

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- u. Gefäßchirurgie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. H. H. Scheld

# Die operative Korrektur angeborener Brustwanddeformitäten im Erwachsenenalter

Indikationen, Technik, Langzeitergebnisse und  
Patientenzufriedenheit:

Eine retrospektive Analyse des Patientengutes der  
Klinik für Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie Münster im  
Zeitraum von 1989 -1999

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung des doctor medicinae  
der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster

vorgelegt von

Lewerenz- Kemper, Kim Berit (geb. Lewerenz)  
aus Hamburg

2006

**Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster**

**Dekan:** Univ.- Prof. Dr. Jürgens

**1. Berichterstatter:** Univ.- Prof. Dr. Semik

**2. Berichterstatter:** Priv.- Doz. Dr. Liljenqvist

**Tag der mündlichen Prüfung:** 26.07.2006

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- u. Gefäßchirurgie  
Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. H. H. Scheld  
Referent: Prof. Dr. med. M. Semik  
Koreferent: Prof. Dr. med. U. Liljenqvist

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Die operative Korrektur angeborener Brustwanddeformitäten im Erwachsenenalter Indikationen, Technik, Langzeitergebnisse und Patientenzufriedenheit Eine retrospektive Analyse des Patientengutes der Klinik für Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie Münster im Zeitraum von 1989- 1999**

Kim Berit Lewerenz- Kemper (geb. Lewerenz)

Bei der Trichter- und Kielbrust handelt es sich um einen Thoraxdeformitätenkomplex mit einer Häufigkeit von 1:100 bis 1:400, eine chirurgische Therapie ist bei 1 von 1000 Erkrankten notwendig. Die operative Korrektur wird in den meisten Fällen, je nach Ausprägung des Befundes, bereits im Kindesalter durchgeführt. In vielzähligen Arbeiten wird von den Autoren neben Ätiologie von Trichter- oder Kielbrust, Operationsindikation, Therapieform und Operationstechnik das ideale Operationsalter im Hinblick auf Langzeitergebnis, Rezidivquote und Operationskomplikationen hinterfragt. In der von uns vorgelegten Studie analysierten wir retrospektiv das Patientengut eines 10-Jahreszeitraumes (August 1989- Mai 1999), das im Erwachsenenalter an einer Trichter- und Kielbrust in unserer Klinik für Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie (THG) der Universitätsklinik Münster mittels modifizierter Form der Technik von Gall, Hegemann und Sulamaa operiert wurden. Zur Diagnostik zählten Anamnese, Trichtervolumen-bestimmung, Rö-Thorax-Aufnahmen und deren Vermessungen, EKG-Ableitungen und Lungenfunktionstests. Ein weiterer Bestandteil unserer Arbeit war die subjektive Beurteilung des Patienten sowohl des perioperativen Prozederes, als auch des Korrekturergebnisses direkt postoperativ und im Langzeitverlauf. Um diese subjektiven Daten auswerten zu können, bedienten wir uns der Schulnoten- Kodierung und überprüften die Reliabilität der Angaben mittels eines medizinischen Interraters. Im Rahmen der ambulanten Wiedereinbestellung wurden die Patienten ausführlich befragt, körperlich untersucht und die erzielten Operationsergebnisse befundet. 77% (26 Patienten) der beurteilten Ergebnisse konnten mit „sehr gut“ bis „befriedigend“ benotet werden. In der subjektiven Beurteilung zeigte sich, dass besonders Patienten mit einem ausgeprägten präoperativen Trichtervolumen das Op-Ergebnis mit „sehr gut“ benoteten. Die von uns erzielten Ergebnisse sowie die hohe Patientenzufriedenheit in der hier vorliegenden Studie verdeutlichen, dass eine operative Brustwandkorrektur im Erwachsenenalter nach subtiler Indikationsstellung, umfassender Diagnostik und ausführlicher psychischer Evaluation mit dem von uns angewandten offenen Operationsverfahren gerechtfertigt ist.

Tag der mündlichen Prüfung: 26.07.2006

## Zusammenfassung

## Inhaltsverzeichnis

## Abkürzungen

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Thoraxdeformitäten.....	1
1.2	Ätiologie und Pathogenese .....	9
1.3	Klinik, Symptome und Begleiterkrankungen .....	11
1.4	Andere Krankheitsbilder mit Thoraxwanddeformitäten .....	12
1.5	Diagnostik der Trichter- und Kielbrust.....	14
1.5.1	Anamnese.....	14
1.5.2	Anatomisch-morphologische und bildgebende Diagnostik.....	14
1.5.3	Historische und seltener angewandte Diagnostikmethoden: .....	19
1.5.4	Funktionelle Diagnostik und pathologische Befunde.....	20
1.6	Indikation zur Therapie .....	21
1.7	Therapieverfahren der Trichterbrust .....	22
1.8	Nicht operative Korrekturmethode der Trichterbrust .....	23
1.9	Operative Korrekturmethode der Trichterbrust.....	24
1.9.1	Operationstechniken mit Metallimplantation .....	24
1.9.2	Operationstechniken ohne Metallimplantation .....	26
1.9.3	Minimalinvasive Operationstechniken.....	28
1.10	Therapieverfahren der Kielbrust.....	30
1.11	Operationstechniken der Kielbrust.....	31
1.12	Fragestellung der Dissertationsarbeit .....	31
<b>2</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>32</b>
2.1	Material .....	32
2.2	Methoden.....	33
2.2.1	Präoperative Diagnostik von Trichter- und Kielbrust.....	33
2.2.2	Präoperative Aufklärung und OP Vorbereitung .....	34
2.2.3	Operationstechnik der THG-Chirurgie (UKM) .....	34
2.2.4	Perioperatives Management und Verlauf.....	39

2.2.5	Frühpostoperatives Management .....	40
2.2.6	Metallentfernung und Follow- up.....	40
2.2.7	Subjektive Beurteilung der Operation und Patientenzufriedenheit .....	41
2.2.8	Auswertung und Überprüfung der „Interrater- Reliabilität“ .....	42
<b>3</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>43</b>
3.1	Demographische Daten .....	43
3.2	Pectus excavatum, Pectus carinatum und Kombinationstyp.....	44
3.2.1	Präoperative Anamnese und Befund .....	44
3.2.2	Präoperative Diagnostik.....	45
3.2.3	Perioperativer Ergebnisse.....	46
3.2.4	Postoperativer Verlauf und Ergebnisse.....	47
3.2.5	Komplikationen und Rezidive.....	47
3.2.6	Metallentfernung .....	48
3.2.7	Langzeitverlauf: Zwischenanamnese und klinisch- objektive Beurteilung der OP- Ergebnisse .....	49
3.3	Patientenbefragung.....	51
3.3.1	Beurteilung der Patienten- Befürwortung zur Operation .....	51
3.3.2	Postoperative Schmerzen und Mobilisation .....	52
3.3.3	Körperliche Funktion und Belastbarkeit .....	53
3.3.4	OP-Ergebnis und OP- Indikation.....	53
3.3.5	Metallentfernung .....	54
3.3.6	Beurteilung der Aufklärung und Behandlung .....	54
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>77</b>
6.1	Objektiver Analysebogen .....	77
6.2	Subjektiver Befragungsbogen .....	78
6.3	Danksagung.....	79
6.4	Curriculum Vitae .....	80

## Abkürzungen:

Abb.	Abbildung
a.p.	anterior- posterior
BGA	Blutgasanalyse
cm	Zentimeter
CT	Computertomogramm
EKG	Elektrokardiogramm
FEV1	Expiratorische 1-Sekundenkapazität
FVC	Forcierte Vitalkapazität
KE	Korrekturingriff
kg	Kilogramm
max	Maximum
min	Minimum
ml	Milliliter
n	Anzahl
OP	Operation
Pat.	Patient
PDA	Periduralanästhesie
Rö	Röntgen
SD	Standarddifferenz
Tab	Tabelle
TEE	Transösophagale Echokardiographie
THG	Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie
UKM	Universitätsklinik Münster

# 1 Einleitung

## 1.1 Thoraxdeformitäten

Im Bereich der vorderen Brustwand können verschiedene angeborene Veränderungen und Deformierungen auftreten, die unterschiedlich stark ausgeprägt in Erscheinung treten.

Die Vielzahl dieser Thoraxwanddeformitäten lassen sich wie folgt unterteilen:

Das Pectus excavatum (Trichterbrust) ist die häufigste Veränderung der vorderen Brustwand. Es gibt die symmetrische und die asymmetrische Trichterbrust sowie einen Kombinationstyp aus beiden Deformitäten.

Die seltenere Deformität ist die sogenannte „kleine Schwester“ der Trichterbrust, das Pectus carinatum (Kielbrust). Hier muss unterschieden werden zwischen dem häufigeren chondrogladiolaren und dem seltener auftretenden chondromanubrialen Typ.

Das Poland- Syndrom, die Brustbeindefekte einschließlich der Ectopia cordis sowie die sonstigen Thoraxdeformitäten (verschiedene Rippenanomalien, Jeune- Syndrom) stellen weitere, aber sehr seltene Anomalien dar [102].

### Pectus excavatum

Die Trichterbrust ist die bekannteste und häufigste Deformität der vorderen Thoraxwand. Die Inzidenz liegt bei 1: 400- 1:100 Neugeborenen. In 86 % der Fälle liegt die pathologische Veränderung schon zur Geburt vor oder entwickelt sich im ersten Lebensjahr [24, 44].

Bereits 1882 wurde die Bezeichnung Trichterbrust von Ebstein geschaffen [19]. Er beschrieb damit eine wahrscheinlich genetisch bedingte Deformierung des Thorax, bei der eine dorsale Verlagerung der vorderen Thoraxwand caudal der Manubrium- Corpus sterni-Verbindung (Angulus sterni, Angulus Ludovici, Louis-Winkel) mit Beteiligung der caudalen Rippenknorpel, meist von der 3. bis zur 7. Rippe vorliegt. Das Manubrium und der 1. und 2. Rippenknorpel sind in der Regel normal ausgebildet. Insgesamt sind die Ausprägungen der Trichter sehr verschieden. Nicht selten sind nach rechts verlagerte Asymmetrien und stark vorgewölbte Rippenbögen zu beobachten. Eine Rotation des Sternums ebenfalls zur rechten Seite kann vorkommen [111].

Die Betroffenen weisen eine typische asthenische Körperhaltung mit nach vorne geneigten Schultern auf [4, 99], häufig kommt außerdem eine Schwäche der vorderen Thoraxmuskulatur hinzu.

Die Synonyme des aus dem Lateinischen entstammenden Begriffs Pectus excavatum (Pectus = Brust, excavare = aushöhlen) sind, neben der am häufigsten verwendeten Trichterbrust die Schusterbrust, das Koilosternia und im Englischen „funnelchest“ oder „funnelbreast“.

In 39 % der Fälle wird die Trichterbrust im Neugeborenenalter festgestellt, 25 % zwischen 1. und 5. Lebensmonat, 24 % im 6. bis 12. Lebensjahr und nur 12 % werden nach dem 12. Lebensjahr diagnostiziert [44]. Bildet sich der Befund im Alter von 2-3 Jahren zurück, spricht man von einem Pseudopectus excavatum [111].



Abb. 1



Abb. 2

Abb 1: Männl. Patient mit symmetrischem Trichterbrustbefund

Abb 2: CT- Thorax- Befund einer ausgeprägten symmetrischen Trichterbrust



Abb. 3

Abb. 3 : Männl. Patient mit ausgeprägtem, asymmetrischem Trichterbrustbefund

### Pectus carinatum

Das Gegenstück zur Trichterbrust ist das wesentlich seltenere Pectus carinatum. Auch hier stammt der Begriff aus dem Lateinischen (Pectus = Brust, carina = Kiel). Synonyme sind, neben der bekannten Kielbrust die Hühnerbrust, das Pectus gallinatum, der Thorax cuneiforme und im Englischen „sternal kyphosis“ oder „pigeon chest“.

Die Kielbrust ist ebenfalls eine kongenitale Fehlbildung der Brustwand, es kommt zu einem „kielartigen“ Vorspringen im Bereich des Sternums.

Man unterteilt das Pectus carinatum in 2 Typen [10]:

- Chondromanubriale Form
- Chondrogladiolare Form.

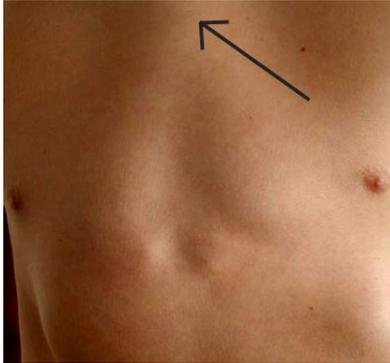


Abb. 4



Abb. 5

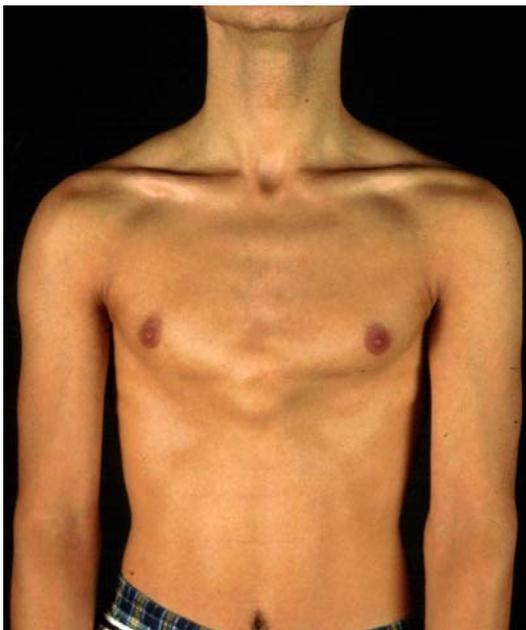


Abb.6a



Abb. 6b

Abb. 4: Männl. Patient mit chondromanubrialer Kielbrust in frontaler Ansicht

Abb. 5: Männl. Patient mit chondromanubrialer Kielbrust in seitlicher Ansicht

Abb.6a, b: Männl. Patient mit chondrogladiolare Kielbrust in frontaler und schräger Ansicht

### Kombinationstyp

Der Kombinationstyp ist charakterisiert durch eine Vorwölbung der ventralen Thoraxwand auf der einen Seite und eine Depression auf der kontralateralen Seite.

Oft kommt es zusätzlich noch zu einer Rotation des Sternums.



Abb. 7: Männl. Patient mit Kombinationstyp (Trichter- und Kielbrust)

### Sonstige Brustwanddeformitäten

Das Polandsyndrom, die sternale Spaltbildung mit der kardialen Ektopie, sowie die Jeune-Erkrankung sind extrem selten und kamen bei dem von uns untersuchten Patientengut nicht vor (s.a.Kapitel 1.4).

### Häufigkeit und Einteilungen der Trichter- und Kielbrustdeformitäten

Zur Inzidenzrate der Trichter- und Kielbrustdeformitäten gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben. Die Rate schwankt in verschiedenen Studien bei den Trichter- und Kielbrustpatienten zwischen 1:400- 1:100 Neugeborenen [24, 35, 121]. Man ist sich jedoch einig, dass sowohl bei der Trichter- als auch bei der Kielbrust wesentlich häufiger das männliche Geschlecht betroffen ist (Verhältnis 5:1-3:1) und dass die Trichterbrustdeformität darüber hinaus familiär gehäuft vorkommt [4, 22, 70].

Da es für die Operationstechnik, Auswertung der operativen Ergebnisse und die weitere Prognose entscheidend ist, um welche Art der Deformität es sich handelt, haben verschiedene Autoren versucht, eine Einteilung der Erscheinungsformen vorzunehmen. WILLITAL teilte die verschiedenen Brustwanddeformitäten in 11 Typen ein, wobei er sich dabei am klinischen Aspekt orientierte:

- Typ 1: Symmetrisch gebaute Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- Typ 2: Asymmetrisch gebaute Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- Typ 3: Symmetrisch gebaute Trichterbrust bei Platythorax
- Typ 4: Asymmetrisch gebaute Trichterbrust bei Platythorax
- Typ 5: Symmetrisch gebaute Kielbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- Typ 6: Asymmetrisch gebaute Kielbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- Typ 7: Symmetrisch gebaute Kielbrust bei Platythorax
- Typ 8: Asymmetrisch gebaute Kielbrust bei Platythorax
- Typ 9: Kombinationsform Kielbrust / Trichterbrust
- Typ 10: Brustwandaplasie
- Typ 11: Manubrium-Sternum-Spalte

Typ 1:	Symmetrisch gebaute Trichterbrust bei sonst normal konfigurierter Thorax	
Typ 2:	Asymmetrisch gebaute Trichterbrust bei sonst normal konfigurierter Thorax	
Typ 3:	Symmetrisch gebaute Trichterbrust bei Platythorax	
Typ 4:	Asymmetrisch gebaute Trichterbrust bei Platythorax	
Typ 5:	Symmetrisch gebaute Kielbrust bei sonst normal konfigurierter Thorax	
Typ 6:	Asymmetrisch gebaute Kielbrust bei sonst normal konfigurierter Thorax	
Typ 7:	Symmetrisch gebaute Kielbrust bei Platythorax	
Typ 8:	Asymmetrisch gebaute Kielbrust bei Platythorax	
Typ 9:	Kombinationsform Kielbrust - Trichterbrust	
Typ 10:	Brustwandaplasie	
Typ 11:	Manubrium - Sternum - Spalte	

Abb. 8: Einteilung der Brustwanddeformitäten nach WLLITAL [52]

Diese Unterteilung ist auch für die Beurteilung der zu erwartenden Schwere der Symptome nützlich, denn ein flacher symmetrischer Trichter bei normal gewölbtem Thorax

bereitet weniger Beschwerden als ein asymmetrischer Trichter mit weiteren Veränderungen des Thoraxskelettes.

Nachfolgend werden zur Veranschaulichung die Anzahl und die Verteilung der Trichterbrusttypen 1-11 bei 902 operierten Patienten an der hiesigen Klinik für Kinderchirurgie der Universitätsklinik Münster (1984- 1997) graphisch dargestellt (Abb.9):

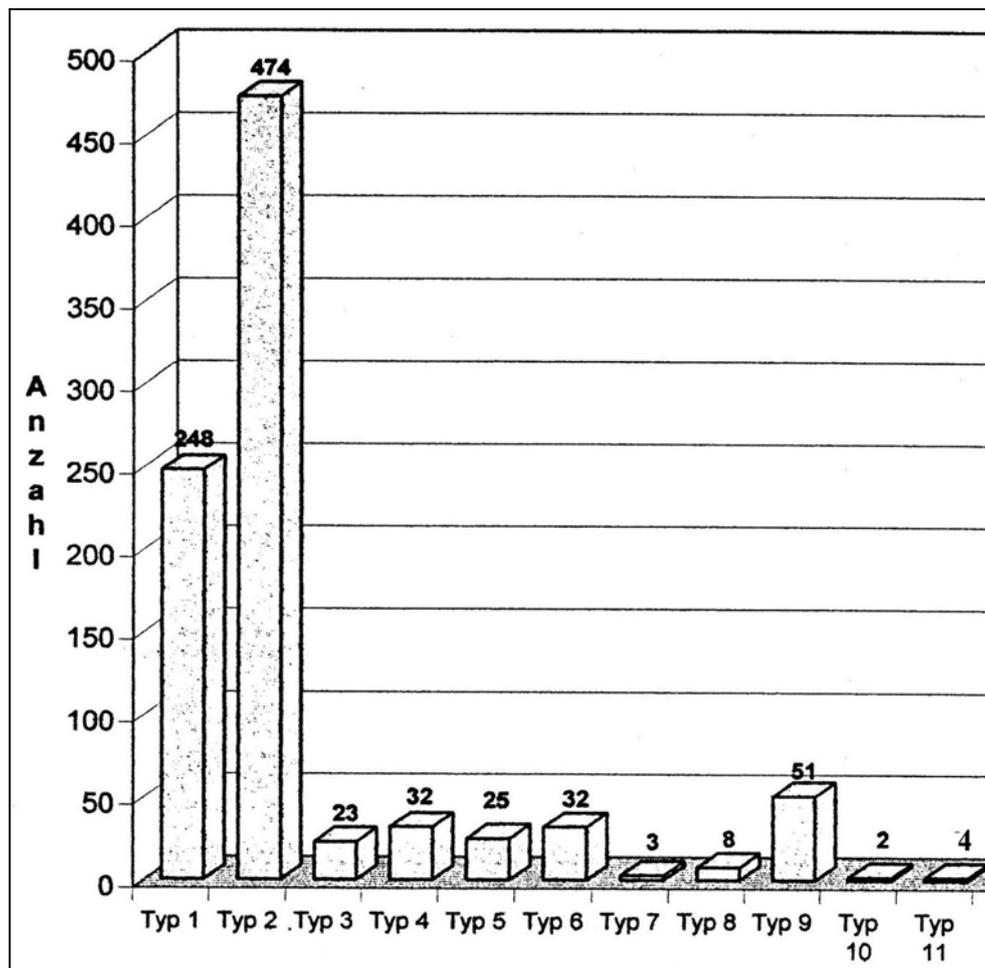


Abb. 9: Verteilung der Trichterbrusttypen in der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie der Universitätsklinik Münster in den Jahren von 1984 bis 1997 n= 902 [125]

Eine weitere Einteilung machte STAUFFER, er gewichtete die sekundären Folgeerscheinungen der Trichterbrust stärker. Er klassifiziert den größten Anteil der

Patienten in die Gruppe des asthenischen Typs mit einem sehr schmalen Thorax, einer schlechten Körperhaltung mit nach vorne hängenden Schultern und deutlicher Kyphose der Brustwirbelsäule. Der Trichter ist dabei nur ein Teilsymptom. Der geringere Anteil entfällt auf die Gruppe, bei der der Trichter nur eine isolierte lokale Missbildung ist [104].

MANEKE betonte in seiner Einteilung den leptosomen Habitus und den Flachthorax bei der Mehrzahl der Trichterbrustpatienten. Seine vergleichenden Studien zwischen Trichter- und Kielbrustträgern deutete darauf hin, dass abhängig vom vererbten Thorax bei der Anlage einer Bindegewebshypoplasie die flachbrüstigen leptosomen Patienten eine Trichterbrust entwickeln, während die tiefbrüstigen untersetzten Pykniker eher zur Kielbrust neigen [64].

## 1.2 Ätiologie und Pathogenese

Obwohl BAUHINUS sich bereits im Jahre 1594 als Erstbeschreiber der Trichterbrust mit der Genese dieser Brustwanddeformität auseinandergesetzt hat, ist bis heute nicht eindeutig geklärt, wie es zu der Thoraxmissbildung kommt [7, 99].

In den meisten Publikationen wird von einem übermäßigen Wachstum des Rippenknorpels ausgegangen, ohne eine Ursache hierfür zu kennen. Auch eine allgemeine Veränderung der Morphologie des Knorpels wird häufig diskutiert [23, 89].

Zu den älteren und im Laufe der Zeit bereits wieder verworfenen Theorien zählen u.a. die intrauterine Zwangslage des Feten, die Entstehung der Deformität durch berufliche Haltungsschäden, man spricht in diesem Zusammenhang auch von der sogenannten „Schuster- bzw. Töpferbrust“ oder die Annahme einer Lues oder Rachitis als ursächlicher Faktor [19, 119].

In der Folgezeit tendierte man dazu, anatomische und funktionelle Besonderheiten pathogenetisch verantwortlich zu machen. Man suchte nach Veränderungen im Thoraxbereich, die für die Ausbildung einer Trichterbrust unmittelbar bedeutsam sein könnten. Das „Ligamentum substernale“ zwischen Sternum und Diaphragma sollte Ursache für einen nach dorsal gerichteten Zug auf das Sternum sein. Diese „Retraktionstheorie“ wurde erstmals 1939 durch BROWN in der Literatur erwähnt, MONOD und REHBEIN schlossen sich der Hypothese an [11, 72, 87].

Ebenso wurde eine Störung der Atemmechanik mit der Persistenz der Bauchatmung als Entstehungsursache der Trichterbrust angesehen [32]. 1959 wurde durch MANEKE die These der „sternokostalen Dysplasie“ entwickelt. Die embryonale Hemmungsmisbildung

des Sternums bedingt durch eine zusätzliche Störung der intrathorakalen und abdominalen Druckverhältnisse die Einziehung des Brustbeines als „Locus minoris resistentiae“ [64]. Diese These wurde bei Kindern mit schwerem Stridor connatus bestätigt, sie entwickelten fast regelmäßig eine Trichterbrust [64].

ZENKER stellte 1967 eine ähnliche Theorie wie MANEKE auf. Er bewertete die Trichterbrust als Produkt einer angeborenen Entwicklungsstörung mit mangelhafter Differenzierung bei der Sternalleistenbildung [124].

In den darauffolgenden Arbeiten sah man nicht mehr die anatomisch von außen wirkenden Kräfte oder kongenitale Faktoren als Entstehungsursache an, sondern es wurden mit Hilfe von biochemischen, morphologischen und tierexperimentellen Untersuchungen völlig neue Erkenntnisse über das Knorpelgewebe selbst im Bereich von Rippen und Sternum gewonnen.

Eine anlagebedingte katabole Reaktion im Mukopolysaccharidstoffwechsel des Knorpels, die das biochemische Substrat der angenommenen Wandschwäche darstellen könnte, wurde 1967 nachgewiesen. Drei für den katabolen Stoffwechsel der Mukopolysaccharide repräsentativen Enzyme (Hexosaminidase, Glucuronidase und saure Carboxypeptidase), die für die mechanischen Eigenschaften des Knorpels verantwortlich sind, zeigten eine deutlich gesteigerte Aktivität [32].

1987 untersuchte RUPPRECHT licht- und elektronenmikroskopisch erneut die pathomorphologische Struktur des Knorpelgewebes und fand Veränderungen, die sich durch einen Zinkmangel provozieren ließen. Dies führte zu der Annahme, dass ein Zinkmangel der Grund für das Auftreten der Thoraxdeformität ist [90].

Durch diese Tatsache angeregt untersuchten GEISBE (1967), HECKER (1988), SAHINBAS (1993) und MEIER (1997) lichtmikroskopisch den Trichterbrustknorpel und stellten eine Veränderung der Qualität und Quantität der Chondrozyten und eine deutliche Zunahme von „Asbestfasern“ fest. Darüber hinaus nimmt die Zahl der Chondrozyten der einzelnen Chondronen mit steigendem Alter stark zu und es konnten in sämtlichen Knorpelabschnitten von Trichterbrustpatienten Gefäße nachgewiesen werden. Diese wiederum werden als ein Relikt der embryonalen Knorpelentstehung gedeutet und sind Ausdruck einer Reifestörung. Es findet eine erhöhte Synthese von extrazellulärer Substanz statt, vermutlich aber eine „minderwertige“ Syntheseleistung. Licht- und elektronenmikroskopisch wurden bedeutsame Veränderungen in der Morphologie des

Knorpelgewebes bei der Trichterbrust festgestellt, die klinisch relevant sein könnten [32, 44, 66, 91, 95]

Trotz der vielen Theorien und Untersuchungen gilt aber bis heute keiner der Ansatzpunkte als gesichert; für am wahrscheinlichsten hält man die Theorie des übermäßigen Wachstums der Rippen- und Sternumknorpel.

### **1.3 Klinik, Symptome und Begleiterkrankungen**

Das Erscheinungsbild eines Patienten mit einer Trichterbrust ist in den meisten Fällen durch eine asthenische Konstitution mit nach vorne hängenden Schultern gekennzeichnet. Je nach Schweregrad des Befundes können eine hypotone Bauchmuskulatur und eine sichtbare Bauchatmung hinzukommen.

Bei einem Viertel der Betroffenen findet man zusätzlich Deformitäten im Bereich der Wirbelsäule, insbesondere der Halswirbelsäule (Skoliose, Kyphose) [10, 57, 102, 118].

Die jüngeren Patienten fallen durch eine ausgesprochene Infektanfälligkeit der Atmungsorgane mit Neigung zu vergrößerten Adenoiden sowie Tonsillen, Sinusitiden und Pneumonien auf [28, 29, 45]. Im Kleinkindesalter von 2- 5 Jahren sind sie schlechte Esser, durch den muskelschwachen Bauch wird jedoch oft ein guter Ernährungszustand vorgetäuscht. Diese körperlichen Beschwerden im Kindesalter führen, im Gegensatz zum adoleszenten Patienten, selten zu einer Operation. Es ist eher der kosmetische Aspekt und der damit verbundene psychische Leidensdruck, der gerade in diesem Alter zur Belastung werden kann. Die Kinder werden in der Schule und im Sport gehänselt und geraten so in eine Außenseiterrolle [99].

Bei älteren Kindern, Jugendlichen oder bereits Erwachsenen hingegen, ist es meist eine Kombination aus störender Ästhetik und kardio-pulmonalen Auffälligkeiten, die zu einer Operationsindikation führt [20, 36].

Zusätzlich tritt nicht selten ein Mitralklappenprolaps auf, der häufig bei Krankheiten mit Bindegewebsdefekten zu finden ist, man vermutet einen solchen Zusammenhang auch bei Pectus-excavatum- Patienten [4, 80]. In einer Studie mit Betroffenen einer „idiopathischen“ Trichterbrust wurden bei der körperlichen Untersuchung und der Familienanamnese Hinweise gefunden, die diese Annahme unterstützten [5].

Auffällig häufig wird die Kombination aus Trichterbrust und autosomal- dominant vererbten Marfansyndrom beobachtet (s.a.Kapitel 1.4) [5, 57, 96].

Weitere Begleiterkrankungen, Missbildungen oder Fehlbildungssyndrome, die im Zusammenhang mit einer Trichter- oder Kielbrust stehen, sind das Poland-Syndrom, das Ehlers-Danlos-Syndrom, die Osteogenesis imperfecta, das Jeune-Syndrom, das Turner-Syndrom, die Arachnodaktylie oder die Homocystinurie (s.a. Kapitel 1.4) [66].

Je nach Art des Trichters und der damit verbundenen Ausprägung der Thoraxdeformität, ist das kardiorespiratorische System der Patienten betroffen, und diese klagen über Atem- und/ oder Herzbeschwerden. In Abhängigkeit der individuellen Befunde klagen die Patienten über eine eingeschränkte körperliche Belastbarkeit, schnellere Ermüdung, stechende Schmerzen und Engegefühl in der thorakal. In einigen Fällen berichten die Patienten über eine Belastungs-, seltener auch eine Ruhe- Dyspnoe oder Asthmaerkrankungen [35, 83, 99, 103].

#### **1.4 Andere Krankheitsbilder mit Thoraxwanddeformitäten**

##### Marfansyndrom und marfanoider Habitus

Bei dem Marfan-Syndrom handelt es sich um eine autosomal-dominant vererbte, generalisierte Bindegewebserkrankung mit Befall verschiedener Kompartimente des menschlichen Körpers. Es kommt zu Bindegewebsveränderungen im Bereich des muskuloskelettalen, kardiovaskulären und oculären Systems, mit einem für das Marfan-Syndrom typischen Erscheinungsbild.

Charakteristisch für diesen Habitus sind ein sehr schmaler Thorax kombiniert mit einer Trichter- oder Kielbrust, Kyphoskoliose, Dolichostenomelie, Arachnodaktylie, überstreckbare Gelenke mit teilweise kongenitalen Flexionskontrakturen, oft nicht familiärer Großwuchs, ein langer und schmaler Kopf mit prominenten Augenleisten und tiefliegenden Augen, ein spitzer Gaumen, weiche Haut mit Striae sowie Leistenhernien.

Die Krankheit wird durch einen Fehler in der Struktur des Fibrillin-1 hervorgerufen [66].

Berühmte Personen mit Marfan-Syndrom waren zum Beispiel US-Präsident Abraham Lincoln, Niccolò Paganini und der Pianist Rachmaninow [106].

Von einem marfanoiden Habitus spricht man, wenn ein Patient ein oder mehrere Symptome des Marfan-Syndroms aufweist, er jedoch dennoch weder dem genannten, noch einem artverwandten Syndrom zuzuordnen ist, da Ausschlußkriterien vorliegen [58, 82].

### Poland- Syndrom

Das Polandsyndrom ist eine komplexe Fehlbildung aus dem Formenkreis der Brachydaktylie- und mammorenalen Syndrome. Die Ätiologie ist noch nicht geklärt, vermutlich handelt es sich um einen hereditären Erbmodus. Die Betroffenen weisen eine einseitige Anomalie der Hand (Syndaktylie, Synbrachydaktylie), homolaterale Aplasie der Mm. Pectorales und fakultativ einseitige Hypo- oder Aplasie der Mamille oder Mamma auf. Häufig ist diese mit einer Hypo- oder Aplasie der homolateralen Niere kombiniert [81]. In einigen Fällen können Trichterbrustdeformitäten auftreten [66].

### Ehlers-Danlos-Syndrom

Das Ehlers-Danlos-Syndrom (Cutis hyperelastica) ist ein erblicher Defekt im Bindegewebe (Kollagen), welcher zu Hyperelastizität der Haut, Überbeweglichkeit der Gelenke und leichter Verletzbarkeit der Haut führt. Es gibt mindestens 10 Formen, die sich teils im Vererbungsmodus, teils im Schweregrad oder Art des Enzymdefektes unterscheiden. Die Überbeweglichkeit der Gelenke kann zu Subluxationen und Gangstörungen führen. Oft besteht ein Genu recurvatum und eine Kyphoskoliose. Gefäßaneurysmen, Trichterbrustdeformitäten und Augenanomalien kommen vor [14, 66].

### Osteogenesis imperfecta

Die Osteogenesis imperfecta oder auch Glasknochenkrankheit genannt, ist eine erbliche Bindegewebserkrankung, die zu einer vermehrten Knochenbrüchigkeit und übermäßiger Kallusbildung führt. Durch multiple Defekte in der Biosynthese von Typ-I-Kollagen entstehen atypische und funktionsverminderte Kollagenkomplexe, die auch die Ursache für eine Trichterbrustentstehung sein können [105].

### Jeune- Syndrom

Die asphyxierende Thoraxdystrophie (Jeune-Syndrom) ist eine autosomal- rezessiv vererbte Erkrankung des Skelettsystems mit schmalem Thorax, Rhizomelie, Polydaktylie sowie Nierenfehlbildungen und postnataler Ateminsuffizienz. Eine Kombination mit einer Trichter- oder Kielbrust kommt in sehr seltenen Fällen vor. [81].

## 1.5 Diagnostik der Trichter- und Kielbrust

Um das Ausmaß einer Trichter- oder Kielbrust richtig beurteilen zu können, ist eine differenzierte Diagnostik erforderlich. Sie lässt sich unterteilen in:

- das ausführliche Anamnesegespräch
- die anatomisch- morphologische bzw. bildgebende Diagnostik und
- die funktionelle Beurteilung

### 1.5.1 Anamnese

Zu Beginn der Patientenuntersuchung sollte grundsätzlich eine ausführliche Anamnese durchgeführt werden, da oftmals nicht die funktionellen, messbaren Beschwerden im Vordergrund stehen, sondern die psychische Belastung durch die Deformität. Der Patient sollte daher im Rahmen dieser Anamnese die Möglichkeit bekommen, seine Beweggründe für einen Korrekturwunsch äußern zu können.

Speziell bei der Anamnese von Thoraxdeformitäten sollte der Betroffene gefragt werden, ob Vor- bzw. Begleiterkrankungen eine Rolle spielen und ob hereditäre Faktoren ursächlich sind, da in 25% der Fälle eine familiäre Vorbelastung nachgewiesen werden kann [70].

Gerade die erwachsenen Patienten haben einen längeren Leidensweg hinter sich und die Einschränkung der Lebensqualität durch eine Trichter- oder Kielbrust kann qualitativ und quantitativ sehr unterschiedlich sein. Werden Patienten in der Klinik vorgestellt, bei denen es zu Rezidiven nach der ersten Operation gekommen ist, muss geklärt werden, mit welcher Technik die erste Korrektur durchgeführt wurde, damit das geeignete Verfahren für die Rezidivbehandlung ausgewählt werden kann.

### 1.5.2 Anatomisch-morphologische und bildgebende Diagnostik

- Inspektion: Durch die Inspektion kann ein subjektiver Eindruck der Trichterbrusttiefe und -form, der Muskulatur und der Wirbelsäulenveränderungen gewonnen werden und eine Beurteilung von Habitus und Konstitution stattfinden.

- Röntgenthorax in 2 Ebenen: Eine a. p.- Aufnahme wird zur Darstellung der Topographie des Herzens, der Lunge und der eventuellen Verdrängungen der Organe im Thoraxraum (Verkleinerung des Holzkecht'schen Raums und des aortalen Fensters) angefertigt.

Ein seitliches Bild dient der Beurteilung der Anatomie der Wirbelsäule und der räumlichen Verhältnisse, wie beispielsweise des Retrosternalraumes, sowie Bestimmung des sterno- vertebralem Diameters.



Abb. 10a



Abb. 10b



Abb. 11a

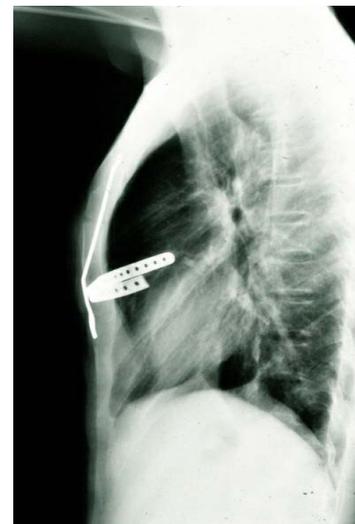


Abb. 11b

Abb. 10a, b: Rö- Thorax mit Pectus excavatum prä- und postoperativ

Abb. 11a, b: Rö- Thorax mit Pectus carinatum prä- und postoperativ

Sowohl die Trichtertiefe als auch die Impression kann mit Hilfe der folgenden Formeln am seitlichen Röntgen-Thorax gemessen und berechnet werden (s.a.Abb.12):

$$\text{Trichtertiefe: } \frac{D1}{(D1+D2+D3)}$$

$$\text{Impression: } \frac{(D1+D2)}{(D1+D2+D3)}$$

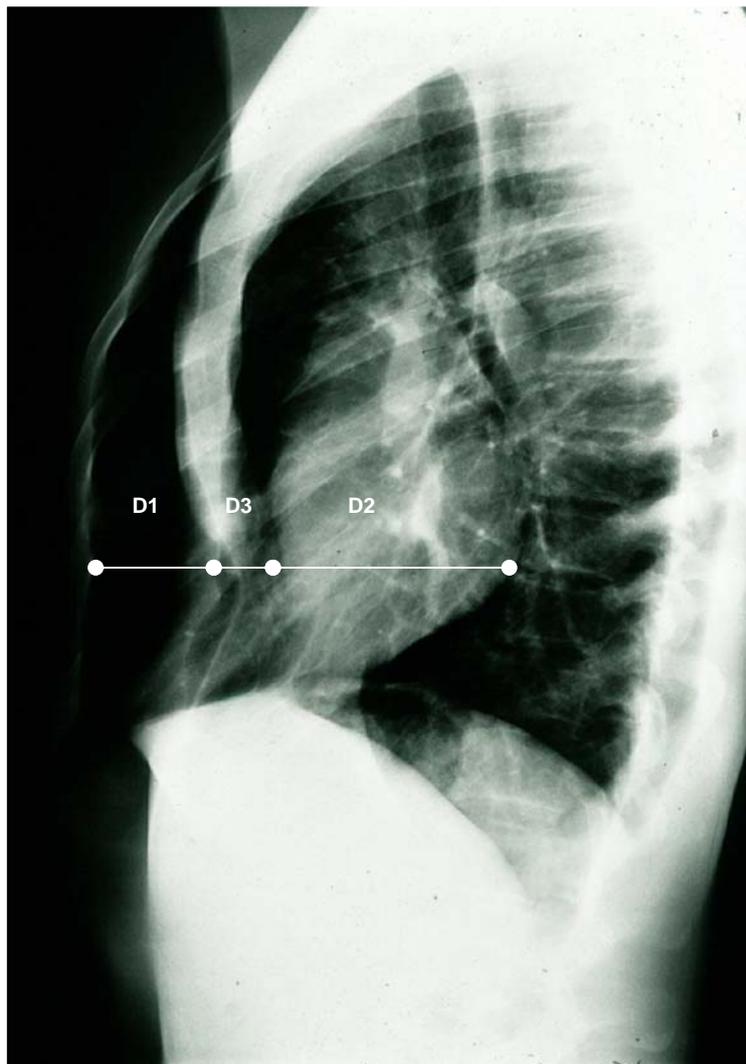


Abb. 12: Ausmessung von Trichtertiefe und Impression

- Volumenbestimmung bei Trichterbrustpatienten: Durch das Eingießen von Wasser in Horizontallage des Patienten wird das Trichtervolumen bestimmt. Dies ist jedoch meist nur bei männlichen Patienten und Kindern möglich. Bei Patientinnen mit großen Mammae oder bei einer muldenförmigen Deformität ist diese Methode weniger gut anwendbar, hier bietet sich eher die radiologische Einschätzung an [66, 110].



Abb. 13a



Abb. 13b

Abb.13a, b: Liegender, männl. Patient bei der Trichtervolumenbestimmung mittels Eingießen von Wasser

- CT-Thorax: Durch das radiologische Schichtverfahren wird im Einzelfall die Darstellung thorakaler Skelettveränderungen und die exakte Abgrenzung intrathorakaler Organe sowie deren Lagebestimmung ermöglicht [84, 111].
- Photographie: Photodokumentation des kosmetischen Ergebnisses prä- und postoperativ in verschiedenen Potraitwinkeln (von vorne, schräg seitlich, seitlich etc.). Mit der herkömmlichen Photographie ist keine objektive Beurteilung des Trichters möglich, es lässt sich aber das Vorher und Nachher miteinander vergleichen.



Abb. 14a



Abb. 14b

Abb. 14a, b: Männl. Patient mit Trichterbrustbefund prä- und postoperativ

### 1.5.3 Historische und seltener angewandte Diagnostikmethoden:

- Rasterphotoerstellung: Eine Methode der Thoraxvermessung ist die Videoraster-Stereographie (Akademie für Manuelle Medizin der WWU Münster). Hier werden parallele Lichtlinien auf den Thorax projiziert. Das Thoraxbild wird über eine Stereovideokamera in einen Computer eingelesen. Aus den Verläufen der Linien kann dann der Computer ein dreidimensionales Bild errechnen und über den Drucker ausgeben (Abb.15) [66].

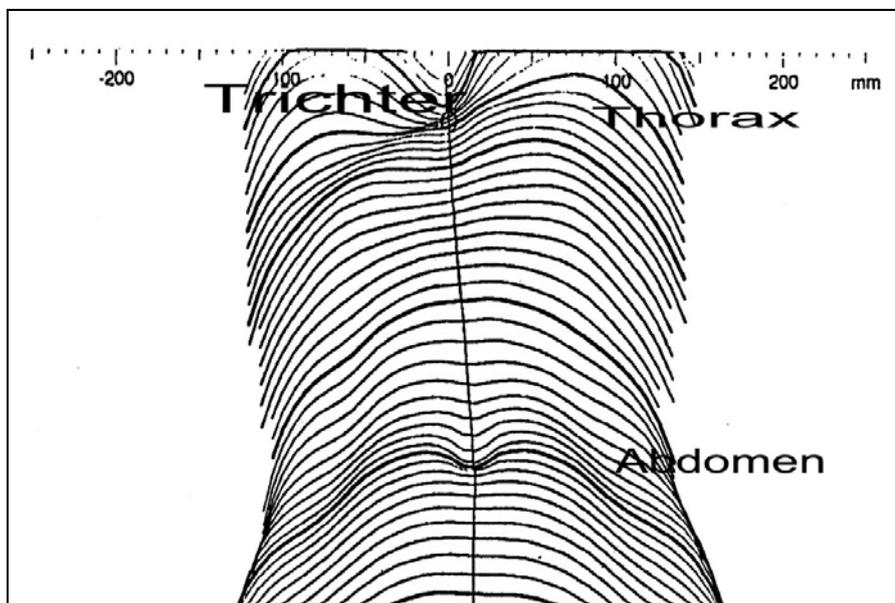


Abb. 15: Videoraster- Stereographie nach WILLITAL und CASTRO [66]

- Messungen der Trichtertiefe und -form: Direkte Vermessung des Trichters in seiner Länge, Breite und Tiefe am Patienten. Hierbei kann ein Beckenzirkel aus der Gynäkologie hilfreich sein [123]. Erstellung eines Gipsmodells zur räumlichen Darstellung der Trichtergröße [66]. Übertragungen beliebiger Stellen des Trichters auf Papier mit Hilfe des chest condor recorder [50]. Beurteilung des Schweregrades mit Hilfe des Thorakalindex [50, 52]:

Querdurchmesser: Thoraxtiefe x 100



Erregungsrückbildungsstörungen, Überleitungsstörungen, Herzrhythmusstörungen (Sinustachykardien, Sinusbradykardien, AV-Block I. Grades, etc.), P-Wellenveränderungen (P-Dextroatriale, P-Sinistroatriale), Verdrängung des Herzens nach links, rechts, ventral oder dorsal, ggf. mit Rotation des Herzens um die Längs -, Transversal - und Sagittalachse, die durch die Kompression und Verschiebung des Herzens entstehen können.

#### Lungenfunktionsprüfungen:

Zur Klärung der Lungenfunktion werden bei den Trichter- und Kielbrustpatienten verschiedene Lungenfunktionswerte ermittelt: Die Vitalkapazität in cm<sup>3</sup>, der Tiffeneau-Test (ex- und inspiratorisch) und seltener auch der Ein-Sekunden-Grenzwert (ex- und inspiratorisch). Darüberhinaus führten wir Blutgasanalysen (O<sub>2</sub> - und CO<sub>2</sub> - Sättigung, pH-Wert, Säure- Basen- Haushalt ) sowohl in Ruhe als auch unter Belastung durch, um eine Gasaustauschstörung objektivieren zu können.

Zu den pathologischen pulmonalen Befunden durch die Einengung der Lunge gehören: Obstruktive Ventilationsstörungen, restriktive Ventilationsstörungen und kombinierte Ventilationsstörungen, die mit einer Abnahme der Total-, Vital- oder/ und Sekundenkapazität einhergehen und in schweren Fällen sogar zu einem Lungenemphysem führen können.

Die oben genannten Diagnostikmethoden stehen auch bei der Beurteilung der Kielbrust zur Verfügung. Nur wenige Methoden sind aufgrund der Art der Deformität nicht durchführbar, beispielsweise die Volumenbestimmung mittels Eingießen von Wasser.

## **1.6 Indikation zur Therapie**

Mit Abnahme des Operationsrisiko werden zunehmend Thoraxdeformitäten operiert, da nur in seltenen Fällen ein zufriedenstellendes Ergebnis durch nichtoperative Methoden erreicht wird (s.a. Kapitel 1.8.1).

Die Indikation für eine solche Operation hängt je nach Alter des Patienten von verschiedenen Faktoren ab:

Im Kindesalter stehen kosmetische Gesichtspunkte und die damit verbundene psychische Beeinträchtigung im Vordergrund. Im Adoleszentenalter überwiegt die funktionelle, kardiorespiratorische Einschränkung sowie die verminderte Belastbarkeit, allerdings häufig

in Kombination mit einer nicht zu unterschätzenden Rolle der störenden Ästhetik [20, 24, 31].

Röntgenologisches Kriterium bei der Indikationsstellung kann eine mehr als 25%-ige Impressionstiefe des Sternums sein. In diesem Fall kann eine Korrekturindikation gestellt werden [110].

Eine psychologische Untersuchung ist bei den Patienten angezeigt, die durch die oben genannten Diagnostikmethoden keine nachweisbaren Einschränkungen aufweisen, jedoch eine starke psychische Belastung durch die Deformität angeben.

## **1.7 Therapieverfahren der Trichterbrust**

Zur Verfügung stehen sowohl konservative und physiotherapeutische Therapieformen, als auch verschiedene operative Korrekturen. In den meisten Fällen wird eine Trichter- oder Kielbrust operativ behandelt, nur selten wird eine konservative Behandlung gewählt.

Noch vor 20 Jahren wurde die Operationsindikation zur Trichterbrustkorrektur eher zurückhaltend gestellt, da das Operationsrisiko verhältnismäßig hoch war. Mit der Verbesserung der Anästhesiemethoden und Operationstechniken sind diese Risiken jedoch erheblich reduziert worden [111]. Der Weg von der ersten Trichterbrustoperation durch TIETZE 1889 bis zu den heutigen Operationsverfahren ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl ähnlicher Techniken mit zahlreichen Modifikationen [109]. Allen gemeinsam ist der Versuch, eine optimale Korrekturmethode zu finden, die nicht nur die Korrektur der Trichterbrust, sondern auch die Wiederherstellung und Erhaltung der neuen Thoraxform und Beseitigung der Sekundärpathologie berücksichtigen soll.

Die Therapieformen lassen sich wie folgt unterteilen:

### ➤ nicht operative:

- konservative Methoden (spezielle Lagerung, Reklinationsschiene, Saugglocke)
- Physiotherapie

### ➤ operative:

- Operationstechniken mit Metallimplantation (s.a. Kapitel 1.7.1)
- Operationstechniken ohne Metallimplantation (s.a. Kapitel 1.7.2)
- Minimalinvasive Operationstechniken (s.a. Kapitel 1.7.3)

## 1.8 Nicht operative Korrekturmethoden der Trichterbrust

Ein gewisser Erfolg der konservativen Lagerungs- Therapie des Pectus excavatum ist nur bei Kleinkindern unter 2 Jahren mit einem wenig ausgeprägten Trichter zu erwarten. Die Therapie besteht darin, die Säuglinge auf dem Bauch zu lagern, um den Tonus des M. rectus abdominis zu erhöhen und dessen Wachstum zu fördern. Außerdem müssen die Kinder nachts zusätzlich auf einer Reklinationsschiene fixiert werden.

Diese Therapie muss konsequent für einige Monate durchgeführt werden und auch dann ist oftmals eine spätere operative Therapie unumgänglich [111].

Seit dem Frühjahr 2005 bietet die Kinder- und Jugendchirurgie der Universitätsklinik Münster (UKM) eine weitere, konservative Behandlungsmöglichkeit mit der Saugglocke nach E. Klobe (siehe Abb 17) an. Die Saugglocke wird auf den Trichter aufgesetzt und durch Herstellen eines Unterdruckes mittels einer kleinen Handpumpe wird der Trichter - auch knöchern - angehoben. Er sinkt nach Ablassen des Unterdruckes und Abnehmen der Pumpe wieder ein, bleibt aber, bei regelmäßiger Anwendung, zunehmend länger aufgerichtet und lässt sich so auch dauerhaft korrigieren.

Die Saugglocke ist in drei Größen erhältlich und wird individuell angepasst. Der Therapieverlauf wird dann in regelmäßigen Kontrollen durch die Klinik dokumentiert [62].



Abb. 17: Saugglocken nach KLOBE in 3 verschiedenen Größen [62]

Bei Patienten, die nur eine leichtgradige Trichter- oder Kielbrust aufweisen, kann mit Hilfe von Physiotherapie versucht werden, eine allgemeine Besserung der mit der Deformität häufig kombinierten asthenischen Körperhaltung zu erzielen. Eine Kräftigung der Brust- und Rückenmuskulatur stehen hierbei im Vordergrund, spezielle Atemübungen unterstützen diesen Therapieansatz [115].

Ebenfalls in der hiesigen Klinik für Kinderchirurgie (UKM) wurde ein präoperativer physiotherapeutischer Trainingsplan erstellt, der vier Monate vor der Operation begann und gezielt auf Kinder und Jugendliche abgestimmt wurde, die sich einem Trichter- oder Kielbrusteingriff unterziehen wollten. Er umfasst: Atemübungen, Bauchpressübungen zur Mukolyse, Kräftigung der Rückenmuskulatur zur Haltungsschulung, Aufbau der Pectoralismuskulatur [35]

## 1.9 Operative Korrekturmethode der Trichterbrust

### 1.9.1 Operationstechniken mit Metallimplantation

1955 berichtet REHBEIN über eine Stabilisation mit paarigen Metallstäben, die in das Knochenmark der lateralen Rippenstümpfe eingebracht, miteinander und vor dem Sternum vereinigt wurden (vgl. Abb.18) [86].

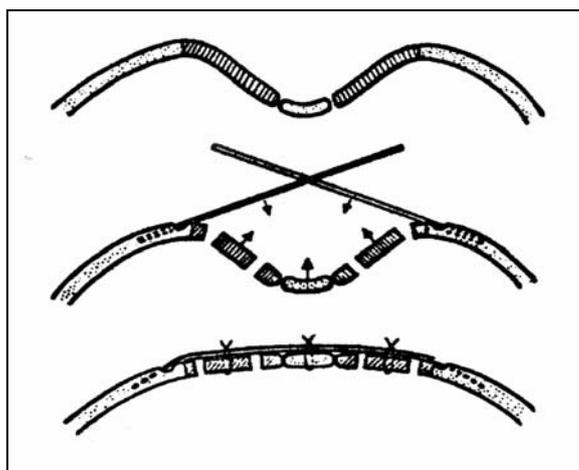


Abb. 18: Trichterbrustoperation nach REHBEIN [86, 125]

1956 wurde von HEGEMANN eine Operationstechnik entwickelt, bei der u.a. eine subperichondrale Resektion der befallenen Rippenknorpel mit nachfolgender Extension des reponierten Sternums mit einer Drahtschlinge durchgeführt wurde, eine Reimplantation von kleingeschnitztem Knorpel, sowie eine Elevation des Sternums mittels Metallbügel folgte [46]. GROB befürwortete eine quere transsternale oder retrosternale Kirschner- Drahtfixation, wobei beide Enden aus der Haut herausragen [35]. Bei der Korrekturmethode nach REHBEIN und WERNICKE aus dem Jahre 1957 wird beidseitig in gleicher Höhe am Beginn des Trichters ein schmales Metallblatt in einen knöchernen Rippenstumpf geschoben. An den Metallblättern, die sich überkreuzen, wird dann das Brustbein und der Knorpel mit Drahtnähten aufgehängt. Die Materialentfernung erfolgte meist nach 6 Monaten [87]. PALTIA operierte 1958 die Trichterbrust durch Einlegen von Stahlblättern auf die Trichterränder und substernal durch das caudale Sternumende (vgl. Abb 19) [76, 77].

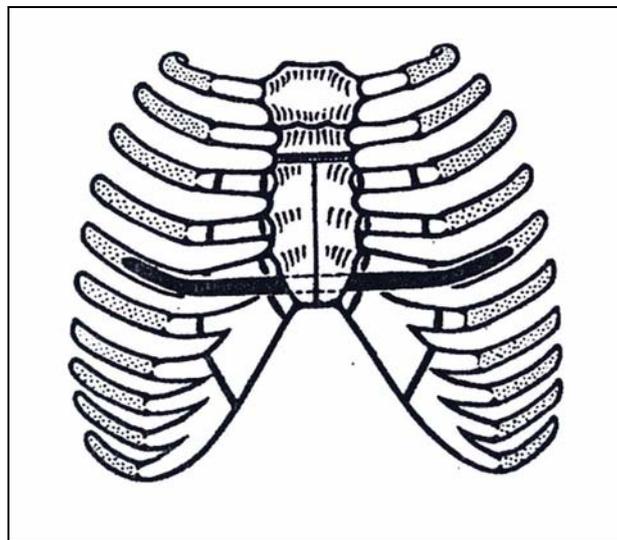


Abb. 19: Trichterbrustoperation aus PALTIA [77, 125]

1964 verbesserte HEGEMANN seine Technik, indem nach Mobilisation des Trichters ein Metallspieß quer durch das mobilisierte distale Sternumfragment getrieben und auf beiden Seiten verschränkt wurde [30]. Eine nicht selten eintretende Komplikation bei allen neu

entwickelten Korrekturverfahren, sowohl bei denen ohne, als auch bei denen mit Metallimplantation, ist der einseitige oder sogar beidseitige Pneumothorax. Die damit verbundene Zurückhaltung bei der Indikationsstellung zur operativen Korrektur verlor jedoch durch die Einführung der Intubationsnarkose an Berechtigung [111].

### 1.9.2 Operationstechniken ohne Metallimplantation

Im Jahre 1899 berichtet TIETZE zum ersten Mal von einer chirurgischen Behandlung des Pectus excavatum, gefolgt von MEYER (1911) und SAUERBRUCH (1913) [67, 94, 109]. SAUERBRUCH setzt ein Verfahren ein, bei dem der Rippenknorpel, Rippenbogen und Sternum einseitig reseziert wurde. Dieses Vorgehen erweist sich jedoch als ungeeignet, da die inneren Thoraxorgane, besonders das Herz, nur von einem dünnen Weichteilmantel bedeckt wurde. Beidseitige Resektionen der Rippenknorpel und des caudalen Sternums wurden durch CLAIRMONT, LEXER und HOFFMEISTER durchgeführt [48]. 1931 durchtrennten SAUERBRUCH und NISSEN die Rippenknochen und bedienten sich einer Zugvorrichtung nach vorne [67, 72, 109]. 1943 wird zum ersten Mal von einer Sternum-Umkehrplastik durch NISSEN berichtet [72]. SWEET führte die ersten Operationen, bei denen ein Implantat verwendet wurde, im Jahre 1944 durch. Eine dorsal eingebrachte Rippe diente als quere Stütze des aufgerichteten Sternums [107]. Im selben Jahr wurde eine anatomisch gerechtere Operationstechnik durch BRUNNER initiiert. Nach Durchtrennung der Rippenknorpel am Trichterrand wurde das Sternum T-förmig durchtrennt und die beiden Längsschnittflächen dann so angeschrägt, dass sie dachfirstförmig mit Drahtnähten ohne Zuhilfenahme von Zugvorrichtungen oder Implantaten readaptiert wurden [12].

In den folgenden Jahren wurden verschiedene Resektions- und Implantationsmethoden erprobt. Eine Korrektur mit einem Tibiatransplantat wurde 1952 von WAHREN empfohlen, BRANDT sowie GROB wiederum bevorzugten eine Stabilisation der gewünschten Korrektur durch zwei Kirschner-Drähte [9, 35, 116]. WANKE wählte 1953 die Methode der Sternumumkehrplastik [117].

Die Operationsmethode nach HEGEMANN und SCHOBERT (1956) sah vor, dass nach Mobilisation des Trichters ein Draht quer durch das Brustbein gebohrt wird und das Sternum durch Anspannen des Drahtes durch eine auf die Haut geklebte Brücke fixiert wird (vgl. Abb.20) [46].

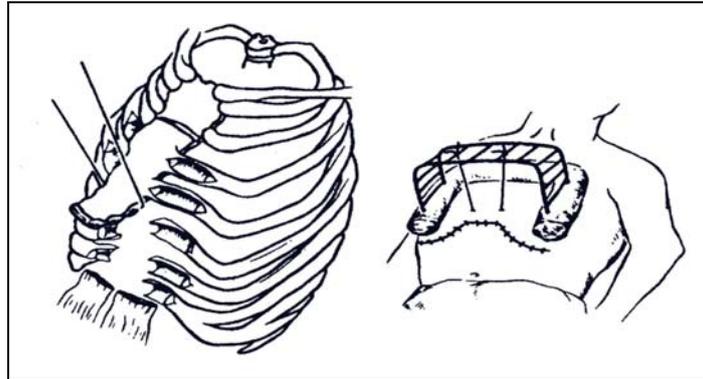


Abb. 20: Trichterbrustoperation nach HEGEMANN [46, 125]

1958 entwickelte WELCH eine Technik, bei der die Refixation des Sternums ausschließlich durch Seidennähte erfolgte [120]. Eine weitere Methode vollständig ohne Kirschner-Drähte und Metallbügel führte SANGER ein. Er hob das Sternum durch Interposition des Xiphoids an. Alle darauffolgenden, neu entwickelten Verfahren waren leicht abgewandelte und modifizierte Formen der vorherigen Methoden [93].

Die Implantation einer Silasticprothese aus kosmetischen Gründen ist eine weitere Operationsmethode. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass es sich um eine symptomatische und nicht um eine kausale Trichterbrustkorrektur handelt [125].

Folgender Kommentar von SANGER verdeutlicht, dass bereits eine Vielzahl von Korrekturmethode erprobt worden sind [93]:

*„If there are too many methods for the correction of the same disease, then none of them is satisfactory“*

### 1.9.3 Minimalinvasive Operationstechniken

Bei den herkömmlichen Trichterbrustoperationen wird die Deformität durch eine Resektion der Rippenenden, eine Osteotomie des Sternums und ein anschließendes Anlagern oder Entfernen von Korpel- oder Knochenspänen korrigiert. Zudem sind für den Eingriff große Längs- oder bei den weiblichen Patientinnen submammäre Inzisionen nötig. Viele Betroffene klagen hierbei über die ästhetisch unschön und langen Narben sowie auftretende Parästhesien im Operationsbereich des Thorax.

1987 entwickelte Dr. Donald Nuss aus Virginia (USA) eine minimalinvasive Operationstechnik zur Behebung der Trichterbrust (minimally invasive repair of pectus excavatum = MIRPE), die für den Patienten eine geringere Belastung bedeuten sollte [73]. 1998 publizierte er die Methode mit einer bereits zehnjährigen Nachkontrollzeit [75].

Bei der Operation nach NUSS werden zwei kleine Inzisionen links und rechts lateral im Bereich der mittleren Axillarlinie durchgeführt. Ein individuell vorgeformter Metallbügel, der Lorenz Pectus Bar, wird unter thorakoskopischer Sicht retrosternal eingebracht, sodass er an der tiefsten Stelle des Trichters liegt. Die konvexe Seite des Bügels steht zunächst posterior, in Richtung Wirbelsäule. Durch Drehung des Lorenz Pectus Bar um 180° Grad wird der Trichter gehoben und die Trichterbrustdeformität ausgeglichen (vgl. Abb.21a- 25). In seltenen Fällen werden auch zwei Metallbügel implantiert. Anschließend wird der Metallbügel durch Draht- Nähte fixiert. In der aktuellen, modifizierten Technik werden zur besseren Fixation zusätzlich Stabilisatorplatten zur Sicherung der Spieße an den Rippen implantiert.

Die Metallimplantate bleiben zwischen zwei und vier Jahren im Brustkorb. Bei Durchführung des Eingriffs im Kindesalter halten einige Autoren den Zeitpunkt des abgeschlossenen Wachstums als den geeigneten für die Explantation [108].

Alle Patienten erhalten perioperativ eine adäquate Schmerztherapie durch einen Periduralkatheter.

Der Blutverlust bei dieser Technik ist minimal und oftmals werden Thoraxdrainagen nicht benötigt. Die lateralen Hautschnitte ebenso wie die Schnitte der Thoraskoskopie sind nach einem halben Jahr kaum mehr zu sehen.

Die Operationsdauer ist wesentlich kürzer als bei dem offenen Eingriff. In der Literatur findet man Angaben zur OP- Dauer zwischen einer und zwei Stunden, bei den herkömmlichen Methoden wird mindestens die doppelte Zeit benötigt [73].

Nachteile dieser Methode sind zum einen, dass nur eine symmetrische Trichterbrust korrigiert werden kann, asymmetrische Befunde müssen weiterhin im offenen Verfahren

operiert werden, zum anderen wird nicht selten von schwerwiegenden Komplikationen wie Herzperforationen, Pneumothorax und Infektionen berichtet [24]. Desweiteren stellt die Dislokation des Bügels in 9,5% der Fälle ein Problem dar [42, 124].



Abb. 21a



Abb. 21b



Abb. 22



Abb. 23

Abb. 21a, b: Anpassung der geeigneten Biegeschablone mit den Enden von Medioaxillarlinie zu Medioaxillarlinie reichend. Das Implantat wird gegenüber der angepassten Schablone um 1-2 cm kürzer gewählt.

Abb. 22: Durchgezogenes Führungsband vor Einbringung des Metallimplantates

Abb. 23: Zustand nach Implantation des C- förmigen Pectus Bar (vor anschließender 180°- Drehung).



Abb. 24



Abb. 25

Abb. 24: Postoperative Röntgen-Thorax-Kontrolle zur Darstellung der genauen Position des eingebrachten Implantates.

Abb. 25: Männlicher Patient mit korrigiertem Trichterbrustbefund nach NUSS direkt postoperativ.

### 1.10 Therapieverfahren der Kielbrust

Bei der Literaturrecherche zur Korrektur der Kielbrust findet sich ein ähnlich großes Repertoire an Operationstechniken und deren Modifikationen, sowohl ohne als auch mit Einbringung von Metallimplantaten. Die Vielzahl der Korrekturmethode entstand dadurch, dass die chondrogladiolare und chondromanubriale Form des Pectus carinatum initial als unterschiedliche Erkrankungsbilder angesehen wurden [84, 85].

## **1.11 Operationstechniken der Kielbrust**

SHAMBERGER und WELCH entwickelten 1973 die derzeit am häufigsten angewandte Methode. Beim chondrogladiolaren Typ empfahl er eine subperichondrale Resektion der Rippenknorpel, sowie eine oder mehrere transversale, partielle Sternotomien. Die Korrektur des chondromanubrialen Typs erfolgte durch eine großzügige V-förmige, transversale, partielle Osteotomie in Höhe der 2. Rippe. Nach dorsaler Reposition wurde das Manubrium und das Corpus sterni fixiert [100].

Auf die weiteren Verfahren, die beispielsweise durch HECKER oder VON DER OELSNITZ berichtet wurden, soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden, da sich in der von uns vorgestellten Studie nur eine geringe Prozentzahl kielbrustoperierter Patienten befindet [44, 114].

## **1.12 Fragestellung der Dissertationsarbeit**

Im Laufe der Jahre sind eine Vielzahl von Studien über Brustwanddeformitäten und deren Therapie veröffentlicht worden. Zum einen hinterfragen die Autoren die Ätiologie von Trichter- oder Kielbrust, zum anderen beleuchten die Publikationen die verschiedenen Operationsindikationen, Operationszeitpunkte, Therapieformen und Operationstechniken. In der hier vorliegenden Dissertationsarbeit wurden folgende Aspekte untersucht:

- Wann ist im Erwachsenenalter eine Operation indiziert?
- Welche Diagnostik ist zur Indikationsstellung erforderlich?
- Welche Operationstechnik empfiehlt sich beim erwachsenen Patienten?
- Welche Vor- und Nachteile bringt die jeweilige Operationstechnik mit sich?
- Ist die angewandte Operationstechnik im Kurz- und Langzeitverlauf erfolgreich?
- Ist ein Korrekturingriff bei Brustwanddeformitäten im Erwachsenenalter gerechtfertigt?
- Welche Aspekte im Hinblick auf die postoperative Patientenzufriedenheit müssen berücksichtigt werden?
- Wie wird der Eingriff subjektiv beurteilt?

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Material**

Retrospektiv analysierten wir die Patienten, die sich in einem 10-Jahres- Zeitraum (August 1989 bis Mai 1999) an einer Trichter-, Kielbrust- und Kombinationsdeformität in unserer Klinik für Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie (THG) der Universitätsklinik Münster operieren ließen.

Untersuchungskriterien waren präoperatives Ausmaß der Deformität und die damit verbundene subjektive und objektive Lebenseinschränkung, die Op- Indikation, die Op- Technik, der perioperative Verlauf und die postoperativen objektiven und subjektiven Ergebnisse.

Ein objektiver Datenbogen und ein subjektiver Fragebogen wurde eigens hierfür erstellt.

Mit Hilfe der Krankenakte (stationäre Akte, Poliklinik- Akte), Röntgenbilder und Op- Berichte erfolgte die retrospektive Auswertung.

Alle Betroffenen wurden von uns einmal oder mehrfach nachuntersucht. Hierbei wurde eine körperliche Untersuchung, eine EKG- Ableitung, Röntgenaufnahmen des Thorax und ein Lungenfunktionstest durchgeführt.

Darüberhinaus fand eine ausführliche Befragung des Patienten mit Hilfe des entworfenen subjektiven Fragebogens zur Zufriedenheit bzgl. des Op- Ablaufes und des Ergebnisses im Kurz- und Langzeitverlauf statt.

Um die Nachuntersuchung und Befragung der Patienten durchführen zu können, wurden zunächst alle Betroffenen persönlich angeschrieben, mit der Bitte, sich erneut in der hiesigen Poliklinik der THG- Münster vorzustellen. Bei denjenigen, die unserer schriftlichen Einladung nicht nachkamen und somit kein Kontrolltermin stattfand, wurde unter Zuhilfenahme telefonischer Kontaktaufnahme ein Termin vereinbart. In einigen Fällen traten wir mit dem einweisenden Hausarzt in Verbindung, um weitere Informationen bezüglich des postoperativen Verlaufs oder aber über den Aufenthaltsort des Patienten zu bekommen.

Sämtliche Patienten- Daten der Primärtherapie und der Nachuntersuchungen wurden in die Datenbögen eingetragen und später ausgewertet.

## 2.2 Methoden

### 2.2.1 Präoperative Diagnostik von Trichter- und Kielbrust

Nach Erhebung der demographischen Daten (Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht), wurde der Patient im Rahmen einer ausführlichen Anamnese befragt, welche Beschwerden durch die Deformität hervorgerufen werden, ob eine reduzierte körperliche Belastbarkeit bestehe und in welchem Ausmaß der Betroffene durch die Erkrankung in seiner Lebensqualität eingeschränkt sei. Die angegebene Symptomatik wurde ebenso wie insbesondere die Op- Indikation festgehalten. Eine Abklärung bzgl. eventueller Begleiterkrankungen oder einer familiären Vorbelastung fand statt.

Die körperliche Untersuchung begann mit der Inspektion der Deformität und deren Objektivierung und Klassifizierung.

Das Ausmaß des Trichtervolumens wurde bei den männlichen Patienten mittels Eingießen von Wasser in den Trichter bestimmt. Diese Art der Volumenbestimmung war bei einigen weiblichen Betroffenen aufgrund großer Mammæ nur eingeschränkt möglich, hier erfolgte meist nur die oben genannte radiologische Abklärung.

In den anschließenden Röntgenthoraxaufnahmen (a.p. und seitlich) wurde die Herzsilhouette, die Trichtertiefe (Abstand der vermuteten normalen Thoraxkontur bis zum Trichterboden in Prozent) und das Ausmaß der Trichterimpression (Abstand der vermuteten normalen Thoraxkontur bis zur Sternumrückseite am Trichterboden in Prozent) bestimmt.

Bei der Kielbrust erfolgte ein vergleichbares Procedere, es wurden ebenfalls demographische Daten und Anamnese erhoben und der perioperative diagnostische Ablauf glich dem der Trichterbrust. Eine eventuelle kardiale Kompromittierung bei einer Trichter- oder Kielbrust wurde unter Zuhilfenahme einer Auskultation des Herzens, einer EKG- Untersuchung und einem transthorakalem Echokardiogramm überprüft.

Da es sich bei unserem Patientengut um Adoleszente und junge Erwachsene handelte, war eine weiterführende diagnostische Koronarangiographie oder Ventrikulographie nicht indiziert.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil unserer Diagnostik war die Überprüfung einiger Lungenfunktionsparameter. Es wurden die Vitalkapazität (FVC) und die expiratorische 1-Sekundenkapazität (FEV1) gemessen und prozentual zu den altersentsprechenden Normwerten abgeglichen. In seltenen Fällen wurde ein Thorax- CT ergänzend zur Darstellung der inneren Organe und ihrer Beziehung zueinander durchgeführt.

Um das Operationsergebnis mit dem Ausgangsbefund vergleichen zu können, fand vor und nach dem Korrekturingriff eine Photodokumentation statt.

Desweiteren wurde eng mit einer klinikinternen Psychologin zusammengearbeitet, da es bei einigen Patienten psychische Auffälligkeiten im Zusammenhang mit der Erkrankung und dem Eingriff gab.

### 2.2.2 Präoperative Aufklärung und OP Vorbereitung

Die Operationsvorbereitung des Pectus excavatum und des Pectus carinatum beinhaltet die Aufklärung des Patienten über die Art der Narkose, die Operation und den postoperativen Ablauf (Schmerztherapie, Art und Dauer der Bettruhe, erste Mobilisation, angestrebter Zeitpunkt der Entlassung).

Ein weiterer Punkt der Vorbereitung war das Anzeichnen für die Schnitfführung.

Bei den männlichen Patienten wurde für den Eingriff in der Regel ein medianer Längsschnitt vorgesehen. Bei Rezidivoperationen mit früheren bilateral- transversalem Schnitt wurde dieser erneut gewählt. Bei den weiblichen Patientinnen mit bereits entwickelten Mammae wurde die Schnitfführung für eine submammäre Inzision angezeichnet. Diese erfolgte im Sitzen, damit sich eine natürliche Falte bei hängenden Brüsten bildete. Es entstand so ein kosmetisch vorteilhafter, in der Brustfalte versteckter Schnitt. Bei den jüngeren Patientinnen wurde abgeschätzt, wo sich diese Falte bilden würde und ein bilateral- transversaler Zugang durchgeführt.

In sehr seltenen Fällen wurde präoperativ im Rahmen der Narkose zur Operation eine transösophageale Echokardiographiesonde (TEE) eingeführt, um die Thoraxorgane und eine eventuelle Verdrängung des Herzens oder einen Mitralklappenprolaps beurteilen zu können.

### 2.2.3 Operationstechnik der THG-Chirurgie (UKM)

#### 2.2.3.1 Pectus excavatum

Die chirurgische Methode, die wir für unsere Patienten angewendet haben, ist eine modifizierte Form der Technik von Gall, Hegemann, Sulamaa und Willital. Eine Technik, die eine interne Fixation mit einem oder mehreren Metallstäben, je nach Art und

Ausprägung der Deformität, vorsieht. Sie wurde für adolozente Patienten und für Rezidivoperationen entwickelt, bei denen das Sternum ausgewachsen, das Knorpelwachstum und die Ossifikation vollständig abgeschlossen ist.

Die Hautinzisionen wurden geschlechtsspezifisch durchgeführt, bei Männern der mediane, bei weiblichen Patientinnen der bilaterale submammäre Schnitt gewählt.

Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass bei den Frauen das Brustparenchym nicht verletzt wird. Nach vollständiger Darstellung aller deformierten Elemente wurden die betroffenen Rippenknorpel/ Rippen subperichondral/ subperiostal parasternal und lateral des Trichterrandes ohne Verletzung der Interkostalmuskulatur und der Gefäß-Nervenbündel chondrotomiert/ osteotomiert.

Eine weit lateral gelegene Osteotomie vermeidet Spannungen in den noch übermäßig nach dorsal gebogenen Rippen bei der späteren Stabilisierung.

Da es sich bei den Betroffenen um ausgewachsene Patienten mit abgeschlossenem Knochenwachstum und teilweise um Rezidiveingriffe handelte, strebten wir eine parasternale und laterale Chondrotomie/ Osteotomie, die alle Knorpel- und Rippenanteile einschließt, an [111]. Bei starken Asymmetrien mussten weitere Rippendurchtrennungen, ggf. mit Mobilisation des Rippenbogens durchgeführt werden, um eine gute Reposition zu ermöglichen.

Die Anhebung und Stabilisierung fand ausschließlich mit Metallstäben statt, da die Anwendung von autologem Material oft unzureichende Erfolge erzielt und eine Sternum-Umkehrplastik nicht selten mit ischämischen und infektiösen Problemen einhergeht.

Wir verwendeten idealerweise 2- 3 transversale und 2 diagonale Metallspieße, da es sich oftmals um asthenische und/ oder marfanoide Patienten mit einem langen Brustkorb handelte und die alleinige Implantation von transversalen Spießern vermehrt Rezidive nach sich ziehen würde. Ggf. kann noch ein weiterer transversaler Spieß eingebracht werden.

Die Fixierung der Metallschienen erfolgte durch starke, resorbierbare Vicrylfäden, die anteilig durch die Rippenknorpelfragmente, sowie meist periostal und durch die Löcher der Spieße gezogen wurden.

Um den kosmetischen Aspekt zu unterstützen, wurden die Einstichstellen der Metallspieße als Drainageaustrittsstellen verwandt.

Im späteren Untersuchungszeitraum wurde am Ende der Operation der Patient mit Tüchern und einer Thoraxbinde zur externen zusätzlichen Stabilisierung versorgt. Außerdem fand eine temporäre Fixation der Arme statt, um eine ungewollte postoperative Bewegung derselben während der Extubations- und Aufwachphase zu vermeiden.

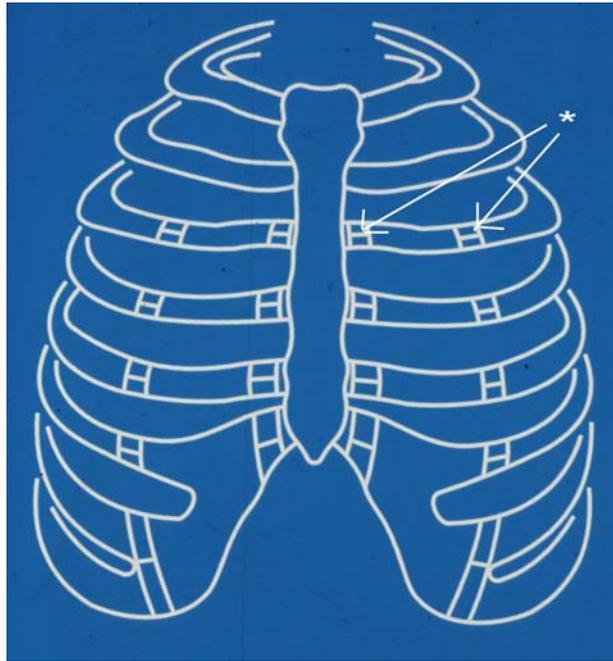


Abb. 26: Markierungen (\*) für die Ablösung des Perichondriums/ Periosts und die partielle Chondrotomie/ Osteotomie beim Pectus excavatum

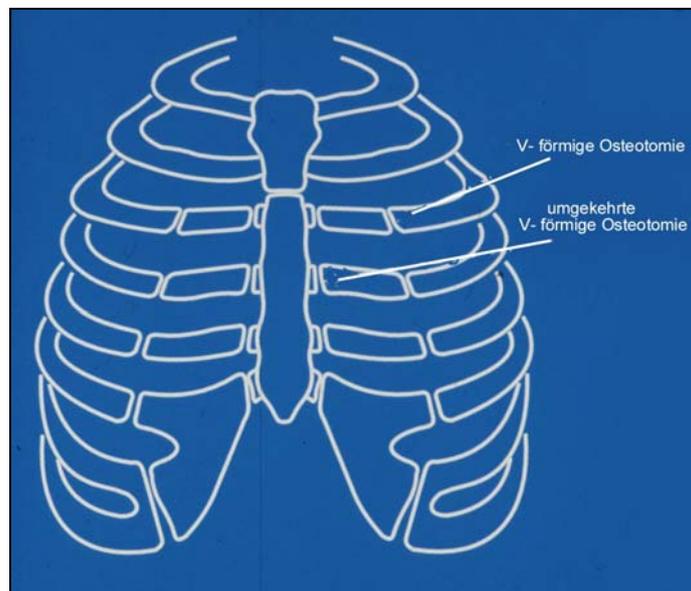


Abb. 27: Frontale Ansicht der V-förmigen Chondrotomie-/ Osteotomielokalisationen beim Pectus excavatum

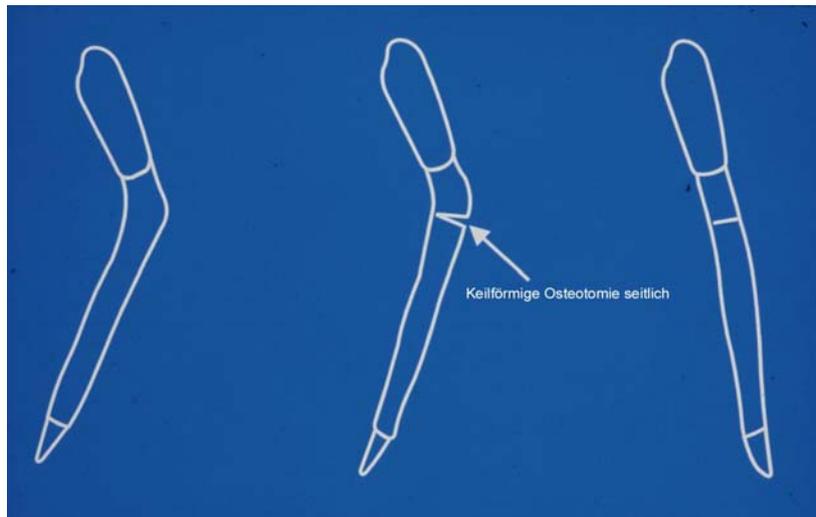


Abb. 28: Seitliche Ansicht der V-förmigen Chondrotomie-/ Osteotomielokalisationen beim Pectus excavatum

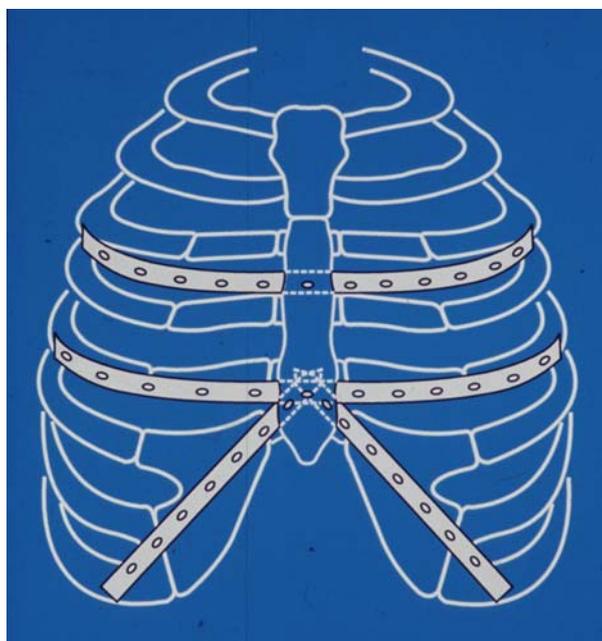


Abb. 29: Frontalansicht einer Trichterbrust nach Metallimplantation (4 Spieße)

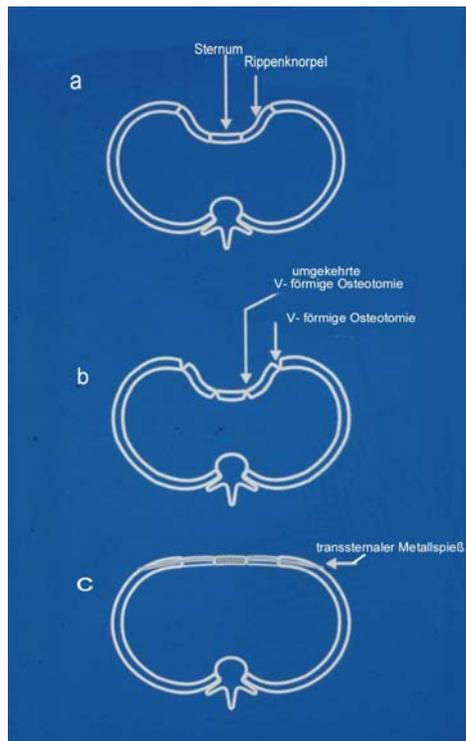


Abb. 30: Op- Schema eines Pectus excavatum vor (a, b) und nach (c) Metallimplantation

### 2.2.3.2 Pectus carinatum

Die Korrektur des Pectus carinatum ist prinzipiell der des Pectus excavatum ähnlich, auch hier findet ein identisches Procedere bezüglich Chondrotomie/ Osteotomie statt. Auch bei dieser Form der Deformität wird der Brustkorb mit Metallspeisen in der anatomisch gerechten Position fixiert. Es muss jedoch unterschieden werden zwischen dem chondromanubrialen und dem chondrogladiolaren Typ.

Beim Erstgenannten ist das Sternum oftmals sehr kurz, eine großzügige Osteotomie an der prominentesten Stelle, also in Höhe des Manubrium-Corpus-Übergangs ist nötig. Ist eine starke Krümmung im Corpusbereich vorhanden, muß eine zusätzliche Osteotomie des caudalen Sternums vorgenommen werden.

Das Vorgehen bei dem chondrogladiolaren Typ unterscheidet sich durch die etwas abweichend gewählten Lokalisationen der Sternumdurchtrennungen und zudem wird zusätzlich im Bereich der cranialen Osteotomie ein keilförmiges Knochenfragment

eingesetzt. Die Stabilisierung wird bei dem chondromanubrialen Typ durch einen von caudal eingeschlagenen, längsverlaufenden transsternalen Spieß erreicht. Somit kann eine ventralwärts gerichtete Luxationsneigung des caudalen Sternums vermieden werden. Zur Stabilisierung der durchtrennten Rippen, werden ebenfalls, wie bei der Trichterbrust, Metallspieße verwandt.

Bei sehr ausgedehnten Deformitäten müssen bei beiden Kielbrustformen bis zu 3 Metallspieße eingebracht werden.

Die Länge der Bettruhe, die Mobilisation und die Schmerztherapie ist identisch wie bei der Trichterbrustkorrektur.

#### 2.2.3.3 Kombinationstyp

Beim Kombinationstyp werden beide Operationstechniken je nach Art der Deformität vereint, es werden bis zu 6 Metallimplantate eingebracht und der Eingriff kann sich sehr aufwendig gestalten.

#### 2.2.4 Perioperatives Management und Verlauf

Im perioperativen Verlauf interessierten uns bei der retrospektiven Durchsicht der Patientenakten die anästhesiologischen Parameter (Periduralkatheteranlage und Intubationsdauer) sowie die Daten, die im unmittelbaren Zusammenhang mit dem operativen Eingriff standen.

Hierzu zählten die Dauer der Operation, die Art des operativen Zugangs (median, submammär), die erneute Beurteilung der Deformität (Ausmaß, Symmetrie) nach Eröffnung des Brustkorbs, die Anzahl der eingebrachten Metallspieße und der perioperative Blutverlust während des Eingriffs und deren Substitution durch Blut- oder Plasmaprodukte.

Ebenfalls wurden eventuelle intraoperative Komplikationen festgehalten.

Nach einer kurzen Observation im Aufwachraum konnte der Patient meist direkt auf die Normalstation verlegt werden, direkt postoperativ wurde ein Röntgenbild des Thorax (a.p.) angefertigt.

Desweiteren notierten wir Drainageverluste (in ml), den Tag der ersten Mobilisation, die Hospitalisationsdauer (in Tagen) und eventuelle Komplikationen (Wundheilungsstörungen, Pleuraerguß, Pneumothorax u.a.) während des Korrekturingriffs auf einem Datenbogen.

### 2.2.5 Frühpostoperatives Management

Zur Entspannung des reinserierten M. rectus abdominis und zum Schutz des rekonstruierten Sternums wurde der Patient direkt postoperativ und während der 14-tägigen Bettruhe mit einer Knierolle und mit leicht angehobenem Oberkörper gelagert. Wichtig ist hierbei die adäquate Schmerztherapie, die mit Hilfe eines Periduralkatheters durchgeführt und individuell durch eine orale Analgesie unterstützt wurde.

Während der definierten Bettruhe sollten bestimmte Bewegungen wie beispielsweise die Drehung des Oberkörpers, Abduktion oder Rotation des Schultergelenks und Überstreckung der Bauchmuskulatur vermieden werden.

Eine erste Mobilisation des Operierten erfolgte durchschnittlich ab dem 14. postoperativen Tag mittels eines Kipptisches zur Kreislaufanregung, danach wurde der Patient aktiv mobilisiert. Die Entlassung erfolgte in der Regel nach 2,5- 3 Wochen.

Die ambulanten Nachkontrollen erfolgten in unserer Poliklinik nach einem und nach drei Monaten. Die Metallentfernung konnte nach ca. einem Jahr angestrebt werden, in diesem Zusammenhang musste mit einem 3- 4-tägigen stationärem Aufenthalt gerechnet werden. Der Patient wurde außerdem darüber unterrichtet, dass die Aufnahme von leichtem Sport nach Abschluß der Knochenheilung frühestens nach 3 Monaten möglich ist.

### 2.2.6 Metallentfernung und Follow- up

Die Entfernung der Metallspieße wurde in den meisten Fällen ungefähr ein Jahr nach dem Korrekturingriff angestrebt. Auch bei dieser Operation wurden erneut die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und eventuell auftretende Komplikationen schriftlich fixiert.

Um die Langzeitergebnisse im Follow- up der Patienten zu kontrollieren, die sich zwischen August 1989 und Mai 1999 bei uns in der THG an einer Brustwanddeformität operieren lassen hatten, schrieben wir die Betroffenen an, mit der Bitte, sich in der Klinik vorzustellen.

Im Rahmen dieser Wiedereinbestellung führten wir eine Anamnese durch und befragten die Patienten ausführlich zu ihrer subjektiven Meinung bzgl. der Operationsindikation, des Operationsprocedures und der Zufriedenheit mit dem erzielten Ergebnis.

Danach wurden erneut die kardiopulmonalen Parameter mittels EKG und Lungenfunktion überprüft. Desweiteren wurden Thorax- Röntgenbilder (a.p. und seitlich) angefertigt. Es fand neuerlich eine Photodokumentation des jetzigen Thoraxzustandes statt.

### 2.2.7 Subjektive Beurteilung der Operation und Patientenzufriedenheit

Ein entscheidender Bestandteil der vorliegenden Studie war die Erhebung subjektiver Befunde mit Hilfe eines eigens erstellten Frage-/ Datenbogens zur Beurteilung des Krankheitsverlaufes und des stationären Aufenthaltes nach der Korrektur. Auf diesem Wege bekam jeder von uns erneut einbestellte Patient die Möglichkeit, sein individuelles Erleben und seine persönliche Beurteilung des operativen Eingriffs zu erläutern. Die Befragung der Patienten wurde in Form eines strukturierten Interviews durchgeführt.

Der dafür entwickelte Fragebogen gliederte sich in drei Hauptthemen:

- Stationärer Aufenthalt
- Weiterer Genesungsverlauf inkl. Metallentfernung
- Aktuelles Befinden

Zum stationären Aufenthalt und weiteren Genesungsverlauf interessierte uns wie zufrieden der Betroffene mit der Aufklärung, Betreuung und Behandlung durch Pflegepersonal, Physiotherapeuten und das ärztliche Personal war, wie stark die Schmerzen waren, ob eine adäquate Therapie stattfand, welche eventuellen Komplikationen es aus der Sicht des Operierten gab und in wieweit der Patient mit der Mobilisation postoperativ zurechtkam. Auch befragten wir ihn, in welcher Form eine Rehabilitation durchgeführt wurde und wie er den Eingriff der Metallentfernung empfand.

Zum aktuellen Befinden gehörte zum einen die persönliche Beurteilung des Operationsergebnisses früh- postoperativ, nach einem Jahr und zum aktuellen Befragungszeitpunkt und zum anderen die der körperlichen Belastbarkeit auch jeweils zu den drei oben angegebenen Zeitpunkten.

Ein weiterer Aspekt war die Einschätzung der ursprünglichen Op- Indikation.

Würde sich der Patient erneut für den operativen Eingriff entscheiden, entspricht das Op-Ergebnis den Erwartungen, hat sich die Lebensqualität entscheidend durch die Korrektur verbessert?

Außerdem hatte der Patient natürlich die Möglichkeit, sonstige mit der Operation zusammenhängende Probleme oder Verbesserungsvorschläge zu thematisieren.

#### 2.2.8 Auswertung und Überprüfung der „Interrater- Reliabilität“

Den Aussagen der Patienten zu den Themen Betreuung/ Behandlung durch das Pflegepersonal, die Physiotherapie und das ärztliche Personal wurden nach der Befragung Kodierungen im Sinne von Schulnoten (1- 6, sehr gut- ungenügend) zugewiesen. Ebenso wurde mit den Antworten zu den Themen Schmerzen, Komplikationen und Mobilisation verfahren. Die Op- Indikation, die persönliche Beurteilung des Op- Ergebnisses und der körperlichen Belastbarkeit jeweils zu den Zeitpunkten präoperativ, postoperativ und langfristig wurde ebenfalls nach dem oben genannten Schema kodiert.

Die Interrater-Reliabilität wurde zur Absicherung der inhaltsanalytischen Auswertung durch einen Zweitater überprüft, nachdem eine Schulung in der Anwendung des Kodierleitfadens mit Hilfe von Probeinterviews stattgefunden hatte. Aus den gesamten Befragungen wurden 10 Interviews nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und von dem sogenannten „Zweitater“ kodiert. Pro Variable wurde die prozentuale Übereinstimmung zwischen den beiden Ratern errechnet und anschließend gemittelt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Demographische Daten

In einem Zeitraum von zehn Jahren (August 1989- Mai 1999) wurden insgesamt 34 Patienten mit einer angeborenen vorderen Brustwanddeformität in der Thorax- Herz- und Gefäßchirurgie (THG) der Universitätsklinik Münster operiert.

Das Alter der 28 Männer und 6 Frauen lag im Mittel bei 25,6 Jahren, der jüngste Patient war 16,1 Jahre, der älteste 46,9 Jahre alt. Zur Verdeutlichung ist die Altersstruktur in Abb. 31 dargestellt. Die durchschnittliche Körpergröße der meist asthenischen Patienten lag bei  $177 \pm 9$  cm, das Gewicht bei  $63 \pm 10$  kg.

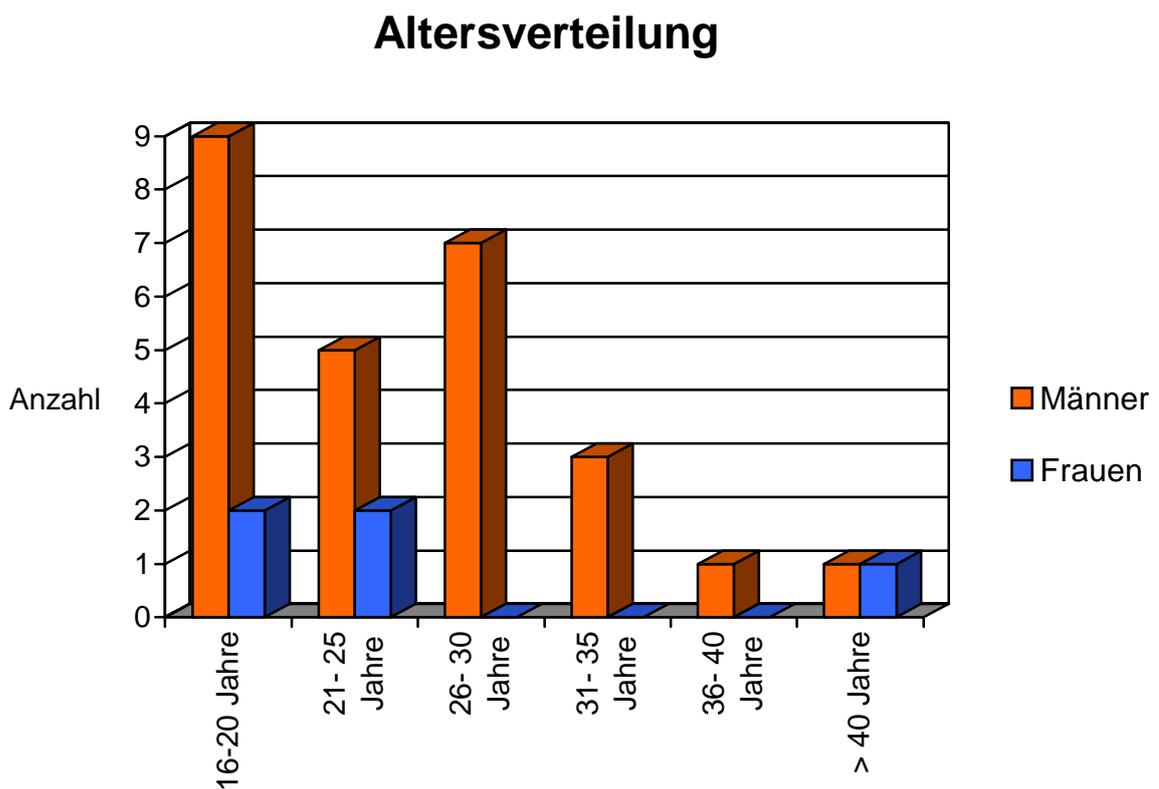


Abb. 31: Altersstruktur zum Zeitpunkt der Korrekturoperation

### 3.2 Pectus excavatum, Pectus carinatum und Kombinationstyp

#### 3.2.1 Präoperative Anamnese und Befund

23 Männer (68%) und 6 Frauen (18%) ließen ihre Trichterbrust im oben genannten Zeitraum in der hiesigen Klinik operieren. 5 Patienten (14%) wurden mit einer Kielbrust oder einer Kombination aus Kiel- und Trichterbrust vorstellig (s.a. Abb. 32).

5 Betroffenen unterzogen sich einem Rezidiveingriff.

Der Thoraxbefund war in 19 Fällen symmetrisch, in 12 Fällen asymmetrisch und bei 3 Patienten handelte es sich um einen Kombinationstyp.

Verteilung der Brustwand- Deformitäten

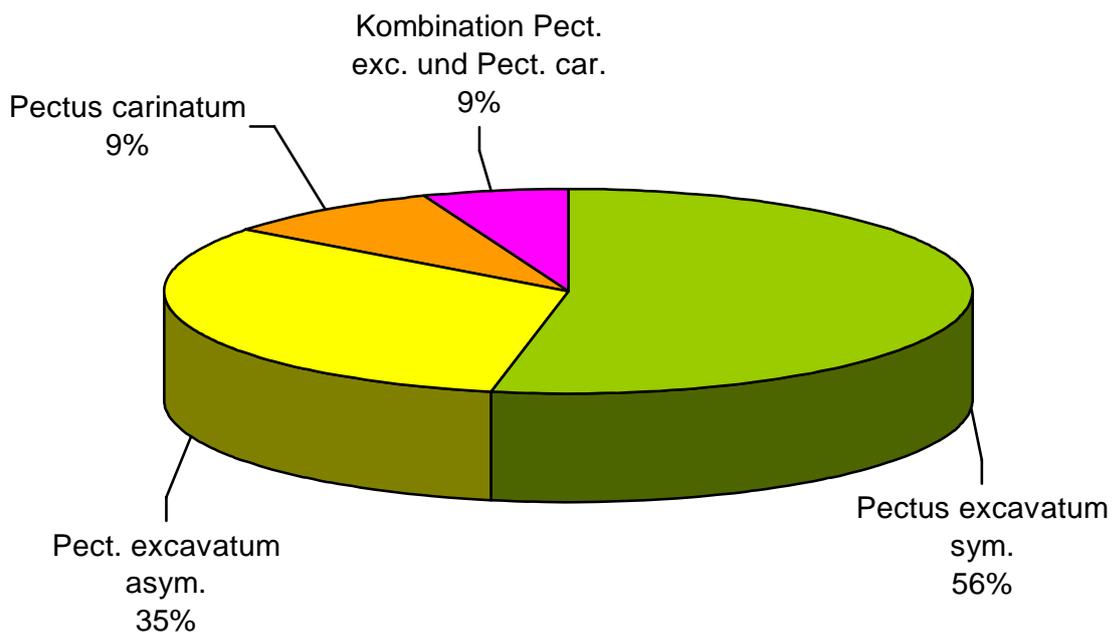


Abb. 32: Verteilung der Brustwanddeformitäten

8 Patienten klagten anamnestisch über eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit, die kombiniert mit Atembeschwerden wie Dyspnoe oder mit Asthma (2 Patienten, 6 %) auftraten. 4 Patienten beklagten kardiale Symptome wie Herzrasen (1 Patient, 2 %), Herzrhythmusstörungen (2 Patienten, 6 %) oder Synkopen (1 Patient, 2 %). Einige Patienten gaben gehäuft auftretende Sinusitiden und Pneumonien an. An Begleiterkrankungen wiesen 2 Betroffene einen marfanoiden Habitus (6 %) auf, weitere 6 Patienten eine Skoliose oder Kyphose (18 %). Ein Patient gab eine Rachitis im Kindesalter an.

### 3.2.2 Präoperative Diagnostik

Bei den präoperativen Untersuchungen wurde das Trichtervolumen bei 18/ 23 männlichen Patienten (78%) bestimmt (bei weiblichen und Kielbrust- Patienten war das Trichter- bzw. Kielvolumen mittels Wasser nicht messbar, s.a. Kapitel 1.5.2). Es ergab sich ein Volumen von 20 bis 385 ml, das mittlere Trichtervolumen lag bei  $142 \pm 105$  ml (vgl. a. Abb. 33).

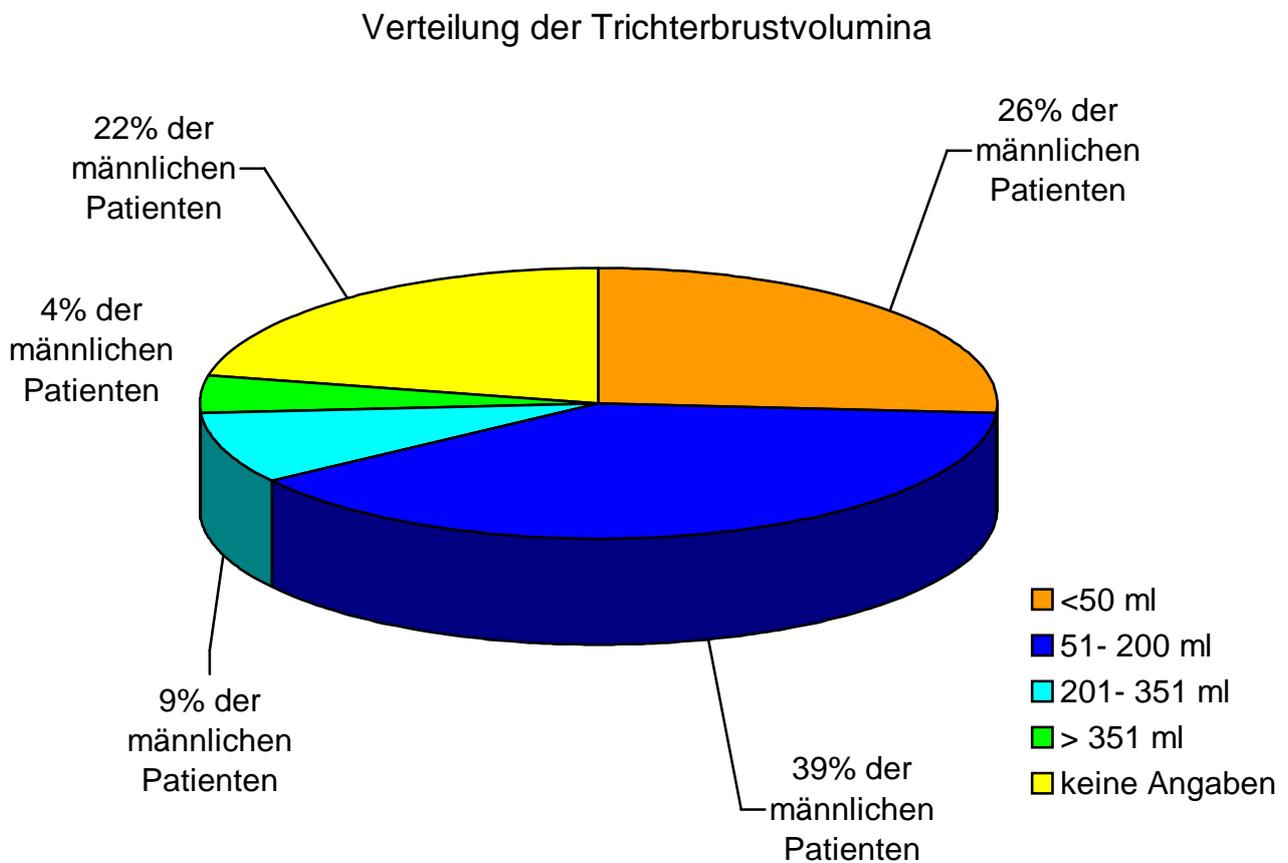


Abb. 33: Verteilung der Trichterbrustvolumina des männlichen Patientengutes

Die Lungenfunktionstests ergaben bei 7 Patienten (21 %) eine FVC von unter 75 % der altersentsprechenden Normwerten, sowie eine FEV1 von unter 75 % bei 8 Patienten (24%).

Die Ergebnisse der Thoraxvermessungen im Röntgen-Thoraxbild ergaben folgende Werte:

Die mittlere Trichtertiefe bei den von uns vermessenen Patienten lag  $24 \pm 8$  % (8 - 45 %).

Daraus ergab sich eine mittlere Impressionstiefe von  $33 \pm 8$  % (18 – 49 %).

### 3.2.3 Perioperativer Ergebnisse

#### Narkose:

Alle 34 Operierten wurden mit einer normalen Intubationsnarkose versorgt.

Die seit 1995 für die Korrekturoperation eingesetzte Periduralanästhesie (PDA) erhielten 19 (56%) Patienten. Es wurde so ein optimales Schmerzmanagement möglich und keiner der Betroffenen benötigte eine zusätzliche Schmerzmedikation.

#### Operation der Brustwanddeformitäten

Ein medianer Zugang wurde bei 28 Patienten (82 %), ein submammärer bei 6 Patienten (18 %) gewählt.

Die Rekonstruktion und Stabilisierung der vorderen Thoraxwand erfolgte bei 33 von 34 Patienten (97%) mit Metallspießen. Eine Patientin konnte ohne Metallspieße korrigiert werden, da es sich nur um eine lokalisierte Vorwölbung des linken Rippenbogens handelte, die nach Osteotomie durch Rippennähte korrigiert und stabilisiert werden konnte. Bei 15 Patienten (44%) wurden zur Stabilisierung des Trichters 2 oder weniger Metallimplantate verwandt, 13 Patienten (39%) erhielten noch eine zusätzliche Fixierung durch einen oder mehrere diagonale Spieße. Bei den operativen Korrekturen der Kielbrustpatienten wurden bei unserem Patientengut 2- 3 Implantate eingebracht. Die mittlere Operationsdauer bei den Korrekturoperationen (Trichterbrust, Kielbrust) betrug  $197 \pm 58,7$  min (70 bis 315 min), relevante Komplikationen traten intraoperativ nicht auf.

### 3.2.4 Postoperativer Verlauf und Ergebnisse

Eine Extubation konnte meist direkt postoperativ im Operationssaal oder nach Ankunft im Aufwachraum erfolgen. Danach wurden die Patienten auf die Intensivobservation verlegt und am 1. postoperativen Tag auf die Normalstation. Die intraoperativ gelegten Drainagen konnten im Mittel nach 2 Tagen entfernt werden.

Die unmittelbar postoperative Kontrolle wurde durch Röntgen-Thorax-Aufnahmen realisiert, die Lungenfunktionsdiagnostik beschränkte sich auf wiederholte BGA's. Eine weiterführende Diagnostik war aufgrund der noch vorhandenen Wundschmerzen nicht sinnvoll.

Eine erste Aufrichtung (via Kipptisch) und Mobilisation der Patienten fand im Mittel nach  $13,6 \pm 3,4$  Tagen statt, die Gesamthospitalisationsdauer lag durchschnittlich bei  $21 \pm 6,5$  Tagen.

### 3.2.5 Komplikationen und Rezidive

Sowohl unmittelbar perioperativ als auch während des weiteren stationären Aufenthaltes traten bei 97% (33/ 34 Patienten) der von uns operierten Patienten keine schwerwiegenden Komplikationen auf. Bei einem Patienten bestand aufgrund starker Schmerzen eine vorübergehende, erneute Intensivpflichtigkeit. Nach intensiver Observation und Diagnostik und individuell angepasster Schmerztherapie konnte der Patient bereits am nächsten Tag auf die Normalstation verlegt werden.

Typische OP- bezogene, aber wenig schwerwiegende Komplikationen sind in Tab 1 aufgeführt:

	n
Oberflächliche Wundheilungsstörung	2
Pleuraerguß	3
Pneumothorax	1
Migration eines Metallstabes am 1. postoperativen Tag	1

Tab. 1: Frühpostoperative Komplikationen

Im weiteren Follow-up wiesen 97% (33/ 34 Patienten) keine bedeutsamen Komplikationen auf.

Bei einem Patient entstand eine gravierende Komplikation nach der Entlassung aus der stationären Therapie. Der Patient stürzte im häuslichen Bad am 23. postoperativen Tag mit der linken Thoraxapertur auf die Badewannenkante und wurde unter dem Verdacht einer Perikardtampnade und eines Hämatothorax erneut in die Universitätsklinik eingeliefert und notfallmäßig operiert. Intraoperativ musste eine Lazeration des Ramus interventrikularis anterior der linken Koronararterie durch den Metallspieß festgestellt werden, welche durch Naht und einen Koronarbypass versorgt wurde [62].

Nach erfolgreicher operativer Rekorrektur des knöchernen Thorax schloß sich ein komplikationsloser postoperativer Verlauf an. Bei reizlosen Wundverhältnissen erfolgte die zeitgerechte Entlassung.

Zu den Spät komplikationen zählen verstärkte Narbenbildungen auch nach der Metallentfernung und Parästhesien in jeweils 2 Fällen. Eine Patient zeigte eine Narbenhernie, bei einem weiteren Fall kam es zu einer medianen Faszielücke. Zu Spießperforationen oder –dislokationen kam es nicht. 3 Patienten (9%) beklagten eine leichte Trichterrezidivbildung im langzeitlichen Verlauf, wir konnten jedoch in keinem der 3 Fälle einen klinisch relevanten Rezidivbefund nachweisen.

Desweiteren stellten wir zum Zeitpunkt der Metallentfernung fest, dass bei einem Patienten der mittlere Metallstab frakturiert war, ohne dass dies dem Patienten Beschwerden bereitet hätte.

### 3.2.6 Metallentfernung

Der Zeitpunkt der Spießentfernung lag im Mittel bei  $14,2 \pm 5,8$  Monaten.

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes lag bei diesem Eingriff bei  $5,2 \pm 1,4$  Tagen, klinisch relevante Komplikationen traten nicht auf.

### 3.2.7 Langzeitverlauf: Zwischenanamnese und klinisch- objektive Beurteilung der OP-Ergebnisse

Im Rahmen der ambulanten Wiedereinbestellung wurden die Patienten ausführlich befragt, körperlich untersucht und die erzielten Operationsergebnisse befundet.

22/ 34 Patienten (64%) beklagten keine Beschwerden im Langzeitverlauf und waren mit dem Korrekturergebnis zufrieden. Die Wunden waren reizlos und regelrecht verheilt.

4/34 Patienten (12%) beklagten unterschiedliche Sensibilitätsstörungen und Missempfindungen, auf die nachfolgend eingegangen wird:

Bei einem dieser Patienten, der mit einem ausgeprägten Trichterbefund zur Korrekturoperation kam, stellten wir bei der klinischen Nachuntersuchung zum einen Parästhesien in den Brustwandweicheilen fest, zum anderen waren die Rippenbögen des genannten Patienten beidseits (links mehr als rechts) prominent und sichtbar. Dies schränkte den als Maurer tätigen Betroffenen jedoch nicht ein. Eine weitere Patientin berichtete von einem ausgeprägten Taubheitsgefühl rechts axillär mit Ausstrahlung zum Schulterblatt. Bei ihr wurde eine deutliche Muskelatrophie rechts pectoral und Sensibilitätsstörungen unterhalb des rechten Schulterblattes festgestellt. Über ein Engegefühl im oberen Thoraxbereich klagten 2 der operierten Patienten, die weitere Diagnostik ergab jedoch kein pathologisches Korrelat, so dass die Beschwerden als postoperative Missempfindung gedeutet wurden und für die betroffenen Patienten keine Therapiekonsequenz erforderte.

2/ 34 Patienten (6%) berichteten von einer Schmerzproblematik. Eine Patientin klagte über sehr starke und anhaltende Schmerzen, die schon bei geringer körperlicher Belastung (Husten, Lachen, Niesen) auftraten. Im Untersuchungsbefund konnten wir jedoch keine Parästhesien oder differenzierte Schmerzlokalisationen eruieren. Aufgrund einer zudem reizlosen Narbensituation benoteten wir das Korrekturergebnis mit der Note „gut“ und gingen in diesem Falle von einer komplexeren und vielschichtigeren Beschwerdeproblematik aus.

Eine weitere Patientin zeigte links parasternal einen leichten Knochenvorsprung, der jedoch durch die linke Mamma verdeckt wurde. In diesem Bereich zeigte sich eine deutliche Druckdolenz. Weiterhin gibt die Patientin leichtgradige Thoraxschmerzen bei normaler Belastung z.B. Spaziergehen an. Bei körperlicher Belastung und Gymnastik - die Patientin war als Gymnastiklehrerin tätig- klagte die Betroffene über deutliche Schmerzen im unteren Sternum- und Rippenbogenbereich mit zum Teil stechendem Charakter ohne Ausstrahlung. Die Patientin war aus diesem Grund temporär nicht in der

Lage ihren Beruf weiter auszuüben. Eine Vorstellung in der hiesigen Schmerzambulanz konnte diese Beschwerden jedoch nach ausführlicher Diagnostik und adäquater Schmerztherapie beheben. Eine Wiederaufnahme des Berufs war somit uneingeschränkt möglich.

Ästhetische Einschränkungen des knöchernen Thorax waren bei 2/ 34 Patienten (6%) zu beobachten: Bei einem betroffenen Patienten, der vor 5 Jahren mit einem präoperativ sehr ausgeprägten Trichterbefund vorstellig wurde, zeigte sich der Ansatz des unteren rechten Rippenbogens deutlich prominent. In diesem Fall klagte der Patient zudem über ein zunehmendes Trichterrezidiv, das jedoch bei der körperlichen Untersuchung nur geringgradig sichtbar war. Die Narbenverhältnisse stellten sich vollkommen reizlos dar. Ein Kielbrustpatient zeigte im postoperativen Langzeitverlauf einen vorstehenden Rippenbogen links parasternal ohne körperliche Einschränkungen.

Weitere Probleme traten bei 4/ 34 Patienten (12%) auf: Bei einem Patienten stellten wir im Rahmen der Nachuntersuchung eine Faszienchwäche unterhalb des Sternums fest, diese machte jedoch ebenso wie die sichtbaren Pulsationen im medianen Oberbauch keine Beschwerden. Bei einem weiteren Patient stellten wir eine hypertrophische Narbe im medianen Bereich fest, die wir in Kombination mit der Metallentfernung korrigierten. Bei einem dritten Patienten musste 9 Monate nach der Spießentfernung eine Exostosenresektion im Bereich des mittleren Hemithorax rechts parasternal vorgenommen werden. Eine Herniotomie und anschließende Faszien Doppelung führten wir 10 Monate nach dem Korrekturingriff bei einem vierten Patienten mit sonst unauffälligem Operationsergebnis durch, die Metallentfernung bei diesem Patienten war regelrecht und problemlos.

Die ausführliche Inspektion und Palpation der Operationsergebnisse im Rahmen der körperlichen Untersuchung ergaben folgende klinisch-objektive Beurteilung:

21% (9 Patienten) der beurteilten Ergebnisse konnten mit „sehr gut“ benotet werden, 35% (14 Patienten) bekamen die Note „2“, 18 % (6 Patienten) die Note „3“ und nur 2 Operierte ( 7 %) erhielten die Benotung „ausreichend“.

Die klinisch- objektive Beurteilung der Ergebnisse der Trichter- und Kielbrustkorrekturen im Langzeitverlauf sind in Abb. 34 dargestellt.

## Klinisch- objektive Beurteilung der Trichter- und Kielbrustkorrekturergebnisse

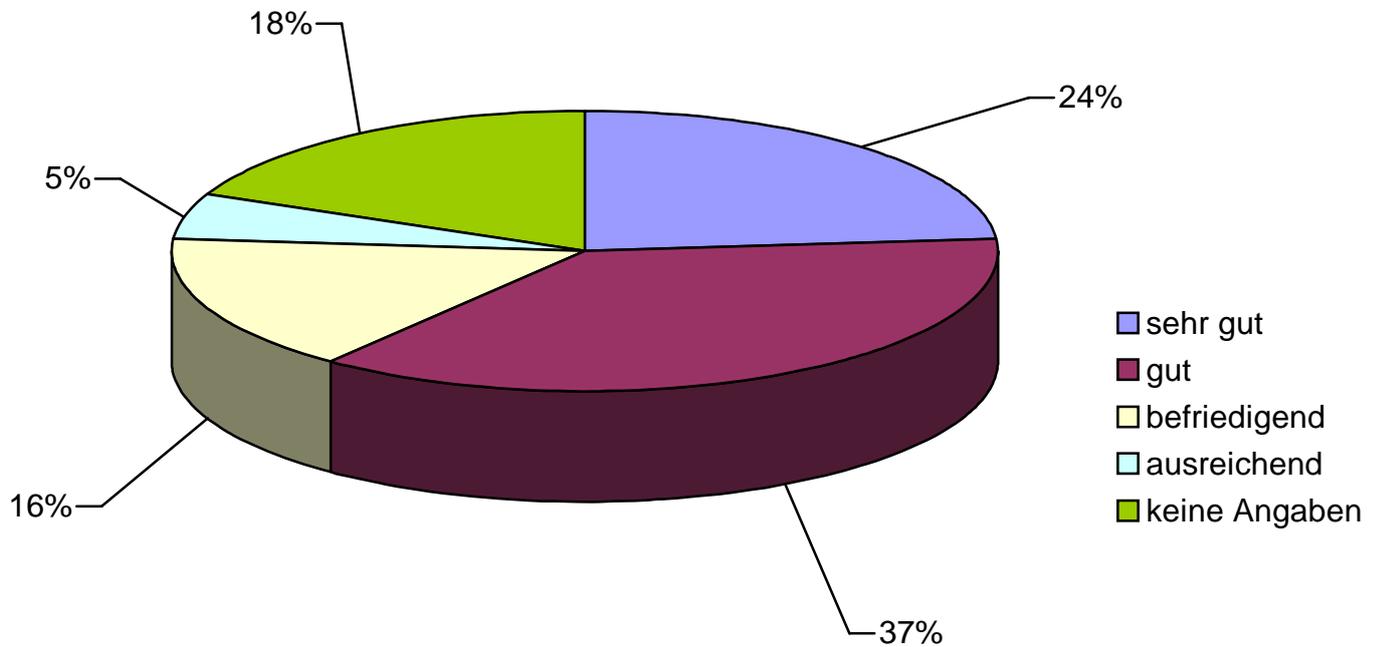


Abb. 34: Klinische, objektive Beurteilung der Trichter- und Kielbrustkorrekturergebnisse

### 3.3 Patientenbefragung

#### 3.3.1 Beurteilung der Patienten- Befürwortung zur Operation

16 der 34 operierten Patienten (47%) ließen sich aufgrund funktioneller Einschränkungen von Herz und Lunge operieren. 4 Befragte (12%) gaben ausschließlich kosmetische Gründe an und die übrigen 14 Betroffenen (41%) nannten als OP- Gründe eine Kombination aus Funktionsminderung und Kosmetik (vgl. Abb. 35).

## Subjektive Beurteilung der OP- Gründe

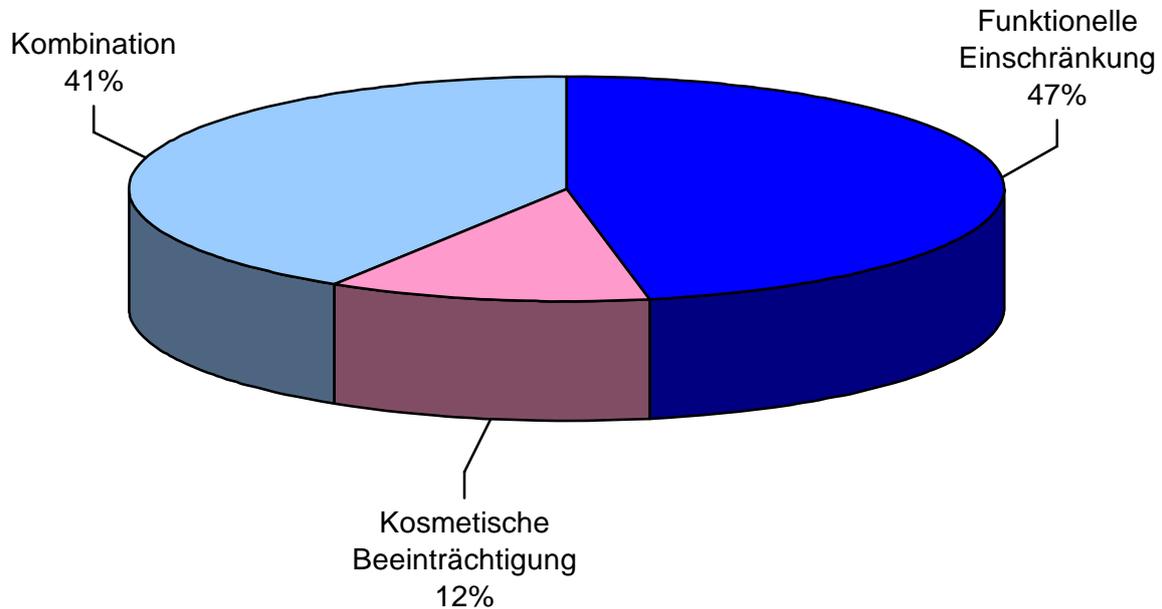


Abb. 35: Subjektive Beurteilung der OP- Gründe

### 3.3.2 Postoperative Schmerzen und Mobilisation

Auf die Frage, wie die Patienten die postoperativen Schmerz- Therapie bewerten würden, beurteilten die Operierten diesen Aspekt durchschnittlich mit „gut“ (Note 2; von 1 bis 6). 6/ 34 Patienten (18%) waren nur ausreichend (Note 4) mit der Behandlung der postoperativen Schmerzen zufrieden. Der Grund dieser Benotung waren bei einem der Patienten Entzugssymptome nach der Entlassung, bei den übrigen 3 Patienten wurde die durchgeführte Schmerztherapie als unzureichend eingestuft. Die Patienten, deren Schmerz- Behandlung mit einem Periduralkatheder durchgeführt wurde, waren durchschnittlich sehr zufrieden (Note 1).

86% der Operierten bewerteten den Zeitpunkt und die Art der postoperativen Mobilisation mit der Note 2,5. 14% der Patienten waren unzufrieden, da das Aufrichten, die ersten Schritte und die physiotherapeutische Maßnahmen als zu früh empfunden wurden.

Direkt nach dem Eingriff traten nach Patientenangaben keine schwerwiegenden Probleme oder Komplikationen auf. Die Mehrzahl der Betroffenen waren mit dem Zeitpunkt der Entlassung und dem weiteren häuslichen Genesungsverlauf zufrieden.

### 3.3.3 Körperliche Funktion und Belastbarkeit

Präoperativ gaben nur 29% (10 Patienten) eine „gute“ (Note 2) körperliche Belastbarkeit an. Der Mittelwert lag bei „befriedigend“ (Note 3). Durch die eingeschränkte Funktion der Organe kam es bei den Patienten oftmals zu einer erheblichen Reduzierung des körperlichen Allgemeinzustandes, 36% (12 Patienten) bewerteten ihre körperliche Funktion mit der Note „befriedigend“ (Note 3), weitere 36% (12 Patienten) der Betroffenen benoteten diese nur mit „ausreichend“ (Note 4) oder sogar „mangelhaft“ (Note 5).

Postoperativ, bereits noch während des stationären Aufenthaltes, gaben die Patienten subjektiv eine Besserung der körperliche Funktion an, im Mittel lag diese bei „gut bis befriedigend“ (Note 2- 3) im Vergleich zur präoperativen körperlichen Belastbarkeit. Zum Zeitpunkt der Metallentfernung, ein Jahr nach dem ersten Eingriff, bewerteten die Befragten ihre Belastbarkeit mit „gut“ (Note 2). Die häusliche Rehabilitation benoteten die Befragten mit „sehr gut“ (Note 1). Im langzeitlichen Verlauf veränderte sich dieser Durchschnitt nicht.

### 3.3.4 OP-Ergebnis und OP- Indikation

Die Beurteilung der OP- Ergebnisse lag direkt postoperativ durchschnittlich bei „gut bis befriedigend“ (Note 2- 3), nach einem Jahr, zum Zeitpunkt der Metallentfernung, bei „gut bis sehr gut“ (Note 2- 1). Insgesamt waren 88% der Patienten mit dem Ergebnis „zufrieden bis sehr zufrieden“ (Note 3- 1). 4 Patienten (12%) waren eher nicht zufrieden (Note 4). Mit dem photodokumentierten kosmetischen Ergebnis der Korrekturoperation vor der Entlassung aus der stationären Behandlung waren 100% der Patienten im Vergleich zum präoperativen Befund zufrieden.

Zum Thema „Beurteilung der OP- Indikation postoperativ“ sollten die Patienten die ursprüngliche Indikationsstellung erneut und mit Hinblick auf das erzielte OP- Ergebnis hinterfragen und ebenfalls bewerten. Die Ergebnisse dieser Patientenanalyse sind in Tab. 2 dargestellt:

	n
Pat. ist sehr zufrieden, würde sich erneut für den Korrekturingriff entscheiden:	23 (67%)
Pat. ist zufrieden, würde sich aber nur bei starken Funktionseinschränkungen erneut für den KE entscheiden:	7 (21%)
Pat. ist mit dem Ergebnis nicht zufrieden, würde sich nicht für den KE entscheiden:	4 (12%)

Tab. 2 : Subjektive Beurteilung der OP- Indikation postoperativ

### 3.3.5 Metallentfernung

Die Metallentfernung wurde von den Patienten aufgrund der kürzeren Liegezeit und der allgemein weniger invasiven Operation als weitaus weniger belastend als der Primäreingriff empfunden. Alle Patienten waren mit der Betreuung durch die Pflegekräfte, die Physiotherapie und die Ärzte zufrieden.

Die Betroffenen berichteten von wesentlich weniger Schmerzen perioperativ als beim Primäreingriff, mit der Ausnahme von einer Patientin, die jedoch, laut eigenen Angaben und denen ihres Ehemannes, seit dem Korrekturingriff psychisch sehr verändert sei und somit die Bewertungen dieser Patientin sehr differenziert zu betrachten sind.

Bei 1/ 34 Patienten (3%) gestaltete sich die Metallexplantation besonders schwierig, da eine übermäßige Verwachsung der Stäbe vorlag. Der Grund hierfür könnte in einem frühzeitig postoperativ wieder aufgenommenen Leistungsschwimmsport (nach Patientenangaben) liegen. Die weiteren Metall- Entfernungen verliefen komplikationslos.

### 3.3.6 Beurteilung der Aufklärung und Behandlung

Die Zufriedenheit der Patienten bezüglich der präoperativen Aufklärung und perioperativen Betreuung durch die Pflege, die Physiotherapeuten und das ärztliche Personal wurde ebenfalls mittels Schulnotenkodierung bewertet. Durchschnittlich waren die Patienten mit der Betreuung „ gut bis sehr gut “ (im Mittel 1,5) zufrieden. Nur 2 der 34 befragten Patienten (6%) fühlten sich nicht ausreichend (entspricht der Note 4) präoperativ aufgeklärt bzw. postoperativ versorgt.

## 4 Diskussion

Unter den angeborenen Deformitäten der vorderen Brustwand tritt das Pectus excavatum mit 1: 400- 1:100 Neugeborenen am häufigsten auf. Sowohl bei der Trichter- als auch bei der Kielbrust sind wesentlich häufiger Männer betroffen (Verhältnis 5:1- 2:1). Eine familiäre Häufung lässt sich bei einem Drittel aller Patienten nachweisen [24]. Bei der selteneren Thoraxwanddeformität Pectus carinatum kommt die chondrogladiolare Form häufiger als die chondromanubriale vor und symmetrische Veränderungen häufiger als asymmetrische. Die Ätiologie der Deformitäten ist bis heute nicht eindeutig geklärt, obwohl sich BAUHINUS als Erstbeschreiber bereits 1594 mit der Genese der Trichterbrust auseinandergesetzt hat [7].

Im Kindes- und Jugendalter führen die körperlichen Beschwerden der Brustwanddeformität im Gegensatz zum adoleszenten Patienten eher selten zu einer Operation [111, 118]. Es ist fast ausschließlich der kosmetisch- ästhetische Aspekt und der damit verbundene psychische Leidensdruck, der bei den Heranwachsenden zur erheblichen Belastung werden kann. Die Betroffenen ziehen sich durch die Hänseleien der Gleichaltrigen in der Schule und im Sport sozial zurück und vermeiden jegliche Situation, bei der die Deformität sichtbar werden könnte. Oftmals geraten die Kinder und Heranwachsenden/ Adoleszenten in eine Außenseiterrolle.

Unser Patientengut setzte sich zusammen aus 30 Patienten, die sich in erster Linie aufgrund funktioneller Einschränkungen operieren ließen, die allerdings mit den oben genannten Diagnostikverfahren nur schwer objektiviert werden konnten (s.a. Kapitel 2.2.1). 4 der von uns operierten Patienten wurden ausschließlich aus kosmetischen Gründen korrigiert. Wir sind nach dem Korrekturingriff im Rahmen der ambulanten Langzeitkontrolle nur bei einem Teil der Patienten auf die präoperativ angegebenen Beschwerden eingegangen. Eine detaillierte Befragung bzgl. der Besserung der Symptome nach dem Eingriff wurde nicht routinemäßig durchgeführt. Es lässt sich somit nicht sicher nachweisen, dass die angegebenen Beschwerden vor der Operation im unmittelbaren Zusammenhang mit der Deformität standen und durch die Korrektur behoben werden konnten. Ein Patient kam präoperativ mit gravierenden Orthostaseproblemen in unsere Klinik, die postoperativ deutlich gebessert waren.

Wir konnten bei keinem der Patienten eine gravierende Verminderung der Herzfunktion nachweisen, alle organischen Beeinträchtigungen betrafen vornehmlich das pulmonale System.

Bei den Therapieformen muß zwischen den konservativen und den operativen Methoden unterschieden werden:

In einigen, seltenen Fällen führt eine konservative Lagerungs- Behandlung bei Kleinkindern unter 2 Jahren mit geringgradigem Trichter zum Erfolg, meistens bleibt eine Operation jedoch unumgänglich. Die Methode, bei der die Säuglinge und Kleinkinder auf einem Bauchliegebrett gelagert werden und nachts mit einer Reklinationsschiene schlafen müssen, ist sowohl für die Betroffenen, als auch für die Angehörigen eine sehr anstrengende und mit großer Disziplin verbundene Therapie [45, 122].

Seit dem Frühjahr 2005 wird in der hiesigen Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendchirurgie ein neuartiges Therapieverfahren mittels einer individuell angepassten Saugglocke nach E. Klobe angewandt. Die Saugglocke wird auf den Trichter aufgesetzt und durch Herstellen eines Unterdruckes mittels einer kleinen Handpumpe wird der Trichter - auch knöchern - angehoben. Er sinkt nach Ablassen des Unterdruckes und Abnehmen der Pumpe wieder ein, bleibt aber bei regelmäßiger Anwendung zunehmend länger aufgerichtet und lässt sich, wie Erfahrungen anderer Kliniken (z. B. Uniklinik Jena und Salzburg) zeigen, auf diese Art auch dauerhaft korrigieren.

Die Saugglocke ist in drei Größen erhältlich und wird individuell angepasst. Die Therapieerfolge sind sehr zufriedenstellend, die Langzeitergebnisse müssen beobachtet werden [97].

Das ideale Alter für einen Korrekturereingriff wird in den verschiedensten Publikationen unterschiedlich diskutiert. Allgemein sollte eine Operation aber in der Präpubertät erfolgen, um die oben beschriebene psychische Belastung zu vermeiden. Einige Autoren vertreten die Meinung, dass bereits im Säuglingsalter bzw. Kleinkindalter die Operation vorgenommen werden sollte [11, 16, 40, 60]. JIANG spricht davon, so früh wie möglich zu operieren[23], HALLER propagiert als ideales Operationsalter die Zeit zwischen dem 4. und dem 6. Lebensjahr, da der Korrekturereingriff in diesem Alter technisch weniger aufwendig sei, weniger Bluttransfusionen gebraucht würden und es postoperativ zu weniger Komplikationen käme[37, 37, 38]. Gleichzeitig weist er jedoch daraufhin, dass die Compliance der Kinder postoperativ wesentlich schlechter sei und somit die Gefahr der

ausgedehnten Narbenbildung und Fibrosierung mit Zerstörung der Knochenkerne bestünde [36, 54].

ERDOGAN empfiehlt den Eingriff für den Zeitraum der Präpubertät, bei zu frühzeitiger Operation habe er mehrfach Rezidive durch den Wachstumsschub in der Pubertät beobachtet [22].

Eine ähnliche Meinung vertritt auch NUSS, der seine minimalinvasive Operationstechnik bislang vermehrt bei Patienten angewendet hat, bei denen die Ossifikation und das Knorpelwachstum noch nicht abgeschlossen ist. Erst in den letzten Jahren sind auch erwachsene Patienten mit dieser Methode operiert worden, hier fehlen jedoch noch die Ergebnisse im Langzeit- Follow- up [59, 74, 75, 88].

Demgegenüber stehen eine Vielzahl von Autoren, die eine Operation im Erwachsenenalter empfehlen. Sie publizieren hervorragende Ergebnisse, sowohl kosmetisch als auch funktionell und eine geringe Rezidivrate. FONKALSRUD berichtet zur Korrektur der Trichter- und Kielbrust im Erwachsenenalter, dass der Eingriff zwar komplizierter, das Ergebnis aber vergleichbar mit denen der im Kindesalter Operierten sei und ebenfalls wenig Komplikationen aufträten [27]. Dieser Meinung schließen sich auch GEROULANOS und MANSOUR an, auch sie sprechen von hervorragenden Langzeitergebnissen und einer niedrigen Rate an Rezidiven [33, 34, 65]. Auch KOWALEWSKI berichtet von einer niedrigen Rezidivrate, wenn präoperativ eine genaue Indikationsstellung durchgeführt wird [56].

Die Indikation für eine Korrektur im Erwachsenenalter ist meistens eine Kombination aus funktioneller Einschränkung und störendem kosmetischen Aspekt. Die Patienten empfinden die Brustwanddeformität als psychisch sehr belastend, in manchen Fällen leben die Betroffenen sehr zurückgezogen und haben Schwierigkeiten Beziehungen einzugehen.

Neben den subjektiven Gesichtspunkten und den klinisch- objektiven Befunden sollten auch die röntgenologischen Kriterien zur Indikationsstellung herangezogen werden. Bei einer mehr als 25%-igen Impressionstiefe des Sternums haben wir in unserem untersuchten Patientengut neben anderen Kriterien die OP- Indikation gestellt und hielten eine Korrektur für sinnvoll.

BACKER, HÜMMER und HALLER verwenden bei der Indikationsstellung nicht nur die Röntgenaufnahmen, sondern bedienen sich zur qualitativen Trichterbestimmung der im Laufe der Zeit entwickelten Score- Indices [6, 39, 123].

Bei unserem Patientengut arbeiteten wir jedoch ohne diese komplizierten Bewertungsmaßstäbe, wir hielten es meist für ausreichend, neben der ausführlichen Anamnese, Röntgenbilder, eine differenzierte Lungenfunktion und ein EKG zu erstellen. Desweiteren wurde in einigen Fällen ein CT- Thorax angefertigt, um die Verlagerung der inneren Organe einschätzen zu können. Bei Verdacht auf eine kardiale Funktionseinschränkung (resp. einen Mitralklappenprolaps) führten wir ergänzend eine Echokardiographie durch.

Seit 5 Jahren werden grundsätzlich alle Trichterbrustpatienten in unserer Klinik nach folgendem Schema komplett untersucht:

- Anamnese und Inspektion
- Trichtervolumenbestimmung mittels Eingießen von Wasser
- Röntgenthorax a.p. und seitlich
- Lungenfunktionsanalyse mit Oxymetrie
- Auskultation d. Herzens, EKG, ggf. transthorakale Echokardiographie
- Psychologische Evaluation

Tab.3: Diagnostikschema für Trichter- und Kielbrustpatienten

Die heute angewandten Operationstechniken lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

- die offenen, mehrfach modifizierten Techniken nach RAVITCH, GROB, HEGEMANN u.a.
- die minimalinvasive Methode nach NUSS mit endoskopischer Kontrolle

Bei den herkömmlichen, offenen Operationsmethoden werden drei Themen besonders kontrovers diskutiert:

Die Art der Inzision bzw. des operativen Zuganges, die Form der Chondro- und Osteotomie und das Vorgehen bei der Stabilisierung.

Prinzipiell werden im Rahmen der Korrektur von Brustwanddeformitäten zwischen der medianen und der submammären Schnitfführung unterschieden. In einigen Publikationen wird zudem noch genauer differenziert, ob der Hautschnitt beispielsweise halbzirkulär, leicht gebogen mit Durchtrennung der Subkutis oder auch S- förmig mit Durchtrennung von Kutis, Subkutis und Muskulatur durchgeführt wird [11, 47, 94].

HUMMER entwickelte ein Verfahren zur Berechnung eines standardisierten Submammärschnittes, bei dem der Abstand zwischen den Mammillen und der Radius der Mammabasis berücksichtigt wird, um eine den anatomischen Verhältnissen entsprechende Inzisionslinie anzuzeichnen [51].

Bei unserem Patientengut erhielten die weiblichen Patientinnen eine kosmetisch günstigere submammäre Schnitfführung. Wir achteten darauf, das Brustparenchym nicht zu verletzen. Die männlichen Betroffenen wurden über einen medianen Zugang versorgt.

Hinsichtlich der Rippenknorpelresektion und Sternumdurchtrennung wird in der Literatur eine ebenso große Vielfalt an Vorgehensweisen diskutiert. Es wird unterschieden zwischen beispielsweise vollständiger Resektion der Rippenknorpel mit Perichondrium [94], subperichondraler Knorpelresektion [3, 11, 18, 60], lateraler Durchtrennung am Rippenknorpel/ Rippenübergang mit Interkostalbündel [71] und subperichondraler Resektion der Rippenknorpel, Reimplantation des zerkleinerten Knorpels [46].

Als nachteilig hat sich die vollständige Durchtrennung der Rippenknorpel/ Rippen bezüglich der späteren Stabilisierung herausgestellt, zudem kann es zur Verletzung der Interkostalgefäße kommen. Bei der Reimplantation von zerkleinertem Knorpel ist von erhöhten Infektionsraten berichtet worden [46].

Bei den Sternum- Osteotomien wurde von einer vollständig queren Sternumdurchtrennung berichtet [71], mehreren Osteotomien [53] oder auch von T- und Y- förmigen Osteotomien [1, 2, 6, 8, 12]. Bei ausgeprägten asymmetrischen Befunden sind zur Aufrichtung des Sternums spezielle Osteotomien erforderlich [13, 41].

Bei unserem Patientengut wurden die Rippen-, Knorpel- und Knochendurchtrennungen nicht nach festen Richtlinien durchgeführt, vielmehr orientierten wir uns an den jeweiligen

anatomischen Gegebenheiten, der Trichterbrustmorphologie und entschieden anhand des vorliegenden Befundes, in welchem Ausmaß Osteotomien sinnvoll waren.

Die Stabilisierung führten wir mit Metallspießen durch. Je nachdem, welches Ausmaß der Befund hatte und welchen Körperbau der Betroffene aufwies, verwendeten wir 4- 5 Metallspieße. Um eine anatomisch korrekte Thoraxwand zu erreichen, sollten 2- 3 Implantate transversal und 2 diagonal eingebracht werden. Nur bei leichten Befunden kann man ggf. weniger Metallstäbe verwenden [111]. Bei einer Patientin mit einer sehr geringgradig ausgeprägten Trichterbrust wurden zur Korrektur keine Implantate benötigt, da es sich um eine lokalisierte Vorwölbung des linken, unteren Rippenbogens handelte, die mit diversen Rippennähten versorgt werden konnte.

Die Verwendung von Implantaten wird heute kaum noch in Frage gestellt, da es seltener zu Rezidiven kommt und für den Patienten weitaus weniger belastend ist als beispielsweise die Behandlung mit externem Zug [3, 72] oder nach außen geführten Implantaten, die eine erhöhte Infektionsgefahr darstellen [9, 113]. Auch das Einbringen von homologen Knochenmaterial hat sich als problematisch erwiesen, da es ebenfalls vermehrt zu Infektionen kam [3].

Neben der idealen Methode zur Stabilisierung spielt auch die postoperative Immobilisation der Patienten eine entscheidende Rolle für den Langzeiterfolg.

Wir führen unsere geringe Rezidivrate zum einen auf die ausgedehnte und differenzierte Korrekturmethode, zum anderen aber auf das peri- und postoperative Management zurück. Der Patient musste eine konsequente 14- tägige Bettruhe einhalten, bekam eine individuell abgestimmte Schmerztherapie und spezielle Krankengymnastik in der Liegephase sowie bei Mobilisation.

Die minimalinvasive Operationstechnik, die NUSS 1987 entwickelte und 10 Jahre danach publizierte, gilt zunehmend als alternative Korrekturmethode. Durch das endoskopische Vorgehen lassen sich die großen medianen bzw. bei den weiblichen Patientinnen submammären Inzisionen, die bei den herkömmlichen Techniken benötigt werden, vermeiden. Zwei kleine Schnitte links und rechts lateral im Bereich der mittleren Axillarlinie reichen aus, um den individuell vorgeformten Metallbügel, den „Lorenz Pectus Bar“, unter thorakoskopischer Sicht retrosternal einzubringen. Durch Drehung des initial mit der konvexen Seite zur Wirbelsäule gelegenen Lorenz Pectus Bar um 180° Grad wird der

flexible Trichter gehoben und die Trichterbrustdeformität ausgeglichen. Nur in seltenen Fällen müssen zwei Metallbügel implantiert werden. Die Fixierung des Bügels/ der Bügel erfolgt durch Stabilisatorplatten und Draht- Nähte.

Ähnlich wie bei den offenen Operationsmethoden erhalten alle Patienten zur postoperativen adäquaten Schmerztherapie einen Epiduralkatheter.

Die Metallimplantate bleiben zwischen zwei und vier Jahre im Brustkorb, bei Durchführung des Eingriffs im Kindesalter halten einige Autoren den Zeitpunkt des abgeschlossenen Körperlängenwachstums als den geeigneten für die Explantation [108].

Die Vorteile dieser minimalinvasiven Technik sind der geringe Blutverlust, oftmals werden Thoraxdrainagen nicht benötigt, die schnell abheilenden Hautschnitte, das Vermeiden der Knorpel- und Knochendissektionen und die wesentlich kürzere Operationsdauer. Während bei den Techniken nach RAVITCH eine Operationsdauer von bis zu 6 Stunden erreicht werden kann, findet man bei der Methode nach NUSS in der Literatur Angaben zwischen einer und zwei Stunden [73].

BOROWITZ untersuchte in seiner Studie, ob das Einbringen des Lorenz- Bar Einfluß auf die Funktion der Lunge habe. Er konnte aber bei keinem der von ihm untersuchten Patienten eine Beeinträchtigung feststellen [8].

Nachteile dieser minimalinvasiven Methode sind zum einen, dass nur eine symmetrische Trichterbrust operiert werden kann, ein asymmetrischer Befund muß weiterhin im offenen Verfahren korrigiert werden, zum anderen wird nicht selten von schwerwiegenden Komplikationen wie Herzperforationen, Pneumothorax, Infektionen und Dislokationen des Bügels berichtet [24]. In einer 2004 von PARK veröffentlichten Studie, die 335 nach NUSS operierte Patienten analysiert, sind folgende Komplikationsraten angegeben: Insgesamt 54 Patienten (16,1%) weisen eine oder mehrere Komplikationen auf, davon 49 Patienten (15,2%) bereits im frühpostoperativen Verlauf. 23 Operierte (6,9%) erlitten einen Pneumothorax, 11 Patienten (3,3%) ein Wund- Serom, bei 8 Korrekturen (2,4%) kam es zu einer Bügeldislokation. Zu den Spät komplikationen zählen 5 Perikarditiden (1,5%), 4 Patienten boten eine Bügel- Dislokation (1,2%) und 3 Patienten (0,9%) einen Hämorthorax. Von ähnlich hohen Prozentzahlen bzgl. der Bügeldislokation berichten auch HEBRA, ENGUM, MILLER, MOLIK und CROITORU [15, 43, 68, 69, 78]

Um die oben beschriebene Dislokation zu vermeiden empfiehlt HEBRA eine zusätzliche dritte Fixation des Bügels neben den standardisierten lateralen Fixationen. Er konnte so eine verminderte Dislokationsrate des Implantates erzielen [42, 124] .

ENGUM sieht zudem einen engen Zusammenhang zwischen Operationskomplikationen und der vorausgegangenen Patientenauswahl. Er sagt, dass die Komplikationsrate und Rezidivquote entscheidend vermindert werden kann, wenn eine differenzierte und ausführliche Diagnostik (Operationsindikation, Operationsalter, vorliegender Befund -symmetrische/ asymmetrische Deformität- ) durchgeführt wird. Ein weiterer Aspekt sei außerdem die Erfahrung des Operateurs, hier habe er deutliche Schwankungen bezüglich der Ergebnisse beobachten können. Desweiteren fehlen bislang ausreichend überzeugende Langzeitergebnisse bezüglich der Rezidivquote bei Patienten, die erst im Erwachsenenalter mit abgeschlossener Ossifikation mit dieser Methode operiert wurden [21, 69]. FONKALSRUD verglich die Ergebnisse der offen operierten Patienten mit denen derer, die sich für die minimalinvasive Methode entschieden hatten und zeigte in der von ihm im März 2002 vorgelegten Arbeit, dass vergleichbare Ergebnisse erzielt werden können, in Abhängigkeit vom Operateur und Patient [26]. CROITORU berichtet in seiner 2002 veröffentlichten Studie von ausgezeichneten Langzeitergebnissen [15].

Trotzdem, und obwohl bisher nur Langzeitergebnisse für Kinder bekannt sind, wünschen insbesondere Jugendliche und Erwachsene immer häufiger eine minimalinvasive Korrektur ihrer Trichterbrust. Diese Entwicklung ist bemerkenswert, da für diesen komplexen und oft kosmetisch indizierten Eingriff das Votum des Patienten, und bei Kindern das ihrer Eltern, anscheinend ein neues Gewicht bekommt [49, 79].

Betrachtet man nun die beiden Operationsmethoden (offene vs. minimalinvasive), so werden vergleichbar gut bis sehr gute Ergebnisse erreicht [17, 26]. Der Vergleich lässt sich nur bedingt anführen, da zum heutigen Zeitpunkt vermehrt Kinder und junge Erwachsene mit der minimalinvasiven Technik operiert wurden und zudem wenig Langzeitergebnisse vorliegen. Ebenfalls sollte die Rate an Komplikationen bei beiden Methoden berücksichtigt werden. Während bei der minimalinvasiven Technik die allgemeine Komplikationsquote bei ca. 15- 25% liegt, wird bei den offenen Eingriffen eher selten (ca.10-15%) von gravierenden Problemen berichtet [24-26, 63, 65, 69].

Auch bei unseren Patienten gab es, mit Ausnahme von einem Fall, keine schwerwiegenden Komplikationen; ein Patient stürzte nach seiner Entlassung am 23. postoperativen Tag im häuslichen Bad und musste notfallmäßig unter dem Verdacht einer Perikardtamponade und eines Hämatothorax erneut in unserer Klinik operiert werden. Intraoperativ zeigte sich, dass der linke Spieß den Ramus interventrikularis lazeriert hatte. Dieser wurde durch Naht und Koronarbypass versorgt [62].

Ein Schwerpunkt unserer retrospektiven Studie war die ausführliche Befragung zur Patientenzufriedenheit im Rahmen der Ergebniskontrolle und Nachsorge im Langzeitverlauf.

Die postoperative, subjektive Beurteilung der ursprünglichen OP- Indikation, des operativen Eingriffs, des stationären Aufenthaltes, der Metallentfernung, des weiteren Genesungsverlaufes und der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis stand im Mittelpunkt des strukturierten Interviews.

Bei der umfassenden Kontrolluntersuchung erschienen bis auf einige wenige Ausnahmen die operierten Patienten erneut in unserer Klinik und nutzten die Chance, um eigene Fragen stellen bzw. von eventuell aufgetretenen Problemen berichten zu können.

Anhand des eigens für die Befragung entwickelten Analysebogens haben wir versucht, die Themen zu untergliedern und mit Hilfe einer anschließenden Kodierung auszuwerten.

Zur Vermeidung positiv beeinflusster Werte, beispielsweise zum Thema „Zufriedenheit mit der Betreuung durch das Personal“, musste der Befragte darauf hingewiesen werden, dass er keine Nachteile durch korrekte Antworten zu erwarten hat.

Um die inhaltsanalytische Auswertung zu überprüfen, haben wir die Interrater- Reliabilität mittels eines Zweitkodierers überprüft. Es wurde die prozentuale Übereinstimmung zwischen den beiden Ratern pro Variable ermittelt und bei einer Übereinstimmung von 80% der Kodierleitfaden als sinnvoll gewertet.

Trotzdem muß berücksichtigt werden, dass der Befragte zu den verschiedenen Themen sehr stark subjektiv antwortet und ein Vergleich der Antworten auch mit Hilfe eines Kodierungsschemas durch die große Breite des persönlichen Empfindens, Erlebens und Beurteilens in dem Interview erschwert wird.

Ein Patient, der bereits vor 10 Jahren bei uns operiert wurde und nun berichten soll, wie er damals beispielsweise die Betreuung durch das Personal empfunden habe, kann sich nicht mehr so detailliert erinnern und hat in den darauf folgenden Jahren soviel erlebt, dass er den damaligen Eingriff heute anders beurteilt als vielleicht direkt postoperativ.

Auch die Antworten zur Beurteilung der Schmerzen sind stark von der jeweiligen Persönlichkeit abhängig. Für den einen Betroffenen waren die Schmerzen an der Grenze des Aushaltbaren, ein anderer Patient kam mit der Schmerzsituation gut zurecht.

Hinzu kommt, dass erst seit 1995 der Periduralkatheter bei den Brustwandoperationen eingesetzt wurde, somit nur ein Teil unserer Patienten davon profitierte. Vorher wurde die Schmerztherapie oral oder intravenös durchgeführt und ist daher nicht ohne weiteres vergleichbar.

Ein weiterer Aspekt ist die Lebenssituation und das Umfeld, aus dem der Patient zu dem Interview kommt, auch hier unterliegen die Antworten den subjektiven Schwankungen.

In der Zusammenschau lassen sich die Fragen der vorliegenden Dissertationsarbeit wie folgt beantworten:

Die Indikationen für einen Korrekturingriff bei einem Trichter- oder Kielbrustpatienten sind diagnostisch nachweisbare Einschränkungen der Organfunktionen und/ oder eine starke psychische Beeinträchtigung durch die Deformität. Als idealer Operationszeitpunkt wird das frühere Kindesalter (zwischen 6 und 10 Jahren) empfohlen. Ist der Eingriff nicht zu diesem Zeitpunkt erfolgt, sollte die Korrektur nach Beendigung der Pubertät durchgeführt werden, da das Körperlängenwachstum dann weitestgehend beendet und die Ossifikation noch nicht abgeschlossen ist.

Vergleicht man die in der Literatur beschriebenen postoperativen Befunde der Patienten, die bereits im Kindesalter operiert wurden [20, 40], mit den Ergebnissen unserer Patienten, so kann man im Hinblick auf den idealen Operationszeitpunkt feststellen, dass wir bei unserem erwachsenen Patientengut mit der von uns angewandten, offenen Operationstechnik vergleichbar gute Ergebnisse erzielt haben. Ein Vergleich der Operationsbefunde bei Kindern und Erwachsenen sollte jedoch kritisch betrachtet werden, da naturgemäß sowohl der kindliche Knochen als auch das Skelett eines erwachsenen Patienten einem unterschiedlichen Stoffwechsel und damit Heilungsprozess unterliegt.

Wir konnten eine deutliche Verbesserung der respiratorischen Funktion bei Patienten beobachten, die aufgrund pulmonaler Einschränkungen operiert wurden. Sowohl die körperliche Belastbarkeit als auch die gemessenen Lungenfunktionswerte zeigten postoperativ eine zunehmende Normalisierung.

Annähernd 90% der Operierten waren bei der subjektiven Beurteilung des Eingriffs mit dem perioperativen Management und dem postoperativen Befund zufrieden bis sehr zufrieden (Note „1“- „2“). Bei diesem Aspekt sollte jedoch berücksichtigt werden, dass ein subjektiv „gut“ beurteiltes Ergebnis in manchen Fällen aus medizinischer Sicht noch nicht als ausreichend befriedigend angesehen werden konnte.

Die postoperative Zufriedenheit des Patienten ist zum einen vom erzielten Ergebnis, zum anderen jedoch vom Umfeld des Patienten und der allgemeinen Persönlichkeitsstruktur des Betroffenen abhängig. Nicht bei jedem Patienten ist die von uns gewählte offene Operationsmethode die Therapie der Wahl. In einigen Fällen könnte heutzutage durchaus

die minimalinvasive Korrektur nach Nuss aufgrund der bereits genannten Vorteile in Erwägung gezogen werden [55].

Die von uns erzielten Ergebnisse sowie die hohe Patientenzufriedenheit in der hier vorliegenden Studie verdeutlichen, dass eine operative Brustwandkorrektur im Erwachsenenalter nach differenzierter Indikationsstellung, umfassender Diagnostik und ausführlicher psychischer Evaluation mit dem von uns angewandten, offenen Operationsverfahren gerechtfertigt ist und darüber hinaus gute Resultate im Kurz- und Langzeitverlauf zu erreichen sind.

## 5 Literaturverzeichnis

1. Actis Dato GM, Cavaglia M, Ruffini E, Actis Dato A Jr, Mancuso M, Parola A, Papalia E, Oliaro A (1999) The seagull wing self retaining prosthesis in the surgical treatment of pectus excavatum. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 40: 139-46
2. Actis Dato GM, De Paulis R, Actis Dato A, Bassano C, Pepe N, Borioni R, Panero GB (1995) Correction of pectus excavatum with a self-retaining seagull wing prosthesis. Long-term follow-up. *Chest* 107: 303-6
3. Adkins PC, Gwathmey O (1958) Pectus excavatum: an appraisal of surgical treatment. *J Thorac Surg* 36: 714-24
4. Akcali Y, Ceyran H, Hasdiraz L (1999) Chest wall deformities. *Acta Chir Hung* 38: 1-3
5. Arn PH, Scherer LR, Haller JA Jr, Pyeritz RE (1989) Outcome of pectus excavatum in patients with Marfan syndrome and in the general population. *J Pediatr* 115: 954-8
6. Backer O G, Brunner S, Larsen V (1961) The surgical treatment of funnel chest. Initial and follow-up results. *Acta Chir Scand* 121: 253-61
7. Bauhinus J (1594) *Observationum medicarum, rararum, novarum, admirabilium, et montrosarum, liber secundus. De partibus vitalibus thorace contentis.* *Observation* 264: 516
8. Borowitz D, Cerny F, Zallen G, Sharp J, Burke M, Gross K, Glick PL (2003) Pulmonary function and exercise response in patients with pectus excavatum after Nuss repair. *J Pediatr Surg* 38: 544-7
9. Brandt G. (1953) Die verschiedenen Formen der Trichterbrust und ihre operative Behandlung. *Thoraxchir* 1:57-64
10. Brodtkin HA (1949) Congenital chondrosternal prominence ( pigeon breast ). A new interpretation. *Pediatrics* 3:286

11. Brown L (1939) Pectus excavatum (funnel chest) Anatomic basis; surgical treatment of the incipient state of infancy and correction of the deformity in the fully developed stage. *J Thoracic Surg* 9:164- 184
12. Brunner A (1954) Zur operativen Behandlung der Trichterbrust. *Chirurg* 25.:303-305
13. Choi JB, Rim TG (1994) Oblique wedge osteotomy for correction of asymmetric pectus excavatum in young children. *Ann Thorac Surg* 57: 235-6
14. Christophers E, (1995)  
Hautkrankheiten im Kindesalter. In: Simon C (Hrsg) *Pädiatrie*. Schattauer Verlag Stuttgart, New York, Bd 1 7. Aufl. S 430
15. Croitoru DP, Kelly RE Jr, Goretsky MJ, Lawson ML, Swoveland B, Nuss D (2002) Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 37: 437-45
16. Crump HW. (1992) Pectus excavatum. *Am Fam Physician* 46: 173-9
17. Davis JT, Weinstein S (2004) Repair of the pectus deformity: Results of the Ravitch approach in the current era. *Ann Thorac Surg* 78: 421-6
18. Dorner RA, Keil PG, Schissel DJ (1950) Pectus excavatum; case report with pre- and postoperative angiocardiographic studies. *J Thorac Surg* 20: 444-53
19. Ebstein W (1882) Über die Trichterbrust. *Dtsch Arch Klin Med.* 30: 411- 428
20. Einsiedel E, Clausner A (1999) Funnel chest. Psychological and psychosomatic aspects in children, youngsters, and young adults. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 40: 733-6
21. Engum S, Rescorla F, West K, Rouse T, Scherer LR, Grosfeld J (2000) Is the grass greener? Early results of the Nuss procedure. *J Pediatr Surg* 35: 246-51; discussion 257-8
22. Erdogan A, Ayten A, Oz N, Demircan A (2002) Early and long-term results of surgical repair of pectus excavatum. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 10: 39-42

23. Feng J, Hu T, Liu W, Zhang S, Tang Y, Chen R, Jiang X, Wei F (2001) The biomechanical, morphologic, and histochemical properties of the costal cartilages in children with pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 36: 1770-6
24. Fonkalsrud EW (2003) Current management of pectus excavatum. *World J Surg* 27: 502-8
25. Fonkalsrud EW (2004) Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. *Ann Surg* 240: 231-5
26. Fonkalsrud EW, Beanes S, Hebra A, Adamson W, Tagge E (2002) Comparison of minimally invasive and modified Ravitch pectus excavatum repair. *J Pediatr Surg* 37: 413-7
27. Fonkalsrud EW, Bustorff-Silva J (1999) Repair of pectus excavatum and carinatum in adults. *Am J Surg* 177: 121-4
28. Fonkalsrud EW, DeUgarte D, Choi E(2002) Repair of pectus excavatum and carinatum deformities in 116 adults. *Ann Surg* 236: 304-12; discussion 312-4
29. Fonkalsrud EW, Dunn JC, Atkinson JB (2000) Repair of pectus excavatum deformities: 30 years of experience with 375 patients. *Ann Surg* 231: 443-8
30. Gall FP, Hegemann G, Köllermann MW, Leutschaft R (1967) Surgical treatment of funnel chest. *Dis Chest* 52:10-14
31. Garcia VF, Seyfer AE, Graeber GM (1989) Reconstruction of congenital chest-wall deformities. *Surg Clin North Am* 69: 1103-18
32. Geisbe Metal. *The Aetiology and Pathogenesis of Funnel Chest*. 1971:13
33. Geroulanos S, Hahnloser P, Senning A (1974) Funnel chest correction: indication, surgical procedure and results of a simplified and modified method. *Helv Chir Acta* 41: 101-8
34. Geroulanos S, Senning A, Hahnloser P (1974) Simplified operation for correction of the funnel chest. Indications and results. *Dtsch Med Wochenschr* 99: 57-8
35. Grob M. (1957) *Lehrbuch der Kinderchirurgie*. Thieme Verlag, Stuttgart: pp 137-43

36. Haller AJ Jr, Katlic M, Shermeta DW, Shaker IJ, White JJ (1976) Operative correction of pectus excavatum: an evolving perspective. *Ann Surg* 184: 554-7
37. Haller JA Jr (2000) Complications of surgery for pectus excavatum. *Chest Surg Clin N Am* 10: 415-26
38. Haller JA Jr (2000) History of the operative management of pectus deformities. *Chest Surg Clin N Am* 10: 227-35
39. Haller JA Jr, Kramer SS, Lietman SA (1987) Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 22: 904-6
40. Haller JA Jr, Peters GN, Mazur D, White JJ (1970) Pectus excavatum. A 20 year surgical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 60: 375-83
41. Haller JA Jr, Shermeta DW, Tepas JJ, Bittner HR, Golladay ES (1978) Correction of pectus excavatum without prostheses or splints: objective measurement of severity and management of asymmetrical deformities. *Ann Thorac Surg* 26: 73-9
42. Hebra A, Gauderer MW, Tagge EP, Adamson WT, Othersen HB Jr (2001) A simple technique for preventing bar displacement with the Nuss repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 36: 1266-8
43. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Othersen HB Jr, Nuss D (2000) Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. *J Pediatr Surg* 35: 252-7; discussion 257-8
44. Hecker W, Happ M, Soder C, Remberger K, Nehrlich A (1988) Klinik und Problematik der Kiel- und Trichterbrust. *Kinderchirurgie* 15: 15-22
45. Hegemann G, Leutschaff R, Schoberth H (1962) Experiences in 100 funnel chest operations. *Dtsch Med Wochenschr* 87: 774-8
46. Hegemann G, Schoberth H. (1958) Operative treatment of funnel chest. *Dtsch Med Wochenschr* 83: 277-82
47. Hirayama T, Nozaki M, Wakamatsu S (1985) A new surgical method for repair of funnel chest. *Ann Plast Surg* 14: 213-23

48. Hoffmeister W (1927) Operation an der angeborenen Trichterbrust. *Brunns`Beitr Klin Chir* 141:215-227
49. Hosie S, Sitkiewicz T, Petersen C, Gobel P, Schaarschmidt K, Till H, Noatnick M, Winiker H, Hagl C, Schmedding A, Waag KL (2002) Minimally invasive repair of pectus excavatum- the Nuss procedure. A European multicentre experience. *Eur J Pediatr Surg* 12: 235-8
50. Hösl M. (1972) Untersuchung zum Wachstum der Trichterbrustdeformität. *Dissertation Universität Würzburg*: 56-8
51. Hummer HP, König R, Willital GH (1981) A new procedure for standardizing the submammary incision for funnel chest correction. *Chirurg* 52: 104-7
52. Hummer HP, Willital GH (1983) Classification and subclassification of funnel and pigeon chest. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 121: 216-20.
53. Jensen NK, Schmidt WR, Garamella JJ (1962) Funnel chest: a new corrective operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 43: 731-41
54. Jiang X, Hu T, Liu W, Wei F, Yuan Y, Feng J (2000) Pulmonary function changes following surgical correction for pectus excavatum. *Chin Med J (Engl)* 113: 206-9
55. Jo WM, Choi YH, Sohn YS, Kim HJ, Hwang JJ, Cho SJ (2003) Surgical treatment for pectus excavatum. *J Korean Med Sci* 18: 360-4
56. Kowalewski J, Brocki M, Zolynski K (1999) Long-term observation in 68 patients operated on for pectus excavatum: surgical repair of funnel chest. *Ann Thorac Surg* 67: 821-4
57. Kunz H, Helmer F, Howanietz L (1966) Experiences with the surgical treatment of funnel chest. *14*:329-337
58. Lalatta F, Livini E, Selicorni A, Briscioli V, Vita A, Lugo F, Zollino M, Gurrieri F, Neri G (1991) X-linked mental retardation with marfanoid habitus: first report of four Italian patients. *Am J Med Genet* 38: 228-32

59. Lawson ML, Cash TF, Akers R, Vasser E, Burke B, Tabangin M, Welch C, Croitoru DP, Goretsky MJ, Nuss D, Kelly RE Jr (2003) A pilot study of the impact of surgical repair on disease-specific quality of life among patients with pectus excavatum. *J Pediatr Surg*; 38: 916-8
60. Lester CW (1954) Pigeon-breast, funnel-chest, and other congenital deformities of the anterior chest wall. *J Bone Joint Surg Am* 36-A: 1293-5
61. Leutschaft R, Geyer E (1968) Das präoperative Trichterbrust- EKG. *Archiv für Kreislaufforschung* 257-72
62. Löher A, Schmid C, Knichwitz G, Geiger A, Scheld HH (1996) Traumatische Myokardverletzung nach Re- Trichterbrustkorrektur- Ein Fallbericht. *10:259-262*
63. Malek MH, Fonkalsrud EW (2004) Cardiorespiratory outcome after corrective surgery for pectus excavatum: a case study. *Med Sci Sports Exerc* 36: 183-90
64. Maneke M (1959) Untersuchungen zur Pathogenese der Brustkorbverformungen. *Dtsch. Med. Wschr* 504
65. Mansour KA, Thourani VH, Odessey EA, Durham MM, Miller JI Jr, Miller DL (2003) Thirty-year experience with repair of pectus deformities in adults. *Ann Thorac Surg* 76: 391-5; discussion 395
66. Meier C-M (1997) Klinisch relevante licht- und elektronenmikroskopische Veränderungen in der Morphologie des Knorpelgewebes bei der Trichterbrust. *Dissertation Westfälische Wilhelms- Universität Münster: 21- 4*
67. Meyer L (1911) Zur chirurgischen Behandlung der angeborenen Trichterbrust. *Berl. klin. Wschr*: 1563-6
68. Miller KA, Woods RK, Sharp RJ, Gittes GK, Wade K, Ashcraft KW, Snyder CL, Andrews WM, Murphy JP, Holcomb GW (2001) Minimally invasive repair of pectus excavatum: a single institution's experience. *Surgery* 130: 652-7; discussion 657-9
69. Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, West KW, Scherer LR, Grosfeld JL (2001) Pectus excavatum repair: experience with standard and minimal invasive techniques. *J Pediatr Surg* 36: 324-8

70. Moretto G, Pollini GP, Pellini F, Nardo A, Stimamiglio P, Sandrini R, Fiorini E (2000) Surgical repair of pectus excavatum by internal metal strut fixation. Clinical experience in 51 cases. *Minerva Chir* 55: 835-40
71. Nakanishi Y, Nakajima T, Sakakibara A, Nishiyama T (1992) A vascularised rib strut technique for funnel chest correction. *Br J Plast Surg* 45: 364-6
72. Nissen R (1944) Osteoplastic procedure for correction of funnel chest. *Amer J Surg* 64: 169-174
73. Nuss D (2002) Minimally invasive repair of pectus excavatum. *Cir Pediatr* 15: 1-2
74. Nuss D, Croitoru DP, Kelly RE Jr, Goretsky MJ, Nuss KJ, Gustin TS (2002) Review and discussion of the complications of minimally invasive pectus excavatum repair. *Eur J Pediatr Surg* 12: 230-4
75. Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Katz ME (1998) A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 33: 545-52
76. Paltia V, Parkkulainen KV, Sulamaa M (1959) Indications for surgery in funnel chest. *Ann Paediatr Fenn* 5: 183-94
77. Paltia V, Parkkulainen KV, Sulamaa M, Wallgren GR (1959) Operative technique in funnel chest; experience in 81 cases. *Acta Chir Scand* 116: 90-8
78. Park HJ, Lee SY, Lee CS (2004) Complications associated with the Nuss procedure: analysis of risk factors and suggested measures for prevention of complications. *J Pediatr Surg* 39: 391-5; discussion 391-5
79. Park HJ, Lee SY, Lee CS, Youm W, Lee KR (2004) The Nuss procedure for pectus excavatum: evolution of techniques and early results on 322 patients. *Ann Thorac Surg* 77: 289-95
80. Park JM, Varma SK (1990) Pectus excavatum in children: diagnostic significance for mitral valve prolapse. *Indian J Pediatr* 57: 219-22
81. Pyeritz RE, McKusick VA (1979) The Marfan syndrome: diagnosis and management. *N Engl J Med* 300: 772-7

82. Quigley PM, Haller JA Jr, Jelus KL, Loughlin GM, Marcus CL (1996) Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. *J Pediatr* 128: 638-43
83. Raithel HJ, Hartung M, Willital G (1983) Value of computer tomography in funnel chest patients. Report of initial experiences. *Prax Klin Pneumol* 37: 222-7
84. Ravitch MM (1971) The forms of congenital deformities of the chest and their treatment. *Prog Pediatr Surg* 3: 1-12
85. Rehbein F, Wernicke HH (1955) Surgical correction of a funnel chest. *Kinderarztl Prax* 23: 126-32
86. Rehbein F, Wernicke HH (1957) The operative treatment of the funnel chest. *Arch Dis Child* 32: 5-8
87. Roberts J, Hayashi A, Anderson JO, Martin JM, Maxwell LL (2003) Quality of life of patients who have undergone the Nuss procedure for pectus excavatum: Preliminary findings. *J Pediatr Surg* 38: 779-83
88. Robicsek F, Fokin A (1999) Surgical correction of pectus excavatum and carinatum. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 40: 725-31
89. Rupprecht H, Hummer HP, Stoss H, Waldherr T (1987) Pathogenesis of chest wall abnormalities--electron microscopy studies and trace element analysis of rib cartilage. *Z Kinderchir*; 42: 228-9
90. Sahinbas S (1993) Licht- und elektronenmikroskopische, immunhistologische sowie biochemische Untersuchungen zur Pathogenese der Trichterbrust- vergleichende Untersuchungen zwischen Trichterbrust- und Normalknopel. Dissertation Universität Erlangen- Nürnberg: 45- 7
91. Salomon J, Shah PM, Heinle RA (1975) Thoracic skeletal abnormalities in idiopathic mitral valve prolapse. *Am J Cardiol* 36: 32-6
92. Sanger PW, Robicsek F, Taylor FH (1960) Surgical management of anterior chest deformities: a new technique and report of 153 operations without a death. *Surgery* 48: 510-521

93. Sauerbruch F (1920) Die Chirurgie der Brustorgane. Springer Verlag, Berlin: 437-44
94. Saxena AK, Schaarschmidt K, Schleef J, Morcate JJ, Willital GH (1999) Surgical correction of pectus excavatum: the Munster experience. *Langenbecks Arch Surg* 384: 187-93
95. Scherer LR, Arn PH, Dressel DA, Pyeritz RM, Haller JA Jr (1988) Surgical management of children and young adults with Marfan syndrome and pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 23: 1169-72
96. Schier F, Bahr M, Klobe M (2005) The vacuum chest wall lifter: an innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 40: 496-500
97. Schutte JE, Gaffney FA, Blend L, Blomqvist CG (1981) Distinctive anthropometric characteristics of women with mitral valve prolapse. *Am J Med* 71: 533-8
98. Serafin J, Swiatkowski J, Majkusiak R, Nowakowski P (2003) 40-year experience in surgical treatment of congenital chest deformations--etiopathogenesis, operative techniques and clinical results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 70: 207-13
99. Shamberger RC, Welch KJ (1987) Surgical correction of pectus carinatum. *J Pediatr Surg* 22: 48-53
100. Shamberger RC, Welch KJ, Sanders SP (1987) Mitral valve prolapse associated with pectus excavatum. *J Pediatr* 111: 404-7
101. Shamberger R (1994) Chest wall deformities. In: Shields T (Hrsg) *General thoracic surgery*. Malvern: Williams & Wilkins, pp 529-57
102. Sigalet DL, Montgomery M, Harder J (2003) Cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 38: 380-5; discussion 380-5
103. Stauffer UG (1976) Late results after funnel chest surgery in childhood. Problems concerning surgical indication. *Helv Paediatr Acta* 30: 459-71
104. Stotz S (1997) Skelettdysplasien mit verminderter Knochendichte. In: von Harnack G Koletzko A (Hrsg) *Kinderheilkunde*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York Ausg10, p 498

105. Sun QB, Zhang KZ, Cheng TO, Li SL, Lu BX, Zhang ZB, Wang W (1990) Marfan syndrome in China: a collective review of 564 cases among 98 families. *Am Heart J* 120: 934-48
106. Sweet RH (1944) Pectus excavatum. *Ann Surg* 119: 922-934
107. Swoveland B, Medvick C, Kirsh M, Thompson GK, Nuss D (2001) The Nuss procedure for pectus excavatum correction. *AORN J*; 74: 828-41; quiz 842-5, 848-50
108. Tietze A (1891) Beiträge zur Resektion der Thoraxwandungen bei Geschwülsten. *Dtsch. Z. Chir* 32: 421
109. Tjan TD, Semik M, Rotering H, Rolf N, Scheld HH (1999) Pectus excavatum: special surgical technique, perioperative management and long-term results. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 40: 289-97
110. Tjan T (2000) Spezielle chirurgische Techniken zur Totalkorrektur des Pectus excavatum und Pectus carinatum bei Erwachsenen. Dissertation Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Westfälische Wilhelms-Universität:17-19,34,56
111. Udoshi MB, Shah A, Fisher VJ, Dolgin M (1979) Incidence of mitral valve prolapse in subjects with thoracic skeletal abnormalities--a prospective study. *Am Heart J* 97: 303-11
112. Uebermuth H (1957) Experiences with funnel chest surgery. *Langenbecks Arch Klin Chir Ver Dtsch Z Chir* 287: 234-8
113. von der Oelsnitz G (1977) Long-term results of operative funnel chest treatment: summary. *Prog Pediatr Surg* 10: 251-2
114. Wada J, Ikeda K, Ishida T, Hasegawa T (1970) Results of 271 funnel chest operations. *Ann Thorac Surg* 10: 526-32
115. Wahren H (1952) Tibiaspan als retrosternale Stütze bei Trichterbrustoperationen. *Z Orthop* 82: 128
116. Wanke R (1953) Anzeigestellung zur operativen Behandlung der Trichterbrust. *Langenbecks Arch. Chir* 276: 406-413

117. Waters P, Welch K, Micheli LJ, Shamberger R, Hall JE (1989) Scoliosis in children with pectus excavatum and pectus carinatum. J Pediatr Orthop 9: 551-6
118. Wehner W (1972) Surgery of the funnel chest. Zentralbl Chir 97: 1239-44.
119. Welch KJ (1958) Satisfactory surgical correction of pectus excavatum deformity in childhood; a limited opportunity. J Thorac Surg 36: 697-713
120. Williams AM, Crabbe DC (2003) Pectus deformities of the anterior chest wall. Paediatr Respir Rev 4: 237-42
121. Willital GH (1970) Surgery of funnel chest and its results. Monatsschr Kinderheilkd 118: 633-9
122. Willital GH, Hummer HP (1982) Thorax deformities. Diagnosis and indication for operative correction. ZFA (Stuttgart) 58: 193-200
123. Zenker R, Schmidt-Habelmann P (1967) 86. Critical comments on the surgical correction of the funnel chest. Langenbecks Arch Chir 319: 520-6
124. Zink Ch (1989) Poland- Syndrom. In: Psychrembel W (Hrsg) Psychrembel, de Gruyter, Berlin, New York Ausg. 256, S1329
125. Zunke U (1999) Reversibilität sekundärpathologischer Veränderungen nach Trichterbrustoperationen nach Willital. Dissertation Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie, Westfälische Wilhelms- Universität Münster:78-80

## 6 Anhang

### 6.1 Objektiver Analysebogen

Name:

präoperative Daten

Geb.Datum/Geschlecht:

Aufnahme/Entlassung/Verweildauer:

Symptomatik/Op-Indikation:

Organfunktionen (Herz/Lunge):

Begleiterkrankungen:

Trichtervolumen:

Lokalbefund (symmetrisch/asymmetrisch):

Operation/datum:

perioperative Daten

operativer Zugang/ Anzahl und Lage der Spieße:

Op-Zeit:

Komplikationen (früh/spät):

Blutverlust:

Bluttransfusionen:

Mobilisation:

postoperative Daten

Fotodokumentation:

Op-Ergebnis:

Organfunktionsparameter:

Spießentfernung am:

Patienten-Zufriedenheit:

## 6.2 Subjektiver Befragungsbogen

### Frage-/Datenbogen zur Beurteilung des Krankheits- und perioperativen Verlaufes nach operativer Korrektur einer Trichter- o. Kielbrust

Pat. Name:

OP-Datum (ME):

Datum:

#### *I Zum stationären Aufenthalt:*

Betreuung und Behandlung durch: Pflegepersonal  
Krankengymnasten  
Ärzte

Schmerzen

Komplikationen

Mobilisation

Sonstiges

#### *II Zum weiteren Genesungsverlauf, incl. Metallentfernung(ME):*

Betreuung und Behandlung durch: Krankengymnasten, Pflegepersonal  
Ärzte

Schmerzen

Komplikationen

Rehabilitation

#### *III Zum aktuellen Befinden:*

persönliche Beurteilung des Operationsergebnisses:

- I.) früh-postoperativ
- II.) langfristig (nach 1 Jahr)
- III.) langfristig (aktuell)

Beurteilung der körperlichen Belastbarkeit:

- I.)
- II.)
- III.)

Beurteilung der ursprünglichen Op-Indikation:

Sonstiges

### 6.3 Danksagung

Für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie das besondere Interesse an dem Werdegang und der Fertigstellung dieser Arbeit möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. H. H. Scheld, dem Direktor der Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- u. Gefäßchirurgie, herzlich bedanken.

Aufgrund der hervorragenden Betreuung und ständigen Hilfsbereitschaft des Herrn Prof. Dr. med. M. Semik war es möglich, diese aufwendige Studie gemeinsam zu planen und mit Erfolg umzusetzen. Ferner folgte nach der Durchführung eine vorbehaltlose Unterstützung bei der Auswertung der erhobenen Daten und Bearbeitung des wissenschaftlichen Themas. Sein engagiertes Einbringen, seine Ideen und seine Verbesserungsvorschläge trugen deutlich zur Entwicklung und Fertigstellung dieser Promotionsarbeit bei. Ihm möchte ich deswegen an dieser Stelle besonders danken. Weiter gilt mein Dank den freundlichen, engagierten Pflegekräften und Mitarbeitern der THG-Poliklinik, die ebenfalls bei der praktischen Durchführung der Studie behilflich waren. Die Patienten, die z.T. eine weite Anreise zur Nachsorgeuntersuchung und Befragung auf sich nehmen mußten, verdienen nicht zuletzt wegen ihrer Zuverlässigkeit ebenfalls einen herzlichen Dank.

Meiner Familie, die mir stets Beistand leistete und besonders meinem geduldigen und liebevollen Mann, der mich immer wieder zum Weitermachen motivierte, danke ich sehr. Vielen Dank an meine Tochter Elisa; auch sie hat verstanden, dass diese „anstrengende“ Arbeit jetzt wirklich zuende gebracht werden muß. Danke kleiner Johan, dass Du so bist wie du bist!

## 6.4 Curriculum Vitae

### Kim Berit Lewerenz-Kemper

#### Persönliche Angaben:

**Familienstand:** verheiratet, 2 Kinder  
**Staatsangehörigkeit:** deutsch  
**Alter:** 33 Jahre (28. Okt.1972)  
**Geburtsort:** Hamburg

#### Qualifikationen:

**Juni 1992:** Abitur: Rudolf-Steiner-Schule Nienstedten, Hamburg  
**März 1997:** Physikum, WWU Münster  
**März 1998:** 1. Staatsexamen, WWU Münster  
**April 2000:** 2. Staatsexamen, WWU Münster  
**Dezember 2001:** 3. Staatsexamen, WWU Münster

#### Schulausbildung:

**1979- 81:** Moorweg-Schule, Wedel  
**1981- 92:** Rudolph-Steiner-Schule Nienstedten, Hamburg

#### Hochschulausbildung:

**04/94- 12/01:** Human-Medizinstudium, WWU Münster

#### Berufliche Weiterbildung:

**1992- 94** Krankenpflegepraktikum, DRK-Krankenhaus Rissen, Hamburg  
**08/97:** Famulatur: Innere Medizin, DRK-Krankenhaus Rissen, Hamburg  
**10/97:** EStP: Chirurgie, Kreiskrankenhaus Bünde  
**04/98:** EStP: Innere Medizin, Franziskus- Hospital, Münster  
**07/98:** Famulatur: Chirurgie, Kreiskrankenhaus Wedel, Wedel  
**11/98:** EStP: Psychiatrie, Rochus-Hospital, Telgte

- 03/99:** Famulatur: Pädiatrie, Franziskus-Hospital, Ahlen
- 04/99- 07/99:** Blockpraktika gemäß der Studienordnung:
- Dermatologie
  - Augenheilkunde
  - Gynäkologie
  - Notfallmedizin
  - Kinderheilkunde
  - HNO
  - Innere Medizin
  - Chirurgie
- 08/99- 09/99:** Famulatur: Praxis für Allgemeinmedizin,  
Dr. med. G. Schulte, Ahlen
- 10/00- 02/01:** PJ- 1. Tertial: Kinderheilkunde, Clemenshospital Münster
- 02/01- 06/01:** PJ- 2. Tertial: Innere Medizin, Clemenshospital Münster
- 06/01- 09/01:** PJ- 3. Tertial: Chirurgie, Clemenshospital Münster
- Sonstige Berufserfahrung:**
- 09/98-05/00:** Beteiligung an der Lehre: Tutor für den Kursus der  
Allgemeinen Klinischen Untersuchungen (KAKU)