

**Diplomarbeit**

**Prädisponierende Faktoren für spontane  
Thoraxwandhernien  
Retrospektive Fallanalyse und Analyse der Literaturdaten**

eingereicht von  
**Sebastian J. Schaller**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der  
**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der  
**Universitätsklinik für Chirurgie**

**Klinische Abteilung für Thorax-  
und Hyperbare Chirurgie**

unter der Anleitung von  
**Smolle-Jüttner Freyja-Maria, Univ. Prof. Dr.**

**Neuböck Nicole, Sen. Sci. OA. Dr.**

Graz, 29.08.2017

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit 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, 29.08.2017

Sebastian Johannes Schaller eh.

## **Danksagungen**

Allen voran gilt mein Dank meinen lieben Eltern Christian und Irene, meinem Bruder Manuel und meiner Freundin Steffi für die selbstlose Unterstützung die ich von Ihnen erfahren durfte.

Herzlich danken möchte ich auch meiner Hauptbetreuerin Frau Univ. Prof. Dr. Freyja-Maria Smolle-Jüttner für die hervorragende Betreuung bei dieser Diplomarbeit. Sie war für mich trotz hoher Arbeitsbelastung immer erreichbar und hat mir das wissenschaftliche Arbeiten nahegebracht.

Ebenso möchte ich mich bei meiner Zweitbetreuerin, Frau OA Dr. Nicole Neuböck bedanken, die mich in der Literaturrecherche unterstützt hat.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	II
Inhaltsverzeichnis .....	III
Glossar und Abkürzungen .....	V
Abbildungsverzeichnis .....	VII
Tabellenverzeichnis .....	VII
Zusammenfassung .....	VIII
Abstract .....	IX
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Anatomie der Thoraxwand .....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Vaskularisation der Thoraxwand .....	5
1.1.2 Innervation der Thoraxwand .....	5
<b>1.2 Definition .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Hernien .....	6
1.2.2 Thoraxwandhernien .....	6
1.2.3 Spontane Thoraxwandhernien .....	9
1.2.4 Risikofaktoren, Symptome und klinischer Verlauf der spontanen Thoraxwandhernien .....	10
<b>2 Diagnostik und Differentialdiagnosen .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Krankheitsbild, klinischer Verlauf .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Therapie .....	13
2.1.1.1 Operative Therapie .....	13
2.1.1.2 Konservative Therapie .....	16
2.1.2 Klinischer Verlauf, Komplikationen .....	17
<b>3 Fallbeispiele .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Fallbeispiel konservativer Therapie I .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Fallbeispiel chirurgischer Versorgung I .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Fallbeispiel konservativer Therapie II .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Fallbeispiel chirurgischer Versorgung II .....</b>	<b>19</b>
<b>4 Zielsetzung der Diplomarbeit .....</b>	<b>19</b>
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>22</b>

<b>6</b>	<b>Tabellen</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>30</b>
	Conclusio.....	33
	Literaturverzeichnis .....	34

## Glossar und Abkürzungen

A./Aa.	Arteria/Arteriae
ant.	Anterior
bzw.	Beziehungsweise
ca.	cirka
circulus vitiosus	Teufelskreis
cm	Zentimeter
Compliance	Motivation und Wille der PatientInnen ärztl. Ratschläge zu befolgen
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
CPR	cardiopulmonary resuscitation
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomografie
Cutis	Haut
Diastase	das Auseinanderstehen (von Rippen etc.)
Dyspnoe	Atemnot
Expectoration	Auswurf
FBSK	Fiberbronchoskopie
KHK	koronare Herzkrankheit
Krepitation	Knistergeräusch durch mechanisches Gewebsreiben
Locus minoris resistentiae	Ort geringsten Widerstands
M. musculus	Muskel
MM. musculi	Muskeln

OP	Operation
post.	posterior
postop.	postoperativ
SpTH	spontane Thoraxwandhernie
Subcutis	Unterhautfettgewebe
Szintigraphie	nuklearmedizinische Untersuchung mit Radiopharmaka
VAC	vacuum closing system
Valsalva-Manöver	forcierte Expiration gegen die verschlossene Mund- und Nasenöffnung bei gleichzeitigem Einsatz der Bauchpresse
VATS	video assisted thoracoscopic surgery
V./Vv.	Vena/Venae
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	links, Computertomogramm einer physiologischen Thoraxkonfiguration, rechts CT eines sog. Fassthorax bei COPD (mit Genehmigung der Thoraxchirurgie Graz) .....	2
Abb 2:	Mm. intercostales interni, aus (73) Valerius KP, Frank A, Kolster BC: Das Muskelbuch: Anatomie/Untersuchung/Bewegung. 4. Auflage 2008, mit freundlicher Genehmigung .....	3
Abb 3:	Mm. intercostales externi, aus (73) Valerius KP, Frank A, Kolster BC: Das Muskelbuch: Anatomie/Untersuchung/Bewegung. 4. Auflage 2008, mit freundlicher Genehmigung .....	4
Abb. 4:	Lokalisation der Thoraxwandhernien nach Munnell ER et al. (44).....	7
Abb. 5:	Ätiologie der Thoraxwandhernien nach Munnell ER et al. (44).....	8
Abb. 6:	Schema der Datenerfassung .....	22
Abb. 7:	A: Spontane Thoraxwandhernie ohne Rippenfraktur B: Spontane Thoraxwandhernie mit Rippenfraktur und Pseudarthrose .....	24

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Tabelle zur Einteilung und Klassifikation von Lungenhernien, adaptiert nach Morel-Lavallee (42).....	25
Tabelle 2:	Tabelle nach Detorakis et al. (10), ins Deutsche übersetzt und für den klinischen Gebrauch vereinfacht .....	26
Tabelle 3:	Beschreibung der Fälle aus der Literatur und der eigenen Patienten. ....	27
Tabelle 4:	Unterschiede zwischen eigenen Fällen (Graz) und denen aus der Literatur. ....	28
Tabelle 5:	Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen.....	29

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Spontane Herniation der Lunge durch die Thoraxwand mit oder ohne spontaner Fraktur von einer oder mehreren Rippen ist ein seltenes Ereignis. Die Erkrankung hat eine Neigung zu Rezidiven. Als Risikofaktoren wurden männliches Geschlecht, COPD, Nikotin- und Alkoholabusus sowie Diabetes diskutiert. Obwohl viele Patienten an pulmologischen Einrichtungen diese Faktoren aufweisen, entwickeln die wenigsten eine spontane Thoraxwandhernie.

**Methoden:** Zehn Patienten mit spontaner Thoraxwandhernie die an der Klinischen Abteilung Thorax- und Hyperbare Chirurgie in Graz behandelt wurden und 18 entsprechend dokumentierte Fälle aus der Literatur wurden mit 20 konsekutiven, männlichen Patienten ohne Thoraxwandhernie aber mit den entsprechenden Risikofaktoren verglichen. Die absoluten und relativen Häufigkeiten wurden für die entsprechenden Variablen errechnet. Chi<sup>2</sup>-Tests und t-Tests wurden für den Vergleich zwischen Fall- und Kontrollgruppe herangezogen.

**Resultate:** Acht Hernien waren rechts und 20 am linken Hemithorax lokalisiert. Die häufigste Höhe war der achte Intercostalraum. Begleitende Rippenfrakturen waren im eigenen Kollektiv signifikant häufiger als in der Literatur (80% vs. 41.2%; p=0.05). Es bestand kein Unterschied in der Ratio des transversalen zum sagittalen Thorax-Durchmessers zwischen Fall- (mittel: 1.9±0.6) und Kontrollgruppe (mittel: 1.8±0.3; p=0.925). Der einzige Faktor mit statistisch signifikantem Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe war der BMI, mit einer deutlichen Prävalenz von Adipositas bei den Fällen (34.9±4.7, vs. 28.9±5.8).

**Schlussfolgerungen:** Der einzige, für die Entwicklung einer spontanen Thoraxwandhernie prädisponierende Faktor war ausgeprägte Adipositas. Die ständige Erhöhung des intrabdominellen und dadurch auch intrathoracalen Drucks bei stark adipösen Patienten kann bei zusätzlicher, plötzlicher Druckerhöhung zur Entwicklung einer Lungenherniation führen. Daher sollte Patienten mit Thoraxwandhernien dringend Gewichtsreduktion empfohlen werden.

## Abstract

**Background:** Spontaneous lung herniation through the thoracic wall with or without spontaneous rib fracture is a rare event. Treatment is hampered by the tendency for recurrence. Predisposing factors include male gender, COPD, nicotine abuse and diabetes. Although many patients presenting to a respiratory unit fulfil these criteria, only a minority actually develops lung hernia.

**Methods:** Ten patients with spontaneous lung hernia treated at one institution were included, together with 18 cases extracted from literature. Twenty consecutive male patients without lung hernia matched for the known risk factors formed the control group.

Absolute and relative frequencies were calculated for ascertained variables. Chi<sup>2</sup>-tests and t-tests were applied for comparison of variables between case and control group.

**Results:** Eight hernias were located on the right and 20 on the left hemithorax. The most common level of herniation was the 8<sup>th</sup> intercostal space. Accompanying rib fractures were significantly more common in our cohort as compared with literature (80% vs. 41.2%;  $p=0.05$ ). There was no difference in the transverse-to-sagittal diameter of the thorax between cases (mean:  $1.9\pm 0.6$ ) and controls (mean:  $1.8\pm 0.3$ ;  $p=0.925$ ). The only significant factor differing between the case and control group was obesity prevailing in the cases, with a mean BMI of  $34.9\pm 4.7$ , vs.  $28.9\pm 5.8$  for the controls.

**Conclusions:** The only factor predisposing to development of spontaneous lung herniation was pronounced obesity. Thus, the constantly elevated intraabdominal and intrathoracic pressure as seen in obese patients may cause lung hernia if the pressure further increases abruptly. Therefore, patients with lung herniation should be encouraged to loose weight.

# 1 Einleitung

Spontane Thoraxwandhernien (SpTH) machen etwa 30% aller Thoraxwandhernien aus und können in Einzelfällen einen komplizierten Verlauf mit Inkarzeration von Teilen der Lunge und komplexer Entzündungsproblematik nehmen. (74) Erstmals wurde das Auftreten einer Lungenhernie 1499 von Roland beschrieben. (2,52) Obwohl immer wieder Kleinserien bzw. Casuistiken publiziert wurden, ist die Ätiologie der spontanen Thoraxwandhernien noch nicht vollständig geklärt (74).

## 1.1 Anatomie der Thoraxwand

Von innen nach außen betrachtet, besteht die Thoraxwand aus der Pleura parietalis, der Fascia endothoracica, dem M. transversus thoracis (im ventralen Anteil), den Mm subcostales, den Mm. intercostales intimi, interni und externi.

Oberflächlich liegen darüber je nach anatomischer Lokalisation der M. subclavius, M. serratus anterior, M. pectoralis minor et maior, Muskelfaszien, subcutanes Fettgewebe (Subcutis) und die Haut (Cutis). (13)

Das ossäre Grundgerüst des menschlichen Brustkorbs bilden 12 Rippenpaare (Costae), 12 Brustwirbel (Vertebrae thoracicae) und das Brustbein (Sternum). In der Jugend sind die ventralen Anteile der Rippen knorpelig ausgebildet, sie verknöchern jedoch mit zunehmendem Alter.

Die zwölf Brustwirbel (BWK) sind im Regelfall gelenkig mit den Rippen verbunden. Der 12. Brustwirbel kann als anatomische Variante nur einen Processus costarius anstelle einer voll ausgebildeten Rippe besitzen. Der Thorax ist nach oben (Apertura thoracis superior) und nach unten (Apertura thoracis inferior) geöffnet und hat in der vorderen Aufsicht die Form eines stumpfen Kegels. Im Querschnitt hingegen ist der physiologische Thorax nierenförmig. Bei obstruktiven Lungenerkrankungen und im Alter kann der Thorax fassförmig verändert sein. (13)

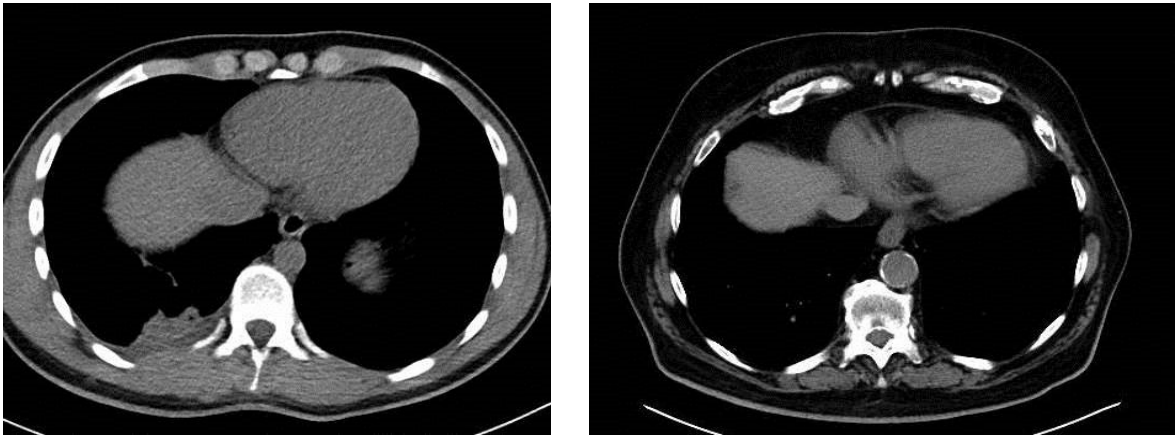


Abb. 1: links, Computertomogramm einer physiologischen Thoraxkonfiguration, rechts CT eines sog. Fassthorax bei COPD (mit Genehmigung der Thoraxchirurgie Graz)

Der Lunge aufliegend findet sich das Lungenfell (Pleura visceralis), welches die Lungen umhüllt und dem Rippenfell anliegt. Das Rippenfell (Pleura parietalis) kleidet die Thoraxwand von innen aus, überzieht die Rippen, Wirbelkörper, die obere Zwerchfellhälfte, den Mittelfellraum (Mediastinum), den Herzbeutel (Perikard) und die Rückfläche des Brustbeines (Sternum) von innen. (13)

Zwischen Pleura visceralis und Pleura parietalis befindet sich die Pleurahöhle die durch die Lunge im Normalfall völlig ausgefüllt ist, und somit nur einen flüssigkeitsgefüllten Spalt darstellt, der die beiden Pleurablätter gegeneinander verschieblich verbindet. (13)

Der Bereich zwischen den beiden Pleurahöhlen des Thorax wird als Mittelfellraum (Mediastinum) bezeichnet.



Abb 2: Mm. intercostales interni, aus (73) Valerius KP, Frank A, Kolster BC: Das Muskelbuch: Anatomie/Untersuchung/Bewegung. 4. Auflage 2008, mit freundlicher Genehmigung



Abb 3: Mm. intercostales externi, aus (73) Valerius KP, Frank A, Kolster BC: Das Muskelbuch: Anatomie/Untersuchung/Bewegung. 4. Auflage 2008, mit freundlicher Genehmigung

In obigen Abbildungen ist der knöcherne und der knorpelige Rippenanteil (etwas dunkler abgebildet) der Rippen I-X gut voneinander abzugrenzen.

Die Intercostalmuskulatur ist schräg zueinander angeordnet und bildet ein Fasergitter, das zusätzliche Stabilität der Thoraxwand schafft.

Durch die unterschiedliche Zugrichtung wirken die Muskeln verschieden:

Die Mm. intercostales interni wirken hauptsächlich expiratorisch, da die knöchern interkostal gelegenen Anteile die jeweils obere an die untere Rippe heranziehen.

Die Mm. intercostales externi dagegen heben die jeweils unteren Rippen an und weiten somit die Intercostalräume, wirken also expiratorisch. (73)

Durch eine Spontanfraktur einer oder mehrerer Rippen, ( z.B. nach einer Nies- oder Hustenattacke), kann es zum Ein- oder Abriss eines Muskels bzw. dessen Faszie und dadurch zur spontanen Thoraxwandhernie kommen. Diese durch plötzliche Druckerhöhung im Thorax induzierten Rippenfrakturen imponieren am häufigsten an der lateralen Thoraxwand, da hier die Scherkräfte am größten sind. (3)

### **1.1.1 Vaskularisation der Thoraxwand**

Die Thoraxwand wird primär durch die Aa. intercostales mit Blut versorgt. Die Aa. intercostales posteriores entspringen zum Teil (erste beide Äste) über die A. intercostalis suprema dem Truncus costocervicalis, die übrigen Äste entspringen der Aorta thoracalis. Die Arteriae bzw. Rami intercostales anteriores entspringen den Aa. thoracicae internae. (57)

### **1.1.2 Innervation der Thoraxwand**

Die Innervation der Thoraxwand erfolgt hauptsächlich durch kleine anteriore Äste der Interkostalnerven (Rami intercostales). Diese verlaufen segmental jeweils am Unterrand der Rippe.

Bei der chirurgischen Korrektur von Thoraxwandhernien ist diese anatomische Gegebenheit zu berücksichtigen, da eine Verletzung der Nerven auch eine segmentale Denervation der Intercostalmuskulatur bewirken kann (potentielle Schwachstelle, Rezidivprädisposition).

## **1.2 Definition**

### **1.2.1 Hernien**

Unter einer intestinalen bzw. thoracalen Hernie versteht man eine Ausstülpung einer serösen Haut im Abdomen bzw. Thoraxraum durch die intestinale bzw. thoracale Inhalte durch durch vorgeformte Lücken oder sekundär entstandene Schwachstellen mehr oder weniger weit nach außen prolabieren. (13) Hernien weisen beständig folgende vier Merkmale auf: Bruchpforte, Bruchsack, Bruchinhalt und Bruchhüllen.

Thoraxwandherniationen stellen dabei eine seltene Untergruppe dar. (13)

### **1.2.2 Thoraxwandhernien**

Thoraxwandhernien sind Ausstülpungen der Pleura parietalis der Thoraxwand entweder durch distendierte Intercostalräume oder nach Fraktur bzw. Serienfraktur von Rippen. Meist gelangt dabei ein Teil der Lunge außerhalb der natürlicherweise durch den Brustkorb festgelegten Grenzen. In sehr seltenen Fällen liegt gleichzeitig eine Zwerchfellruptur vor, sodass auch nach intrathorakal dislozierte Abdominalorgane durch die Thoraxwand hernieren können. (27, 48, 22)

Zur Klassifikation der Thoraxwandhernien hat sich die Definition von Morel-Lavallee aus dem Jahr 1845 bewährt. (15)

Morel-Lavallee teilt Lungenhernien einerseits anhand ihrer anatomischen Lokalisation und einerseits und anhand ihrer Ätiologie ein.

Bezogen auf den anatomischen Ort ihrer Entstehung unterscheidet man Lungenherniationen in Zwerchfell- (diaphragmale), interkostale- (thorakale) und den Hals betreffende (cervicale) Hernien (s. Abb. 4).

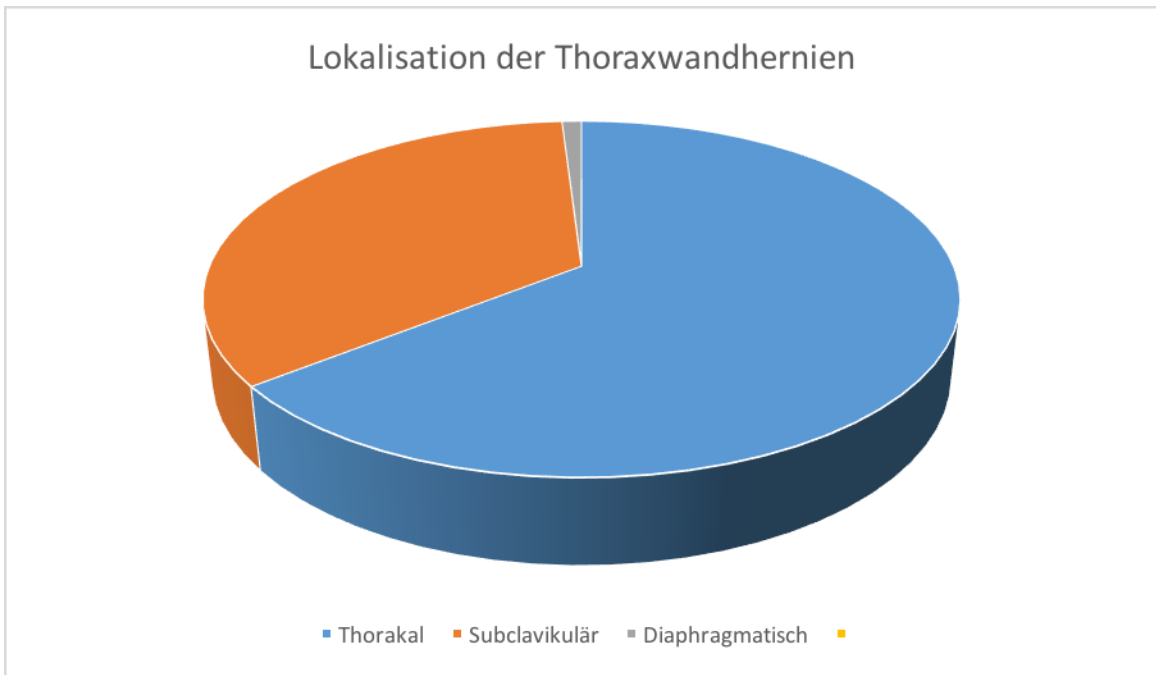


Abb. 4: Lokalisation der Thoraxwandhernien nach Munnell ER et al. (44)

Bezüglich der Ätiologie differenziert Morel-Lavallee zwischen angeborenen (kongenitalen) und erworbenen (aqurierten) Hernien. Die erworbenen Hernien können weiter in traumatische, konsekutive, spontane (ohne Trauma), und pathologische Hernien, nach einem entzündlichen oder neoplastischen Geschehen (Infektion, Tumor) entstanden, eingeteilt werden. (49)

Konsekutive Hernien werden dabei als Hernien definiert, welche mit einem verzögerten Auftreten nach einem lokalen Trauma einhergehen und sollten somit zu den traumatischen Hernien gezählt werden. (15, 24, 42); (s. Abb. 5 und Tabelle 1)

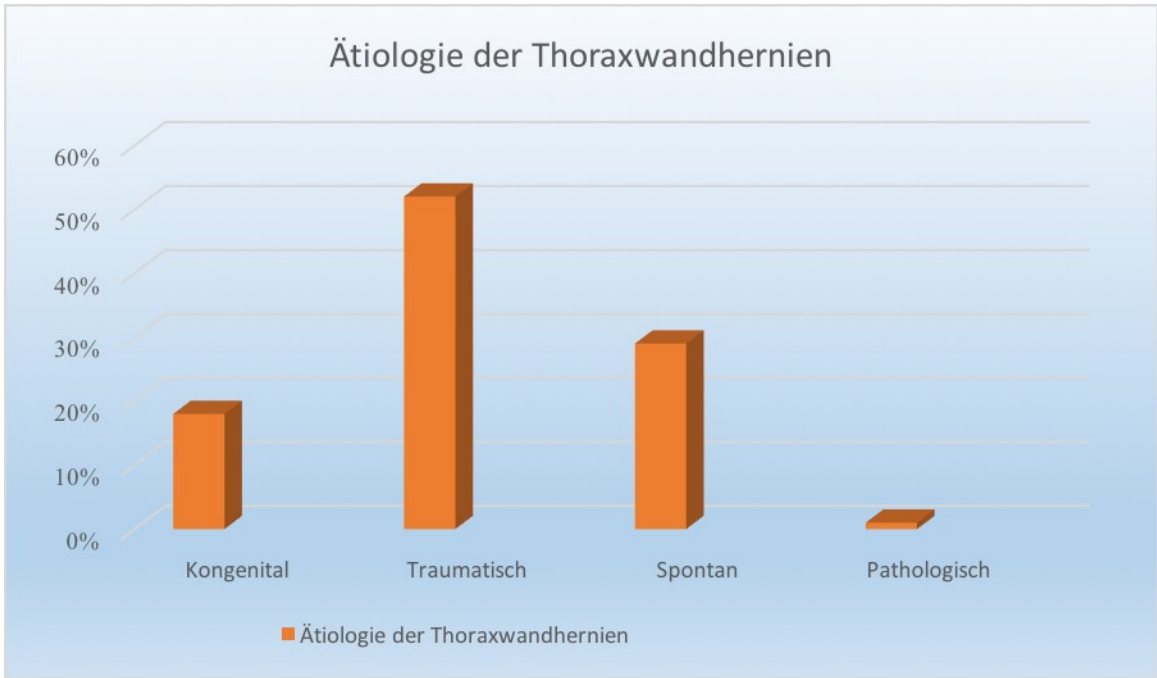


Abb. 5: Ätiologie der Thoraxwandhernien nach Munnell ER et al. (44)

## Traumatische und postoperative Thoraxwandhernien

Traumatisch bedingte Thoraxwandhernien werden per definitionem durch eine Verletzung hervorgerufen. Durch stumpfe oder spitze Gewalteinwirkung (z.B. durch Krafteinwirkung von außen), CPR (kardiopulmonale Wiederbelebung kommt es zu einer Kontinuitätsunterbrechung der Thoraxwandintegrität, die zur Herniation führen kann. Eine ähnliche Genese liegt bei postoperativen Thoraxwandhernien vor, wenn nach Thoracotomie die Nähte dem intrapleuralem Druck nicht standhalten. Annähernd 80% aller Thoraxwandhernien können der Gruppe der traumatisch bedingten Hernien zugerechnet werden. (12,30,40).

Die Herniation kann dabei unmittelbar nach einem Trauma auftreten oder sich erst nach einigen Jahren bemerkbar machen. (75)

### 1.2.3 Spontane Thoraxwandhernien

Spontane Thoraxwandhernien sind selten und entwickeln sich ohne externe Ursachen. (76) Aus biomechanischer Sicht ist der Begriff „spontan“ für diese Art von Herniationen nicht ganz korrekt, da sie auf einen plötzlichen intrathorakalen Druckanstieg zurückzuführen sind. (58)

Es sind bis dato weltweit nur rund 300 Fälle spontaner Lungenherniationen in der Literatur beschrieben. Dabei sind zwei unterschiedliche Prädilektionsorte zu unterscheiden:

**Cervical** zwischen dem M. scalenus anterior und dem M. sternocleidomastoideus. (36,37)

**Thorakal** anterolateral im Interkostalraum nahe der costochondralen Verbindung und posterior in den posterioren Zwischenrippenräumen nahe den Wirbelkörpern. (58)

Eine eindeutige Unterscheidung zwischen Prolaps der Lunge und Lungenhernie existiert nicht. Diese Begriffe sind beide als wahre Hernien zu betrachten, da die

Lunge dabei über ihre durch die Thoraxwand gesetzten natürlichen Begrenzungen tritt. (24)

#### **1.2.4 Risikofaktoren, Symptome und klinischer Verlauf der spontanen Thoraxwandhernien**

Als Risikofaktoren für die Entstehung einer spontanen Thoraxwandhernie mit oder ohne spontane Rippenfraktur gelten männliches Geschlecht, Nikotinabusus, COPD, Diabetes mellitus und Langzeit-Corticosteroidgabe. (49, 53).

Der typische Patient weist zudem meist ein metabolisches Syndrom mit adipösem Habitus sowie eine KHK auf. Anamnestischer Alkoholabusus ist nicht selten (2, 19, 53)

Die meisten Patienten berichten über das subjektive Gefühl „etwas sei gerissen“ unmittelbar im Zusammenhang mit akuter, mechanischer Belastung am Thorax (Husten- bzw. Niesattacken, ruckartiges Heben schwerer Lasten) (33, 71).

Hämatomverfärbung kann in weiterer Folge an der Haut über der Hernie sichtbar werden.

Dabei tritt auch lokaler Schmerz auf, der in der Folge an Akuität nachlässt, jedoch zu Chronifizierung neigt (24). Bei einem unklaren spontanen Thoraxschmerz sollte daher trotz der Seltenheit der Erkrankung immer auch an eine spontane Thoraxwandhernie gedacht werden (58).

Nicht selten verläuft die Erkrankung dagegen lange asymptomatisch. Erst die beunruhigende Vorwölbung an der Thoraxwand führt die Patienten zur ärztlichen Konsultation (9, 75).

Typisch ist – wie auch bei den abdominellen Hernien – das optische bzw. palpatorisch nachweisbare Hervortreten der Hernie bei Husten oder Pressen. (5, 32)

Kommt es zu Inkarceration von Lunge oder – bei transdiaphragmaler Herniation – von Intestinalorganen entstehen entsprechend dramatische klinische Verläufe begleitet von akuter Schmerzsymptomatik, die die Patienten unmittelbar ärztliche

Hilfe aufsuchen lässt. In diesen Fällen ist eine rasche chirurgische Intervention erforderlich (33).

## **2 Diagnostik und Differentialdiagnosen**

Das Stellen der Verdachtsdiagnose und das Einleiten der adäquaten Diagnostik spontaner Lungenhernien ist von entscheidender Bedeutung für die zielgerichtete Therapie der PatientInnen.

Es existiert eine Reihe von Differentialdiagnosen zu spontaner Thoraxwandherniation. (10) Die Diagnose einer spontanen Lungenhernie ist daher eine Ausschlussdiagnose, die sich mitunter erst nach Ausschöpfung aller diagnostischen Verfahren stellen lässt.

### *Klinische Untersuchung:*

Nach der Inspektion des Thorax beim entkleideten, stehenden Patienten auf von außen sichtbare Bruchanteile und eventuelle Operationsnarben folgt die Palpation. Hierbei werden die Druckschmerzhaftigkeit, Krepitationen prolabierter Lungenanteile bzw. eventuell frakturierter Rippen und Rippen sowie lokal verminderte Widerstände evaluiert. (28)

Auch ein lokal begrenzter Schmerz kann ein Zeichen für eine Lungenherniation sein. Bei tiefer Inspiration oder Husten bzw. nach Aufforderung zum Durchführen des Valsalva-Manövers kommt es meist zu einer Größenzunahme der spontanen Lungenhernie, die nun über das Hautniveau hervortritt. (5, 32, 62) Die Hernie sollte sich beim Nachlassen des intrathorakalen Druckes spontan reponieren. Sollte die Reposition auch durch vorsichtige Palpationsmaneuver nicht möglich sein, so liegt eine irreponible Hernie vor. (60,61)

### *Bildgebende Verfahren:*

Thoraxübersichtsröntgen: Diese Untersuchung kann, muss aber nicht aussagekräftig sein. Mitunter ist Lungenzeichnung ausserhalb des knöchernen Thorax nachweisbar („lung beyond rib sign“). Die Herniation kann auch als örtlich begrenzter, Bereich erhöhter Transparenz imponieren („lucent lung sign“). (77) Mitunter sind Spezialaufnahmen im schrägen Strahlengang erforderlich (62).

Ultraschall der Thoraxwand: Mitunter lässt sich prolabierte Lunge als hypodenses Areal darstellen.

Computertomographie des Thorax: Sie stellt – nicht zuletzt wegen der Möglichkeit der Darstellung von begleitenden Problemen derzeit den Goldstandard in der Diagnostik dar. (47, 60,61) Lage und Ausmaß der Herniation sind exakt darstellbar (5, 24, 62).

Magnetresonanztomografie des Thorax: Sie kann in Einzelfällen (z.B. zum Ausschluss einer Herniation mit pathologischer Ursache) zur Befunderweiterung herangezogen werden

Mammographie: Vor allem bei anterior lokalisierten Hernien kann die Methode diagnostischen Aufschluss geben (63)

In seltenen Fällen können PET (Positronen-Emissions-Tomografie) und Ganzkörper-Scintigrafie differentialdiagnostischen Aufschluss geben (68).

Differentialdiagnosen zu spontanen Thoraxhernien sind Lipome der Thoraxwand, Abszesse, subkutane sowie kutane Absiedlungen von Tumoren, subkutanes Emphysem oder lokale Infektion mit gasbildenden Keimen. (14)

Serome, bis in die Weichteile reichende bronchopleurale Fisteln, oder die Ruptur der Sehne des M. pectoralis major stellen weitere Differentialdiagnosen zur spontanen Thoraxwandhernie dar. Der begleitende Thoraxschmerz kann als Pleuritis, Pulmonalembolie bzw. Myocardinfarkt fehlgedeutet werden (45, 10)

Tabelle 2 veranschaulicht die Differentialdiagnosen der spontanen Thoraxwandhernie und die Unterscheidungsmodalitäten.

## **2.1 Krankheitsbild, klinischer Verlauf**

### **2.1.1 Therapie**

Die Therapie spontaner Lungenherniationen wird auf der Basis unterschiedlicher Faktoren gewählt. Aufgrund der Seltenheit der Thoraxwandhernien und der unterschiedlich gelagerten Konstellationen wird von Fall zu Fall individuell entschieden. (11) Es mangelt an randomisierten klinischen Studien, die eine chirurgische Sanierung und konservative Therapieoptionen miteinander vergleichen. (7, 29)

#### **2.1.1.1 Operative Therapie**

##### **a) Operationsindikation:**

Grundsätzlich stellt nicht jede Hernie eine Operationsindikation dar.

Vor allem bei sehr adipösen PatientInnen sollte die Indikation zur Operation kritisch gestellt werden. Gründe dafür sind zu erwartende technische Schwierigkeiten beim Defektverschluss, sowie die Rezidivhäufigkeit bei Vorliegen einer Adipositas. (51)

Viele der betroffenen PatientInnen sind zudem multimorbid und im fortgeschrittenen Alter, wodurch sich ein erhöhtes Operationsrisiko ergibt. (6, 66)

Andererseits begünstigen chronischer Nikotinabusus, COPD und damit verbundener chronischer Husten durch pathologisch erhöhte Druckverhältnisse im Thorax die Vergrößerung einer Thoraxwandhernie. Daraus entsteht mitunter sekundär die Indikation zur operativen Versorgung des Thoraxwanddefekts. (16)

Für asymptomatische und unkomplizierte interkostale Lungenhernien wird ebenfalls von den meisten Autoren – unter Beibehaltung engmaschiger Kontrollen konservative Behandlung empfohlen. (17, 38) Eine relative Operationsindikation besteht bei progredienten, auf konservative Therapie refraktären Beschwerden,

der drohenden Gefahr einer Inkarzeration, bzw. einer Einschränkung im Alltag und sozialer Stigmatisierung. (2, 21, 35)

Absolute Operationsindikation ist gegeben bei auf die Herniation zurückführbarer, therapierefraktärer Dyspnoe bzw. Inkarzeration der Lunge (65)

Bei guter Funktionalität können Einschränkungen der Aktivitäten des täglichen Lebens und in seltenen Fällen auch kosmetische Aspekte Gründe für eine Operation darstellen. (5, 33, 62)

**b) Operationszeitpunkt und –vorbereitung:**

Da die Operation einer unkomplizierten Hernie ein elektiver Eingriff ist sollte das Operationsgebiet zum Operationszeitpunkt infektfrei sein. Die Therapie präoperativer Risikofaktoren, sowie eine Gewichtsreduktion bei Adipositas minimieren die Gefahr eines Hernienrezidivs sowie postoperativer Komplikationen.

**c) Antibiotikaprophylaxe:**

Bei Wundinfektionen ist das Rezidivrisiko erhöht. Insbesondere wenn Fremdmaterial verwendet wird, wie z.B. bei Mesh-Implantationen ist eine Antibiotikaprophylaxe daher obligat.

Ein Cephalosporin der 2. Generation sollte als „single-shot“ vor Operationsbeginn intravenös appliziert werden (72)

**d) Operationsverfahren:**

Das operative Konzept basiert auf einer Resektion des Bruchsacks und dem Verschluss der Bruchpforte mittels nicht-resorbierbarem Mesh (Netz)-Implantat oder durch Direktverschluss (Approximierung distendierter Intercostalräume) mittels Naht. (45, 70)

Bei frühem Operationszeitpunkt sind tendenziell gute Erfolge mit einer niedrigen Morbidität beschrieben. (21)

**e) Operative Technik:**

Die Operation erfolgt grundsätzlich in Seitenlagerung auf der nicht betroffenen Seite. Beatmung mit Doppellumentubus ist zwar nicht obligat, ermöglicht jedoch die seitengetrennte Ventilation und kann die Operation wesentlich vereinfachen.

***Video-Thorakoskopisches Vorgehen (VATS) „von innen“:***

Das Verfahren ist für kleinere Hernien geeignet und setzt die Anwendung von und die Tauglichkeit für eine Doppellumenintubation voraus, um die Lunge der zu operierenden Seite während der Operation kollabieren zu lassen.

Hierbei wird der Defekt über VATS durch Applikation eines Kunststoffnetzes über die Bruchforte subpleural oder intrapleural verschlossen. (43)

***Offenes Vorgehen:***

Über laterale Hautincision wird der Bruchsack freipräpariert und eröffnet. Gegebenenfalls erfolgt die Adhäsiolyse (31). Bei größeren Herniationen bzw. bei Inkarceration muss dabei mitunter eine Lungenteilresektion erfolgen. Die Lunge wird in den Thorax reponiert. Besteht Diastase der umgebenden Rippen werden diese entweder durch Direktnaht mittels nicht-resorbierbarem Nahtmaterial, Drähten bzw. Osteosynthetischem Material approximiert, oder die Thoraxwand wird im ehemaligen Herniationsbereich - vor allem bei größeren Bruchlücken - durch Polypropylene-Mesh verschlossen. (4,31,43)

Liegen Rippenfrakturen vor kann in Einzelfällen eine Stabilisierung durch winkelstabile Plattenosteosynthesen erfolgen.

Einige AutorInnen empfehlen biologische Patch-Implantate zur Defektdeckung. Hierbei wird die Beweglichkeit der Interkostalräume weniger eingeschränkt als durch die feste Fixation mit Metall-Implantaten. (39,59)

Zur Deckung und Stabilisierung größerer Defekte kann es im Einzelfall erforderlich sein, gestielte Muskellappenplastiken (v.a. M. Latissimus dorsi), anzuwenden.

### 2.1.1.2 Konservative Therapie

Aus der Erkenntnis, dass sich Lungenhernien auch spontan konsolidieren können, sind konservative Therapieansätze entstanden. Sie basieren auf mehreren Komponenten:

*„Lifestyle changes“.*

Senkung des Körpergewichts durch Einhalten einer speziellen kalorienreduzierten Diät unter Alkoholkarenz und durch moderaten Sport führen aufgrund der Reduktion abdominellen Fetts auch zur Senkung des intrathoracalen Drucks. Eine Operation kann so hinausgezögert oder vermieden werden. (6,54).

Die PatientInnen werden angewiesen, das Heben schwerer Lasten, Arbeiten mit Atemanstrengung, wie Glasblasen, das Spielen von Blasinstrumenten, wie Tuba oder Posaune, oder andere Anstrengungen bei denen ein erhöhter intrapulmonaler Druck aufgebaut wird, auf ein Minimum zu reduzieren oder ganz aufzugeben.

*Vermeiden von Hustenattacken:*

Nikotinentwöhnung ist indiziert um den circulus vitiosus von chronischen Hustenanfällen und daraus resultierenden erhöhten intrathorakalen Druckverhältnissen zu durchbrechen. (Circulus vitiosus: Bronchitis-> immer wiederkehrender Husten-> vergrößerter intrapulmonaler Druck-> große Kräfte auf Herniationsstelle-> Hustenfraktur oder Muskelriss-> neuerlicher Prolaps von Lungengewebe). Antitussiva werden bei Bedarf verabreicht.

*Optimierung der Therapie zugrundeliegender Lungenerkrankungen:*

Die Behandlung des der intrathoracalen Druckerhöhung zugrundeliegenden Krankheitsbildes, ist unerlässlich. (5, 62) In schweren Fällen werden die PatientInnen zur strikten Einhaltung der Bettruhe angehalten und können

therapeutische Sauerstoffdosen inhalieren. Analgetika, sowie Antibiotika zur Prävention infektiöser Verläufe werden in der konservativen Therapie eingesetzt. Um Vorerkrankungen wie chronischen Husten zu lindern, werden Antitussiva verordnet. (18, 64)

#### *Physikalische Maßnahmen:*

Zusätzlich kann auf das Tragen von Thoraxbandagen, speziellen Korsetts und Verbänden zurückgegriffen werden, um die Heilung einer oft zusätzlich vorhandenen Rippenfraktur zu unterstützen und den Thorax im Sinne einer Schienung zu stabilisieren. (18, 20)

Ein Nachteil dieser Bandagierungsmaßnahmen besteht aber in der Beeinträchtigung der natürlichen Bewegung der Thoraxwand. Dadurch wird die Inspiration behindert und die Inzidenz von Atelektasen und Infektionen steigt. (51)

### **2.1.2 Klinischer Verlauf, Komplikationen**

Die meisten Fälle spontaner Lungenherniation in der Literatur zeigen einen weitgehend problemlosen Verlauf der Herniation. Beschriebene Komplikationen waren extrathorakale Hämatombildung, großflächiges subkutanes Emphysem, postoperatives Pneumomediastinum, Inkarzeration der Lunge, lokaler Infekt und postoperatives Hernienrezidiv (8). Bei großen Herniationen in Verbindung mit Serienrippenfraktur wurden respiratorisch relevante Thoraxwandinstabilität beschrieben.

## **3 Fallbeispiele**

Die Problematik von Diagnostik und Therapie spontaner Thoraxwandhernien (6) wird anhand von 4 Fallbeispielen dargestellt.

### **3.1 Fallbeispiel konservativer Therapie I**

Ein 80-jähriger Patient (77 kg, 172 cm, BMI 26,03) mit einer linksseitigen spontanen Lungenhernie infolge von Frakturen der 7. und 8. Rippe nach chronischen Hustenattacken wurde aufgrund ausgeprägter Schmerzsymptomatik aufgenommen. Radiologisch lag ein Pleuraerguss vor. Begleiterkrankungen waren koronare Herzkrankheit (KHK), arterieller Hypertonus, Status post Stenting bei Nierenarterienstenose, chronischen Niereninsuffizienz (Stadium der kompensierten Retention), viszerale arterielle Verschlusskrankheit (AVK), periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), zentrale AVK, Sigmadivertikulose und.

Angesichts der Co-Morbidität wurde der konservative Weg beschritten: Nach lokaler Infiltration mit Xylonest und Einstellung oraler Analgesie sowie Anpassen eines Mieders war der Patient nahezu beschwerdefrei.

### **3.2 Fallbeispiel chirurgischer Versorgung I**

Eine 42-jährige Patientin (84 kg, 173 cm, BMI 28,39), keine relevanten Begleiterkrankungen, wurde zur chirurgischen Korrektur einer bereits länger bestehenden und nicht auf Analgetica respondierenden, spontanen Thoraxwandhernie linkslateral, lateral linksseitig stationär aufgenommen. Es erfolgten Direktverschluss und Prolene-Onlay-Plastik. Nach komplikationslosem Verlauf wurde die Patientin entlassen. Nach 20 Monaten war wegen eines Rezidivs die Wiederaufnahme erforderlich. Bei der Re-Operation fand sich ein Ausriss des Prolenemeshes, das re-insertiert wurde. Der Verlauf war problemlos.

### **3.3 Fallbeispiel konservativer Therapie II**

Ein 76-jähriger Patient wurde wegen (110 kg, 170 cm; BMI 37,18) Thoraxwandhernie rechts mit ausgeprägter Dyspnoe aufgenommen. Begleiterkrankungen waren Asthma bronchiale, Adipositas permagna, KHK, Hyperurikämie, arterielle Hypertonie und Hypakusis. Aus der genauen Anamnese

des Patienten und anhand seines klinischen Auftretens ergab sich keine Indikation für eine Sanierung der im CT verifizierten Thoraxwandhernie. Aufgrund der Co-Morbiditäten wurde keine Operation indiziert. Pulmologische Optimierung und Gewichtsreduktion sowie Anpassen eines Mieders führten zur deutlichen Besserung der Beschwerden.

### **3.4 Fallbeispiel chirurgischer Versorgung II**

Ein 58-jähriger Patient (130 kg, 196 cm, BMI 43,94) wurde mit einem linksseitigen Thoraxwandhämatom und incipientem Pleuraempyem bei spontaner Lungenherniation links aufgenommen. Begleiterkrankungen waren arterieller Hypertonus, Adipositas permagna und chronisch-obstruktive Lungenkrankheit (COPD III). Obwohl keine wesentliche respiratorische Beeinträchtigung bestand, ergab sich die Operationsindikation aus dem Pleuraempyem. Über Thorakotomie erfolgten Empyemausräumung, Teilresektion der pseudarthrotisch deformierten, frakturierten Rippenenden und - wegen eines begleitenden Infekts - der Direktverschluss der Hernie ohne Verwendung von Fremdmaterial. Nach zufriedenstellendem Verlauf erfolgte die Entlassung. Einige Wochen darauf entwickelte der Patient ein Rezidiv der Thoraxwandhernie linksseitig und ein Rezidivempyem. Es erfolgten über Re-Thoracotomie die Decortication, und der Verschluss mittels Onlay-Meshplastik mit procinem Material. Eine subcutane Wundheilungsstörung wurde durch Vacuum Assisted Closure-Therapy (VAC) versorgt und nach protrahiertem Aufenthalt sekundär verschlossen.

## **4 Zielsetzung der Diplomarbeit**

Bisher sind die Gründe für die Entstehung einer spontanen Thoraxwandhernie beim einzelnen Patienten weitgehend unklar. Durch Husten verursachte spontane Rippenfrakturen entstehen häufig und in allen Altersgruppen. Meist heilen sie jedoch problemlos und spontan während nur einzelne Patienten in der Folge eine Hernie entwickeln (56). Disponierende Faktoren für spontane Thoraxwandhernien mit oder ohne Rippenfraktur wurden immer wieder beschrieben: Männliches

Geschlecht, Nikotinabusus, COPD, Diabetes mellitus und Langzeit-Corticosteroidmedikation wurden gehäuft im Kollektiv der spontanen Hernien gefunden. (49, 53) Aber obwohl diese Faktoren, von denen einige mit erhöhtem intrapleuralem Druck in Verbindung stehen, bei pulmologischen Patienten häufig sind, ist auch in diesem Kollektiv die Inzidenz spontaner Thoraxwandhernien sehr gering.

Für die Abschätzung der Prognose und des Einzelrisikos von spontanen Thoraxwandhernien ist ein besseres Verständnis für prädisponierende Erkrankungen bzw. pathogenetische Faktoren erforderlich.

Diese Arbeit analysiert anhand eigener bzw. anhand von Fällen, Kontrollpatienten ohne Hernie und Patienten aus der Literatur mögliche, prädisponierende Faktoren für die Entwicklung einer spontanen Thoraxwandhernie. Dabei wurde spezielles Augenmerk auf die geometrische Thoraxkonfiguration im Bereich der Herniation gerichtet.

## **Material und Methoden:**

### *Patienten:*

Zehn Patienten mit spontaner Thoraxwandhernie die zwischen 2004 und 2016 an der Klinischen Abteilung Thorax und Hyperbare Chirurgie behandelt worden waren, wurden retrospektiv eingeschlossen.

Eine Literaturrecherche mit den Terms "spontaneous lung herniation", "spontaneous pulmonary herniation", "spontaneous pulmonary hernia" and "spontaneous lung hernia" ergab 58 Berichte über Patienten mit atraumatischer Thoraxwandhernie. In 18 dieser Publikationen war auf der Basis des Bildmaterials die CT-Ratio messbar. Die übrigen 40 Fälle waren nicht verwertbar (Abb 6). Die eigenen und die Fälle aus der Literatur wurden als Fallkohorte zusammengefasst. Das Durchschnittsalter betrug 64.5 ( $\pm$ 9.3) Jahre. Zwei Patienten (4.2%) waren weiblich, 46 männlich (95.8%).

### *Kontrollen*

Zwanzig konsekutive, männliche Patienten ohne Thoraxwandhernie, die an der Klinischen Abteilung für Thorax- und Hyperbare Chirurgie im selben Zeitraum wie die Fälle behandelt worden waren, dienten als Kontrollen. Sie wurden entsprechend der in der Literatur angegebenen Risikofaktoren bezüglich Alter, COPD und Raucheranamnese mit dem Thoraxwandhernienkollektiv gematcht. Die demografischen Daten und die relevanten Begleiterkrankungen (z.B. COPD, Diabetes, body mass index [BMI], Nikotinabusus) wurden von allen Patienten und – so vorhanden – von den Fällen in der Literatur erhoben. Für die Hernienpatienten wurden die anatomischen Details (z.B. Lokalisation, Behandlung, Resultat) zusätzlich aufgelistet. Bei der Patientengruppe wurde eine CT-Schicht in Höhe der maximalen Ausprägung der Hernie (in den meisten Fällen zwischen 7. und 9. Rippe) ausgewählt: Auf diesem Niveau wurde die Relation zwischen transversalem und sagittalem Thoraxdurchmesser bestimmt („CT-Ratio“). Bei den Kontrollen wurde diese Messung in Höhe der 8. Rippe durchgeführt.

### *Statistik*

Die Statistische Analyse erfolgte mit Hilfe des *SPSS 23 Statistical Software Package*. Als Basisstatistik wurden absolute und relative Häufigkeiten, Mittelwerte und Standardabweichungen errechnet. Der Vergleich zwischen den Fällen und den Kontrollen erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test für binäre, kategorische Variablen und T-Test für kontinuierliche Variablen. Ein  $p$  kleiner als 0,05 wurde in dieser explorativen Datenanalyse als statistisch signifikant betrachtet.

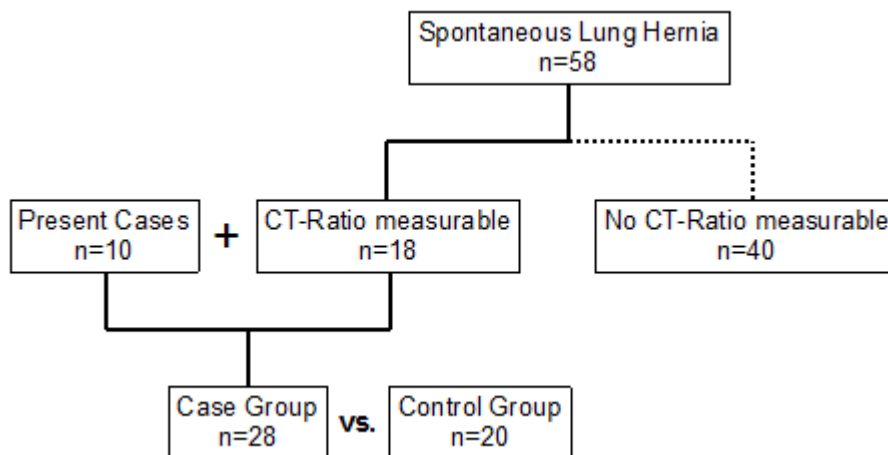


Abb. 6: Schema der Datenerfassung

## 5 Ergebnisse

Fünfzehn von 28 Patientinnen und Patienten mit atraumatischen, spontanen Thoraxwandhernien hatten zusätzlich spontane Rippenfrakturen (53.6%). 12 hatten Hernien ohne frakturierte Rippen (43.9%; s. Abb. 7, A), und bei einem Patienten war die Integrität der Rippen unklar (3.6%). Alle bis auf einen Patienten hatten in der Anamnese eine Hustenattacke vor dem Auftreten der Hernie angegeben. Systemische Corticosteroidgabe war vernachlässigbar und lag nur bei zwei Patienten des Fall- und bei vier Patienten des Kontrollkollektivs vor. Zwanzig Hernien waren links (71,4%) und nur 8 (28.5%) an der rechten Thoraxhälfte lokalisiert. Bei 10 Fällen lag die Herniation lateral (40%), bei 8 anterolateral (32%) und bei 7 Patienten (28%) im posterioren Bereich; Bei 3 Casuistiken lagen keine Angaben vor (s. Tabelle 3)

In unserer Kohorte hatten 2 Patienten (s. Tabelle 3, Pat. 2 und 4; s. Abb. 7, B) spontane Serienrippenfrakturen von der 6. bis zur 9. Rippe. Die meisten Patienten wiesen jedoch Frakturen von nur einer bis 2 Rippen auf, wobei typischerweise die 7. bzw. 8. Rippe betroffen waren. Dementsprechend fanden sich 8 Hernien im siebten (32.0%) und 11 Hernien im 8. Intercostalraum (44.0%). Zwei Hernien lagen im 6. Intercostalraum und jeweils eine im zweiten, dritten, vierten und

neunten ICR (s. Abb. 3 und Abb. 4). Zwanzig Patienten wurden chirurgisch versorgt (71.4%), während 8 konservativ behandelt wurden (28.6%; Tabelle 3). Technisch wurden sowohl in Graz als auch bei den Fällen aus der Literatur unterschiedliche Verfahren angewandt: In offener Technik kamen Onlay-Mesh-Plastiken mit nicht-resorbierbarem Material, Plattenosteosynthese frakturierter Rippen bzw. von Pseudoarthrosen, Direktnaht von Rippendiastase und in VATS-Technik Inlay/Sublay Meshplastiken mit nicht-resorbierbarem Material zum Einsatz. Zwei Patienten entwickelten postoperative Wundheilungsstörungen.

Es bestand bezüglich der Seite der Herniation kein Unterschied zwischen den in Graz behandelten Patienten und jenen aus der Literatur betreffend Seite der Hernie (chi<sup>2</sup>-test; p=0.524), Art der Behandlung (Konservativ vs. chirurgisch; chi<sup>2</sup>-test; p=0.901) und Komplikationsrate (chi<sup>2</sup>-test; p=0.825; s. Tabelle 4). In unserer Kohorte hatten jedoch signifikant mehr Patienten Rippenfrakturen (80% vs. 41.2%; chi<sup>2</sup>-test; p=0.050). Auch die Rezidivrate war im eigenen Kollektiv von 10 Fällen höher als in der Literatur (chi<sup>2</sup>-test; p<0.005; Tab. 4). Bemerkenswert war außerdem die statistisch signifikante Prävalenz von Alkoholkonsum im Grazer Kollektiv.

Bezüglich der Ratio von transversalem zu sagittalem Thoraxdurchmesser in Höhe der Hernie (im Wesentlichen entsprechend dem 8. ICR) bestand zwischen Hernienkollektiv und den Kontrollen kein signifikanter Unterschied (Mittelwert Hernien: 1.9 ±0.6; Mittelwert Kontrollen: 1.8 ±0.3; t-test; p=0.925).

Der einzige Parameter der einen statistisch signifikanten Unterschied zeigte war der BMI: Adipositas war bei den Hernienträgern/Trägerinnen signifikant häufiger (92.0% vs. 36.8%; chi<sup>2</sup>-test; p<0.005; Tab. 5). Der mittlere BMI in der Fallgruppe betrug 34.9 (±4.7) gegenüber 28.9 (±5.8) in der Kontrollgruppe (t-test; p<0.005). Bezüglich der übrigen Parameter siehe Tabelle 5.

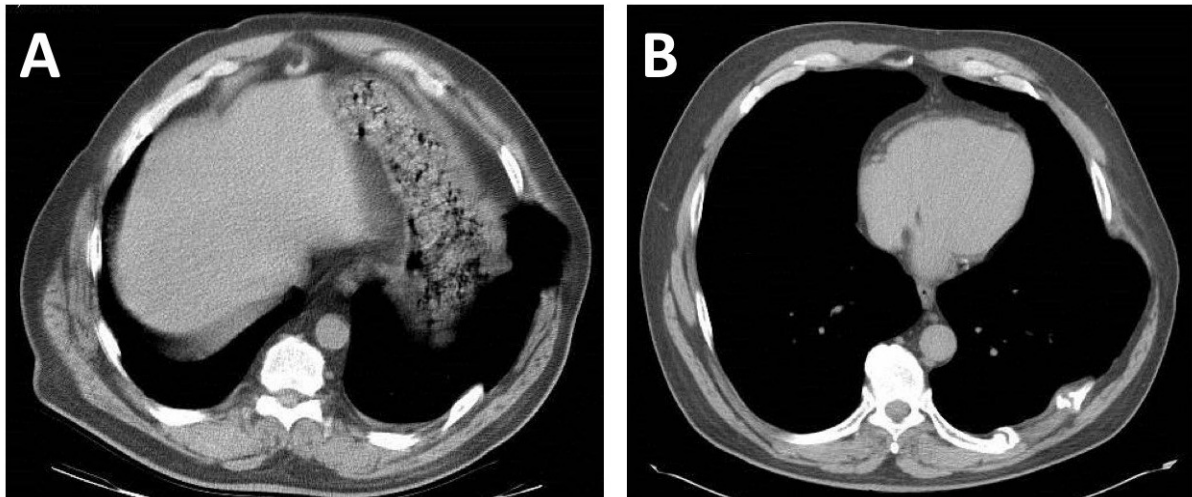


Abb. 7: A: Spontane Thoraxwandhernie ohne Rippenfraktur  
B: Spontane Thoraxwandhernie mit Rippenfraktur und Pseudarthrose

## 6 Tabellen

**Tabelle 1:** Einteilung und Klassifikation von Lungenhernien

EINTEILUNG	KLASSIFIKATION DER THORAXWANDHERNIEN
Nach Lokalisation	<ul style="list-style-type: none"><li>• zervikal</li><li>• thorakal</li><li>• diaphragmal</li><li>• mediastinal</li></ul>
Nach Ätiologie	<ul style="list-style-type: none"><li>• kongenital</li><li>• erworben:<ul style="list-style-type: none"><li>-pathologisch</li><li>-postoperativ</li><li>-spontan</li><li>-traumatisch</li></ul></li></ul>

Tabelle 1: Tabelle zur Einteilung und Klassifikation von Lungenhernien, adaptiert nach Morel-Lavallee (42)

**Tabelle 2:** Tabelle nach Detorakis et al. (10)

<b>DD</b>	<b>RÖNTGEN</b>	<b>ULTRASCHALL</b>	<b>CT</b>
Spontane Thoraxwandhernie	Strahlendurchlässiger Bereich an der Thoraxwand	Hypodenses Areal an der Brustwand	Lungenparenchym ragt durch einen Brustwanddefekt
Lipom	Mäßig strahlendurchlässig	Hyperechoges bis anechoges Areal an der Brustwand	Läsion mit spezifischer Fettgewebisdichte
Serom	röntgendicht	Hyperechogenes, umschriebenes Areal an der Brustwand	Umschriebener Bereich entsprechend der Dichte von Wasser
Subkutanes Emphysem	Meist multiple, subkutane strahlendurchlässige Areale	Hypodenses, subkutanes Areal an der Brustwand	Hypodens, subkutane Luftansammlungen
Bronchopleurale Fistel	Luft-Wasser-Spiegel, von der Pleurahöhle in die Weichteile Brustwand reichend	Begleitende pleurale Flüssigkeitsansammlungen, geringer diagnost. Wert	Luft-Wasser-Spiegel, von der Pleurahöhle in die Weichteile Brustwand reichend.
Ruptur der M. Pectoralis maior-Sehne	Verlust des M. Pect. maior-Schattens	Nachweis Intramuskulärer Verletzungen	Muskeldarstellung möglich, besser MRT
Abszess	Röntgendichter, dickwandiger Bereich an der Brustwand	Mittelmäßig echogener Bereich an der Brustwand	Liquefaktionsnekrosen oder kavitäre, gut abgegrenzte Läsion
Absiedelungen	röntgendicht	Mittelmäßig echogen	Läsion mit Weichteilgewebisdichte

Tabelle 2: Tabelle nach Detorakis et al. (10), ins Deutsche übersetzt und für den klinischen Gebrauch vereinfacht

(+ = Ja; - = nein; bei leeren Feldern waren keine Daten erhebbar)

<b>Tabelle 3:</b> Beschreibung der Fälle aus der Literatur und der eigenen Patienten.														
ID	Geschlecht	Alter	BMI	Nikotin	CT-Ratio	Seite	Anamnese	Rippen-Fraktur	Frakturzahl	Position	Inter-costal-raum	Behandlung	Komplikation	Rezidiv
<b>Eigene Fälle (n=10)</b>														
1	m	80	26,0	-	2,1	L	Husten	+	2	Posterior	7. + 8.	Konservativ	-	-
2	m	58	31,8	+	1,6	L	Husten	+	4	Posterior	7.	Chirurgie	-	-
3	m	58	43,9	-	1,6	L	Husten	+	2	Lateral	7.	Chirurgie	+	+
4	m	76	37,2	-	1,5	R	Husten	+	4	Lateral	8.	Konservativ	-	-
5	m	63	34,3	+	1,6	R	Husten	+	1	Anterior	9.	Chirurgie	+	+
6	m	58	38,9	+	2,0	L	Husten	+	3	Anterior	8.	Chirurgie	-	+
7	f	43	28,4	+	2,4	L	Husten	+		Lateral	8.	Chirurgie	-	+
8	m	68	35,5	+	1,5	L	Husten	+	4			Konservativ	-	+
9	m	68	33,4	-	1,6	L	Husten	-	0	Posterior	7.	Chirurgie	-	+
10	m	61	30,8	+	1,6	L	Husten	-	0	Lateral	8.	Chirurgie	-	+
<b>Fälle aus der Literatur (n=18)</b>														
11	m	48		+	4,3	L	Husten	-	0	Anterior	2. + 3.			
12	m	63		+	2,3	L	Husten	-	0	Anterior	4.	Chirurgie	-	-
13	m	65		+		R	Husten	-	0	Lateral	7.	Konservativ	+	-
14	m	63		+	1,8	L	Niesen	+	2	Posterior	7.	Konservativ	-	-
15	m	72			2,0	R	Husten	-	0	Posterior	8.	Chirurgie	-	-
16	m	61	36,0	+	2,2	R	Husten	-	0	Posterior	8.	Chirurgie	-	-
17	w	72	40,0	+	1,8	L	Husten	+	2	Lateral		Chirurgie	-	-
18	m	40			1,9	L	Husten	+	1	Anterior	3.	Chirurgie	-	-
19	m	70	31,0	-	1,7	R	Husten	+	4	Anterior	8.	Chirurgie	-	-
20	m	65		-	1,5	L	Husten	+	3	Posterior	6. + 7.	Chirurgie	-	-
21	m	65		+	1,4	L	Husten	+	2		8.	Konservativ	+	-
22	m	47		+	2,1	L	Husten	-	0	Anterior	8.	Chirurgie	-	-
23	m	52	41,2	-	1,6	L	Husten	-	0	Lateral	7.	Chirurgie	-	-
24	m	64		-	1,4	R	Husten	-	0	Lateral	6.	Chirurgie	+	+
25	m	57	34,5	+	1,5	L	Husten	+	1	Anterior	8.	Chirurgie	-	-
26	m	78		+	1,6	L	Husten	-	0			Chirurgie	-	-
27	m	71		+	1,8	R	Husten	-	0	Lateral	8.	Chirurgie	-	-
28	m	55		+	2,0	L	Husten			Lateral	7.	Chirurgie	-	-

Tabelle 3: Beschreibung der Fälle aus der Literatur und der eigenen Patienten.

<b>Tabelle 4:</b> Unterschiede zwischen eigenen Fällen (Graz) und denen aus der Literatur.							
		<b>Graz</b>		<b>Literatur</b>		<b>Keine Daten</b>	<b>p</b>
		<b>n=10</b>	<b>%</b>	<b>n=18</b>	<b>%</b>		
<b>Geschlecht</b>	<i>Männlich</i>	9	90	17	94,4	0	0.662
	<i>Weiblich</i>	1	10	1	5,6		
<b>Nikotin</b>	-	4	40	5	29,4	1	0.573
	+	6	60	12	70,6		
<b>Alkohol</b>	-	4	40	14	93,3	3	<b>0.004</b>
	+	6	60	1	6,7		
<b>Adipositas</b>	-	0	0	2	13,3	3	0.229
	+	10	100	13	86,7		
<b>Diabetes mellitus</b>	-	6	60	12	85,7	4	0.151
	+	4	40	2	14,3		
<b>NINS</b>	-	8	80	13	92,9	4	0.348
	+	2	20	1	7,1		
<b>Rheumatismus</b>	-	7	70	13	92,9	4	0.139
	+	3	30	1	7,1		
<b>COPD</b>	-	3	30	5	35,3	1	0.778
	+	7	70	11	64,7		
<b>KHK</b>	-	6	60	11	73,3	3	0.484
	+	3	30	4	26,7		
<b>Art. Hypertonus</b>	-	3	30	6	42,9	4	0.521
	+	7	70	8	57,1		
<b>Position</b>	<i>Anterior</i>	2	22,2	6	37,5	3	0.729
	<i>Lateral</i>	4	44,4	6	37,5		
	<i>Posterior</i>	3	33,3	4	25		
<b>Rippenfraktur</b>	-	2	20	10	58,8	1	<b>0.050</b>
	+	8	80	7	41,2		
<b>Chirurgie</b>	-	3	30	5	27,8	0	0.901
	+	7	70	13	72,2		
<b>Komplikation</b>	-	8	80	15	83,3	0	0.825
	+	2	20	3	16,7		
<b>Rezidiv</b>	-	3	30	17	94,4	0	<b>&lt;0.005</b>
	+	7	70	1	5,6		

Tabelle 4: Unterschiede zwischen eigenen Fällen (Graz) und denen aus der Literatur.

<b>Tabelle 5:</b> Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen.							
		<b>Kontrollen</b>		<b>Fälle</b>		<b>Keine Daten</b>	<b>p</b>
		<b>n=20</b>	<b>%</b>	<b>n=28</b>	<b>%</b>		
<b>Geschlecht</b>	<i>Männlich</i>	20	100	26	92,9	0	0.222
	<i>Weiblich</i>	0	0	2	7,1		
<b>Nikotin</b>	-	9	47,4	9	33,3	2	0.337
	+	10	52,6	18	66,7		
<b>Alkohol</b>	-	18	94,7	18	72	4	0.053
	+	1	5,3	7	28		
<b>Adipositas</b>	-	12	63,2	2	8	4	<b>&lt;0.005</b>
	+	7	36,8	23	92		
<b>Diabetes mellitus</b>	-	16	84,2	18	75	5	0.461
	+	3	15,8	6	25		
<b>NINS</b>	-	19	100	21	87,5	5	0.110
	+	0	0	3	12,5		
<b>Rheumatismus</b>	-	18	94,7	20	83,3	5	0.247
	+	1	5,3	4	16,7		
<b>COPD</b>	-	9	47,4	9	33,3	2	0.337
	+	10	52,6	18	66,7		
<b>KHK</b>	-	17	89,5	17	68	4	0.092
	+	2	10,5	8	32		
<b>Art. Hypertonus</b>	-	11	57,9	9	37,5	5	0.183
	+	8	42,1	15	62,5		

Tabelle 5: Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen.

## 7 Diskussion

Während kongenitale, traumatische und postoperative Thoraxwandhernien nicht selten sind, stellen spontane Hernien ein ungewöhnliches Ereignis dar (8). Eine oder mehrere Rippen können dabei spontan frakturieren, obwohl die Herniation auch ohne Fraktur, infolge von Ruptur von intercostalen Muskeln auftreten kann. (8, 77)

Die Patienten beschreiben typischerweise ein "Schnalzen" im Anschluss an eine heftige Husten- bzw. Niesattacke. Gelegentlich gehen auch das ruckartige Heben eines schweren Gegenstands oder heftiges Erbrechen der Herniation voraus. In jedem Fall handelt es sich um Situationen, in denen der intrathoracale Druck plötzlich stark ansteigt. (1, 10, 15, 42) Es bildet sich dabei rasch eine Protrusion an der Thoraxwand, manchmal in Verbindung mit einem sich rasch ausbreitenden Hämatom (76). Sehr selten kann bei transdiaphragmalen Hernien außer der Lunge auch Darm in die Thoraxweichteile hernieren. (22, 34, 55, 64)

Thoraxwandhernien können zwar fast asymptomatisch sein, zumeist präsentieren sie sich jedoch als schmerzhaft Expansion. Zusätzliche Schmerzen können durch Pseudoarthrosenbildung an spontan frakturierten Rippen entstehen, die infolge der atemsynchronen Bewegung der Hernie schlechte Heilungstendenz aufweisen (51). Typisch und diagnostisch aufschlussreich ist die Vergrößerung der Expansion an der Thoraxwand während eines Valsalva-Manövers. Während das Routine-Thoraxröntgen oft überraschend wenig Pathologie zeigt, ist im CT immer die Diagnose möglich (15).

Viele Autoren empfehlen als Erstmaßnahme die konservative Behandlung mittels Mieder und Schmerzmanagement (15). Bei therapierefraktären Schmerzen oder im Fall der Inkarzeration der prolabierte Lunge ist jedoch die chirurgische Intervention erforderlich. Mittels offenem oder thorakoskopischem Zugang wird der primäre Verschluss meist durch nicht-resorbierbare Mesh-Grafts oder – selten – durch direkte Naht vorgenommen. (8, 33, 50) Da allerdings die ursächlichen Faktoren für die Hernierung bestehen bleiben, sind die Resultate der chirurgischen

Intervention nicht immer erfolgreich. In unserem Kollektiv war die Rezidivrate signifikant höher als in der Literatur, was allerdings invers mit der Zahl spontan frakturierter Rippen korrelierte. Darüber hinaus betrug das Follow-up bei unseren Patienten mindestens 2 Jahre, wobei die Rezidive erst spät zu verzeichnen waren.

Bis dato ist die Ätiopathologie der spontanen Thoraxwandhernie nicht eindeutig geklärt. Spontane Rippenfrakturen nach Hustenattacken sind häufig und treten in allen Lebensabschnitten auf (56). Die diesbezüglichen Risikofaktoren umfassen Situationen bei denen die ossären Strukturen geschwächt sind wie z.B.

Osteoporose, Expandertherapie für die Mammarekonstruktion oder Radiatio der Thoraxwand wegen Mammakarzinom. Damit sind Frauen für diesen Frakturtyp besonders prädisponiert (43). Doch diese spontanen Rippenfrakturen heilen zumeist problemlos und nur eine Minderheit dieser Patientinnen und Patienten entwickeln eine Thoraxwandhernie. Als Risikofaktoren für das Entstehen einer spontanen Thoraxwandhernie werden heute vor allem männliches Geschlecht, Nikotinabusus, Diabetes mellitus und COPD und langfristige systemische Corticosteroidmedikation angesehen (26, 46, 49, 53, 64, 69). Vor allem höhergradige COPD, die mit erhöhtem intrapleuralem Druck, häufigen Hustenattacken und Corticosteroidbedarf einhergeht, wurde als Hauptursache angesehen. Andererseits sind all die genannten Risikofaktoren bei einem großen Teil des pulmologischen Patientenkollektivs vorhanden, während spontane Thoraxwandhernien auch bei diesen Patienten sehr selten sind.

Darüber hinaus wurden sowohl „stabile Zonen“ in denen Hernien selten auftreten können definiert, und andererseits anatomische Schwachstellen im Sinne von „Loci minoris Resistentiae“ an der Thoraxwand als causale Co-Faktoren suspiziert (21, 24, 41): Prädilektionsstellen für die Entwicklung von spontanen Thoraxwandhernien wären demnach an der anterolateralen Thoraxwand zwischen 8. und 9. Rippe (Fehlen des M. intercostalis externus in diesem Bereich), und posterior zwischen dem Angulus costae und den Wirbelkörpern (Fehlen des M. intercostalis internus) (6, 10, 15, 26, 63, 69). Eine erhebliche Zahl von Herniationen im untersuchten Kollektiv befand sich tatsächlich an den genannten Positionen, aber fast 50% der Fälle hatten Hernien an anderer Stelle.

Bei unseren Patienten fand sich der Großteil der Hernien am linken Hemithorax. Dieser Befund widerspricht einer Publikation über 16 Patienten mit spontaner Thoraxwandhernie wo keine Seitenbevorzugung nachweisbar war (8).

Die Ergebnisse bezüglich anamnestischem Alkoholkonsum (bei 60% der Patienten aus dem Grazer Kollektiv gegenüber nur 4% bei den Fällen aus der Literatur) lassen die Vermutung zu, dass der Alkoholkonsum der PatientInnen in den Kasuistiken nicht in jedem Fall erfasst wurde.

Bezüglich aller weiteren Aspekte war unser Kollektiv mit den Fällen aus der Literatur vergleichbar.

Obwohl in der vorliegenden Fall-Kohorte zwei Drittel und von den Kontrollen 50% an COPD litten, bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich dieses Parameters.

Makroskopisch finden sich bei spontanen Thoraxwandhernien meist Risse der intercostalen Muskulatur. Dies legt einen Mechanismus nahe, bei dem die Rippen übermäßig deformiert werden, ohne dabei zu frakturieren (54). Der sogenannte "Fassthorax", der bei COPD-Patienten häufig zu beobachten ist, wurde daher ebenfalls als Ursache für die Ausbildung spontaner Thoraxwandhernien angesehen, da infolge von Schwächung der intercostalen Muskeln biomechanische Instabilität postuliert wurde (67,76). Darauf basierend erstellten wir die Hypothese, dass entsprechend dem Gesetz von Laplace ein vergrößerter sagittaler Thoraxdurchmesser die zirkumferentielle Wandspannung erhöhen, und so spontane Herniation mit oder ohne Rippenfraktur begünstigen könnte. Es bestand jedoch zwischen der Fallkohorte und den gematchten Kontrollen kein Unterschied in der Rate von Transversal- zu Sagittaldurchmesser in Höhe der Herniation bzw. auf entsprechendem intercostalen Niveau. Daher kann Fassform des Thorax nicht als primär causale Ursache für die Entstehung einer Thoraxwandhernie angesehen werden.

In der vorliegenden Fallkohorte waren 20 der 28 Patientinnen und Patienten ausgeprägt adipös mit einem mittleren BMI von 34.9. Darüber hinaus war der BMI der einzige Parameter, für den zwischen Fällen und Kontrollen ein statistisch

signifikanter Unterschied bestand: Patientinnen und Patienten mit spontaner Thoraxwandhernie hatten einen signifikant höheren BMI. Eine COPD bei gleichzeitig bestehender Adipositas fand sich in 60 % der Fälle. Besonders bei Männern ist ein hoher BMI mit starker Erhöhung des intraabdominellen Fettes verbunden, das sekundär zur ständigen Erhöhung des intraabdominellen und intrathoracalen Drucks führt (25). Diese Tatsache könnte zum Teil das deutliche Überwiegen der Männer im Kollektiv spontaner Thoraxwandhernien erklären, die in unserer Studie 92.9% der Fälle stellten. Ständig erhöhter intraabdomineller Druck könnte daher viel eher als die Thoraxkonfiguration der zentral causale Faktor für das Entstehen einer spontanen Thoraxwandhernie sein. Diabetes mellitus, der ebenfalls als Risikofaktor genannt und mit einer Schwächung der Intercostalmuskulatur in Verbindung gebracht wurde, ist in diesem Zusammenhang als Folge der Adipositas und nicht als isoliertes Phänomen zu betrachten (15, 23). Bezüglich Diabetes fand sich in unserer Studie auch kein signifikanter Unterschied zwischen Fällen und Kontrollen.

## **Conclusio**

Der einzige, für die Entwicklung einer spontanen Thoraxwandhernie prädisponierende Faktor war ausgeprägte Adipositas. Die ständige Erhöhung des intraabdominellen und dadurch auch intrathoracalen Drucks bei stark adipösen Patienten kann bei zusätzlicher, plötzlicher Druckerhöhung zur Entwicklung einer Lungenherniation führen. Daher sollte Patienten mit Thoraxwandhernien dringend Gewichtsreduktion empfohlen werden.

## Literaturverzeichnis

1. Agüero RJ, Hernandez Ortiz C, Izquierdo Elena JM y Cabeza Sanchez R. Hernia pulmonar intercostal espontánea: aportacion de un caso. Archivos de Bronconeumologia Vol. 36, 2000; 6: p. 354-356
2. Aguir S; Boddaert G; Weber G; Hornez E; Pons F. [Lung hernia provoked by a cough fit]. Revue de Pneumologie Clinique. 71(1):p. 60-63, 2015.
3. Ayers DE, LeFeuvre A, Barker P. Surgical repair of intercostal pulmonary hernia secondary to cough induced rib fracture. Journal of the Royal Naval Medical Service. 88 (2) p. 55-56, 2002.
4. Berthet JP, Wihlm JM, Canaud L, Joyeux F, Cosma C, Hireche K, Alric P, Marty-Ané CH. The combination of polytetrafluoroethylene mesh and titanium rib implants: an innovative process for reconstructing large full thickness chest wall defects. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 42 (2012): p 444-53
5. Bhalla M, Leitman, BS, Forcade C, Stern E, Naidich DP, McCauley DI. Lung Hernia: Radiographic features. AJR 154, 1990 Jan; p. 51-53
6. Bhardwaj H; Bhardwaj B; Youness HA. A painful sneeze: spontaneous thoracic lung herniation induced by vigorous sneeze. Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology. 21(1):p.61-64, 2014
7. Borrelly J, Aazami MH. New insights into the pathophysiology of flail segment:the implications of anterior serratus muscle in parietal failure. European Journal of Cardio-thoracic Surgery 28 (2005) p. 742-749
8. Brock MV and Heitmiller RF. Spontaneous Anterior Thoracic Lung Hernias. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery Volume 119, Number 5: 1046-1047
9. Busch T, Kley CW, Sirbu H, Aleksic I und Dalichau H. Die incarcerierte traumatische intercostale Lungenhernie. Chirurg 1999; 70: p. 946-948
10. Detorakis E., Androulidakis E. Intercostal lung herniation – The role of imaging. The Journal of Radiology Case Reports, 2014 Apr; 8(4):p. 16-24
11. Dobradin A, Bello J. Clinicoradiological Diagnosis of Cough-Induced Intercostal Hernia. Journal of Surgical Technique and Case Report, Jul-Dec 2013, Vol-5, Issue-2
12. Emberger Jr JS RTT FAARC, Racine L RTT, Maheshwari V MD. Lung Hernia Associated With Hemothorax Following Cardiopulmonary Resuscitation. Respir Care 2011;56(7): p.1037-1039
13. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R. Waldeyer- Anatomie des Menschen. 18th ed. Berlin. De Gruyter; 2009

14. Fisch AE, Brodey PA, Salman BJ, Mall JC. Postthoracotomy lung herniation. *British Journal of Radiology* 51 (1978), p. 688-690
15. Folz RJ, Piantadosi CA, Folz EK. Spontaneous intercostal bulge. *Postgrad Med J* 1998; 74: p. 179-181
16. Forty J, Wells FC: Traumatic Intercostal Pulmonary Hernia. *Ann Thorac Surg* 1990,49:670-I
17. Francois B, Desachy A, Cornu E, Ostyn E, Niquet L, Vignon P. Traumatic Pulmonary Hernia: Surgical versus Conservative Management. *The Journal of Trauma: Injury, Infection and Critical Care*, Issue: Vol.44(1), Jan 1998, pp 217-19
18. Gaude G.S. Chatterji R. Bagga A.S. Naik A.G. Bellad V. Spontaneous lung hernia. *The Indian journal of chest diseases & allied sciences*. 39 (1) p. 65-68, 1997.
19. Glenn C, Bonekat W, Cua A, Chapman D, McFall R. Lung Hernia. *American Journal of Emergency Medicine* 1997; 15: p. 260-263
20. Gomez PE, Ferreiro S, Esteban SM, Fodor R, Palavecino ME, and Rios FG. Spontaneous Pulmonary Hernia. A Case Report. *Respiratory Care* 2013 Oct; Vol. 58 No.10: p.119-122
21. Goverde P; Van Schil P; Van den Brande F; Vanmaele R. Chronic herniation of the lung in a patient with chronic obstructive pulmonary disease. Case report and review of the literature. *Thoracic & Cardiovascular Surgeon*. 46(3):p. 164-166, 1998
22. Habib A, Elsayed H, Dhanji A-R A, Wood A. Spontaneous combined lung and bowel hernia following an episode of acute bronchitis. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2010; 10: p. 1042-1043
23. Hansen LA, Prakash UBS, Colby TV. Pulmonary complications in diabetes mellitus. *Mayo Clin Proc* (1989); 64: p. 781-9
24. Hiscoe B, Digman J, Types and incidence of lung hernias. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1955; p. 335-337
25. Hung CS, Yang CY, Hsieh HJ, Wei JN, Ma WY, Li HY. BMI Correlates Better to Visceral Fat and Insulin Sensitivity Than BAI. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(6):1141
26. Jastrow KM III, Chu D, Jaroszewski D, Huh J and Bakaeen F. Posterior lung herniation after a coughing spell: a case report. *Cases Journal* 2009, 2 : 86 <http://www.casesjournal.com/content/2/1/86>
27. Jüch M, Wertzel H, Riemann T, Ludwig K, Achenbach HJ. Rippenfraktur, Zwerchfellruptur und Thoraxwandhernie nach starkem Niesen. *Zentralbl Chir* 2014 online publ. Georg Thieme Verlag Stuttgart-New York
28. Kaliyadan A, Kebede A, Ali T, Karchevsky M, Vasseur B and Patel N. Spontaneous transient lateral thoracic lung herniation resulting in Systemic

- Inflammatory Response Syndrome (SIRS) and subsequent contralateral lung injury. *Clinical Medicine Insights: Case Reports* 2011;4 p. 39-42
29. Kara HV, Javidfar J and D`Amico TA. Spontaneous Herniation of the Lung and Diaphragm Treated with Surgical Repair. *Ann Thorac Surg* 2015; 99: p.1821-23
  30. Kottachchi DT, Dong J, Reid S. A rare complication of cardiopulmonary resuscitation. *Can J Surg*, Vol. 52, No.1, February 2009
  31. Kraus D. Spontane intercostale Thoraxwandhernien. *Zentralbl Chir* 2016;141-FV61
  32. La Hei ER, Deal CW, Intercostal Lung Hernia Subsequent to Harvesting of the Left Internal Mammary Artery. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: p.1579-80
  33. Lakshminarayana UB, Cowen M, Kastelik JA, Morjaria JB. Intermittent swelling in the chest; a case of spontaneous intermittent lung herniation. *BMJ Case Rep* 2013. doi: 10.1136/bcr-2013-201380, published online
  34. Lang M, Krümrey M-T, Roder J, Ulmer J, Friederichs J, Bühren V. Spätfolgen nach stumpfem Bauch- und Thoraxtrauma. *Chirurg* 2012; 83: p. 1078-1081
  35. Langer C, Becker H, Liersch T. Bauchwandhernien. *Allgemeine und Visceralchirurgie up2date* 2007, 3: p. 217-236
  36. Lightwood RG, Cleland WP. Cervical lung hernia. *Thorax* (1974),29,p. 349-351
  37. McAdams HP, Gordon DS, White CS. Apical Lung Hernia:Radiologic Findings in Six Cases. *American Journal of Roentgenology*:167, October 1996
  38. Min SA, Gow KW, Blair GK. Traumatic intercostal hernia:presentation and diagnostic workup. *J Pediatr Surg* 1999; 34: p. 1544-1545
  39. Mirza A, Gogna R, Kumaran M, Malik M, Martin-Ucar AE. The surgical management of intercostal lung herniation using bioprosthesis. *Journal of Surgical Case Reports*. 2011 2:6
  40. Moncada R, Vade A, Gimenez C, Rosado W, Demos TC, Turbin R, Venta L. Congenital and Aquired Lung Hernias. *Journal of Thoracic Imaging*.1996, 11: p.75-82
  41. Montgomery JG and Lutz H. Hernia of the Lung. *Ann Surg* 1925 Aug; 82 (2): p. 220-231
  42. Morel-Lavallee A. Hernies du poumon. *Bull Mem Soc Chir Paris* 1845; 1:75-195
  43. Müller MR et al. Thorakale Hernien. *Expertise Thoraxchirurgie* 2016. Thieme Verlag: p. 442-444
  44. Munnell ER. Herniation of the lung. *Ann Thorac Surg* 1968;5: p. 204-12
  45. Oor JE, Nijse BA, Ultee JM, Dickhoff C. Take a deep breath...
  46. Patel C.D. Holden V. Lung herniation-a unique case of chest pain. *Journal of General Internal Medicine*. Conference: 37th Annual Meeting of the Society of

General Internal Medicine, SGIM 2014 San Diego, CA United States.  
Conference Start: 20140423 Conference End: 20140426. Conference  
Publication: (var.pagings). 29 p.385-386, 2014.

47. Piroth C, Krings F, Krüger IM. Lungenhernie nach einmaliger Hustenattacke. Zentralbl Chir 2004; 129: p.67-69
48. Portmann S, Herzig R. Thoraxwandhernie nach Hustenattacke. Schweiz Med Forum 2011; 11(22):p 399-400
49. Psathakis K, Mermigkis C and Tsintiris K. Transient lung herniation through a thoracic cage defect: a case report. Cases Journal 2009; 2: p. 7524
50. Rao EMM, Mitchell SP, Fordyce J, Ganga V. Intercostal Lung Hernia: A Case for Conservative Treatment. Clin Med Rev Case Rep 2015,2:038
51. Rob P.M. Link J. Dalhoff K. Extrathoracic prolapse of pulmonary parenchyma after a coughing bout with spontaneous fracture of several ribs. Deutsche Medizinische Wochenschrift. 118 (19) p. 701-704, Date of Publication: 1993.
52. Roland. De volmoris sanaripot. In: de Chavliae G, editor. Cyurgia. Liber III (cap), XXV. 1499: p.144
53. Ross RT and Burnett CM. Atraumatic Lung Hernia. Ann Thorac Surg 1999; 67: p.1496-1497
54. Rusca M; Carbognani P; Cattelani L; Tincani G; Bobbio P. Spontaneous intercostal pulmonary hernia. Journal of Cardiovascular Surgery. 41(4):p. 641-642, 2000
55. Sarkar D, Warta M, Solomon J. Transdiaphragmatic Intercostal Herniation following Blunt Trauma. Hindawi Publishing Corporation. Case Reports in Radiology (Volume 2012), Article ID 502765, p. 1-4
56. Sano A, Tashiro K, Fukuda T. Cough-induced rib fractures. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2015;23(8):958-60.
57. Schiebler TH, Schmidt W, Zilles K, Anatomie, 9. Auflage Springer Verlag 1999;p. 211-217
58. Schnüriger B, Lerf B. Instabiler Thorax nach Hustenattacke bei einem 70-jährigen adipösen Patienten. Chirurg 2005; 77. p.459-462
59. Schumpelick V, Arit G, Klinge U. Hernienchirurgie. Versorgung von Nabelhernie und Narbenhernie. Dtsch Ärztebl 1997; 94: p. 51-52
60. Schumpelick V, Junge K, Rosch R, Klinge U, Stumpf M. retromuskuläre Netzplastik in Deutschland. Chirurg 2002;73: p. 888-894
61. Schumpelick V, Klinge U, Welty G, Klosterhalfen B. Meshes in der Bauchwand. Chirurg 1999b; 70: p. 876-887
62. Scullion DA, Negus R, al Kutoubi A. Case Report: extrathoracic herniation of the lung with a review of the literature. Br J Radiol 1994; 67: p. 94-96

63. Seibel DG, Hopper KD, Ghead N. Mammographic and CT detection of extrathoracic lung herniation. *Journal of Computer assist. Tomogr.* 11 (1987), p. 537-38
64. Shameem M, Saad T, Bhargava R, Ahmed Z, Pandey DK, Fatima N. Hernia of lung through the anterior thoracic chest wall. *Respiratory Medicine CME* (2008) 1,p.137-139
65. Shankar S., Abbas A. Acute Respiratory Failure Caused by Spontaneous Herniation of the Lung. *The Ochsner Journal*, 2010 10: p. 256-258
66. Sheka KP, Williams LG. Spontaneous intercostal lung hernia. *Journal Of The National Medical Association*, VOL 76, NO.12,1984
67. Sloth-Nielsen J, Jurik AG. Spontaneous intercostal pulmonary hernia with subsegmental incarceration. *Eur J Cardiothorac Surg* 1989; 3 : p. 562-564
68. Sukkarieh F. Vanmeerhaeghe A. Brasseur P. Post traumatic intercostal lung herniation: A case report. *Journal de Radiologie.* 83 (9 I) p. 1085-1087, 2002.
69. Sulaiman A, Cottin V, Pereira de Souza Neto E, Orsini A, Cordier JF, Gamondes JP and Tronc F. Cough-Induced Intercostal Lung Herniation Requiring Surgery: Report of a Case . *Surg Today* 2006; 36: p. 978-980
70. Szentkereszty Z, Boros M, Sápy P, Kiss SS: Surgical treatment of intercostal hernia with implantation of polypropylene mesh. *Hernia* 2006, 10:354-356
71. Tack D, Wattiez A, Schtickzelle JC, Delcour C. Spontaneous lung herniation after a single cough. *Eur Radiol* 2000;10: p.500-502  
The Netherlands Journal of Medicine Feb 2015, Vol. 73, NO 2: p. 90-93
72. Trupka WA, Hallfeldt KKJ, Schmidbauer S, Schweiberer L. Die Versorgung komplizierter Narbenhernien mit einem in Underlay-Technik implantierten Polypropylenetz. *Chirurg* 1998; 69: p.766-772
73. Valerius KP, Frank A, Kolster BC. *Das Muskelbuch: Anatomie/Untersuchung/Bewegung.* 4. Auflage 2008: pp. 290, 294
74. Wani AS, Kalamkar P, Alhassan S and Farrell MJ. Spontaneous intercostal lung herniation complicated by rib fractures: a therapeutic dilemma. *Oxford Medical Case Reports*, 2015; 12: p. 378-381
75. Weissberg D and Refaely Y. Hernia of the Lung. *Ann Thorac Surg* 2002 ; 74: p. 1963-1966
76. Williams B. Rickman O. Spontaneous lung herniation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* Conference: American Thoracic Society International Conference, ATS 2010 New Orleans, LA United States. Conference Start: 20100514 Conference End: 20100519. Conference Publication: (var.pagings). 181 (1 MeetingAbstracts) , 2010.

77. Zia Z, Bashir O, Ramjas GE, Kumaran M, Pollock JG, Pointon K. Intercostal lung hernia: Radiographic and MDCT Findings. Clin Radiol. (2013);68: p. 412-17