afebril, 2/6 Systolikum links parasternal, 2 HT ist normal, Blutdruck auch normal, Leber und Milz auch normal.

EKG: SR, 78/min, HA 60 Grad, inkompletter RSB

Echokardiographie: Beide Vorhöfe und beide Ventrikel in Norm
Gute biventrikuläre Funktion
IVS und IAS dicht, minimale Trikuspidalinsuffizienz
Mitralklappen kompetent

LVOT frei, RVOT noch etwas weit
Aortenklappen kompetent, Aortenbogen frei
Trunkuspulmonalis grenzwertig weit
Minimale Pulmonalinsuffizienz
Normaler Pulmonalarterien Flow
Kein PE

Endokarditisprophylaxe sollte für rund ein Jahr eingehalten werden.

Bei den meisten jungen Patienten macht sich der ASD durch rezidivierende bronchopulmonale Infekte, Systolikum, Zyanose, Sprachstörung, Müdigkeit, eingeschränkte Leistung, Wachstumsstörungen, erhöhtes Schwitzen, etc. bemerkbar. Die Patienten können aber auch beschwerdefrei sein, wie der Patient, der hier vorgestellt wurde.

4. Ergebnisse

Die beiden Gruppen (eine Sternotomie- und eine MIPS-Gruppe) wurden in unserer Studie verglichen. Es handelt sich um eine nicht randomisierte retrospektive Studie.

Der MIPS-Gruppe 1 und der Sternotomie-Gruppe 2 wurden jeweils 20 Patienten zugeteilt. Diese beiden Gruppen wurden auf folgende Parameter hin untersucht: FU/ Monaten, Aufenthaltsdauer/Tage, Alter/Jahre, Körperoberfläche/m², OP-Zeit/min., HLM/min., Cross-clamp/min., MUF/mls, Hämoglobin/g/dl, Hämatokrit, Beatmungszeit/Stunde und benötigten Drains.

Bei der MIPS-Gruppe 1 sind die Kinder jünger und haben dementsprechend eine kleinere Körperoberfläche im Vergleich zur Sternotomie-Gruppe 2. Die Beatmungszeit und FU/Monaten sind bei der MIPS-Gruppe 1 kürzer. Alle anderen Parameter, wie Aufenthaltsdauer, Operationszeit, HLM-Dauer und Cross-Clamp-Dauer, sind bei der MIPS-Gruppe 1 länger. MUF/mls wurde bei der MIPS-Gruppe 1 mehr verabreicht. Es wurden weniger Drains bei der MIPS-Gruppe 1 verwendet als bei der Sternotomie-Gruppe 2.

Es wurden dann die MIPS-Gruppe unter 15 kg Körpergewicht und die Sternotomie-Gruppe unter 15 kg Körpergewicht auf dieselben oben genannten Parameter hin untersucht. Der MIPS-Gruppe unter 15 kg KG wurden zwölf Patienten und der Sternotomie-Gruppe unter 15 kg KG sieben Patienten zugeteilt.

FU und Beatmungszeit dauerten bei der MIPS-Gruppe unter 15 kg KG kürzer und bei dieser Gruppe wurden auch weniger MUF und Drains gebraucht. Aufenthaltsdauer, OP-Zeit, HLM-Dauer und Cross-Clamp-Zeit waren bei der MIPS-Gruppe unter 15 kg KG länger als bei der Sternotomiegruppe unter 15 kg KG.

Die limitierte untere Teilsternotomie stellt einen sicheren Zugang dar. In unserer Studie konnten wir keinen einzigen Fall von postoperativen Sternuminstabilitäten oder gebrochenen Rippen verzeichnen. Die postoperativen Schmerzen sind für die Kinder sehr schwierig zu beschreiben. Deswegen konnten wir nicht zeigen, ob die minimal-invasive Sternotomie weniger Schmerzen verursacht. Die Patienten wurden in unserer Studie innerhalb von zehn bis 14 Tagen entlassen. Es wurde nicht darauf gedrängt, die Patienten früh zu entlassen. So können wir keine Konklusionen über den Einfluss von verschiedenen chirurgischen Tech-

niken auf die Länge des Krankenaufenthaltes ziehen. Was die Kosten anbelangt, können wir sagen, dass das österreichische Gesundheitssystem an Kindern nicht spart und, dass deswegen die Kosten nicht so sehr berücksichtigt werden. Die minimal-invasive Sternotomie ist bei Kindern unter 15 kg KG der medianen longitudinalen Sternotomie vorzuziehen, weil bessere kosmetische Resultate erzielt werden. Es bleibt eine viel kleinere Narbe zurück.

5. Diskussion

Mehrere klinische Studien, in welchen minimal-invasive chirurgische Zugänge beschrieben wurden, haben gezeigt, dass der transatriale Verschluss von ASD und VSD bei Kindern und Jugendlichen ohne die vollen Sternotomie (durch minimal invasive Chirurgie) mit mehr als zufrieden stellenden Kurz-, Mittel- und Langzeitergebnissen durchgeführt werden kann. Unserer Erfahrung entsprechend stellt die limitierte untere Teilsternotomie einen sicheren Zugang dar, welcher eine gute Exposition des Operationssitus bietet.

Die Länge der Inzision und die Länge des Sternumaufspreizens können in jedem Fall einfach verlängert werden, was zu einer besseren anatomischen Exposition führt - falls dies notwendig wäre. In unserer vorliegenden Studie waren die limitierte mediane Hautinzision und das Aufspreizen der unteren Hälfte des Sternums für alle Patienten ausreichend. Weiters haben wir gesehen, dass ein transxiphoidaler Zugang ohne die mediane Sternotomie, d.h. nur mit einer Teilsternotomie, in jedem Fall die Exposition der Aorta ascendens einschränkt, das Klemmen der Aorta und die Administration der Kardioplegie behindert und ein vollkommenes Deairing sehr schwierig macht. Erst durch die Einführung von neuen technischen Hilfsmitteln, wie zum Beispiel die Verwendung von speziellen Retraktoren, und durch die erweiterte Erfahrung mit der Zunahme der operierten Fälle und mit der gewonnenen Learning-curve haben dazu geführt, dass einige dieser aufgetretenen Probleme gelöst werden konnten. Die nicht zufrieden stellende Möglichkeit eines vollkommenen Deairings bleibt natürlich auch bei dieser Technik ein potenzielles Problem. Wir haben aber auch bei sehr kleinen Patienten (unter 15 kg) keine wirklichen Nachteile dahingehend gesehen.

Barbero-Marcial et al. [18], welche ASD-Verschlüsse über einen xiphoiden Fensterzugang mit gleichzeitiger Kanülierung der Arteria femoralis und endoskopischer Assistenz durchgeführt haben, berichten hier über deutliche Probleme von entrapierter Luft. Wir verwenden weiters routinemäßig die Kohlendioxidvernebelung.

Ähnliches berichten Arbeitsgruppen von einem Zugang über eine Rechtsthorakotomie unter videoassistierter rechts-anterolateraler Thorakotomie mit gleichzeitigen Nachteilen einer tieferen Hypothermie und extensiv langen Zeiten an EKZ. [30]

Unserer Erfahrung nach sind diese ganzen Zugänge nicht unbedingt nötig und auf jeden Fall nicht wirklich weniger invasiv. Man benötigt teure spezielle Instrumente. Es werden periphere Inzisionen durchgeführt. Dazu kommt das zusätzliche Risiko von Infektionen, Lymphfisteln, peripheren Nervenzerstörungen und Malperfusionen, welche zu neurologischen Komplikationen und schweren Organischämien führen können. Natürlich bleibt das Problem des Deairings nach wie vor ungelöst. Andererseits glauben wir, dass der Versuch einen chirurgischen Zugang zu minimieren und minimal invasiv zu operieren in jedem Fall nicht die Sicherheit und den Ausgang der Operation negativ beeinflussen darf. Entsprechend aller Datenbanken (EACTS congenital data bank, STS data bank) weiß man, dass ASD- und VSD-Verschlüsse jene chirurgische Eingriffe darstellen, welche ein niedriges Risiko mit einem hohen Benefit verbinden. Deswegen darf in keinem Fall der Gebrauch von potenziell gefährlichen Techniken den Erfolg dieser Prozeduren in Frage stellen. In unserer Serie haben wir keinen einzigen Fall von postoperativen Sternuminstabilitäten oder gebrochenen Rippen gesehen. Das ist sicher damit zu begründen, dass der gesamte knöchernen Thorax, vor allem bei Patienten unter 15 kg KG, aufgrund der ausgeprägten Knorpelanteile sehr flexibel ist, leicht aufgespreizt werden kann und insgesamt eine vergleichsweise weiche Formation darstellt.

In Fällen bei welchen Patienten zuvor eine Tracheotomie gehabt hatten (2 Patienten), war unser modifizierter Sternotomiezugang die Methode der Wahl, um das Risiko einer drohenden Mediastinalinfektion zu minimieren. Deswegen sind wir davon überzeugt, dass unser Zugang mit einer limitierten Hautinzision und einer partiellen xiphoidalen Ministerotomie eine vernünftige chirurgische Lösung darstellt, um das Operationsfeld von der potenziellen infektiösen Sternotomie zu bewahren. Eine weitere Möglichkeit für einen transatrialen Verschluss des ASD stellt die rechte- anterolaterale Thorakotomie für Kinder, Jugendliche und Erwachsene dar, welche in mehreren Studien beschrieben wurde. Wir geben hier zu bedenken, dass hier das Risiko einer iatrogenen Nervus phrenikus-Läsion, als auch das hohe Risiko einer postoperativen schweren Atelektase klinische Bedenken geben müssen. Verschiedene Berichte zeigen eine Inzidenz der Phrenikusläsion von 0 bis 16%. Weiters weiß man, dass Brust- und Musculus-Pectoralis-Fehl- oder Unterentwicklungen, aber auch Skoliosen, schwerwiegende negative Langzeitfolgen einer antero- oder posterolateralen Thorakotomie bei Kindern darstellen können.

Was die postoperativen Schmerzen angeht, ist dieser Faktor in der kongenitalen Herzchirurgie bei Kindern sehr schwierig zu beschreiben. Man weiß aus Erfahrungen in der Erwachsenenherzchirurgie, dass die mediane Sternotomie bzw. Ministernotomie weniger schmerzhaft empfunden wird als eine anterolaterale Thorakotomie. So hat es eine führende Arbeitsgruppe aus Boston in einer großen klinischen Arbeit nicht geschafft, die Schmerzlevels bei Kindern nach minimal-invasivem ASD-Verschluss im Vergleich zum vollen Sternotomieverschluss signifikant zu beschreiben.

Die minimal-invasive Herzchirurgie zeigt immer die Tendenz einen Vorteil darin zu sehen die Länge des Krankenhausaufenthaltes zu verkürzen und dadurch die Kosten für das Gesundheitswesen zu verringern. Darüber können wir in unserer Studie keine Antwort geben, nachdem das österreichische Gesundheitswesen die Kosten viel weniger - vor allem im Kinder- und Jugendlichenbereich - offen berücksichtigt. Außerdem wird die Entlassung des Patienten aus dem Krankenhaus von vielen anderen Faktoren beeinflusst, als nur vom Faktor der Erholung des Patienten. In unserer Serie wurden alle Patienten nach einer standardisierten postoperativen Behandlungsphase zwischen dem 10 und 14 Tag entlassen. Es wurde nicht darauf gedrängt, nur wegen der neuen Operationstechnik eine sehr frühe Entlassung zu erreichen, um sich nicht weitere Probleme einzuhandeln. Wir können aus diesem Grund absolut keine adäquaten Konklusionen über den Einfluss von verschiedenen chirurgischen Techniken auf die Rehabilitation bzw. auf die Länge des Krankenhausaufenthaltes ziehen.

Im angloamerikanischen System haben mehrere Untersuchungen gezeigt, dass der minimal-invasive ASD-Verschluss sicher und chirurgisch einwandfrei durchgeführt werden kann, und die Patienten in weiterer Folge sehr früh aus der Krankenhausbehandlung entlassen werden können.

Dieser retrospektive Review beschreibt die Veränderungen der chirurgischen Technik eines einzelnen Chirurgen von einer Standardsternotomie zu der minimal-invasiven Sternotomie unter Verwendung einer modifizierten Kanülierungstechnik. Die limitierten Inzisionen wurden vom Alter und Geschlecht des Patienten bestimmt. Unabhängig von der verwendeten Technik kam es weder zu Todesfällen noch zu residualen Shunts. Es war überhaupt eine sehr geringe Morbidität zu verzeichnen. Diese Methoden führen zu einem exzellenten kosmetischen Ergebnis und bieten einen adäquaten Zugang, um den Defekt sicher verschließen zu können.

Die Verwendung der Fibrillation erspart die Verwendung von Kardioplegie und Cross-clamping und erscheint sicher in kürzer dauernden Operationen. Erwartet man eine längere Operationszeit, wird die Kardioplegie empfohlen. Die verwendete chirurgische Technik ist sicher, weil es keine Mortalität gibt und die Morbidität minimal ist. Mit der universellen Verwendung des Patchverschlusses erwartet man eine 100%-ige Wirksamkeit für einen sicheren ASD-Verschluss.

Einige der perioperativen Komplikationen sind ähnlich denen wie bei transkutanen Kathetertechniken, wie z.B. Vorhofflimmern. Das Postperikardiotomiesyndrom tritt signifikant häufiger bei der standardisierten chirurgischen Technik auf. Es sind die residualen Shunts oder Lacks, Mortalität und Morbidität im Zusammenhang mit materialbedingten Problemen bei der chirurgischen Technik auszuschließen. Die perikardialen Patches werden in das Gewebe inkorporiert, indem sich eine Schicht von Neointima oder Pseudointima bildet (abhängig von der verwendeten Behandlungsmethode). Die Glutaraldehydbehandlung scheint allerdings zur Kalzifikation zu prädisponieren.

Der anterolaterale Zugang sollte bei präpubertierenden Mädchen, wegen des Risikos einer Verletzung der Mamillenknospe nicht verwendet werden. Die submamilläre Inzision sollte den Langhanschen Spaltlinien der Haut folgen, um die optimale Wundheilung zu garantieren. Bezüglich des ASD-Verschlusses selbst ist zu sagen, dass der intrakardiale Teil der Operation im Durchschnitt 22 min. dauert. Dies inkludiert Atriotomie, Patchverschluss, Entlüften und Vorhofverschluss.

Unsere Studie hat eine Anzahl von Einschränkungen:

1. Diese Studie ist ein retrospektives Review, und sie beschränkt sich auf die Erfahrungen eines einzelnen Chirurgen.
2. Es gibt keine scharfe Unterteilung zwischen der alten Standardtechnik und der neuen minimal-invasiven Technik.
3. Daher umfasst dieses Review chronologisch gesehen drei Phasen. In der ersten Phase wurde die Standardsternotomie durchgeführt, während der zweiten Phase sich ein Evolutionsprozess der chirurgischen Technik mit verschiedenen Kanülierungsmethoden, sowie der Länge der Inzisionen usw. vollzog. Die dritte und die letzte Phase umfasste hauptsächlich Geschlecht und Alter determinierte minimal-invasive Methode.

Den anderen Arbeitsgruppen mag es gelungen sein, von zwei verschiedenen Techniken zur selben Zeit berichten zu können, wobei alle Veränderungen anscheinend zur selben Zeit und auf einmal eingeführt worden sind. Allerdings bedeutet das nicht, dass unser evolutionärer Zugang zum ASD-Verschluss die endgültigen Ergebnisse unserer Phase drei, also der technisch-optimierten Version, in der Bedeutung geringer einschätzt. Es hat auch keinen Einfluss auf die kritische Beobachtung, dass der Patchverschluss residuale und wiederkehrende Shunts, unabhängig von der verwendeten Technik, verhindert.

Zuletzt wollen wir festhalten, dass nur die Patientendaten aus den Jahren 1996 bis 2002 in eine formale Datenbank eingetragen wurden und daher der Prozentansatz der perioperativen Komplikationen nur für diese Jahre herangezogen werden kann. Wären Daten aus den Jahren 1988 bis 1996 hinzugezogen worden, würde dies eine falsch-geringe Inzidenz von Komplikationen darstellen, da die Datensammlung retrospektiv wäre. Hingegen war das Follow up in den Jahren 1996 bis 2002 wesentlich intensiver und die Aufzeichnung der Daten formal und in real time. Dies lässt z.B. die Schlussfolgerung zu, dass der Einsatz von perikardialen Patches für den chirurgischen Verschluss eines ASD einen beinahe 100%-ig effizienten, sicheren und effektiven Defektverschluss darstellt. Es wird mittels eines neuen intraatrialen Septums, das letztendlich von nativem Gewebe überwachsen wird, erreicht. Dies bedeutet auch, dass es kein langzeiterhöhtes Risiko einer bakteriellen Endokarditis gibt. Die AHA-Guidelines schlagen ebenso vor, dass eine Endokarditisprophylaxe nicht länger als sechs Monate nach dem vollständigen Defektverschluss vorgeschrieben werden muss. Katheter-eingeführte Verschlussdevices haben ein bekanntes Langzeitrisiko einer bakteriellen Endokarditis. Sie ziehen weiters selten potenziell katastrophale Funktionsfehler, wie Strut-Fraktur, Migration und Embolisationen nach sich. Die Verschlussdevices sind nicht low-profile, das heißt sie stehen über der Ebene des Septums. So sind sie anfälliger für residuale Shunts als der chirurgische Verschluss. Auch triviale Defekte, die noch keine Indikation für einen sekundären chirurgischen Eingriff darstellen würden, sollten mit dem Anwendungsfehler klassifiziert werden, die den Patienten potenziell einem Risiko aussetzen (wie z.B. paradoxe Embolie oder eine bakterielle Endokarditis).

Bis jetzt ist nicht bekannt, ob Patienten mit Katheterdevice eine Endokarditisprophylaxe und Antikoagulation lebenslang erhalten sollten und ob dies von einem eventuellen residuellen Shunt abhängig sein sollte. Es ist aber bekannt, dass das Herz eine normale Funktion

hat, wenn ein sicherer chirurgischer Verschluss eines ASD in früher Kindheit erfolgte. Erwachsene, vor allem ältere Patienten, erleben nicht immer einen einwandfreien postoperativen Verlauf und sie haben ein erhöhtes Risiko für Vorhofflimmern, Pneumonie und Komplikationen bedingt durch den chirurgischen Stress. Trotzdem ist bewiesen, dass auch diese Patienten von einem ASD-Verschluss profitieren, außer sie sind in einem sehr erhöhten Alter, haben einen sehr schlechten Allgemeinzustand und Lungenerkrankungen.

Eine kürzlich veröffentlichte große (459) prospektive, nicht randomisierte Studie über die Verwendung des Amplatzerdevices berichtet, dass in 4,3% ein technischer Fehler beim Anbringen des Devices vorlag. Zusätzlich konnte der Amplatzerdevice in 3,7% nicht verwendet werden, obwohl es bei der Katheterisierung geplant war (meist, weil der ASD zu groß war). In 0,9% erlebten die Patienten Embolien nach dem Eingriff. Von 331 Patienten mit Amplatzerdevices hatten 1,5% große bis moderat große residuale Shunts im 12-Monats-Follow up. Im Vergleich hatte die parallele chirurgische Gruppe (154 Patienten dieser Studie) keine solchen Shunts im 12-Monats-Follow up. Weiters berichteten die Patienten von frühen 53,7% „trivialen residualen Shunts“ und 13,2% „kleinen residualen Shunts“. Die Gruppe, die mit dem Device behandelt wurde, wurde über diese Patienten im 12-Monats-Follow up nichts mehr erwähnt. Vom chirurgischen Arm sind folgende Daten im 12-Monats-Follow up bekannt: 7% hatten einen trivialen oder geringen residualen Shunt (identifiziert bei der Echokardiographie), was in keinem Verhältnis zu unserer Serie steht. Allerdings findet man in jedem chirurgischen Protokoll, dass als chirurgische Technik der primäre Nahtverschluss, als auch die Patchverschluss technik erlaubt waren. Bei den Patienten bei denen der Patchverschluss verwendet wurde, kam es zu keinen residualen Shunts. [31, 32]

Daher ist unsere Meinung, dass ein chirurgischer Patchverschluss den residualen trivialen Shunt verhindert.

Es ist wichtig über die Methoden eines chirurgischen ASD-Verschlusses in Abständen zu berichten, weil prospektive Studien über die Devices oft nicht den chirurgischen Eingriff mitrandomisieren und stattdessen historische chirurgische Daten als Vergleich heranziehen.

So verwendete z.B. ein Artikel im Juli 2003, der über 553 perkutane ASD-Verschlüsse berichtete, vier Artikel aus chirurgischen Journalen zum Vergleich, die zwischen 1990 und 1994 veröffentlicht wurden, sowie zwei Stellen aus Textbüchern von 1993 und 1994. Diese

Referenzen dokumentieren hauptsächlich chirurgische Ergebnisse aus den 70er- und 80er-Jahren. [31]

Unsere retrospektive Studie soll nicht die Superiorität des chirurgischen Patchverschlusses über den Deviceverschluss darstellen. Es ist aber klar, dass die heutige Generation von Devices, obwohl von erfahrenen interventionellen Kardiologen und nur in selektierten Patientengruppen verwendet, eine zumindest 10%-ige Misserfolgsrate hat. In unserer Erfahrung beträgt die Misserfolgsrate mit dem chirurgischen Patchverschluss 0%. Es ist anzunehmen, dass mit der Zeit die Ergebnisse sowie die Devices selbst sich verbessern werden und damit die Outcomedaten nicht mehr so sehr differieren werden und daher die Entscheidung, ob ein Device oder die chirurgische Technik verwendet werden, ausschließlich vom Vergleich an Kosten, dem Eingriff abhängigen Morbidität sowie der Akzeptanz und der Zufriedenheit der Patienten abhängen wird. Die Chirurgen sollten auch in Zukunft bewährte chirurgische Methoden verwenden, um einen sicheren Verschluss des Septums zu erreichen, bevorzugt mit biologischen Patches, die in das normale Gewebe des Herzens inkorporiert werden können, wodurch es zu keinem materialbedingten Komplikationen kommen sollte. Es sollte die geringstinvasive, geringstraumatische und die kosmetisch schönste versprechende Technik für den Zugang und den kardiopulmonalen Bypass verwendet werden. Moderne, wenig invasive, effiziente und vereinfachte chirurgische Patchverschlussmethoden, die für die einzelnen Patientencharakteristika optimiert werden, wie Alter, Geschlecht und anatomische Lokalisation des Defektes, scheinen eine sichere und effektive Verschlussmethode für die meisten Typen der Vorhofseptumdefekte darzustellen.

6. Literaturverzeichnis:

- [1] Herold G. Innere Medizin. Köln; 2006. p. 157-159
- [2] Leberhuber HC. Kardiologie. 1. Auflage. München, Jena: Urban und Fischer; 2005. p. 70
- [3] Regensburger D. Chirurgie systematisch. 2. Auflage. Bremen: Uni Med; 2005. p. 464,468-469
- [4] Tschaut RJ. Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis. 1. Auflage. Lengerich: Papst; 1999. p. 272-358
- [5] Kramer H-H et al. Vorhofseptumdefekt [Internet]. Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Klinik für Kinderkardiologie. [cited 2008 Feb]. Available from: <http://www.kinderherzzentrum-kiel.de/html/vorhofseptumdefekt.html>
- [6] Largiader F, Saeger HD. Checkliste Chirurgie. 8. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme; 2001. p. 507-510
- [7] Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch. 259. Auflage. Berlin. New York: de Gruyter; 2002. p.1345
- [8] Hagl C, Stock U, Haverich A, Steinhoff G. Evaluation of different minimally invasive techniques in pediatric cardiac surgery: is a full Sternotomy allways a necessity? Chest [Internet]. 2001 Feb [cited 2007 Oct]; 119(2):622-7.
- [9] Marianeschi SM, Seddio F, McElhinney DB, Colagrande L, Abella RF, de la Torre T, et al. Fast-track congenital heart operation: a less invasive technique and early extubation. Ann Thorac Surg [Internet]. 2000 Mar [cited 2007 Oct];69(3):872-6.

- [10] Schreiber C, Bleiziffer S, Kostolny M, Horer J, Eicken A, Holper K, et al. Minimally invasive midaxillary muscle sparing thoracotomy for atrial septal defect closure in prepubescent patients. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2005 Aug [cited 2007 Oct];80(2):673-6.
- [11] Khan JH, McElhinney DB, Reddy VM, Hanley FL. Repair of secundum atrial septal defect: limiting the incision without sacrificing exposure. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1998 Oct [cited 2007 Oct];66(4):1433-5.
- [12] Black MD, Freedom RM. Minimally invasive repair of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1998 Mar [cited 2007 Oct];65(3):765-7.
- [13] Hopkins RA, Bert AA, Buchholz B, Guarino K, Meyers M. Surgical patch closure of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2004 Jun [cited 2007 Oct];77(6):2144-9; author reply 2149-50.
- [14] Yang X, Wang D, Wu Q. Repair of partial atrioventricular septal defect through a minimal right vertical infra-axillary thoracotomy. *J Card Surg* [Internet]. 2003 May-Jun [cited 2007 Oct];18(3):262-4.
- [15] Formigari R, Di Donato RM, Mazzera E, Carotti A, Rinelli G, Parisi F, et al. Minimally invasive or interventional repair of atrial septal defects in children: experience in 171 cases and comparison with conventional strategies. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2001 May [cited 2007 Oct];37(6):1707-12.
- [16] Bichell DP, Vega T, Bacha EA, Mayer JE, Jonas RA, del Nido PJ. Minimal access approach for the repair of atrial septal defect: the initial 135 patients. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2000 Jul [cited 2007 Oct];70(1):115-8.
- [17] Nicholson IA, Bichell DP, Bacha EA, del Nido PJ. Minimal sternotomy approach for congenital heart operations. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2001 Feb [cited 2007 Oct];71(2):469-72.

- [18] Barbero-Marcial M, Tanamati C, Jatene MB, Atik E, Jatene AD. Transxiphoid approach without median sternotomy for the repair of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1998 Mar [cited 2007 Oct];65(3):771-4.
- [19] Laussen PC, Bichell DP, McGowan FX, Zurakowski D, DeMaso DR, del Nido PJ. Postoperative recovery in children after minimum versus full-length sternotomy. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2000 Feb [cited 2007 Oct];69(2):591-6.
- [20] Kappert U, Wagner FM, Gulielmos V, Taha M, Schneider J, Schueler S. Port Access surgery for congenital heart disease. *Eur J Cardiothorac Surg* [Internet]. 1999 Nov [cited 2007 Oct];16 Suppl 2:S86-8.
- [21] Reichenspurner H, Welz A, Gulielmos V, Boehm D, Reichart B. Port-Access cardiac surgery using endovascular cardiopulmonary bypass theory, practice, and results. *J Card Surg* [Internet]. 1998 Jul [cited 2007 Oct];13(4):275-80.
- [22] Dabritz S, Sachweh J, Walter M, Messmer BJ. Closure of atrial septal defects via limited right anterolateral thoracotomy as a minimal invasive approach in female patients. *Eur J Cardiothorac Surg* [Internet]. 1999 Jan [cited 2007 Oct];15(1):18-23.
- [23] Tunerir B, Aslan R. An alternative, less invasive approach to median sternotomy for cardiac operations in adults: right infra-axillary minithoracotomy. *J Int Med Res* [Internet]. 2005 Jan-Feb [cited 2007 Oct];33(1):77-83.
- [24] Jun TG, Park PW, Lee YT, Park KH, Sung K, Kang IS, Lee HJ. Full sternotomy with minimal skin incision for congenital heart surgery. *Cardiovasc Surg* [Internet]. 2002 Dec [cited 2007 Oct];10(6):595-9.
- [25] Rao V, Freedom RM, Black MD. Minimally invasive surgery with cardioscopy for congenital heart defects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1999 Nov [cited 2007 Oct];68(5):1742-5.

- [26] Schmid. Kinderchirurgie Leitfaden. Darmstadt: Steinkopf; 2004. p. 1-17
- [27] Cohen RG, Mac MJ, Ronger JD, Landreneau RJ. Minimally invasive cardiac surgery. Quality medical publishing. Inc St. Louis Missouri; 1999. p. 309-313
- [28] Sandler TW, Langmann J. Medizinische Embryologie. 9. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme; 1998. p. 200
- [29] Ono M, Fukushima N, Ohtake S, Ichikawa H, Kagisaki K, Matsushita T, Matsuda H. The clinical pathway for fast track recovery of school activities in children after minimally invasive cardiac surgery. *Cardiol Young* [Internet]. 2003 Feb [cited 2007 Oct];13(1):44-8.
- [30] Chang CH, Lin PJ, Chu JJ, et al. Video-assisted cardiac surgery in closure of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1996 [cited 2008 Jun]; 62:697-701.
- [31] Anzaia H, Child J, Natterson B, et al. Relative incidence of thrombus on the Cardio-SEAL and the AMplatzter interatrial closure devices. *AM J Cardiol* [Internet]. 2003 [cited 2008 Jun]; 92(Suppl):164L.
- [32] Sievert H, Babic U, Hausdorf G, et al. Transcatheter closure of atrial septal defect and patent foramen ovale with the ASDOS device (A Multi-Intitutional European Trial). *Am J Cardiol* [Internet]. 1998 [cited 2008 Jun]; 82:1405-1413.

7. Curriculum vitae

Persönliche Daten

Vorname: Ivana
Familiennamen: Tomić
Geboren am: 19. Juni 1982 in Bosnien und Herzegowina

Schulbildung

9/1989-6/1993 Volksschule (Bosnien und Herzegowina, Kroatien)
9/1993-7/1994 Private Volksschule der Schulschwester Eggenberg (Graz)
9/1994-7/1998 Private Hauptschule der Schulschwester Eggenberg (Graz)
9/1998-6/2002 Bundesoberstufenrealgymnasium Graz Monsbergergasse
(ORG mit ergänzendem Unterricht in Biologie, Physik und Chemie)
Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg bestanden

Hochschulbildung

10/2002 Studienbeginn Humanmedizin an der Medizinischen Universität Graz
9/2003 erste Diplomprüfung
9/2007 zweite Diplomprüfung
7/2008 dritte Diplomprüfung

Famulaturen

Famulatur bei einem Allgemeinmediziner (Dr. Gstirner, Graz)
Allgemeine Innere und Endokrinologische Abteilung/ LKH-Graz
Allgemeine Innere und Hämatologische Abteilung/ LKH-Graz
Universitätsklinik für Chirurgie (Gefäßchirurgie)/ LKH-Graz
Universitätsklinik für Chirurgie (Herzchirurgie) LKH-Graz
Universitäts- Augenklinik/ LKH-Graz

Vertiefte Ausbildung

Klinisch topografische Anatomie der Eingeweide
Klinisch topografische Anatomie der Extremitäten
Medizinische Molekularbiologie
Wissenschaftlich fundierte Krankheitsprävention
Individualmedizin und Gesundheitsplanung
Medical English: Basic Medical Communication 1, English in Clinical Practice Part 2

Sprachkenntnisse: Kroatisch (Muttersprache),
Deutsch (zweite Muttersprache)
Englisch