

**Diplomarbeit**

**PRIMÄRER SPONTANPNEUMOTHORAX BEI FRAUEN  
UND MÄNNERN  
Ein und dieselbe Erkrankung?**

eingereicht von

**Christina Heigl**

zur Erlangung des akademischen Grades

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

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Chirurgie**

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

unter der Anleitung von

**Univ. Prof. Dr. Freyja-Maria Smolle-Jüttner**

**Ass. Dr. Iurii Mykoliuk**

Graz, am 25.01.2023

## *Eidesstaatliche Erklärung*

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

*Graz, am 25.01.2023*

*Christina Heigl eh.*

## Danksagungen

Als erstes möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Diplomarbeitsbetreuerin Univ.-Prof. Dr.med.univ. Freyja-Maria Smolle-Jüttner bedanken. Es war jederzeit ein unkomplizierter, freundlicher Austausch mit ihr möglich. Sie konnte mir bei jeglichen Schwierigkeiten und Unklarheiten bezüglich Datenerfassung sowie Interpretation der Ergebnisse sofort weiterhelfen. Auch die Literaturvorschläge ihrerseits waren eine große Hilfe beim Erstellen meiner Arbeit.

Zudem möchte ich mich auch noch bei Herrn Univ.-Prof. Josef Smolle bedanken, der einen großen Anteil an der Auswertung meiner Daten und an der Erstellung der Statistik hatte.

Besonders herzlich bedanke ich mich bei meinen Eltern. Diese haben es mir erst ermöglicht, überhaupt Medizin zu studieren. Über all die Jahre meiner Ausbildung standen sie mir gemeinsam mit meinen zwei Geschwistern Johannes und Daniela bei allen Höhen und Tiefen zur Seite und unterstützten mich, wo sie nur konnten. Danke für eure unermüdliche Geduld und euren Glauben an mich und meine Fähigkeiten.

Als letztes möchte ich mich noch bei meinen Freunden, Studienkollegen und allen Wegbegleitern bedanken, die mir während meiner Ausbildungsjahre und besonders während der Erfassung meiner Diplomarbeit stets Rückhalt gegeben haben und immer ein offenes Ohr für mich hatten.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	iii
Inhaltsverzeichnis .....	iv
Abkürzungen und deren Erklärung .....	vi
Abbildungsverzeichnis .....	vii
Zusammenfassung .....	viii
Abstract .....	x
1 Einleitung .....	1
1.1 Lungenentwicklung .....	1
1.2 Anatomie .....	1
1.3 Atemmechanik .....	2
1.4 Pneumothorax .....	3
1.4.1 Sonderformen des Pneumothorax .....	3
1.5 Spontanpneumothorax .....	5
1.5.1 Inzidenz .....	5
1.5.2 Pathophysiologie .....	6
1.5.3 Risikofaktoren .....	7
1.5.4 Diagnostik .....	8
1.5.5 Therapie .....	10
1.6 Gendervergleich .....	13
2 Methoden .....	14
2.1 Studiendesign .....	14
2.2 Studienablauf .....	15
2.3 Patient*innen .....	16
2.3.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien .....	16

2.4	Zielgrößen und Hypothesen .....	16
2.5	Datenerfassung.....	17
3	Ergebnisse und Resultate .....	20
3.1	Geschlecht .....	20
3.2	Quantitative Merkmale im Geschlechtervergleich .....	21
3.2.1	Alter .....	21
3.2.2	Biometrische Daten .....	22
3.2.3	Intervalle .....	24
3.2.4	Drainagedauer.....	25
3.2.5	Aufenthaltsdauer.....	25
3.3	Qualitative Merkmale im Geschlechtervergleich .....	25
3.3.1	Rauchverhalten.....	25
3.3.2	Seite des aktuellen Pneumothorax .....	26
3.3.3	Vortherapie .....	27
3.3.4	CT-Bildgebung.....	28
3.3.5	Therapie .....	29
3.3.6	Histologie.....	30
3.3.7	Komplikationen .....	31
3.3.8	Rezidive .....	33
4	Diskussion.....	34
4.1	Limitationen.....	34
4.2	Interpretation .....	34
4.3	Schlussfolgerung.....	37
5	Literaturverzeichnis .....	39

## Abkürzungen und deren Erklärung

Abb.	Abbildung
BMI	Body Mass Index
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
CT	Computertomographie
ELC	emphysema like changes
ICU	Intensive Care Unit
Lig.	Ligamentum
PTX	Pneumothorax
VATS	Videoassistierte Thorakoskopie

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie der Pleura: Pleura visceralis, Pleura parietalis, Pleuraspalt .....	2
Abbildung 2: Schema Spannungspneumothorax.....	4
Abbildung 3: Röntgenbild eines Spannungspneumothorax links .....	4
Abbildung 4: Altersverteilung der weiblichen und männlichen Pneumothoraxpatient*innen .....	6
Abbildung 5: Schematische Darstellung von Blebs und Bullae .....	7
Abbildung 6: Röntgenbild eines Pneumothorax links.....	9
Abbildung 7: Therapiealgorithmus bei V.a. primären Spontanpneumothorax laut AWMF-Leitlinie .	11
Abbildung 8: Anzahl der Gesamtpneumothoraxfälle ad Thoraxchirurgie von 01/05-03/21 .....	17
Abbildung 9: Geschlechterverteilung der Spontanpneumothoraxfälle .....	20
Abbildung 10: Basisstatistik der quantitativen Merkmale .....	21
Abbildung 11: Rauchverhalten der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer .....	26
Abbildung 12: Betroffene Seite des Pneumothorax im Vergleich .....	27
Abbildung 13: Vergleich von unterschiedlichen Vortherapien bei Männern und Frauen .....	28
Abbildung 14: Bullae im CT bei Männern und Frauen .....	29
Abbildung 15: Aktuelle Therapien bei Männern und Frauen im Vergleich.....	30
Abbildung 16: Histologie bei Männern und Frauen im Vergleich .....	31
Abbildung 17: Vergleich der Komplikationsrate von Männern und Frauen.....	32
Abbildung 18: Komplikationen nach Spontanpneumothorax bei Männern und Frauen im Vgl .....	32
Abbildung 19: Vergleich der Rezidivrate von Männern und Frauen .....	33

## Zusammenfassung

**Einleitung/Hintergrund:** Der primäre Spontanpneumothorax betrifft bevorzugt asthenisch gebaute Männer im Alter zwischen 18 und 35 Jahren. Die viel seltener von Spontanpneumothorax betroffenen Frauen weisen nicht den typischen Konstitutionstyp auf. Ziel dieser retrospektiven Studie war es, herauszufinden, in welchen weiteren Aspekten sich der primäre Spontanpneumothorax von Männern sich von jenem von Frauen unterscheidet. Untersucht wurden klinische Präsentation, Pathomorphologie sowie Verlauf.

**Methoden:** In die retrospektive Datenanalyse wurden alle Patient\*innen zwischen dem 18. und dem 35. Lebensjahr eingeschlossen, die im Zeitraum von Januar 2005 bis zum März 2021 wegen eines primären Spontanpneumothorax an der Klinischen Abteilung für Thorax- und Hyperbarer Chirurgie der Universitätsklinik Graz in Behandlung waren. An epidemiologischen und klinischen Daten wurden Alter, Größe, BMI, Raucher\*innenanamnese, Vor- und Begleiterkrankungen, Laborbefunde, Seitenlokalisierung, Art der angewandten Therapie, Komplikationen, stationäre Aufenthaltsdauer, Histopathologie und Rezidivrate erhoben. Die statistische Auswertung erfolgte mittels T-Test für unabhängige Stichproben und Mehrfelder-Chi2-Test.

**Ergebnisse:** 452 Fälle von primärem Spontanpneumothorax (350 [77%] Männer, 102 [23%] Frauen) waren inkludierbar. Zum Zeitpunkt des ersten Auftretens des Spontanpneumothorax wiesen Frauen mit  $25,28 \pm 5,76$  Jahren ein statistisch signifikant höheres Alter auf als die Männer ( $23,08 \pm 5,39$  Jahre). Der durchschnittliche Body Mass Index der Frauen betrug 19,3, bei Männern 20,3 - was für beide Geschlechter Werten im unteren Normbereich entspricht. Bei beiden Populationen waren 56 % Raucher\*innen und 44 % Nichtraucher\*innen. Bei 39 (38%) der Patientinnen war zum Zeitpunkt des ersten Auftretens die linke Lunge betroffen, bei 63 (62%) die rechte. Demgegenüber war bei 182 (52%) der Männer die linke, bei 166 (48%) die rechte Seite und bei 2 (0,57%) beide Seiten involviert. Die durchschnittliche Drainagedauer ( $\text{♀}$ :  $9,05 \pm 5,2$  Tage;  $\text{♂}$ :  $9,76 \pm 5,3$  Tage) und die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Krankenhaus ( $\text{♀}$ :  $9,18 \pm 4,71$  Tage;  $\text{♂}$ :  $10,07 \pm 5,14$  Tage) zeigte zwischen Männern und Frauen keinen statistisch signifikanten Unterschied. Auch für die Art der Vortherapie, der Feststellbarkeit von bullösen Veränderungen im CT bzw. in der Histologie ergab sich kein statistisch

signifikanter Geschlechterunterschied, ebensowenig wie für Komplikationen die sich bei 9,8 % der Frauen und bei 14,3 % der Männer entwickelten ( $p > 0,05$ ). 28 % der Frauen und 24 % der Männer entwickelten ein oder mehrere Pneumothoraxrezidive ( $p > 0,05$ ). Auch der zeitliche Abstand zwischen der ersten und einer allfälligen zweiten bzw. der zweiten und einer allfälligen dritten Spontanpneumothoraxepisode zeigte keine geschlechts-spezifischen Unterschiede. Auffällig war dagegen – so wie bei der Erstmanifestation die Häufung der Rezidivinzidenz rechts bei den Frauen (71%) gegenüber 25% links, 4% fanden sich beidseits. Bei den Männern waren die Rezidive mit 44% rechts bzw. links gleichmäßig verteilt, 12% hatten bilaterale Rezidive. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist im Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test signifikant ( $p = 0,038$ ).

**Diskussion:** In dieser kleinen Studienpopulation ließ sich die statistisch signifikant höhere Inzidenz des primären Spontanpneumothorax bei Männern bestätigen. Frauen waren dagegen bei der Erstmanifestation des Pneumothorax statistisch signifikant älter als Männer und wiesen sowohl primär als auch bei Pneumothoraxrezidiven signifikant häufiger Befall der rechten Seite auf, wogegen die beiden Lungen bei den Männern gleich häufig betroffen waren. Die Ursache für diese Unterschiede ist nicht geklärt und bedarf weiterer Analysen, zumal alle übrigen untersuchten Parameter keine statistisch signifikanten, geschlechtsspezifischen Unterschiede aufwiesen.

## Abstract

**Introduction:** Spontaneous pneumothorax is predominantly found in asthenic men aged between 18 and 35 years. Women are less frequently affected and do not display a specific physical build. The aim of this retrospective study was to define further gender-specific parameters in spontaneous pneumothorax. Clinical features, pathomorphology and course of the disease were evaluated.

**Methods:** In this retrospective study, we included male and female patients aged between 18 and 35 years, treated for primary spontaneous pneumothorax at the Division of Thoracic and Hyperbaric Surgery, Medical University of Graz between January 2005 and March 2021. Epidemiological and clinical data such as age, height, BMI, smoking habits, data from patients' history, accompanying diseases, side of lung affected, laboratory findings, therapy, complications, length of stay, histopathology and recurrence rate were collected. T-test for independent samples and the "Multiple-fields-Chi2-Test" were used for statistical analysis.

**Results:** 452 cases of spontaneous pneumothorax (350 [77%] males, 102 [23%] females) were included. At the time of the first occurrence women had a mean age of  $25,28 \pm 5,76$  years which was statistically significant higher than that of men ( $23,08 \pm 5,39$  years). In both sexes the Mean Body Mass Index (women:19,3; men: 20,3) was in the lowermost normal range without statistically significant gender difference. Similarly, the rate of smokers (56%) and non-smokers (44%) was identical in men and women. In 62% of female patients (N=63) the initial manifestation affected the right lung, in 38% (N=39) the left one. In comparison, in 48% of men (N=166) the first manifestation of pneumothorax was on the right, and in 52% (N=182) on the left side, whilst two men (0.57%) presented with bilateral pneumothorax. Mean duration of drainage (♀:  $9,05 \pm 5,2$  days; ♂:  $9,76 \pm 5,3$  days) and mean duration of hospital stay (♀:  $9,18 \pm 4,71$  days; ♂:  $10,07 \pm 5,14$  days) was without any statistically significant inter-gender difference. This was also true for the type of pre-treatment, for the presence of emphysematous changes in radiological or histomorphological investigations and for the complication rate which was 9,8% in female and 14,3% in male patients (for all findings  $p>0.05$ ). There was no statistically significant gender-based difference in the overall recurrence rate (28 % of women and 24 % of men) ( $p>0.05$ ), neither was there a difference concerning the time-interval between the first, second or even third manifestation of

spontaneous pneumothorax. Remarkably – like during the initial manifestation – the right side was more likely affected in women (right: 71%, left: 25%, bilateral: 4%), whereas men developed recurrence in more equal distribution (right: 44%, left: 44%, bilateral: 12%). The inter-gender difference is statistically significant (multiple field Chi-Square Test  $p = 0,038$ ).

**Conclusion:** We were able to confirm the significantly higher incidence of spontaneous pneumothorax in male patients. At the time of the first manifestation women were older than men. In female patient the pneumothorax affected predominantly the right lung, both during the initial manifestation and in case of recurrence, whereas the disease affected both lungs in equal proportion in men. The reason for these statistically significant differences remains unclear and deserve further investigation, especially since all other parameters did not show any gender-specific differences.

# 1 Einleitung

## 1.1 Lungenentwicklung

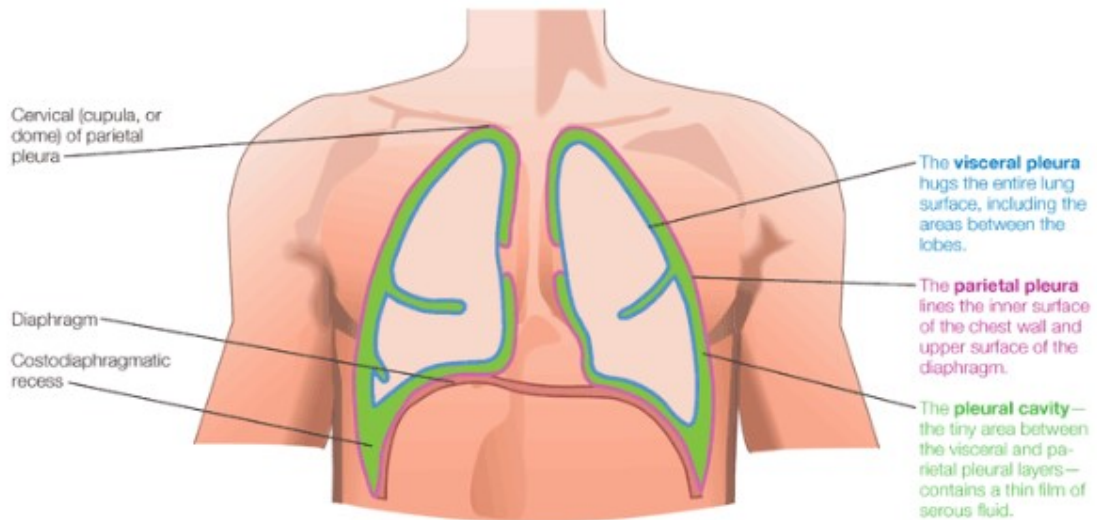
Die Lungenentwicklung beginnt in der 4. Entwicklungswoche. Zu diesem Zeitpunkt entwickelt sich aus der vorderen Wand des Vorderdarmes eine Aussackung, die die Grundlage des Lungendivertikels bildet. Aus dem Entoderm bildet sich das Epithel des Respirationstraktes, aus dem Mesoderm Knorpel und die glatte Muskulatur. Das Septum oesophagotracheale verschließt die offene Verbindung zwischen Oesophagus und Respirationstrakt kaudal der Öffnung für den Kehlkopf. Es entsteht durch weitere Teilung des Lungendivertikels die in der Mitte stehende Trachea und beidseits jeweils eine Lungenknospe. Die rechte teilt sich in drei, die linke in zwei Teile. Die Hauptbronchien teilen sich links als auch rechts in zehn tertiäre Bronchien. Vor der Geburt kommt es insgesamt zu zehn Teilungsschritten, nach der Geburt noch zu sechs. Die Lunge wächst langsamer als der Thorax. Dies führt zu einer Dehnung der elastischen Bestandteile der Lunge (insbesondere Elastin und Surfactant). Dies führt zum Lungensog, der die Grundlage des Pneumothorax bildet (1).

## 1.2 Anatomie

Der Brustkorb (Thorax) wird zusammengesetzt aus der Brustwand (Haut, Faszien, Muskeln, Gefäße, Rippen, Sternum, Brustwirbelsäule), der Brusthöhle und den darin enthaltenen Organen. Gegliedert wird der Thorax in zwei Pleurahöhlen sowie das Mediastinum. In letzterem befinden sich das Herz, die Thymusdrüse, die kaudale Trachea, der kaudale Oesophagus und die großen Leitungsbahnen des Thorax. In den beiden Pleurahöhlen liegen lediglich die beiden kegelförmigen Lungenflügel, die mit ihrer Basis dem Zwerchfell angrenzen (2).

Ihr Apex ragt über die obere Thoraxapertur etwa 2-3 cm in den Halsbereich. Der rechte Lungenflügel besteht aus drei, der linke aus zwei Lappen (1). Die Pleurahöhlen, die der Lunge als Reserveräume bei der Inspiration dienen, werden von einer serösen Schicht, dem Mesothel (Pleura), ausgekleidet. Diese wird unterteilt in die Pleura visceralis, die die Lungenoberfläche umgibt, und die Pleura parietalis, die der Thoraxinnenseite anliegt. Diese zwei Blätter gehen im Bereich des Lungenhilums ineinander über (Lig. Pulmonale). Im Pleuraspalt, dem Raum

zwischen der Pleura visceralis und der Pleura parietalis, befindet sich beim Erwachsenen etwa 5-10 ml seröse Pleuraflüssigkeit, die die Verschieblichkeit der beiden Pleurablätter erleichtert (3).



**Abbildung 1:** Anatomie der Pleura: Pleura visceralis, Pleura parietalis, Pleuraspalt (4)

### 1.3 Atemmechanik

Druckunterschiede zwischen den Alveolen und der Umwelt bedingen den Atemantrieb. Bei der Inspiration muss der intraalveoläre Druck unter dem der Umwelt sein, damit ein Sog der Luft in die Alveolen vonstattengeht - bei der Expiration genau umgekehrt. Damit der Unterdruck in den Alveolen bei der Inspiration entsteht, muss durch Kontraktionen der Musculi intercostales externi, der Musculi scaleni, weiterer Atemhilfsmuskeln und des Zwerchfells der Raum im Thorax vergrößert werden. Der Thorax erweitert sich also nach ventral, lateral und kaudal und die Lunge folgt dieser Bewegung. Expiratorisch verkleinert sich der Brustkorb wieder durch die Erschlaffung der genannten Muskeln und die Lunge folgt ihrer Elastizität zu ihrer Ausgangsposition. Die Lunge folgt den Bewegungen des Brustkorbes und des Zwerchfells. Dies gelingt durch die dünne Flüssigkeitsschicht zwischen der Pleura parietalis und visceralis. Aufgrund der Elastizität der Lunge und der Oberflächenspannung der Alveolen strebt die Lunge danach, sich zu

verkleinern. Die Flüssigkeit im Pleuraspalt kann sich jedoch nicht ausdehnen und so bleibt die Lunge an der Innenfläche des Thorax haften. Dies führt dort zu diesem Sog, der während der Inspiration durch die Vergrößerung des Brustkorbes stärker wird (5).

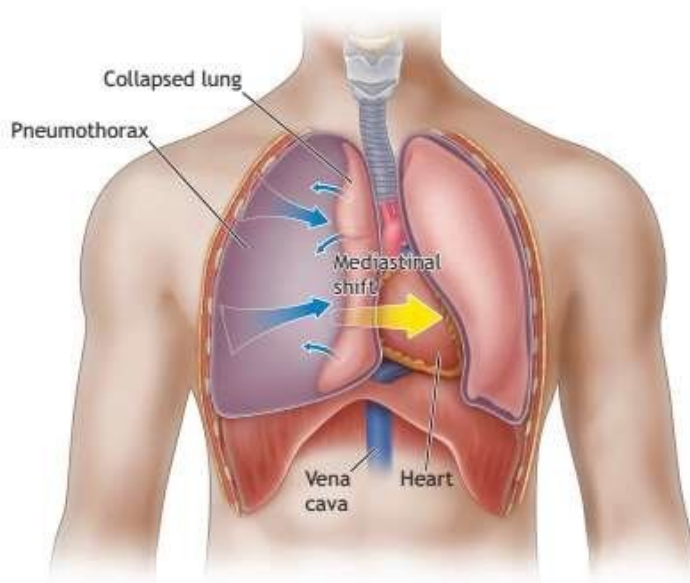
## 1.4 Pneumothorax

Der Pneumothorax (PTX) ist ein Krankheitsbild, bei dem Luft in den Pleuraspalt eindringt. Diese Luft kommt entweder vom Lungengewebe selbst, also von innen, oder von außen durch Penetration der Thoraxwand (6). Das erste Mal beschrieben wurde der Term Pneumothorax von Jean-Marc Gaspard Itard im Jahr 1803. Nach der Ätiologie wird der PTX eingeteilt in Spontanpneumothorax (primär und sekundär) und traumatischen bzw. iatrogenen Pneumothorax (7). In der folgenden Arbeit fokussieren wir uns auf den Spontanpneumothorax.

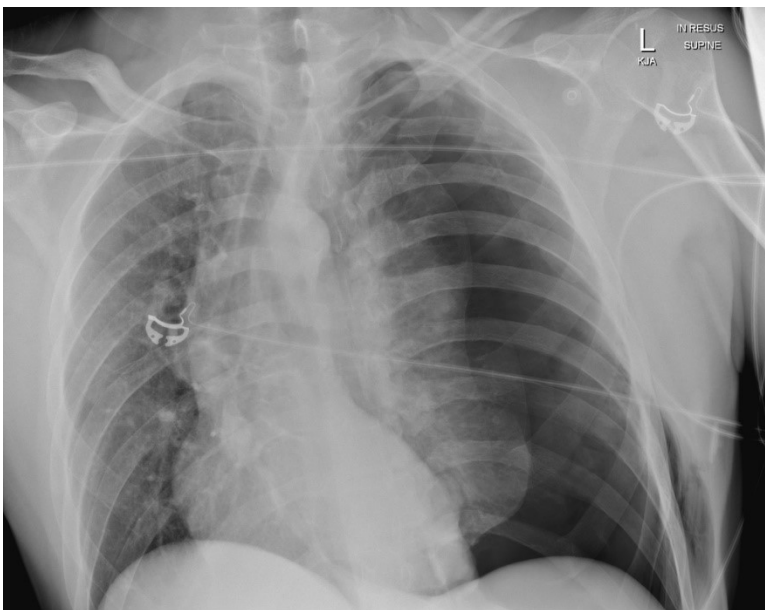
### 1.4.1 Sonderformen des Pneumothorax

#### 1.4.1.1 Spannungspneumothorax

Der Spannungspneumothorax stellt eine Notfallsituation dar und kann als Komplikation von jeder Art des PTX entstehen. Durch einen Riss in der Pleura visceralis mit Ventilmechanismus strömt bei der Inspiration Luft in den Pleuraspalt. Diese kann jedoch bei der Expiration nicht entweichen und es entsteht ein Überdruck im Pleuraspalt. Dadurch kommt es zu einer Verschiebung des Mediastinums. Das Herz, der gesunde Lungenflügel sowie die Gefäße werden komprimiert (siehe Abb. 2, 3). Folglich kommt es hier zu oberen Einflusstauung und Kreislaufdepression (Blutdruck ↓). Tritt ein Spannungspneumothorax ein, muss sofort eine Thoraxdrainage in den Pleuraspalt eingebracht werden (8).



**Abbildung 2:** Schema Spannungspneumothorax (9)



**Abbildung 3:** Röntgenbild eines Spannungspneumothorax links (10)

#### 1.4.1.2 Catamenialer Pneumothorax

Der catameniale Pneumothorax ist ein Pneumothorax, der bei Frauen im gebärfähigen Alter auftritt, häufig rezidiert und in Zusammenhang mit dem Auftreten der Menstruation steht. Meist tritt diese Art von Spontanpneumothorax innerhalb von drei Tagen vor oder nach der Menstruation auf und dies meist auf der rechten Seite. Zu den typischen Symptomen zählen Thoraxschmerzen, Dyspnoe

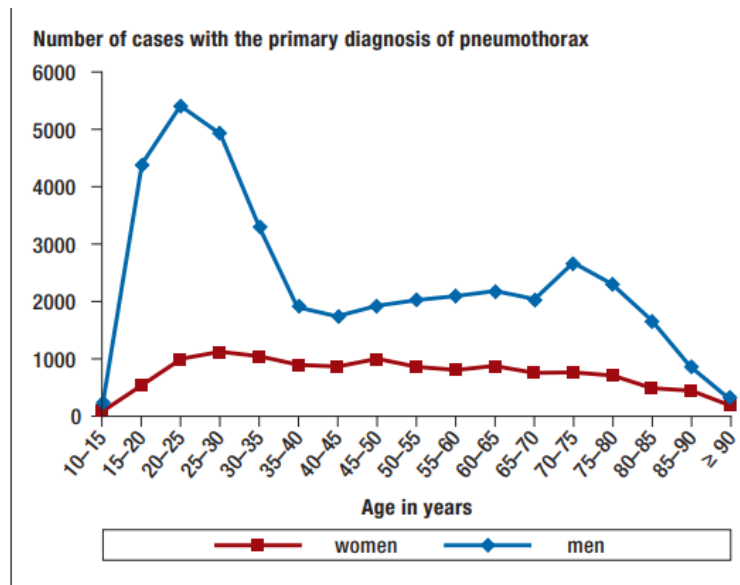
mit zusätzlichen Hämoptysen. Als Ursache wird die Endometriose im Zwerchfell oder der Pleura vermutet (11) (12).

## 1.5 Spontanpneumothorax

Beim Spontanpneumothorax gelangt Luft ohne ein stattgehabtes Trauma in den Pleuraspalt. Man spricht von einem primären Spontanpneumothorax bei lungengesunden Menschen, wenn also keine Pathologie der Lunge dem PTX zu Grunde liegt. Der sekundäre Spontanpneumothorax beschreibt einen Pneumothorax bei Menschen mit Vorerkrankungen der Lunge (z.B. COPD, Cystische Fibrose) (6).

### 1.5.1 Inzidenz

Die Inzidenz des Spontanpneumothorax variiert stark von Studie zu Studie. In einem Review von M. Noppen wird die Inzidenz des primären Spontanpneumothorax mit 7,4-18/100.000/Jahr bei Männern und mit 1,2-6/100.000/Jahr bei Frauen angegeben. (13) An einem sekundären Pneumothorax leiden jährlich 6,3/100.000 bei den Männern und 2,0/100.000 bei den Frauen. (7) Laut einer deutschen Studie von 2011 bis 2015 lag die Inzidenz an hospitalisierten Fällen von Spontanpneumothorax bei 14,3 (Männer 22,2, Frauen 6,7). In Abb. 4 fällt bei den Männern ein zweizeitiger Peak bei den Spontanpneumothoraxfällen auf: ein größerer bei den 20-25-Jährigen (primär) und ein kleinerer bei den 70-75-Jährigen (sekundär) (14). Laut einer epidemiologischen Studie aus Frankreich von Bobbio (32.618 Spontanpneumothoraxpatient\*innen) liegt die Rezidivrate bei verschiedenen Therapieformen im ersten Jahr unabhängig des Geschlechtes bei 26,5 %. Die Gründe für die höhere Inzidenz des Spontanpneumothorax bei Männern ( $\text{♀}:\text{♂} = 1:3,3$ ) sind unbekannt. Mögliche Erklärungen dafür seien der vermehrte Tabakkonsum bei Männern, ihre anthropometrischen Charakteristika sowie ihre unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften der Lunge (15).



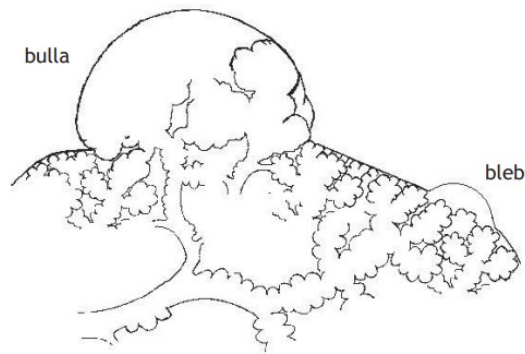
Age- and sex-differentiated number of inpatient cases with pneumothorax (J93) as the primary diagnosis during the period from 2011 to 2015. (Age cohorts from 10–15 to 90 years and older)

Abbildung 4: Altersverteilung der weiblichen und männlichen Pneumothoraxpatient\*innen (14)

### 1.5.2 Pathophysiologie

Die Pathophysiologie des Spontanpneumothorax ist noch nicht zur Gänze erforscht und verstanden. Er entsteht, wenn es zu einer spontanen Kommunikation zwischen dem Alveolarraum und der Pleura kommt. Einem sekundären Spontanpneumothorax liegen Erkrankungen wie zum Beispiel COPD, Asthma und Malignome der Lunge zu Grunde. Hierbei kann sich die Erkrankung zum ersten Mal mit einem Pneumothorax manifestieren. Bei einem primären Spontanpneumothorax vermutet man, dass Emphysebläschen (Bullae, Blebs) spontan rupturieren und ein Luftleck ausbilden. Auch distale entzündliche Veränderungen der Atemwege sowie genetische Prädisposition dürften dazu führen, dass sich der Atemwegswiderstand erhöht und es somit zur Ausbildung von sogenannten *emphysema-like changes* (ELC), die als Vorstufen von Bullae und Blebs gelten, kommt (16).

Die Blebs wurden 1947 zum ersten Mal von Miller beschrieben, der erstmals zwischen Blebs und Bullae unterschieden hat. Ein Bleb entsteht durch eine Ruptur der Alveolen an der Oberfläche der Lunge und hat einen Durchmesser von 1-2 cm. Bei Bullae handelt es sich um einen meist mehrere cm großen Luftraum, der Lungengewebe beinhaltet und von einer kleiner als 1 mm dicken Wand scharf begrenzt ist (17).



**Figure 1.** Schematic illustration of the anatomy of emphysematous lung lesions, representing a bleb and a bulla.

**Abbildung 5:** Schematische Darstellung von Blebs und Bullae (17)

In einer im Jahr 2000 in England durchgeführten Studie von Steven A. Sahn und John E. Heffner konnten bei 89 % der Patient\*innen mit primärem Spontanpneumothorax auf der betroffenen Seite Bullae im Thorax-CT detektiert werden, in den Kontrollen ohne Spontanpneumothorax lediglich bei 20 % (18).

Entsteht also bei einer Ruptur einer Bulla bzw. ELC ein Defekt der Pleura visceralis, tritt Luft aus dem Lungengewebe in den Pleuraspalt. Bevorzugt passiert dies im Bereich des Lungenapex, da dort der intraalveoläre Druck stärker negativ ist als in der Basis der Lungenflügel. Dadurch herrscht dort eine höhere Wandspannung und die Alveolen sind größer, was eine Ruptur begünstigt. Der intraalveoläre Druck ist höher als der im Pleuraspalt und so strömt die Luft durch den Defekt der Pleura visceralis in den Pleuraspalt. Infolgedessen geht der Unterdruck im Pleuraspalt, der die Lunge entfaltet hält, verloren und der betroffene Lungenabschnitt fällt in sich zusammen (19).

### 1.5.3 Risikofaktoren

Als wichtigster Risikofaktor des Spontanpneumothorax gilt der Tabakkonsum. Wie schon erwähnt, spielen entzündliche Prozesse, die besonders durch das Rauchen hervorgerufen werden, bei der Entstehung von ELC's und Bullae eine Rolle. Aufgrund der Inflammation kommt es zu einer Reduktion von elastischen Fasern durch ein Missverhältnis von Proteasen und Antiproteasen sowie Oxidantien und Antioxidantien. Es kommt zu einer respiratorischen Bronchiolitis (Neutrophile Granulozyten, Makrophagen) und zu einer Zerstörung des Lungenparenchyms, die in die Entstehung von ELCs resultiert. Bei Frauen erhöht sich das relative Risiko,

einen primären Spontanpneumothorax zu entwickeln um das Neunfache, bei Männern sogar um das 22-Fache. Zudem wurde eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Menge an gerauchten Zigaretten pro Tag und dem Auftreten eines primären Spontanpneumothorax nachgewiesen. Auch der Cannabiskonsum gilt als Risikofaktor für den Spontanpneumothorax (20) (16).

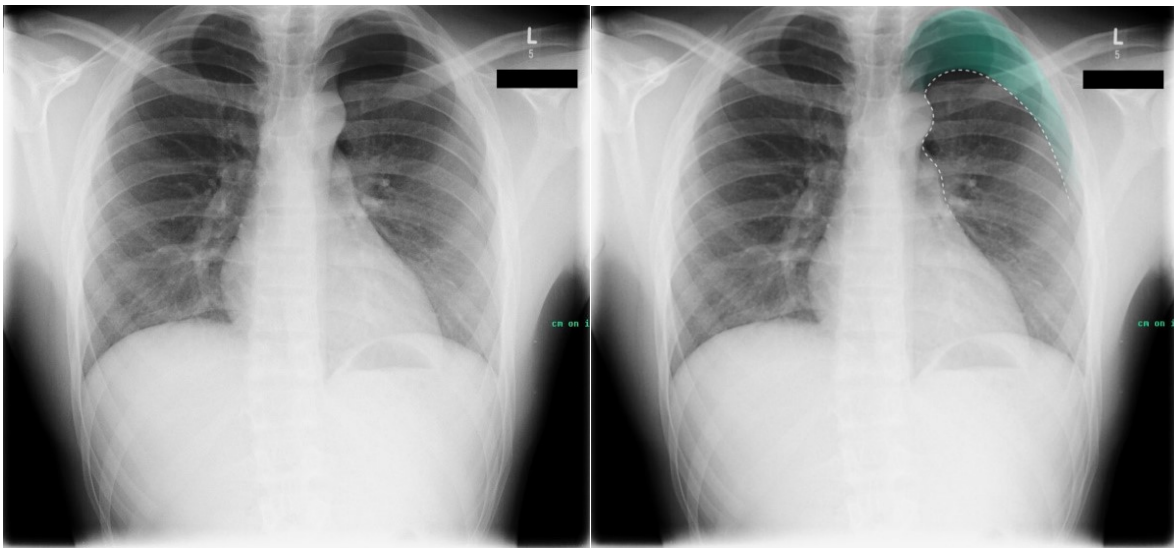
Cheng konnte in der Histologie des Lungengewebes von rauchenden Patient\*innen mit primärem Spontanpneumothorax bei allen eine Bronchiolitis nachweisen, dies konnte er nur in 49 % der nichtrauchenden Spontanpneumothoraxpatient\*innen. Er konnte feststellen, dass der Zigarettenkonsum mit einer respiratorischen Bronchiolitis vergesellschaftet ist und diese einen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten und die Rezidivrate des primären Spontanpneumothorax hat (21).

Ein weiterer Risikofaktor ist der asthenische Körperbau der Patient\*innen. Sie sind meist groß gewachsen und schmal gebaut (niedriger BMI). Dies führt zu einer größeren elastischen Spannung des Lungengewebes im Apex, was die Entstehung eines Pneumothorax begünstigt (22). Auffallend ist zudem, dass viel mehr Männer als Frauen an einem Spontanpneumothorax erkranken (14). Auch genetische Faktoren spielen bei der Entstehung eines Spontanpneumothorax eine Rolle. Angeführt seien hier das Marfan-Syndrom, das Ehlers-Danlos-Syndrom, ein Alpha-1-Antitrypsin-Mangel und die Homocysteinurie. Bei einem sekundären Spontanpneumothorax liegen verschiedenste Lungenerkrankungen aber auch systemische Erkrankungen zu Grunde (16). Bei Frauen kann eine Endometriose in der Lunge eine Ursache für einen Pneumothorax sein (catamenialer Pneumothorax) (12).

#### 1.5.4 Diagnostik

Die Diagnostik setzt sich zusammen aus Anamnese, Klinik sowie apparativer Diagnostikmethoden. Die typischen Symptome des Spontanpneumothorax sind einseitige Thoraxschmerzen, die teilweise mit Atemnot (bei primärem Spontanpneumothorax weniger) und/oder Husten einhergehen. Die Qualität und Intensität der Symptomatik variiert stark und ist nicht abhängig von der Größe des Pneumothorax. 5 % der Patient\*innen mit Spontanpneumothoraxpatient\*innen zeigen keinerlei Symptome. Im Falle einer vorbestehenden Lungenerkrankung (sekundärer Spontanpneumothorax) kann es sein, dass es zu einer

Verschlechterung der Dyspnoe-Symptomatik durch den PTX kommt. Bei 75 % der Betroffenen tritt der Spontanpneumothorax ganz spontan in Ruhe auf. In der klinischen Untersuchung können Tachypnoe, eine Schonhaltung, ein hypersonorer Klopfeschall in der Perkussion und ein vermindertes Atemgeräusch an der betroffenen Stelle auftreten. Im Thorax-Röntgen sucht man nach einer feinen, abgehobenen Linie der Pleura visceralis und den Abbruch der Gefäßzeichnung der Lunge, was bei einem kleinen PTX oftmals nicht einfach ist (23).



**Abbildung 6:** Röntgenbild eines Pneumothorax links (24)

Alternativ zum Röntgen kann auch mittels Sonographie der Pneumothorax diagnostiziert werden. Eine Metaanalyse von 13 Studien hat gezeigt, dass die Sonographie dem Thorax-Röntgen zum Ausschluss des Pneumothorax sogar überlegen ist. In dieser Studie erreichte der Ultraschall eine Sensitivität von 78 % und eine Spezifität von 98 %, das Thorax-Röntgen eine Sensitivität von 39 % und eine Spezifität von 99 %. Hierbei muss jedoch gesagt werden, dass es sich bei diesem Review ausschließlich um Patient\*innen mit traumatischem Pneumothorax handelte (25). Bei der Ultraschalldiagnostik des Pneumothorax überprüft man die fehlende Atemverschieblichkeit der Lunge (Lungengleiten). Weitere Kriterien sind ein nicht auffindbarer Pleuraspalt, der fehlende „Kometenschweif“-Artefakt sowie Wiederholungsechos. Das sicherste Kriterium für einen Pneumothorax im Ultraschall ist der „lung point“, der den Übergang zwischen der Lunge und Pneumothorax darstellt. Die Schallqualität hängt stark vom Untersucher ab (26).

Der Goldstandard für die Diagnose des Pneumothorax ist die Computertomographie (CT). Hierbei kann auch das Ausmaß bzw. die Ausdehnung dessen beurteilt werden. Mittels CT können auch zugrundeliegende Bullae und andere Pathologien des Lungenparenchyms diagnostiziert werden (27). Indiziert ist ein CT-Thorax (ohne Kontrastmittel) bei unklaren Befunden und komplizierten Bedingungen (initiales Weichteilemphysem, initialer Hämatothorax, schwere Komorbiditäten, Voroperationen im Thorax-Bereich, Pneumothoraxrezidiv, Beurteilung des Lungenparenchyms). Es trägt also wesentlich zu Unterscheidung zwischen primärem und sekundärem Spontanpneumothorax bei. Großer Nachteil der Computertomographie ist die deutlich höhere Strahlenbelastung als beim Thorax-Röntgen, was einem primären Einsatz des CT's entgegen spricht. (28)

#### 1.5.5 Therapie

In Abb. 7 ist der Therapiealgorithmus nach den S3-Leitlinien bei primärem Spontanpneumothorax angeführt:

## Algorithmus Primärer Spontanpneumothorax

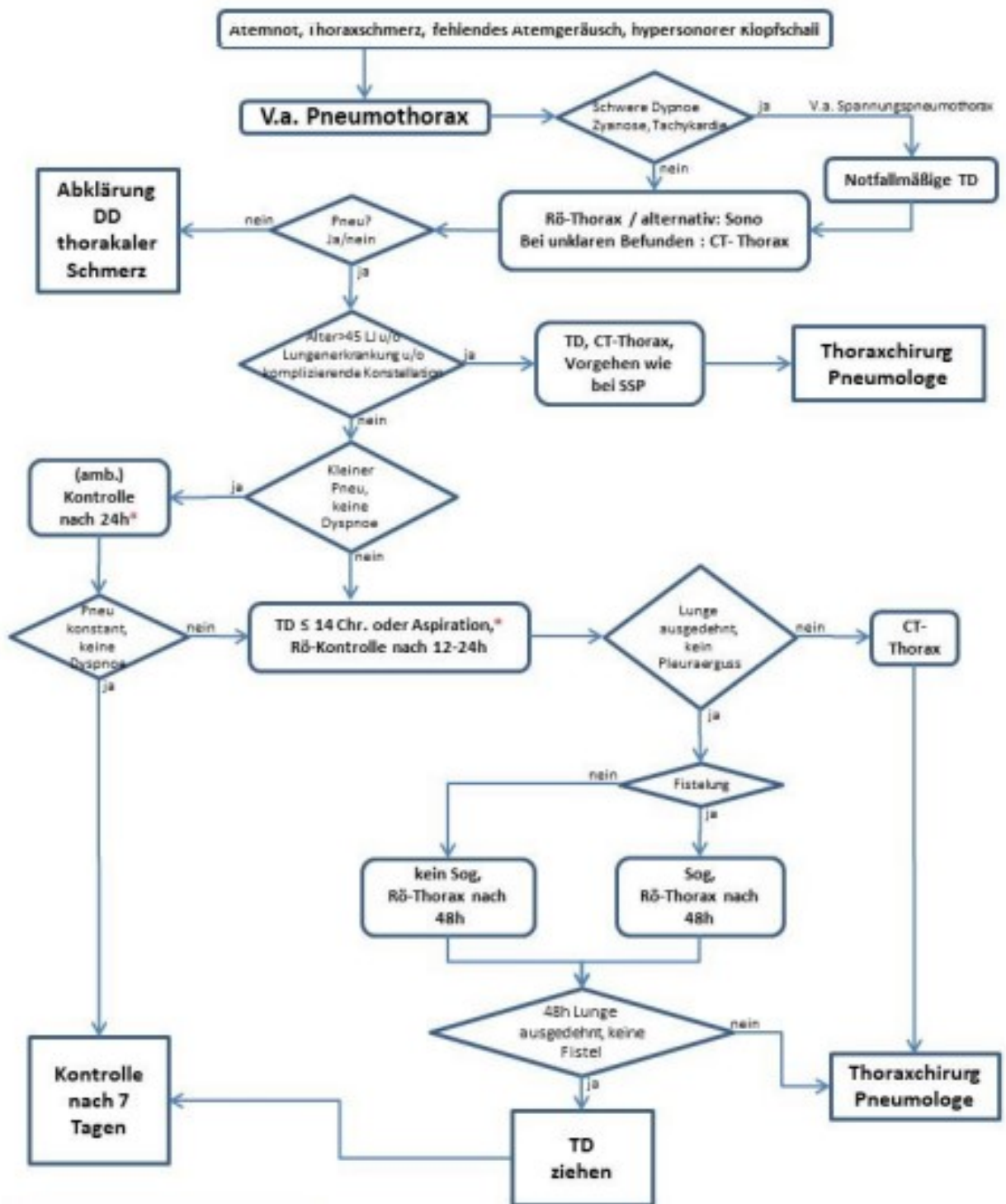


Abbildung 7: Therapiealgorithmus bei Verdacht auf primären Spontanpneumothorax laut AWMF-Leitlinie (29)

Bei der Auswahl der möglichen Therapieoptionen berücksichtigen die vorhandenen Studien lediglich den Aspekt des Behandlungserfolges, jedoch nicht andere Aspekte wie Lebensqualität, Langzeitergebnisse oder Komplikationen. Aus diesem

Grund sollte die Entscheidung bezüglich der richtigen Therapie immer in Zusammenschau mit den jeweiligen Symptomen, der Pneumothorax-Historie sowie radiologischer Gegebenheiten erfolgen.

*Konservative Therapie:* Bei kleinem primären Spontanpneumothorax (< 2-3 cm Saum) und keiner Dyspnoe-Symptomatik kann ein konservatives, abwartendes Vorgehen herangezogen werden. Wird die Patient\*in ambulant weiterbetreut, ist eine elektive Wiedervorstellung in 24 Stunden mit radiologischer Kontrolle ratsam. In einem Review von 2020 wurden acht Studien mit insgesamt 1342 Patient\*innen bezüglich einer konservative Behandlung im Vergleich zur interventionellen Behandlung bei primärem Spontanpneumothorax verglichen. Es konnte kein Unterschied in der Erfolgs- sowie Rezidivrate gefunden werden (30). Die zusätzliche Sauerstoff-Gabe mit Flussraten bis zu 16 Litern pro Minute hat in einer Studie zu einer Steigerung der Resorptionsrate des PTX um das 4-Fache geführt (31). Eine generelle Empfehlung für die Sauerstoffapplikation bei PTX findet man in den aktuellen Leitlinien jedoch noch nicht. (29)

*Interventionelle Therapie:* Ein interventionelles Vorgehen wird bei komplizierten Gegebenheiten (initiales Weichteilemphysem, initialer Hämatothorax, Begleiterkrankungen, Antikoagulation, thorakale Voroperationen, Rezidiv), Komplikationen in der vorausgegangenen Pneumothorax-Therapie oder ein fehlender Erfolg der bisher angewandten Therapie empfohlen.

Die Nadelaspiration und die Anlage einer kleinlumigen Thoraxdrainage ( $\leq 14$  Charrière) sind als erste Maßnahme anzusehen, falls keine konservative Therapie in Betracht gezogen werden kann. Im Falle eines primären Spontanpneumothorax ist bei drohender respiratorischer Insuffizienz, bei ausgeprägter Dyspnoe-Symptomatik, bei niedriger Sauerstoffsättigung und bei größerer Ausdehnung des Röntgen-Befundes eine Therapie mittels Drainage indiziert. Handelt es sich um einen Rezidiv-Pneumothorax wird auch eher von einer konservativen Therapie abgesehen.

Die operative Versorgung des Spontanpneumothorax (Videoassistierte Thorakoskopie, offene Thorakotomie) ist bei Rezidiven, nachgewiesenen Bullae, einem Spannungspneumothorax (Komplikation, Akutereignis), einem

verbleibenden Luftleck oder mangelnder Expansion der Lunge nach Drainagebehandlung und erhöhtem Rezidivrisiko indiziert. Die Thorakotomie hat zwar ein gering erniedrigtes Rezidivrisiko als die VATS (1 % vs. 4 %), jedoch stehen dem ein kürzerer stationärer Aufenthalt, eine größere Zufriedenheit der Patient\*innen und weniger postoperative Komplikationen wie zum Beispiel Blutungen bei der VATS gegenüber. Intraoperativ kann eine Bullektomie und/oder eine Rezidivprophylaxe mittels Pleuraabrasio oder Pleurektomie erfolgen. Die Vorteile der operativen Therapie sind ein geringeres Rezidivrisiko als bei konservativer Therapie oder Therapie mittels Drainage und zusätzlich kann das entnommene Gewebe histologisch aufbereitet werden. Natürlich ist eine operative Therapie mit den Risiken (postoperative Schmerzen, Komplikationen) einer Operation verbunden (29).

## 1.6 Gendervergleich

Die hier vorliegende Arbeit fokussiert sich auf die Unterschiede der beiden Geschlechter bezüglich des primären Spontanpneumothorax. Wie schon erwähnt liegt die Inzidenz des Spontanpneumothorax bei Männern bei 7,4-18/100.000/Jahr und bei Frauen bei 1,2-6/100.000/Jahr (13). Das Verhältnis liegt also in etwa bei 3:1. Es gibt nicht viele Studien bezüglich primärem Spontanpneumothorax, die den Fokus auf den Gendervergleich legen. In einer französischen Studie von 2014 werden die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Epidemiologie des Spontanpneumothorax beleuchtet. Hierbei wurden die Daten von 59.637 Falldokumentationen mit Patient\*innen  $\geq 14$  Jahre mit einem nicht-traumatischen PTX von 2008 bis 2011 analysiert. Die Inzidenz des Spontanpneumothorax wurde hier unabhängig des Geschlechtes mit 22,7 angegeben. Das Verhältnis von Mann zu Frau betrug 1:3,3. Das Durchschnittsalter der Patient\*innen war bei Frauen ( $41 \pm 19$ ) signifikant höher als bei Männern ( $37 \pm 19$ ). Bei den Männern konnte man den ersten Peak der Inzidenz vor dem 20. Lebensjahr (primärer Spontanpneumothorax) feststellen, den zweiten rund um das 50. Lebensjahr (sekundärer Spontanpneumothorax). Bei Frauen scheint der erste Peak der Inzidenz verspätet um das 40. Lebensjahr aufzutreten, der zweite um das 60. Lebensjahr. In der Patient\*innengruppe unter 30 Jahren gab es keinen signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschied bezüglich Typ des Spontanpneumothorax

(primär, sekundär), eingesetzter Therapie (konservativ, operativ), Anzahl der ICU-Aufenthalten und Dauer des stationären Aufenthaltes. In dieser Altersgruppe gab es bei Frauen eine höhere Rehospitalisierungsrate (56%:52%). In der Altersgruppe der 30-50-jährigen Patient\*innen konnte bei den Frauen eine signifikant höhere Rate an operativer Therapie sowie Rehospitalisierungen detektiert werden. Es wird vermutet, dass ein höher Anteil dieser Spontanpneumothorax-Fälle bei Frauen in dieser Altersgruppe auf eine thorakale Endometriose zurückzuführen sind.

Als Gründe für die höhere Inzidenz des primären Spontanpneumothorax werden hier der erhöhte Tabakkonsum bei Männern und ihre körperlichen Charakteristika angegeben (15).

In einer japanischen Studie von Toyoshima wurde die Anzahl von Bullae im Rahmen der chirurgischen Intervention bei Spontanpneumothorax-Fällen von Männern und Frauen verglichen. Hier konnte eine signifikant höhere Anzahl an Bullae bei männlichen Individuen detektiert werden. (32)

## 2 Methoden

Diese retrospektive Studie wurde an der Universitätsklinik für Chirurgie an der klinischen Abteilung für Thorax- und Hyperbare Chirurgie des Universitätsklinikums in Graz durchgeführt. Diese versorgt als einzige thoraxchirurgische Abteilung die gesamte Steiermark sowie den östlichen Teil Kärntens mit einem Einzugsgebiet von ca. einer Million Einwohnern. (33) Die Entscheidung zwischen pro- und retrospektiver Studie fiel auf letztere, da für ein aussagekräftiges Ergebnis die Daten eines relativ großen Patient\*innenkollektives erfasst werden müssen und dies mit einer prospektiven Studie einen zu großen Zeitrahmen eingenommen hätte.

### 2.1 Studiendesign

Bei dieser Studie werden die Unterschiede im Auftreten des primären Spontanpneumothorax bei Frauen und Männern im Alter zwischen 18 und 35 Jahren untersucht. Erfasst werden sowohl biometrische und histopathologische Kriterien als auch therapieassoziierte Daten, Komplikationen und die Rezidivrate. Ziel dabei ist es, eventuelle Unterschiede in der Ätiologie, in der klinischen Präsentation, der Pathomorphologie sowie des klinischen Verlaufs des

Spontanpneumothorax bei Frauen und Männern zu detektieren und dadurch eine Erklärung für die geringere Inzidenz dieser Krankheitsentität bei weiblichen Patientinnen zu finden. Bei der Studie handelt es sich um eine offene, monozentrische Studie, bei der die Datenakquirierung sowie -analyse retrospektiv erfolgt. Im Gegensatz zu deskriptiven statistischen Ansätzen, in denen es um die Strukturierung und Visualisierung von Datensätzen geht, werden bei dieser Studie Methoden der induktiven Inferenzstatistik (schließende Statistik) verwendet. Hierbei wird von einer Stichprobe auf die Grundgesamtheit geschlossen. Um zwei Gruppen, die weiblichen und männlichen Patienten mit Spontanpneumothorax, adäquat miteinander vergleichen zu können, musste zuvor ein geeignetes Testverfahren ausgewählt werden. Dabei spielen die Merkmalsart (quantitativ, qualitativ), die Anzahl der Stichproben, ob sie voneinander ab- oder unabhängig sind sowie der Verteilungstyp (parametrisch = Normalverteilung, nicht-parametrisch) eine Rolle. In unserem Fall werden die jeweiligen Mittelwerte von weiblichen und männlichen Patienten von teils quantitativen als auch qualitativen Merkmalen miteinander verglichen. Es handelt sich also um zwei voneinander unabhängige Stichproben, die nach Überprüfung alle der Normalverteilung unterliegen. Entsprechend der schließenden Statistik wurde für die quantitativen Merkmale der T-Test für unabhängige Stichproben und für die qualitativen Merkmale der Vierfelder- bzw. Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test angewendet. (34)

## 2.2 Studienablauf

Damit die Datenerfassung erfolgen konnte, musste zuvor ein Ethikantrag (EK Nr: 1101/2021) an die Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz gestellt werden. Es bestanden aus ethischer Sicht keine Bedenken, da alle erfassten Datensätze anonymisiert und streng vertraulich behandelt wurden. Die datenschutzrechtlichen Bedingungen wurden zu jederzeit gewahrt. Eine Einverständniserklärung der Patient\*innen wurde aufgrund der retrospektiven Analyse der Daten nicht benötigt, es besteht für die eingeschlossenen Patient\*innen kein gesundheitliches Risiko. Die zu erfassenden Datensätze beliefen sich auf den Zeitraum Januar 2005 bis März 2021. Die allesamt in der Vergangenheit liegenden Daten konnten somit in einem Durchgang erfasst werden und es bedarf keiner

zweizeitigen Datenakquirierung. Die Datenerfassung dauerte von September 2021 bis April 2022, auf die die statistische Analyse und Auswertung der Daten folgte.

## 2.3 Patient\*innen

Die eingeschlossenen Studienteilnehmer\*innen beinhalteten alle Patient\*innen zwischen dem 18. und dem 35. Lebensjahr mit einem primären Spontanpneumothorax als Diagnose, die sich im Zeitraum von Januar 2005 bis April 2022 in Behandlung an der klinischen Abteilung für Thorax- und Hyperbare Chirurgie des Universitätsklinikums in Graz befanden. Es wurden auch Patient\*innen mit primärem Spontanpneumothorax in die Studie miteingeschlossen, die bereits eine Vortherapie in einem peripheren Krankenhaus erhielten, bei denen darauffolgend die Weiterbehandlung im Universitätsklinikum in Graz erfolgte. Befand sich eine Patientin oder ein Patient mehrmals in diesem Zeitraum bezüglich eines primären Spontanpneumothorax in Behandlung im Universitätsklinikum Graz, wurde jeder einzelne Fall extra mit allen Merkmalen erfasst.

### 2.3.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien

In die Studienpopulation miteingeschlossen wurden alle Patient\*innen beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 18 und 35 Jahren, die in der Zeit von Januar 2005 bis April 2021 bezüglich eines primären Spontanpneumothorax an der klinischen Abteilung für Thorax- und Hyperbare Chirurgie des Universitätsklinikums in Graz in Behandlung waren.

Ausgeschlossen von der Studie wurden Patient\*innen, die bezüglich ihres Alters nicht in die Studie miteingeschlossen werden konnten. Auch zu den Ausschlusskriterien zählte ein iatrogen oder ein traumatisch bedingter Pneumothorax. Wenn dem Pneumothorax andere Erkrankungen wie zum Beispiel Malignome, Abszesse oder Fehlbildungen zu Grunde lagen, also ein sekundärer Pneumothorax bestand, wurden diese Patient\*innen auch von der Studie ausgeschlossen.

## 2.4 Zielgrößen und Hypothesen

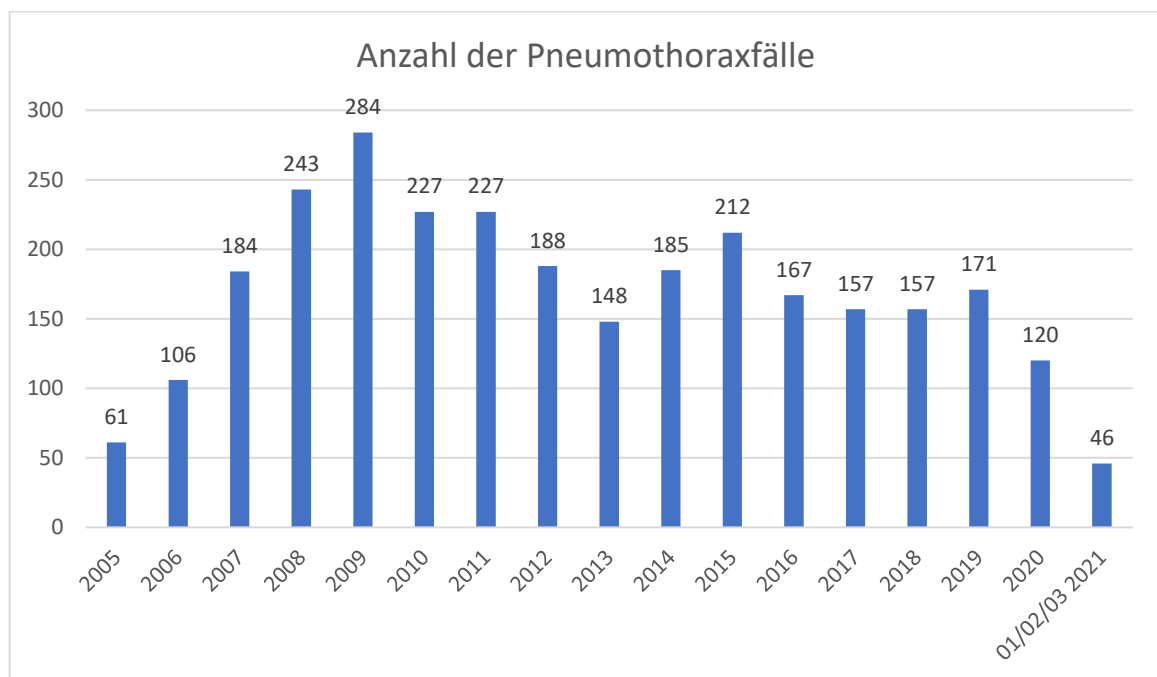
Als Hauptzielgröße bei der retrospektiven Studie fungiert hier das Alter der Patient\*innen. Die Nebenzielgrößen reichen von biometrischen und

epidemiologischen Daten, Risikofaktoren, Art der Vor- und aktuellen Therapien bis hin zu Histopathologie, Komplikationen und Rezidivrate.

Die primäre Hypothese, die Nullhypothese  $H_0$ , dieser Studie ist, dass es beim primären Spontanpneumothorax von Patient\*innen zwischen 18 und 35 Jahren bezüglich Geschlechts keinen Unterschied gibt, es sich also bei beiderlei Geschlechtern um ein und dieselbe Krankheitsentität handelt. Dieser gegenüber steht die Alternativhypothese  $H_1$ , dass es beim primären Spontanpneumothorax von weiblichen und männlichen Patient\*innen zwischen 18 und 35 Jahren um unterschiedliche Krankheitsentitäten handelt.

## 2.5 Datenerfassung

Zu Beginn der Datenerfassung wurden alle Patient\*innen mit einem Pneumothorax in einer Excel-Tabelle aufgelistet, die sich im Zeitraum von 01.01.2005 bis 31.03.2021 in Behandlung an der Abteilung für Thoraxchirurgie der Universitätsklinik in Graz befanden. Insgesamt belief sich dies auf 2883 Krankheitsfälle.



**Abbildung 8:** Anzahl der Gesamtpneumothoraxfälle an der Abteilung für Thoraxchirurgie im Zeitraum von Januar 2005 bis März 2021

Danach wurden mit Hilfe einer Filterfunktion alle Patient\*innen ausgeblendet, die im Januar 2005 bereits über 35 Jahre alt waren und somit sogleich von der Studie ausgeschlossen. Dies reduzierte die zu analysierenden Datensätze von 2883 auf 1162 Fälle. Die Erhebung der personenbezogenen Daten erfolgte aus dem Informations- und Dokumentationssystem MEDOCS, das im Universitätsklinikum Graz genutzt wird. Es wurden alle 1162 Fälle durchgearbeitet und einzeln auf Ein- und Ausschlusskriterien analysiert und bei Patient\*innen zwischen 18 und 35 Jahren und fehlenden Ausschlusskriterien folgende Parameter erhoben:

- Name, Vorname, Geburtsdatum, Geschlecht
- Body Mass Index, Gewicht in Kilogramm, Größe in cm
- Datum des ersten PTX der Patient\*in
- Catameniales Auftreten des PTX
- Rauchverhalten
- Auftreten des PTX in Ruhe/bei Belastung
- Seite des aktuellen PTX
- Datum der 1., 2. und 3. Episode
- Vortherapie: konservativ, mittels Drainage, mittels videoassistierter Thorakoskopie (VATS)
- CT als aktuelle Bildgebung, Bullae im CT
- Aktuelle Therapie: Drainage, VATS, Bullektomie, Pleurektomie, Abrasio, Thorakotomie
- Rezidiv nach VATS
- Histologie: Narbenemphysem, zentrolobuläres Emphysem, anderes Emphysem, andere Histopathologie
- Komplikationen: Nachblutung, Infektion, andere Komplikationen (Art)
- Drainagedauer in Tagen
- Dauer des stationären Aufenthaltes in Tagen
- Bemerkungen
- Rezidiv: Anzahl, Seite des Rezidivs/der Rezidive

Zu den Parametern „*catameniales Auftreten des Pneumothorax*“ und „*Auftreten des Pneumothorax in Ruhe/bei Belastung*“ ist zu sagen, dass diese in den

Falldokumentationen im MEDOCS unzureichend erfasst wurden und nur bei den wenigsten Patient\*innen in Erfahrung gebracht werden konnten. Somit wurden diese Parameter bei der Datenanalyse vernachlässigt.

Schlussendlich konnten nach Berücksichtigung des Alters sowie der Ein- und Ausschlusskriterien die Daten von 452 Fällen erfasst und somit in die Studie miteinbezogen werden.

## 3 Ergebnisse und Resultate

### 3.1 Geschlecht

Die Suche aus dem MEDOCS ergab 452 Falldokumentationen, die in die Studie miteinbezogen werden konnten. Es war also im Zeitraum von Januar 2005 bis zum März 2021 452-mal ein Patient oder eine Patientin im Alter zwischen 18 und 35 Jahren aufgrund eines primären Spontanpneumothorax in Behandlung an der Thoraxchirurgie im Universitätsklinikum Graz. Davon waren 102 weiblich und 350 männlich.

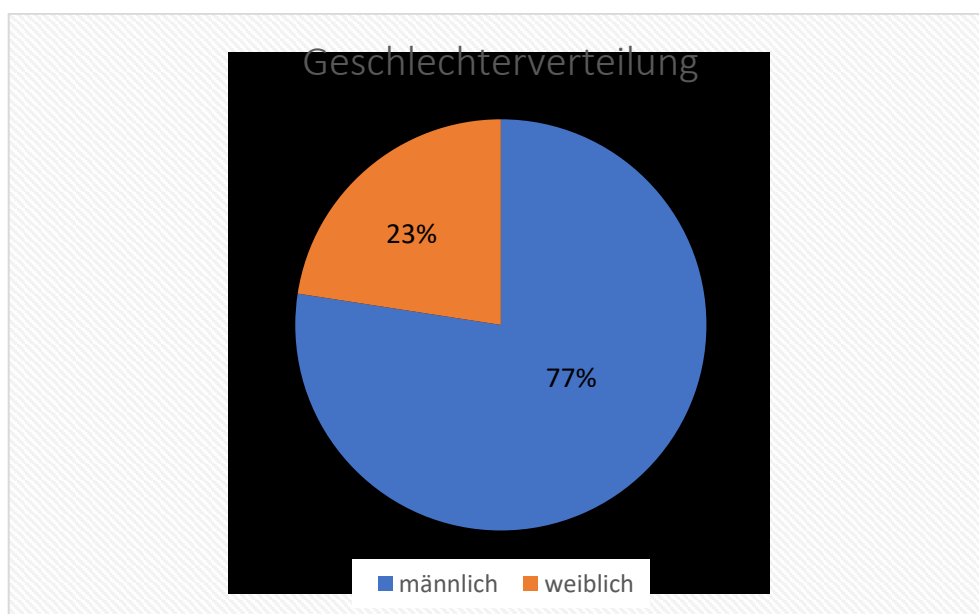


Abbildung 9: Geschlechterverteilung der Spontanpneumothoraxfälle

## 3.2 Quantitative Merkmale im Geschlechtervergleich

Variable	Anzahl der zu erfassenden Werte	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Alter	444	23,57622	5,542324	-,9068493	35,71507
Größe in m	448	1,793929	0,0925199	1,53	2,02
Gewicht in kg	448	65,07031	10,33088	30	95
BMI	448	20,15408	2,405039	12,48699	29,38476
Intervall 1 in Monaten	267	27,24873	40,84203	-2	240,7213
Intervall 2 in Monaten	111	50,01004	48,77611	0,295082	247,4098
Drainagedauer in Tagen	424	9,601415	5,277554	1	37
Aufenthaltsdauer in Tagen	452	9,865044	5,0542	0	37

Abbildung 10: Basisstatistik der quantitativen Merkmale

### 3.2.1 Alter

Bezüglich des Alters ist zu sagen, dass dies errechnet wurde, indem man das Geburtsdatum von dem Datum des ersten Pneumothorax subtrahiert und dies dann durch 365 dividiert hat. Dies ergab 444 verschiedene Werte, acht von den insgesamt 452 Falldokumentationen schieden aufgrund des fehlenden Datums des ersten Pneumothorax aus. Der Mittelwert des Alters dieser 444 Falldokumentationen beläuft sich auf gerundet 23,58, die Standardabweichung beträgt  $\pm 5,54$ . Der Mittelwert der weiblichen Studienteilnehmerinnen errechnete sich mit  $25,28 \pm 5,76$ . Dem gegenüber stehen die männlichen Studienteilnehmer mit einem Durchschnittsalter von  $23,08 \pm 5,39$ . Diese beiden Mittelwerte wurden mittels t-Test für unabhängige Stichproben verglichen. Als Nullhypothese  $H_0$  gilt hier, dass sich die beiden Geschlechter bezüglich ihres Alters nicht unterscheiden. Es bestätigt sich jedoch mit einem p-Wert von 0,0004 ( $<0,05$ ) die Alternativhypothese  $H_1$ , dass sich die beiden Geschlechter im Alter beim Auftreten des ersten Pneumothorax statistisch hochsignifikant unterscheiden.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]	
0	100	25.28471	.575741	5.75741	24.14232	26.42711
1	344	23.07957	.2903851	5.385842	22.50841	23.65073
Combined	444	23.57622	.2630279	5.542342	23.05929	24.09316
diff		2.205141	.6215837		.9835141	3.426768

diff = mean(0) - mean(1) t = 3.5476  
H0: diff = 0 Degrees of freedom = 442

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
Pr(T < t) = 0.9998 **Pr(|T| > |t|) = 0.0004** Pr(T > t) = 0.0002

### 3.2.2 Biometrische Daten

Die Größe wurde in Metern angegeben und es konnten 448 Werte erfasst werden. Die Patient\*innen waren unabhängig ihres Geschlechts im Durchschnitt 1,79 m groß mit einer Standardabweichung von  $\pm 0,09$ . Die teilnehmenden Frauen waren im Durchschnitt  $1,68 \text{ m} \pm 0,07$  groß, die Männer  $1,83 \text{ m} \pm 0,07$ . Auch hier ergibt der t-Test für unabhängige Stichproben mit  $p = 0,0000$  einen p-Wert  $\leq 0,05$  und somit einen statistisch hochsignifikanten Unterschied in der Größe zwischen Frauen und Männern.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]	
0	100	1.6789	.0065272	.0652717	1.665949	1.691851
1	348	1.826983	.0037533	.0700171	1.819601	1.834365
Combined	448	1.793929	.0043712	.0925199	1.785338	1.802519
diff		-.1480828	.0078279		-.163467	-.1326985

diff = mean(0) - mean(1) t = -18.9172  
H0: diff = 0 Degrees of freedom = 446

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
Pr(T < t) = 0.0000 **Pr(|T| > |t|) = 0.0000** Pr(T > t) = 1.0000

Beim Gewicht konnten wie auch bei der Größe 448 Werte verwendet werden, bei denen sich der Durchschnitt unabhängig vom Geschlecht auf  $65,07 \text{ kg} \pm 10,33$  belief. Der Mittelwert  $54,68 \text{ kg} \pm 7,84$  des Gewichts bei Frauen wurde wieder mittels t-Test für unabhängige Stichproben verglichen mit dem der Männer ( $68,06 \text{ kg} \pm 8,94$ ). Wiederum ergibt das Ergebnis mit einem p-Wert von 0,0000 einen statistisch hochsignifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern und die Nullhypothese  $H_0$  kann verworfen werden.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]	
0	100	54.675	.7839738	7.839738	53.11943	56.23057
1	348	68.05747	.4790387	8.93635	67.11529	68.99966
Combined	448	65.07031	.4880884	10.33088	64.11108	66.02955
diff		-13.38247	.9876695		-15.32354	-11.44141

diff = mean(0) - mean(1) t = -13.5495  
H0: diff = 0 Degrees of freedom = 446

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
Pr(T < t) = 0.0000 **Pr(|T| > |t|) = 0.0000** Pr(T > t) = 1.0000

Der durchschnittliche BMI der Studienteilnehmer\*innen beträgt bei 448 erfassten Werten 20,15 mit einer Standardabweichung von  $\pm 12,49$ . Da sich sowohl die Größe als auch das Gewicht von Männern und Frauen im t-Test hochsignifikant voneinander unterscheiden und der Body Mass Index aus diesen zwei Parametern berechnet wird, kann man davon ausgehen, dass sich auch bei dem Vergleich der beiden Mittelwerte des BMIs von Männern und Frauen ein signifikanter p-Wert ergibt. Dies bestätigt sich mit dem Ergebnis  $p = 0,0003$ .

Two-sample t test with equal variances

```

-----
  Group |      Obs      Mean   Std. err.   Std. dev.   [95% conf. interval]
-----+-----
      0 |      100   19.38647   .2506665    2.506665    18.88909    19.88385
      1 |      348   20.37466   .1250272    2.332352    20.12876    20.62057
-----+-----
Combined |      448   20.15408   .1136274    2.405039    19.93077    20.37739
-----+-----
  diff |           -.9881924   .2691484                -1.517149   -.4592358
-----+-----

  diff = mean(0) - mean(1)                                t =   -3.6716
H0: diff = 0                                             Degrees of freedom =    446

  Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0001           Pr(|T| > |t|) = 0.0003           Pr(T > t) = 0.9999

```

### 3.2.3 Intervalle

Das Intervall 1 wurde definiert als Intervall zwischen der ersten und der zweiten Episode des PTX in Monaten. Hierbei konnten 267 Werte errechnet werden. Die Durchschnittsdauer zwischen dem ersten und dem zweiten PTX der Patient\*innen beträgt 27,25 Monate mit einer Standardabweichung von  $\pm 40,84$ . Beim Vergleich zwischen dem Mittelwert der Frauen ( $30,03 \pm 40,61$ ) und dem der Männer ( $26,26 \pm 40,98$ ) errechnete sich ein Ergebnis mit einem p-Wert 0,5079. Dies entspricht einem nicht signifikantem Ergebnis, sprich die Nullhypothese  $H_0$  (Die beiden Geschlechter unterscheiden sich nicht voneinander.) wird in diesem Fall beibehalten.

Als Intervall 2 bezeichnet man die Dauer in Monaten zwischen zweiter und dritter Episode des Pneumothorax der Patient\*innen. Hier konnten 111 Intervalle miteinbezogen werden. Der durchschnittliche Dauer dieses Intervalls beläuft sich geschlechtsunabhängig auf 50,01 Monate mit einer Standardabweichung von  $\pm 48,78$ . Wie bei Intervall 1 ergab sich beim Vergleich der Mittelwerte von Männern und Frauen mit  $p = 0,7291$  ein p-Wert  $\geq 0,05$  und somit ein statistisch nicht signifikantes Ergebnis.

### 3.2.4 Drainagedauer

424 Patient\*innen erhielten als aktuelle Therapie eine Thoraxdrainage. Diese blieb im Durchschnitt  $9,6 \pm 5,28$  Tage im Körper der Patient\*innen, bei Frauen  $9,05 \pm 5,2$  und bei Männern  $9,76 \pm 5,3$  Tage. Die Analyse mittels t-Test ergab hier mit einem p-Wert von 0,2467 keinen statistisch signifikanten Unterschied bei der Verweildauer der Drainage zwischen Männern und Frauen.

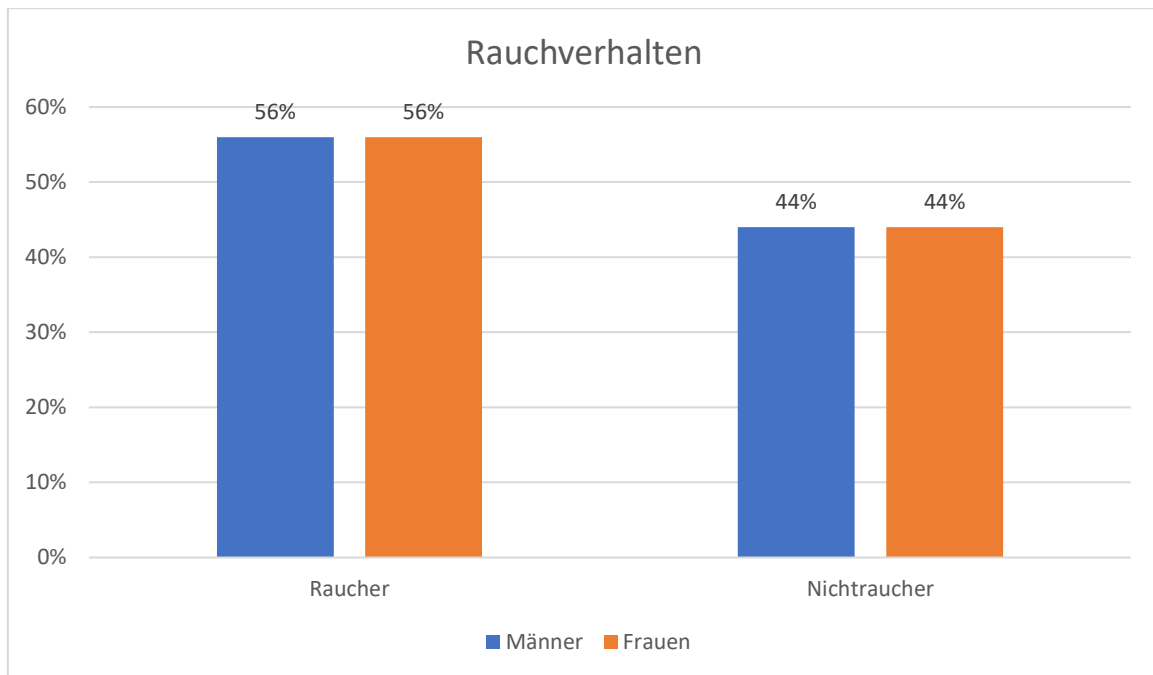
### 3.2.5 Aufenthaltsdauer

Die 452 Pneumothorax-Patient\*innen blieben durchschnittlich  $9,87 \pm 5,05$  Tage stationär. Der Vergleich der beiden Mittelwerte der Aufenthaltsdauer von Männern und Frauen ( $10,07 \pm 5,14$  und  $9,18 \pm 4,71$ ) ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied ( $p = 0,1180$ ) und somit wird auch hier die Nullhypothese  $H_0$  beibehalten, keinen Unterschied bei der Aufenthaltsdauer zwischen Männern und Frauen zu haben.

## 3.3 Qualitative Merkmale im Geschlechtervergleich

### 3.3.1 Rauchverhalten

Von den 452 erfassten Falldokumentationen konnte in 450 Fällen ermittelt werden, ob die Patient\*innen rauchen oder nicht. Von diesen 450 Fällen waren 252 Patient\*innen Raucher\*innen (56 %) und 198 Nichtraucher\*innen (44 %). Bei den Frauen waren von 101 Patientinnen 44 (44 %) Nichtraucherinnen und 57 (56 %) Raucherinnen. Gegenüber stehen die männlichen Patienten, bei denen von 349 erfassten Pneumothoraxpatienten 154 (44 %) zu den Nichtrauchern und 195 (56 %) zu den Rauchern zählen.

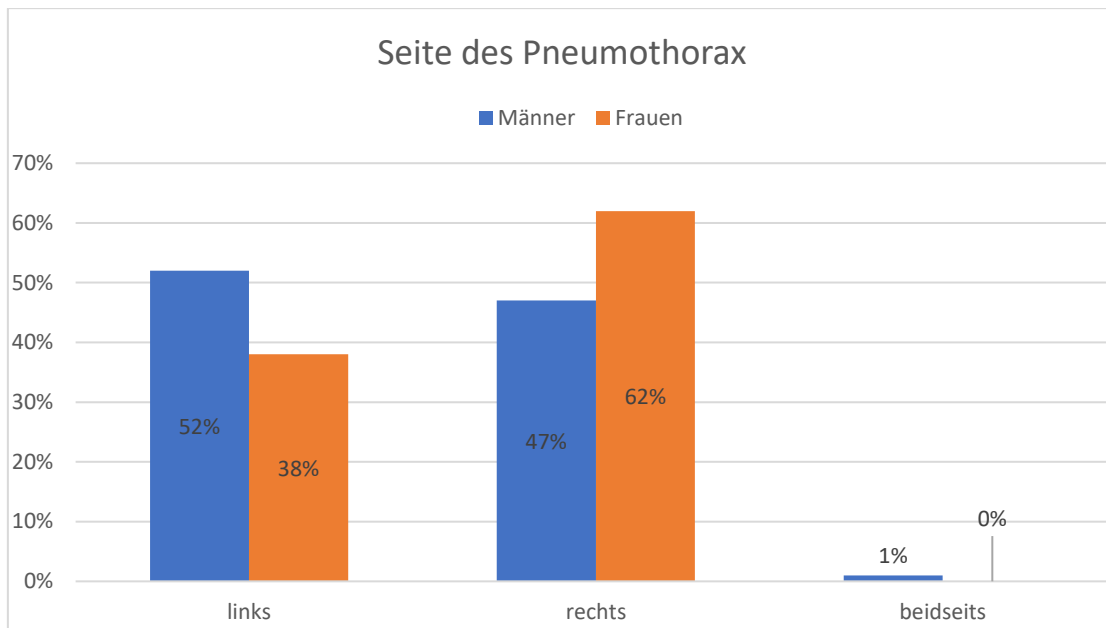


**Abbildung 11:** Rauchverhalten der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer

Mittels Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test wurde analysiert, ob es bei Patient\*innen mit primärem Spontanpneumothorax einen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Rauchverhalten gibt. Der p-Wert liegt hierbei bei 0,920, ist also größer als 0,05 und somit bleibt die Nullhypothese  $H_0$  bestehen, dass es zwischen den beiden Geschlechtern keinen Unterschied gibt.

### 3.3.2 Seite des aktuellen Pneumothorax

Bei der Seite des aktuellen Pneumothorax konnten alle, also 452 Datensätze, analysiert werden. Davon betrafen 221 Fälle den linken und 229 Fälle den rechten Lungenflügel. Bei den Frauen hatten von 102 Falldokumentationen 39 einen primären Spontanpneumothorax auf der linken Seite (38 %) und 63 einen primären Spontanpneumothorax auf der rechten Seite (62 %). Bei 350 analysierten Pneumothoraxfällen von männlichen Patienten beliefen sich 182 (52 %) auf den linken und 166 (48 %) auf den rechten Lungenflügel. Lediglich zwei Patienten hatten primär einen beidseitigen Pneumothorax, diese waren beide männlich.



**Abbildung 12:** Betroffene Seite des Pneumothorax im Vergleich

Der Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test ergab diesbezüglich mit einem p-Wert von 0,033 ( $\leq 0,05$ ) einen statistisch leicht signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Patient\*innen und der Seite, auf der der Pneumothorax auftritt. Also wird hier die Nullhypothese  $H_0$  verworfen, sodass sich die beiden Geschlechter bezüglich der Seite des Pneumothorax unterscheiden.

### 3.3.3 Vortherapie

Das nächste qualitative Merkmal, die Vortherapie, ist definiert als eingesetzte Therapie bei einem vorausgegangenem Pneumothorax. Falls eine Vortherapie stattgefunden hat, wurde weiter erfasst, welche Art der Vortherapie herangezogen wurde – konservativ, mittels Thoraxdrainage und/oder mittels VATS. Bei 57 % der Frauen (58 Patientinnen) wurde der jeweilige aktuelle Pneumothorax schon vortherapiert. Bei 52 Patientinnen konnte eruiert werden, um welche Art der Vortherapie es sich handelte. Aus diesen erhielten 5 (10 %) eine konservative Vortherapie, 45 (88 %) eine Vortherapie mittels Thoraxdrainage und 22 (42 %) eine Vortherapie mittels VATS. Von den 46 % der Männer (161 Patienten), die sich bereits einer Vortherapie unterzogen haben, konnte bei 147 Patienten eruiert werden, um welche Art der Vortherapie es sich handelte. 28 Patienten (19 %)

wurden konservativ vortherapiert, 122 (83 %) mit einer Thoraxdrainage und 71 (48 %) mittels VATS.

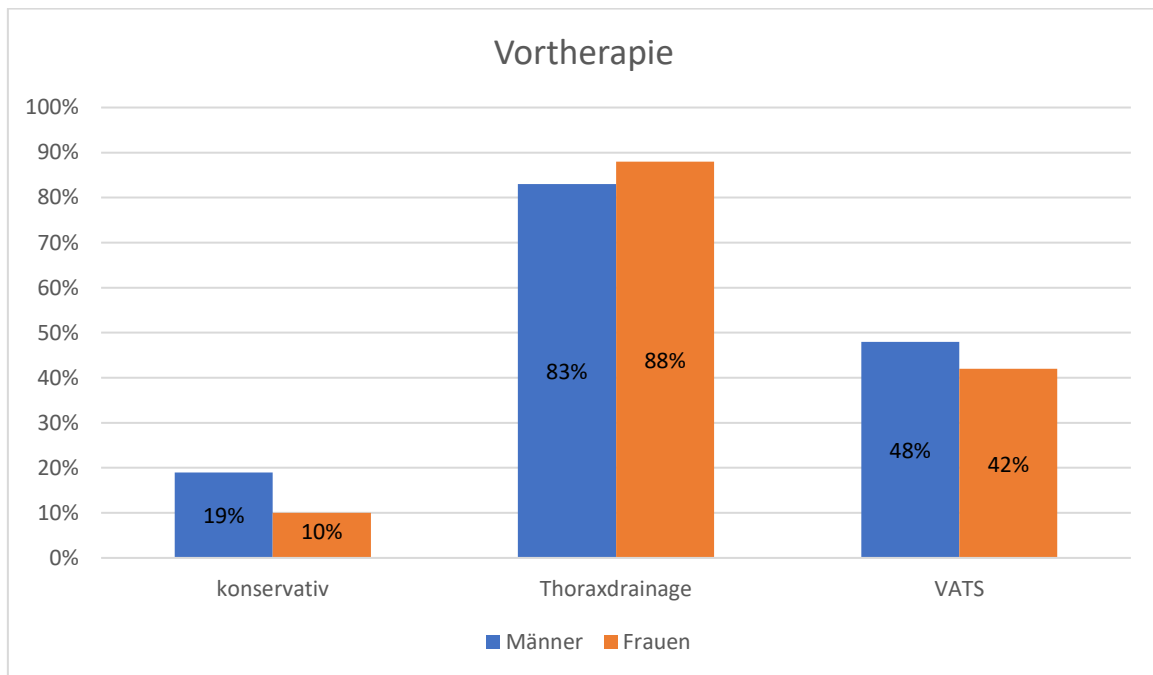
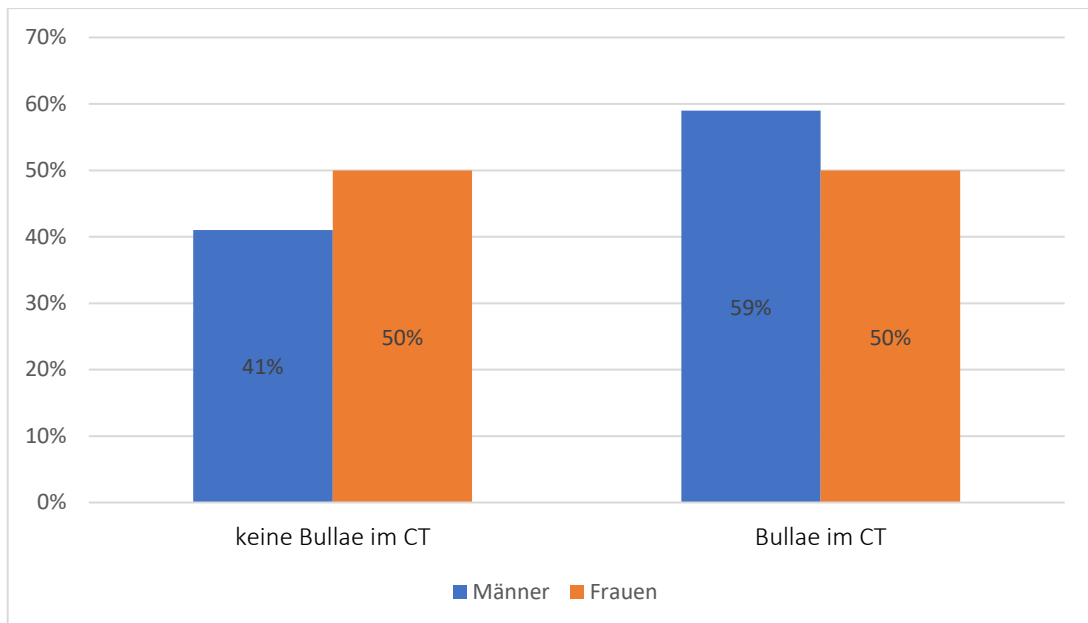


Abbildung 13: Vergleich von unterschiedlichen Vortherapien bei Männern und Frauen

Der Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test ergab bezüglich der Analyse eines Zusammenhangs zwischen Geschlecht und Vortherapie kein statistisch signifikantes Ergebnis.

### 3.3.4 CT-Bildgebung

Von allen 452 Falldokumentationen wurde bei 316 (69 %) ein CT als diagnostisches Mittel herangezogen. Bei 181 davon (57 %) konnten im CT sogenannte Bullae detektiert werden. Bei den 68 weiblichen Studienteilnehmern fand man genau bei 50 % diese Bullae und bei 50 % nicht. Von 248 Männern, bei denen ein CT gemacht worden ist, waren bei 101 Personen (41 %) keine Bullae und bei 147 Fällen (59 %) Bullae zu sehen.



**Abbildung 14:** Bullae im CT bei Männern und Frauen

Auch hier ergab der Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und CT-Bildgebung bzw. Bullae im CT.

### 3.3.5 Therapie

Die Erfassung der jeweiligen aktuellen Therapie erfolgte unter Aufteilung in Therapie mittels *Thoraxdrainage*, Therapie mittels *videoassistierter Thorakoskopie (VATS)* und Therapie mittels *Thorakotomie*. Bei der VATS wurde noch unterteilt, ob intraoperativ eine *Bullektomie*, eine *Pleurektomie* und/oder eine *Abrasio* erfolgt ist. Patient\*innen, die in keine von diesen Kategorien fielen, wurden konservativ behandelt und dies in den Bemerkungen angeführt. Bei jeder Falldokumentation gab es auch die Option, dass mehrere Therapiemöglichkeiten innerhalb einer Krankheitsepisode angewendet wurden. Die eine Therapie schließt also die andere Therapie innerhalb eines stationären Aufenthaltes nicht aus. Von 102 Frauen, die sich aufgrund eines primären Spontanpneumothorax an der Thoraxchirurgie in Graz behandeln ließen, wurden 76 (74 %) mit einer Thoraxdrainage therapiert, 66 (65 %) mittels VATS und 18 (18 %) haben sich einer Thorakotomie unterziehen müssen. Von den 350 männlichen Spontanpneumothoraxpatienten wurden 270 (77 %)

mittels Thoraxdrainage therapiert, 250 (71 %) mittels VATS und 49 (14 %) mittels Thorakotomie.

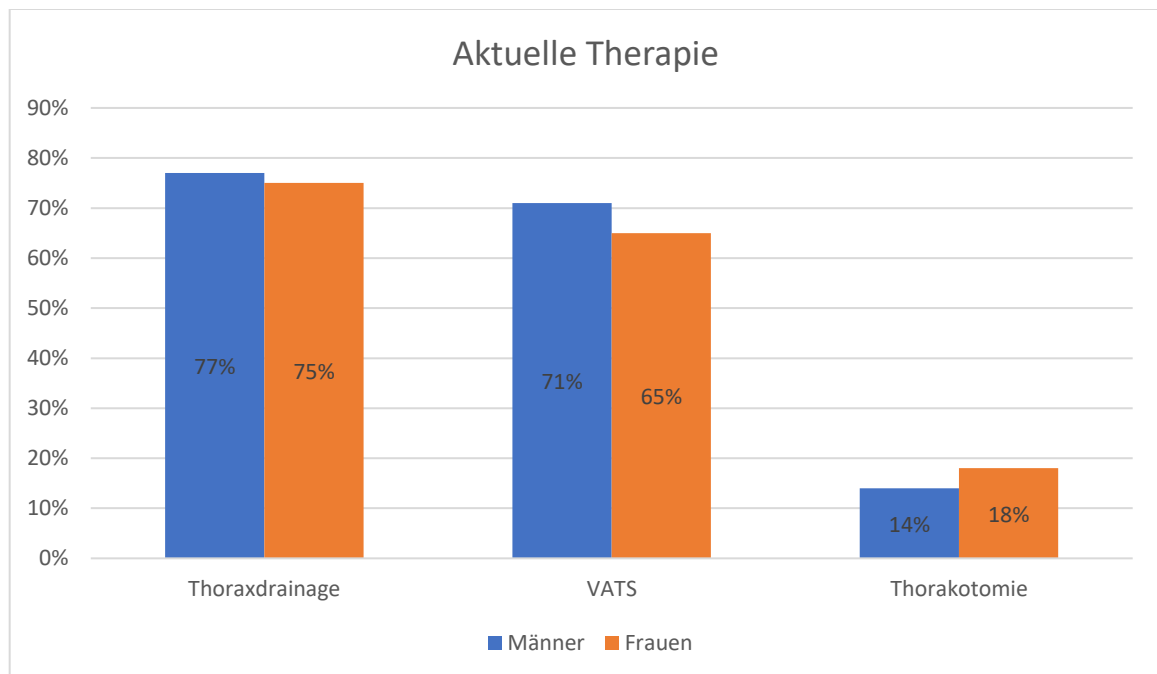


Abbildung 15: Aktuelle Therapien bei Männern und Frauen im Vergleich

Bei der Therapie mittels VATS wurde noch einzeln erfasst, ob eine Bullektomie, Pleurektomie und/oder Abrasio durchgeführt wurde. Der Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test ergab bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen Geschlecht und Pleurektomie mit einem p-Wert von 0,029 ( $\leq 0,05$ ) sowie zwischen Geschlecht und Abrasio mit einem p-Wert von 0,018 ( $\leq 0,05$ ) einen statistisch signifikanten Zusammenhang dieser beiden Parameter.

### 3.3.6 Histologie

Die Analyse der Histologie des jeweiligen Operationspräparats war lediglich bei einer vorausgegangenen operativen Therapie (VATS, Thorakotomie) möglich. Hierbei unterteilt man in die Kategorien *Narbenemphysem*, *zentrolobuläres Emphysem*, *Emphysem anderer Art*, und *andere Histopathologien*. Auch hier sind wieder Mehrfachnennungen möglich. Bei 76 weiblichen und 274 männlichen Spontanpneumothoraxpatient\*innen wurde eine operative Therapie und somit eine

histologische Abklärung des Operationspräparats durchgeführt. Von 76 weiblichen Falldokumentationen wurde bei 18 (24 %) ein Narbenemphysem, bei 23 (30 %) und bei 30 (39 %) ein Emphysem anderer Art im histologischen Präparat detektiert. Bei den Männern belief sich die Histologie bei 67 Fällen (25 %) auf ein Narbenemphysem, bei 111 (41 %) auf ein zentrolobuläres Emphysem und bei 112 (41 %) auf ein Emphysem anderer Art. Unter der Kategorie *andere Histopathologien* wurden zum Beispiel chronisch rezidivierende Pleuritiden, Pleuranarben, respiratorische Bronchiolitiden oder Smoking-related interstitial fibrosis (SRIF) angeführt.

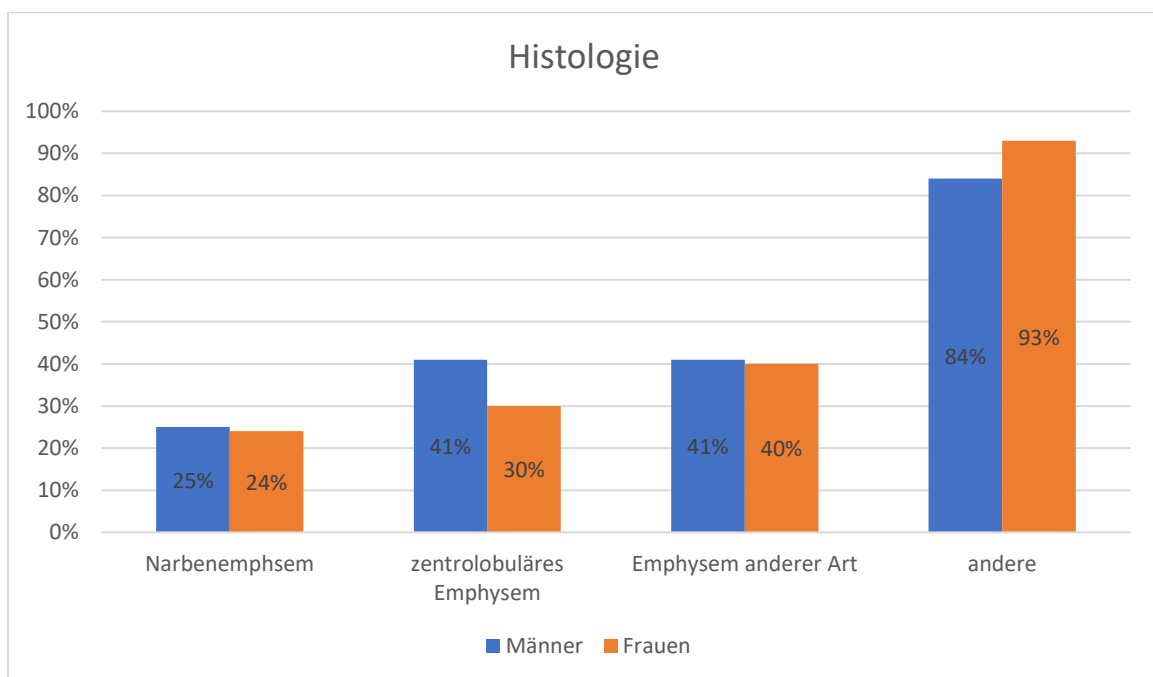
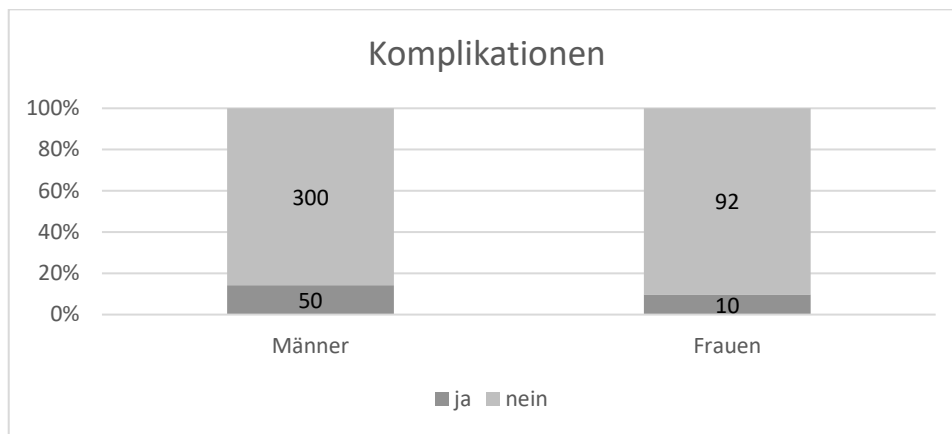


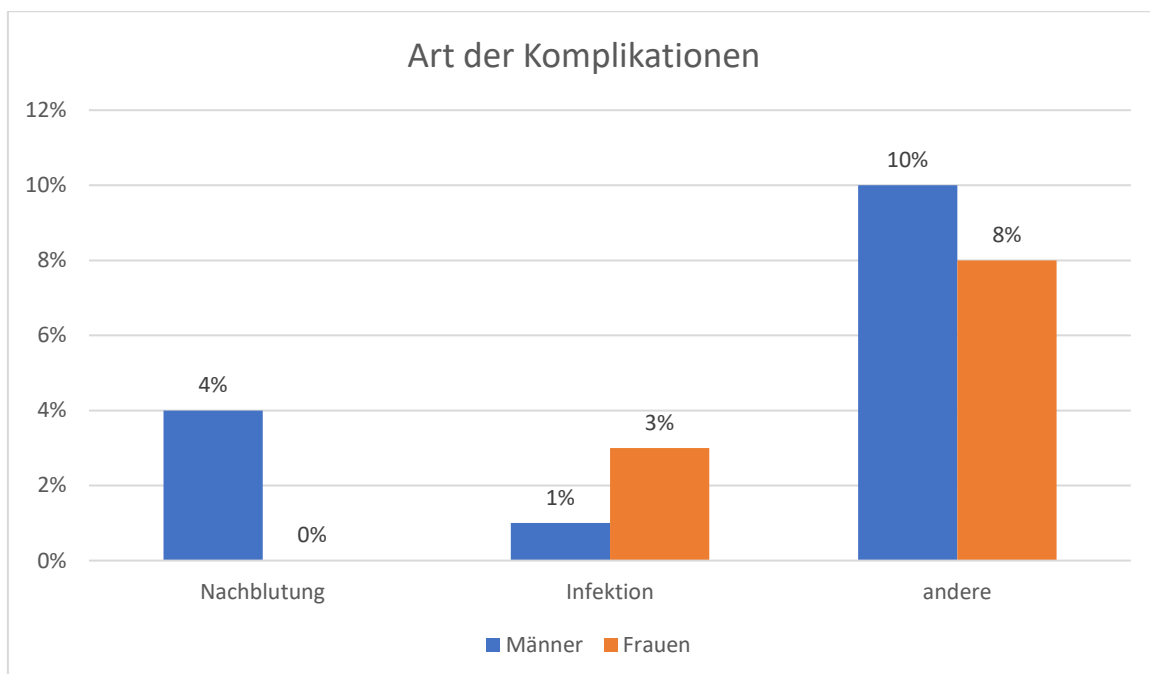
Abbildung 16: Histologie bei Männern und Frauen im Vergleich

### 3.3.7 Komplikationen

Von 452 Patient\*innen traten bei 60 (13 %) Komplikationen auf. 15 (4 %) aller Patient\*innen litten an einer Nachblutung, wovon keine einzige eine weibliche Patientin betraf. Eine Infektion als Komplikation des Pneumothorax bzw. dessen Therapie hatten 8 Patient\*innen (2 %), davon 3 % (3 Fälle) der Frauen und 1 % (5 Fälle) der Männer. 44 Patient\*innen (10 % der Männer und 8 % der Frauen) litten unter anderen Komplikationen wie zum Beispiel frustrane Klemmversuche der Thoraxdrainagen oder Fistelbildungen.



**Abbildung 17:** Vergleich der Komplikationsrate von Männern und Frauen



**Abbildung 18:** Komplikationen nach Spontanpneumothorax bei Männern und Frauen im Vergleich

Bei der Testung auf Zusammenhang von Geschlecht und Komplikationen konnte kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Auftreten von Komplikationen festgestellt werden. Im Gegensatz dazu konnte bei der Analyse auf Zusammenhang zwischen Geschlecht und Nachblutung mit einem p-Wert von 0,033 ( $\leq 0,05$ ) ein signifikanter Zusammenhang errechnet werden.

### 3.3.8 Rezidive

Von 102 Pneumothoraxpatientinnen erlitten 28 davon (28 %) ein oder mehrere Rezidive. 7 (25 %) davon auf der linken Seite, 20 (71 %) auf der rechten Seite und lediglich 1 Patientin (4 %) beidseits. Bei 350 männlichen Patienten hatten 83 (24 %) ein oder mehrere Rezidive. Davon beliefen sich 37 (44 %) auf die linke, 37 (44 %) auf die rechte Seite und 11 (10 %) erlitten Rezidive auf beiden Seiten.

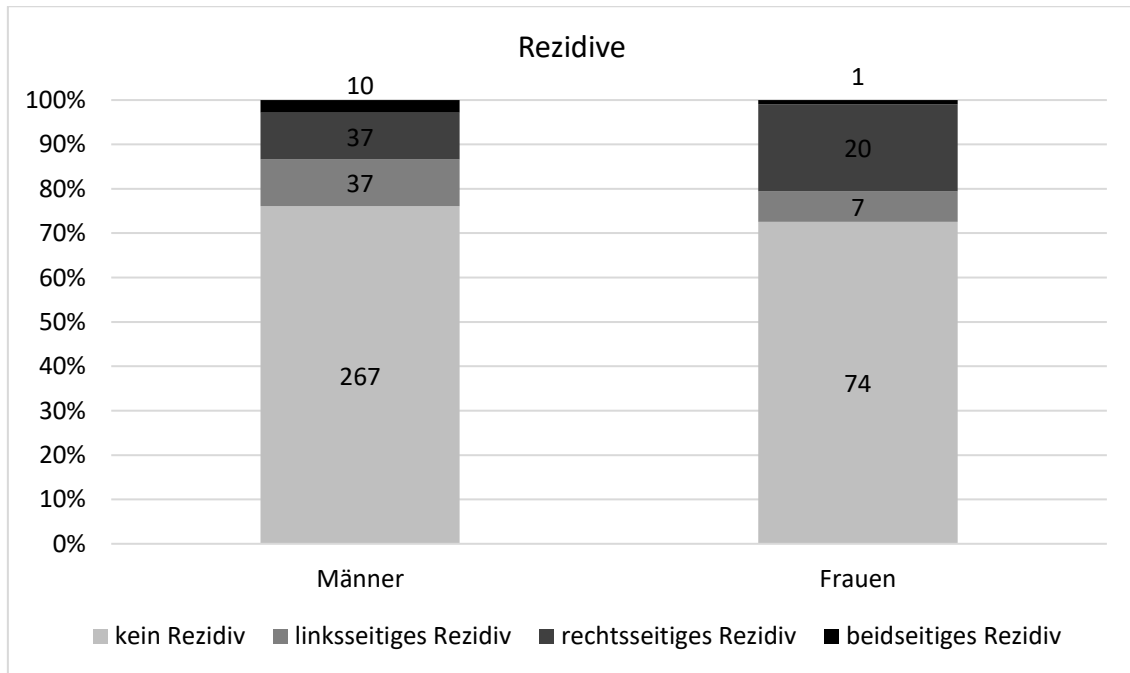


Abbildung 19: Vergleich der Rezidivrate von Männern und Frauen

Von den 28 weiblichen Patientinnen mit Rezidiv hatten 24 (86 %) ein einmaliges und 4 (14 %) ein zweimaliges Rezidivereignis. Bei den Männern beliefen sich von 83 Patienten mit Rezidiven 61 (74 %) auf ein einmaliges, 16 (19 %) auf ein zweimaliges und jeweils 3 (4 %) auf ein dreimaliges bzw. viermaliges Rezidiv.

Der Mehrfelder-Chi<sup>2</sup>-Test ergab, dass es signifikant vom Geschlecht abhängt, auf welcher Seite das Rezidiv auftritt (p-Wert = 0,038).

## 4 Diskussion

### 4.1 Limitationen

Bei der Interpretation sowie Diskussion der hier vorliegenden Ergebnisse ist unbedingt zu beachten, dass in die Studie ausschließlich Patient\*innen zwischen dem 18. und dem 35. Lebensjahr mit einem *primären* Spontanpneumothorax miteingeschlossen wurden. Dies ist besonders beim Vergleich mit den Ergebnissen anderer Studien, die häufig den primären und sekundären Spontanpneumothorax in allen Altersgruppen beleuchten, unbedingt zu berücksichtigen. Zudem werden im Vergleich zu anderen Studien die Daten einer eher kleinen Studienpopulation analysiert. Außerdem konnten bei zum Teil sehr weit zurückliegenden Falldokumentation im MEDOCS bei einigen Patient\*innen nicht alle relevanten Kriterien erhoben werden.

### 4.2 Interpretation

Aufgrund der in zahlreichen Studien erhobenen höheren Inzidenz des Spontanpneumothorax bei Männern wurde dies auch in dieser Auswertung erwartet. 77 % der Krankenhausaufenthalte mit primärem Spontanpneumothorax fielen auf die männlichen Patienten, 23 % auf die weiblichen. Dies ergibt also ein Verhältnis bei Frauen zu Männern von 1:3,3478 (Vergleich 1:3,3) (15). In dieser Altersgruppe (18-35) haben also Männer rund dreimal häufiger einen primären Spontanpneumothorax als Frauen. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür wäre zum Beispiel, dass sich Männer dieser Altersgruppe häufiger dem Risikofaktor Nummer eins, dem Tabakkonsum, aussetzen. Laut einer Gesundheitsbefragung im Jahr 2019 von Statistik Austria rauchen in Österreich in der Altersgruppe von 15-30 Jahren 25,8 % der Männer täglich. Bei Frauen greifen täglich 17,4 % zur Zigarette. (35)

Bezüglich dieses Risikofaktors konnte beim t-Test die Nullhypothese beibehalten werden. Es gibt also hier keinen Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen Patient\*innen (56 % Raucherinnen, 56 % Raucher). Dies zeigt, dass

genauso viele weibliche als auch männliche Spontanpneumothoraxpatient\*innen das Rauchen als Risikofaktor aufweisen.

Ein weiterer Erklärungsversuch der höheren Inzidenz des primären Spontanpneumothorax bei Männern ist ihr typischer Körperbau. Die typischen primären Spontanpneumothoraxpatient\*innen sind in der Regel schneller und größer gewachsen als die gesunden gleichaltrigen Personen. Sie haben einen größeren vertikalen Durchmesser des Thorax, der zudem schneller wächst. Dies führt zu einer größeren elastischen Spannung des Lungengewebes besonders in der Lungenspitze (22). Eine Erklärung für das häufigere Auftreten des primären Spontanpneumothorax bei Männern könnte also sein, dass sie eine größere elastische Spannung im Lungengewebe haben, da sie schneller und größer wachsen. Beim Vergleich von männlichen und weiblichen Patient\*innen bezüglich ihrer Größe gab es wie erwartet im t-Test für unabhängige Stichproben einen signifikanten Unterschied. Die männlichen Spontanpneumothoraxpatient\*innen waren hoch signifikant ( $p\text{-Wert} \leq 0,1 \%$ ) größer als die weiblichen, was wieder zu der These passt, dass ein groß gewachsener Mensch eher an einem primären Spontanpneumothorax erkrankt als ein kleiner.

Der typische Konstitutionstyp der Spontanpneumothoraxpatient\*innen wird in der Literatur als großgewachsen und asthenisch angegeben, was für einen niedrigen BMI bzw. niedriges Gewicht der Patient\*innen sprechen würde. Mit einem durchschnittlichen Body Mass Index von 20,37 bei den männlichen Studienteilnehmern und 19,39 bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen liegen beide Gruppen im unteren Bereich des Normalgewichtes. Was auch zu erwarten war, ist, dass die männlichen Patienten hoch signifikant schwerer als die weiblichen waren und somit auch beim Vergleich der beiden Geschlechter der BMI der Männer hoch signifikant höher war als der der Frauen.

Einen weiteren hoch signifikanten Unterschied zwischen den weiblichen und den männlichen Studienteilnehmer\*innen gab es beim Alter des ersten primären Spontanpneumothorax. Frauen waren beim erstmaligen Auftreten des primären Spontanpneumothorax älter als Männer. Dies konnte auch schon Bobbio in seiner

Studie feststellen (15). Warum dies der Fall ist, kann nur vermutet werden. Eventuell liegt es daran, dass das Auftreten des catamenialen Pneumothorax doch eine größere Rolle spielt als ursprünglich angenommen. Er kommt zwar in allen Altersgruppen von gebärfähigen Frauen vor, am häufigsten jedoch zwischen dem 30. und dem 40. Lebensjahr. Dies könnte das durchschnittliche Alter des ersten Spontanpneumothorax bei Frauen etwas erhöhen (12). Eventuell könnte man bei der Anamnese der Spontanpneumothoraxpatient\*innen etwas mehr auf den aktuellen Zyklusstatus eingehen, um dem catamenialen Pneumothorax mehr Beachtung zu schenken.

Mittels Mehrfelder- $\chi^2$ -Test wird nach der Analyse der Seite des primären Spontanpneumothorax ( $p = 0,033$ ) die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern bezüglich der Seite des Pneumothorax gibt. Das Ergebnis deutet, zwar nur leicht, aber doch darauf hin, dass Frauen eher dazu neigen, einen rechtsseitigen Pneumothorax zu erleiden. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür könnte wiederum der bei Frauen auftretende catameniale Spontanpneumothorax sein, der wie bereits erwähnt eher auf der rechten Seite auftritt (11).

Bei genauerer Betrachtung der Komplikationen ergab der Mehrfelder- $\chi^2$ -Test zwar kein bevorzugtes Geschlecht, dass generell nach einem primären Spontanpneumothorax Komplikationen entwickelt, jedoch konnte festgestellt werden, dass keine einzige weibliche Patientin als Komplikation eine Nachblutung aufwies (4,3 % bei den Männern). Hierbei ergab der p-Wert jedoch nur einen Wert von 0,033, was für eine sehr geringe Signifikanz spricht. Dass bei den Studienteilnehmerinnen keine eine Nachblutung als Komplikation des primären Spontanpneumothorax aufwies, könnte also daran liegen, dass lediglich 101 Frauen in die Studie miteingeschlossen waren.

Insgesamt litten 24,6 % der Studienteilnehmer\*innen an einem Rezidivpneumothorax (27,5 % der Frauen und 23,7 % der Männer). Hierbei konnte nach dem Mehrfelder- $\chi^2$ -Test die Nullhypothese  $H_0$  beibehalten werden, dass sich die beiden Geschlechter anhand der Rezidivrate nicht unterscheiden. Bei der

Analyse der Seite des Rezidivs ergab der Vergleich ein statistisch leicht signifikantes Ergebnis ( $p$ -Wert = 0,038), sodass in diesem Fall die Nullhypothese  $H_0$  verworfen wird und angenommen wird, dass mehr Frauen einen rechtsseitigen Rezidivpneumothorax entwickeln. Da mehr Frauen auf der rechten Seite einen Spontanpneumothorax entwickeln, könnte so auch erklärt werden, dass Frauen auch eher ein rechtsseitiges Rezidiv erleiden.

### 4.3 Schlussfolgerung

Die Datenanalyse der hier vorliegenden Studie hat trotz geringer Teilnehmerzahl die höhere Inzidenz des primären Spontanpneumothorax bei männlichen Individuen bestätigt. Auch bezüglich biometrischer Daten (Größe, Gewicht, BMI) wurden signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen erhoben. Weiters ergab die Datenanalyse, dass Frauen ein höheres Alter beim Zeitpunkt des ersten primären Spontanpneumothorax aufweisen. Zudem wurde erhoben, dass Frauen eher dazu tendieren, einen rechtsseitigen Spontanpneumothorax und auch ein rechtsseitiges Pneumothoraxrezidiv zu entwickeln. Die vorliegende Studie ergab, dass keins der beiden Geschlechter ein höheres Risiko hat, an Komplikationen zu leiden oder ein Rezidiv zu entwickeln. Auffällig war hierbei, dass keine einzige weibliche Studienteilnehmerin an einer Nachblutung als Komplikation ihres spontanen Pneumothorax litt. Bei der Betrachtung all dieser Ergebnisse müssen die Limitationen, vor allem die relativ kleine Studienpopulation, beachtet werden.

Um die Forschungsfrage zu beantworten, ob es sich beim primären Spontanpneumothorax bei Männern und Frauen um ein und dieselbe Erkrankung handelt, wäre definitiv eine größere Studienpopulation notwendig gewesen. In den meisten Aspekten ist der primäre Spontanpneumothorax bei Männern und Frauen laut dieser Studie ein und dieselbe Erkrankung. Aus den Ergebnissen dieser Studie lassen sich die Hauptunterschiede in Inzidenz, im Konstitutionstypen, im Alter bei der ersten Krankheitsepisode und in der Seite des Pneumothorax festmachen.

Trotz anderer Ein- und Ausschlusskriterien decken sich diese Ergebnisse größtenteils mit jenen der im Kapitel 1.6 angeführten Studien, die sich auch mit dem Gendervergleich bei Pneumothoraxpatient\*innen beschäftigten.

Für zukünftige Studien wäre es äußerst interessant, dem catamenialen Pneumothorax schon bei der ersten Patientinnen-Anamnese mehr Beachtung zu schenken. Möglicherweise könnte der catameniale Pneumothorax einen höheren Stellenwert haben als bisher angenommen und auch der Grund für einen verspäteten Peak der Erkrankung bei Frauen sein.

## 5 Literaturverzeichnis

1. Anderhuber F, Pera F, Streicher J. Waldeyer Anatomie des Menschen. 19 ed. Berlin/Boston: De Gruyter; 2012.
2. Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Mayerhofer A, Mense S, et al. Duale Reihe Anatomie: Georg Thieme Verlag; 2014.
3. Schünke M, Schulte E, Schuhmacher U, Voll M, Wesker KH. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014.
4. Dyer JG. Anatomy and Physiology Made Incredibly Visual! Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2014.
5. Silbernagl S. Taschenatlas Physiologie. Stuttgart: Thieme; 2012. 455 p.
6. Bourke SJ, Burns GP. Respiratory Medicine Lecture Notes: John Wiley & Sons; 2011. 272 p.
7. Brims FJ, Maskell NA. Ambulatory treatment in the management of pneumothorax: a systematic review of the literature. *Thorax*. 2013;68(7):664-9.
8. Leigh-Smith S, Harris T. Tension pneumothorax--time for a re-think? *Emerg Med J*. 2005;22(1):8-16.
9. Hamed Elbaih A. Teaching Approach of Emergency Traumatic Chest Injuries: A Review. *ARC Journal of Surgery*. 2020;6:1-8.
10. Jubarah IM. Tension pneumothorax. Case Study.: Radiopedia.org; 2020 [Available from: <https://radiopaedia.org/cases/tension-pneumothorax-34>].
11. Korom S, Canyurt H, Missbach A, Schneiter D, Kurrer MO, Haller U, et al. Catamenial pneumothorax revisited: clinical approach and systematic review of the literature. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(4):502-8.
12. Visouli AN, Zarogoulidis K, Kouglioumtzi I, Huang H, Li Q, Dryllis G, et al. Catamenial pneumothorax. *J Thorac Dis*. 2014;6(Suppl 4):S448-60.
13. Noppen M. Spontaneous pneumothorax: epidemiology, pathophysiology and cause. *Eur Respir Rev*. 2010;19(117):217-9.
14. Schnell J, Koryllos A, Lopez-Pastorini A, Lefering R, Stoelben E. Spontaneous Pneumothorax. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(44):739-44.
15. Bobbio A, Dechartres A, Bouam S, Damotte D, Rabbat A, Regnard JF, et al. Epidemiology of spontaneous pneumothorax: gender-related differences. *Thorax*. 2015;70(7):653-8.
16. Chapman S, Robinson G, Stradling J, West S, Wrightson J. *Oxford Handbook of Respiratory Medicine* 2014.
17. Lyra Rde M. Etiology of primary spontaneous pneumothorax. *J Bras Pneumol*. 2016;42(3):222-6.
18. Sahn SA, Heffner JE. Spontaneous pneumothorax. *N Engl J Med*. 2000;342(12):868-74.
19. Kroegel C, Costabel U. *Klinische Pneumologie*. Stuttgart, New York, Delhi, Rio: Thieme Verlag; 2014.
20. Schramel FM, Postmus PE, Vanderschueren RG. Current aspects of spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J*. 1997;10(6):1372-9.
21. Cheng YL, Huang TW, Lin CK, Lee SC, Tzao C, Chen JC, et al. The impact of smoking in primary spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138(1):192-5.

22. Chang PY, Wong KS, Lai JY, Chen JC, Chin TW, Chen KC, et al. Rapid increase in the height and width of the upper chest in adolescents with primary spontaneous pneumothorax. *Pediatr Neonatol.* 2015;56(1):53-7.
23. Hien P. *Praktische Pneumologie.* Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2012.
24. Jergas PDM. Spontaner Spitzenpneumothorax. [next.amboss.com](http://next.amboss.com).
25. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care.* 2013;17(5):R208.
26. Kreuter M, Mathis G. Emergency ultrasound of the chest. *Respiration.* 2014;87(2):89-97.
27. Laituri CA, Valusek PA, Rivard DC, Garey CL, Ostlie DJ, Snyder CL, et al. The utility of computed tomography in the management of patients with spontaneous pneumothorax. *J Pediatr Surg.* 2011;46(8):1523-5.
28. Biederer J. WJE, Bolte H., Fink C., Tuengerthal S. RB, Hieckel H.-G., Diederich S., Hofmann-Preiss K. LU, Heussel C.P. Protokollempfehlungen für die Computertomographie der Lunge: Konsensus der Arbeitsgemeinschaft Thoraxdiagnostik der DRG. AG Thorax der Deutschen Röntgengesellschaft. 2008.
29. Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) DGfPu, Beatmungsmedizin (DGP DRD, Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin (DGIM). S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax. AWMF online, Das Portal der wissenschaftlichen Medizin. 2018;1.1.
30. Liu W-L, Lv K, Deng H-S, Hong Q-C. Comparison of efficiency and safety of conservative versus interventional management for primary spontaneous pneumothorax: A meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine.* 2021;45:352-7.
31. Northfield TC. Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax. *Br Med J.* 1971;4(5779):86-8.
32. Toyoshima Y, Otani Y, Okada N, Shomura H. Clinical Features in Surgical Cases of Female Spontaneous Pneumothorax; Comparison with Male Patients. *Kyobu Geka.* 2018;71(6):403-6.
33. Chirurgie Uf. Klinische Abteilung für Thoraxchirurgie und Hyperbare Chirurgie [uniklinikumgraz.at](http://uniklinikumgraz.at)2022 [Available from: <https://www.uniklinikumgraz.at/chirurgie/thorax>.
34. Bortz J. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaften:* Springer Verlag; 2005.
35. Klimont J. Österreichische Gesundheitsbefragung 2019 Hauptergebnisse des Austrian Health Interview Survey (ATHIS) und methodische Dokumentation Statistik Austria: Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) 2020.