

Diplomarbeit

Osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten bei komplizierter Sternumdehiszenz nach herzchirurgischen Eingriffen

Langtitel: Follow-up Erstellung, Evaluation und Interpretation der chirurgischen Ergebnisse nach osteosynthetischer Rekonstruktion mit Titanplatten bei komplizierter Sternumdehiszenz nach herzchirurgischen Eingriffen. Wie weit könnte diese neue Technik herkömmliche plastische Rekonstruktionsverfahren (Muskellappenverlagerung, Omentum majus Hochzug) ablösen, wo liegen mögliche Vor-, wo die Nachteile?

eingereicht von

Astrid Gruber

Geb. Dat.: 07.07.1983

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Herzchirurgie

Vorstand: Univ. Prof. Dr. Tscheliessnigg

unter der Anleitung von Betreuer

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Igor Knez

Graz, 18 Juli 2012

Betreuung meiner Diplomarbeit:

Betreuer: Univ. Prof. Dr. med. univ. Igor Knez

Zweite Betreuerin: Univ. Ass. Dr. Katharina Meszaros

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, Juli 2012

Astrid Gruber

Erklärung der Autorin

Aufgrund der besseren Lesbarkeit habe ich in meiner Diplomarbeit auf eine gendergerechte Formulierung verzichtet und meine mit der männlichen Form der Nomen immer beide Geschlechter. Ich bitte um Verständnis – eine Diskriminierung jeglicher Form liegt mir fern.

Gewidmet meinen Eltern
in Dankbarkeit und Liebe

Danksagungen

Ein großer Dank gilt meiner Familie. In der langen Zeit meiner Ausbildung zur Ärztin haben sie mich durch all meine Höhen und Tiefen begleitet. Insbesondere danke ich meiner Schwester Iris für ihr Verständnis. Sie bekam viele Geschichten aus dem Krankenhaus erzählt, die sie nicht immer hören wollte und unterstützte mich mit ihrem Rat. Meinen Eltern, die immer stolz auf mich waren und mich bei meinem Studentendasein in jeglicher Hinsicht unterstützt haben, sage ich hiermit ein herzliches Dankeschön. Danke für eure Liebe, Hilfe und Geduld in dieser langen Zeit.

Bei meinen Freunden, die ich während des Studiums kennen lernte, möchte ich mich für eine unvergessliche Zeit bedanken. Manu und Alex, wir haben gemeinsam viel erlebt, und ich hoffe wir werden uns auch in Zukunft viele Geschichten zu erzählen haben.

Einen besonderen Dank möchte ich hiermit natürlich auch an meinen Betreuer dieser Arbeit, Herrn Univ. Prof. Dr. Igor Knez (Klinische Abteilung für Herzchirurgie, LKH Graz) richten, der mich bei meiner Abschlussarbeit mit großem persönlichem Engagement unterstützt hat und mir für alle Fragen immer zur Seite stand. Ich konnte während dieser Zeit viel dazulernen.

Er stellt für mich beruflich ein großes Vorbild dar. Vielen herzlichen Dank für die große Hilfestellung in dieser Zeit.

In weiterer Folge möchte ich mich auch bei Frau Zederbauer (Sekretariat, Klinische Abteilung für Herzchirurgie, LKH Graz) für die Mithilfe bei der Datenerhebung, bei Hr. Stelzer und Fr. Maurer (Fotolabor Univ. Klinik für Chirurgie, LKH Graz) für die Fotobearbeitung, sowie bei Herrn Sen.-Scientist Dipl.-Ing. Dr. techn. Markus Puchinger (Klinische Abteilung für Statistik, LKH Graz) für die Auswertung der Statistik bedanken.

Hiermit möchte ich mich auch bei Herrn Schaller (CMF & Thorax Synthes Österreich GmbH), sowie bei Herrn Landl (Vivostat Austria, Fa. Ducest) für die

Reproduktionserlaubnis der Unterlagen im Rahmen meiner Diplomarbeit bedanken.

Zum Schluss möchte ich mich noch bei meinen lieben Großeltern herzlichst bedanken, die mich während meiner Studentenzeit großzügig unterstützt haben.

Zusammenfassung

Einführung: Eine sternale Dehiszenz nach einem herzchirurgischen Eingriff ist verbunden mit einer hohen Morbidität und Mortalität. Obwohl sie nur sehr selten auftritt, kann sie zu einer Mediastinitis führen und ist daher komplex zu behandeln. Normalerweise werden Patienten mit sternaler Instabilität durch eine erneute Verdrahtung versorgt. Die sternale Rekonstruktion mit Titanplatten ist eine neue Option mit vielversprechenden Ergebnissen. In dieser Studie wird der klinische Nutzen dieser Methode beurteilt.

Methode: Es handelt sich um eine retrospektive Studie von 22 Patienten, die den Nutzen von Synthes[®] Plattensystem darstellt. Sie wurde von März 2008 bis April 2012 durchgeführt. 8 Patienten wurden mit einem primären Verschluss (Gruppe 1) und 14 Patienten mit einem sekundären Verschluss (Gruppe 2) versorgt. Das System wurde bei Patienten mit zahlreichen Risikofaktoren (Fettleibigkeit, Diabetes mellitus, multiple Frakturen des Sternums) angewendet, von denen angenommen wurde, dass bei einer neuerlichen Verdrahtung Probleme auftreten würden. Weitere Patienten wurden mit Synthes[®] behandelt, da sie einen instabilen Thorax hatten und eine Reverdrahtung gescheitert war.

2 Patienten bekamen zusätzlich eine Muskellappen-Plastik um die Wunde zu verschließen. Die Daten wurden als Zahlen (%) und als Mittelwert \pm SD angegeben. Für die statistische Analyse sind SPSS und Excel 2007 von Windows verwendet worden.

Ergebnisse: Das Patientengut bestand aus 18 männlichen und 4 weiblichen Patienten. Der Mittelwert der herzchirurgischen OP-Zeit betrug 291.3 ± 101.5 (Gruppe 1) und 243.1 ± 71.3 (Gruppe 2). Bei dem sekundären Verschluss mit Synthes[®] betrug der Mittelwert der OP-Zeit 121.1 ± 42.5 (Gruppe 2). Eine sternale Stabilität konnte bei 100% der Patienten erzielt werden. Bei einem Patienten musste eine akute Reoperation durchgeführt werden, um Blutungen zu stillen. Bei zwei weiteren Patienten mussten einzelne Titanplatten entfernt werden. Dabei handelte es sich bei einem dieser Patienten um den Verdacht eines infizierten Sternums. Der andere Patient klagte über anhaltende retrosternale Schmerzen. Die Mortalität betrug 0 %.

Konklusion: Titanplatten stellen nach einer medianen Sternotomie eine brauchbare Methode dar, um eine Stabilisierung einer sternalen Dehiszenz zu erreichen. Das System ist einfach und komfortabel zu nutzen. Es handelt sich um eine sichere Anwendung mit wenigen Risiken. In Zukunft sind weitere Langzeitstudien mit einem größeren Patientenkollektiv erforderlich, um Indikationen, Komplikationen und Vorteile der sternalen Verplattung darzustellen.

Schlagwörter: mediane Sternotomie, postoperative Komplikationen, postoperative Sternumdehiszenz, Mediastinitis nach herzchirurgischem Eingriff/ Ätiologie/ Therapie, Wiederherstellung des Sternums, Muskellappen, VAC-Therapie, osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten - Synthes, Wundheilung, Vivostat

Abstract

Background: Sternal dehiscence after cardiac surgery carries high morbidity and mortality. It occurs infrequently, can lead to mediastinitis and can be challenging to manage. Patients with sternal instability are usually treated with operative rewiring. Sternal reconstruction with titanium plates is a recent option and a promising approach. In this present study the clinical utility of this treatment is evaluated.

Methods: This is a retrospective report on 22 patients about the usage of the Synthes transverse sternal plating system from March 2008 to April 2012. 8 patients were initially treated with primary closure (series 1) and 14 patients got delayed sternal reconstruction (series 2). This system was primarily used for patients with several risk-factors (obesity, diabetes mellitus, multiple fractures of the sternum), suspecting problems in case of rewiring necessity. Other patients were treated with Synthes[®] because of unstable thorax after failed sternal rewiring. 2 Patients additionally got a muscle flap for additional wound closure. Data were expressed as numbers (%) or as means \pm SD. SPSS and Excel 2007 for Windows were used for statistical analyses.

Results: There were 22 patients, 18 males and 4 females. Mean cardiac operation time in series 1 was 291.3 ± 101.5 , and 243.1 ± 71.3 in series 2. Mean operation time with Synthes[®] was 121.1 ± 42.5 in series 2. In all patients 100% sternal stability was achieved. There was one reoperation because of bleeding and in two patients the plates had to be removed. In one case there was an infection at the sternum and in the other case the patient complained about retrosternal pain. There were no deaths during operation.

Conclusion: Titanium plate fixation appears to be an applicable method for stabilization of sternal dehiscence after median sternotomy. The system is simple and comfortable to use. It is a safe technique with a few risks. In future there are long-term follow-up and larger studies needed to find out the indications, complications and benefits of sternal plating.

Keywords: median sternotomy, postoperative complications, postoperative sternal dehiscence, mediastinitis after cardiac surgery/ etiology/ therapy, sternal repair, muscle flaps, VAC-therapy, sternal reconstruction with titanium plates - Synthes, wound healing, Vivostat.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Widmung	II
Danksagungen	III
Zusammenfassung	V
Abstract	VII
Inhaltsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XV
1. Einleitung	1
1.1. Zugangswege zum Herzen und zu den großen Gefäßen	1
1.1.1. <i>Mediane Sternotomie</i>	1
1.1.2. <i>Anterolaterale Thorakotomie</i>	10
1.1.3. <i>Posterolaterale Thorakotomie</i>	10
1.2. Komplikationen einer medianen Sternotomie	11
1.2.1. <i>Poststernotomie Mediastinitis</i>	11
1.2.1.1. <i>Akute Mediastinitis</i>	15
1.2.1.2. <i>Chronische Mediastinitis</i>	19
1.2.1.3. <i>Ätiologie</i>	22
1.2.1.4. <i>Pathogenese</i>	23
1.2.1.5. <i>Risikofaktoren</i>	24
1.2.1.6. <i>Therapie</i>	26
1.2.1.6.1. <i>Vacuum assisted closure (VAC) – System</i>	27
1.2.1.6.2. <i>Verdrahtung nach Robicsek</i>	29
1.2.1.6.3. <i>Saug – Spülsystem</i>	30
1.2.1.6.4. <i>Lappenplastik</i>	30
1.2.1.6.5. <i>Osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten</i>	32
2. Material und Methoden	32
2.1. Plattensystem	32
2.1.1. <i>Sternumkörper-Verriegelungsplatten aus Titan</i>	32
2.1.2. <i>Gerade Sternum-Verriegelungsplatten aus Titan</i>	33
2.1.3. <i>Manubriumplatten aus Titan</i>	34
2.2. Patienten	36

2.3. Operationstechnik	36
2.3.1. <i>Behandlungsschritte</i>	44
2.3.2. <i>Theorie der Wundheilung</i>	45
2.3.2.1. <i>Exsudative Phase</i>	45
2.3.2.2. <i>Proliferative Phase</i>	46
2.3.2.3. <i>Reparative Phase</i>	46
2.3.3. <i>Vivostat</i>	47
2.4. Statistische Analyse und Datenerhebungsmethodik	49
3. Ergebnisse - Resultate	50
4. Diskussion	62
5. Literaturverzeichnis	67
6. Anhang	74

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AVR	Aortic Valve Replacement
bFGF	Basic fibroblast growth factor
BIMA	Bilateral internal mammary artery
BMI	Body Mass Index (kg/m ²)
CABG	Coronary Artery Bypass Grafting
CDC	Center for Disease Control and Prevention
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CONS	Coagulase-negative staphylococci
CT	Computertomographie
CVA	Cerebrovascular accident
DSWI	Deep sternal wound infection
ECHO	Echokardiografie
EGF	Epidermal growth factor
EKG	Elektrokardiographie
FU	Follow-up
ICR	Intercostalraum
ICU	Intensive care unit
IGF-1	Insulin-like growth factor 1
Lig.	Ligamentum
LIMA	Left Internal Mammary Artery
LVEF	Left ventricular ejection fraction
LV gram	Levokardiogramm
M.	Musculus
Mm.	Musculi
MR	Magnetresonanztomographie
MRSA	Methicilin resistant S. aureus
MVR	Mitral Valve Replacement
NIRS	Nah-Infrarot-Spektroskopie
NYHA	New York Heart Association
OP	Operation
OR Time	Operative time

PDGF	Platelet-derived growth factor
PRF	Platelet-rich fibrin
RIMA	Right Internal Mammary Artery
SSI	Surgical Site Infection
SWI	Sternal wound infection
SSWI	Superficial sterna wound infection
TBT	Total Bypass Time
TGF- α	Transforming growth factor α
TGF- β	Transforming growth factor β
TNF- α	Tumor necrosis factor α
T. R. A. C.	Therapeutic Regulated Accurate Care
V.	Vena
VAC - Therapie	Vacuum assisted closure therapy
VEGF	Vascular endothelial growth factor

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mediane Sternotomie, Orientierung und Hautschnitt	1
Abb. 2: Mediane Sternotomie, Schneiden mit Hilfe des Elektrokauters	2
Abb. 3: Mediane Sternotomie, Präparation in die Tiefe	3
Abb. 4: Mediane Sternotomie, Freipräparation mit dem Finger	4
Abb. 5: Mediane Sternotomie, Durchtrennung des Sternums mit einer Sternumsäge	4
Abb. 6: Mediane Sternotomie, Verwendung von Knochenwachs	5
Abb. 7: Mediane Sternotomie, Einsetzen eines großen Retraktors	6
Abb. 8: Mediane Sternotomie, Verschluss des Thorax mit Drahtcerklagen	7
Abb. 9: Mediane Sternotomie, Einlegen der Drainagen	7
Abb. 10: Mediane Sternotomie, Klammern der Haut	8
Abb. 11: Verschluss des Thorax mit Einzelcerklagen	9
Abb. 12: Verschluss des Thorax mit 8-Cerklagen	9
Abb. 13: CT-Thorax; Streifige Maskierung des mediastinalen Fettgewebes	18
Abb. 14: CT-Thorax; Lufteinschluss	18
Abb. 15: Staphylococcus aureus auf einer Blutagar-Platte	22
Abb. 16: Wunddebridement	37
Abb. 17: Freipräparation mit dem Finger	37
Abb. 18: Präparation des M. pectoralis major	38
Abb. 19: Zusammenfügen der Sternumhälften mit Hilfe von zwei Sternum-Repositionszangen	39
Abb. 20: Zurechtbiegen einer sternförmigen Sternum-Verriegelungsplatte	39
Abb. 21: Befestigen der Titanplatten	40
Abb. 22: Zurechtbiegen einer geraden Sternum-Verriegelungsplatte	40
Abb. 23: Aufbringen von Vivostat PRF [®] auf die Operationswunde	41
Abb. 24: Schichtenweiser Wundverschluss	41
Abb. 25: Schonender Verschluss der Haut	42
Abb. 26: Behandlungsschritte bei einem Platzthorax	44
Abb. 27: Rasterelektronenmikroskopie-Aufnahme von PRF [®]	49
Abb. 28: Pre-ReOp CT-Scan; Primär 4 cm Frakturspalt	57
Abb. 29 : Pre-ReOp, klaffender Knochenspalt	58
Abb. 30: Nach 4 Monaten, Knochenspalt „überbrückt“	58

Abb. 31: Nach 9 Monaten, Knochenspalt „enger“	59
Abb. 32: Nach 9 Monaten, Knochenspalt verschlossen	59
Abb. 33: Wunde der Patientin am Tag der Entlassung	60
Abb. 34: Post-Op Thorax-Röntgen, ap Aufnahme	60
Abb. 35: Post-Op Thorax-Röntgen, seitliche Aufnahme	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifikation einer Mediastinitis bei Patienten nach einem Kardiopulmonalen Bypass nach El Oakley & Wright	13
Tabelle 2:	Einteilung der akuten und chronischen Mediastinitis nach Robicsek	14
Tabelle 3:	Unabhängige Risikofaktoren für eine DSWI in durchgeführten Studien	25
Tabelle 4:	Präoperative Patientendaten bei Gruppe 1 + Gruppe 2	50
Tabelle 5:	Präoperativer kardiologischer Status bei Gr.1 +Gr.2	51
Tabelle 6:	Medikation bei der Entlassung aus dem Krankenhaus	51
Tabelle 7:	Operative Charakteristika bei Gruppe 1	52
Tabelle 8:	Laborwerte vor OP bei Gruppe 1	52
Tabelle 9:	Komplikationen bei primärem Wundverschluss bei Gr.1	53
Tabelle 10:	Postoperative Charakteristika bei Gruppe 1	53
Tabelle 11:	Operative Charakteristika bei Gruppe 2	54
Tabelle 12:	Postoperative Charakteristika bei Gruppe 2	54
Tabelle 13:	Laborwerte von Gruppe 2 vor der primären OP	55
Tabelle 14:	Laborwerte von Gruppe 2 vor der sekundären OP	55
Tabelle 15:	Komplikationen nach der primären OP bei Gruppe 2	56
Tabelle 16:	Behandlungsarten nach primärer OP bei Gruppe 2	56
Tabelle 17:	OP-Abstände in Tagen bei Gruppe 2	57

1. Einleitung

1.1. Zugangswege zum Herzen und zu den großen Gefäßen

Die Erstbeschreibung der medianen Sternotomie wurde von Milton im Jahre 1897 durchgeführt [1]. Diese Methode wurde allerdings erst im Jahre 1957 durch Julian et al in der Herzchirurgie als Standard etabliert [2].

Es gibt 3 Hauptzugangswege, die in der Herzchirurgie angewendet werden.

1.1.1. Mediane Sternotomie [3]

1.1.2. Anterolaterale Thorakotomie [3]

1.1.3. Posterolaterale Thorakotomie [3]

1.1.1. Mediane Sternotomie

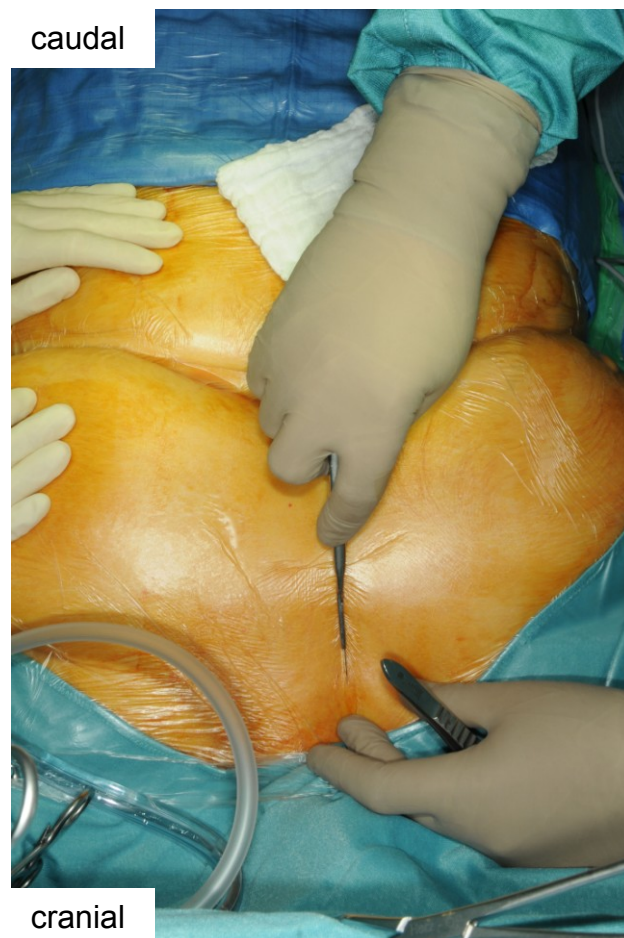


Abb. 1: Mediane Sternotomie, Orientierung und Hautschnitt.

Der am häufigsten verwendete Zugang zum Herzen ist die mediane longitudinale Sternotomie. Er kann schnell und relativ blutarm durchgeführt werden und gibt einen guten Überblick über alle Bereiche des Herzens. Die Aorta und das rechte Atrium können leicht erreicht werden, so dass im Notfall für eine arterielle und venöse Kanülierung für eine jegliche Art eines herzchirurgischen Eingriffes nur eine minimale Zeitverzögerung entsteht. Der Patient wird in Rückenlage auf dem Operationstisch positioniert. Nachdem die Narkose eingeleitet wurde und alle Vorbereitungen getroffen wurden (EKG, NIRS (Nah-Infrarot-Spektroskopie), legen der anästhesiologischen Leitungen, legen eines Harnkatheters, Anbringen einer Neutralelektrode, Steriles Waschen und Abdecken) kann der Operateur mit der Sternotomie beginnen [3].

Zuerst erfolgt ein vertikaler Hautschnitt mit Beginn 2 cm unterhalb der supersternalen Einkerbung bis 4 cm unter den Processus xiphoideus (Abb.1). Dabei ist es wichtig, das Sternum genau in der Mitte zu teilen. Orientierung kann man sich hierbei an der Verfolgung der Linea alba nach cranial zum Processes xiphoideus und bis zu der Mitte der suprasternalen Einkerbung verschaffen.

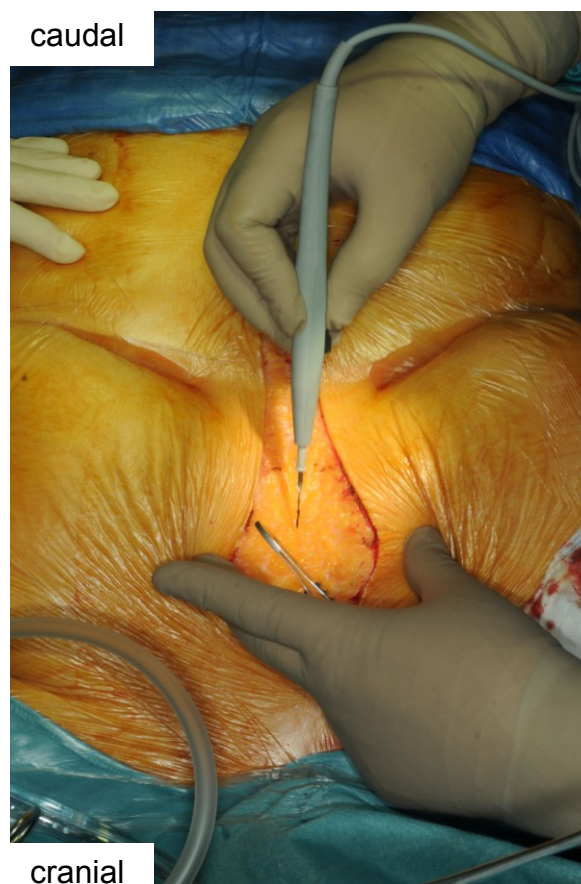


Abb. 2: Mediane Sternotomie, Schneiden mit Hilfe des Elektrokauters

Mit Hilfe des Elektrokauters setzt der Chirurg zwischen diesen zwei Punkten die Eröffnung des Thorax weiter unter das subkutane Gewebe fort (Abb. 2,3). Es wird die Mitte der Faszie der Mm. pectorales aufgesucht und in Längsrichtung durchtrennt.

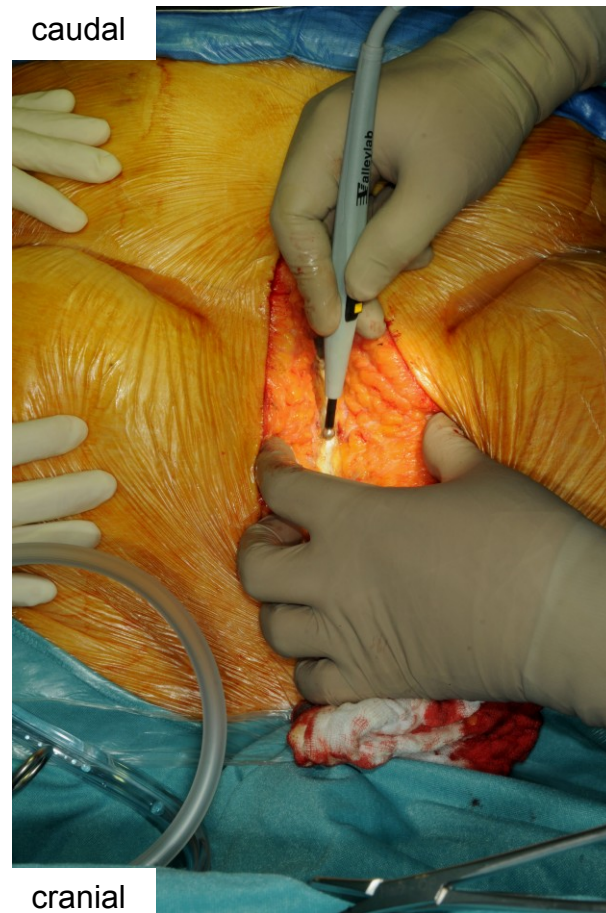


Abb. 3: Präparation in die Tiefe

Um unter das Sternum zu gelangen, wird stumpf mit dem Finger in die Tiefe zum oberen Manubrium zwischen den beiden Köpfen des M. sternomastoideus präpariert (Abb. 4), und das suprasternale Ligament mit Hilfe des Elektrokauters durchtrennt. Am unteren Ende erfolgt eine Inzision in die Linea alba entlang des Hautschnittes. Dabei muss besonders Acht gegeben werden auf das darunter gelegene Peritoneum. Danach kann das kaudale Ende des Sternums mit einer Schere durchtrennt werden. Eine dabei oberflächlich der sternoxiphisternalen Verbindung verlaufende Vene muss meistens koaguliert werden.

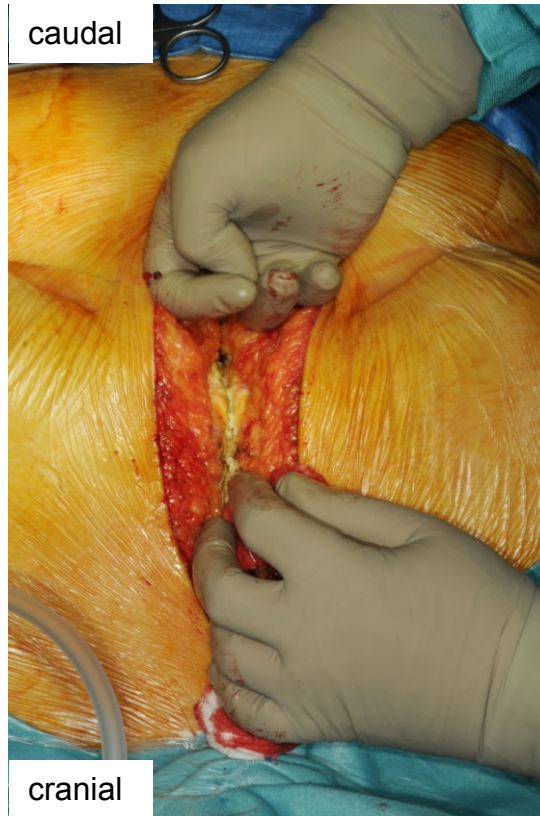


Abb. 4: Mediane Sternotomie, Freipräparation mit dem Finger



Abb. 5: Mediane Sternotomie, Durchtrennung des Sternums mit einer Sternumsäge

Das Sternum und das Manubrium können nun mittels einer Sternumsäge durchtrennt werden (Abb. 5). Normalerweise kommt es danach zu Blutungen aus den Periostgefäßen. Die sternalen Ränder werden zurückgezogen und das Periosteum auf beiden Seiten gekautert. Es wird ein kleiner Retraktor (Tuffier) auf der unteren Seite eingesetzt und das suprasternale Ligament mit einer Schere durchtrennt.

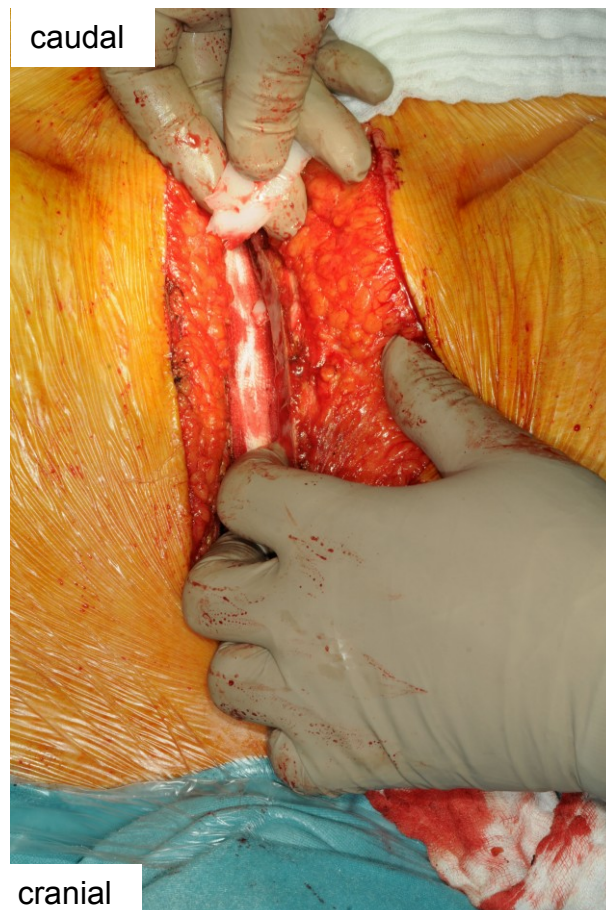


Abb. 6: Mediane Sternotomie, Verwendung von Knochenwachs

Dieser Vorgang erlaubt eine gute Blutstillung im oberen Bereich der Inzision, und wenn nötig kann hier Knochenwachs verwendet werden (Abb. 6).

Die linke V. anonyma muss im mediastinalen Fett am oberen Rand der Inzision identifiziert werden. Es folgt eine Präparation des Perikardbeutels.

Nun erfolgt eine genaue Darstellung der Thymusdrüse bzw. des Corpus adiposum retrosternale. Sie wird in ihre zwei Hälften geteilt. Wenn noch ein zusätzlicher

venöser Abfluss vonnöten ist, wird die V. anonyma mit einer kleinen Tabaksbeutelnaht kanüliert und der

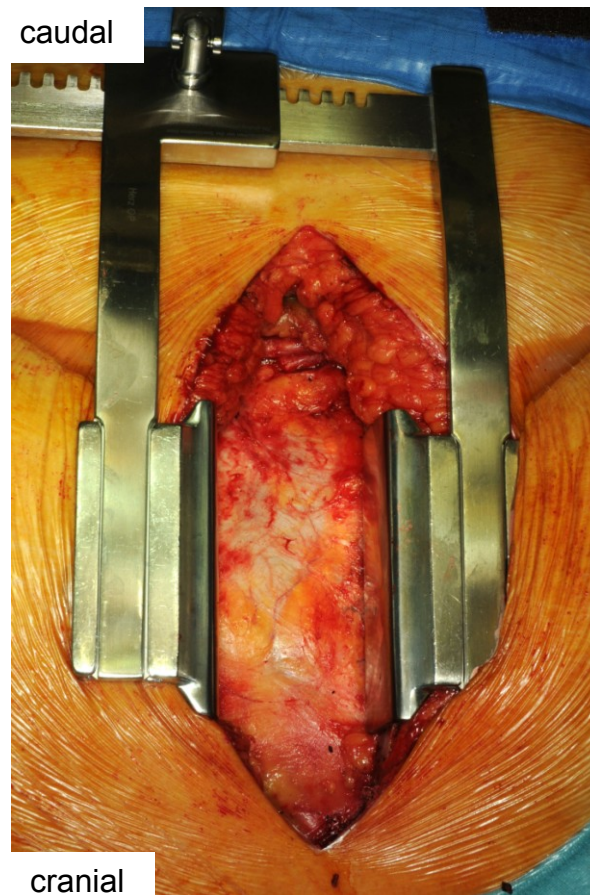


Abb. 7: Mediane Sternotomie, Einsetzen eines großen Retraktors

Katheter weitergeführt in die V. cava superior. Einer der pleuralen Reflektionen, meistens der rechte, tritt oft über die Mittellinie hinaus und wird leicht mit einer Kombination aus stumpfer und scharfer Dissektion mobilisiert.

Das Perikard wird nun in seiner ganzen Länge sichtbar. Es wird von der Mitte aus nach cranial und kaudal bis zu seinen jeweiligen Umschlagfalten längs durchtrennt, so dass ein freier Zugang zum Herzen ermöglicht wird.

Der obere Teil der Inzision erstreckt sich so lange wie die Reflektion des Perikards auf die Aorta ist. Der kleine Retraktor wird entfernt und nachdem Wundtücher über beide Hälften des geteilten Sternums gelegt wurden, wird ein großer Retraktor hier eingesetzt (Abb. 7). Um eine zunehmende Mobilisierung im unteren Teil der Wunde zu erreichen, schneidet man das Perikardium lateral bei seiner Reflektion

mit dem Diaphragma ein. Der Retraktor kann nun bis zu dem gewünschten Maße geöffnet und die Inzision beendet werden, indem die oberen Enden vom Perikard an das Wundtuch angenäht worden sind.

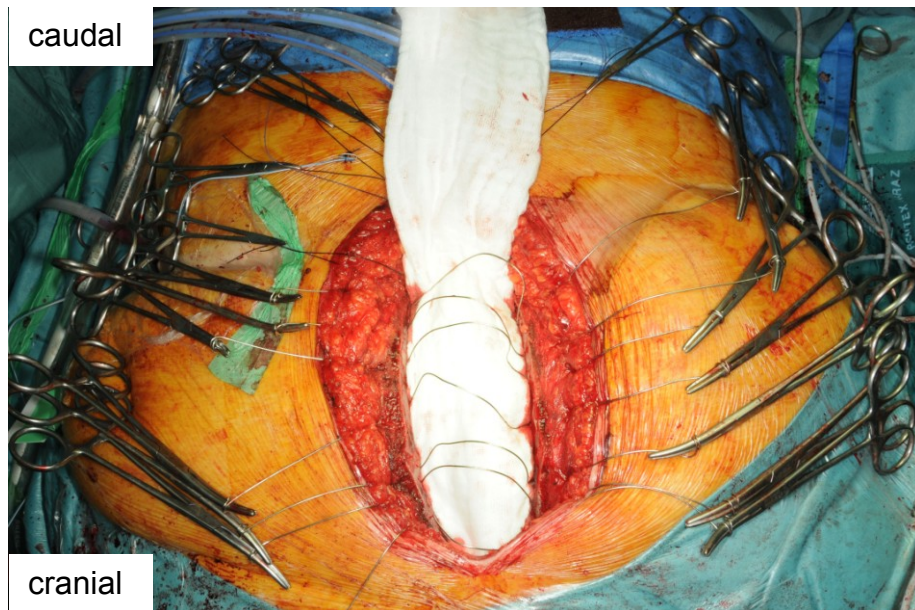


Abb. 8: Mediane Sternotomie, Verschluss des Thorax mit Drahtcerklagen

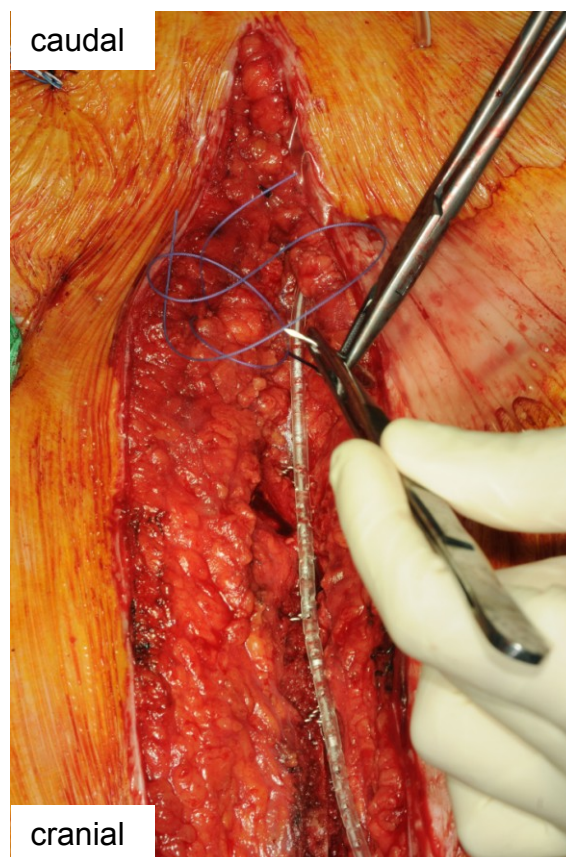


Abb. 9: Mediane Sternotomie, Einlegen der Drainagen

Das Herz wurde dargestellt und alle Vorbereitungen für eine extrakorporale Zirkulation wurden beendet, indem noch Bänder um die Aorta und beide Venae cavae gegeben wurden. Wenn der hämodynamische Zustand instabil ist, wird das letztere verschoben bis die extrakorporale Zirkulation gestartet wurde. Nun kann ein feiner Teflon Katheter in das linke Atrium über die rechte obere Pulmonalvene positioniert werden, um den Druck zu messen.

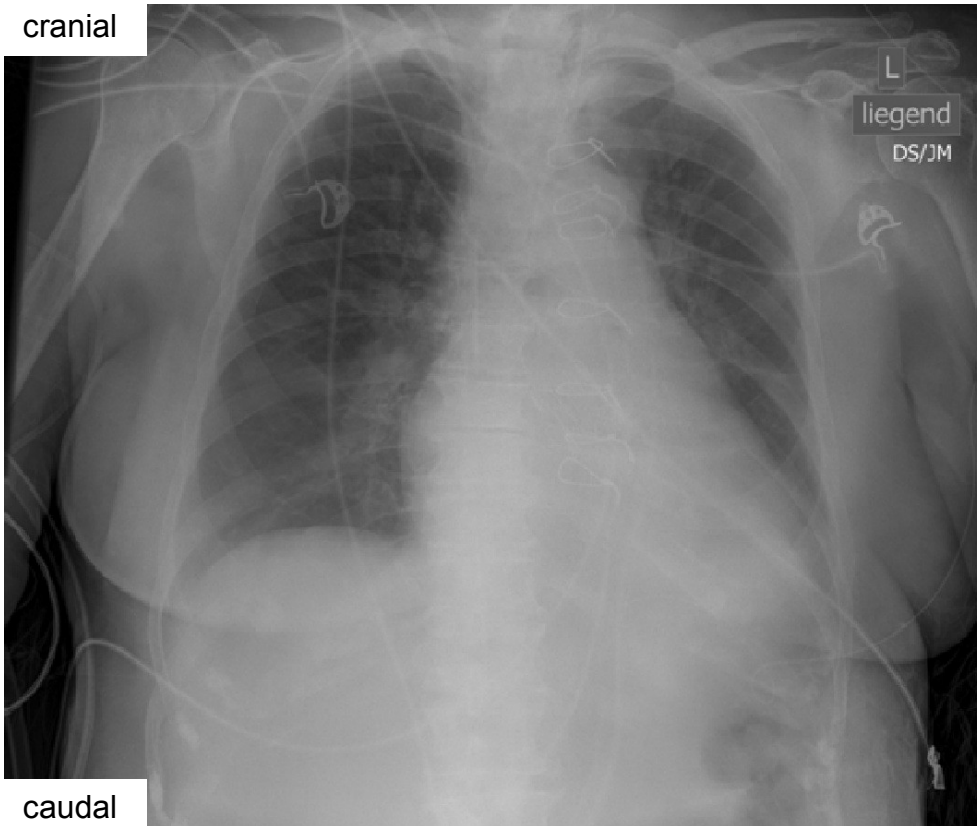


Abb. 10: Mediane Sternotomie, Klammern der Haut

Des Weiteren können diagnostische Drücke in den Herzkammern und großen Gefäßen gemessen werden.

Der Verschluss einer medianen Sternotomie-Inzision wird mit Hilfe von Stahldrähten (Ethicon Ltd, Edinburgh, UK) durch das Sternum vorgenommen (Abb. 8). Der Thorax kann mit Einzelcerklagen (Abb. 11) oder 8-Cerklagen (Abb. 12) verschlossen werden. Für gewöhnlich werden 2 Drainagen (Abb. 9) gelegt. Es ist nicht nötig das Perikardium zu verschließen. Die Haut wird meist geklammert (Abb. 10).

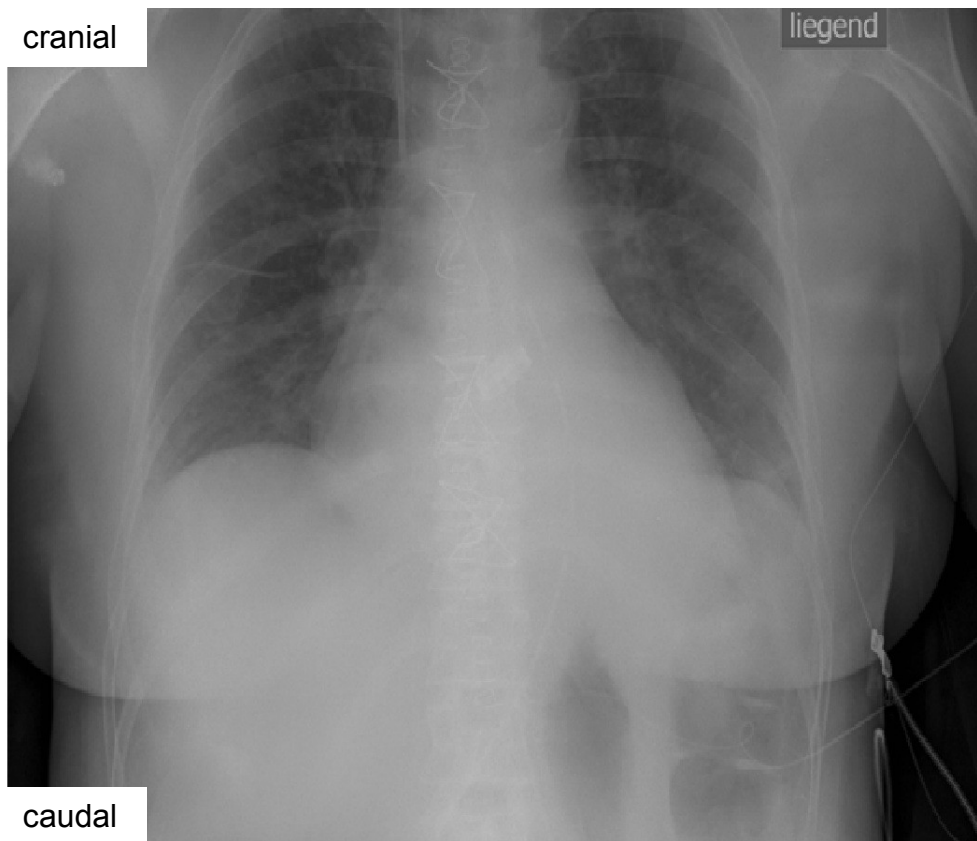
cranial



caudal

Abb. 11: Verschluss des Thorax mit Einzelcerklagen

cranial



caudal

Abb. 12: Verschluss des Thorax mit 8-Cerklagen

1.1.2. Anterolaterale Thorakotomie

Eine anterolaterale Thorakotomie gibt ausreichend Überblick über das linke Atrium, die Pulmonalarterie und den linken Ventrikel. Aus diesem Grund ist diese Form des Zuganges geeignet für eine geschlossene Mitral-Valvotomie und für ein Banding der Pulmonalarterie. Zum einen ermöglicht es einen guten Zugang zum rechten Atrium und zu beiden Venae cavae, zum anderen wird es als ein günstiger Zugang für eine intra-arterielle Korrektur bei einer Transposition der großen Arterien und bei einem Verschluss bei Atrium-Septum Defekt genützt [3].

Es ist erwähnenswert, dass der Schnitt bei einer anterolateralen Thorakotomie relativ blutarm ist im Vergleich zu einer posterolateralen Thorakotomie. Weiterer Vorteile dieser Form der Thorakotomie sind ihre Stabilität und ihre reduzierte Inzidenz an Wundschmerzen nach dem Eingriff.

1.1.3. Posterolaterale Thorakotomie

Diese Form der Thorakotomie bietet den besten Zugang für Verfahren im zentralen und hinteren Mediastinum. Diese beinhalten:

- Persistierender ductus arteriosus
- Koartikation der Aorta
- Legung einer systemisch-pulmonalen Anastomose
- Aneurysma und traumatische Rupturen des absteigenden Teiles der Aorta

Möchte man zu einer Aortenisthmusstenose oder zum Ductus Botalli gelangen, führt man im 3 ICR links eine posterolaterale Thorakotomie durch [4].

Eine weitere Anwendung dieses Zuganges findet bei einer Subklavia/Pulmonalis-Anostomose nach Blalock-Taussig statt, bei welcher eine posterolaterale Thorakotomie links oder rechts vonnöten ist.

Um einen minimal-invasiv herzchirurgischen Eingriff für eine z.B. Revaskularisation des Ramus interventricularis anterior durchzuführen, reicht eine 4 – 6 cm lange submammäre Inzision links aus. Die gleiche Inzision auf der

rechten Seite wird verwendet um Zugang zu den Vorhöfen zu erhalten z.B. bei einem Septumdefekt [3,5].

1.2. *Komplikationen einer medianen Sternotomie*

- Sofortige K. : Schädigung des Plexus brachialis oder des N. phrenicus
- Frühe K. : Deep sternal wound infection
 Mediastinitis
 Sternale Dehiszenz
- Späte K. : Chronische Osteomyelitis
 Sternale Instabilität
 Narbenhernie
 Notwendige Entfernung von Drähten
 Keloidnarbe [6]

1.2.1. Poststernotomie Mediastinitis

Sternale Wundinfektion (SWI – Sternal wound infection)

Man unterscheidet hier zwischen 2 Typen:

- I. Oberflächliche sternale Wundinfektion (SSWI – superficial sternal wound infection)
 Die Infektion breitet sich nicht tiefer als in die subkutane Gewebeschicht aus.
- II. Tiefe sternale Wundinfektion (DSWI – deep sternal wound infection)
 Es tritt eine Osteomyelitis gemeinsam mit einer möglichen Infektion des retrosternalen Raumes in Erscheinung [7].

Poststernotomie Mediastinitis wird auch DSWI genannt und ist eine der am meisten gefürchteten Komplikationen, die bei Patienten nach einem herzchirurgischen Eingriff auftreten können.

Definition: Mediastinitis ist die Bezeichnung für eine Entzündung des Mittelfells (Mediastinum). Die Definition einer Mediastinitis wurde vom CDC (Center for Disease Control and Prevention) in den USA im Jahr 1999 festgelegt. Nach diesen Richtlinien soll für die Diagnose einer Mediastinitis **mindestens einer der folgenden Punkte zutreffen:**

1. Ein Organismus muss aus dem Mediastinum mittels Gewebeproben oder Gewebsflüssigkeit isoliert worden sein, die während einer Operation gewonnen wurde.

Der Beweis einer Mediastinitis wurde während einer Operation oder durch eine histopathologische Untersuchung nachgewiesen.

2. Einer der folgenden Punkte trifft zu: Brustschmerzen, sternale Instabilität, Fieber ($>38^{\circ}\text{C}$), in Kombination mit eitrigem Ausfluss aus dem Mediastinum, isolierte Organismen aus einer Blutkultur oder von einer mediastinalen Drainage sowie bei einer radiologischen Untersuchung festgestellten Erweiterung des Mediastinums [8].

Die Inzidenz der berichteten Fälle variiert zwischen 0,4% - 5%. *Staphylococcus epidermidis* (gram-positiver Organismus) ist der am häufigsten auftretende pathogene Keim, der bei infizierten sternalen Wunden und in Blutkulturen der Patienten gefunden werden konnte [9].

Klassifikation einer DSWI:

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Klassifikationen einer DSWI. Im nachfolgenden Teil werden nun nach der Einteilung durch das CDC noch 2 weitere häufige Klassifikationen beschrieben.

Die Einteilung der Schwere der DSWI erfolgt nach dem Schema der Klassifikation von El Oakley und Wright in weitere Subtypen, um eine Entscheidungshilfe für die durchzuführende Therapie bei sternalen Wundinfektionen zu bieten. Die

Klassifikation erfolgt nach der Anwesenheit von Risikofaktoren, nach dem Zeitpunkt des Auftretens von Symptomen und der bereits durchgeführten Therapie [10].

Klassifikation	Beschreibung
Typ I	Anzeichen einer Mediastinitis innerhalb von 2 Wochen nach Operation, in Abwesenheit von Risikofaktoren.
Typ II	Anzeichen einer Mediastinitis innerhalb von 2 - 6 Wochen nach Operation, in Abwesenheit von Risikofaktoren
Typ IIIA	Mediastinitis Typ I in Kombination mit einem oder mehreren Risikofaktoren.
Typ IIIB	Mediastinitis Typ II in Kombination mit einem oder mehreren Risikofaktoren.
Typ IVA	Mediastinitis Typ I, II, oder III nach einem erfolglosen Therapieversuch
Typ IVB	Mediastinitis Typ I, II, oder III nach mehr als einem erfolglosen Therapieversuch
Typ V	Erste Anzeichen einer Mediastinitis nach mehr als 6 Wochen

Tabelle 1. Klassifikation einer Mediastinitis bei Patienten nach einem Kardiopulmonalen Bypass nach El Oakley & Wright.

Typ I:	Diese Form tritt ca. 3 - 5 Tage nach Sternotomie auf und ist gekennzeichnet durch seröses, nicht purulentes, blutiges Exsudat und fehlende Osteomyelitis.
Typ II:	Sie ist charakterisiert durch einen plötzlichen infektiösen Prozess, der für gewöhnlich erst 1 - 3 Wochen nach der Operation in Erscheinung tritt.
Typ III:	Diese Form wird erst nach 1 Monat bis einem Jahr bei herzchirurgischen Ersteingriffen als auftretende Komplikation sichtbar.

Tabelle 2: Einteilung der akuten und chronischen Mediastinitis nach Robicsek

Man muss zwischen einer akuten und einer chronischen Form der Mediastinitis unterscheiden.

1.2.1.1. Akute Mediastinitis

Synonym: entzündliche Mediastinalerkrankung

Definition: Hierunter versteht man eine infektiöse Entzündung, bei der meist Strukturen des Mediastinums purulent mit eingeschmolzen werden.

Ätiologie: Die Ursachen können sehr unterschiedlichen Ursprungs sein und von einer Fortleitung von abgesunkenen Entzündungsprozessen aus dem Mund- und Rachenraum stammen. Hierfür kommen in Frage:

- Peritonsillarabszess
- Kiefernhöhlenempyem
- Zahnwurzelabszess
- Retropharyngealabszess
- Mundbodenphlegmone

Bakterielle Erreger können sich entlang der Faszien im Halsbereich bis ins Mediastinum ausbreiten und eine gravierende Entzündungsreaktion in Gang setzen.

Eine Mediastinitis kann allerdings auch eine Folge einer direkten Ausbreitung einer Infektion im Thorax sein. Dabei können Pleura, Lunge, Perikard, Lymphknoten, benachbarte Abszesse oder eine Osteomyelitis des Sternums als Streuherde fungieren und eine Mittelfellentzündung einleiten [9,11].

Weiterer Auslöser für eine akute Mediastinitis können Perforationen von Hohlorganen darstellen wie:

- Pharynx
- Ösophagus
- Trachea [12].

Gründe hierfür können iatrogen ausgelöst bei einer Gastroskopie, endoluminaler Lasertherapie oder Intubation, eine Ingestion von ätzenden Substanzen oder das Boerhaaven-Syndrom sein.

Das Boerhaaven-Syndrom ist für alle 10 – 15% der Perforationen des Ösophagus verantwortlich. Es tritt bevorzugt bei dem männlichen Geschlecht auf und es kommt hierbei zu einem plötzlichen Druckanstieg innerhalb des Ösophagus bei gleichzeitigem negativem intrathorakalem Druck. Die meisten Perforationen entstehen hier im dorsolateralen Bereich, an der Stelle mit dem geringsten anatomischen Widerstand. Einer spontanen Perforation der Speiseröhre geht in den meisten Fällen starkes Erbrechen voraus. Aus diesem Grund wird sie auch als emetogene Ösophagusperforation bezeichnet. Als prädisponierende Faktoren sind eine Ösophagitis, eine Refluxerkrankung und ein chronischer Alkoholkonsum zu nennen. Die Sterblichkeit bei dieser Erkrankung beträgt 20 - 40%. Die Therapie sieht vor, die Perforation so schnell als möglich mit Hilfe von Gewebe aus der Umgebung zu verschließen. Als begleitende Therapie ist die Gabe eines Breitbandantibiotikums indiziert.

Ein weiterer Auslöser einer akuten Mediastinitis kann einerseits ein zerfallendes Geschwür in der Speiseröhre sein, wobei die Keime über einen Fistelgang in das Mittelfell gelangen und nur selten ist eine Perforation der Trachea oder der Bronchien der verursachende Faktor. Andererseits sind operative Eingriffe (mediane Sternotomie) am offenen Herzen mit einer Häufigkeit von 0,4 - 5% mit einer nachfolgenden akuten Mediastinitis verbunden [11].

Symptomatik: Schweres Krankheitsbild: Nach einer Ösophagusperforation sind die Patienten akut symptomatisch, haben einen starken Thoraxschmerz und leiden unter Atemnot. Patienten können hohes Fieber und ein Vernichtungsgefühl haben. Weitere Symptome können Schüttelfrost, Tachypnoe, Tachykardie bis hin zur Sepsis, verstrichene und schmerzhaft gespannte Supraklavikulargruben sein.

Verletzungen der Atemwege im Rahmen von Bronchoskopien, Dezelerationstraumen und Tumordurchbrüche gehen mit einer akuten Symptomatik einher.

Es besteht die Möglichkeit einer Komprimierung benachbarter mediastinaler Gefäße und Nerven durch eine Schwellung und Abszedierung. Eine mögliche Komplikation ist hierbei die obere Einflusstauung und eine Phrenikusparese [12,13].

Die Entstehung einer Mediastinitis nach einer Herzoperation ist meist diskreter und der Untersuchungsbefund weniger auffallend. Oftmals kommt es zu einem retrosternalen Schmerz, einer lokalen Rötung der Operationswunde und allgemeinen Zeichen einer Infektion, wie z. B. Fieber, Müdigkeit, allgemeines Unwohlsein Schwäche und zuerst unspezifische Auslenkungen im Labor.

Diagnose: Diagnosemittel erster Wahl bei Verdacht auf eine Mediastinitis ist das Thoraxröntgen, in dem eine zunehmende mediastinale Verbreiterung und unter Umständen Lufteinschlüsse zu erkennen sind. Die mit Abstand genaueste Nachweismethode einer Mediastinitis und im Ernstfall zum Einsatz kommende Verfahren ist die Computertomographie (CT). Es wird ein CT-Thorax mit Kontrastmittel gemacht. Typische Zeichen für die Diagnosesicherung hierbei sind:

1. Maskierung des mediastinalen Fettgewebes (Streifige oder wolkige Darstellung; Dichtewerte steigen). Es zeigt sich ein pathologisches Kontrastmittel-Enhancement (Abb. 13).
2. Abszess: umschriebene Flüssigkeitsansammlung mit Kontrastmittel aufnehmender Wand und eventuellen Lufteinschlüssen.
3. Mediastinales Emphysem (Abb. 14)

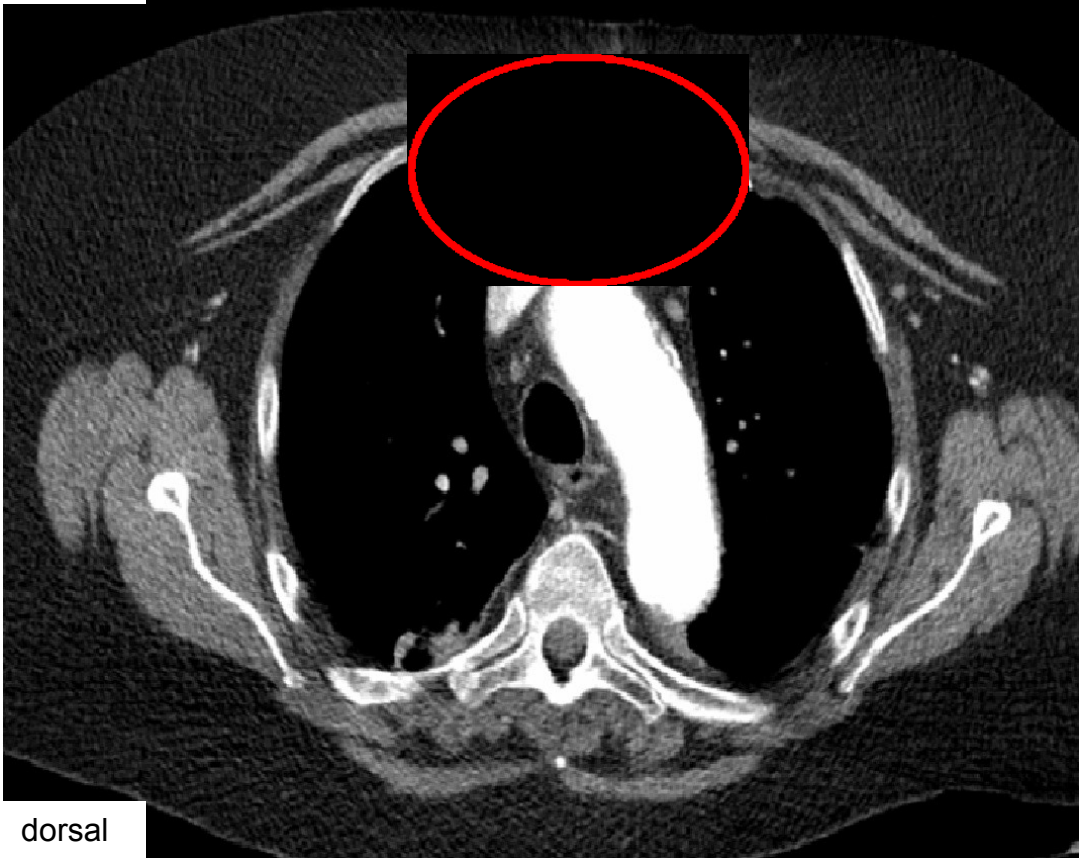
Eine MR(Magnetresonanz)-Aufnahme hat in diesem Fall keine höhere Aussagekraft und ist eine Methode zweiter Wahl. Sie kommt bei Kindern zum Einsatz um die Hohe Strahlenbelastung der CT-Aufnahme zu vermeiden.

Differentialdiagnose:

- **Perikarditis** (Mit einem Perikarderguss, Kontrastmittelenhancement des Peri- und Epikards.
- **Osteomyelitis** (Entzündliche Demineralisation des Sternums mit Osteolysen, Sequesterbildung und entzündlicher Weichteilschwellung)

Ausschlussmaßnahmen: > Anamnese
> Entzündungszeichen
> Enzymdiagnostik
> EKG [13]

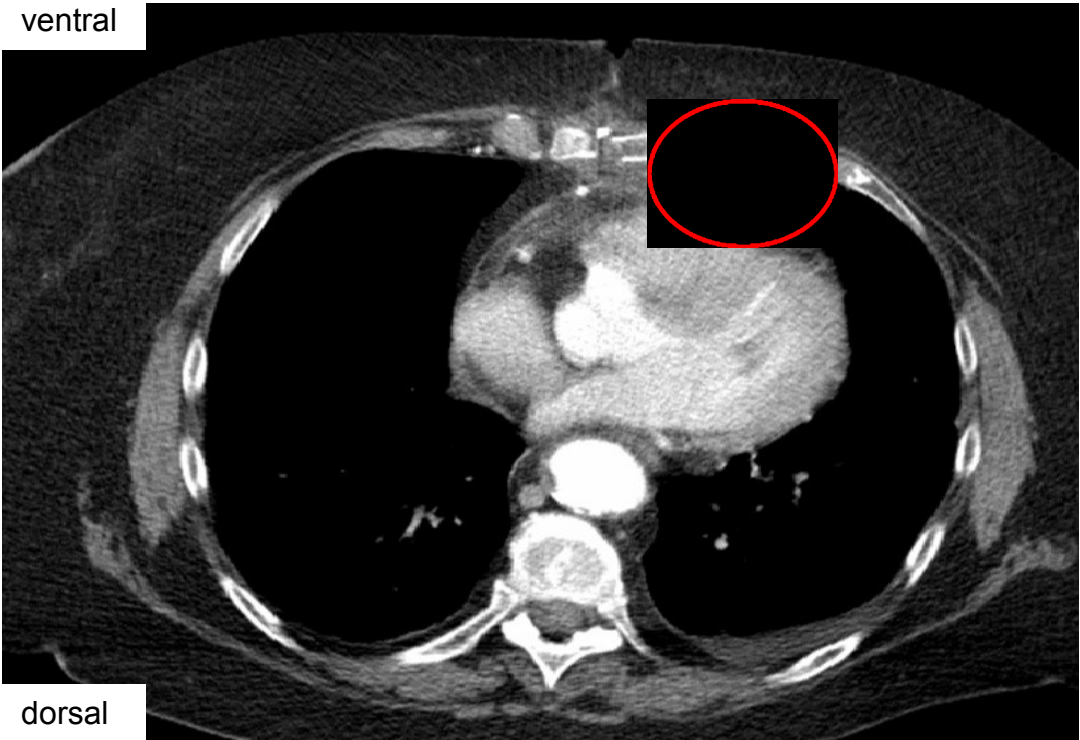
ventral



dorsal

Abb. 13: CT-Thorax, Streifige Maskierung des mediastinalen Fettgewebes

ventral



dorsal

Abb. 14: CT-Thorax; Lufteinschluss

Therapie: Im Vordergrund jeder akuten Mediastinitis sollte eine Drainage nach außen stehen. Liegt der Entzündungsprozess im Mediastinum anterior so erfolgt ein transjugulärer Querschnitt am Hals. Befindet sich das entzündliche Gewebe im Mediastinum posterior so kommt eine Thorakotomie zum Einsatz. Sobald der Thorax eröffnet ist, kann auch hier eine Drainage gelegt und das Areal über mehrere Tage gut gespült werden. Zuvor müssen aber noch in Frage kommende auslösende Faktoren beseitigt werden z.B. bei einer Ösophagusperforation. Ein schneller Verschluss mittels einer plastischen Ausbesserung oder einer chirurgischen Übernähung muss in diesem Fall angestrebt werden. Eine zusätzliche Gabe eines Breitbandantibiotikums, das auf Grund des zu erwartenden Erregerspektrums von Beginn an eine Kombinationstherapie gegen grampositive und gramnegative Erreger sowie Anaerobier sein sollte, ist dringend erforderlich. Patienten mit diesem Krankheitsbild sind für längere Zeit intensivmedizinisch zu beobachten [11, 13,14].

Anders ist das Vorgehen bei einer nekrotisierenden Mediastinitis, bei der eine vollständige Nekrektomie nötig ist, eine Inspektion aller Faszienlogen des Halses und ein außerordentlich sorgfältiges Débridement durchgeführt werden muss.

Prognose: Die Prognose ist abhängig vom Zeitraum der Diagnosestellung bis zum Therapiebeginn. Die leichten Symptome der Erkrankung können schnell umschlagen und einen septischen Verlauf mit einer schlechten Prognose annehmen. Auch mit den heutigen Standards in der Behandlung dieses Krankheitsbildes ist die Mortalitätsrate sehr hoch.

1.2.1.2. Chronische Mediastinitis

Synonym: mediastinale Fibrose

Definition: Es handelt sich hierbei um eine reaktive Bindegewebsentzündung bei tuberkulösen Infektionen oder nach Bestrahlung. Von diesen Formen muss man die sehr selten auftretende idiopathische Mediastinalfibrose abgrenzen, die gemeinsam mit einem Morbus Ormond (retroperitoneale Fibrose) auftreten kann [13].

Epidemiologie: sehr selten

Ätiologie: Die chronische Mediastinitis ist von der akuten Form strikt zu trennen, da sie sich in ihrer Ätiologie, Symptomatik und Therapie gänzlich unterscheiden.

Eine Reihe von granulomatösen Erkrankungen kann für die Entstehung einer chronischen Mediastinitis verantwortlich sein. Die Veränderungen können so bestehen bleiben, oder sich zurück bilden. Es gibt aber auch die Möglichkeit, dass sich im Laufe von einigen Monaten bei manchen Patienten mediastinale Massen mit einer Gewebseinschmelzung und Fibrosierung bilden.

In vielen Fällen sind Pilze die Auslöser einer chronischen Mediastinitis. Ein geschwächtes Immunsystem spielt dabei meist eine starke Rolle.

Bevorzugt kommen folgende Erreger vor: *Histoplasma capsulatum*, *Aspergillus flavus* und *Cryptococcus neoformans*. Die Erreger gelangen über eine hämatogene Dissemination in das Mediastinum und treten häufig nach einer Strahlentherapie, gemeinsam mit einer Tuberkulose oder Morbus Boeck auf.

Des Weiteren können Lymphome und Kollagenosen eine chronische Mediastinitis auslösen.

Man unterscheidet eine granulomatöse und eine fibrosierende Form der Entzündung.

Bei einer mediastinalen Fibrose kann man meist keine Granulome ausmachen, so dass noch nicht eindeutig geklärt ist, ob die granulomatöse Mediastinitis und die mediastinale Fibrose verschiedene Krankheitsbilder sind. Man nimmt als Ursache für die mediastinale Fibrose eine familiäre Prädisposition oder die Einnahme von Medikamenten (z.B. Methysergid) an [14].

Symptomatik: Am Anfang zeigt sich oft ein asymptomatischer klinischer Verlauf und nicht spezifische Symptome (z.B. Husten, Dyspnoe und auch Hämoptysen) [13].

Nach längerem Fortbestehen der Entzündung kommt es folglich zu einer Fibrosierung des Mediastinums mit typischen Beschwerden, wie z. B. Dyspnoe, Kompression der oberen Hohlvene verursacht eine Einflusstauung und ein

Lungenödem. Es kommt zu Schluckbeschwerden und Dyspnoe auf Grund von einem erhöhten Druck auf Ösophagus und Trachea. Eine Parese des N. phrenicus, mit der Folge einer Erschlaffung des Zwerchfells und einer erschwerten Atmung, oder einer Parese des N. laryngeus recurrens, mit der Konsequenz einer heiseren Stimme, sind als Folgeerscheinungen ebenfalls möglich.

Differentialdiagnose: > Maligne Raumforderungen
(z.B. Lymphome, fibröses Mesotheliom, Sarkom)

Diagnose: Zur Sicherstellung der Diagnose sollte immer eine histologische Probe entnommen werden. Das kann in Form einer Mediastinoskopie oder auch durch einen chirurgischen Eingriff erfolgen, bei welchem entzündliches und fibröses Gewebe entfernt wird [14].

Als bildgebendes Verfahren sollte ein Thoraxröntgen, CT oder Kernspintomographie zum Einsatz kommen.

Therapie: Die Schwierigkeit bei der chronischen Mediastinitis ist, dass das ganze Mittelfell entzündlich durchsetzt und auch für einen chirurgischen Eingriff nur beschränkt zugänglich ist. Bei Kenntnis der Ätiologie erfolgt eine Therapie der Grundkrankheit (z.B. Pilzinfektion, Tbc).

Mit der Gabe von Kortikoiden soll der Entzündungsprozess gehemmt werden und zusätzlich kommen Antimykotika zum Einsatz. Allerdings ist eine Gabe von Kortikosteroiden umstritten. Bei einer chronischen Mediastinitis ungeklärter Ätiologie wurde in einzelnen Fällen mit der Tamoxifen-Therapie (2x10mg/d oral) ein Erfolg erzielt.

Die Behandlung einer Mediastinitis ist generell meist mit verlängerten Krankenhausaufenthalten, teuren Behandlungen, Verabreichung von Antibiotika, der Notwendigkeit von weiteren chirurgischen Eingriffen und einer Mortalitätsrate von bis zu 45% verbunden [15].

Prognose: Bei einer Tuberkulose ist die Prognose unter ständiger Therapie gut. Bei einer Fibrose ist der Verlauf allerdings nur sehr schwer zu beeinflussen [13].

1.2.1.3. Ätiologie

Für alle Patienten, die sich einer herzchirurgischen Operation unterziehen besteht ein gewisses Infektionsrisiko. Während einer Operation gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten für das Eindringen von pathogenen Keimen in das Operationsgebiet.

Die mit Abstand am häufigsten pathogenen Keime, die bei einer Mediastinitis gefunden werden, sind gram-positive Bakterien. *Staphylococcus aureus* (Abb.15) oder *Staphylococcus epidermidis* werden in 70% - 80% der Fälle mit Mediastinitiden nachgewiesen [16]. Gram-negative Organismen und Pilzinfektionen sind im Vergleich nicht so häufig anzutreffen [10,17].



Abb. 15: *Staphylococcus aureus* auf einer Blutagar-Platte

1.2.1.4. Pathogenese

In einer früheren Studie wurde erkannt, dass die SWI als eine lokal begrenzte Osteomyelitis des Sternums beginnt, ohne äußere Zeichen und nur mit einem lokalen Schmerzgefühl. Vergleichbar ist dieses Krankheitsbild mit frühen Stadien einer Osteomyelitis bei anderen Knochen [17].

Nach wenigen Tagen kommt es zu einer sternalen Trennung. Andere teilen die Meinung, dass eine sternale Instabilität mit nachfolgenden Hautschäden und dem Eindringen von Bakterien in tiefere Schichten die Hauptursache für die Entstehung einer mediastinalen Wundinfektion darstellt.

Eine weitere Hypothese für die Pathogenese einer Mediastinitis ist eine nicht ausreichende mediastinale Drainage. Somit bildet die überschüssige retrosternale Ansammlung an Flüssigkeit einen idealen Nährboden für Keime.

In den frühen Stadien der tiefen Wundinfektion wird das Mediastinum von einer dünnen Fibrinschicht ausgekleidet und die mediastinalen Strukturen sind noch weich und beweglich. Die Osteomyelitis ist zu diesem Zeitpunkt meist noch auf die sternalen Ränder beschränkt und bei einer Wundreinigung kommt noch gesunder Knochen zum Vorschein [18].

Eine chronische Mediastinitis entwickelt sich im Laufe einiger Wochen und sie ist durch die Bildung von Fistelgängen, die sich im mittleren und hinteren Mediastinum vor allem in Gegenwart von Fremdmaterial bilden, charakterisiert. In kurzer Zeit werden die mediastinalen Strukturen von einer dicken faserigen Schicht bedeckt, welche verhindert, dass ein Fortschreiten in das vordere Mediastinum zustande kommt. Eine Abtötung der Bakterien in diesem retrosternalen Bereich ist eine Voraussetzung für jede erfolgreiche therapeutische Intervention [18].

1.2.1.5. Risikofaktoren

Die Entstehung einer DSWI nach herzchirurgischen Eingriffen ist in der Regel ein multifaktorieller Prozess. Es kommen hierbei prädisponierende Faktoren des Patienten selbst mit den prä-, intra-, postoperativen Faktoren zusammen.

In vergangenen Studien wurden zahlreiche Risikofaktoren für eine Poststernotomie Mediastinitis beschrieben. Tabelle 3 zeigt eine Reihe von unabhängigen Risikofaktoren, die im Rahmen dieser Studien ermittelt wurden.

Nicht zu vernachlässigen ist aber auch der demographische Wandel der westlichen Länder, den man bedenken sollte und das steigende Alter von Patienten für eine herzchirurgische Operation. Zum Zeitpunkt der Operation leiden viele Patienten zusätzlich zu ihrer kardiovaskulären Erkrankung an mehreren Komorbiditäten. Viele von ihnen haben einen diagnostizierten Diabetes mellitus, eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung oder sind fettleibig. Studien haben gezeigt, dass bereits das Vorhandensein einer dieser Diagnosen oder Risikofaktoren die Wahrscheinlichkeit erhöhen eine DSWI zu erhalten.

Bei Patienten mit einer Fettleibigkeit nimmt man an, dass sich z.B. perioperativ verabreichte Antibiotika nicht ausreichend im Fettgewebe verteilen können und die Hautdesinfektion, bedingt durch die tiefen Hautfalten, nicht adäquat durchgeführt werden kann. Eine weitere Betrachtung stellt die Schwierigkeit einer Erkennung einer Mediastinitis in einer frühen Phase bei fettleibigen Patienten dar [19].

<i>Risikofaktor</i>	<i>Odds ratio</i>	<i>Autor</i>	<i>Jahr</i>
Männliches Geschlecht	2,2	Borger et al.	1998
	NA	Demmy et al.	1990
Fettleibigkeit	6,49	Abboud et al.	2004
	1,27	Bitkover et al.	1998
	2,67	The Parisian Mediastinitis Group	1996
	3,59	Milano et al.	1995
	3,8	Nagachinta et al.	1987
	2,65	Ridderstolpe et al.	2001
	3,46	Sjögren et al.	2005
Diabetes mellitus	5,82	Ridderstolpe et al.	2001
	2,6	Borger et al.	1998
	5,0	Lu et al.	2003
	3,24	Sjögren et al.	2005
	2,6	Nagachinta et al.	1987
Rauchen	3,27	Abboud et al.	2004
	1,8	Nagachinta et al.	1987
	2,41	Ridderstolpe et al.	2001
COPD	NA	Demmy et al.	1990
Herzfehler / NYHA Klasse 3-4	3,36	Ridderstolpe et al.	2001
	1,33	Milano et al.	1995
Geringe LVEF	3,02	Sjögren et al.	2005
Herzfehler	2,67	The Parisian Mediastinitis Group	1996
	6,85	Sjögren et al.	2005
	3,2	Muñoz et al.	1997
Gebrauch von BIMA	3,2	Borger et al.	1998
	4,23	Ridderstolpe et al.	2001
Länge der Operation	1,0	Milano et al.	1995
Verlängerte maschinelle Beatmung	1,04	Lu et al.	2003
	1,004	Ridderstolpe et al.	2001
	1,30	Lola et al.[29]	2011
ICU Aufenthalt > 2 Tage	4,5	Abboud et al.	2002
	18,66	Lola et al.[29]	2011

NA: not available; COPD: chronic obstructive pulmonary disease; NYHA: New York Heart Association; LVEF: Left ventricular ejection fraction; BIMA: bilateral internal mammary artery; ICU: intensive care unit.

Tabelle 3: Unabhängige Risikofaktoren für eine DSWI in durchgeführten Studien [19].

Die Studien wurden aus der Referenz [19] übernommen und sind nicht im Literaturverzeichnis vermerkt.

Erhöhte Blutglukosewerte können die Wundheilung verschlechtern und eine i.v. Verabreichung von Insulin senkte nachweislich die Inzidenz von DSWI bei Diabetikern [20].

Ein weiterer Risikofaktor für herzchirurgische Patienten eine DSWI zu erhalten ist die Verwendung von beiden Aa. mammae internae bei der Operation. In der Folge sind die Wundränder schlecht vaskularisiert und die Wundheilung kann sich verzögern [19].

Eine Studie von Lola et al konnte im Jahr 2011 zeigen, dass auch ein verlängerter Aufenthalt auf der Intensivstation (ICU - intensiv Care Unit) und die Dauer der maschinellen Beatmung in diesem Fall eine Rolle spielen [21].

1.2.1.6. Therapie

Wenn der Verdacht auf eine DSWI gegeben ist, ist unverzüglich die passende Therapie einzuleiten.

Es ist nun wichtig zu unterscheiden, ob es sich um eine oberflächliche oder eine tiefergehende Wundinfektion handelt. Bei einer oberflächlichen Wundheilungsstörung, die serös sezerniert, werden eine antiphlogistische Therapie, Verbandswechsel und Kühlung vorgenommen. Hat der Patient bei seiner OP einen Fremdkörper, wie etwa eine biologische Herzklappe eingesetzt bekommen, sollte auch die Einnahme eines Antibiotikums verordnet werden.

Wenn die Wundheilungsstörung allerdings tiefer in das Gewebe geht, muss eine Re-Operation mit einem gründlichen Wunddebridement und Entfernung aller Fremdmaterialien aus dem Bereich des Sternums wie z.B. Fäden, Cerclagen, usw. vorgenommen werden. Anschließend muss die Wunde sorgfältig mehrmals gespült werden. Um eine zielgerichtete antibiotische Therapie einzuleiten, ist es wichtig, während der OP mehrere mikrobiologische Abstriche zu nehmen.

Die Wunde kann nun entweder offen gelassen werden oder mit einer VAC – Therapie (Vacuum assisted closure) versorgt werden [22-29]. Es werden zweimal am Tag Verbandswechsel vorgenommen und der Thorax bleibt so lange offen bis dreimal hintereinander negative Abstriche von der Wunde genommen werden und

die Entzündungsparameter sinken. Nun können ein direkter Wundverschluss oder eine Verdrängung nach Robicsek folgen [30-32].

In einem anderen Behandlungsschema wird eine Therapie mit einem Saug-Spülsystem eingeleitet [33]. Sollte die Wunde nach zwei Wochen keine Besserung zeigen, wird eine Lappendeckung mit z.B. M. pectoralis major vorgenommen [34-42]. Dies hat den Vorteil, dass sie auch in eine eitrige Wunde eingesetzt werden kann, die Durchblutung gesteigert wird und so das Antibiotikum besser verteilt wird.

Eine neuere Therapieform stellt die osteosynthetische Verplattung des Thorax mit Titanplatten dar. Sie wird in Kapitel 2 beschrieben.

1.2.1.6.1. Vacuum assisted closure (VAC) - System

Diese Therapie ist in den letzten Jahren in der Wundversorgung verstärkt angewendet worden. Das Prinzip dieser Therapieform besteht in einer Sogwirkung auf die Wundoberfläche, die mit Hilfe einer Schaumstoff-Folienverbandes und einer VAC – Pumpe erzeugt wird. Ein kontrolliertes Vakuum wirkt auf die Wunde und ist verantwortlich für eine Steigerung der Durchblutung im Wundbereich und eine Sauerstoffanreicherung im Wundgebiet. Es bewirkt eine Wundretraktion durch Zusammenziehen der Wundränder, eine Verringerung des Wundödems und erhöht die Granulationsbildung. In weiterer Folge bietet es eine Unterstützung der Zellemigration, sichert eine feuchte Wundheilung, aber beseitigt überschüssiges Wundsekret, das den Nährboden für das Wachstum von Bakterien darstellt [22-27].

Die Erstanlage eines VAC- Systems kann in einer Lokal- oder Allgemeinanästhesie erfolgen und ist abhängig vom Ausmaß der Wundheilungsstörung. Die Wunde muss dazu nicht vergrößert werden, allerdings ist es wichtig vor der Anlage ein ausführliches Wunddebridement durchzuführen und mehrere Abstriche aus dem Wundgebiet zu entnehmen. Es stehen unterschiedliche Arten von Schwämmen als Einlage in die Wunde zur Verfügung. Für die Reinigungs- und Granulationsphase wird ein grober, offenporiger, hydrophober, dunkler Polyurethanschaumstoff (Granufoam Dressing) verwendet.

Er soll nach 2 - 3 Tagen gewechselt werden. Zur Anwendung in der Granulationsphase ab 65% und in der Epithelisierungsphase kommt ein dichter, weniger offenporiger, hydrophiler Polyvinylalkohol - Schaumstoff (Versafoam Dressing) zum Einsatz. Ein Verbandswechsel ist in diesem Fall erst nach 5 – 7 Tagen vorzunehmen und wird z.B. bei Transplantaten und Lappenplastiken benötigt. Für infizierte Wunden steht noch ein Silber-Dressing zur Verfügung. Es ist ein Granufoam-Dressing mit einer Ag Beschichtung.

Im nächsten Schritt muss der Schwamm auf die richtige Größe zugeschnitten, in die Wunde eingelegt und mit einer wasser- und luftdichten Folie abgeklebt werden. Ein Saugadapter wird angelegt und an die Vakuumpumpe angeschlossen, sodass ein Sog auf die Wunde ausgeübt wird und Sekret in einen Kanister ablaufen kann.

Der Unterdruck wird mit Hilfe der T. R. A. C.- Technologie (Therapeutic Regulated Accurate Care) direkt an der Wunde gemessen und bei Bewegungen des Patienten ausgeglichen. Die Druckgröße kann auch manuell am Bedienungsdisplay gemeinsam mit der Therapieart eingestellt werden.

Man unterscheidet zwischen einer kontinuierlichen und einer intermittierenden Therapieform. Bei einer kontinuierlichen Druckeinstellung bleibt der Druck während der gesamten Behandlung gleich bestehen. Im Normalfall startet die Therapie mit 125 mm Hg und kann bei Schmerzen des Patienten auf 75 mm Hg gesenkt werden. Bei der intermittierenden Therapie wechselt die Behandlung zwischen einem Unterdruck und einem ausgeglichenen Druck. Die Intervallzeiten können vom Anwender eingestellt werden und so kann eine Behandlung z.B. wie folgt aussehen: 5 min Unterdruck, 2 min Pause [28].

Die VAC – Therapie stellt eine exzellente Behandlung zwischen einem Debridement und einem Wundverschluss nach herzchirurgischen Eingriffen am Sternum dar. Mit ihrer Hilfe kann eine sternale Wunde früher verschlossen und die Krankenhauskosten für diese Patienten rapide gesenkt werden [22,26-28].

Die positiven Effekte dieser Therapie konnten beim Einsatz bei einer akuten Wunde nicht gezeigt werden [29].

Indikation für eine VAC – Therapie:

- Chronische Wunden
- Ulzera unterschiedlicher Genese
- Therapieresistente Wunden
- Infizierte Wunden
- Dehiszente Wunden
- Verbrennungen 2. Grades
- Freiliegende Knochen und Metalle
- Wundheilungsstörung bei schlechter Durchblutung
- Etc.

Vorteile einer VAC – Therapie:

- Anwendung ambulant und stationär möglich
- Patient ist mobilisierbar
- Gesteigerte Lebensqualität des Patienten
- Geruchsneutral
- Einfache und sichere Handhabung durch optischen und akustischen Alarm
- Verbandswechsel nur alle 2-3 Tage

1.2.1.6.2. Verdrahtung nach Robicsek

Diese Methode wurde zum Verschluss des Sternums im Jahr 1977 von Robicsek entwickelt. Sie kann überall dort eingesetzt werden, wo das Sternum frakturiert ist oder eine Osteoporose vorliegt und ein normaler Wundverschluss aufzureißen droht [30,31].

Die Sternotomiewunde wird erneut eröffnet, vorhandene Cerclagen und Nähte werden entfernt und es ist wichtig, aus diesem Wundgebiet mehrere Abstriche zu entnehmen. Dann wird ein Cerclagendraht am Rippenansatz neben dem Sternum abwechselnd über und unter die Rippen von proximal nach distal eingezogen. Ein zweiter Draht beginnt um eine Rippe versetzt, so dass die Rippen von oben und unten mit Draht umgeben sind. Auf der anderen Thoraxseite wird das gleiche

Vorgehen durchgeführt. Es folgt nun noch eine horizontale Verdrahtung, damit die Stabilität für das Sternum gegeben ist [30-32].

Diese Form der Therapie wird immer seltener angewendet. Ihr Vorteil besteht in einer Stabilisierung des frakturierten oder instabilen Sternums. Als Nachteil ist allerdings zu werten, dass durch das Einbringen der Drahtcerclagen in das bereits vorgeschädigte und minder perfundierte Areal die Wundheilung stark verzögert werden kann bzw. das Gewebe noch mehr geschädigt wird.

1.2.1.6.3. Saug – Spülsystem

Die Saug - Spül Drainage wird heutzutage einerseits bei infizierten Wundhöhlen und Weichteildefekten eingesetzt und andererseits kommt sie bei postoperativen oder -traumatischen Spülungen zum Einsatz.

Das Ziel dieses Therapieansatzes ist es eine Keimverdünnung bzw. Keimabtötung zu erreichen und nekrotisches Material abzutransportieren. Es soll eine kontinuierliche Ableitung von Sekreten aus stark verschmutzten und infizierten Wunden sowie Hohlräumen bieten [33].

Ihre Anwendung hat auch einige Nachteile für den Patienten. Die Saug - Spül Drainage kann nur in einer Allgemeinen Narkose angelegt werden und macht den Patienten immobil. In weiterer Folge kann der Patient eine Pneumonie oder auch einen Dekubitus bekommen.

Ein anderer Nachteil dieses Verfahrens besteht in der Möglichkeit der Akquirierung einer Mediastinitis. Die Flüssigkeit stellt einen idealen Nährboden für die Vermehrung von Keimen dar.

1.2.1.6.4. Lappenplastik

Zum Verschluss von sternalen Wunden werden auch Lappenplastiken verwendet. Der Einsatz von M. pectoralis major für eine sternale Rekonstruktion wurde das erste Mal im Jahr 1980 beschrieben [34].

Der M. pectoralis stellt auf Grund seiner günstigen Lage und seiner reichlichen arteriellen Versorgung durch die A. thoracoacromialis, A. thoracica lateralis und

die Aa. intercostales einen ideal geeigneten Muskel für die Deckung eines sternalen Defektes dar [35,36].

Neben dem M. pectoralis stehen noch weitere plastische Deckungsmaßnahmen für eine Behandlung bei DSWI zur Verfügung: M. rectus abdominis, M. latissimus dorsi und Hochzug vom Omentum majus [35].

1976 wurde die sternale Deckung mittels des Omentum majus erstmalig beschrieben [34].

Unabhängig von der Wahl der Lappenplastik ist es wichtig im Rahmen der Operation ein gründliches Wunddebridement durchzuführen und dabei nekrotisches und infektiöses Gewebe zu entfernen. Das kann auch eine totale Resektion des Sternums und Teile benachbarter Rippen zur Folge haben. Nach einer oberen medianen Laparotomie wird das Omentum begutachtet, ob es eine ausreichend große Oberfläche für den Verschluss des sternalen Defekts bietet. Das Omentum majus wird vom Colon transversum gelöst und mobilisiert. Um den thorakalen Defekt zu erreichen wird das Omentum durch eine kleine Öffnung im Diaphragma in das vordere Mediastinum hochgezogen. Das Omentum füllt nun die thorakale Lücke und kommt dort ohne eine Drehung zum Liegen. In Abhängigkeit von der Spannung der Haut wird ein totaler Verschluss oder eine Teilschließung der Haut im Wundgebiet angestrebt. Der M. petoralis major wird ebenfalls mobilisiert, damit er und das subkutane Gewebe leichter in die Mittellinie gebracht werden können [37,38].

Zahlreiche Studien belegen, dass ein Omentumhochzug für diese Form der Deckung am besten geeignet ist [39-41].

Auf der einen Seite senkt eine rechtzeitige plastische Deckung oder Versorgung mit Platten das Risiko der Erlangung einer DSWI und einer Sternumdehiszenz [42]. Ein aggressives Wunddebridement gefolgt von einer VAC-Therapie und einem sekundären Verschluss mit einem Muskellappen stellen eine gute Behandlung bei einer DSWI dar. Ihr Einsatz verhindert Reinfektionen, sie verkürzen den Krankenhausaufenthalt und folglich wird die Lebensqualität nicht stark beeinflusst [40].

Auf der anderen Seite stellt ein neuerlicher chirurgischer Eingriff eine Operation dar mit allen seinen möglichen Komplikationen wie z.B. Blutungen, Verletzungen von Nerven, etc. [34]. Patienten berichteten nach der Deckung mit einer Pektoralisplastik über chronische Schmerzen, Sensibilitätsstörungen, Taubheitsgefühle und eine Schwäche der Schulter-Armmuskulatur.

1.2.1.6.5. Osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten

Eine bestehende Sternumdehiszenz kann zu einer DSWI führen. Eine osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten stellt ein neueres Therapiekonzept dar und wird im folgenden Punkt 2 genauer besprochen.

2. Material und Methoden

2.2. Plattensystem

Die Verplattung am Sternum wurde mit Hilfe des Sternum-Fixationssystems aus Titan (Synthes[®], Schweiz) durchgeführt. Hiermit wird eine stabile interne Fixation des Sternums nach Sternotomie oder -fraktur erzielt und die Knochenheilung begünstigt.

Das Plattensystem besteht aus selbstbohrenden (Länge 10-20 mm) oder selbstschneidenden (Länge 8-18 mm) Schrauben mit einem Durchmesser von 3 mm und verschiedenen geformten Platten aus Titan [43]. Je nachdem an welcher Stelle am Sternum die Platten platziert werden sollen, gibt es unterschiedliche Formen an Platten [44]:

2.2.1. Sternumkörper-Verriegelungsplatten aus Titan



- a. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4,
X-förmig, 5+5 Löcher, Reintitan



- b. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4,
doppel-T-förmig, 7+7 Löcher, Reintitan



- c. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4,
winkelförmig, 12 Löcher, Reintitan



- d. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4,
X-förmig, breit, 5+5 Löcher, Reintitan

2.2.2. Gerade Sternum-Verriegelungsplatten aus Titan



- a. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade,
8 Löcher, Reintitan



- b. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade,
12 Löcher, Reintitan



- c. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade,
20 Löcher, Reintitan



- d. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade, 30 Löcher, Reintitan, steril



- e. Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade, 13 Löcher, ohne Emergency-Öffnungsstift, Reintitan

2.2.3. Manubriumplatten aus Titan



- a. Sternum-Verriegelungs-H-Platte 2.4, klein, 4+4 Löcher, Reintitan



- b. Sternum-Verriegelungs-H-Platte 2.4, groß, 4+4 Löcher, Reintitan



- c. Sternum-Verriegelungsplatte 2,4, sternförmig, 3+3 Löcher, Reintitan



- d. Sternum-Verriegelungsplatte 2,4,
sternförmig, 6+6 Löcher, Reintitan

Bis auf eine Ausnahme bestehen alle Platten aus 2 Teilen, die durch einen Emergency-Öffnungsstift verbunden sind. Diese U-förmigen Stifte ermöglichen eine schnelle und unkomplizierte Öffnung des Sternums im kardialen Notfall [43]. Aus diesem Grund ist die Sternum-Verriegelungsplatte 2.4, gerade ohne Öffnungsstift für einen primären Verschluss des Sternums kontraindiziert [44].

Im Jahr 1958 fasste die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) die vier Leitlinien für heutige Osteosynthese zusammen [45]:

- Anatomische Reposition
Reposition der Fraktur, um Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse zu erlangen.
- Stabile Osteosynthese
Ruhigstellung der Bruchstelle.
- Erhaltung der Blutversorgung
Durch eine schonende Repositionstechnik soll die Blutversorgung von Knochen und Weichteilen erhalten werden.
- Frühe Mobilisierung
Benachbarte Gelenke müssen frühzeitig mobilisiert werden.

Im Jahr 1958 gründeten vier Schweizer Chirurgen - Martin Allgöwer, Maurice E. Müller, Robert Schneider und Hans Willenegger - die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen AO/ASIF. Sie glaubten mit operativen Verfahren und der Anwendung von Osteosynthese eine Verbesserung in der Behandlung von Brüchen erzielen zu können. Zwei Jahre später registrieren die AO/AISF gemeinsam mit dem Unternehmen Mathys und dem Straumann Institut die Marke Synthes [46].

2.3. Patienten

Diese vorgestellte retrospektive Studie berichtet über 22 Patienten, die von März 2008 bis April 2012 im Klinikum Graz an der Klinischen Abteilung für Herzchirurgie eine osteosynthetische Rekonstruktion des Sternums mit Titanplatten der Firma Synthes® erhalten haben.

8 Patienten erhielten auf Grund bestehender Risikofaktoren bereits einen primären Wundverschluss mit Titanplatten, bei 11 Patienten wurde in Folge einer Wunddehiszenz mit einem instabilen Thorax und DSWI das Sternum in einer weiteren Operation mit Platten aus Titan verschlossen. Bei 3 Patienten (davon zwei primär auswärts operierte Patienten) wurde auf Grund eines Wackelgelenkes, ohne jeglicher Zeichen einer Entzündung, eine sternale Verplattung durchgeführt.

Alle Patienten hatten zuvor eine herzchirurgische Operation mit einer medianen Sternotomie.

2.4. Operationstechnik

Hier muss zwischen der primären (Gruppe 1) und der sekundären (Gruppe 2) Form der Verplattung unterschieden werden.

Alle Operationen wurden in Allgemeinnarkose durchgeführt. Die Patienten wurden für die Verplattungen immer so gelagert, dass beide Arme dem Körper angelegen waren und so beim Thorax-Verschluss mit geringsten Widerständen zu rechnen war.

Die mediane Sternotomie wurde, wie bereits beschrieben, durchgeführt. Bei der Gruppe 1 folgte nun eine Operation am Herzen (CABG, Klappenersatz). Anschließend wurde den Patienten auf Grund zahlreicher Risikofaktoren der Thorax nicht mit Drahtcerclagen verschlossen, sondern sie erhielten eine osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten der Firma Synthes® oder eine Kombination mit Drahtcerclagen und Titanplatten.

Bei den Patienten der Gruppe 2 mussten im Rahmen der Sternotomie die alten Drahtcerclagen entfernt werden. Die meisten von ihnen waren bei einem neuerlichen chirurgischen Eingriff ausgerissen oder gebrochen.

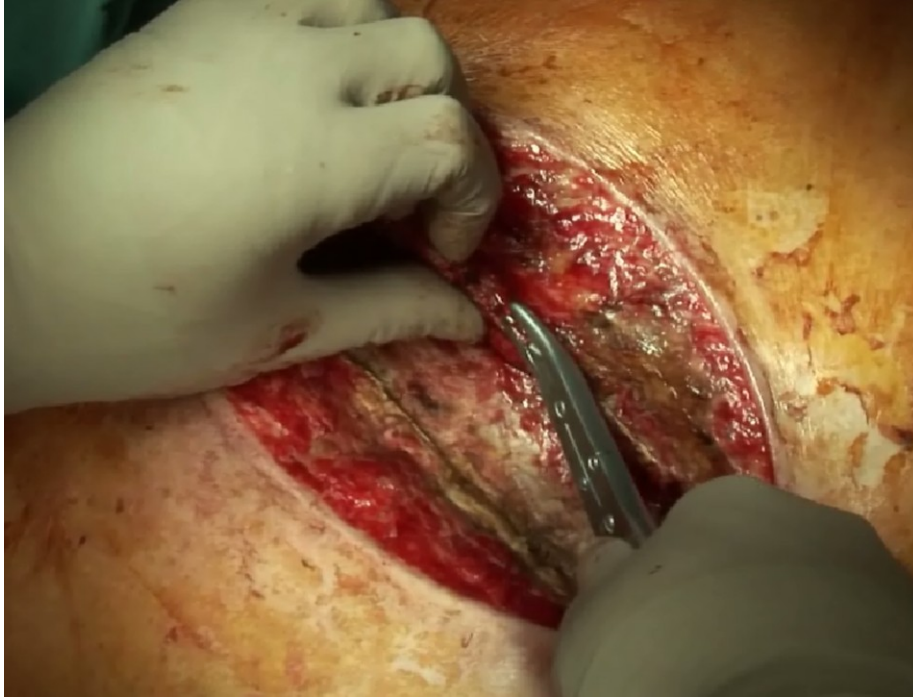


Abb. 16: Wunddebridement

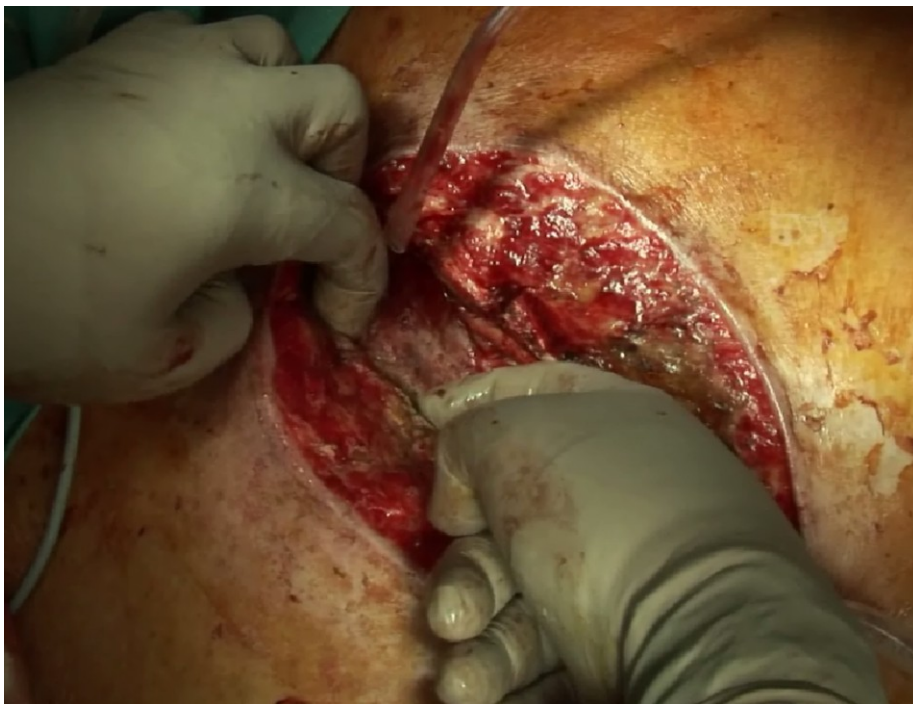


Abb. 17: Freipräparation mit dem Finger

Anschließend wurden bei beiden Gruppen die Vitalität des Knochens und das Vorhandensein möglicher Infektionen beurteilt. Die Ränder des Sternums wurden sorgfältig von nekrotischem Gewebe entfernt (Abb. 16), bis eine Blutung aus dem Knochenmark sichtbar war. Diese Blutung wurde gleich wieder gestillt.

Das Debridement des Rippenknorpels wurde mit Hilfe einer Kürette durchgeführt. Material von Knochen und Knorpel gemeinsam mit Abstrichen aus der Wunde wurden nur bei entzündetem Wundgebiet auf die Pathologie bzw. Hygiene geschickt.

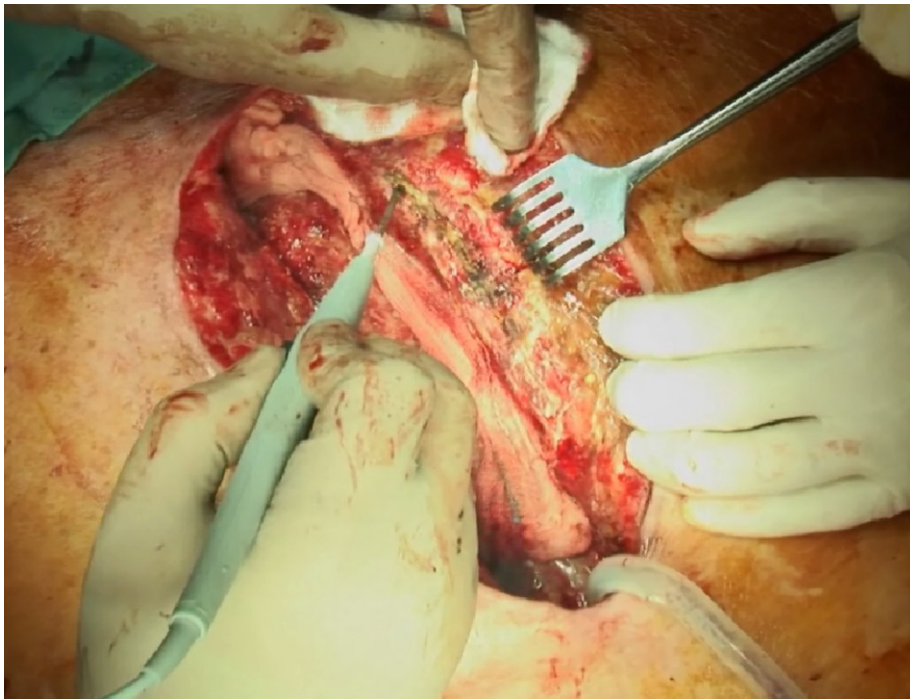


Abb. 18: Präparation des M. pectoralis major

Der M. pectoralis major wurde beidseitig unter ständiger Schonung der Blutversorgung dieses Areals medial nur so viel wie nötig angehoben (Abb. 18), damit später die Titanplatten gut befestigt werden konnten. Der Situs wurde anschließend gründlich mit Wasserstoffperoxid und körperwarmer Ringerlaktat-Kochsalzlösung gespült. Mit Hilfe eines Tiefenmessgerätes wurde die Dicke des Sternums an jenen Stellen, an welchen eine Platte gesetzt werden sollte, bestimmt. Anschließend wurde mit zwei Sternum-Repositionszangen das Sternum, unter Schonung der interkostalen sowie thorakalen Gefäße und Nerven, zusammengefügt (Abb. 19).

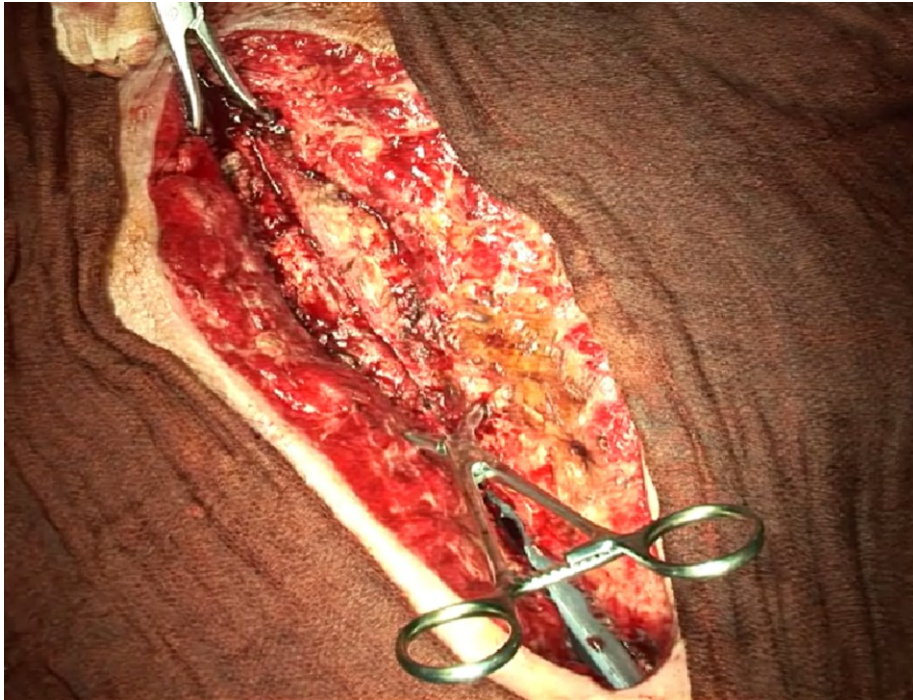


Abb. 19: Zusammenfügen der Sternumhälften mit Hilfe von zwei Sternum-Repositionszangen

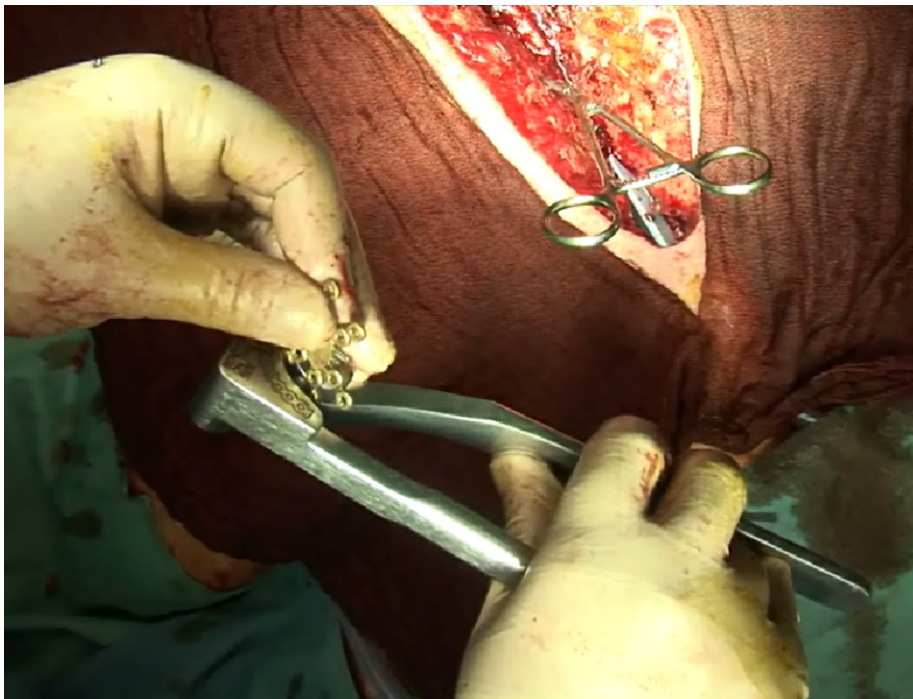


Abb. 20: Zurechtbiegen einer sternförmigen Sternum-Verriegelungsplatte

Die Platten sind durch Biegeezangen in der Ebene und außerhalb der Ebene der Form des Sternums und der Rippen angepasst worden (Abb. 20, 22) und wurden darauffolgend mit Schrauben befestigt (Abb. 21).

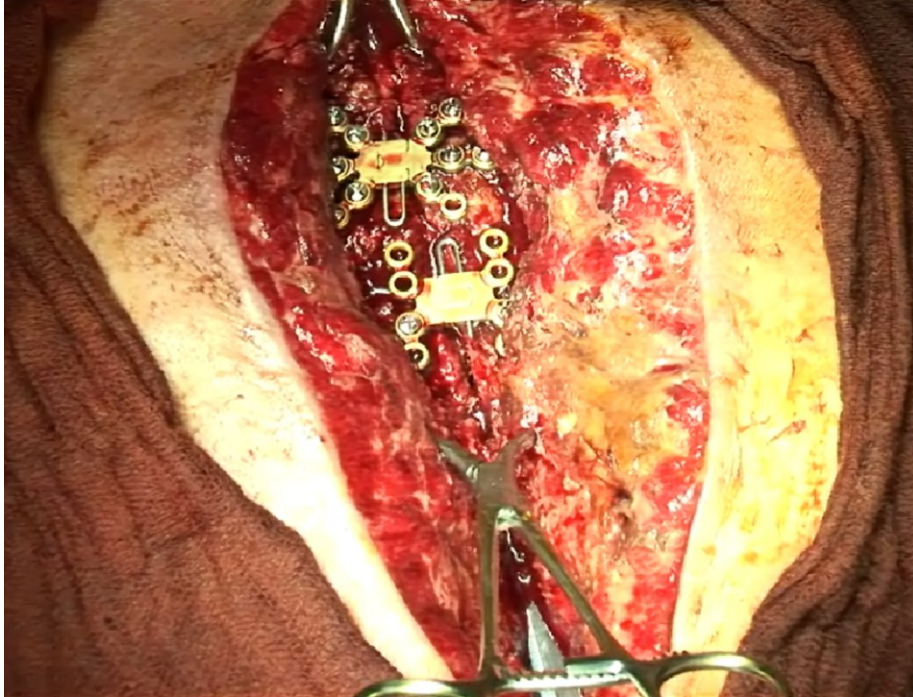


Abb. 21: Befestigen der Titanplatten

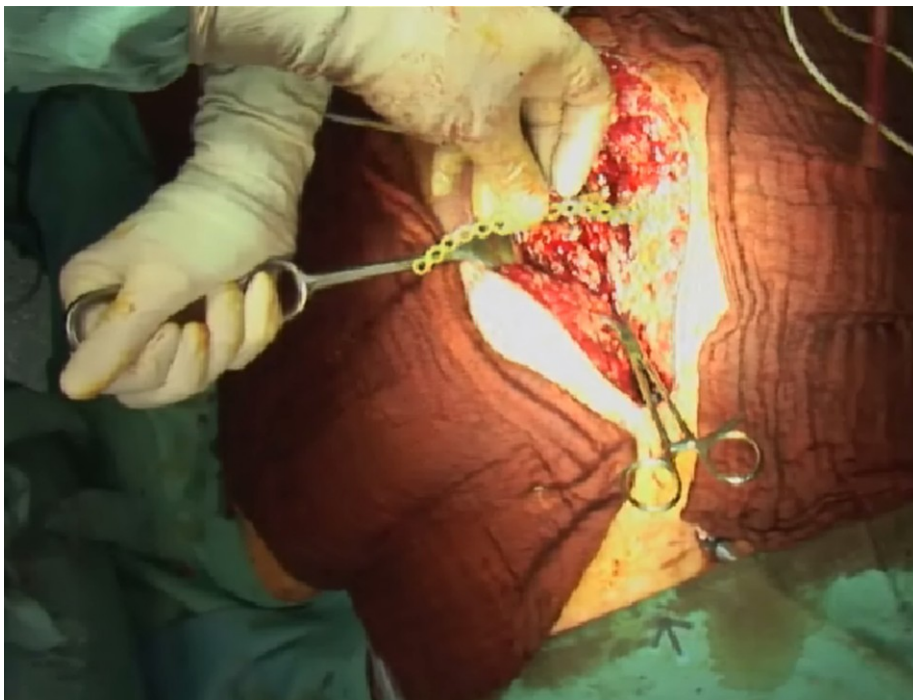


Abb. 22: Zurechtbiegen einer geraden Sternum-Verriegelungsplatte

Es wurde besonders darauf geachtet die Schrauben für die Fixierung der Titanplatten nicht zu lange zu wählen und dadurch Blutungen oder andere Komplikationen auszulösen.



Abb. 23. Aufbringen von Vivostat PRF® auf die Operationswunde

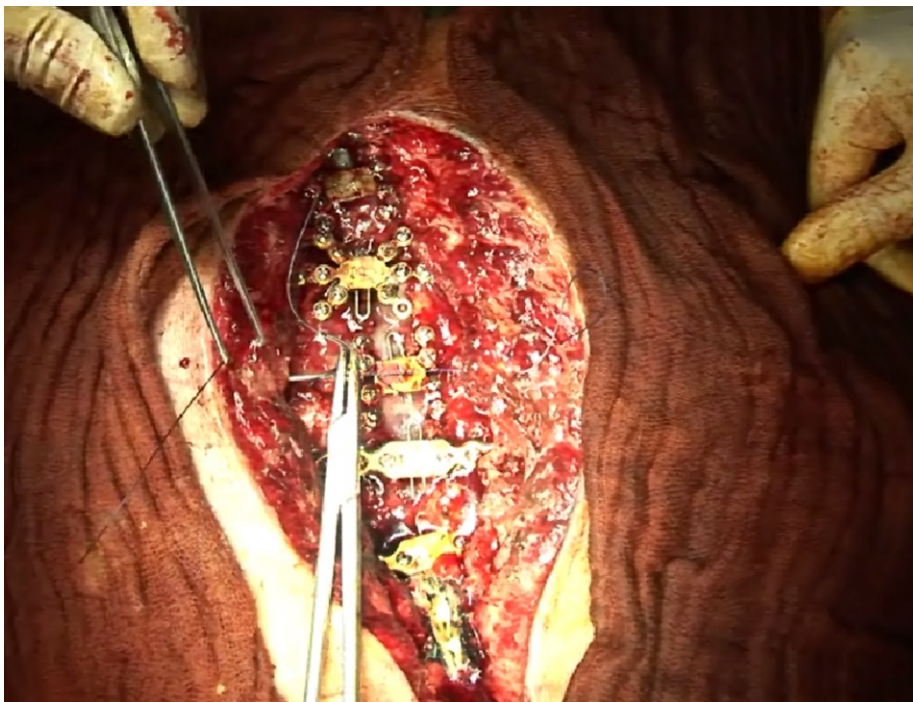


Abb. 24: Schichtenweiser Wundverschluss

In weiterer Folge wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass genügend Schrauben gesetzt worden sind und die einzelnen Platten einen guten Halt haben um den Thorax zu stabilisieren.

Es wurde nochmals eine Säuberung und gründliche Spülung mit Betaisodonna und Wasserstoffperoxid vorgenommen. Danach kam es zum Auftragen eines autologen, plättchenangereicherten Bioklebers auf die Sternumwundränder und die nicht adaptierten Stellen (Abb. 23). Dieser Biokleber sollte die Neoosteogenese verstärken [47-51].

Bei allen Patienten wurde unter jeden Muskellappen des M. pectoralis ein Redon eingelegt und die Ableitung erfolgte durch eine separate inferiore Inzision. Die Brustmuskeln wurden in der Mittellinie zusammengefügt und mit Nahtmaterial Vicryl 1 zusammengenäht (Abb. 24).

Die Haut (Abb. 25) und das subkutane Gewebe wurden in Schichten verschlossen.



Abb. 25: Schonender Verschluss der Haut

Bei zwei Patienten erfolgte zusätzlich eine Defektdeckung des epigastrischen Defektes mittels eines proximal gestielten Rectuslappens und danach Direktverschluss. Hierzu wurden die Wundränder oberhalb des Sternums nekrektomiert und die Haut oberhalb des M. pectoralis beidseits mit dem Elektrokauter mobilisiert. Es gelang hier ein spannungsfreier Wundverschluss. Im Abdomen folgte schließlich auch eine Nekrektomie mittels des Elektrokauters und eines scharfen Löffels. Es folgte eine Mobilisierung der Wundränder, sodass ein Direktverschluss der Haut möglich erschien. Nun folgte ein Hautschnitt über dem rechten M. rectus abdominis bis in Höhe des Nabels, Mobilisierung des selbigen, eine Darstellung des oberen Gefäßstieles und Absetzen des Muskels distal. Der Muskel wurde von distal nach proximal solange mobilisiert bis er ohne Spannung in den Defekt gelegt werden konnte. Mittels des Elektrokauters und der bipolaren Pinzette wurden die Blutungen gestillt. Es wurden mehrere Redondrains im Bereich um die Entnahmestelle und oberhalb des Sternums eingebracht. Als nächstes folgte der Verschluss der Entnahmestelle, Einpassen des Lappens in den Defekt und Hautverschluss. Postoperativ wurde den Patienten ein Bauchmieder angelegt.

Ein Thoraxröntgen ist routinemäßig nach jeder Operation mit osteosynthetischer Versorgung mit Titanplatten gemacht worden, mit spezieller Vorsicht um einen Pneumothorax auszuschließen.

2.4.1. Behandlungsschritte

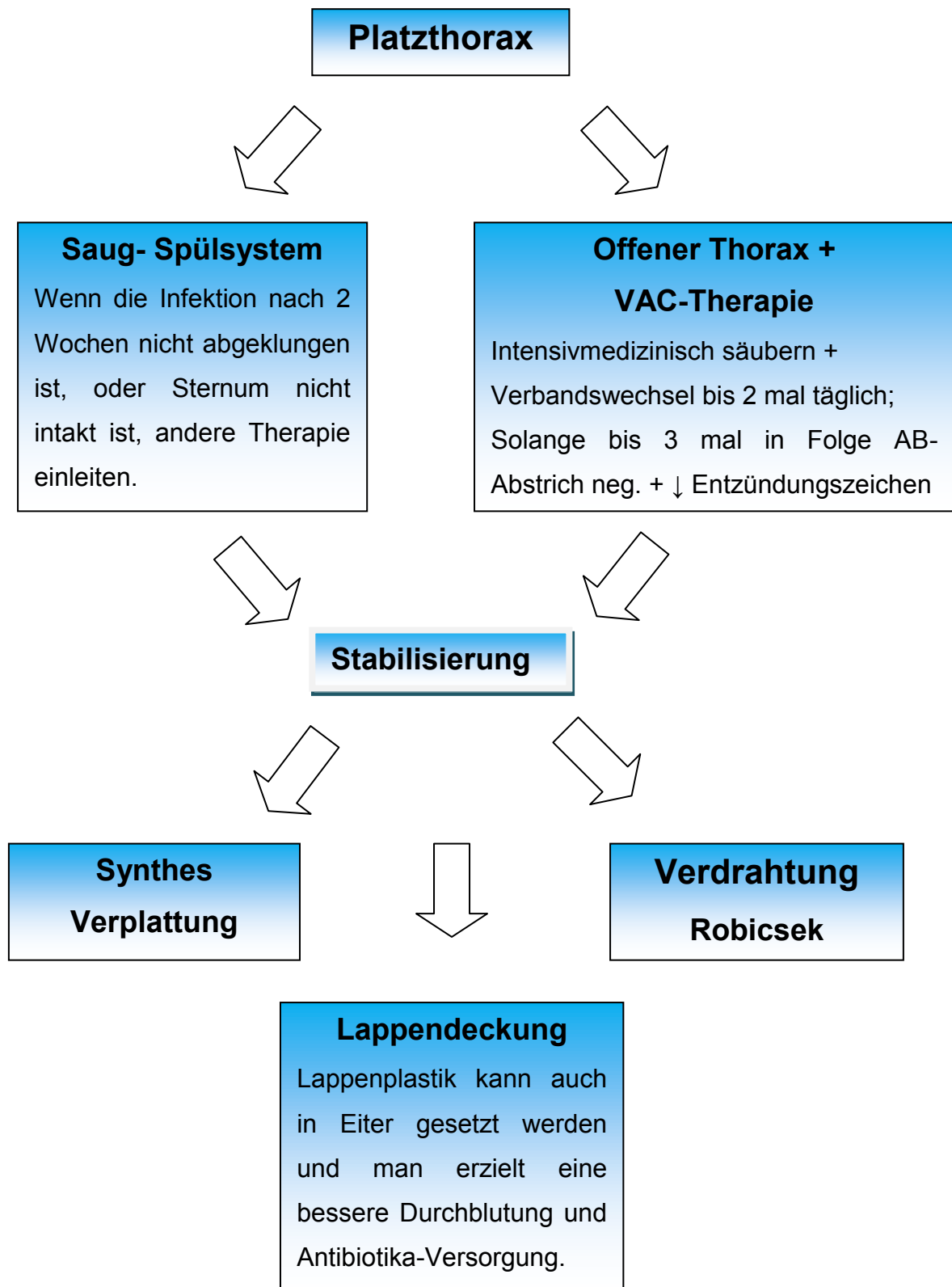


Abb. 26: Behandlungsschritte bei einem Platzthorax

2.4.2. Theorie der Wundheilung

An dem Erfolg eines chirurgischen Eingriffes ist die Antwort von Gewebe auf eine Wunde maßgeblich mitbeteiligt. Die Wundheilung ist in 3 Phasen gegliedert:

1. Exsudative Phase
2. Proliferative Phase
3. Reparative Phase

2.4.2.1. Exsudative Phase

Durch Gewebsuntergang und -einblutung kommt es in den ersten vier Stunden nach einer Gewebeverletzung zu der Entstehung einer primären Azidose. Es folgt eine Vasokonstriktion der verletzten Gefäße und die Einleitung der Gerinnungskaskade (extrinsic system). Um die Wunde vor Austrocknung und Kontamination zu schützen, aggregieren die Thrombozyten an der Gefäßwand. Durch eine Degranulation von Thrombozyten werden Wachstumsfaktoren freigesetzt, von denen die wichtigsten PDGF (platelet-derived growth factor), IGF-1 (insulin-like growth factor 1), EGF (epidermal growth factor), TGF- β (transforming growth factor β) sind. Sie diffundieren weiter in die Wunde und in das Blut. Als nächster Schritt wandern neutrophile Granulozyten und Monozyten in das Wundgebiet ein. Diese Zellen beginnen nun mit der Phagozytose von Bakterien und Zelldetritus. Die Folge ist eine Elektrolytverschiebung, die Entstehung eines interstitiellen Ödems und einer Azidose.

Granulozyten sezernieren proinflammatorische Zytokine wie z.B. TNF- μ , Interleukine und Protease. Diese Zytokine bauen die geschädigte Extrazellulärmatrix ab. Nach 12 Stunden setzt die Proliferation von histiogenen Zellen ein. Diese Zellen produzieren eine Reihe von Zytokinen wie z.B. VEGF (vascular endothelial growth factor), TGF- α (transforming growth factor α), TGF- β und bFGF (basic fibroblast growth factor). Durch diese Zytokine werden Fibroblasten und Endothelzellen zur Proliferation angeregt. Hauptsächlich Fibroblasten bilden die extrazelluläre Matrix und die Angiogenese nimmt bis zum 3. Tag stark zu. Durch die erhöhte Blutversorgung nimmt die Azidose ab.

Die erste Phase der Wundheilung dauert bis zu 3 Tage [48,52].

2.4.2.2. Proliferative Phase

Am 4. Tag setzen eine Granulation und verstärkte Angiogenese im Wundgebiet ein. Fibroblasten bilden die Vorstufe des Kollagens (Kollagen Typ III) und synthetisieren gemeinsam mit Endothelzellen zahlreiche Zytokine. Die Anzahl an Fibroblasten nimmt stetig zu und die der Makrophagen sinkt. Es kommt zu einer Differenzierung von Fibroblasten zu Myofibroblasten, die die Wunde kontrahieren. Unter der Wirkung von KGF (keratinocyte-derived growth factor) und EGF kommt es zu einer Epithelialisierung der Wunde. Bis zum 10. Tag reift das Kollagen zum Kollagen Typ I aus und die Wunde beginnt zu schrumpfen. Sie nimmt eine geordnete Verlaufsrichtung an und wird dadurch mechanisch belastbar [52].

2.4.2.3. Reparative Phase

Zu diesem Zeitpunkt nimmt im Granulationsgewebe der Proteoglykan- und Kapillargehalt ab und der Kollagengehalt erhöht sich. Es bildet sich ein Narbengewebe. Die mechanische Stabilität des Gewebes ist hiermit wieder zur Gänze hergestellt.

Diese Phase der Wundheilung kann bis zu einem Jahr dauern [52].

Man sieht an Hand dieser Beschreibung die Notwendigkeit und Wichtigkeit von Wachstumsfaktoren im Rahmen der Wundheilung. Su et al [51] konnten in ihrer Studie nachweisen, dass die Wachstumsfaktoren von Thrombocyten zu unterschiedlichen Zeitpunkten freigesetzt werden.

Wachstumsfaktoren sind in den letzten Jahren vermehrt zum Einsatz gekommen um Gewebsdefekte zu regenerieren und Knochenheilung zu erzielen.

In einer Studie von Leitner et al [50] wurden bei vier unterschiedlichen Systemen (Vivostat PRF Preparation Kit[®], PCCS Platelet Concentrate Collection System[®], Harvest[®] SmartPReP 2 APC 60 Process, Fibrinet[®] Autologous Fibrin & Platelet System) für die Herstellung von plättchenreichen Plasma gezeigt, dass sie alle die Fähigkeit hatten Wachstumsfaktoren freizusetzen.

2.4.3. Vivostat

Platelet-rich fibrin (PRF[®]) ist ein autologes (Spender und Empfänger sind dieselbe Person) plättchenreiches Fibrinprodukt, angereichert mit einer Plättchenkonzentration (> 1 000 000 Blättchen/ μ l), das mit Hilfe des Vivostat[®] Systems hergestellt wird. PRF[®] wird verwendet um die Wundheilung zu verbessern [47].

Im Herstellungsprozess von PRF[®] werden 6ml dieses Fibrin-Thrombozytengemisches automatisiert aus 120ml Patientenblut gewonnen. Danach wird es auf die Wundfläche gesprüht. Es ist eine Kombination aus einem Plättchenkonzentrat kombiniert mit einem Fibrindichtungsmittel. Die Fibrinmatrix sichert hierbei eine langsame und kontinuierliche Freisetzung von Wachstumsfaktoren über einen Zeitraum von 4 Tagen und auch mehr. Die autologe Fibrinmatrix in Vivostat PRF[®] schützt die Wachstumsfaktoren vor einem proteolytischem Abbau [47].

Die Anwesenheit von Fibroblasten ist für den Prozess der Wundheilung sehr wichtig. Sie produzieren nicht nur Kollagen sondern stimulieren auch die Angiogenese und die Epithelialisation durch zahlreiche Wachstumsfaktoren z.B. PDGF, VEGF, FGF-2, TGF- β 1. Ein positiver Effekt von Vivostat PRF[®] auf die Proliferation von Fibroblasten wurde in invitro Studien gezeigt.

Die Einlagerung von Kollagen stellt einen wichtigen Schritt in der Wundheilung dar. Vivostat PRF[®] zeigte in invitro Studien, dass Fibroblasten die Fähigkeit zur Kollagensynthese haben sie produzieren eine größere und stabilere Form an PDGF als PDGF-AB in Blutplättchen. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass Vivostat PRF[®] mehrere unterschiedliche Wachstumsfaktoren enthält und nicht nur PDGF-AB.

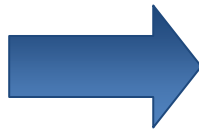
Das fertige PRF[®] wird dann leicht und effizient mit Hilfe einer Vivostat[®] Spraypen[®] auf die Wundflächen aufgetragen. Es hat eine sehr starke adhäsive Eigenschaft und bleibt auch auf vertikal aufgetragenen Wunden haften.

Das Einsatzgebiet von PRF[®] ist vielfältig. Es kam bereits bei chronischen Wunden sowie zur Behandlung von Fisteln nach Operationen im oberen

Gastrointestinaltrakt zum Einsatz. Bei therapieresistenten Wunden wurde nach der Behandlung mit PRF[®] wieder eine beginnende Granulation erkennbar und es folgte eine Verkleinerung und Abheilung von Wunden.

Weiter Anwendungsgebiete sind in der Gesichts- und in der Kieferchirurgie. Marx et al konnten in ihrer Studie zeigen, dass durch die Behandlung mit PRF[®] ein Defekt der Mandibula schneller heilte und der Knochen dichter war [49].

Konventionelle Blutplättchenprodukte sind schwierig anzuwenden



Durch die schnelle Polymerisation von Fibrin bleiben Plättchen an der Stelle, an der sie aufgetragen werden

Wachstumsfaktoren sollten langsam und kontinuierlich abgegeben werden



Durch die Verwendung von Fibrin als Träger, wird eine langsame Abgabe von Wachstumsfaktoren erzielt

Fibroblasten sind für die Wundheilung äußerst wichtig



PRF[®] stimuliert die Bildung von Fibroblasten und Kollagen

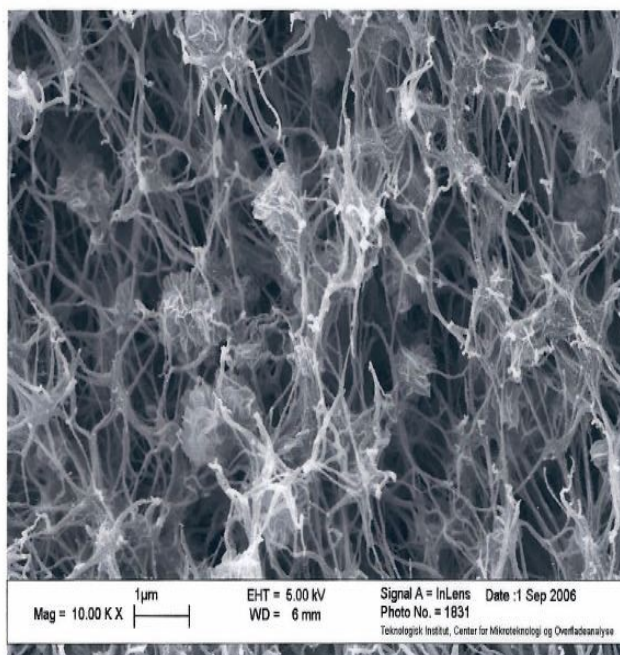


Abb. 27: Rasterelektronenmikroskopie-Aufnahme von PRF[®]

2.5. *Statistische Analyse und Datenerhebungsmethodik*

Alle präoperativen demographischen Patientenmerkmale wurden gemeinsam mit den operativen Variablen und postoperativen Daten aus dem Programm Cardiac, in eigene Excel-Tabellen eingetragen. In einem weiteren Schritt wurden sie mit IBM SPSS Statistics (Version 10; SPSS, Inc., Chicago, Illinois) mathematisch bearbeitet. Die Daten wurden als Mittelwert (MW), Standardabweichung (\pm SD), in Form einer medianen Reichweite oder in Zahlen (%) im Excel 2007 für Windows (Microsoft, Redmond, WA, USA) angegeben und ausgewertet. Eine Signifikanz lag vor bei $p < 0,05$.

Auf Grund der kleinen Patientenpopulation konnte keine multivariate Analyse durchgeführt werden. Es erfolgte eine rein deskriptive statistische Beobachtung.

Bei der Literatursuche kamen PubMed und Medline zum Einsatz.

3. Ergebnisse – Resultate

Während dieser 50 Monate erhielten 22 Patienten der klinischen Abteilung für Herzchirurgie eine sternale Verplattung mit Titanplatten. Es wird in den Tabellen zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 unterschieden. Gruppe 1 erhielt eine primäre und Gruppe 2 eine sekundäre osteosynthetische Verplattung mit Titanplatten der Firma Synthes®.

Alle demographischen Patientendaten von Gr.1 + Gr.2 werden in Tabelle 4 ausführlich beschrieben. Sie zeigt, dass mehr männliche Patienten als weibliche Patientinnen operiert wurden (m=18, w=4) und alle Patienten eine Vielzahl von Risikofaktoren für eine Operation trugen. 50 % der Patienten hatten eine diagnostizierte Fettleibigkeit und 63 % eine Dyslipidämie.

Tabelle 4: Präoperative Patientendaten bei Gruppe 1 + Gruppe 2

Variable	Patienten n=22 (%)
Alter (a)	63.5 ± 14.4
Mann / Frau	18/4
Gewicht (kg)	89.8 ± 15
BMI (kg/m ²)	30 ± 4.8
Fettleibigkeit (BMI>30kg/m ²)	11 (50%)
Hypertension	16 (72.3%)
Diabetes	8 (36.4%)
Raucher	5 (22.7%)
Immunsuppressive Therapie	1 (4.5%)
COPD	13 (59.1%)
PVD	7 (31.8%)
CVA	6 (27.3%)
Dyslipidämie	14 (63.6%)
Euro Score (logistisch)	14.8 ± 22.6

BMI: Body mass index, PVD: Peripheral Vascular Disease,

CVA: Cerebrovascular accident, COPD: chronic obstructive pulmonary disease

Tabelle 5: Präoperativer kardiologischer Status bei Gr.1 + Gr.2

Variable	Patienten n=22(%)
Myokardinfarkt	6 (27.3%)
Angeborener Herzfehler	3 (13.6%)
Angina	15 (68.2%)
Angina Typ (stabil/ instabil)	11/4
Kardiogener Schock	1 (4.5%)
Arrhythmie	2 (9%)
NYHA – Klassifikation (II /III / IV)	7/ 12/ 1
Anzahl der Pat. mit n = erkrankte Koronarien (0 /1 /2 /3)	7/ 4/ 3/ 8
Ejection fraction	59.4 ± 9.2
Methode (LV gram / ECHO)	3/17

NYHA: New York Heart Association, LV gram: Levokardiogramm, ECHO: Echokardiografie

Tabelle 6: Medikation bei der Entlassung aus dem Krankenhaus

Variable	Patienten n=22 (%)
ADP-Inhibitoren	1 (4.5%)
Antiarrhythmika	1 (4.5%)
Aspirin	13 (59.1%)
Ace-Hemmer	5 (22.7%)
Beta Blocker	12 (54.5%)
Lipid-Senker	11 (50%)
Coumadin	13 (59.1%)

Tabelle 7: Operative Charakteristika Gruppe 1

Variable	Patienten n=8 (%)
Geplant / Notfall	4/4
OP-Dauer (min)	291.3 ± 101.5
Davon CABG-Patienten	2 (25%)
LIMA / RIMA	1 (12.5%)
Davon Patienten mit prothetischem Klappenersatz	3 (37.5%)
Perfusionszeit (min)	132.1 ± 74.6
X-Clamp Zeit (min)	96.9 ± 51.7

OP: Operation, CABG: Coronary Artery Bypass Grafting, LIMA: Left Internal Mammary Artery, RIMA: Right Internal Mammary Artery, Min: Minuten

Tabelle 8: Laborwerte vor OP bei Gruppe 1, (Min. – Max.)

Variable	Patienten n= 8
Euroscore (logistisch)	30.9 ± 29.9 (2.1 – 83.9)
Hämoglobin	13.3 ± 1.4 (11 – 15)
Hämatokrit	39.4 ± 3.4 (32.8 – 42.8)
Leukocyten	7.9 ± 2.3 (5.1 – 11.3)
Thrombocyten	269.4 ± 112.6 (178 – 472)
Fibrinogen	420.1 ± 210.5 (240 – 750)
Billirubin	0.7 ± 0.4 (0.2 – 1.6)
GGT	172.5 ± 298.2 (14 – 898)
AST	40 ± 28.1 (17 – 97)
ALT	46.4 ± 43.8 (21 – 135)
Cholinesterase	7311.9 ± 3545.4 (2731 – 11875)
LDH	233.5 ± 49 (147 – 295)
Kreatinin	1.4 ± 1.3 (0.7 – 4.5)
CRP	57.2 ± 97.4 (0.6 – 267.9)

Tabelle 9 zeigt, dass bei der Gruppe 1 nach einem primären Wundverschluss weder Zeichen einer DSWI auftraten, noch dass sich Wiederaufnahmen ins Krankenhaus innerhalb von 30 Tagen ergaben.

Tabelle 9: Komplikationen bei primärem Wundverschluss bei Gr. 1

Variable	Patienten n=8 (%)
Reoperation wegen Blutung	0
Reoperation für ein nicht kardiologisches Problem	2 (25%)
Neurologische Komplikation	1 (12.5%)
Pulmonale Komplikation	4 (50%)
DSWI	0
Sepsis	1 (12.5%)
Dialyse (neu aufgetreten)	3 (37.5%)
Multiorganversagen	1 (12.5%)
Wiederaufnahme im KH innerhalb von 30 Tagen nach dem chir. Eingriff	0

DSWI: Deep sternal wound infection

Tabelle 10: Postoperative Charakteristika bei Gruppe 1

Variable	Patienten n=8
Gebrauch von Blutkonserven	6 (75%)
Reintubation während KH Aufenthaltes	0
Initial beatmet (std.)	148.8 ± 182.1
Total beatmet (std.)	148.8 ± 182.1

In der Tabelle 11 erkennt man die öftere Verwendung von LIMA und RIMA als chirurgisches Graftmaterial in Gruppe 2 im Gegensatz zu Gruppe 1. Mit der Verwendung von LIMA und RIMA steigt auch das Risiko einer DSWI.

Tabelle 11: Operative Charakteristika bei Gruppe 2

Variable	Patienten n=14 (%)
Geplant / Notfall	10/4
OP Dauer (min)	243.1 ± 71.3
Synthes-OP Dauer	121.1 ± 42.5
Davon CABG-Patienten	11 (78.6%)
LIMA / RIMA / BIMA	7/2/2
Davon Patienten mit prothetischem Klappenersatz	4 (28.6%)
Perfusionszeit (min)	99.2 ± 53.6
X-Clamp Zeit (min)	68.3 ± 38.2

OP: Operation, CABG: Coronary Artery Bypass Grafting, Min: Minuten, LIMA: Left Internal Mammary Artery, RIMA: Right internal mammary artery, BIMA: Bilateral internal mammary artery

Tabelle 12: Postoperative Charakteristika bei Gruppe 2

Variable	Patienten n=14
Gebrauch von Blutkonserven	5 (35.7%)
Reintubation während KH Aufenthaltes	2
Initial beatmet (std.)	33.4 ± 92.6
Total beatmet (std.)	95 ± 179.7

Tabelle 13: Laborwerte von Gruppe 2 vor der primären OP

Variable	Patienten n= 14
Hämoglobin	13.3 ± 2.3 (9.3 – 16.9)
Hämatokrit	39.2 ± 5.8 (31.4 – 49.2)
Leukocyten	7.5 ± 2.2 (4 – 10.8)
Thrombocyten	244.2 ± 89.4 (114 – 406)
Fibrinogen	371.6 ± 102.2 (212 – 600)
Billirubin	0.6 ± 0.4 (0.2 – 2)
GGT	181.4 ± 275.9 (13 – 898)
AST	35.2 ± 15.7 (16 – 74)
ALT	38.9 ± 18.3 (15 – 73)
Cholinesterase	7504.9 ± 2423.7 (3835 – 11029)
LDH	180.6 ± 48.8 (89 – 288)
Kreatinin	1 ± 0.2 (0.8 – 1.4)
CRP	9.4 ± 10 (0.9 – 35.9)

Tabelle 14: Laborwerte von Gruppe 2 vor der sekundären OP

Variable	Patienten n= 14
Hämoglobin	11.4 ± 2.8 (8.1 – 15.5)
Hämatokrit	34 ± 7.2 (24.2 – 44.1)
Leukocyten	9.4 ± 3.8 (3.5 – 18.4)
Thrombocyten	257.3 ± 119.6 (92 – 477)
Fibrinogen	469.1 ± 189.8 (264 – 893)
Billirubin	1 ± 1.2 (0.2 – 4.3)
GGT	206.6 ± 267.7 (36 – 1011)
AST	35.7 ± 21.9 (11 – 90)
ALT	32.7 ± 24.1 (10 – 90)
Cholinesterase	5462.5 ± 3277.2 (1392 – 11152)
LDH	176.2 ± 32.2 (109 – 218)
Kreatinin	1.2 ± 0.5 (0.9 – 3)
CRP	75.3 ± 77.9 (0.7 – 240)

In Tabelle 14 sind die Entzündungsparameter erhöht.

Tabelle 15: Komplikationen nach der primären OP bei Gruppe 2

Variable	Patienten n=14 (%)
Reoperation wegen Blutung	2 (14.3%)
Reoperation für ein nicht kardiologisches Problem	4 (28.6%)
Neurologische K.	1 (7.1%)
Pulmonale K.	4 (28.6%)
DSWI	11 (78.6%)
Sepsis	1 (7.1%)
Dialyse (neu aufgetreten)	2 (14.3%)
Multiorganversagen	0
Wiederaufnahme im KH innerhalb von 30Tagen nach dem chir. Eingriff	4 (28.6%)

DSWI: Deep sternal wound infection

Tabelle 16: Behandlungsarten nach primärer OP bei Gruppe 2

Variable	Patienten n=14 (%)
Pleurapunktion	1 (7.1%)
VAC-Therapie	4 (28.6%)
Abstriche	11 (64.3%)
Retrosternale Spülung	3 (21.4%)
Drainage angelegt	2 (14.3%)
Additive Lappenplastik	2 (14.3%)
Tracheotomie	2 (14.3%)

Tabelle 17: OP-Abstände in Tagen bei Gruppe 2

Variable	Patienten n= 14
Prim. OP – Klinik DSWI	167.1 ± 306.1
DSWI – Sekundärer Verschluss	67.1 ± 129.5
Prim. OP – Sekundärer Verschluss	234.1 ± 329.5

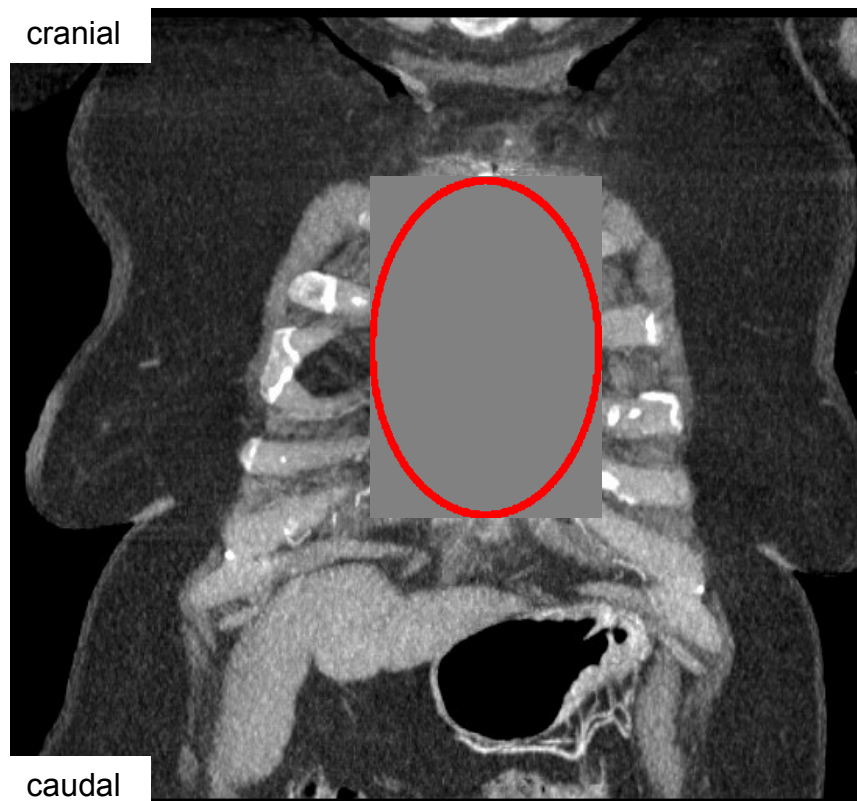


Abb. 28: Pre-ReOp CT-Scan; Primär 4 cm Fraktuspalt

Stellvertretend für den mittel- und langfristigen klinischen Verlauf werden hier die Sternumkontrollen der Patientin Nr. 3 mit DSWI in Höhe Manubrium sterni (Beachte Verkleinerung des Frakturspalt durch Neoosteosynthese) aufgeführt.

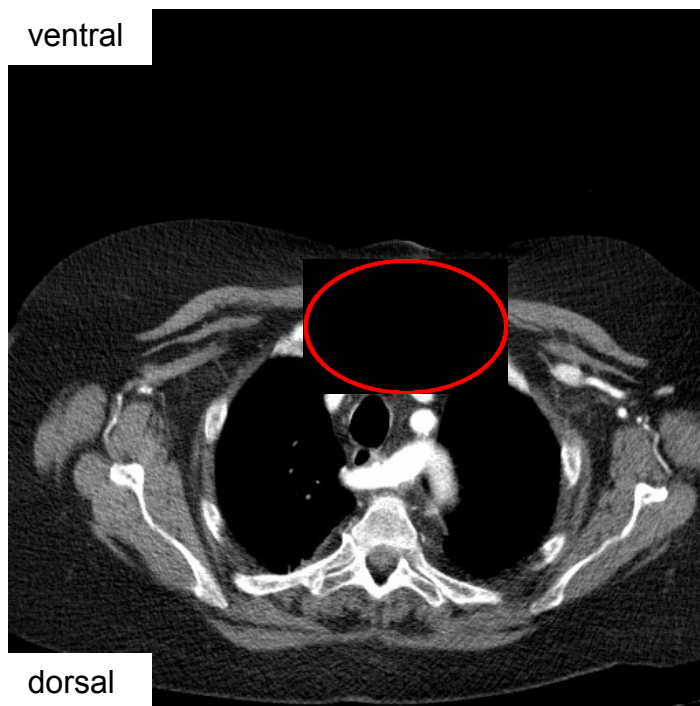


Abb. 29 : Pre-ReOp, klaffender Knochenspalt

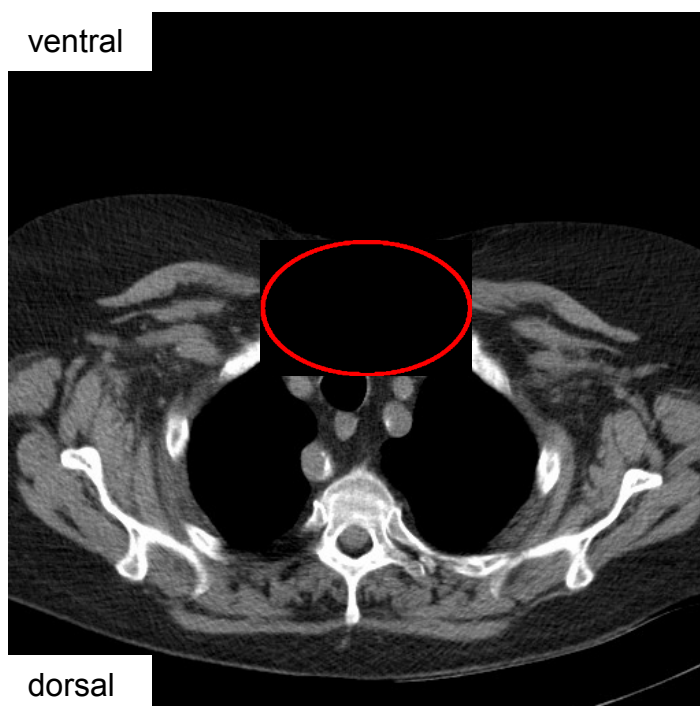


Abb. 30: Nach 4 Monaten, Knochenspalt „überbrückt“

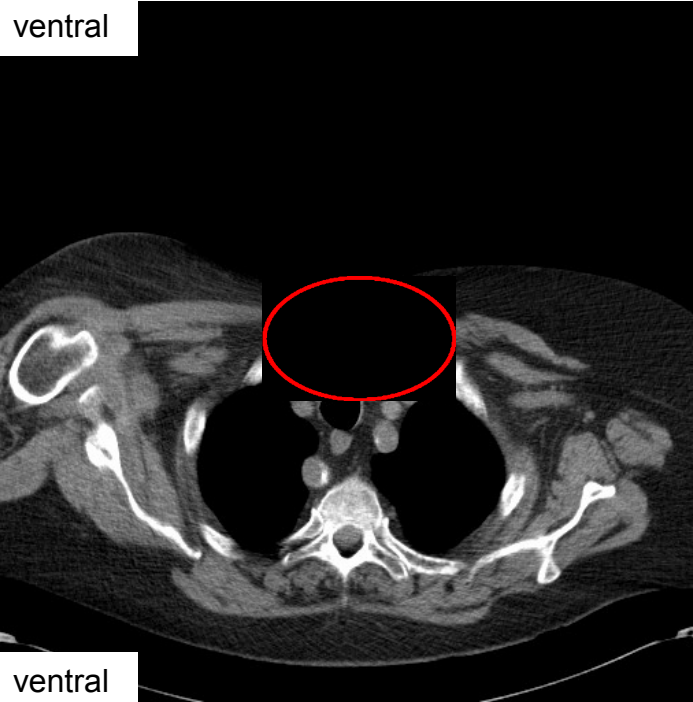


Abb. 31: Nach 9 Monaten, Knochenspalt „enger“

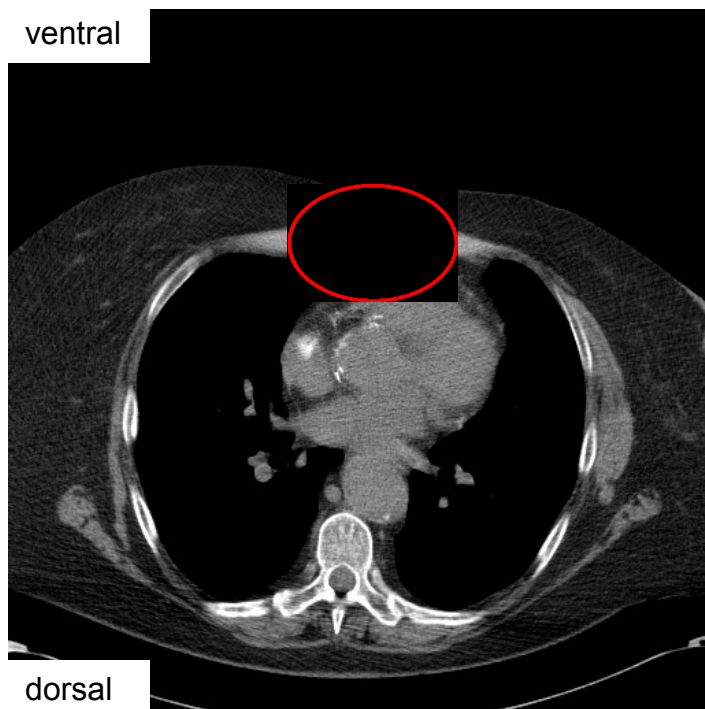


Abb. 32: Nach 9 Monaten, Knochenspalt verschlossen

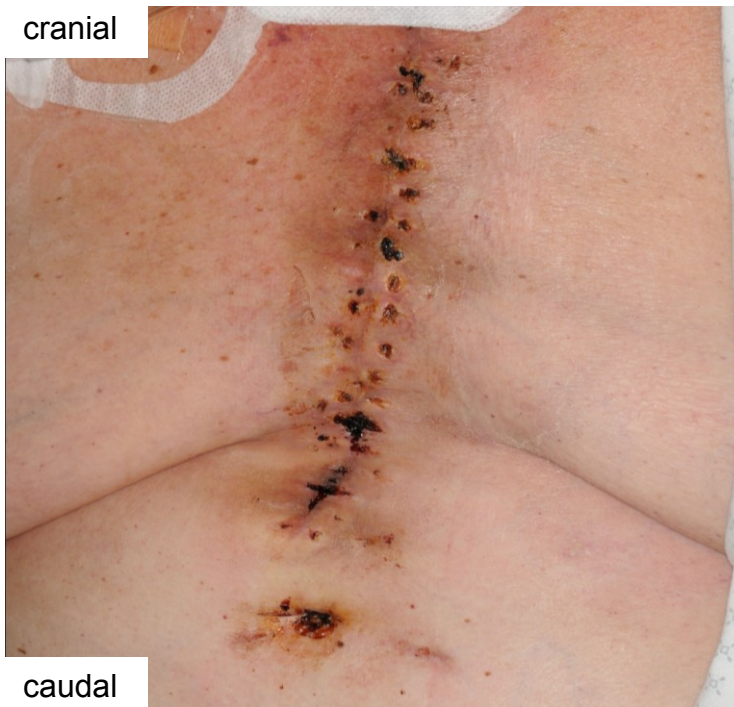


Abb. 33: Wunde der Patientin am Tag der Entlassung

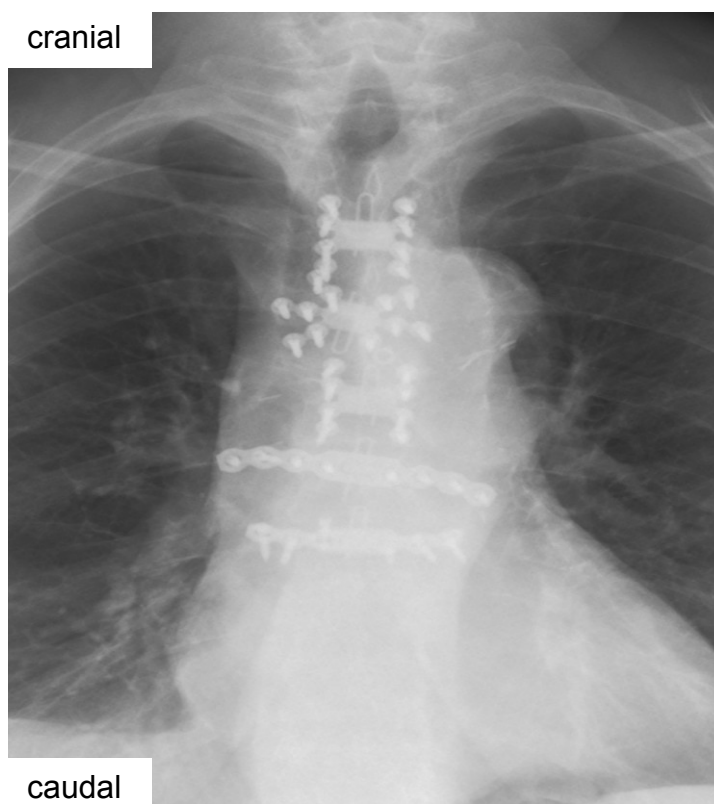
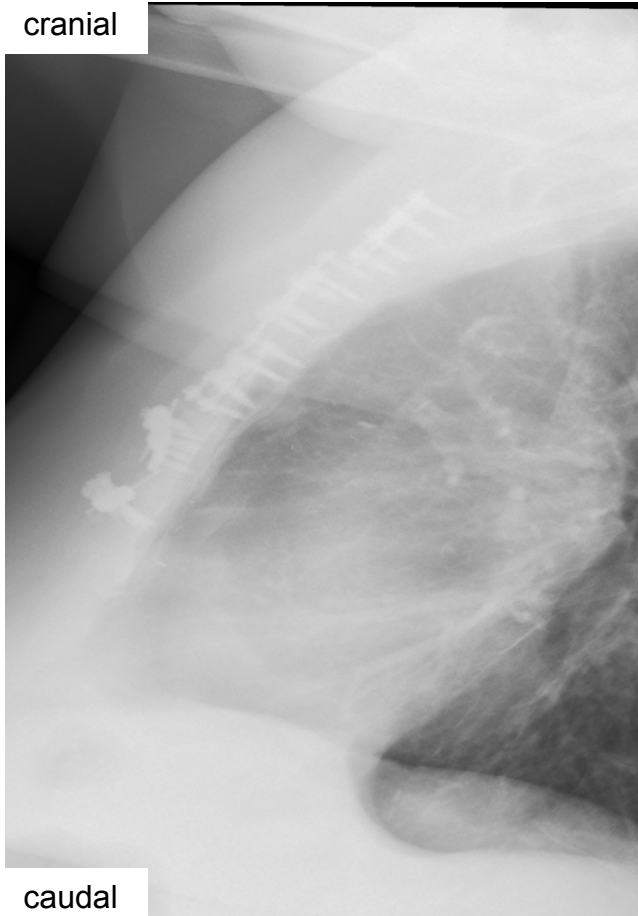


Abb. 34: Post-Op Thorax-Röntgen, ap Aufnahme

cranial



caudal

Abb. 35: Post-Op Thorax-Röntgen, seitliche Aufnahme

4. Diskussion

Die mediane Sternotomie ist der meist genutzte Zugangsweg bei herzchirurgischen Operationen. Der Thorax ist mit dieser Methode schnell eröffnet und es bietet sich dem Chirurgen ein guter Überblick auf das Herz und die großen Gefäße. Nach vollbrachter Operation wird das Sternum normalerweise mit Cerclagen verschlossen und in den meisten Fällen kommt es zu einer Abheilung der Sternotomiewunde ohne Komplikationen. Mit einer geringen Inzidenz kann aber auch eine Sternumdehiszenz auftreten. Es ist eine sehr schwerwiegende Komplikation nach einer medianen Sternotomie und kann zu einer Mediastinitis führen, die diffizil zu behandeln ist. Sie bringt einen verlängerten Krankenhausaufenthalt mit sich und kann im schlimmsten Fall auch zum Tod führen. Im Falle einer DSWI gibt es zahlreiche unterschiedliche Behandlungsschemata wie z.B. die VAC-Therapie, Verdrahtung nach Robiscek, Saug-Spültherapie oder Lappenplastik kombiniert mit einer spezifischen Antibiotikatherapie. Mit Hilfe der VAC-Therapie konnte man in der vergangenen Zeit große Erfolge in der Behandlung von Wundverschlüssen erzielen.

Bei unserem Patientenkollektiv wurde eine VAC-Therapie bei 4 Personen angewendet und sehr gut vertragen.

Eine Lappenplastik vom M. pectoralis oder ein Omentumhochzug können eine geeignete Therapie zum Verschluss einer sternalen Wunde sein.

Bei zwei unserer Patienten wurde eine Lappendeckung eingesetzt. Es bietet eine gute Möglichkeit einen Wundverschluss durchzuführen, bedeutet aber einen größeren chirurgischen Eingriff und wird nur relativ selten angewendet.

Trotz zahlreicher Vorteile können diese Manöver nicht bei allen Patienten eingesetzt werden. Bei brüchigen Knochen wie sie bei einer Osteoporose oder einem Sternum mit multiplen Frakturen vorkommen, ist es wichtig, eine Stabilität des Thorax so schnell wie möglich wieder herzustellen. Damit kann die Lebensqualität des Patienten verbessert werden, es besteht ein geringerer Bedarf an Schmerzmitteln und der Patient kann früher extubiert werden [53].

Beschwerden im Bereich des Sternums und auftretende Schmerzen müssen nicht immer unmittelbar nach der Operation auftreten. Wie in dieser Arbeit zu sehen ist,

können bei Patienten rund um das Operationsgebiet auch nach mehreren Jahren Probleme auftreten. Bei einem unserer Patienten wurde eine osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten der Firma Synthes® erst über drei Jahren nach dem primären herzchirurgischen Eingriffes vorgenommen. Der Patient zeigte im Thoraxröntgen gebrochene Drahtcerclagen sowie einzelne lose Cerclagenstücke. Bei der Operation präsentierte sich das Sternum auf seiner gesamten Länge auf einer Breite von 2 cm dehiszent und zum Teil vernarbt. Das Sternum war zu diesem Zeitpunkt instabil und der Patient klagte über starke thorakale Schmerzen. Eine neuerliche Verdrahtung würde hierbei keine geeignete Therapie darstellen. Auch im Falle einer Behandlung mit einer Muskellappenplastik ist es sinnvoll die sternalen Enden zusammenzufügen und so die Spannung vom Lappen zu nehmen und die Heilung zu beschleunigen.

In zahlreichen in vitro und tierexperimentellen Studien wurde die erhaltene Stabilität zwischen einer Verdrahtung und einer Verplattung verglichen. Hierbei zeigte sich die Überlegenheit der Verplattung gegenüber einer herkömmlichen Verdrahtung [54].

In unseren Operationen zeigte sich eine sehr gute Stabilisierung des Sternums mit Titanplatten, speziell bei multiplen Frakturen des Sternums.

Zu Beginn der OP wird versucht, den Thorax vor weiteren Verletzungen zu schützen und die beiden Thoraxhälften so behutsam wie möglich zusammenzufügen, um die Platten in weiterer Folge befestigen zu können. Bei unseren Patienten wurden für das Zusammenfügen der Thoraxhälften Stahldrähte verwendet und bei der Platzierung der Zangen wurde darauf geachtet, nicht weiteres Gewebe zu verletzen.

Als eine weitere Maßnahme der Schonung und um nicht zusätzliche Teile des Knochens zu beschädigen, hat man versucht mit so wenig Schrauben wie möglich auszukommen.

Bei den Patienten in unserer Studie wurden eine longitudinale und eine transversale Platzierung von Titanplatten angewendet. Auf alle 22 Patienten abgestimmt wurde eine Kombination von diesen beiden Plattenformen für einen primären und sekundären Wundverschluss verwendet.

Cicilloni et al [53] berichteten bei der Behandlung eines Patientenkollektives von 50 Probanden von einer nötigen Entfernung der transversalen Platten in 8% der Fälle.

Voss et al [43] präsentierten in ihrer Studie von 2008, dass bei einem Patientenkollektiv mit der Anzahl von 15 Probanden mit instabilem Sternum, bei der Hälfte der Patienten mit eingebauten transversalen Platten diese auf Grund von persistierenden Schmerzen wieder entfernt werden mussten. Ihrer Meinung nach sollten die transversalen Platten, die zum Einsatz kommen, so kurz wie möglich gewählt werden, um eine mögliche Lockerung von lateralen Schrauben in der Langzeitanwendung bei Bewegungen zu vermeiden.

Es ist allerdings sehr wichtig und wird aus diesem Grund hier nochmals erwähnt, dass die Wunde zum Zeitpunkt des Verschlusses keimfrei ist. Das bedeutet, dass mindestens drei sterile Abstriche von der Wunde im Vorfeld genommen worden sind. Eine DSWI muss bereits im Vorfeld durch eine durchgeführte Therapie (Debridement, Saug-Spülsystem, Lappendeckung, VAC-Therapie und einer aggressiven postoperativen antibiotischen Abdeckung) abgeklungen sein.

Bei unserem Patientenkollektiv mussten bei zwei Probanden die sternalen Platten wieder entfernt werden. Bei dem ersten Patienten (Patient primär auswärts operiert und verplattet) handelte es sich um den Verdacht eines septischen Sternums und die Platten wurden entfernt. Im Fall des zweiten Patienten musste die unterste Längsplatte auf Grund von anhaltenden Schmerzen nach zwei Monaten wieder ausgebaut werden. Im Rahmen dieser Operation wurden auch die Schrauben gegen kürzere ausgetauscht.

Ein wichtiger Aspekt beim Einbau einer Platte aus Titan stellt auch die Möglichkeit einer raschen Resternotomie dar. Mit Hilfe eines Emergency-Öffnungsstifts könnte man einen schnellen Zugang zum Thorax erlangen und es erfordert keine langwierige Entfernung aller Schrauben. Diese Innovation bietet mehr Sicherheit im Notfall.

Ein Auftreten von einem Serom wurde bei Cicilloni et al [43] bei 5 Patienten (10%) berichtet. Hugo NE et al [55] legten in ihrer Studie eine der höchsten

Serombildungen von (24%) bei einem Kollektiv von 74 Patienten fest. Sie behandelten ihre Patienten zuvor nur mit einem Muskellappen. Hiermit wird ein Hohlraum unter dem M. pectoralis gebildet, der die Entstehung eines Seroms begünstigt.

Bei unseren Patienten wurden keine Serome diagnostiziert.

Die Behandlung mit osteosynthetischen Platten hat aber auch ihre Risiken in der Anwendung. Mittels eines Messgerätes muss die Dicke beginnend vom Manubrium bis zum Xiphoid bestimmt werden, um so die Länge der selbstbohrenden oder selbstschneidenden Schrauben für die Fixierung der Titanplatten zu wählen. Speziell bei Platten, die transversal befestigt werden, ist es schwierig die Dicke der Rippen zu bestimmen. Es ist eine heikle Angelegenheit, wenn man bedenkt, dass einerseits, falls die Schrauben zu kurz gewählt werden, die Platten nicht lange halten werden und andererseits, sollten die Schrauben zu lange sein, ihre Spitze eine lebensbedrohende Blutung am Herzen und an den Gefäßen dieser Region (A. mammaria interna, V. mammaria interna und intercostale Gefäße) oder Verletzungen im Mediastinum und Pleuraraum indizieren können. Der Einbau von horizontalen Platten hat den Vorteil unter visueller und digitaler Kontrolle arbeiten zu können.

Aus diesem Grund ist es dringend erforderlich, die Messung der Dicke des Sternums genauestens vorzunehmen und auch nach dem operativen Eingriff eine Kontrollaufnahme vom Thorax zu machen, um Verletzungen und Blutungen in diesem Bereich ausschließen zu können. Eine Überlegung wäre es auch vor jeder OP eine CT Aufnahme des Thorax zu machen und bereits im Vorfeld die Dicke des Sternums und der Rippen auszumessen wie es Fawzy et al [56] in ihrer Studie zeigten. Mit der Bestimmung dieser Maße vor der Operation und einer zusätzlichen Messung der Dicke bei der Operation kann die Länge der Schrauben, die für die Fixierung der Platten nötig sind, genauer bestimmt werden.

Im Rahmen unseres Patientenkollektivs kam es in einem Fall (4,5%) zu einer Nachblutung nach einer Verplattung des Sternums und der Patient musste erneut operiert werden, um eine Blutstillung zu erreichen.

Eine weitere Komplikation stellte das Auftreten einer Fistelbildung bei einem unserer Patienten (4,5%) dar. Sie wurde in einer Operation übernäht.

Die Technik dieses Systems ist effizient und wird in der Unfallchirurgie schon seit vielen Jahren eingesetzt. Trotz dieser hervorragenden Resultate findet sich im klinischen Gebrauch bei Patienten der Herzchirurgie nur selten die Anwendung von osteosynthetischen Platten. Es muss eine strenge Indikationsstellung getroffen werden, um eine Wirtschaftlichkeit der Methode auch für die jeweilige Krankenanstalt sichern zu können.

Als Limitation dieser Studie ist ihre kleine Patientenzahl von 22 Personen anzuführen.

Die Resultate unserer Studie zeigten, dass sich die Therapie einer osteosynthetischen Rekonstruktion mit Titanplatten sehr gut eignet, um das Sternum nach einer medianen Sternotomie zu stabilisieren. Mit diesem System konnten wir eine 100% Stabilisierung des Thorax bei unseren Patienten erreichen. Diese Technik sollte speziell bei Patienten mit schwierigen Bedingungen, wie bei einem mehrfach frakturierten Sternum, Patienten mit Osteoporose und zum Sekundärverschluss bei Patienten nach einer DSWI angewendet werden.

Es müssen in Zukunft noch weitere prospektive Studien durchgeführt werden, um genauere Parameter für Indikation und Komplikationen von sternalen Verplattungen zu finden.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Milton H. Mediastinal surgery. *Lancet* 1897;1;872-5.
- [2] Julian OC, Lopez-Belio M, Dye WS, Javid H, Grove WJ. The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation; a general evaluation of its use in heart surgery. 1957 Oct;42(4):753-61.
- [3] Dudley H, Carter D. *Rob & Smith's operative surgery*. 4th ed. Butterworths; 1986. p. 17-31.
- [4] Tscheliessnigg KH, Uranüs S, Pierer G. *Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Chirurgie*. 3 Auflage. Wien: Wilhelm Maudrich; 2005. p. 177.
- [5] Bruch HP, Trentz O. *Berchold: Chirurgie*. 4 Auflage; München: Urban & Fischer; 2001. p. 754.
- [6] Leaper D, Whitaker I. *Post-operative complications. Oxford specialist handbooks*. 2nd ed. Oxford: New York; 2010:269.
- [7] Sharma M, Berriel-Cass D, Baran J Jr. Sternal surgical-site infection following coronary artery bypass graft: prevalence, microbiology, and complications during a 42-month period. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004;25:468-471.
- [8] Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control* 1999;27:97-132.
- [9] Poncelet AJ, Lengele B, Delaere B, Zech F, Glineur D, Funken JC, et al. Algorithm for primary closure in sternal wound infection: A single institution 10-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33:232-38.

- [10] El Oakley RM, Wright JE. Postoperative mediastinitis: classification and management. *Ann Thorac Surg* 1996;61 (3):1030-1036.
- [11] Kasper DL, Braunwald E, Hauser S, Longo D, Jameson JL, Fauci AS. *Harrison's-principles of internal medicine*. 16th ed. New York; 1998.
- [12] Hirner A, Weise K. *Chirurgie: Schnitt für Schnitt*. Georg Thieme Verlag; 2004. p. 674.
- [13] Classen, Diehl, Kochsiek. *Innere Medizin*, 6 Auflage, Urban & Fischer; 2009. p. 366.
- [14] Sybrecht GW. Pneumologie, Intensivmedizin. In: *Thiemes Innere Medizin: TIM*. Stuttgart: Thieme Verlag; 1999. p. 1540-1542.
- [15] Kappstein I, Schulgen G, Fraedrich G, Schlosser V, Schumacher M, Daschner FD. Added hospital stay due to wound infections following cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 1992;40:148-51.
- [16] Demmy TL, Park SB, Liebler GA, et al. Recent experience with major sternal wound complications. *Ann Thorac Surg* 1990;49:458–62.
- [17] Grossi EA, Culliford AT, Krieger KH, et al. A survey of 77 major infectious complications of median sternotomy: a review of 7,949 consecutive operative procedures. *Ann Thorac Surg* 1985;40:214–23.
- [18] El Oakley M, Wright E. Postoperative Mediastinitis: Classification and Management. *Ann thorac Surg* 1996;61:1030-1036.
- [19] Sjögren J, Malmsjö M, Gustafsson R, Ingemansson R. Poststernotomy mediastinitis: a review of conventional surgical treatments, vacuum-assisted closure therapy and presentation of the Lund University Hospital mediastinitis algorithm. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 30 (2006) 898—905.

- [20] Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:352—60.
- [21] Lola et al. Are there independent predisposing factors for postoperative infections following open heart surgery?. *Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2011, 6:151.
- [22] Agarwal JP, Oglivie M, Wu LC, Lohmann RF, Gottlieb LJ, Franczyk M, et al. Vacuum-assisted closure for sternal wounds: a first line therapeutic management approach *Plastic and Reconstr Surg* 2005, 116(4), 1035-1041.
- [23] Doss M, Martens S, Wood JP, Wolff JD, Baier C, Moritz A. Vacuum-assisted suction drainage versus conventional treatment in the management of poststernotomy osteomyelitis. *Europ Journal of Cardiothoracic Surg* 2002, 22(6), 934-8.
- [24] Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997;38:563—76.
- [25] Damiani G, Pinnarelli L, Sommella L, Tocco MP, Marvulli M, Magrini P, et al. Vacuum-assisted closure therapy for patients with infected sternal wounds: A meta-analysis of current evidence. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2011;64:1119-1123.
- [26] Mouës CM, van dem Bemd GJ, Heule F, Hovius SE. Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60:672-81.
- [27] Wackenfors A, Sjögren J, Gustafsson R, Algotsson L, Ingemansson R, Malmsjö M. Effects of vacuum-assisted closure therapy on inguinal wound edge microvascular blood flow. *Wound Repair Regen* 2004;12:600—6.

- [28] Wackenfors A, Gustafsson R, Sjögren J, Algotsson L, Ingemansson R, Malmsjö M. Blood flow responses in the peristernal thoracic wall during vacuum-assisted closure therapy. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1724—30.
- [29] Miller Q, Bird E, Bird K, Meschter C, Moulton MJ. Effect of subatmospheric pressure on the acute healing wound. *Curr Surg* 2004;61:205-8.
- [30] Schimmer C, Sommer SP, Bensch M, Bohrer T, Aleksic I, Leyh R. Sternal closure techniques and postoperative sternal wound complications in elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34(1):132-8.
- [31] Sutherland RD, Martinez HE, Guynes WA. A rapid, secure method of sternal closure. *Cardiovasc Dis* 1981;8(1):54-55.
- [32] Robicsek F, Fokin A, Cook J, Bhatia D. Sternal Instability after Midline Sternotomy. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;48(1):1-8.
- [33] Kirschnick O. *Pflegetechniken von A-Z*. 4 Auflage, Stuttgart: Thieme Verlag; 2010.
- [34] Kaye Al, Kaye Ad, Pahk B, McKenna M, Low D. Sternal Wound Reconstruction. *Ann Plast Surg* 2010;64:658-666.
- [35] Nguyen D, Aoki M, Hyakusoku H, Ogawa R. Chest Wall Reconstruction of Severe Mediastinitis With Intercostal Artery-Based Pedicled Vertical Rectus Abdominis Muscle Flap With Oblique-Designed Skin Pedicle. *Ann Plast Surg* 2011;67:269-271.
- [36] Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R. *Wadeyer: Anatomie des Menschen*. 17 Aufl. Walter de Gruyter; 2003: p. 691.
- [37] Danner B, Zenker D, Didilis N, Grossmann M, Stojanovic T, Seipelt R, et al. Transposition of Greater Omentum in Deep Sternal Wound Infection Caused by

Methicillin-Resistant Staphylococci, with Differing Clinical Course for MRSA and MRSE. *Thorac Cardiovasc Surg* 2011;59:21-24.

[38] Parissis H, Al-Alao B, Soo A, Orr D, Young V. Risk analysis and outcome of mediastinal wound and deep mediastinal wound infections with specific emphasis to omental transposition. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2011;6:111.

[39] Chittithavorn V, Rergkliang C, Chetpaophan A, Simapattanapong T. Single-stage omental flap transposition: modality of an effective treatment for deep sternal wound infection. *ICVTS* 2011;12:982-986.

[40] Kobayashi T, Mikamo A, Kurazumi H, Suzuki R, Shirasawa B, Hamano K. Secondary omental and pectoralis major double flap reconstruction following aggressive sternectomy for deep sternal wound infections after cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic Surg* 2011;6:56.

[41] Wingerden J, Lapid O, Boonstra P, Mol B. Muscle flaps or omental flap in the management of deep sternal wound infection. *ICVTS* 2011;13:179-188.

[42] Neaman K, Blount A, Kim J, Renucci J, Hooker R. Prophylactic sternal plating with pectoralis advancement flaps after sternotomy in patients with a history of chest irradiation. *ICVTS* 2011;12:355-359.

[43] Voss B, Bauernschmitt R, Will A, Krane M, Kröss R, Brockmann G, et al. Sternal reconstruction with titanium plates in complicated sternal dehiscence. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2008;34:139-145.

[44] Titanium sternal fixation system. For stable internal fixation of the sternum. Available at:
<http://www.synthes.com/MediaBin/US%20DATA/Product%20Support%20Materials/Technique%20Guides/CMF/MXTGSternalFixJ5743F.pdf>
Accessed July 7, 2012.

[45] Povacz F. *Geschichte der Unfallchirurgie*. 2 Aufl. Springer Verlag; 2007.

[46] Synthes international. 1958-1960.

Available at:

URL:<http://www.synthes.com/sites/intl/DE/Company/History/Pages/1958-1960.aspx> Accessed July 5, 2012

[47] Lundquist R, Dziegiel M, Ågren M. Bioactivity and stability of endogenous fibrogenic factors in platelet-rich fibrin. *Wound Rep Reg* 2008;17:356-363.

[48] Bahnot S, Alex J. Current Applications of Platelet Gels in Facial Plastic Surgery. *Facial Plastic Surgery* 2002;18(1):27-33.

[49] Soffer E, Ouhayoun J, Anagnostou F. Fibrin sealants and platelet preparations in bone and periodontal healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:521-8.

[50] Leitner G, Gruber R, Neumüller J, Wagner A, Kloimstein P, Höcker P, et al. Platelet content and growth factor release in platelet-rich plasma:a comparison of four different systems. *Vox Sanguinis* 2006;91:135-139.

[51] Su C, Kuo Y, Nieh H, Tseng Y, Burnouf T. Quantitative assessment of the kinetics of growth factors release from platelet gel. *Transfusion* 2008;48:2414-2420.

[52] Bruch H-P, Trentz O. Berchtold: Chirurgie. 4Auflage; München: Urban & Fischer; 2001. p. 198-200.

[53] Cicilioni OJ Jr, Stieg FH 3rd, Papanicolaou G. Sternal wound reconstruction with transverse plate fixation. *Plast Reconstr Surg* 2005;115(5):1297-303.

[54] Pai S, Gunja N, Dupak E, McMahon N, Roth T, Lalikos J, et al. In Vitro Comparison of Wire and Plate Fixation for Midline Sternotomies. *Ann Thorac Surg* 2005;80:962-8.

[55] Hugo NE, Sultan MR, Scherman JA, Patsis MC, Smith CR, Rose EA. Singlestage management of 74 consecutive sternal wound complications with pectoralis major myocutaneous advancement flaps. *Plast Reconstr Surg* 1994;93:1433-41.

[56] Fawzy H, Osei-Tutu K, Errett L, Latter D, Bonneau D, Musgrave M, et al. Sternal plate fixation for sternal wound reconstruction: initial experience (retrospective study). *J Cardiothorac Surg* 2011;6:63.



Anhang –Projektplan

<p>(Arbeits-)Titel</p> <p><i>Das Thema der Diplomarbeit/Dissertation ist einem der im Curriculum festgelegten Prüfungsfächer zu entnehmen.</i></p>	<p>Osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten bei komplizierter Sternumdehiszenz nach herzchirurgischen Eingriffen</p>
<p>Untertitel (optional)</p>	<p>Follow-up Erstellung, Evaluation und Interpretation der chirurgischen Ergebnisse nach osteosynthetischer Rekonstruktion mit Titanplatten bei komplizierter Sternumdehiszenz nach herzchirurgischen Eingriffen. Wie weit könnte diese neue Technik herkömmliche plastische Rekonstruktionsverfahren (Muskellappenverlagerung, Omentum majus Hochzug) ablösen, wo liegen die Vor-, wo die Nachteile?</p>
<p>Konzept erstellt von:</p> <p>Matrikelnummer:</p> <p>Studienkennzahl:</p> <p>Datum:</p>	<p>Astrid Gruber</p> <p>0111440</p> <p>O 202</p> <p>29.02.2012</p>
<p>Betreuer/in:</p> <p>Institut/Klinik:</p> <p>Zweite/r Betreuer/in:</p> <p>MitarbeiterInnen:</p>	<p>Ao.Univ.Prof. Dr. med. univ. Igor Knez</p> <p>Klinischen Abteilung für Herzchirurgie, Universitätsklinik für Chirurgie, Auenbruggerplatz 29, A-8036 Graz</p> <p>Univ.Ass.Dr. Katharina Meszaros</p> <p>Klinischen Abteilung für Herzchirurgie, Universitätsklinik für Chirurgie, Auenbruggerplatz 29, A-8036 Graz , derzeit USZ Bern</p>
<p>Kernfrage und Zielsetzung</p> <p><i>Wie lautet die Fragestellung?</i></p> <p><i>Warum ist diese Frage von Bedeutung?</i></p> <p><i>Welche Ergebnisse sind im Wesentlichen zu erwarten?</i></p> <p><i>Worin besteht der theoretische Kern der Arbeit?</i></p> <p>Sind die Forschungsfrage und die mit dem Projekt angestrebte Zielsetzung für Männer und Frauen gleichermaßen bedeutsam? Detaillierte Angaben!</p>	<p>Die mediane Sternotomie mit ihrer weiten anatomischen Zugangsmöglichkeit zum Herzen war seit Beginn der modernen Herzchirurgie mit der Herz-Lungen-Maschine der „goldene chirurgische Zugangsweg“ für herzchirurgische Operationen. Der Verschluss der medianen Sternotomie wird gewöhnlich in den meisten Fällen mit Drähten aus chirurgischem Stahl durchgeführt – eine einfache und in der täglichen Praxis tausende von Malen reproduzierbare Technik. Die sternale Dehiszenz mit oder ohne Infektion ist aber eine der häufigsten negativen Variablen in Bezug auf Mortalität und Morbidität bei herzchirurgischen Eingriffen im Erwachsenenalter mit einer Inzidenz zwischen 0,5 % und 5 % des Krankengutes. Das Risiko von Sternumkomplikationen wird erhöht</p>

durch Variablen wie Adipositas, Osteoporose, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, aber auch durch jene Faktoren, die im Allgemeinen zu Wundheilungsstörungen bei chirurgischen Eingriffen führen, wie z. B. Diabetes, chronische Applikation von Cortikosteroiden usw. Zusätzlich zu diesen individuellen patientenbezogenen Faktoren spielen operative Details eine gewichtige Rolle. Technische Fehler während der Sternotomie oder während des Sternumverschlusses, Probleme in der Sterilität im Operationsraum, bilaterale Präparationen von Mammariae Internae, prolongierte OP-Zeiten können zu Wundinfektionen mit oder ohne Bezug zu postoperativen Sternumproblemen führen. Postoperativ sind auch Faktoren wie verlängerte Beatmungszeit, symptomatisches transsistorisches psychotisches Syndrom oder eine mechanische kardiopulmonale Reanimation als Risikofaktoren für Sternumkomplikation angeführt worden. Als Folge von poststernotomischen Komplikationen ist die Länge der Hospitalisation drastisch erhöht. Wie bereits erwähnt, die Mortalität und Morbidität der Patienten steigt an, was wiederum in einer deutlichen Erhöhung der Krankenhausaufenthaltskosten resultiert. Normalerweise können sternale Reoperationen mit traditionellen chirurgischen Wundbehandlungstechniken (Antibiose, Wunddebridement und einfachem Recerklieren) behandelt werden. Aber gerade bei diesen schwierigen Patientenfällen, wo die Wundqualität als sehr schlecht zu bezeichnen ist und multiple, vor allem transversale Sternumfrakturen zu einer hohen Instabilität führen, kommt es zu einer sehr schlechten Wundheilung. Deswegen gibt es in der letzten Zeit den Versuch, Prinzipien von rigiden Platten und Osteosyntheseschrauben mit der Erfahrung aus der Cranio maxillo facialen und orthopädischen Chirurgie für Techniken der Sternumrefixation einzusetzen.

Der theoretische Kern dieser Arbeit liegt also darin, über unsere eigenen chirurgischen Erfahrungen mit einem rigiden Sternumfixationssystem und dem Gebrauch von verschiedenen longitudinalen aber auch fächerförmigen und sternförmigen Titanplatten im Einsatz des Managements von komplizierten Sternumdehiszenzen nach medianer Sternotomie zu berichten. Gleichzeitig berichten wir über den erstmaligen Einsatz von autologem plättchenangereicherten Biokleber als Versuch die Neo-Osteogenese zu verstärken.

In der exakten Fragestellung sind das Wundheilungsspektrum entsprechend erstellter Normen, die Stabilität des Sternums und des Thorax, sowie mögliche unerwartete Folgen zu beantworten und zu diskutieren. Diese Antworten sind umso wichtiger, als durch den Einsatz dieses neuen Konzeptes die frühere Methode der Wahl mit plastischen Muskellappen und Omentum majus-Plastiken, welche in weiterer Folge zwar zu einer Wundheilung, aber auch gleichzeitig zu einer totalen Instabilität des Thorax

und zu einer deutlich reduzierten Lebensqualität des Patienten führen, zu beantworten. Im Langzeitverlauf geben bei einem Sternumdefekt die meisten Patienten Beschwerden mit chronischem Schmerz aufgrund klinischer Separation an. Allgemein wird in der orthopädischen Literatur angenommen, dass eine limitierte relative Bewegung zwischen gebrochenen Knochensegmenten, d. h. Knochensegmente, welche durch eine Metalosteosynthese verbunden sind, von großem Vorteil für eine schnelle Knochenheilungszeit als Voraussetzung gelten. Es gibt jedoch bis dato keine randomisierten klinischen Studien, welche jegliche der bisherigen Lehrmeinungen der Sternumrekonstruktion bestätigen oder aber anzweifeln würden.

Die in der Forschungsfrage angestrebte Zielsetzung ist gleichermaßen für Frauen und Männer bedeutsam.

Literatur:

- 1: Fawzy H, Osei-Tutu K, Errett L, Latter D, Bonneau D, Musgrave M, Mahoney J. Sternal plate fixation for sternal wound reconstruction: initial experience (retrospective study). *J Cardiothorac Surg.* 2011 Apr 29;6:63.
- 2: Sahin MA, Doganci S, Guler A. Repair of sternal dehiscence with titanium mesh plates: the sandwich technique. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 Feb;59(1):49-50.
- 3: Plass A, Emmert MY, Pils M, Salzberg SP, Genoni M, Falk V, Grunenfelder J. Sternal plate closure: indications, surgical procedure and follow-up. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 Feb;59(1):30-3. Epub 2011 Jan 17.
- 4: Baillet R, Dumont E, Voisine P. Sternal reentry in a patient with previous deep sternal wound infection managed with horizontal titanium plate fixation. *J Cardiothorac Surg.* 2010 Jul 22;5:56.
- 5: Rocco G, Fazioli F, La Manna C, La Rocca A, Mori S, Palaia R, Martucci N, Salvi R. Omental flap and titanium plates provide structural stability and protection of the mediastinum after extensive sternocostal resection. *Ann Thorac Surg.* 2010 Jul;90(1):e14-6.
- 6: Costache V, Gaudreau G, Houde C, Rodière M, Hacini R, Blin D, Chavanon O. [The association of VAC® therapy, titanium plates osteosynthesis and bilateral pectoral muscle flaps in the management of postoperative mediastinitis in an obese and diabetic patient]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2010 Dec;55(6):597-602. Epub 2009 Nov 25. French.
- 7: Gaudreau G, Costache V, Houde C, Cloutier D, Montalin L, Voisine P,

	<p>Baillet R. Recurrent sternal infection following treatment with negative pressure wound therapy and titanium transverse plate fixation. Eur J Cardiothorac Surg. 2010 Apr;37(4):888-92.</p> <p>8: Hamad AM, Marulli G, Bulf R, Rea F. Titanium plates support for chest wall reconstruction with Gore-Tex dual mesh after sternochondral resection. Eur J Cardiothorac Surg. 2009 Oct;36(4):779-80.</p> <p>9: Huh J, Bakaeen F, Chu D, Wall MJ Jr. Transverse sternal plating in secondary sternal reconstruction. J Thorac Cardiovasc Surg. 2008 Dec;136(6):1476-80. Epub 2008 Aug 15.</p> <p>10: López Almodóvar LF, Bustos G, Lima P, Cañas A, Paredes I, Buendía JA. Transverse plate fixation of sternum: a new sternal-sparing technique. Ann Thorac Surg. 2008 Sep;86(3):1016-7.</p> <p>11: Voss B, Bauernschmitt R, Will A, Krane M, Kröss R, Brockmann G, Libera P, Lange R. Sternal reconstruction with titanium plates in complicated sternal dehiscence. Eur J Cardiothorac Surg. 2008 Jul;34(1):139-45. Epub 2008 May 1.</p> <p>12: Plass A, Grünenfelder J, Reuthebuch O, Vachenaue R, Gauer JM, Zünd G, Genoni M. New transverse plate fixation system for complicated sternal wound infection after median sternotomy. Ann Thorac Surg. 2007 Mar;83(3):1210-2.</p>
<p>Kurzbeschreibung (max. 20 Zeilen)</p> <p><i>Worin besteht der Neuigkeitswert?</i></p> <p>Siehe auch unter Dokumente und Links: „Erläuternde Bemerkungen“</p>	<p>Eine Dehiszenz des Sternums tritt gelegentlich nach herzchirurgischen Eingriffen auf. Sie kann zu verlängerten Krankenhausaufenthalten oder zu einer sehr schweren Komplikationen wie der poststernotomie Mediastinitis führen.</p> <p>Die Inzidenz ist mit 1-3% relativ niedrig. Allerdings ist diese Komplikation mit einer signifikant erhöhten Mortalitätsrate von 10-25% verbunden.</p> <p>Es gibt zahlreiche unterschiedliche Behandlungsmöglichkeiten, die man bei Auftreten einer sternalen Dehiszenz einleiten kann. Eine Möglichkeit der Behandlung ist eine chirurgische Revision und ein Verschluss mittels eines Muskellappens. Ein anderer Behandlungsschritt ist die Anwendung eines Vacuum-assisted closure (VAC) -Systems. Die Versorgung des Sternums mit Hilfe von Platten aus Titan stellt eine neue Behandlungsart dar, die in der Unfallchirurgie bereits länger eingesetzt wird.</p> <p>Die Behandlung sieht eine Durchführung eines Debridements und antibiotischen Versorgung vor, bevor die Titanplatten befestigt werden. Sie verleihen dem Thorax vor allem wieder die erforderliche Stabilität.</p>
<p>Methodenwahl</p> <p><i>Welche Methoden stehen zur Beantwortung der Frage zur Verfügung? Wieso wählen Sie genau diese Methode?</i></p>	<p>Ambulante Follow-Up Untersuchungen, makroskopische Beurteilung der Wundverhältnisse, Thoraxröntgen a.p. und seitlich, Thorax-CT. Statistik und Präsentation entsprechend der international gültigen Guidelines. Ethikkommissionsantrag im Laufen.</p>

<p>Datenerhebung</p> <p><i>Werden aufgrund der oben genannten Methodenwahl medizinische Daten benötigt? Wenn ja, welche?</i></p> <p>Bitte beachten Sie, dass eine Weitergabe der Daten an projektfremde Personen gemäß Datenschutzgesetz nicht zulässig ist.</p>	<p>Benötigte medizinische Daten werden ausschliesslich aus dem MEDOCS erhoben.</p>
<p>Zeitplan (grob strukturiert)</p> <p><i>Wann wird mit der Arbeit begonnen? Wann ist voraussichtlich mit der Beendigung der Arbeit zu rechnen? Welche formalen Schritte sind für die Umsetzung der Diplomarbeit/Dissertation notwendig?</i></p>	<p>Februar-März 2012: Datenerhebung, Ethikkommissionsbewilligung, Diskussion und Formatierung der bereits bestehenden OP-Filme zu Lehrfilmen, Arbeit im Netz</p> <p>April-Mai 2012: Schriftliches Verfassen der Arbeit</p> <p>Juni 2012: Korrektur und inhaltlich-formale Diskussion, Reinschrift, Abgabe, Beurteilung</p>
<p>Benötigte Ressourcen</p> <p><i>Werden Geld- oder Sachmittel von Einrichtungen der MUG benötigt? Die Vergabe ist nur zulässig, wenn die Leiterin/der Leiter dieser Einrichtung über die beabsichtigte Vergabe informiert wurde und diese nicht binnen eines Monats untersagt hat.</i></p>	<p>Keine weiteren Ressourcen, Geld oder Sachmittel von Einrichtungen der MUG werden benötigt.</p>

Anhang - Ethikkommission

Ethikkommission



Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz
ethikkommission@medunigraz.at
Tel.: +43 / 316 / 385-13928, Fax: -14348

VOTUM

gültig bis 26.03.2013

EK-Nummer: 24-291 ex 11/12
Studientitel: Osteosynthetische Rekonstruktion mit Titanplatten bei komplizierter Sternumdehiszenz nach herzchirurgischen Eingriffen - Eine retrospektive Studie an ca.25 PatientInnen
Prüfer: Prof.Dr. I. Knez
Univ.Klinik für Chirurgie
Sponsor: *) Med. Uni Graz
Ansprechpartner: cand.med. Astrid Gruber, 8072 Mellach, Enzelsdorfer Straße 75
CRO: -

*) Antragsteller

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 26.03.2012 behandelt. Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben: keine

Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

Dokumente eingegangen am 14.03.2012, begutachtet im 'expedited Review' am 26.03.2012

✓ Cover Letter	13.03.2012
✓ Antragsformular	13.03.2012
✓ Originalprotokoll	29.02.2012

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung nach AMG bzw. MPG handelt.

Es handelt sich um eine Studie im Rahmen einer Diplomarbeit.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen
- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen
- Mutmaßliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)
- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

EK-Nummer: 24-291 ex 11/12

Votum

Seite 1 von 2

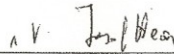
Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz. www.medunigraz.at
Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Universitätsgesetz 2002. Information: Mitteilungsblatt der Universität und www.medunigraz.at. DVR-Nr. 210 9494.
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BLZ 12000 Konto-Nr. 500 948 400 04, Raiffeisen Landesbank Steiermark BLZ 36000 Konto-Nr. 49510.

Dieses Votum gilt für ein Jahr ab dem Datum der Ausstellung. Bei längerer Studiendauer ist rechtzeitig vor Ablauf der Gültigkeit des Votums ein Zwischenbericht vorzulegen (Berichtsformular), um eine etwaige Verlängerung zu erlangen.

Graz, 26. März 2012



Univ.Prof.DI Dr.Peter H. Rehak
Vorsitzender



Univ.Prof.DDr.Hans-Peter Kapfhammer
Stv. Vorsitzender

Achtung: Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!

EK-Nummer: 24-291 ex 11/12

Votum

Seite 2 von 2

Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz. www.medunigraz.at

Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Universitätsgesetz 2002. Information: Mitteilungsblatt der Universität und www.medunigraz.at. DVR-Nr. 210 9494.
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BLZ 12000 Konto-Nr. 500 948 400 04, Raiffeisen Landesbank Steiermark BLZ 38000 Konto-Nr. 49510.

Anhang – Curriculum Vitae

ANGABEN ZUR PERSON

Name Astrid Anna Gruber
E-Mail astridgruber33@hotmail.com
Staatsangehörigkeit Österreich

SCHUL - UND BERUFSAUSBILDUNG

Datum 2002 – 2012
Institution **Medizinische Universität Graz, Humanmedizin**
Abschluss Doktorat, ISCED 6

Abschluss des 3. Studienabschnittes Juli 2012

Praktikum im 6. Studienjahr:

- 2011 Univ. Klinik Passau - Klinische Abteilung für Allgemein-, Visceral-, Thorax-, Gefäß- u. Kinderchirurgie
- 2011 UniversitätsSpital Zürich - Klinische Abteilung für Innere Medizin
- 2011 LKH Graz, Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde – Klinische Abteilung für allgemeine Pädiatrie
- 2011 Lehrpraxis für Allgemeinmedizin Dr. Elke Suetter

16 Wochen Pflichtfamulatur:

- 2010 Universitätsklinik Graz, Klinische Abteilung für Radiologie 3 Wochen
- 2009 Auslandsfamulatur China/ Shanghai: Innere Medizin 2 Wochen, Neurochirurgie 2 Wochen
- 2008 Universitätsklinik Graz, Klinische Abteilung für Gefäßchirurgie 2 Wochen
- 2007 Auslandsfamulatur Nepal/ Pokhara: Innere Medizin 2 Wochen, Chirurgie 2 Wochen
- 2006 Universitätsklinik Graz, Klinische Abteilung für Neurochirurgie 3 Wochen

Datum	1999 – 2001
Institution	Oberstufenrealgymnasium der Ursulinen in Graz
Abschluss	Matura
Datum	1993 – 1999
Institution	Gymnasium der Ursulinen in Graz
Datum	1989 – 1993
Institution	Volksschule Mellach
Spezielle Studienmodule	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klinisch-topografische Anatomie der Eingeweide ▪ Klinisch-topografische Anatomie der Extremitäten ▪ Klinisch-topografische Anatomie der Kopf-Hals-Region ▪ Hypnose und erweiterte Kommunikation im ärztlichen Bereich ▪ Case-based Learning in Klinik und Praxis
Sonderausbildungen & Wahlfächer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbildung zur Rettungssanitäterin beim Roten Kreuz Graz ▪ TCM Wahlfach ▪ Akupunktur-Grundkurs