

Aus der Klinik für Thoraxchirurgie  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

## Uniportal VATS in der akuten Thoraxchirurgie

Outcome der uniportalen VATS bei Notfällen, Pleuraempyem und  
Pneumothorax

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Svea Olivia Faber

aus Berlin

Datum der Promotion: .....18.09.2020.....

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ABSTRACT DEUTSCH</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ABSTRACT ENGLISCH</b> .....	<b>4</b>
<b>3. EINFÜHRUNG</b> .....	<b>5</b>
3.1. NOTFALLEINGRIFFE .....	5
3.2. PNEUMOTHORAX .....	6
3.3. PLEURAEMPYEM.....	7
<b>4. MATERIAL UND METHODIK</b> .....	<b>7</b>
4.1. OPERATIVER ZUGANGSWEG.....	8
4.1.1. <i>Uniportaler Zugang</i> .....	8
4.1.2. <i>Triportaler Zugang</i> .....	8
4.2. OPERATIVES VORGEHEN .....	8
4.2.1. <i>Notfalleingriffe</i> .....	8
4.2.2. <i>Pneumothorax</i> .....	8
4.2.3. <i>Pleuraempyem</i> .....	8
4.2.4. <i>Ende der Operation</i> .....	8
4.3. PATIENTENAUSWAHL .....	9
4.3.1. <i>Notfalleingriffe</i> .....	9
4.3.2. <i>Pneumothorax</i> .....	9
4.3.3. <i>Pleuraempyem</i> .....	9
4.4. STATISTIK .....	9
4.4.1. <i>Propensity-Score</i> .....	9
<b>5. ERGEBNISSE</b> .....	<b>10</b>
5.1. DIE GESAMTMENGE .....	10
5.2. NOTFALLEINGRIFFE .....	11
5.3. PNEUMOTHORAX .....	12
5.4. PLEURAEMPYEM.....	13
<b>6. DISKUSSION</b> .....	<b>15</b>
6.1. NOTFALLEINGRIFFE .....	15
6.2. PNEUMOTHORAX .....	16
6.3. PLEURAEMPYEM.....	17
6.4. LIMITATIONEN.....	17
6.5. ABSCHLIEßENDE DISKUSSION UND AUSBLICK .....	18
<b>7. LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>19</b>
<b>8. EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG</b> .....	<b>23</b>
<b>9. ANTEILSERKLÄRUNG</b> .....	<b>24</b>
<b>10. DRUCKEXEMPLARE DER AUSGEWÄHLTEN PUBLIKATIONEN</b> .....	<b>25</b>
10.1. UNIPORTAL VIDEO-ASSISTED THORACOSCOPIC SURGERY FOR THE TREATMENT OF THORACIC EMERGENCIES .....	25
10.2. UNIPORTAL VS. TRIPORTAL VIDEO-ASSISTED THORACIC SURGERY IN THE TREATMENT OF PRIMARY PNEUMOTHORAX - A PROPENSITY MATCHED BICENTRIC STUDY.....	31
10.3. UNIPORTAL VIDEO-ASSISTED THORACIC SURGERY IN THE TREATMENT OF PLEURAL EMPYEMA.....	39
<b>11. LEBENS LAUF</b> .....	<b>47</b>
<b>12. KOMPLETTE PUBLIKATIONS LISTE</b> .....	<b>50</b>
<b>13. DANKSAGUNG</b> .....	<b>51</b>

## 1. Abstract Deutsch

**Hintergrund** Während die multiportale videoassistierte Thorakoskopie (mVATS) bereits eine große Rolle im thoraxchirurgischen Alltag einnimmt, ist der innovative und weniger invasive uniportale Zugangsweg bisher weniger weit verbreitet. Ziel der Studien war es auf Grundlage der größten deutschen Datenbank zu uniportalen VATS (uVATS) das Outcome der Patienten zu analysieren, um die Rolle der uVATS in der Behandlung von thoraxchirurgischen Patienten zu erörtern.

**Methoden** Eine Datenbank über alle an der Charité Berlin per uVATS operierten Patienten zwischen 06/2012 und 09/2017 (n=642) wurde erstellt und hinsichtlich Notfalleingriffen, Pleuraempyemen und Pneumothoraxen ausgewertet. Die Analyse der Pleuraempyeme und Pneumothoraxe wurde bizenstrisch in Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik "Fondazione Policlinico A. Gemelly" in Rom durchgeführt.

**Ergebnisse** Von den 642 per uVATS operierten Patienten waren 65.7% männlich und 34.3% weiblich bei einem durchschnittlichen Alter von 60.36 (16-91) Jahren.

Darunter waren 12 uVATS Notfalleingriffe, die zum Stillen einer aktiven intrathorakalen Blutung durchgeführt wurden. Die durchschnittliche OP-Zeit betrug 106.25 (63-240) Minuten und die Thoraxdrainage konnte nach 6.75 (1-25) Tagen gezogen werden. Nach durchschnittlich 10.67 (4-26) Tagen konnten die Patienten wieder entlassen werden. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der ASA-Klassifikation und sowohl der Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes ( $r=0.617$ ,  $p=0.032$ ) als auch der Dauer des postoperativen Intensivstationsaufenthaltes ( $r=0.812$ ,  $p=0.006$ ) gezeigt werden. Ein Patient entwickelte eine postoperative Lungenentzündung und ein Patient einen Pneumothorax. Zwei Patienten starben, nicht Prozedur assoziiert, am 11. und 12. postoperativen Tag an Multiorganversagen. Es gab keine größeren Komplikationen.

Unter 35 Patienten mit einem Pleuraempyem waren 30 parapneumotisch und 5 postoperativ. Alle Patienten erhielten präoperativ ein Breitspektrumantibiotikum und 23 wurden mit einer Thoraxdrainage versorgt.

Im Vergleich von 65 uniportalen zu 39 triportalen VATS zur Behandlung von Spontanpneumothoraxen konnte ein zugunsten des uniportalen Zugangs statistisch signifikanter Unterschied unter anderem hinsichtlich des postoperativen Krankenhausaufenthaltes (4.78 vs. 6.61 Tage,  $p<<0.001$ ), der Schmerzen anhand einer Visuellen Analogskala (VAS) nach 24h (3.45 vs. 6.44,  $p<<0.001$ ), der Dauer der postoperativen Schmerzen (2.50 vs. 14.82 Tage,  $p<<0.001$ ) und des kosmetischen Resultats (Skala: 0 - 3; 2.91 vs. 2.00,  $p<<0.001$ ) gefunden werden.

Bei keinem der untersuchten Patienten war eine Konversion notwendig.

**Schlussfolgerung** Die uniportale VATS ist eine sichere Methode zur Diagnostik und Behandlung von thoraxchirurgischen Notfällen, Empyemen und Spontanpneumothoraxen. In dieser und weiteren Arbeiten konnte nachgewiesen werden, dass der uniportale Zugangsweg aufgrund der geringeren Invasivität im Vergleich zur herkömmlichen triportalen Technik in der Behandlung von Pneumothoraxen zu weniger postoperativen Schmerzen und Parästhesien, einer kürzeren Drainagedauer, einem kürzerem Krankenhausaufenthalt und einem besseren kosmetischen Ergebnis führt.

## 2. Abstract Englisch

**Background** While video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) already plays a major role in thoracic surgery, the innovative and less invasive uniportal access is still a novelty and not yet widely used. The aim of these studies was to analyze patients' outcomes using the largest German database on uniportal VATS (uVATS) to evaluate the role of uVATS in the treatment of thoracic surgical patients.

**Methods** A database of all patients undergoing uVATS at the Charité Berlin between 06/2012 and 09/2017 (n=642) was created and evaluated with regard to emergency procedures, pleural empyema and pneumothoraces. Analysis of pleural empyemas and pneumothoraces was carried out bicentrically in collaboration with the university hospital "Fondazione Policlinico A. Gemelli" in Rome.

**Results** Of 642 uniportally operated patients, 65.7% were male and 34.3% were female, with an average age of 60.36 (16-91) years.

We analyzed data of twelve uVATS emergency surgeries to stop active intrathoracic bleedings. The average surgery time was 106.25 (63-240) minutes and the chest drain could be removed after 6.75 (1-25) days. After an average of 10.67 (4-26) days the patients were discharged. There was a significant correlation between ASA classification and postoperative hospital stay ( $r=0.617$ ,  $p=0.032$ ) as well as postoperative intensive care stay ( $r=0.812$ ,  $p=0.006$ ). Postoperatively one patient developed pneumonia and one patient developed a pneumothorax. Two patients died of non-operation-associated multiple organ failure on days 11 and 12 post-surgery. There were no major complications.

Among 35 patients with a pleural empyema, 30 were of parapneumonic and 5 of postoperative origin. All patients received broad-spectrum antibiotic preoperatively and 23 were provided with a chest tube.

In a comparison of 65 uniportal versus 39 triportal VATS for the treatment of spontaneous pneumothoraces a statistically significant difference in favor of uniportal access was found in terms of postoperative hospital stay (4.78 vs. 6.61 days,  $p<<0.001$ ), pain measured on a visual analogue scale (VAS) 24h (3.45 vs. 6.44,  $p<<0.001$ ), duration of postoperative pain (2.50 vs. 14.82 days,  $p<<0.001$ ), and cosmetic result ( $p<<0.001$ ). There were no conversions necessary.

**Conclusion** The uniportal VATS is a safe procedure for the diagnosis and treatment of thoracic surgical emergencies, empyema and spontaneous pneumothoraces.

In this work and further studies it has been shown that due to its lower invasiveness it results in less postoperative pain and paresthesia, shorter drainage duration, shorter hospital stays, and better cosmetic results in the treatment of spontaneous pneumothoraces when compared to conventional triportal technique.

### **3. Einführung**

In der Geschichte der Chirurgie verschob sich der Fokus von der Zunahme der Sicherheit, über die Ausdehnung des operativen Spektrums und die Verbesserung der Effektivität in den letzten Jahren vor allem auf die Reduktion der Invasivität.

Während die Thorakoskopie schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts für kleinere therapeutische Eingriffe zum Einsatz kommt (1), dauerte es weitere 46 Jahre, bis die erste große Lungenresektion per VATS durchgeführt wurde (2).

Auch innerhalb der thorakoskopischen Chirurgie gab es weitere Innovationen mit dem Ziel der Invasivitätsreduktion. So entwickelte sich aus der multiportalen VATS die uniportale VATS (uVATS). Diese wurde erstmalig 2004 von Rocco und Martin-Ucar für Biopsien und kleinere Eingriffe genutzt (3). Bereits sechs Jahre später wurde über die ersten erfolgreichen großen (anatomischen) Lungenresektionen in uniportaler Technik berichtet (4). Daraufhin stieg das Interesse an der uVATS in der Thoraxchirurgie, sodass das minimalinvasive Verfahren schnell weltweit etabliert und das Indikationsspektrum fortlaufend erweitert wurde (5-8).

Bei der uVATS werden alle Instrumente und die 30° Optik über einen 3-4cm langen Schnitt im 5. Interkostalraum auf Höhe der vorderen Axillarlinie eingeführt. Sollte präoperativ bereits eine Thoraxdrainage eingelegt worden sein, kann sogar ganz auf weitere Inzisionen verzichtet werden und der Eintritt der Drainage genutzt werden. Auf den Einsatz von Trokaren kann durch die Nutzung eines weichen „wound protectors“ verzichtet werden. Dieser Zugangsweg reduziert nicht nur die Invasivität, sondern bringt auch technische Vorteile durch eine verbesserte intraoperative Sicht mit sich (9). Zusätzlich wird eine ergonomischere Standposition des Operateurs ermöglicht (10). Schon früh zeigte sich, dass im Vergleich zu multiportalen VATS bei gleichen Komplikationsraten kürzere Krankenhausaufenthaltsdauern (11) und verringerte postoperative Schmerzen erreichbar waren (12).

An der Charité Berlin wurde die uVATS 2012 als deutschlandweit erster Standort eingeführt. Das Indikationsspektrum konnte zügig erweitert werden (13). Die im Rahmen dieser Arbeit erstellte und analysierte Datenbank ist mit 642 Eingriffen die größte dieser Art in Deutschland.

#### **3.1. Notfalleingriffe**

Ein Notfall liegt in der Medizin in der Regel vor, wenn ein Patient, ohne sofortige medizinische Behandlung, schwere und gegebenenfalls auch zum Tod führende Krankheiten oder Verletzungen aufweist. Somit wurden dementsprechend in der zugrundeliegenden Untersuchung Notfalleingriffe als Operationen nach penetrierendem Thoraxtrauma, die aktiv bluteten und/oder eine Fördermenge aus einer angelegten Thoraxdrainage von mehr als 250-500ml Blut innerhalb der ersten 1-3h zeigten, definiert. Der Hämatothorax stellt eine Sonderform des Pleuraergusses dar, bei der es zu einer Blutansammlung zwischen der Pleura parietalis und visceralis kommt. Die Frage der Notwendigkeit der operativen Behandlung bei Patienten mit Hämatothorax ist in der Literatur noch nicht endgültig beantwortet, so gibt es zum Beispiel keine einheitliche OP-Indikation bezüglich der Fördermenge der Thorax-

Drainage. Mahoozi et al. empfehlen eine Operation schon ab >300ml (18), Karmy-Jones et al. differenzieren zwischen initial 500-1500ml oder >250-500ml Fördermenge in den ersten 1-3h (19). Die deutsche Polytrauma-Leitlinie empfiehlt eine operative Intervention ab 1500ml Fördermenge initial oder ab 250ml/h für 2-4h (17).

Die VATS wurde im Zusammenhang mit thoraxchirurgischen Notfällen das erste Mal im Jahre 1976 erwähnt (14). 1981 wurde über 36 Notfall-Patienten berichtet, bei denen in 44% der Fälle durch den Einsatz einer VATS eine Thorakotomie verhindert werden konnte (15). Bei Trauma-Patienten führte der Einsatz von VATS im Vergleich zur Thorakotomie zu weniger postoperativen Schmerzen, zur Reduktion der notwendigen Analgesie, zu einem besseren kosmetischem Resultat und zu einer häufigeren Rückkehr zu vorherigen Leistungsfähigkeit (16). Trotzdem finden sich nur wenige Berichte über thorakoskopische Notfalleingriffe in der Literatur. Die Polytrauma-Leitlinie der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie erwähnt die VATS als Möglichkeit zur Diagnostik und Therapie bei hämodynamisch stabilen Patienten. Nach penetrierenden Verletzungen des Thorax, bei hämodynamischer Instabilität, bei Verdacht auf eine Perikardtamponade, bei Abwesenheit peripherer Pulse und/oder Herzkreislaufstillstand sollte dagegen eine Thorakotomie erfolgen (17).

### 3.2. Pneumothorax

Ein Pneumothorax wird als das Vorhandensein von Luft im Pleuraspalt, also zwischen der Pleura parietalis und visceralis, und der daraus resultierenden Retraktion der Lunge von der Brustwand definiert. Ein Spontanpneumothorax tritt meist bei jungen Patienten ohne zugrundeliegende Lungenerkrankung auf (20) und entsteht in dieser Patientengruppe in der Regel durch die Ruptur von pleuralen Blebs oder Bullae, die am häufigsten im Apex lokalisiert sind (siehe Abbildung 1). In der aktuellen AWMF S3-Leitlinie Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax wird empfohlen die „Indikation zur Operation anhand von Rezidivrisiko, Lebensumständen, Patientenpräferenzen und Prozedurrisiko zu stellen“. Außerdem sollte ein persistierendes Luftleck oder eine unvollständige Reexpansion unter Sogtherapie sowie ein Rezidivpneumothorax operativ behandelt werden (21).

Zur Therapie eines Pneumothorax wird in der deutschen Leitlinie mit dem Empfehlungsgrad A und dem Evidenzgrad 1 die Durchführung einer VATS empfohlen (21). Die VATS ist hinsichtlich des therapeutischen Resultats vergleichbar mit der Thorakotomie, jedoch mit besserem Outcome bezüglich der Länge des Krankenhausaufenthaltes und der postoperativen Schmerzen (22-24). Für die uVATS konnte in einigen Untersuchungen für Spontanpneumothoraxe bereits ein besseres klinisches (weniger postoperative Schmerzen und Neuralgien) und ökonomisches Outcome (niedrige Klinikkosten) gezeigt werden (25, 26).



Abbildung 1 Dystropher Apex mit Bulla, modifiziert nach (21)

### **3.3. Pleuraempyem**

Ein Pleuraempyem ist als Eiteransammlung zwischen der Pleura parietalis und Pleura visceralis definiert. Pleuraempyeme haben eine hohe Mortalität von 20% und in multimorbiden Patientengruppen sogar bis zu 70% (28). 36-65% der Patienten benötigen eine operative Sanierung (29). Empyeme der Pleura werden nach Muers in 3 Stadien eingeteilt (30). Dabei wird zwischen dem Exsudativen Stadium (Stadium 1), dem Fibrino-Purulenten Stadium (Stadium 2) und dem Organisierten Stadium (Stadium 3) unterschieden. Durch zeitige operative Intervention in den Stadien 2 und 3 können sowohl Krankenhauskosten gespart werden als auch die Mortalität und Morbidität gesenkt werden (31). Große prospektiv-randomisierte Studien zu der Analyse, ob die frühe VATS eine bessere Alternative in der Therapie des fibrino-purulenten Pleuraempyems darstellt, fehlen jedoch noch. Nach aktueller S3-Leitlinie sollte ein septiertes Empyem bei ineffizienter Drainage entweder durch die intrapleurale Applikation von Fibrinolytika oder per VATS saniert werden (32).

Für die operative Sanierung des Empyems per multiportaler VATS konnte im Vergleich zur Thorakotomie bereits ein besseres Outcome beschrieben werden (33). Bisher gibt es außer der hier vorliegenden Studie lediglich eine Publikation zum uniportalen Zugang bei Pleuraempyemen (34).

## **4. Material und Methodik**

Die uVATS-Technik wurde 2012 an der Charité Berlin eingeführt. Nach der Evaluation der Technik und der erfolgreichen Anwendung bei kleineren Verfahren (u.a. Biopsien, Keilresektionen) wurde das Indikationsspektrum schrittweise erweitert.

Demografische Patientendaten wurden zeitnah zum OP-Zeitpunkt gesammelt. Im Verlauf wurden aus dem Krankenhausinformationssystem SAP die Ergebnisse weiterführender Diagnostik und detaillierte Informationen zum Verlauf extrahiert (Haupt- und Nebendiagnosen, operationsspezifische Informationen, Spirometrieergebnisse, Radiologie- und Histologiebefunde, Dauer von Krankenhausaufenthalt und Thoraxdrainage) und in einer Datenbank in SPSS zusammengeführt. Für die in die drei Studien eingeschlossenen Patienten wurden jeweils Laborergebnisse, verabreichte Antibiotika, die subjektive Schmerzwahrnehmung anhand VAS-Werten (Visuelle Analog Skala) und Schmerzmedikation in den analogen Patientenakten und im SAP recherchiert. Das kosmetische Resultat wurde von einem/r Arzt/Ärztin etwa 10 Tage postoperativ bei Wiedervorstellung in der Sprechstunde auf einer Skala von 1 bis 3, wobei 3 das beste Resultat darstellte, bewertet. Somit entstand eine Datenbank über alle uniportalen Eingriffe an der Charité Berlin von Juni 2012 bis September 2017 mit insgesamt 642 Fällen. Diese Datenbank wurde im Hinblick auf Patienten mit Notfalleingriffen, Pleuraempyemen und Pneumothoraxen ausgewertet. Die Analyse der Pleuraempyeme und Pneumothoraxe wurde bizenitrisch in Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik "Fondazione Policlinico A. Gemelly" in Rom durchgeführt. Alle Patienten unterschrieben präoperativ eine Einverständniserklärung zur Nutzung und Auswertung ihrer Daten.

## **4.1. Operativer Zugangsweg**

### *4.1.1. Uniportaler Zugang*

Alle Patienten wurden unter Allgemeinanästhesie operiert und mit Hilfe eines Doppellumentubus beatmet, um eine gezielte Ventilation der Lungenflügel zu garantieren.

Die Patienten wurden in einer modifizierten Seitenlage gelagert, wobei die Arme über den Kopf ausgelagert werden und sowohl der Operateur als auch der Assistent ventral des Patienten stehen. Die etwa 3-4cm lange Inzision erfolgt in Höhe der vorderen Axillarlinie im 5. Interkostalraum (ICR) (war präoperativ schon eine Thoraxdrainage angelegt worden, wurde diese Inzision als Zugangsweg genutzt). Daraufhin erfolgte die Anlage eines weichen Trokars (sogenannter „wound-protector“).

Es wurden eine 10mm 30° Optik und Instrumente mit einem proximalen und distalen Gelenk verwendet.

### *4.1.2. Triportaler Zugang*

In der triportalen Technik stehen der Assistent ventral und der Operateur dorsal. Die Inzision für den Kameratrokar erfolgt im 7. Interkostalraum auf Höhe der mittleren Axillarlinie, die beiden weiteren Zugänge im 4. ICR auf Höhe der vorderen Axillarlinie und im 4.-5. ICR auf Höhe der mittleren Klavikularlinie.

## **4.2. Operatives Vorgehen**

### *4.2.1. Notfalleingriffe*

Bei Patienten mit einem Hämatothorax wurde intraoperativ die Blutungsquelle identifiziert und die Blutung gestoppt. Bei Bedarf wurden Lungenparenchymverletzungen genäht oder eine Keilresektion durchgeführt.

### *4.2.2. Pneumothorax*

Zur operativen Behandlung des primären Spontanpneumothorax wurde leitliniengerecht (21) eine Keilresektion des Lungenapex durchgeführt und/oder die vorhanden Bullae reseziert. Anschließend wurde entweder eine Talkumpleurodese oder eine parietale Pleurektomie bis zur 8.-9. Rippe durchgeführt.

### *4.2.3. Pleuraempyem*

Alle Patienten mit einem Pleuraempyem wurden intraoperativ gespült, debridiert und dekortiziert. Dabei wurden Proben für die Mikrobiologie und Histologie gewonnen. Bei septieren Pleuraempyemen wurden die intrapleurale Septen zur Wiederherstellung einer durchgängigen Pleurahöhle mit freier Beweglichkeit der Lunge rupturiert und adhäsionslysiert.

### *4.2.4. Ende der Operation*

Zur Sicherung der Aerostase erfolgte vor dem Wundverschluss der Ausschluss einer Blasenbildung in der Spülflüssigkeit nach Inflation des operierten Lungenflügels. Unter



thorakoskopischer Sicht wurde zur postoperativen Schmerzlinderung ein Lokalanästhetikum 3-4 Interkostalräume ober- und unterhalb der Inzision appliziert. Am Ende einer jeden Operation wurde mindestens eine Thoraxdrainage (24 Charriere) durch die uniportale Inzision platziert.

### **4.3. Patientenauswahl**

#### *4.3.1. Notfalleingriffe*

Als Notfalleingriffe wurden Operationen nach penetrierendem Thoraxtrauma, die aktiv bluteten und/oder eine Fördermenge aus einer angelegten Thoraxdrainage von mehr als 250-500ml Blut innerhalb der ersten 1-3h zeigten, definiert. Unter Berücksichtigung der Einschlusskriterien konnten 12 Notfalleingriffe identifiziert werden. Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation hämodynamisch stabil.

#### *4.3.2. Pneumothorax*

Zum Vergleich des triportalen gegenüber des uniportalen Zugangsweges bei Pneumothoraxen konnten im Zeitraum von Februar 2012 bis Mai 2016 39 triportale Eingriffe und 31 uniportale Eingriffe zur Behandlung von Spontanpneumothoraxen an dem Policlinico A. Gemelly in Rom identifiziert werden. An der Charité Berlin wurden im Zeitraum von August 2013 bis September 2017 34 uVATS-Eingriffe durchgeführt. Die Indikation zur Operation waren ein Rezidivspontanpneumothorax oder ein persistierendes Luftleck nach Thoraxdrainagenanlage.

#### *4.3.3. Pleuraempyem*

In Summe wurden an beiden Zentren 35 Patienten mit einem Pleuraempyem einer uVATS unterzogen. Davon wurden 15 an der Charité Berlin und 20 in Rom operiert.

### **4.4. Statistik**

Die statistische Analyse wurde mit SPSS 18.00 und 19.00 (Chicago, IL, USA) durchgeführt. Der Pearson  $\chi^2$ -Test und der exakte Test von Fischer wurden zum Vergleich kategorialer Variablen und der Student-t-Tests zum Vergleich kontinuierlicher Variablen verwendet. Eine Normalverteilung wurde mithilfe des Kolmogorow-Smirnow-Tests ( $p > 0,05$ ) und durch den Shapiro-Wilk-Test ( $p > 0,05$ ) überprüft. Unter Verwendung der Pearson Korrelation wurden mögliche Korrelationen zweier Variablen analysiert. Ein p-Wert  $< 0,05$  wurde als statistisch signifikant angesehen.

#### *4.4.1. Propensity-Score*

Um die Verzerrung, die sich aus der retrospektiven Natur dieser Studie ergibt, zu reduzieren und die Vergleichbarkeit zwischen den beiden Behandlungsgruppen zu verbessern, wurde eine 1:1-Propensity-Match-Score-Analyse unter Verwendung der Nearest-Neighbor-Matching-Methode mit der Software R 3.4.2 durchgeführt. Die Patienten wurden anhand von Propensity Scores gepaart, die auf Alter, Geschlecht,

Raucheranamnese, Begleiterkrankungen, ASA-Wert, Seite des Pneumothorax und Anzahl der stattgehabten Pneumothorax-Episoden basierten.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Die Gesamtmenge

Von den 642 Patienten, die an der Charité Berlin von Juni 2012 bis September 2017 mithilfe der uVATS-Technik operiert wurden, waren 65.7% (n=422) männlich und 34.3% (n=220) weiblich bei einem durchschnittlichen Alter von 60.36 (16-91) Jahren.

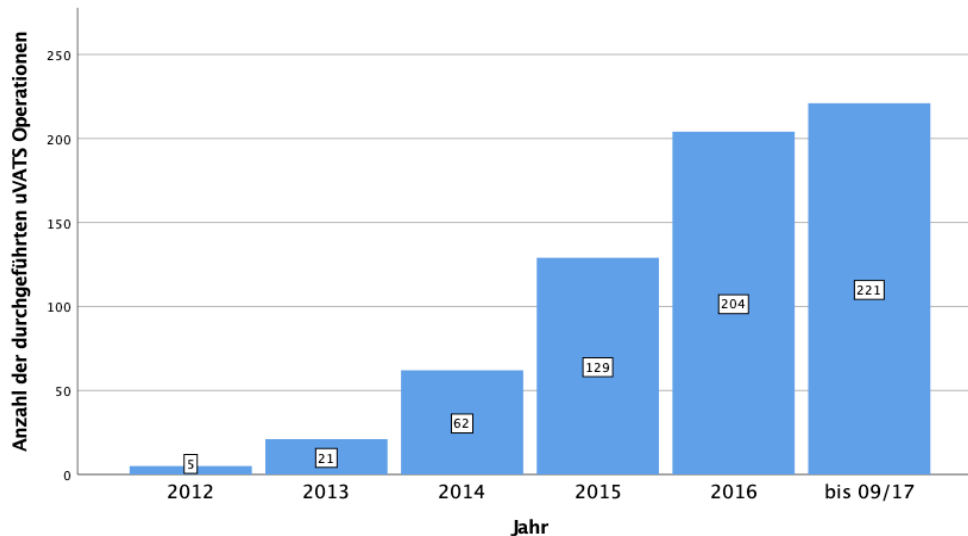


Abbildung 2 Anzahl der durchgeführten uVATS-Eingriffe pro Jahr an der Charité Berlin

Während in den ersten Jahren nur vereinzelt Eingriffe mit einem uniportalen Zugang durchgeführt wurden, stieg im Verlauf der Jahre die Anzahl an uniportal durchgeführten Operationen deutlich an (siehe Abbildung 2).

Die Mehrzahl der Patienten wurde aufgrund eines Karzinoms operiert (n=192), gefolgt von diagnostischen Eingriffen (n=162) und Metastasenresektionen (n=131) (siehe Abbildung 3). Keilresektionen (n=236) waren die häufigste Operationsform, gefolgt von 184 Lobektomien. Außerdem wurden zwei Pneumektomien und sechs Bilobektomien durchgeführt (siehe Abbildung 4).

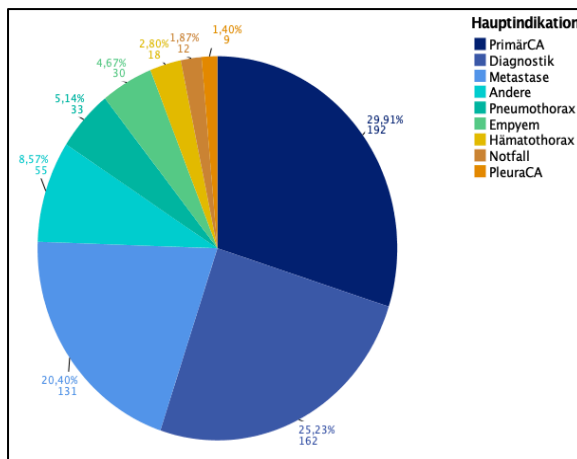


Abbildung 3 OP-Indikationen, Angabe in Prozent (%) und Anzahl (n)

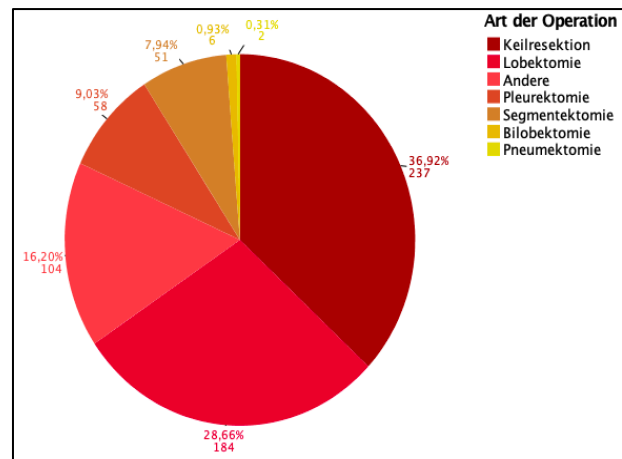


Abbildung 4 Art der Operation, Angabe in Prozent (%) und Anzahl (n)

## 5.2. Notfalleingriffe

Es konnten 12 Notfalleingriffe identifiziert werden. Darunter waren acht (66.7%) männliche und vier (33.3%) weibliche Patienten. Das mittlere Alter lag bei 63.17 (28-85) Jahren. Alle Patienten wurden aufgrund eines Hämatothorax operiert. Die Hälfte der Hämatothoraxe war iatrogen nach Pleurapunktionen oder nach Anlage zentralvenöser Zugänge (n=6) aufgetreten. Ein Viertel (n=3) der Fälle war durch stumpfe Traumata bedingt und jeweils ein Fall durch eine Messerstichverletzung, ein Aspergillom und unter der Behandlung mit Extrakorporaler Membran Oxygenierung (ECMO) aufgetreten.

Die mittlere OP-Zeit lag bei 106.25 Minuten (63-240) und die Thoraxdrainage wurde zwischen dem ersten und 25. postoperativen Tag entfernt (Mittelwert=6.75 Tage). In zwei Drittel der Fälle konnte die Thoraxdrainage innerhalb der ersten fünf Tage gezogen werden.

Alle Patienten wurden postoperativ für mindestens eine Nacht auf der Intensivstation (ITS) oder der Post Anaesthesia Care Unit (PACU) überwacht, wobei 25% nach der ersten Nacht wieder auf die Normalstation verlegt werden konnten. Die durchschnittliche Verweildauer auf einer der beiden Überwachungsstationen waren 6.75 Tage, wobei die durchschnittliche postoperative Krankenhausverweildauer 10.67 Tage (4-26) betrug (siehe Tabelle 1). In zwei

ASA	N=12 (%)	ITS-Aufenthalt (Tage)	Postoperativer Krankenhausaufenthalt (Tage)
1	2 (16.7)	1	6
2	3 (25)	3	9
3	4 (33.3)	6	11
4	3 (25)	16	16

*Tabelle 1 Anzahl der Patienten, mittlerer ITS- und Krankenhausaufenthalt pro ASA-Grad, modifiziert nach (35)*

Fällen von iatrogenen Hämatothoraxen mussten wir die ITS- und postoperative Krankenhausverweildauer durch die tatsächliche Dauer der thoraxchirurgischen Behandlung ersetzen. Beide Patienten waren aufgrund multipler Begleiterkrankungen bereits präoperativ intensivpflichtig und blieben es auch lange Zeit postoperativ. Der lange Krankenhausaufenthalt ist dabei nicht durch die chirurgische Behandlung selbst begründet.

Zehn Patienten wurden als ASA  $\geq 2$  eingestuft („Grading of patients for surgical procedures“ von der American Society of Anesthesiologists (36)). Es konnte eine signifikante Korrelation sowohl zwischen der Einstufung nach ASA-Klassifikation und dem postoperativen Krankenhausaufenthalt ( $r=0.617$ ,  $p=0.032$ ) als auch zwischen der Einstufung nach ASA-Klassifikation und dem postoperativen ITS/PACU-Aufenthalt ( $r=0.744$ ,  $p=0.006$ ) gezeigt werden.

Bei zwei Patienten kam es zu leichten postoperativen Komplikationen im Sinne einer Pneumonie und eines Pneumothorax. Zwei Patienten starben am 11. und 12. postoperativen Tag an Multiorganversagen. In einem Fall kam es durch eine Reanimation bei Kammerflimmern zu einem im Verlauf therapiebedürftigen Hämatothorax. Das Kammerflimmern entstand auf Grundlage eines, durch eine akute Stent-Thrombose ausgelösten, Myokardinfarkts. Die biventrikuläre Pumpfunktion war stark eingeschränkt. Postoperativ kam es bei der Patientin zu einer Aspirationspneumonie, einer HIT II, einem Nieren-, sowie Leberversagen. Der zweite

im postoperativen Verlauf verstorbene Patient erlitt durch einen Sturz unter oraler Antikoagulation eine Rippenserienfraktur mit konsekutivem Hämatothorax. Postoperativ entwickelte sich aufgrund der durch anhaltende respiratorische Insuffizienz notwendigen prolongierten Beatmung eine Pneumonie. Trotz wiederholter Transfusion von Erythrozytenkonzentraten und Frischplasma konnte auf dem Boden einer vorbestehenden Herz- und Niereninsuffizienz keine hämodynamische Stabilität erreicht werden. In Rücksprache mit der Familie wurde sich bei bestehender Multimorbidität gegen die Eskalation der intensivmedizinischen Therapie entschieden. Es musste nicht konvertiert oder revidiert werden. Die intraoperative Sterblichkeit war null.

### 5.3. Pneumothorax

Es wurden 39 Patienten mit einem Pneumothorax triportal operiert und 65 uniportal. Die Patienten in der triportalen Gruppe waren jünger ( $p=0.041$ ) und häufiger an Asthma erkrankt als die Patienten in der uniportalen Gruppe (siehe Tabelle 2). Auf Basis dieser präoperativen Komorbiditäten wurden 23 Paare (46 Patienten) mithilfe der 1:1-Propensity-Match-Score-Analyse unter Verwendung der Nearest-Neighbor-Matching-Methode gematched, sodass es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Komorbiditäten zwischen den Gruppen mehr gab.

Variable	Triportal	Uniportal	p-Wert
Alter (Jahre)	26.72±11.96	31.91±12.58	0.041
Geschlecht (männlich)	76.9% (n=30)	75.4% (n=49)	0.859
Raucher	30.8% (n=12)	43.1% (n=28)	0.160
Asthma	17.9% (n=7)	1.5% (n=1)	0.026
ASA	1.23±0.485	1.26±0.443	0.741
Erstereignis	46.1% (n=18)	35.4% (n=23)	0.153
Rezidiv	53.8% (n=21)	64,6% (n=42)	0.353

Tabelle 2 Demografische Daten und Komorbiditäten der Gesamtkohorte, modifiziert nach (27)

Trotz der unterschiedlichen OP-Technik konnte kein signifikanter Unterschied in der OP-Zeit festgestellt werden ( $p=0.141$ ). Beim triportalen Zugang wurde jedoch öfter ein weiterer Zugang gebraucht ( $p=0.004$ ). Die postoperative Sterblichkeit war in beiden Gruppen null. In beiden Gruppen gab es jeweils eine postoperative Komplikation (triportal: Atelektase, uniportal: Pneumonie). Nach einer uniportalen VATS konnte die Thoraxdrainage früher entfernt ( $6.32±0.94$  vs.  $4.39±1.41$ ,  $p<<0.001$ ) und die Patienten signifikant früher entlassen werden ( $6.61±1.67$  vs.  $4.78±1.31$  Tage,  $p<<0.001$ ) (siehe Tabelle 3).

Patienten, die uniportal operiert wurden, hatten postoperativ statistisch signifikant weniger Schmerzen. Dies zeigte sich sowohl in der Dauer als auch in der Intensität der Schmerzen. So war nicht nur der Schmerz am ersten postoperativen Tag (Schmerzintensität auf visual analogue scale (VAS) nach 24h:  $3.45±1.41$  vs.

6.44±2.45,  $p < 0.001$ ), sondern auch der VAS nach Drainagezug (0.11±0.47 vs. 2.74±2.25,  $p < 0.001$ ) bei den uVATS-Patienten geringer. Auch die Dauer der postoperativen Schmerzen war in der uniportalen Gruppe signifikant kürzer (2.50±1.20 vs. 14.82±37.41 Tage,  $p < 0.001$ ). Neuralgien oder Parästhesien traten bei keinem Patienten auf, der per uVATS behandelt wurde, wohingegen 5 Patienten, die nach triportal Technik operiert wurden, über beides, 5 nur über Parästhesien und 4 nur über Neuralgien berichteten. Auch das kosmetische Resultat war nach uVATS signifikant besser (2.00±0.77 vs. 2.91±0.28,  $p < 0.001$ ). Innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes von 26.28±20.58 Monaten kam es in keiner der beiden Gruppen zu einem Rezidiv.

<b>Variable</b>	<b>Triportal</b>	<b>Uniportal</b>	<b>p-Wert</b>
Operationszeit	74.57±21.38	66.04±16.92	0.141
Konversionen	1	0	0.312
Weiterer Zugang	7	0	0.004
Revision	0	0	1.000
Komplikation	1 (4.3%)	1 (4.3%)	1.000
Rezidiv	0	0	1.000
Krankenhausaufenthalt (Tage)	6.61±1.67	4.78±1.31	<<0.001
Thoraxdrainagedauer (Tage)	6.32±0.94	4.39±1.41	<<0.001
Schmerzen am 1. postoperativen-Tag (VAS)	6.44±2.45	3.45±1.41	<<0.001
Schmerzen nach Thoraxdrainagezug (n=)	16 (69.6%)	1 (4.3%)	<<0.001
Schmerzen nach Thoraxdrainagezug (VAS)	2.74±2.25	0.11±0.47	<<0.001
Dauer der postoperativen Schmerzen (Tage)	14.82±37.41	2.50±1.20	<<0.001
Dauer der Analgetikaeinnahme (Tage)	7.53±3.96	0.75±1.06	0.001
Kosmetisches Resultat (Skala von 1-3)	2.00±0.77	2.91±0.28	<<0.001

Tabelle 3 Intra- und postoperative Ergebnisse in zwischen den gematchten Gruppen, modifiziert nach (27)

#### 5.4. Pleuraempyem

Unter den 35 untersuchten Patienten waren 19 (54.3%) männlich und 16 (45.7%) weiblich. Das mittlere Alter betrug 57.26 (25-86) Jahre. Die präoperativen klinischen Angaben der Patienten können Tabelle 4 entnommen werden. In 85.7% der Fälle entstand das Empyem parapneumonisch und in 14.3% post-operativ. Die meisten Patienten (62.9%) wurden durch Fieber klinisch auffällig. Präoperativ wurden alle Patienten kalkuliert mit einem Breitspektrum-Antibiotikum behandelt, welches bei Bedarf nach mikrobiologischer Analyse der Bronchoalveolären-Lavage (n=9) oder des Exsudates (n=23) resistenzgerecht umgestellt wurde. Präoperativ wurden bei 23 (65.7%) Patienten eine Thoraxdrainage gelegt, wobei sich bei 19 ein „Trapped-Lung-Syndrom“ zeigte. 34 der 35 Patienten wurden präoperativ computertomografischer

Schnittbildidagnostik zugeführt. Alle Patienten wurden uniportal debridiert und dekortiziert, wobei weder eine Konversion noch ein weiterer Zugang nötig war. Die mittlere Operationszeit betrug 128.29 Minuten.

Postoperativ wurde bei 11 Patienten eine Thoraxdrainage und bei 24 Patienten zwei Thoraxdrainagen angelegt. Bei zwei Patienten wurde postoperativ eine Atelektase und bei sechs Patienten eine Anämie festgestellt. Bei keinem Patienten bestand ein Luftleck länger als fünf Tage. Die 30-Tage-Mortalität war null. Die Thoraxdrainage konnte im Durchschnitt nach  $8.91 \pm 7.01$  Tagen entfernt werden und die Patienten nach  $15.06 \pm 8.98$  Tagen entlassen werden.

Postoperativ kam es zu einer signifikanten Verbesserung der Leukozytenzahlen ( $14300 \pm 7445$  vs.  $7464 \pm 2570$ ,  $p < 0.005$ ), des C-reaktiven Proteins ( $173.32 \pm 99.62$  vs.

<b>Klinische Angabe</b>	<b>Anzahl (n=)</b>	<b>Anteil (%)</b>
<i>Raucher</i>	6	17.1
<i>COPD</i>	5	14.3
<i>Herzerkrankung</i>	9	25.7
<i>Hypertonie</i>	18	51.4
<i>Diabetes</i>	4	11.4
<i>Leitsymptom</i>		
<i>Fieber</i>	22	62.9
<i>Husten/Dyspnoe</i>	10	28.6
<i>Brustschmerz</i>	3	8.6
<i>ASA</i>		
<i>II</i>	13	37.1
<i>III</i>	21	60
<i>IV</i>	1	2.9
<i>Pneumonie</i>	30	85.7
<i>Empyem-Stadium</i>		
<i>I</i>	4	11.4
<i>II</i>	11	31.4
<i>III</i>	20	57.1

Tabelle 4 Klinische präoperative Angaben der Empyem-Patienten, modifiziert nach (37)

$84.61 \pm 67.85$ ,  $p < 0.005$ ), des Procalcitonins ( $1.22 \pm 2.19$  vs.  $0.35 \pm 0.60$ ,  $p = 0.04$ ) und der Reexpansion der Lunge (22.8% vs. 94.3%,  $p < 0.005$ ). Bei zwei Patienten blieb postoperativ ein therapierefraktäres „Trapped-Lung-Syndrom“ bestehen.

Es konnte keine Korrelation zwischen dem Empyemstadium und der Anzahl der Tage bis zum Zug der Thoraxdrainage, der Inzidenz eines „Trapped-Lung-Syndroms“ oder anderen Komplikationen gefunden werden. Der einzige signifikante Risikofaktor für ein „Trapped-Lung-Syndrom“ war eine präoperative Tracheotomie ( $p = 0.015$ ). Die Anzahl der Thoraxdrainagen zeigte keine Korrelation zur nötigen Dauer der Drainage.

Das Schmerzlevel (erfasst als visual analogue scale (VAS)-Wert von 1-10) war durchgängig sehr niedrig (präoperativ:  $1.82 \pm 1.53$ , nach Drainagezug:  $0.33 \pm 0.92$ ). Schmerzmittel wurden für  $4.34 \pm 4.39$  Tage eingenommen. Es kam zu keinen Wundinfektionen. Zwei Patienten berichteten von mittelstarken Parästhesien im Bereich der Wunde für 7 Tage postoperativ. Das kosmetische Resultat wurde im Schnitt mit  $2.44 \pm 0.51$  Punkten bewertet.

## 6. Diskussion

### 6.1. Notfalleingriffe

Notfall-Thorakotomien haben eine hohe Mortalität. Es werden Überlebensraten von 1.1% - 38% in der Literatur beschrieben (38). Eine prospektiv randomisierte Studie über den Vergleich der Thorakotomie mit VATS bzw. uVATS bei hämodynamisch instabilen Patienten ist aus ethischen Gesichtspunkten bei fraglichem Sicherheitsaspekt schwer durchführbar. Berichte über die Anwendung von VATS bei thoraxchirurgischen Notfällen sind in der Literatur sehr selten.

Darüber hinaus fällt der Vergleich zwischen verschiedenen Studien sehr schwer, da das postoperative Outcome stark von der Schwere des Traumas des Patienten und der Definition eines Notfalls abhängt (39). Auch wir konnten zeigen, dass der initiale Gesundheitszustand mit der Dauer des postoperativen Intensivstations- und Krankenhausaufenthaltes korreliert.

Erste Daten über VATS zu therapeutischen Zwecken bei thoraxchirurgischen Notfällen stammen aus einem Fallbericht über 2 Patienten aus dem Jahr 1997 (40). 2001 wurde ein Bericht über drei Notfall-Hämatopneumothoraxe veröffentlicht, die mit einer Mini-Thorakotomie und der zusätzlichen Nutzung zweier Trokare behandelt wurden. Dabei wurde die Minithorakotomie zur Koagelbergung genutzt (41). Bei 12 spontanen Hämatopneumothoraxen konnte gezeigt werden, dass die OP-Zeit durch die Kombination aus Minithorakotomie und VATS gegenüber einer VATS allein verkürzt werden konnte (42). Die uVATS vereint die Vorteile der Minithorakotomie zur Koagelbergung mit den Vorteilen der VATS im Hinblick auf eine bessere Sicht bei gleichzeitigem Verzicht auf weitere Trokare und damit Inzisionen. Die erste größere Studie mit 24 Patienten mit spontanen Hämatopneumothoraxen, zeigte mit Operationszeiten von 42 min, 3.5 Thoraxdrainagetagen und nur 4.5 Tagen postoperativem Krankenhausaufenthalt (43) zwar geringere Werte als unsere Studie, ist aber aufgrund des sehr jungen Alters der dort beschriebenen Patientenkohorte und auf Basis des primären spontanen Hämatothoraxes nicht mit unserer Kohorte von schwer und schwerstkranken mit relevanten Begleitverletzungen und -krankheiten vergleichbar. Maitani et al. berichteten über 31 Stichverletzungen zwischen 1994 und 2005, die per VATS mit zwei Trokaren behandelt worden sind (44). Dabei kam es zu zwei Konversionen bei einem durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 11.5 (2-26) Tagen, der vergleichbar mit unserer Gruppe ist. Zum Vergleich zwischen Thorakotomien und VATS in der Behandlung von Thoraxtraumata gibt es sehr wenige Studien. 2004 konnte gezeigt werden, dass die VATS der Thorakotomie in Bezug auf eine kürzere Verweildauer der Thoraxdrainage (4.57 vs. 6.88 Tage,  $p < 0.05$ ) und einer kürzeren postoperative Behandlung (8.21 vs. 14.89 Tage  $p < 0.05$ ) überlegen ist (45). Daher empfehlen die Autoren der Studie die Durchführung einer VATS bei allen hämodynamisch und respiratorisch stabilen Thoraxtraumapatienten. Eine Untersuchung von 78 Patienten >65 Jahren nach stumpfem Thoraxtrauma aus dem Jahr 2016 zeigte, dass nach VATS niedrigere Infektionsraten (28.6% vs. 56.3%,  $p = 0.061$ ), kürzere Intensivstationsaufenthalte (3.13 vs. 8.27,  $p = 0.029$ ) und kürzere Krankenhausaufenthalte (15.93 vs. 23.17,  $p = 0.01$ ) zu verzeichnen waren (46).

Wir publizierten die ersten Daten zum Einsatz der uVATS bei Notfällen, weshalb ein Vergleich mit anderen Daten nicht vollumfänglich möglich ist. Es ist jedoch festzuhalten, dass die uVATS sich in unserer Studie bei ausreichender Erfahrung mit der Technik als sichere Alternative für hämodynamisch stabile Patienten mit aktiv blutenden Hämatothoraxen zeigte.

Jedoch ist eine weitere Erforschung vor allem im Sinne einer prospektiv randomisierten Studie, die die Thorakotomie mit der herkömmlichen VATS und der uVATS bei hämodynamisch stabilen Notfall-Patienten vergleicht, erforderlich um weitere Aussagen über die Vergleichbarkeit im Hinblick auf die Sicherheit und das Outcome der Methoden zu ermöglichen.

## **6.2. Pneumothorax**

In der aktuellen AWMF S3-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie des Pneumothorax wird empfohlen die „Indikation zur Operation anhand von Rezidivrisiko, Lebensumständen, Patientenpräferenzen und Prozedurrisiko zu stellen“. Die Indikation zur operativen Versorgung sollte zusätzlich bei einem persistierenden Luftleck, einer unvollständigen Reexpansion unter Sogtherapie, sowie einem Rezidivpneumothorax gestellt werden (21). Im Grundsatz entspricht dies auch den Guidelines der British Society of Thoracic Surgeons (BTS) (47). Die Behandlung des Spontanpneumothorax hat sich in den vergangenen Jahrzehnten weg von der Thorakotomie (48) hin zur minimalinvasiven single incision thoracoscopic surgery (SITS) entwickelt (49). Jedoch gibt es bisher auch hier wenige Daten zum Vergleich eines multiportalen gegenüber eines uniportalen Zugangs. Salati et al. konnten bereits 2008 in einem Vergleich von 23 mVATS und 28 uVATS Patienten, die bullektomiert und pleural abrasiert wurden, zeigen, dass Patienten, die per uVATS operiert wurden, früher entlassen werden konnten und weniger postoperative Kosten verursachten. Außerdem litt diese Patientengruppe unter weniger Parästhesien im Vergleich zu triportalen operierten Patienten. Hinsichtlich der Entwicklung chronischer Schmerzen und der intraoperativen Kosten fanden sie keinen Unterschied (25). 2018 wurde eine prospektiv randomisierte Studie veröffentlicht, die den uniportalen, biportalen und triportalen Zugang in der operativen Therapie des Spontanpneumothorax untersuchte. Zwischen den Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Anzahl der Tage bis zum Zug der Thoraxdrainage, der Operationszeit oder der Länge des Krankenhausaufenthaltes gefunden werden. Jedoch konnte gezeigt werden, dass uniportal operierte Patienten in den ersten 72h signifikant weniger Schmerzen hatten und eine höhere Zufriedenheit aufwiesen (50). In der hier durchgeführten Studie zeigte sich darüber hinaus eine Reduktion in Drainagetagen, Krankenhausaufenthaltstagen, Parästhesien und Neuralgien. Nichtsdestotrotz fehlen auch im Themengebiet der Behandlung von Pneumothoraxen groß angelegte multizentrische prospektiv randomisierte Studien, die für eine so häufig auftretende Pathologie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Zugangsarten aufzeigen.



### **6.3. Pleuraempyem**

Bereits 1996 wurde ein Vergleich zwischen 33 thorakotomierten und 31 per VATS behandelten Patienten mit einem Empyem publiziert. Dabei konnte gezeigt werden, dass der minimalinvasive Zugang in einer kürzeren Krankenhausverweildauer (6.8 vs. 11.2 Tage) und in einer kürzeren Drainagedauer (4.3 vs 6.1 Tage) bei gleicher Effektivität resultierte (51), sodass die aktuelle Leitlinie die Durchführung einer VATS zur Therapie auch des komplizierten Pleuraempyems empfiehlt (32).

In einem Review von 2010 konnte gezeigt werden, dass der minimalinvasive Zugang per VATS bei Empyemen besser als eine Thorakotomie in Bezug auf postoperative Schmerzen, Komplikationen, Morbidität, Mortalität und Länge des Krankenhausaufenthalts ist (52). Eine im Jahr 2017 veröffentlichte Metaanalyse bestätigte, dass die VATS im Hinblick auf die Operationszeit, den postoperativen Krankenhausaufenthalt, die Dauer bis zum Drainagezug, Morbidität und Mortalität der offenen Dekortikation überlegen ist (33). Bisher gibt es jedoch lediglich eine Publikation, die uVATS mit offenen Dekortikationen in der Behandlung von verschiedenen Empyem-Stadien vergleicht. Auch hier konnte gezeigt werden, dass uVATS in weniger Drainagetagen, Krankenhaustagen und Komplikationen bei gleicher Effektivität resultierte (34). Auch wir konnten zeigen, dass die uVATS eine sichere Methode in der Behandlung von Pleuraempyemen ist, die zusätzlich noch ein gutes bis exzellentes kosmetisches Resultat ermöglicht.

### **6.4. Limitationen**

Auch wenn die hier zugrundeliegende Datenbank die größte Datenbank für uniportale video-assistierte Eingriffe in Deutschland ist, fehlt eine entsprechende Vergleichsgruppe, die erst den Vergleich zwischen der hier untersuchten Operationsmethode und dem bisherigen Standard in Form der multiportalen Technik ermöglichen würde. Diese Limitation wurde versucht in der Propensity-Matched-Analyse in Zusammenarbeit mit der römischen A. Gemelli Klinik zu reduzieren, indem diese Daten zu multiportal operierten Patienten beisteuerte. Da somit die Vergleichsgruppe (mVATS) ausschließlich aus einer Klinik kam, schränkt dies die Vergleichbarkeit bezüglich der Qualität der chirurgischen Versorgung etwas ein.

Im Hinblick auf die Behandlung von Hämatothoraxen in der Notfallversorgung per uniportaler VATS ist aus dieser Arbeit das weltweit erste Paper zu dieser Fragestellung entstanden. Da es sich hierbei vor allem um die Überprüfung einer möglichen neuen Indikationsstellung handelt, umfasst es jedoch nur eine kleine Fallzahl. Hier konnte zwar als erster Einblick gezeigt werden, dass die Verwendung der uVATS in diesem Zusammenhang eine gut durchführbare und sichere Technik ist, um einen Vergleich zum bisherigen Standard der multiportalen VATS zu ermöglichen, sind Folgestudie im Sinne größerer prospektiv-randomisierter Analysen notwendig.

Für die Behandlung von Pleuraempyemen konnte die Überlegenheit der mVATS gegenüber Thorakotomien bereits in mehreren Studien gezeigt werden. In der hier vorgelegten Arbeit konnte die Sicherheit und Effektivität der uVATS in der operativen Sanierung von Pleuraempyemen gezeigt werden. Auch hier ist durch das Fehlen einer

Vergleichsgruppe keine Aussage über den Vergleich des Outcomes und der Sicherheit mit der bisherigen Standardmethode möglich.

## **6.5. Abschließende Diskussion und Ausblick**

Die zugrundeliegende Arbeit präsentiert Ergebnisse zu einer vergleichsweise neuen Operationsmethode in der Thoraxchirurgie, der uniportalen video-assistierten Thorakoskopie, die eine Weiterentwicklung der viel erprobten und in ihrer Effektivität und Sicherheit vielfach bestätigten multiportalen VATS ist. Nachdem die uniportale VATS vorerst für kleinere Eingriffe eingesetzt wurde (3), konnte das Indikationsspektrum je nach Erfahrung des Operateurs zunehmend erweitert werden (53). So konnten erste Daten über den Einsatz der uniportalen VATS für anspruchsvollere Indikationen erhoben werden.

Wie bei allen neuen Methoden muss jedoch auch hier hinterfragt werden, welche Vorbeziehungsweise Nachteile es gegenüber den bewährten Methoden gibt. Neben möglichen ökonomischen und ergonomischen Vorteilen steht natürlich primär der Nutzen für den Patienten im Fokus. Der in den meisten vorgestellten Studien gezeigte geringere Schmerz rückt hierbei in den Vordergrund. Vermutlich ist dies durch Tatsache erklärbar, dass nur ein Interkostalnerv strapaziert wird. Darüber hinaus ist der verwendete „wound protector“ weicher und gewebeschonender, als die herkömmlichen Trokare. Weiterhin birgt die uVATS den großen Vorteil der besseren Übersicht (9), die dann in einer schnelleren Identifikation der Pathologie und der Behandlung dieser resultiert. Zur Frage der technischen Machbarkeit und Sicherheit einer möglicherweise notwendigen Konversion, begründet zum Beispiel durch eine unbeherrschbare Blutung, lässt sich sagen, dass der genutzte Schnitt einfach zu einer anterolateralen Thorakotomie erweitert werden kann.

Da in dieser Arbeit, bei der relativ neuen uVATS-Indikation für Pleuraempyeme und Notfalleingriffe zwar eine der ersten Outcome-Analysen veröffentlicht werden konnte, es jedoch aufgrund des Studiendesigns keine Vergleichsgruppe gab, war kein Vergleich der uVATS mit der der mVATS möglich. Wir konnten jedoch zum einen zeigen, dass die uVATS eine sichere Alternative zur mVATS darstellt und im Sinne einer Einordnung in die Literatur darlegen, dass die uVATS der herkömmlichen mVATS nicht unterlegen ist und daher mindestens eine gleichwertige Alternative zur mVATS darstellt (54, 55). Daher sollte diese Arbeit als Grundlage für Folgestudien dienen, die anhand größerer Kohorten prospektiv und kontrolliert randomisiert die uVATS der mVATS gegenüberstellen. Nichtsdestotrotz liegt bei vergleichbarer Sicherheit und Effizienz mehrerer Operationsmethoden die Entscheidung über die verwendete Methode beim Operateur.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Chandler FG, Morlock HV. Thoracoscopy in Diagnosis. *Br Med J.* 1938;2(4062):982-1004.
2. Giudicelli R, Thomas P, Lonjon T, Ragni J, Bulgare JC, Ottomani R, Fuentes P. Major pulmonary resection by video assisted mini-thoracotomy. Initial experience in 35 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1994;8(5):254-8.
3. Rocco G, Martin-Ucar A, Passera E. Uniportal VATS wedge pulmonary resections. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(2):726-8.
4. Gonzalez D, de la Torre M, Paradela M, Fernandez R, Delgado M, Garcia J, Fieira E, Mendez L. Video-assisted thoracic surgery lobectomy: 3-year initial experience with 200 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;40(1):e21-8.
5. Guerra M, Fernandes P, Martins D, Miranda J. Uniportal thoracoscopic lobectomy. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc.* 2014;21(2):99-105.
6. Caronia FP, Fatica F, Librizzi D, Fiorelli A. Uniportal Thoracoscopic Thoracic Duct Clipping in Poirier's Triangle for Postoperative Chylothorax. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(6):e415-e6.
7. Ocakcioglu I. Uniportal thoracoscopic treatment in bronchiectasis patients: preliminary experience. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2019;14(2):304-10.
8. Koryllos A, Stoelben E. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) sleeve resections for non-small cell lung cancer patients: an observational prospective study and technique analysis. *J Vis Surg.* 2018;4:16.
9. Bertolaccini L, Rocco G, Viti A, Terzi A. Geometrical characteristics of uniportal VATS. *J Thorac Dis.* 2013;5 Suppl 3:S214-6.
10. Bertolaccini L, Viti A, Terzi A. Ergon-trial: ergonomic evaluation of single-port access versus three-port access video-assisted thoracic surgery. *Surg Endosc.* 2015;29(10):2934-40.
11. Akter F, Routledge T, Toufektzian L, Attia R. In minor and major thoracic procedures is uniport superior to multiport video-assisted thoracoscopic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015;20(4):550-5.
12. Young R, McElnay P, Leslie R, West D. Is uniport thoracoscopic surgery less painful than multiple port approaches? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015;20(3):409-14.
13. Ismail M, Helmig M, Swierzy M, Neudecker J, Badakhshi H, Gonzalez-Rivas D, Ruckert JC. Uniportal VATS: the first German experience. *J Thorac Dis.* 2014;6(Suppl 6):S650-5.
14. Jackson AM, Ferreira AA. Thoracoscopy as an aid to the diagnosis of diaphragmatic injury in penetrating wounds of the left lower chest: a preliminary report. *Injury.* 1976;7(3):213-7.
15. Jones JW, Kitahama A, Webb WR, McSwain N. Emergency thoracoscopy: a logical approach to chest trauma management. *J Trauma.* 1981;21(4):280-4.

16. Ben-Nun A, Orlovsky M, Best LA. Video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of chest trauma: long-term benefit. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(2):383-7.
17. AMWF. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie; 2017 [Available from: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/012-019l\\_S3\\_Polytrauma\\_Schwerverletzten-Behandlung\\_2017-03.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-03.pdf)].
18. Hamid Reza Mahoozi JVaEH. Modern Management of Traumatic Hemothorax. *Journal of Trauma & Treatment.* 2016;5(5).
19. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ, Nathens AB, Shatz DV, Brundage S, Wall MJ, Jr., Engelhardt S, Hoyt DB, Holcroft J, Knudson MM. Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma: a multicenter study. *Arch Surg.* 2001;136(5):513-8.
20. Swierzy M, Helmig M, Ismail M, Ruckert J, Walles T, Neudecker J. [Pneumothorax]. *Zentralbl Chir.* 2014;139 Suppl 1:S69-86; quiz S7.
21. (DGT) DGfrT. S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax. AWMF online; 2018.
22. Vohra HA, Adamson L, Weeden DF. Does video-assisted thoracoscopic pleurectomy result in better outcomes than open pleurectomy for primary spontaneous pneumothorax? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(4):673-7.
23. Joshi V, Kirmani B, Zacharias J. Thoracotomy versus VATS: is there an optimal approach to treating pneumothorax? *Ann R Coll Surg Engl.* 2013;95(1):61-4.
24. Balduyck B, Hendriks J, Lauwers P, Van Schil P. Quality of life evolution after surgery for primary or secondary spontaneous pneumothorax: a prospective study comparing different surgical techniques. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(1):45-9.
25. Salati M, Brunelli A, Xiume F, Refai M, Sciarra V, Soccetti A, Sabbatini A. Uniportal video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax: clinical and economic analysis in comparison to the traditional approach. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(1):63-6.
26. Chen PR, Chen CK, Lin YS, Huang HC, Tsai JS, Chen CY, Fang HY. Single-incision thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *J Cardiothorac Surg.* 2011;6:58.
27. Nachira D, Ismail M, Meacci E, Zanfrini E, Iaffaldano A, Swierzy M, Englisch J, Faber S, Ossami Saidy RR, Vita ML, Porziella V, Rueckert JC, Margaritora S. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax-a propensity matched bicentric study. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 31):S3712-S9.
28. Tasci SE, Santiago; Lüderitz, Berndt. Diagnose und Therapie von parapneumonischen Pleuraergüssen und Empyemen. *Deutsches Arzteblatt.* 2004;101(10):A638 - A48.
29. Davies HE, Davies RJ, Davies CW, Group BTSPDG. Management of pleural infection in adults: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax.* 2010;65 Suppl 2:ii41-53.
30. Muers MF. Streptokinase for empyema. *Lancet.* 1997;349(9064):1491-2.

31. Finley C, Clifton J, Fitzgerald JM, Yee J. Empyema: an increasing concern in Canada. *Can Respir J*. 2008;15(2):85-9.
32. S. Ewig<sup>1</sup> GHf, W.V. Kern<sup>3</sup>, G. Rohde<sup>4</sup>, H. Flick<sup>5</sup>, R. Krause<sup>6</sup>, S. Ott<sup>7</sup>, T. Bauer<sup>8</sup> KD, S. Gatermann<sup>10</sup>, M. Kolditz<sup>11</sup>, S. Krüger<sup>12</sup>, J. Lorenz<sup>13</sup>, M. Pletz<sup>14</sup>, A. de Roux<sup>15</sup>, B. Schaaf<sup>16</sup>, T. Schaberg<sup>17</sup>, H. Schütte<sup>18</sup>, T. Welte<sup>19</sup>. S3-Leitlinie Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie und Prävention. Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin, der Paul- Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie, der Deutschen Gesellschaft für Infektiologie, des Kompetenznetzwerks CAPNETZ, der Österreichischen Gesellschaft für Pneumologie, der Österreichischen Gesellschaft für Infektionskrankheiten und Tropenmedizin und der Schweizerischen Gesellschaft für Pneumologie; 2016.
33. Pan H, He J, Shen J, Jiang L, Liang W, He J. A meta-analysis of video-assisted thoracoscopic decortication versus open thoracotomy decortication for patients with empyema. *J Thorac Dis*. 2017;9(7):2006-14.
34. Bongiolatti S, Voltolini L, Borgianni S, Borrelli R, Tancredi G, Viggiano D, Gonfiotti A. Uniportal thoracoscopic decortication for pleural empyema and the role of ultrasonographic preoperative staging. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017;24(4):560-6.
35. Swierzy M, Faber S, Nachira D, Gunsberg A, Ruckert JC, Ismail M. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 31):S3720-S5.
36. Meyer Saklad MD. GRADING OF PATIENTS FOR SURGICAL PROCEDURES. *Anesthesiology*. 1941;2:281-4.
37. Ismail M, Nachira D, Meacci E, Ferretti GM, Swierzy M, Englisch JP, Ossami Saidy RR, Faber S, Congedo MT, Chiappetta M, Petracca Ciavarella L, Margaritora S, Rueckert JC. Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 31):S3696-S703.
38. Hunt PA, Greaves I, Owens WA. Emergency thoracotomy in thoracic trauma-a review. *Injury*. 2006;37(1):1-19.
39. Yoong IRW, Heng G, Mathur S, Lim WW, Goo TT. Outcomes of emergency thoracotomy for trauma in a general hospital in Singapore. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2018;26(4):285-9.
40. Yamada K, Uchida Y, Inoue S, Murase M. [Emergency surgery making use of video-assisted thoracoscopy--2 case reports]. *Nihon Kyobu Geka Gakkai Zasshi*. 1997;45(4):632-4.
41. Hamaguchi N, Tamaki M, Ichikawa Y, Toba H, Oonishi K, Fujishima N, Kaihotsu N. [Three cases of emergency video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous hemopneumothorax]. *Kyobu Geka*. 2001;54(12):995-8.
42. Hsiao CW, Lee SC, Tzao C, Chen JC, Cheng YL. Minithoracotomy with simultaneous video-assisted thoracoscopic surgery vs. video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous hemopneumothorax. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;51(5):288-90.
43. Wu YC, Lu MS, Yeh CH, Liu YH, Hsieh MJ, Lu HI, Liu HP. Justifying video-assisted thoracic surgery for spontaneous hemopneumothorax. *Chest*. 2002;122(5):1844-7.

44. Maitani F, Nakagawa T, Masuda R, Inoue Y, Nishiumi N, Iwazaki M, Inokuchi S, Inoue H. Video-assisted thoracoscopic surgery in treatment of stabbing chest injuries. *Tokai J Exp Clin Med.* 2006;31(4):157-9.
45. Samiatina D, Rubikas R. [Video-assisted thoracoscopic surgery as an alternative to urgent thoracotomy following open chest trauma in selected cases]. *Medicina (Kaunas).* 2004;40 Suppl 1:134-8.
46. Huang WY, Lu IY, Yang C, Chou YP, Lin HL. Efficiency Analysis of Direct Video-Assisted Thoracoscopic Surgery in Elderly Patients with Blunt Traumatic Hemothorax without an Initial Thoracostomy. *Biomed Res Int.* 2016;2016:3741426.
47. MacDuff A, Arnold A, Harvey J, Group BTSPDG. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax.* 2010;65 Suppl 2:ii18-31.
48. Tyson MD CW. The surgical treatment of recurrent idiopathic pneumothorax. *J Thorac Surg.* 1941;10:566-70.
49. Yamamoto H, Okada M, Takada M, Mastuoka H, Sakata K, Kawamura M. Video-assisted thoracic surgery through a single skin incision. *Arch Surg.* 1998;133(2):145-7.
50. Kutluk AC, Kocaturk CI, Akin H, Erdogan S, Bilen S, Karapinar K, Sezen CB, Saydam O. Which is the Best Minimal Invasive Approach for the Treatment of Spontaneous Pneumothorax? Uniport, Two, or Three Ports: A Prospective Randomized Trial. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;66(7):589-94.
51. Angelillo Mackinlay TA, Lyons GA, Chimondeguy DJ, Piedras MA, Angaramo G, Emery J. VATS debridement versus thoracotomy in the treatment of loculated postpneumonia empyema. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(6):1626-30.
52. Chambers A, Routledge T, Dunning J, Scarci M. Is video-assisted thoracoscopic surgical decortication superior to open surgery in the management of adults with primary empyema? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;11(2):171-7.
53. Gonzalez-Rivas D, Fernandez R, Fieira E, Rellan L. Uniportal video-assisted thoracoscopic bronchial sleeve lobectomy: first report. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(6):1676-7.
54. Bertolaccini L, Batirel H, Brunelli A, Gonzalez-Rivas D, Ismail M, Ucar AM, Ng CSH, Scarci M, Sihoe ADL, Ugalde PA, Abu Akar F, Bedetti B, Nadal SB, Brandolini J, Crucitti P, Enyedi A, Fernando HC, Furak J, Gallego-Poveda J, Galvez-Munos C, Hanke I, Janik M, Juhos P, Libretti L, Lucciarini P, Macri P, Margaritora S, Mahoozi HR, Nachira D, Pardolesi A, Pischik V, Sagan D, Schreurs H, Sekhniaidze D, Tosi D, Turna A, Vannucci F, Zielinski M, Rocco G. Uniportal video-assisted thoracic surgery lobectomy: a consensus report from the Uniportal VATS Interest Group (UVIG) of the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;56(2):224-9.
55. Fernandez-Pineda I, Seims AD, VanHouwelingen L, Abdelhafeez H, Wu H, Wu J, Murphy AJ, Davidoff AM. Modified Uniportal Video-Assisted Thoracic Surgery Versus Three-Port Approach for Lung Nodule Biopsy in Pediatric Cancer Patients. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2019;29(3):409-14.

## 8. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Svea Olivia Faber versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Uniportal VATS in der akuten Thoraxchirurgie – Outcome der uniportalen VATS bei Notfällen, Pleuraempyemen und Pneumothorax“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## 9. Anteilserklärung

### Anteilserklärung an den erfolgten Publikationen

Svea Olivia Faber hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

**Publikation 1: Swierzy M<sup>#</sup>, Faber S<sup>#</sup>,** Nachira D, Günsberg A, Rückert JC, Ismail M. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies. J Thorac Dis. 2018 Nov;10(Suppl 31):S3720-S3725. doi: 10.21037/jtd.2018.08.126. PubMed PMID: 30505557; PubMed Central PMCID: PMC6258644.

**#These authors contributed equally to this work**

Beitrag im Einzelnen:

Ich habe die Datenbank angelegt und alle Daten mithilfe des SAPs erhoben. Auf die Idee von Herrn Swierzy hin habe ich die Datenanalyse durchgeführt. Somit stammt der gesamte Methodenteil von mir. Aus meiner statistischen Auswertung entstanden alle Tabellen (Tabellen 1-3). Der Ergebnisteil entstammt auch komplett meiner Arbeit und wurde im Anschluss von Herrn Swierzy überprüft und geringfügig bearbeitet. Den Diskussionsteils habe ich im Anschluss an den Ergebnisteil grob skizziert begonnen und nachdem Herr Swierzy ihn komplettiert hat, nochmals gegengelesen.

**Publikation 2:** Nachira D, Ismail M, Meacci E, Zanfrini E, Iaffaldano A, Swierzy M, Englisch J, Faber S, Ossami Saidy RR, Vita ML, Porziella V, Rueckert JC, Margaritora S. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax-a propensity matched bicentric study. J Thorac Dis. 2018 Nov;10(Suppl 31):S3712-S3719. doi: 10.21037/jtd.2018.04.124. PubMed PMID: 30505556; PubMed Central PMCID: PMC6258640.

Beitrag im Einzelnen:

Ich habe die Datenbank der Charité-Patienten angelegt und die grundlegenden Daten mithilfe des SAPs erhoben, Anschließend habe ich für Rückfragen zu den Daten bei der Analyse zur Verfügung gestanden und beim Schreiben des Manuskripts mitgeholfen und am Ende nochmals gegengelesen.

**Publikation 3:** Ismail M, Nachira D, Meacci E, Ferretti GM, Swierzy M, Englisch JP, Ossami Saidy RR, Faber S, Congedo MT, Chiappetta M, Petracca Ciavarella L, Margaritora S, Rueckert JC. Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema. J Thorac Dis. 2018 Nov;10(Suppl 31):S3696-S3703. doi: 10.21037/jtd.2018.05.10. PubMed PMID: 30505554; PubMed Central PMCID: PMC6258650.

Beitrag im Einzelnen: Ich habe die Datenbank der Charité-Patienten angelegt und die grundlegenden Daten mithilfe des SAPs erhoben, Anschließend habe ich für Rückfragen zu den Daten bei der Analyse zur Verfügung gestanden und beim Schreiben des Manuskripts mitgeholfen und am Ende nochmals gegengelesen.

---

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers/der betreuenden Hochschullehrerin

---

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin



## 10. Druckexemplare der ausgewählten Publikationen

### 10.1. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies

Original Article



## Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies

Marc Swierzy<sup>1#</sup>, Svea Faber<sup>1#</sup>, Dania Nachira<sup>2</sup>, Alida Günsberg<sup>3</sup>, Jens C. Rückert<sup>1</sup>, Mahmoud Ismail<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Department of General, Visceral, Vascular and Thoracic Surgery, Campus Charité Mitte, Berlin, Germany;

<sup>2</sup>Department of General Thoracic Surgery, Università Cattolica del Sacro Cuore, Fondazione Policlinico Universitario "A.Gemelli" IRCCS, Rome, Italy; <sup>3</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Department of Anesthesiology and Operative Intensive Care Medicine, Campus Charité Mitte, Berlin, Germany

**Contributions:** (I) Conception and design: M Swierzy, M Ismail, S Faber; (II) Administrative support: JC Rückert; (III) Provision of study materials or patients: M Ismail, M Swierzy; (IV) Collection and assembly of data: M Swierzy, S Faber, D Nachira; (V) Data analysis and interpretation: M Swierzy, S Faber; (VI) Manuscript writing: All authors; (VII) Final approval of manuscript: All authors.

<sup>#</sup>These authors contributed equally to this work.

**Correspondence to:** Marc Swierzy, MD. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Department of General, Visceral, Vascular and Thoracic Surgery, Campus Charité Mitte, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Germany. Email: marc.swierzy@klinikumebv.de.

**Background:** While video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) is well accepted in the management of thoracic emergencies, uniportal VATS has not yet been studied for this indication. This paper reports the results of the treatment of chest trauma patients by uniportal VATS in a single center with extensive experience in uniportal VATS.

**Methods:** In this prospective study all patients who underwent uniportal VATS for thoracic surgical emergency cases, between 06/2012 and 09/2017, were included and the data were reviewed retrospectively.

**Results:** Six hundred forty-two uniportal VATS procedures were performed. Among those, 12 emergency cases could be identified. The indication was a hemothorax with active bleeding in all cases and the uniportal VATS approach was carried out after carefully evaluating all clinical factors and risks related to such a special setting. The location, extent and severity of the injuries were diagnosed and treated intraoperatively. The conversion rate was zero. The mean surgical time was 106.25 minutes [63–240], the chest tube was removed after 6.75 days in average (range, 1–25). All patients were transferred to the post anesthesia care unit (PACU) or intensive care unit (ICU) for at least one night (range, 1–25). The mean postoperative hospital stay was 10.67 days [4–26].

**Conclusions:** In expert hands, uniportal VATS approach seems to be a safe and feasible procedure for both, the diagnostics and management of emergency cases, such as active thoracic bleeding in cardiopulmonary stable patients.

**Keywords:** Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery (uniportal VATS); trauma; hemothorax; emergency; thoracic surgery

Submitted Feb 16, 2018. Accepted for publication Aug 21, 2018.

doi: 10.21037/jtd.2018.08.126

View this article at: <http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2018.08.126>

#### Introduction

Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) experienced a remarkable development in the last two decades (1). In recent years, VATS has been undergoing several

modifications and implementations, in particular concerning the number and location of ports, to minimize the invasiveness of the procedure. Recently published data has shown that the minimally invasive uniportal VATS is comparable to multiport VATS regarding general

**Table 1** Demographic data

Characteristics	Patients (n=12)
Gender	
Males	8
Females	4
Age	63.17 [28–85]

complications, but seems to reduce hospital stay (2), and have a positive impact on the postoperative pain (3), even though further studies are required for definitive conclusions. Rocco and Gonzalez-Rivas were among the first clinicians who implemented this new technique (4,5). Supporters of the uniportal approach emphasize the benefit of a reduced recovery time due to the less invasive character of the procedure, whereas critics argue the possibly decremented oncological outcome. Nowadays the technique is implemented in the clinical practice worldwide (6). After performing uniportal VATS for wedge resections, lobectomies and pneumonectomies, the scope of application was extended to thoracic emergency cases (7). The first report of VATS in trauma patients was described in 1976 where thoracoscopy was used as a diagnostic means (8). Later, in 1981, Jones *et al.* published a series of 36 trauma patients with hemothoraces who underwent emergency thoracoscopy in local anesthesia. Thoracotomy was avoided in 44% (9). VATS compared to thoracotomy in trauma patients resulted in less postoperative pain and analgesic use, a better cosmetic outcome and a more frequent complete recovery and return to normal lifestyle after surgery (10). However, reports about emergency thoracoscopic procedures are scarce in scientific literature.

In the case of hemothorax, some authors suggest the use of early VATS for the exploration and treatment of the injury (11). Indeed, different cut-offs of chest tube output are mentioned. Mahoozi *et al.* recommend VATS for the treatment of hemothoraces with initial chest tube outputs of more than 300 milliliters (12).

According to other authors, the mortality could be higher in patients with a total chest tube output of 1,500 mL within 24 h compared to that of patients with a chest tube output <500 mL. Therefore, an explorative thoracotomy is recommended when an initial output of blood between 500 and 1,500 or >250–500 mL within the first 1–3 h is observed (13).

Other indications for an immediate emergency

anterolateral thoracotomy or sternotomy are penetrating injuries, hemodynamic shock, signs of pericardial tamponade, severe bleeding, missing peripheral pulses and acute cardiac arrest (14).

The aim of this study was to evaluate the feasibility and safety of uniportal VATS for the management of emergency cases.

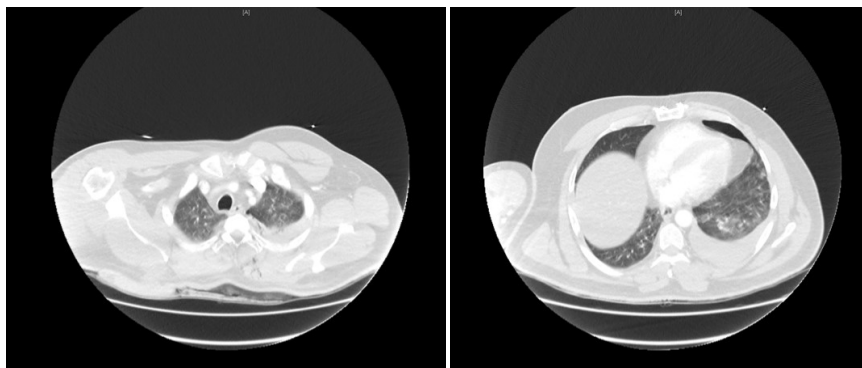
## Methods

The uniportal VATS technique was introduced at our clinic in 2012. Since then, 642 uniportal VATS procedures have been performed. After becoming familiar with the technique and the successful application on minor procedures, the spectrum of indications was gradually extended. All uniportal VATS performed for emergency cases, between June 2012 and September 2017 were retrospectively reviewed.

The inclusion criteria were: uniportal VATS approach for the management of active bleeding after penetrating injuries or a chest-drain output of more than 250–500 mL of blood within the first 1–3 h. All patients were hemodynamically stable. Two patients presented with a hemorrhagic shock, caused by an intrathoracic bleeding after thoracentesis, they were stabilized prior to the operation. A preoperative CT scan was performed in 10 cases. Two cases had a preoperative X-ray. Three patients got a chest tube preoperatively. One in the emergency room (1,800 mL/12 h) and two at the intensive care unit (ICU) (1.5 and 1 L spontaneously).

All patients were intubated with a double-lumen tube, positioned in left lateral or right lateral position and ventilated using a single-lung ventilation during the procedure according to the side of injury. The approach was a single incision (3–4 cm) in the 5th intercostal space or through the chest tube incision. A wound protector was always in place. A 30° scope was applied and purpose-designed instruments with proximal and distal articulations were used. Intraoperatively, the source of bleeding was identified and treated. If necessary, lung injuries were sutured or a wedge resection was performed. At the end of the operation a chest tube (24 Ch.) was placed. Twelve patients were included in this pilot study.

The demographic details are shown in *Table 1*. Preliminary results were evaluated and the outcomes in terms of mortality, conversion rate, operation time and duration of hospital and ICU stay were analyzed. In two cases (iatrogenic hemothoraces) we adjusted the duration



**Figure 1** CT scan: male, 44 years, admission by emergency room after a stabbing, 2 thoracic stabbing injuries (right and left scapula), skin emphysema left close to 1. dorsal left ICS, left ventral pneumothorax (1.5 cm), left hemothorax (3 cm), suspicion of an active bleeding, open fractured the scapula and olecranon, Incision injuries dorsal wrist with severing of the extensor tendons, cardiopulmonary stable, GCS 15. ICS, intercostal space; CT, computed tomography; GCS, Glasgow Coma scale.

of “postoperative ICU and hospital stay” for the number of hospital days caused by the postoperative treatment itself. The total duration of hospitalization was prolonged due to multiple comorbidities. These two cases were long-term hospitalized preoperatively and presented with an iatrogenic hemothorax after thoracentesis. After the uniportal VATS was performed, they were admitted in thoracic surgery department until the end of postoperative treatments was finished. Since these two patients still needed to be hospitalized due to other comorbidities, the postoperative ICU and hospital stay were adjusted to the number of days until the thoracic surgical treatment was completed. The prolonged hospitalization was not caused by the surgical treatment.

The parameter “ASA-Physical Status” [American Society of Anesthesiologists (ASA)] was approximately normally distributed, as assessed by the Kolmogorow-Smirnow-test,  $P > 0.05$  and by the Shapiro-Wilk-test,  $P > 0.05$ . Afterwards, we have analyzed possible correlations between the ASA and the post-operative hospital stay, as well as between the ASA and the mean postoperative ICU stay, as well as between the ASA and the days until the chest tube was removed, as well as between the ASA and the operation time, using the Pearson correlation. A  $P$  value  $< 0.05$  was considered significant.

## Results

Eight (66.7%) patients were male and four (33.3%) female

(Table 1). The mean age was 63.17 [28–85] years (Table 1). The indications were active bleeding hemothoraces of iatrogenic origin ( $n=6$ ), by a stabbing injury ( $n=1$ ) (Figure 1, Table 2), by dull trauma ( $n=3$ ), by an aspergilloma ( $n=1$ ) and under extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy ( $n=1$ ).

The mean operative time was 106.25 minutes [63–240] and the chest tube was removed between the first and 25th post-operative day (average =6.75 days). In two thirds of the cases the chest tube was removed during the first 5 days. The postoperative hospital stays ranged from 4 to 26 days. The mean postoperative hospital stay was 10.67 days.

All patients were transferred to the ICU after surgery, 3 (25%) of them stayed for surveillance for only one night. Fifty-eight percent ( $n=7$ ) of patients stayed at ICU for 4 days or less. The average stay was 6.75 days. A significant correlation was shown between the ASA and the post-operative hospital stay ( $r=0.617$ ,  $P=0.032$ ), as well as between the ASA and the mean postoperative ICU stay ( $r=0.812$ ,  $P=0.006$ ) (Table 3). All other calculated correlations were not significant. There were no conversions. All cases were managed exclusively by uniportal VATS and there was no need of revision surgery. The intraoperative mortality was nil.

One patient acquired a post-operative pneumonia and one patient developed a pneumothorax. Two patients died on the 11th and 12th postoperative day of multi-organ-failure caused by their multiple comorbidities (Table 2). The four patients with a complication were ASA 3 or 4

Table 2 Indications, operation-time, ASA, comorbidities, previous thoracic operations and complications

Sex	Age	Operative time	Indication	ASA	Cardiac	Respiratory	Vascular	Hypertension	Diabetes	Renal	other	Previous thoracic OP	Complication
Male	44	65	Stabbing	2	Valve surgery, CHD	None	CABG	Yes	None	None	Adipositas	None	
Male	74	100	Aspergilloma	2	CABG, CHD	COPD, LAE	LAE	Yes	None	None	None	Yes	
Male	28	100	latrogen	1	None	None	None	None	None	None	THC Abusus	None	
Male	59	96	Trauma	1	None	None	DVT	None	None	None	None	None	
Female	68	107	latrogen	4	HI, AF	ARDS	None	Yes	Yes	CKF	B-CLL, AML, hemorrhagic shock, cerebellar aspergillosis	None	Pneumonia
Male	69	63	latrogen	3	CHD, LV-Hypertrophie, MI, TI, VES	None	CABG, DES	Yes	None	None	None, hemorrhagic shock	None	Pneumothorax
Female	39	240	Ecmo	4	None	ARDS	None	None	None	None	PJP, HIV	Yes	
Male	74	107	latrogen	3	HI (NYHA 4), AF	ARDS, recur. HAP	None	Yes	Yes	ACF, CKF St.5 (diabetical)	None, hemorrhagic shock	None	
Female	72	77	Trauma	3	AF	None	None	None	None	None	Hemorrhagic shock, hypothyroidism	None	
Male	64	146	latrogen	2	None	Restrictive, adenocarcinoma Seg 1, pt2ag2r1	None	None	None	None	None	None	
Male	85	90	Trauma	3	HI, CHD, VVI-ICD, MI, TI, AF	ARDS, Klebsiella pneumonia	CABG, PTCA, DES	Yes	None	CKF St. 3	Colon-Cancer	Yes	Death by pulmonary insufficiency with chronic HI on the 11th post OP day
Female	82	84	latrogen	4	HA, CHD	ARDS, COPD St.2	DES	Yes	None	ACF	Acute liver failure	Yes	Death by multiorgan failure on the 12th post OP day

CHD, chronic heart disease; CABG, coronary artery bypass graft; MI, mitral insufficiency; TI, tricuspid insufficiency; AF, atrial fibrillation; HA, heart attack; HI, heart insufficiency; VES, ventricular extrasystole; LV, left ventricle; ACF, acute kidney failure; CKF, chronic kidney failure; HAP, hospital acquired pneumonia; PJP, pneumocystis jirovecii pneumonia; ARDS, acute respiratory distress syndrome; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; LAE, lung artery embolism; DVT, deep leg venous thrombosis; ASA, American Society of Anesthesiologists; OP, operation.

**Table 3** Correlation between ASA and the mean ICU stay, Pearson correlation =0.744 (P=0.006) and correlation between ASA and the mean postoperative hospital stay, Pearson correlation =0.617 (P=0.032)

ASA	N=12 (%)	mean ICU stay (days)	Mean postoperative hospital stay (days)
1	2 (16.7)	1	6
2	3 (25.0)	3	9
3	4 (33.3)	6	11
4	3 (25.0)	16	16

ASA, American Society of Anesthesiologists; ICU, intensive care unit.

and had multiple comorbidities, but there was no direct correlation between the two factors.

### Conclusions

As stated in the German polytrauma guidelines, the standard approach for an emergency thoracotomy is anterolateral but VATS can be used for diagnostic and therapeutic indications in hemodynamically stable patients (14). VATS via single-incision has seen a huge growth over the last years. This development was initiated by Rocco and Gonzalez-Rivas (1,5). One of the main strengths of the uniportal technique is the better intraoperative view as shown by Bertolaccini *et al.* (15). With only one intercostal space involved and no trocars used or rib spreading, the irritation and injury of intercostal nerves is reduced or even completely avoided (16). Furthermore, the technique presents important advantages also for the surgeons, ensuring a direct view of the target and a more comfortable instrumentation and for the patient the reduction in postoperative pain and a better cosmetic outcome. Therefore, several centers have chosen uniportal VATS as their routine approach.

Due to the high mortality of thoracic trauma, fast and safe diagnostics are important. Uniportal VATS is suitable for diagnosis, inspection and exploration (17). In case of an emergency, the uniportal incision can be enlarged into a lateral thoracotomy very quickly and with less chest wall trauma compared to other, multiportal, incisions.

VATS has a favorable postoperative course, a greater patient satisfaction and a superior long-term outcome compared to open surgery in hemodynamically stable patients with blunt and penetrating chest trauma (10). Due to the small single incision uniportal VATS is also superior

to other thoracic methods in the cosmetic result (18) and in postoperative mobilization (19). All these aspects are, particularly beneficial for elderly and multimorbid patients undergoing an emergency thoracic surgery.

Divisi *et al.* had already shown in 2004 the effectiveness for multiportal VATS approaches in a diagnostic and therapeutic role for cardiopulmonary stable patients with a chest trauma (20).

Potentially, uniportal VATS is suitable for all kinds of thoracic surgery emergency indications, such as bleeding control, stab injury, removal of foreign bodies, pneumothorax (4,17).

Reasons not to perform uniportal VATS include hemodynamically instable patients, insufficient training or less experienced surgeons.

Our paper presented the preliminary results about our series of uniportal thoracic emergency cases. The main limitations of the study are: the retrospective analysis, the small sample of patients and the lack of a control group.

However according to our preliminary results, uniportal VATS seems to be a safe and feasible approach for managing thoracic emergency, in experienced hands, but further research with a larger population size is needed to confirm these findings.

### Acknowledgements

None.

### Footnote

*Conflicts of Interest:* The authors have no conflicts of interest to declare.

*Ethical Statement:* The study was approved by the Institutional Review Board of Charité – Universitätsmedizin Berlin.

### References

1. Rocco G. Fact checking in the history of uniportal video-assisted thoracoscopic surgery. *J Thorac Dis* 2016;8:1849-50.
2. Akter F, Routledge T, Toufektzian L, et al. In minor and major thoracic procedures is uniportal superior to multiportal video-assisted thoracoscopic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;20:550-5.
3. Young R, McElnay P, Leslie R, et al. Is uniportal

- thoracoscopic surgery less painful than multiple port approaches? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;20:409-14.
4. Rocco G, Martucci N, La Manna C, et al. Ten-year experience on 644 patients undergoing single-port (uniportal) video-assisted thoracoscopic surgery. *Ann Thorac Surg* 2013;96:434-8.
  5. Gonzalez D, de la Torre M, Paradelo M, et al. Video-assisted thoracic surgery lobectomy: 3-year initial experience with 200 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40:e21-8.
  6. Guerra M, Fernandes P, Martins D, et al. Uniportal thoracoscopic lobectomy. *Rev Port Cir Cardiorac Vas* 2014;21:99-105.
  7. Ismail M, Helmig M, Swierzy M, et al. Uniportal VATS: the first German experience. *J Thorac Dis* 2014;6:S650-5.
  8. Jackson AM, Ferreira AA. Thoracoscopy as an aid to the diagnosis of diaphragmatic injury in penetrating wounds of the left lower chest: a preliminary report. *Injury* 1976;7:213-7.
  9. Jones JW, Kitahama A, Webb WR, et al. Emergency thoracoscopy: a logical approach to chest trauma management. *J Trauma* 1981;21:280-4.
  10. Ben-Nun A, Orlovsky M, Best LA. Video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of chest trauma: long-term benefit. *Ann Thorac Surg* 2007;83:383-7.
  11. Vassiliu P, Velmahos GC, Toutouzas KG. Timing, safety, and efficacy of thoracoscopic evacuation of undrained post-traumatic hemothorax. *Am Surg* 2001;67:1165-9.
  12. Mahoozi HR, Volmerig J, Hecker E, et al. Modern Management of Traumatic Hemothorax. *J Trauma Treat* 2016;5:326.
  13. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ, Nathens AB, et al. Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma: a multicenter study. *Arch Surg* 2001;136:513-8.
  14. AMWF. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. 2017. Available online: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/012-019l\\_S3\\_Polytrauma\\_Schwerverletzten-Behandlung\\_2017-03.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-03.pdf)
  15. Bertolaccini L, Viti A, Terzi A, et al. Geometric and ergonomic characteristics of the uniportal video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) approach. *Ann Cardiothorac Surg* 2016;5:118-22.
  16. Tamura M, Shimizu Y, Hashizume Y. Pain following thoracoscopic surgery: retrospective analysis between single-incision and three-port video-assisted thoracoscopic surgery. *J Cardiothorac Surg* 2013;8:153.
  17. Rocco G, Khalil M, Jutley R. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery wedge lung biopsy in the diagnosis of interstitial lung diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129:947-8.
  18. Yang HC, Cho S, Jheon S. Single-incision thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax using the SILS port compared with conventional three-port surgery. *Surg Endosc* 2013;27:139-45.
  19. Salati M, Brunelli A, Rocco G. Uniportal video-assisted thoracic surgery for diagnosis and treatment of intrathoracic conditions. *Thorac Surg Clin* 2008;18:305-10, vii.
  20. Divisi D, Battaglia C, De Berardis B, et al. Video-assisted thoracoscopy in thoracic injury: early or delayed indication? *Acta Biomed* 2004;75:158-63.

**Cite this article as:** Swierzy M, Faber S, Nachira D, Günsberg A, Rückert JC, Ismail M. Uniportal VATS for the treatment of thoracic emergencies. *J Thorac Dis* 2018;10(Suppl 31):S3720-S3725. doi: 10.21037/jtd.2018.08.126



## 10.2. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax - a propensity matched bicentric study



Original Article

### Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax – a propensity matched bicentric study

Dania Nachira<sup>1\*</sup>, Mahmoud Ismail<sup>2\*</sup>, Elisa Meacci<sup>1</sup>, Edoardo Zanfrini<sup>1</sup>, Amedeo Iaffaldano<sup>1</sup>, Marc Swierzy<sup>2</sup>, Julianna Englisch<sup>2</sup>, Svea Faber<sup>1</sup>, Ramin Raul Ossami Saidy<sup>1</sup>, Maria Letizia Vita<sup>1</sup>, Venanzio Porziella<sup>1</sup>, Jens C. Rueckert<sup>2</sup>, Stefano Margaritora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of General Thoracic Surgery, Fondazione Policlinico Universitario “A. Gemelli”, Rome, Italy; <sup>2</sup>Competence Center of Thoracic Surgery, Department of Surgery, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

**Contributions:** (I) Conception and design: D Nachira, M Ismail, E Meacci; (II) Administrative support: S Margaritora, JC Rueckert; (III) Provision of study materials or patients: M Swierzy, ML Vita, V Porziella; (IV) Collection and assembly of data: E Zanfrini, A Iaffaldano, M Swierzy, S Faber, J Englisch, RR Ossami Saidy (V) Data analysis and interpretation: D Nachira, M Ismail, E Meacci; (VI) Manuscript writing: All authors; (VII) Final approval of manuscript: All authors.

\*These authors contributed equally to this work.

**Correspondence to:** Dania Nachira, MD. Department of General Thoracic Surgery, Fondazione Policlinico Universitario “A. Gemelli”, Largo A. Gemelli, 8, 00168, Rome, Italy. Email: danynac@libero.it.

**Background:** The role of triportal video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) is widely recognized for the treatment of primary spontaneous pneumothorax (PSP). The aim of this study was to assess the effectiveness and the potential advantages of uniportal VATS (U-VATS) for the treatment of PSP compared with triportal VATS.

**Methods:** A total of 104 triportal (n=39) and uniportal (n=65) VATS procedures were performed for the treatment of PSP in two University hospitals. The prospectively collected data of postoperative outcomes were retrospectively reviewed and a 1:1 propensity score matching analysis was performed to compare the two VATS approaches.

**Results:** No major adverse events occurred after operation. Compared with triportal-VATS, Uniportal-VATS showed the same effectiveness in terms of risk of recurrence (null in both groups), post-operative complications (P=1.000) and operating time (66.04±16.92 vs. 74.57±21.38 min, P=0.141). However, there was a statistically significant difference in favor of uniportal-VATS in terms of necessity of further access [0 vs. 7 (30.4%), P=0.004], chest tube duration (4.39±1.41 vs. 6.32±0.94 days, P<<0.001), postoperative hospital stay (4.78±1.31 vs. 6.61±1.67 days, P<<0.001), visual analogue pain score (VAS) at 24 hours (3.45±1.41 vs. 6.44±2.45, P<<0.001), number of patients who had pain after chest drain removal [1 (4.3%) vs. 16 (69.6%), P<<0.001], VAS after drainage removal (0.11±0.47 vs. 2.74±2.25, P<<0.001), postoperative pain duration (2.50±1.20 vs. 14.82±3.74 days, P<<0.001), pain killers intake (0.75±1.06 vs. 7.53±3.96 days, P=0.001), chronic paresthesia (level scale: 0 to 2; 0 vs. 0.52±0.66, P<<0.001), chronic neuralgia (0 vs. 0.43±0.59, P<<0.001) and cosmetic results (level scale: 0 to 3; 2.91±0.28 vs. 2.00±0.77, P<<0.001).

**Conclusions:** U-VATS is feasible and safe and may be a less invasive alternative to triportal VATS for the treatment of PSP because of its effectiveness in reducing postoperative pain, paresthesia, hospital stay and in improving cosmetic results.

**Keywords:** Pneumothorax; triportal video-assisted thoracic surgery (triportal VATS); uniportal VATS (U-VATS); pleurectomy

Submitted Feb 16, 2018. Accepted for publication Apr 09, 2018.

doi: 10.21037/jtd.2018.04.124

View this article at: <http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2018.04.124>

## Introduction

The primary spontaneous pneumothorax (SPS) is a common disorder among young patients, consisting of air accumulation in the pleural space (1,2), because of rupture of pleural blebs or bullae, usually located at the lung apex (*Figure 1*). Bullectomy and pleurodesis are the most effective treatment which decrease the recurrence rate (3).

The role of video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) has been widely recognized to be comparable to thoracotomy in the treatment of spontaneous pneumothorax, with a reduction in the duration of hospital stay, postoperative pain and pulmonary dysfunction (4).

In recent decades, thanks to the development of new endoscopic surgical techniques, there has been an epochal passage where, in addition to surgical effectiveness, more attention has been paid to the degree of invasiveness.

A further significant step forward in terms of less invasiveness was the spread of uniportal VATS (U-VATS).

In fact, U-VATS seems to offer better clinical and economical postoperative outcomes and satisfaction than the standard VATS for the treatment of SPS (5,6).

The aim of this propensity matched bicentric study is to assess the effectiveness and the potential advantages of U-VATS for the treatment of PSP compared to triportal VATS.

## Methods

### Patient selections

The prospective collective data of 98 patients undergone 104 VATS procedures for the treatment of primary PNX, were retrospectively reviewed in this bicentric study. Thirty-four patients underwent triportal VATS approach at “Fondazione Policlinico A. Gemelli” University Hospital, Rome, from February 2012 to May 2016, for a total of

39 procedures (5 patients were operated on both side during this period for bilateral PNX). Thirty-one patients underwent U-VATS approach in the same center, from June 2016 to October 2017.

Thirty-three patients underwent the same U-VATS operation at Charité University Hospital in Berlin, from August 2013 to October 2017, for a total of 34 procedures (1 patient underwent a bilateral operation in two steps).

The indication to the operation was a recurrent PNX or a first episode of PNX with prolonged air-leakage after chest tube placement.

### Surgical technique

All the procedures were performed under general anesthesia and single-lung ventilation.

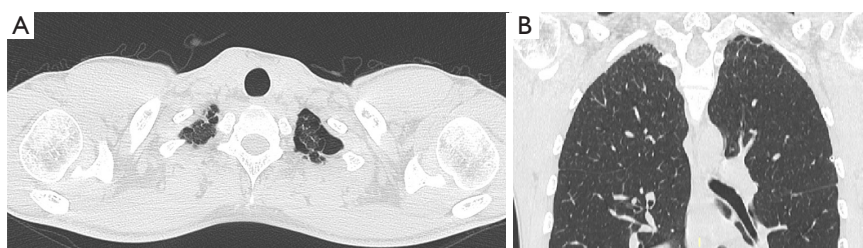
The patients were positioned in lateral decubitus, with their arms flexed and stretched above their heads.

In all selected cases a pulmonary apicectomy and/or a bullectomy/blebectomy was performed in order to remove the dystrophic and damaged area of the lung parenchyma (*Figures 2,3*). After resection, a “bubble test” was always conducted to prove the aerostasis. The operation was concluded by selective chemical (talc) pleurodesis of the chest apex or selective mechanical pleurodesis (a parietal pleurectomy from the pleural dome to the 8th–9th rib).

### Triportal VATS approach

The surgeon usually stood on the back-side of the patient, while the assistant held the camera standing opposite to him, on the patient’s ventral side.

A 1 cm incision was performed at VII intercostal space on middle axillary line for the 30° camera-port. Other two 5 mm/1 cm incisions were performed on IV intercostal space on the anterior axillary line and on the IV–V intercostal space on the posterior mid-clavicular line,



**Figure 1** Chest CT scan showing bulla and blebs in the lung apex.

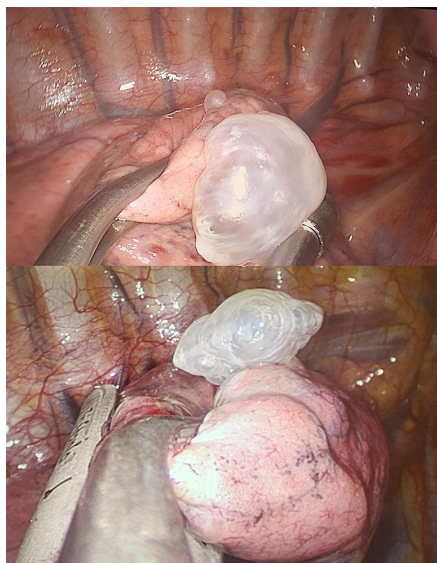


for the introduction of other two ports for thoracoscopic instruments and stapler.

Intercostal nerve blockade (with Ropivacaine) was performed before the incision and before closing, through the skin from the external side of the chest wall. At the end of the procedure a 24–28 Fr chest drain was placed through the lower access.

#### U-VATS approach

Both surgeons were standing on the ventral side of the



**Figure 2** Intraoperative findings and uniportal VATS wedge resection of the dystrophic apex. VATS, video-assisted thoracoscopic surgery.

patient, one next to each other, with the assistant at the caudal part, looking at the same screen.

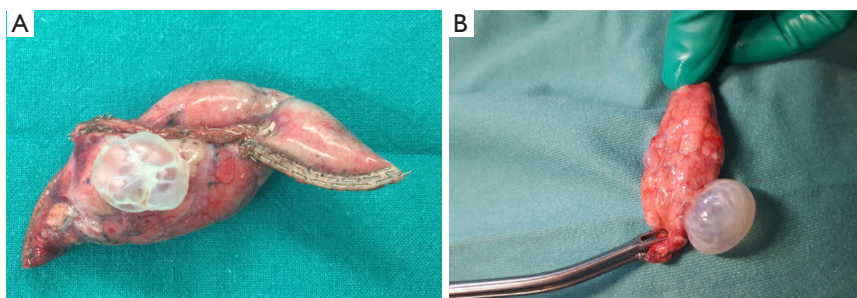
A 2–4 cm incision is made in the IV–V intercostal space on the anterior axillary line. For patients with chest tube, the drainage incision was the uniportal access. A wound protector is always placed, also for preventing the soiling of the 30° camera that is kept in the upper part of the incision (7). At the end of the operation, the intercostal nerve blockade is performed injecting Ropivacaine from 2<sup>nd</sup> till 8<sup>th</sup> intercostal spaces, including this one of the incision, through the parietal pleura under direct visualization of the intercostal nerves. A 24–28 Fr chest tube is left in place, fixed on the posterior side of the incision (7).

#### Data collection

Demographics and clinicopathologic features of patients, like gender, age, smoking habits, comorbidities, previous story of PNX, were prospectively collected. All information regarding operating time, type of parenchymal resection/blebectomy, type of selective pleurodesis, number of chest drains and postoperative outcomes (in terms of hospital stay, complications, pain, cosmetic results etc.) were also recorded. All patients signed an informed consent before the operation for the treatment and for using their data for scientific analysis.

#### Propensity score matching and statistical analysis

To reduce bias resulting from the retrospective nature of this study and to enhance comparability between the two treatment groups, a 1:1 propensity match score analysis was performed using the nearest neighbor matching method with R 3.4.2 software ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)).



**Figure 3** Specimens of bullae.

**Table 1** Clinicopathological characteristics of patients of the entire cohort

Variable	Surgical approaches		P
	Triportal VATS (n=39)	Uniportal VATS (n=65)	
Age (years)	26.72±11.96	31.91±12.58	0.041
Gender (male)	30 (76.9%)	49 (75.4%)	0.859
Smoking	12 (30.8%)	28 (43.1%)	0.160
Asthma	7 (17.9%)	3 (4.6%)	0.026
Hypertension	0	1 (1.5%)	0.435
Cardiovascular diseases	2 (5.1%)	0	0.066
ASA score	1.23±0.485	1.26±0.443	0.741
One PNX episode	18 (46.1%)	23 (35.4%)	0.153
More than 1 PNX episode	21 (53.8%)	42 (64.6%)	0.353
Pre-operative chest tube	32 (82.1%)	53 (81.5%)	0.948
Persistent air-leakage	11 (28.2%)	24 (36.9%)	0.362
Previous contralateral PNX	14 (35.9%)	13 (20.0%)	0.286
Side (right)	19 (48.7%)	30 (46.2%)	0.800

VATS, video-assisted thoracoscopic surgery; ASA, American Society of Anesthesiologists score; PNX, pneumothorax.

Patients were matched by propensity scores based on age, gender, smoking habits, comorbidities, ASA score, side of PNX and number of PNX episodes.

The statistical analysis was performed using SPSS 19.00 software package (Chicago, IL, USA).

Continuous variables were expressed as mean and standard deviation.

Pearson  $\chi^2$  test and Fischer's exact test were used to compare categorical variables and Student's *t*-test to compare continuous variables.

A P value less than 0.05 was considered statistically significant.

## Results

The preoperative clinicopathological characteristics of the entire cohort of patients treated for PNX either by triportal (39 patients) or uniportal (65 patients) VATS were summarized in *Table 1*.

The patients in triportal group were younger ( $P=0.041$ ) and with a higher incidence of asthma ( $P=0.026$ ) than in triportal VATS.

Preoperative comorbidities and baseline characteristics of patients could deeply affect the postoperative outcomes and complications of the two treatments, therefore a 1:1

propensity matched analysis was conducted to reduce the biases in evaluating the best procedure.

After matching, 46 patients (23 couples) were suitable for the analysis.

The distribution of patient characteristics in the paired-cohort, without significant difference, is reported in *Table 2*.

### Effects of VATS approach on postoperative outcomes

Regarding intraoperative differences between the two approaches, there was no statistical difference in the length of operation time in triportal VATS *vs.* U-VATS ( $P=0.141$ ), as well as in the number of patients undergone apicectomies, bullectomies and selective pleurodesis (chemical pleurodesis in all 23 patients in triportal group, while chemical one in 18 and mechanical in 5 in U-VATS) or in the risk of conversion and number of chest drains (*Table 3*). Nevertheless a higher risk of making a further access for technical difficulties was found in triportal VATS group ( $P=0.004$ ).

Post-operative mortality was null in both group. The mean follow-up was 26.28±20.58 months.

Postoperative outcomes and short-term results were also evaluated (*Table 4*).

There were no reoperation for surgical reasons and

**Table 2** The clinicopathological characteristics of the paired-cohort

Variable	Surgical approaches		P
	Triportal VATS (n=23)	Uniportal VATS (n=23)	
Age (years)	28.74±13.51	28.70±12.87	0.991
Gender (male)	19 (82.6%)	18 (78.3%)	0.710
Smoking	8 (34.8%)	9 (39.1%)	0.962
Asthma	1 (4.3%)	1 (4.3%)	1.000
Hypertension	0	1 (4.3%)	0.312
Cardiovascular diseases	2 (8.7%)	0	0.148
ASA score	1.30±0.559	1.26±0.449	0.773
One PNX episode	8 (34.8%)	6 (26.1%)	0.522
More than 1 PNX episode	15 (65.2%)	16 (69.6%)	0.753
Pre-operative chest tube	18 (78.3%)	17 (73.9%)	0.730
Persistent air-leakage	8 (34.8%)	9 (39.1%)	0.760
Previous contralateral PNX	10 (43.5%)	6 (26.1%)	0.709
Side (right)	10 (43.5%)	13 (56.5%)	0.376

VATS, video-assisted thoracoscopic surgery; PNX, pneumothorax.

**Table 3** The intraoperative results in matched groups

Variable	Surgical approaches		P
	Triportal VATS (n=23)	Uniportal VATS (n=23)	
Operation duration (min)	74.57±21.38	66.04±16.92	0.141
Apicectomy	21 (91.3%)	22 (95.7%)	0.550
Other resections (bullectomy)	3 (13.0%)	3 (13.0%)	0.687
Selective pleurodesis (chemical/mechanical)	23 (100%)	23 (100%)	1.000
Conversion	1 (4.3%)	0	0.312
Necessity of another access	7 (30.4%)	0	0.004
Number of chest drains	1 (4.3%)	1 (4.3%)	1.000

VATS, video-assisted thoracoscopic surgery.

no PNX recurrence in both groups. The incidence of complications was equal (1 postoperative atelectasis in triportal VATS group and 1 pneumonia in uniportal one).

Chest tube duration and postoperative stay were significantly lower after U-VATS surgery (4.39±1.41 vs. 6.32±0.94 days and 4.78±1.31 vs. 6.61±1.67 days, respectively;  $P < 0.001$ , Table 4). All variables inherent the evaluation of postoperative pain (level of pain in first postoperative day, after chest drain removal, duration of

pain and pain killer intake) were compared and a superiority of U-VATS approach was found, with a significant lower level and less duration of postoperative pain ( $P < 0.001$ , Table 4). In particular the incidence and level of postoperative paresthesia and neuralgia 7 days after the operation were null in U-VATS group, while after Triportal VATS 5 patients suffered of both, 5 only of paresthesia, 4 only of neuralgia with a mild-mean level recorded (0.52±0.66 and 0.43±0.59 on a 0–2 scale, respectively),  $P < 0.001$ .

**Table 4** The postoperative results in matched groups

Variable	Surgical approaches		P
	Triportal VATS (n=23)	Uniportal VATS (n=23)	
Re-operation	0	0	1.000
Complications	1 (4.3%)	1 (4.3%)	1.000
PNX recurrence	0	0	1.000
Post-operative stay (days)	6.61±1.67	4.78±1.31	<<0.001
Preoperative stay (days)	3.09±3.14	2.27±2.29	0.524
Chest tube duration (days)	6.32±0.94	4.39±1.41	<<0.001
Pain in 1 postoperative day (VAS scale)	6.44±2.45	3.45±1.41	<<0.001
Pain after chest drain removal	16 (69.6%)	1 (4.3%)	<<0.001
Level of pain after chest tube removal (VAS scale)	2.74±2.25	0.11±0.47	<<0.001
Postoperative pain duration (days)	14.82±37.41	2.50±1.20	<<0.001
Painkillers intake (days)	7.53±3.96	0.75±1.06	0.001
Cosmetic results (1–3 scale)	2.00±0.77	2.91±0.28	<<0.001
Paresthesia 7 days after OP*	0.52±0.66	0	<<0.001
Neuralgia 7 days after OP*	0.43±0.59	0	<<0.001

\* , level: 0 (null), 1 (medium), 2 (severe). PNX, pneumothorax; VAS, Visual Analogue Score of pain; OP, operation.

Cosmetic results of skin scars were evaluated to be superior by the patients after U-VATS approach (2.91±0.28 vs. 2.00±0.77 on a 0–3 scale,  $P < 0.001$ ).

## Discussion

According to last British Society of Thoracic Surgeons (BTS) guidelines of 2010 for the management of PSP, surgical treatment with a bullectomy and a pleurodesis must be advised after the first recurrence of PSP (3).

Open thoracotomy and later VATS have been the main surgical approaches for the treatment of pneumothorax until today. Thoracotomy with pleural abrasion was the original surgical treatment for pneumothorax, described by Tyson and Crandall in 1941 (8), while the first single-incision thoracoscopic surgery (SITS) for bullectomy/blebectomy was reported by Yamamoto *et al.* in 1998 (9).

However pleurectomy in Thoracotomy was once used as the gold standard technique as recent as 2003 (3,10). Indeed the treatment of spontaneous pneumothorax has been developed from open thoracotomy to VATS over recent decades. Because of lower invasiveness, compared with open surgery, conventional VATS has been clearly shown

to offer greater advantages in regard to postoperative stay, operative time, chest tube duration and postoperative pain (11,12), improving fast recovery of patients. The single port or single incision or uniportal approach was developed as an even less invasive alternative to the standard multi-port VATS.

In the last years few reports evaluated the efficacy of U-VATS in the treatment of primary PNX; most of them were either retrospective, monocentric and unfocused works that often yielded to conflicting results (13). While some authors reported better postoperative outcomes in terms of operative time, blood loss, postoperative pain (13-16), others didn't (17). Moreover authors experienced limitations in surgical exposure and technical difficulties in performing U-VATS rather than in three port VATS (18).

We conducted this propensity score matching analysis in a bicentric cohort of patients to evaluate and compare U-VATS to three-port VATS for the treatment of PSP, assessing the potential advantages of U-VATS over three-port one. Several parameters, like mortality, recurrence, complications, postoperative stay, preoperative stay, chest tube duration, operative time, pain in I postoperative day, pain after chest drain removal, postoperative pain duration,

painkiller intake, paresthesia and cosmetic results, were evaluated.

Compared to the three-port VATS group, there was no significant difference in the U-VATS group in terms of mortality, recurrence and complications. The mortality rate and recurrence was 0% in both groups. Complications were reported in only 1 (4.3%) patient per each group, no serious complications occurred. We found a significant statistical difference in postoperative stay, operative time, pain in I postoperative day, length of postoperative drainage, pain after chest tube removal, postoperative pain duration, pain killer intake, cosmetic results, paresthesia and neuralgia in favor of U-VATS. In fact U-VATS group was significantly associated with lower paresthesia ( $P < 0.001$ ), postoperative pain ( $P < 0.001$ ), and higher patient satisfaction in the short-term.

These good results in terms of pain were similar to other studies (19) and maybe related to the position of the incision in U-VATS (more anterior, where the intercostal space is wider) and the use of a wound protector (instead of one or more trocar), all factors that protect intercostal tissue and nerve-vascular bundle from scratching and compression.

Therefore U-VATS technique was feasible and as clinically safe as the three-port VATS technique and guaranteed excellent outcomes in our series.

In a recent meta-analysis of 2015, Qin *et al.* (20) drew to similar conclusions: U-VATS did not increase operative time neither prolong postoperative drainage or hospital stay compared with three-port VATS. However, focusing on patients' postoperative pain and paresthesia, U-VATS could reduce them and improve cosmesis and patients' satisfaction.

In the above mentioned meta-analysis (20), only two studies reported a conversion from U-VATS to three-port VATS. Chen *et al.* (6) stated that the conversion from U-VATS to three-port VATS for hemostasis is really infrequent, contrary to the number of conversions to thoracotomy. Igai *et al.* (21) reported that only one patient required conversion to a three-port approach because of severe adhesions. In our series there wasn't any conversion or necessity of any further access.

The main limitations of our manuscript are the small sample of patients and the retrospective nature of the study but, to the best of our knowledge, this is the only bicentric study based on a propensity score matching analysis of prospectively collected data.

In conclusion, according to our experience, U-VATS is a safe, feasible and effective technique for the treatment

of PSP. And in line with literature evidence, reduction of postoperative paresthesia, neuralgia, pain and length of stay seem to be some of the advantages of U-VATS.

### Acknowledgements

None.

### Footnote

*Conflicts of Interest:* The authors have no conflicts of interest to declare.

*Ethical Statement:* This study was approved by the Institutional Review Board of Catholic University of Sacred Heart (Rome) and Charité - Universitätsmedizin (Berlin).

### References

1. Melton LJ 3rd, Hepper NG, Offord KP. Incidence of spontaneous pneumothorax in Olmsted County, Minnesota: 1950 to 1974. *Am Rev Respir Dis* 1979;120:1379-82.
2. Swierzy M, Helmig M, Ismail M, et al. Pneumothorax. *Zentralbl Chir* 2014;139 Suppl 1:S69-86; quiz S87.
3. MacDuff A, Arnold A, Harvey J. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax* 2010;65 Suppl 2:ii18-31.
4. Vohra HA, Adamson L, Weeden DE. Does video-assisted thoracoscopic pleurectomy result in better outcomes than open pleurectomy for primary spontaneous pneumothorax? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7:673-7.
5. Salati M, Brunelli A, Xiumè F, et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax: clinical and economic analysis in comparison to the traditional approach. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7:63-6.
6. Chen PR, Chen CK, Lin YS, et al. Single-incision thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *J Cardiothorac Surg* 2011;6:58.
7. Ismail M, Swierzy M, Nachira D, et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery for major lung resections: pitfalls, tips and tricks. *J Thorac Dis* 2017;9:885-97.
8. Tyson MD, Crandall WB. The surgical treatment of recurrent idiopathic spontaneous pneumothorax. *J Thorac Surg* 1941;10:566-70.
9. Yamamoto H, Okada M, Takada M, et al. Video-assisted

- thoracic surgery through a single skin incision. *Arch Surg* 1998;133:145-7.
10. Henry M, Arnold T, Harvey J, et al. BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 2003;58 Suppl 2:ii39-52.
  11. Sawada S, Watanabe Y, Moriyama S. Video-assisted thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax: evaluation of indications and long-term outcome compared with conservative treatment and open thoracotomy. *Chest* 2005;127:2226-30.
  12. Goto T, Kadota Y, Mori T, et al. Video-assisted thoracic surgery for pneumothorax: republication of a systematic review and a proposal by the guideline committee of the Japanese association for chest surgery 2014. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2015;63:8-13.
  13. Huang LZ, Cao QD. Contrast research between single port Video-assisted thoracoscopic surgery and traditional thoracoscope surgery for the treatment of spontaneous pneumothorax. *Journal of Ningxia Medical University* 2014;36:650-2.
  14. Jutley RS, Khalil MW, Rocco G. Uniportal vs. standard three-port VATS technique for spontaneous pneumothorax: comparison of post-operative pain and residual paraesthesia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;28:43-6.
  15. Kim KS Single-staged uniportal VATS in the supine position for simultaneous bilateral primary spontaneous pneumothorax. *J Cardiothorac Surg* 2017;12:25.
  16. Masmoudi H, Etienne H, Sylvestre R, et al. Three Hundred Fifty-One Patients With Pneumothorax Undergoing Uniportal (Single Port) Video-Assisted Thoracic Surgery. *Ann Thorac Surg* 2017;104:254-60.
  17. Yang HC, Cho S, Jheon S. Single-incision thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax using the SILS port compared with conventional three-port surgery. *Surg Endosc* 2013;27:139-45.
  18. Kim MS, Yang HC, Bae MK, et al. Single-Port Video-Assisted Thoracic Surgery for Secondary Spontaneous Pneumothorax: Preliminary Results. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;48:387-92.
  19. Kang DK, Min HK, Jun HJ, et al. Early outcomes of single-port video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;47:384-8.
  20. Qin SL, Huang JB, Yang YL, et al. Uniportal versus three-port video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax: a meta-analysis. *J Thorac Dis* 2015;7:2274-87.
  21. Igai H, Kamiyoshihara M, Ibe T, et al. Single-incision thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax using multi-degrees of freedom forceps. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2014;20:974-9.

**Cite this article as:** Nachira D, Ismail M, Meacci E, Zanfrini E, Iaffaldano A, Swierzy M, Englisch J, Faber S, Ossami Saïdy RR, Vita ML, Porziella V, Rueckert JC, Margaritora S. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax—a propensity matched bicentric study. *J Thorac Dis* 2018;10(Suppl 31):S3712-S3719. doi: 10.21037/jtd.2018.04.124



## 10.3. Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema



Original Article

### Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema

Mahmoud Ismail<sup>1#</sup>, Dania Nachira<sup>2#</sup>, Elisa Meacci<sup>2</sup>, Gian Maria Ferretti<sup>2</sup>, Marc Swierzy<sup>1</sup>, Julianna Paulina Englisch<sup>1</sup>, Ramin Raul Ossami Saidy<sup>1</sup>, Svea Faber<sup>1</sup>, Maria Teresa Congedo<sup>2</sup>, Marco Chiappetta<sup>2</sup>, Leonardo Petracca Ciavarella<sup>2</sup>, Stefano Margaritora<sup>2</sup>, Jens C. Rueckert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Competence Center of Thoracic Surgery, Department of Surgery, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany; <sup>2</sup>Department of General Thoracic Surgery, Fondazione Policlinico Universitario "A. Gemelli", Rome, Italy

*Contributions:* (I) Conception and design: M Ismail, D Nachira; (II) Administrative support: JC Rueckert, S Margaritora; (III) Provision of study materials or patients: E Meacci, M Swierzy, MT Congedo, M Chiappetta, L Petracca Ciavarella; (IV) Collection and assembly of data: GM Ferretti, M Swierzy, JP Englisch, S Faber, RR Ossami Saidy; (V) Data analysis and interpretation: D Nachira, M Ismail; (VI) Manuscript writing: All authors; (VII) Final approval of manuscript: All authors.

<sup>#</sup>These authors contributed equally to this work.

*Correspondence to:* Mahmoud Ismail, MD. Competence Center of Thoracic Surgery, Department of Surgery, Charité- Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, Berlin 10117, Germany. Email: mahmismail@gmail.com.

**Background:** The efficacy of video-assisted thoracic surgery (VATS) in the treatment of pleural empyema has recently been proven. Till today, very few works evaluated the role of uniportal-VATS (U-VATS) approach in the treatment of pleural empyema even if it currently represents the most innovative and less invasive thoracoscopic approach. We report our experience with U-VATS in the treatment of pleural empyema.

**Methods:** A retrospective bicentric analysis of 35 consecutive patients who underwent surgical treatment of stage II and stage III pleural empyema was performed, from January 2015 to May 2017.

**Results:** The mean age of patients was 57.26±18.29 years and 54.3% of them were males. In 85.7% of the cases, empyema was related to a complicated parapneumonic effusion; in only 5 cases it was a post-surgical consequence. All patients were treated with broad-spectrum antibiotics and subsequent target therapy for 14.62±21.76 days prior to operation and 23 patients needed the placement of a chest tube. Twenty patients (57.1%) presented with stage III, 11 patients (31.4%) stage II and 4 patients (11.4%) stage I empyema. Complete debridement and decortication were obtained in all patients through U-VATS approach and no conversion or further access was needed for any reason. No major complication was recorded. Only 2 cases of trapped lung were not responsive to surgical treatment. At a mean follow-up of 247.42±306.29 days, 33 patients (94.3%) were alive with no recurrence, 2 patients died for causes unrelated to the operation.

**Conclusions:** According to our experience, we consider U-VATS as an adequate procedure in the treatment of "stages II and III" empyemas when the necessary surgical expertise has been achieved. Indeed, U-VATS permits an easier performance and complete debridement and decortication, with a very low risk for conversion and excellent postoperative outcomes in terms of less pain, fast recovery and cosmetic results.

**Keywords:** Pleural empyema; uniportal video-assisted thoracic surgery (U-VATS); decortication

Submitted Feb 15, 2018. Accepted for publication Apr 24, 2018.

doi: 10.21037/jtd.2018.05.10

View this article at: <http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2018.05.10>

## Introduction

Pleural empyema is defined as the presence of purulent fluid in the pleural cavity.

It is due to pleural space infection, as a result of a post-bacterial pneumonia in the majority of cases, and it is associated with a significant morbidity and mortality of 2–30% (1). Incidence and prevalence of pleural empyema vary depending on geography, aetiology, age and host immune status. Aetiology is determinant for clinical therapeutic choices while the surgical approach to pleural empyema is determined by its evolutive stage and it is required in the 36–65% of patients (2). In fact, according to its radiological [X-ray, computed tomography (CT) scan and ultrasonography] features, empyema is classified into three stages (3):

- ❖ Stage I: “Parapneumonic effusion”, with an increase in pleural effusion;
- ❖ Stage II: “Fibrinopurulent stage” with loculations of pleural fluid and fibrinous septa formation;
- ❖ Stages III: “Chronic organizing stage” with scar adhesions and progressive constriction unto incarcerated lung.

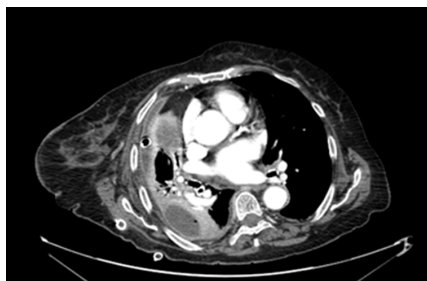
While in ‘stage I’ the suggested therapy is based on positioning of chest tube drainage and antibiotics as advised by the Guideline Group of the British Thoracic Society (BTS) (2), in ‘stages II and III’ surgery is applied to perform debridement and/or decortication with the aim to achieve a complete and quicker lung re-expansion and eliminate all the purulent organized collections that could not be removed otherwise.

Demonstrated advantages of an early surgical approach in the last two stages of pleural empyema are a reduction of hospital costs, morbidity and mortality (4).

Nowadays, the most frequently practiced surgical techniques are video-assisted thoracic surgery (VATS) and thoracotomy. The first plays a bigger role in both ‘stages II and III’, with better outcomes if compared with thoracotomy (2,5). The second is still performed in a high number of cases in ‘stage III’ because there is an important conversion rate from VATS technique when a more complete decortication is needed (2,5).

The application of the uniportal-VATS (U-VATS) approach for the treatment of pleural infection has not yet been well defined up to now.

We report our experience with U-VATS in the treatment of pleural empyema, mainly in II and III stages, for critically evaluating the safety, effectiveness and clinical outcomes of the technique.



**Figure 1** Preoperative CT scan of a III stage empyema of the right chest cavity.

## Methods

From January 2015 to May 2017, the prospectively collected clinical data of 35 consecutive patients who underwent surgical treatment for pleural empyema, were retrospectively reviewed in a multicentric study performed by the departments of Thoracic Surgery of Charité University Hospital (Berlin, Germany) and Fondazione Policlinico “A. Gemelli” (Rome, Italy).

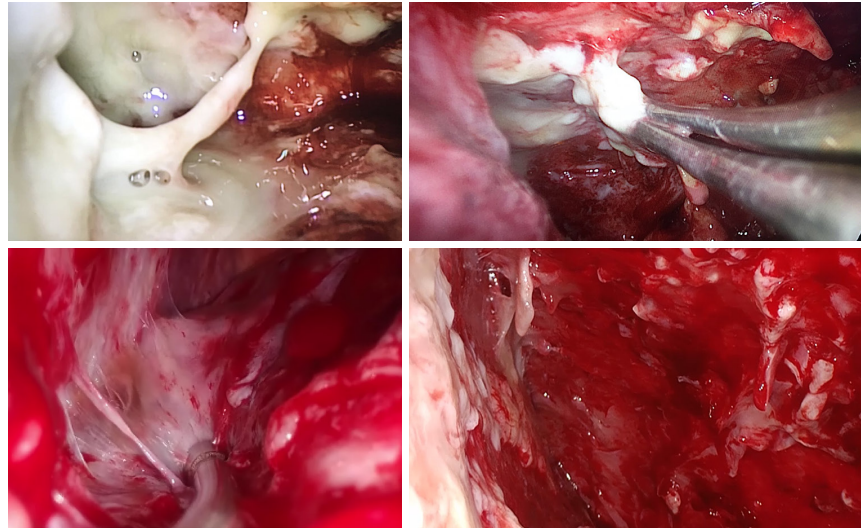
All patients underwent thoracoscopic pleural toilette, debridement and decortication in U-VATS approach. All patients signed an informed consent before the operation for the treatment of their clinical data.

A first level approach to diagnosis was performed through anamnesis, clinical examination, blood sample analysis with phlogosis indices panel (white cells count, serum C-reactive protein and serum procalcitonin), chest X-ray and ultrasonography. The second level examination to confirm our clinical diagnosis was a chest CT scan (*Figure 1*). All patients were treated with broad spectrum antibiotic therapy, waiting for microbiological results (analysis of bronchoalveolar lavage or pleural effusion samples) necessary to set a target therapy up.

When necessary (pleural effusion amount >1,000–1,500 mL without radiological—ultrasound or CT—features of a gelatinous or organized fluid collection with several septa) a chest tube drainage (20, 24 or 28 Fr thoracic trocar catheter) was inserted (usually a single chest drain insertion was made in the biggest pocket in case of multiloculated pleural effusion, using ultrasound guidance) to allow an improvement of the respiratory functions and collect pleural effusion samples to perform microbiological and chemical examinations to set targeted antibiotic therapy.

If the following clinical and radiological examinations showed the failure of medical therapy with persistence of





**Figure 2** Intraoperative findings and uniportal-VATS debridement of empyema septa. VATS, video-assisted thoracic surgery.

septic status, trapped lung or several loculations of pleural fluid and presence of fibrinous septa (stages II and III), patients were sent to U-VATS surgical treatment, after multidisciplinary consult.

#### *U-VATS technique*

All procedures were performed under general anaesthesia and single lung ventilation, using a double-lumen endotracheal tube. The patient was then put in lateral decubitus position with the arms flexed and stretched towards the head (6). A single 3–4 cm muscle-sparing incision (without cutting muscular fibers, only spreading the insertions of serratus anterior muscle on the ribs and making a fascial slide of surrounding muscles) was performed at the 5<sup>TH</sup> intercostal space on the mid axillary line. Incision widening and protection for the introduction of a 10 mm 30°thoracoscope and endoscopic instruments was obtained with a wound protector.

The operation proceeded with septal rupture, debridement and removal of all adhesions and inflammatory effusions from the diaphragmatic and parietal pleura to apex of chest cavity with the aim to create a unique pleural cavity (without septa and loculations) and to restore the physiological movement of the lung (*Figure 2*). All instruments used (suction instrument and decortication grasper) had a long and curved shaped, with a dual pivot

point design for enabling the simultaneous use of multiple instruments through the same access.

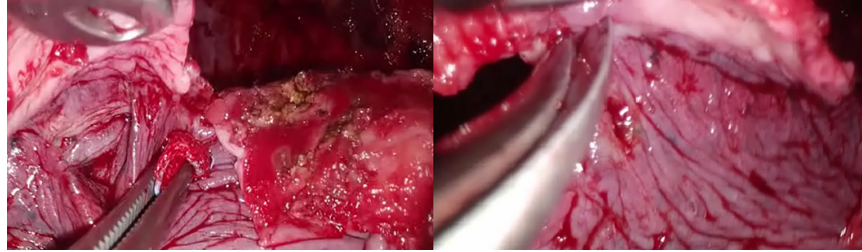
During this step, microbiological and histological samples were taken. Multiple washings with warm physiological solution were carried out to eliminate all the residual effusion and organized pus from the visceral pleura with minimal parenchymal injury.

Decortication was achieved through the removal of the thickened visceral pleura or through its multiple incisions with an electrocautery device (*Figure 3*). Under thoracoscopic control, lung inflation was performed to evaluate the efficacy of decortication through parenchymal re-expansion.

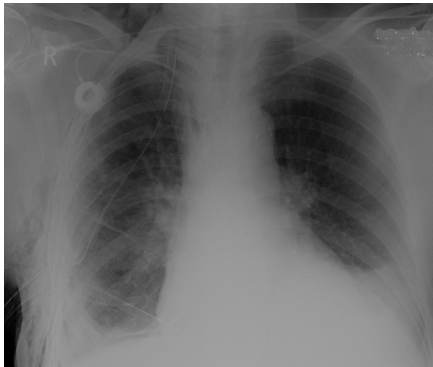
An extrapleural paravertebral intercostal nerve block was always performed, infiltrating 3 mL of ropivacaine (4.75 mg/mL) in 3–4 intercostal spaces above and below the incision, under endoscopic view (6).

The procedure ended when a full lung re-expansion was accomplished and with the positioning of one or two (in case of severe empyema that required an extensive visceral and parietal pleural decortication) chest tube drainages (20, 24 or 28 Fr) through the same incision (6).

Timing of chest tube removal depended on surgical reasons (ending of air leak or when drained fluid was clear and the amount in 24 hours was less than 200 mL), clinical reasons (apyrexia, decreased levels of inflammatory mediators) and radiological improvement (complete lung



**Figure 3** Uniportal-VATS decortication of visceral pleura. VATS, video-assisted thoracic surgery.



**Figure 4** Postoperative X-ray of the same patient, of whom preoperative CT and intraoperative findings are shown in *Figure 1* and *2*, respectively.

re-expansion, *Figure 4*).

#### Statistical analysis

Statistical analysis was performed using PASW Statistics for Windows, Version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Continuous variables were expressed as mean and standard deviation.

Pearson  $\chi^2$  test and Fischer's exact test were used to compare discrete variables and Student's *t*-test to compare means between two continuous variables. A P value less than 0.05 was considered statistically significant.

#### Results

The mean age of patients was  $57.26 \pm 18.29$  [25–86] years and the 54.3% (19 patients) were males.

The main demographical and clinical characteristics of

the patients are reported in *Table 1*.

In the most part of the cases (85.7%, 30 patients), empyema was related to a complicated parapneumonic effusion; only in 5 cases it was a post-surgical consequence.

High fever was the main symptom in the 62.9% of the series (22 cases), 10 (28.6%) patients presented cough or dyspnoea and 3 (8.6%) only chest pain at the admission.

All patients were treated with broad-spectrum antibiotic therapy and subsequent target therapy (after determination of responsible germs by bronchoalveolar lavage in 9 cases or analysis of pleural effusion in 23 cases) for  $14.62 \pm 21.76$  days prior to operation. In the same period, in 23 patients a chest tube was placed for evacuating pleural effusion, making microbiologic insights and evaluating lung re-expansion. No fibrinolytic therapy had been administered. Among patients treated with chest tube insertion, 19 patients showed a trapped lung.

Almost the whole series (97.1% of patients) underwent a preoperative CT-scan for the assessment of pulmonary condition.

Twenty patients (57.1%) presented a III stage empyema, 11 patients (31.4%) a II stage and 4 patients (11.4%) a I one.

The main etiologic agents were: *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus constellatus*, *Chlamydia pneumoniae* and *Mycobacterium tuberculosis*.

The mean operation time for U-VATS approach was  $128.29 \pm 66.51$  min. A complete debridement and decortication were obtained in all patients and no conversion or further access was needed for any reason.

No air-leakage >5 days was recorded. Minor complications (*Table 2*) were described in 8 (22.8%) patients. The intraoperative and 30-day mortality were null.

The last drainage was removed after  $8.91 \pm 7.01$  days and patients were discharged after  $15.06 \pm 8.98$  days.

In 94.3% of patients (33 cases) there was a good

**Table 1** Demographical and clinical characteristics of the patients

Characteristics	N=35 (%)
Age (years)	57.26±18.29
Gender	
Male	19 (54.3)
Female	16 (45.7)
Smoking	6 (17.1)
COPD	5 (14.3)
Heart disease	9 (25.7)
Arterial hypertension	18 (51.4)
Diabetes	4 (11.4)
ASA score	
2	13 (37.1)
3	21 (60.0)
4	1 (2.9)
Preoperative pulmonary infections	30 (85.7)
Preoperative white blood cell count	14,300±7,445
Preoperative C-reactive protein (<5 mg/L)	173.32±99.62
Preoperative procalcitonin (<0.5 ng/mL)	1.22±2.19
Empyema stage	
I	4 (11.4)
II	11 (31.4)
III	20 (57.1)
Operating time (min)	128.29±66.51
Side	
Right	15 (42.9)
Left	20 (57.1)
Number of chest tubes	
One	24 (68.6)
Two	11 (31.4)

COPD, chronic obstructive pulmonary disease.

**Table 2** Minor complications

Complications [N=8 (22.8%)]	n (%)
Atelectasis	2 (5.7)
Anemia	6 (17.1)
Air-leakage >5 days	0 (0)

re-expansion of the lung, with only 2 cases of trapped lung not responsive to surgical treatment. The only significant risk factor for postoperative trapped lung was the presence of a tracheotomy before the operation (P: 0.015).

All phlogosis indexes improved significantly after the operation (Table 3).

No correlation was found between the stage of the empyema and chest tube duration, incidence of trapped lung or complications. Only a trend towards statistical significance between the number of chest tubes (2 or 1) and the empyema stage (P: 0.09) was noted. However, the number of drainages didn't influence in a significant way the chest tube duration (P: 0.22).

At a mean follow-up of 247.42±306.29 days, 33 patients (94.3%) were alive with no recurrence, 2 patients died for causes unrelated to the operation.

After U-VATS approach, the level of pain was measured on VAS scale once a day (at the same time in the morning before any painkiller assumption), every day after the operation until 5–6 hours after the chest tube removal.

The postoperative level of pain (Table 4) was found to be very low (mean value measured on VAS scale in I postoperative day: 1.83±1.53) and the mean duration of pain was 2.63±2.23 days, with an almost total resolution after chest tube removal (mean value of pain on VAS scale: 0.33±0.92).

No correlation between post-operative pain and factors like chest tube duration, number of drainages, age, days of painkiller assumption and sex was found.

Painkillers were taken for 4.34±4.39 days and the main types were paracetamol and NSAIDs.

Among the 35 patients, 2 had undergone a previous contralateral thoracotomy and confirmed a less postoperative pain after U-VATS approach.

The cosmetic result was good or excellent for the 100% of the series (2.44±0.51, evaluated on a scale from 1 to 3 points). No wound infection was recorded. Two patients (5.7%) complained medium level paresthesia of the wound 7 days after the operation, spontaneously resolved during the follow-up.

## Discussion

The efficacy of VATS in the treatment of pleural empyema has been proven recently. In fact, traditionally stages II and III have been managed by thoracotomy that gives the possibility to perform an extended decortication safely.

**Table 3** Improvement in phlogosis indexes and lung re-expansion after uniportal-VATS toilette

Variable	Preoperative period	Post-operative period	P
Re-expansion of the lung	8/35 (22.8%)	33/35 (94.3%)	<<0.005*
White blood cell count	14,300±7,445	7,464±2,570	<<0.005*
C-reactive protein (<5 mg/L)	173.32±99.62	84.61±67.85	<<0.005*
Procalcitonin (<0.5 ng/mL)	1.22±2.19	0.35±0.60	0.4

\*, P<0.05. VATS, video-assisted thoracic surgery.

**Table 4** Postoperative outcomes

Variables	Data
First postoperative day pain (VAS scale)	1.83±1.53
Mean duration of pain (days)	2.63±2.23
Pain after chest tube removal (yes)	3 (8.6%)
Pain after chest tube removal (VAS scale)	0.33±0.92
Cosmetic result (1 to 3 points)	2.44±0.51
Postoperative paresthesia	2 (5.7%)
Wound infections	0 (0%)

VAS, Visual Analogue Scale.

In 2001, Waller and colleagues (7) concluded that in the management of Stage III empyema, VATS had been shown to be as effective as open decortication in a significant proportion of patients, with all the benefits of minimally invasive approach (in terms of pain and hospitalization). Conversion rate up to 40% was correlated to chronic stage of empyema but above all to surgeon's expertise with VATS, that requires a different learning curve.

Several authors (8-13) reported better clinical outcomes of thoracoscopic decortications as compared to thoracotomy. A review of 14 publications that provided the best evidence among 68 others on the same topic, performed by Chambers *et al.* in 2010 (14), concluded that VATS was superior to open surgery in terms of postoperative pain, complications, morbidity, 30-day mortality and length of hospital stay and showed no difference in the relapse rate. A very recent meta-analysis (5) drew the same conclusions in favor of VATS, stating its effectiveness and superiority to open decortications, although, in some particular cases, VATS may need a conversion to thoracotomy. However, very few works evaluated the role of U-VATS approach in

the treatment of pleural empyema. Nowadays, U-VATS represents one of the most innovative and less invasive thoracoscopic approach, involving a single intercostal space and potentially reducing post-operative pain (6).

In skilled hand thoracic surgeons, U-VATS allows a wide range of procedures, even the most complex in thoracic surgery, like sleeve lobectomies and bronchoplasties.

An increasing number of centers have been reporting their experience with U-VATS and often, at the beginning of their training, U-VATS debridement and decortications for empyema together with other small procedures (pleural biopsies and wedge resections) represent the biggest part of their series (15,16).

Nevertheless, no paper has ever specifically evaluated the role of the technique in the treatment of different stage empyemas, assessing clinical outcomes, except a recent one by Bongiolatti and colleagues (17). They reported their experience with ultrasonographic preoperative staging followed by U-VATS decortication for pleural empyema. Thirty patients (47%) underwent uniportal thoracoscopic pleural decortication and 34 (53%) open decortication for empyema in stage II (40%) or III (60%) obtaining a complete debridement and decortication in all patients. U-VATS showed lower chest tube duration, hospital stay and complications compared to thoracotomy in their series. The authors concluded that U-VATS decortication is a safe and effective approach for well-selected patients based on a combination of clinical staging and imaging.

In accordance with our experience and expertise with U-VATS for major lung resections, we managed all our 35 cases in U-VATS as first choice, without a preoperative selection.

The patients in our series were quite complex, with an ASA score of 2, 3 or 4 in the 85.7% of cases and a stage II-III empyema in the 88.6%. A complete decortication was obtained in all patients without any need of further access

or conversion and with a low rate of minor complications (22.8%) and null 30-day mortality. Chest tube duration was similar to that reported in literature for traditional VATS and lower than that for thoracotomy (5). Hospital stay was longer in our series as compared to others reported in literature (17), probably because of the clinical conditions and comorbidities of our patients that required intensive care treatment in 40% of cases and in the 20% for more than 5 days. Postoperative results were very satisfactory in terms of clinical outcomes, postoperative pain and cosmetic results.

In fact, we evaluated the level of pain at the first postoperative day and after chest tube removal, as well as the incidence of paresthesias 7 days after the operation, and we found that the pain level was very low according to VAS scale and that it lasted for only few days ( $2.63 \pm 2.23$  days), with an almost total resolution after chest tube removal. Furthermore, no wound infection was recorded.

According to our experience, we believe that U-VATS has more advantages if compared with traditional VATS and Thoracotomy. It allows the surgeon to reach all sections of the pleural cavity with enough space for a wide range of surgical gestures, perfect visibility, safety and feasibility. Through this technique debridement and decortication result more accurate and safe, like in thoracotomy.

Furthermore, it has excellent postoperative outcomes in terms of less pain, fast recovery and cosmetic results.

Therefore, we consider U-VATS as a first choice also in 'stages II and III' empyemas when the necessary surgical expertise has been achieved, because it permits an easier performance of a more complete debridement and decortication versus traditional VATS, with a very low conversion rate risk.

The notable limits of our study are its retrospective nature, the small sample of patients and the lack of a comparison group (traditional VATS or thoracotomy). Further prospective and randomized studies (U-VATS *vs.* traditional VATS) on wider series are claimed for better defining the role of this minimally invasive technique.

U-VATS for the treatment of pleural empyema is safe and effective, even in stage II and III empyema, with relevant postoperative outcomes in terms of less pain, fast recovery and cosmetic results.

### Acknowledgements

None.

### Footnote

*Conflicts of Interest:* The authors have no conflicts of interest to declare.

*Ethical Statement:* This study was approved by the Institutional Review Board of Charité - Universitätsmedizin (Berlin) and Catholic University of Sacred Heart (Rome).

### References

1. Ferguson AD, Prescott RJ, Selkon JB, et al. The clinical course and management of thoracic empyema. *QJM* 1996;89:285-9.
2. Davies HE, Davies RJ, Davies CW. Management of pleural infection in adults: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax* 2010;65:ii41-53.
3. Scarci M, Abah U, Solli P, et al. EACTS expert consensus statement for surgical management of pleural empyema. *Eur J Cardiothorac Surg* 2015;48:642-53.
4. Finley C, Clifton J, Fitzgerald JM, et al. Empyema: an increasing concern in Canada. *Can Respir J* 2008;15:85-9.
5. Pan H, He J, Shen J, et al. A meta-analysis of video-assisted thoracoscopic decortication versus open thoracotomy decortication for patients with empyema. *J Thorac Dis* 2017;9:2006-14.
6. Ismail M, Swierzy M, Nachira D, et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery for major lung resections: pitfalls, tips and tricks. *J Thorac Dis* 2017;9:885-97.
7. Waller DA, Rengarajan A. Thoracoscopic decortication: a role for video-assisted surgery in chronic postpneumonic pleural empyema. *Ann Thorac Surg* 2001;71:1813-6.
8. Cardillo G, Carleo F, Carbone L, et al. Chronic postpneumonic pleural empyema: comparative merits of thoracoscopic versus open decortication. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;36:914-8.
9. Chan DT, Sihoe AD, Chan S, et al. Surgical treatment for empyema thoracis: is video-assisted thoracic surgery 'better' than thoracotomy? *Ann Thorac Surg* 2007;84:225-31.
10. Tong BC, Hanna J, Toloza EM, et al. Outcomes of video-assisted thoracoscopic decortication. *Ann Thorac Surg* 2010;89:220-5.
11. Casali C, Storelli ES, Di Prima E, et al. Long-term functional results after surgical treatment of parapneumonic thoracic empyema. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2009;9:74-8.



12. Angelillo Mackinlay TA, Lyons GA, Chimondeguy DJ, et al. VATS debridement versus thoracotomy in the treatment of loculated postpneumonia empyema. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1626-30.
13. Marks DJ, Fisk MD, Koo CY, et al. Thoracic empyema: a 12-year study from a UK tertiary cardiothoracic referral centre. *PLoS One* 2012;7:e30074.
14. Chambers A, Routledge T, Dunning J, et al. Is video-assisted thoracoscopic surgical decortication superior to open surgery in the management of adults with primary empyema? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;11:171-7..
15. Roubelakis A, Modi A, Holman M, et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery: the lesser invasive thoracic surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2014;22:72-6.
16. Abu Akar F, Gonzalez-Rivas D, Ismail M, et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery: the Middle East experience. *J Thorac Dis* 2017;9:871-7.
17. Bongiolatti S, Voltolini L, Borgianni S, et al. Uniportal thoracoscopic decortication for pleural empyema and the role of ultrasonographic preoperative staging. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2017;24:560-6.

**Cite this article as:** Ismail M, Nachira D, Meacci E, Ferretti GM, Swierzy M, Englisch JP, Ossami S, Faber S, Congedo MT, Chiappetta M, Petracca Ciavarella L, Margaritora S, Rueckert JC. Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema. *J Thorac Dis* 2018;10(Suppl 31):S3696-S3703. doi: 10.21037/jtd.2018.05.10

## 11. Lebenslauf

**Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.**







## 12. Komplette Publikationsliste

Faber S, Zellner J, Angele P, Loeer I, Niemeyer P, Decisionmaking for concomitant high tibial osteotomy (HTO) in cartilage repair patients based on a nationwide cohort study of 4968 patients, AOTS, Publikation ausstehend

Niemeyer P, Faber S, Standards und aktuelle Trends bei der Behandlung von Knorpelschäden am Kniegelenk, Das Knie, Publikation ausstehend

Niemeyer P, Faber S, Mögliche Anwendungen und Konzepte der Stammzelltherapie am Kniegelenk, Arthroskopie, Publikation ausstehend

Faber, S., Hochrein, A. & Niemeyer, P. Aberranter Verlauf der A. tibialis anterior. Arthroskopie 32, 445–447 (2019) doi:10.1007/s00142-019-00306-9

Faber S: Will man nach dem Praktischen Jahr immer noch Chirurg/in werden? Passion Chirurgie. 2019 Oktober, 9(10): Artikel 04\_01.

Faber S. Nachwuchsmangel in der Chirurgie – Die Sicht der Studierenden, Vortrag im Rahmen des Bundeskongresses Chirurgie 2019

Swierzy M#, Faber S#, Nachira D, Günsberg A, Rückert JC, Ismail M. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies. J Thorac Dis. 2018 Nov;10(Suppl 31):S3720-S3725. #These authors contributed equally to this work

Nachira D, Ismail M, Meacci E, Zanfrini E, Iaffaldano A, Swierzy M, Englisch J, Faber S, Ossami Saidy RR, Vita ML, Porziella V, Rueckert JC, Margaritora S. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax-a propensity matched bicentric study. J Thorac Dis. 2018

Ismail M, Nachira D, Meacci E, Ferretti GM, Swierzy M, Englisch JP, Ossami Saidy RR, Faber S, Congedo MT, Chiappetta M, Petracca Ciavarella L, Margaritora S, Rueckert JC. Uniportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of pleural empyema. J Thorac Dis. 2018 Nov;10(Suppl 31):S3696-S3703.

Faber S., Zellner J., Hochrein A., Spahn G., Niemeyer P. Current Practice of Analysis and Treatment of underlying Varus Deformity in Patients with Cartilage Defects of the medial Femoral Condyle: Data of the German Cartilage Registry (KnorpelRegister DGOU) Vortrag im Rahmen des DKG-Jahreskongresses 2018, Veröffentlichung ausstehend

Braun B., Faber S. Nachwuchssitzungen auf dem DGCH-Kongress Passion Chirurgie, Ausgabe 06/11/2018, S. 26-28

Faber S., Swierzy M., Ismail M., Rückert J.C. Uniportal VATS in der thoraxchirurgischen Notfallversorgung Zentralbl Chir 2017; 142: S67-S112

### **13. Danksagung**

Ich danke meiner Mutter Evi Faber und meinem Ehemann Sami Al Nader für die stetige Unterstützung und das Aushalten meiner teilweise Dissertation-assoziierten Stimmungsschwankungen.

Ein Dank geht auch an meinen Doktorvater Prof. Rückert und die Betreuer Dr. Ismail und Dr. Swierzy.