

# **UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Direktor: Prof. Dr. med. habil. Alwin E. Goetz

## **Vergleich von Lungenfunktionstests nach radikal retropubischen Prostatektomien bei der Kombination von Spinalanästhesie mit Larynxmaske bzw. mit endotrachealer Intubation**

### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Anna Mareile Semrau  
geboren am 21.10.1986 in Haan

Hamburg 2012

**Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 23.05.2013**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende:** Prof. Dr. med. D. Reuter

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in:** Prof. Dr. med. M. Graefen

**Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in:** PD Dr. med. S. Kluge

## **Meiner Familie**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>2</b>
1.1 Die Larynxmaske .....	2
1.2 Der Endotrachealtubus .....	3
1.3 Auswirkungen der Beatmung auf die Lunge .....	3
1.4 Lungenfunktionsmessung .....	5
1.5 Prostatektomie mit Narkoseführung .....	7
1.6 Ziel der Studie .....	8
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>9</b>
2.1 Studiendesign .....	9
2.1.1 Patientenkollektiv .....	10
2.1.2 Narkoseführung nach Studienprotokoll .....	11
2.1.3 Lungenfunktionstests .....	13
2.2 Verwendete Materialien .....	14
2.3 Datenauswertung .....	17
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>18</b>
3.1 Rahmenbedingungen und Gruppenvergleichbarkeit .....	18
3.2 Präoperative Ausgangswerten .....	19
3.3 Lungenfunktion und Spirometrie .....	19
3.4 Sicherheit und Patientenkomfort .....	23
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>25</b>
4.1 Beurteilung der Studienergebnisse und Vergleich mit vorhandener Literatur .....	25
4.2 Methodendiskussion .....	28
4.3 Schlussfolgerung .....	29
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	<b>31</b>
<b>6. Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>32</b>
<b>7. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>34</b>
<b>8. Danksagung</b> .....	<b>41</b>
<b>9. Lebenslauf</b> .....	<b>42</b>
<b>10. Eidesstattliche Erklärung</b> .....	<b>43</b>

## 1. Einleitung

### 1.1 Die Larynxmaske

Ursprünglich wurde die Larynxmaske als Alternative für die Maskenbeatmung entwickelt (10, 49). Die Larynxmaske ist der Anatomie des Hypopharynx angepasst und wird bei korrekter Platzierung durch einen luftgefüllten Cuff gegen diesen abgedichtet. Ihr Lumen öffnet sich zum Larynx hin und kommt unmittelbar oberhalb der Stimmlippen zu liegen. Für die korrekte Platzierung der Larynxmaske ist keine Muskelrelaxierung notwendig, wodurch die Larynxmaske eine attraktive Atemwegssicherung für operative Eingriffe darstellt, die keiner Relaxierung bedürfen. Außerdem ist sie durch ihre einfache Handhabung und schnelle Atemwegssicherung ein fester Bestandteil des "Difficult Airway Management" geworden (7, 20, 52, 58). Durch ihre Lage oberhalb des Larynx ist die Verwendung einer Larynxmaske deutlich weniger invasiv als die endotracheale Intubation mit geringerem Risiko für Verletzungen der Stimmbänder und weniger unerwünschten Folgen wie Heiserkeit und Halsschmerzen (1, 3, 11, 25, 42, 58). Sie kann allerdings keinen äquivalent sicheren Aspirationsschutz wie der Endotrachealtubus (ETT) gewährleisten. Das erhöhte Aspirationsrisiko gegenüber dem ETT kann jedoch unter Beachtung der Kontraindikationen zur Verwendung der Larynxmaske, wie nicht-Nüchternheit, gastrooesophagealer Reflux etc., minimiert werden. Die Larynxmaske stellt somit eine Alternative zur endotrachealen Intubation dar (1, 20, 32, 38, 45, 52, 55) und ist längst Teil der klinischen Routine zur Atemwegssicherung während einer Allgemeinanästhesie geworden (12, 49).

Seit ihrer Einführung 1981 durch ihren Entwickler Dr. Brain wurde die Larynxmaske stetig weiterentwickelt um den Indikationsradius zu erweitern (30, 49, 55). Mit der LMA Supreme™, der Larynxmaske die in dieser Studie Verwendung findet, wurden die Vorteile vieler Larynxmaskenmodelle vereint. Es handelt sich um ein leicht einzuführendes Einmalprodukt das durch den zusätzlichen Einführkanal für eine Magensonde das Regurgitationsrisiko weitgehend minimiert (52, 55, 56). Aufgrund der Weiterentwicklung von Form und Material kann mit dieser Larynxmaske auch mit höheren Beatmungsdrücken ohne oropharyngeale oder gastrale Leckage beatmet werden (12, 25, 30, 32, 54, 55, 56).

## 1.2 Der Endotrachealtubus

Der Goldstandard zur Sicherung der Atemwege ist die Intubation mit einem ETT mit Blockungscuff (23). Der Tubus, der zwischen den Stimmbändern hindurch in die Trachea platziert und dort geblockt wird, dichtet den Respirationstrakt sicher gegen Aspiration ab. Auch andere Beatmungszwischenfälle wie ein Laryngospasmus führen beim ETT nicht zur Hypoventilation, da der Atemweg sicher offen gehalten wird (22).

Zur korrekten Platzierung muss hierfür allerdings eine Laryngoskopie durchgeführt werden. Je nach Größe der Mundöffnung und der Zunge kann dabei die Sicht auf die Stimmritze erschwert sein (2). Bei der Intubation durch unerfahrenes Personal oder unter schwierigen Bedingungen kann es leicht zu Fehlintubationen in den Oesophagus kommen, was bei zu spätem Bemerkens zu einer Hypoxie und zu erhöhtem intragastralem Druck führen kann (23). Durch die Laryngoskopie kann es ebenfalls zu Zahn- oder Weichteilverletzungen kommen, durch die Intubation zu Verletzungen der Stimmbänder oder durch zu festes Blocken des Cuffs zu Nekrosen der Trachea (21, 23, 43, 57). Sehr viel häufigere Nachwirkungen sind jedoch postoperative Heiserkeit, Halsschmerzen oder Hustenreiz (1, 4, 38, 44).

Der ETT ist das sicherste Mittel, den Atemweg zu schützen, und findet seine absolute Indikation exakt in den Kontraindikationen für die Larynxmaske. Für nicht-nüchterne Patienten bzw. die Rapid-Sequenz-Intubation ist der ETT das Mittel der Wahl (23).

## 1.3 Auswirkungen der Beatmung auf die Lunge

Die kontrollierte, mechanische Beatmung mit einem positiven Druck ist unphysiologisch. Die Lunge wird nicht, wie während des physiologischen Atemzyklus, durch einen Unterdruck im Thorax von außen auseinander gezogen, sondern durch einen positiven Druck von innen her dilatiert. Diese unphysiologische Beanspruchung führt zu Traumata des Lungengewebes und zu einer lokalen, nichtinfektiösen Entzündungsreaktion (46).

Zu hohe Beatmungsdrücke können zu einer extraalveolären Luftansammlung führen, dem so genannten Barotrauma (22, 24). Eine Beatmung mit zu hohen Tidalvolumina kann zu einer Überdehnung der Lunge führen, was man als Volutrauma bezeichnet (24). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass es bei jeder Allgemeinanästhesie zu einer Atelektasenbildung in den basalen, abhängigen Lungenarealen bereits kurz

nach Narkoseinduktion kommt (13, 14, 16, 29, 31, 50, 53). Hierbei kollabieren Alveoli und nehmen nicht mehr am Gasaustausch teil.

Die Entstehung von Atelektasen unter Beatmung lässt sich zum einen durch den herabgesetzten Muskeltonus des Diaphragmas und der Thoraxmuskulatur erklären, zum anderen durch den veränderten Mechanismus der Lungenblähung im Vergleich zur physiologischen Atmung. Bei selbständiger, aktiver Inspiration wird die Lunge von allen Seiten her aufgespannt und auseinandergezogen. Hierbei dehnen sich alle Bereiche der Lunge gleichmäßig. Bei der kontrollierten Beatmung durch einen Tubus wird das Atemgas mit Druck durch die Trachea in die Lunge geleitet und dehnt zunächst die Alveolen nahe des Bronchialbaums auf. Ähnlich dem Aufblasen eines Luftballons kommt es dabei zu Druckspitzen in diesen Bronchialbaum-nahen Bereichen, wobei in entfernt liegenden Arealen der Druck nicht ausreicht, um die Alveolen aufzuspannen und ausreichend zu belüften. Diese bleiben kollabiert und nehmen somit nicht am Gasaustausch teil. Durch diese atelektatischen Lungenareale verringert sich die funktionelle Residualkapazität (FRC) (5, 16, 29, 33, 53). Außerdem kommt es zu einem erhöhten Shuntvolumen durch ein Ventilations-/Perfusionsmissverhältnis (5, 16, 31, 37). Da die atelektatischen Bereiche nicht am Gasaustausch teilnehmen, kann das vorbeifließende Blut nicht oxygeniert werden. Die Sauerstoffsättigung im Blut sinkt folglich (24).

Zusätzlich haben Keller und Brimacombe gezeigt, dass ein in die Trachea eingebrachter Tubus die Zilienbeweglichkeit herabsetzt und dadurch der Mucustransport aus der Lunge verlangsamt wird (26). Damit entsteht ein Risiko für Flüssigkeitsansammlung oder Sekretstau in der Lunge (16, 25, 26).

Aus den aufgeführten Gründen ist bei fast allen Patienten die Lungenfunktion postoperativ verschlechtert (29, 33, 37, 53). Einen Einfluss auf die postoperative Lungenfunktion haben aber ebenfalls die Schmerzen des Patienten (6). Adäquate Schmerztherapie hilft somit auch, die postoperative Lungenfunktion zu verbessern (6, 36).

Verschiedene Studien konnten in Bezug auf die postoperative Lungenfunktion zeigen, dass die Larynxmaske der endotrachealen Intubation durch weniger starke Verschlechterung der Sauerstoffsättigung und der geringeren postoperativen restriktiven Respirationsstörung überlegen ist (25, 35, 38, 59). Zoremba et al. zeigten

dieses speziell für die Verwendung der Larynxmaske bei moderat übergewichtigen Patienten (59).

Atemwegskomplikationen machen einen großen Teil der peri- und postoperativen Morbidität und Letalität aus. Vor allem postoperative pulmonale Komplikationen wie Desaturation und Hypoventilation sind häufig (8, 53). Durch das Einbringen von Atemwegshilfsmitteln in den Respirationstrakt besteht außerdem immer das Risiko, Keime mit einzubringen. Dies kann zu Infektionen bis hin zur Pneumonie führen (18, 40). Das Risiko für diese Komplikationen ist erhöht bei Patienten > 60 Jahre, adipösen Patienten, Patienten mit Rauchervorgeschichte und bei Patienten mit einer neoplastischen Erkrankung (8, 15). Aber auch Eingriffe im oberen Abdominal- oder im Thoraxraum erhöhen das Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen (8, 33).

#### 1.4 Lungenfunktionsmessung

Die schnellste und einfachste Methode, Atemstromstärken und Lungenvolumina zu messen, ist die Spirometrie mittels eines Pneumotachographen (39, 47). Bei dieser nichtinvasiven Methode nimmt der Patient ein Mundstück zwischen die Zähne und führt nach Aufforderung verschiedene Atemmanöver durch (17, 34).

Aus dem, an einem definierten Widerstand gemessenen, flussproportionalen Druckabfall wird, nach dem Ohm'schen Gesetz, bei der Pneumotachographie der Atemfluss bestimmt. Alle Messwerte werden mit BTPS-Bedingungen (Temperatur = 310,15 K (Körpertemperatur),  $p =$  tatsächlicher Luftdruck, Wasserdampfpartialdruck  $p(\text{H}_2\text{O}) = 6,25 \text{ kPa}$ ) angegeben. Die inspiratorischen Größen werden zwar unter ATP-Bedingungen (Umgebungsmessbedingungen: Temperatur = Zimmertemperatur,  $p =$  tatsächlicher Luftdruck,  $p(\text{H}_2\text{O}) =$  tatsächlicher Wasserdampfpartialdruck) erhoben aber ebenfalls auf BTPS-Bedingungen korrigiert angegeben (17, 34).

Die mit der Pneumotachographie erhobenen Messparameter werden in statische und dynamische Lungenvolumina unterschieden (8, 17, 39).

#### **Vitalkapazität (VC)**

Das wichtigste statische Lungenvolumen ist die Vitalkapazität (VC). Die Vitalkapazität ist die Volumendifferenz zwischen vollständiger Inspiration bis zur Totalkapazität und vollständiger Expiration bis zum Residualvolumen. Die Vitalkapazität kann als

inspiratorische Vitalkapazität (IVC) oder bei einer forcierten Expiration gemessen werden (FVC). Anhand der Einschränkung der IVC (angegeben in % des Sollwerts) lässt sich der Schweregrad einer Restriktiven Ventilationsstörung bestimmen (17, 34).

### **Einsekundenkapazität (FEV1)**

Das wichtigste dynamische Lungenvolumen ist die Einsekundenkapazität (FEV1). Das Atemmanöver zur Messung der Einsekundenkapazität, der sogenannte Tiffeneau-Test, ermöglicht außerdem die Bestimmung der maximalen expiratorischen Stromstärken. Der Patient wird aufgefordert zügig bis zur Totalkapazität einzuatmen und sofort danach, ohne die Luft anzuhalten (Pause <1s), mit maximaler Anstrengung bis zur Residualkapazität auszuatmen. Die Expiration dauert mehrere Sekunden.

Eine Verminderung des Tiffeneau-Index (FEV1/IVC) auf Werte unterhalb der 5. Perzentile definiert eine obstruktive Ventilationsstörung (17, 34, 39).

### **Spitzenfluss (PEF)**

Die maximal erreichbare Atemstromstärke bei forcierter Expiration ist der Spitzenfluss PEF (Peak Expiratory Flow). Er wird an der Fluss/Volumen-Kurve abgelesen. Der PEF korreliert mit dem Schweregrad einer obstruktiven Ventilationsstörung und wird als Verlaufsparemeter verwendet (8, 17, 34).

### **Maximale expiratorische Flüsse bei x % der Vitalkapazität (MEF<sub>25</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>75</sub>)**

Die maximalen Atemstromstärken, nachdem ein Viertel, die Hälfte bzw. drei Viertel der forcierten Vitalkapazität ausgeatmet sind, lassen sich an der Fluss-/Volumen-Kurve ablesen. Der Index gibt jeweils an, wie viel der FVC noch ausgeatmet werden kann: MEF<sub>75</sub> gibt also die maximale Atemstromstärke an, nachdem ein Viertel der FVC ausgeatmet wurde (17, 34).

Die maximalen expiratorischen Flüsse sind empfindliche Indikatoren für Veränderungen in den kleinen Atemwegen und können beginnende Obstruktionen detektieren (17, 34).

## 1.5 Prostatektomie und Narkoseführung

Für ein Prostatakarzinom im Stadium T1-T3a nach TNM-Klassifikation ohne Fernmetastasen stellt die radikale retropubische Prostatektomie (RRP) die kurative Therapie der Wahl dar. Wenn der Tumor die Kapsel der Prostata noch nicht durchbrochen hat, kann unter Schonung der Nervi cavernosi operiert werden. Der retropubische Zugang zur Prostata hat den älteren Weg, des perinealen Zugangs, aufgrund geringerer Komplikationsraten und verbesserten postoperativen Kontinenz- und Potenzraten abgelöst (9). Walsh, Huland und Mitarbeiter haben diese Operationstechnik dahingehend weiterentwickelt (41).

Die Narkoseführung für die RRP in der Martiniklinik beruht auf einem Fast-Track-Konzept. Bei klassischer Narkoseführung wird in der Martiniklinik für die RRP eine Spinalanästhesie mit einer Allgemeinanästhesie kombiniert, wodurch der perioperative Blutverlust und das postoperative Schmerzniveau gesenkt und die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum und im Krankenhaus verkürzt werden sollen.

Die intraoperative Narkoseführung wird als total intravenöse Anästhesie (TIVA) durchgeführt, bei der die Propofol -Applikation kontinuierlich über einen Perfusor erfolgt, und verfolgt das Konzept der restriktiven Flüssigkeitstherapie während der operativen Präparation der Prostata. Bei unkompliziertem Verlauf wird die Extubation angestrebt und der Patient im Aufwachraum für mindestens 2 Stunden überwacht (41).

Die Spinalanästhesie, die bei diesem Konzept mit der Allgemeinanästhesie kombiniert wird, ist eine rückenmarksnahe Regionalanästhesie, bei der Lokalanästhetika in den Liquorraum injiziert werden um die Signalübertragung der Spinalnerven zu blockieren. Das applizierte Lokalanästhetikum blockiert Natriumkanäle und verhindert die Bildung von Aktionspotentialen und damit die Reizweiterleitung der spinalen Nerven (51). Die Sensorik und Motorik der unteren Körperhälfte sowie das sympathische Nervensystem können somit blockiert werden. Je nach Dichte und Dosis des Lokalanästhetikums sowie der Lagerung des Patienten kann die Ausbreitung der Wirkhöhe oder -seite variiert werden (51).

Die Risiken einer Spinalanästhesie sind Hämatome im Punktionsbereich, Infektionen und Nervenschäden, außerdem postpunktioneller Kopfschmerz und Rückenschmerzen. Direkt nach der Injektion kann es zu plötzlicher Hypotonie kommen. Kontraindikationen für eine Spinalanästhesie sind lokale Infektion der Haut,

erhöhter Hirndruck, Blutungsneigung und starke Verformung der Wirbelsäule (51).

Die Spinalanästhesie findet vor allem Anwendung bei kleineren Operationen an der unteren Extremität oder bei der Sectio Caesarea und bietet den Vorteil, dass der Patient ohne Allgemeinanästhesie operiert werden kann und somit systemisch wirksame Medikamente und eine maschinelle Beatmung vermieden werden können. Studien zeigen unter Spinalanästhesie geringeren Blutverlust, schnellere postoperative Rekonvaleszenz und geringere Komplikationsraten (40).

Die Studienlage zu der Kombination von Spinalanästhesie und Allgemeinanästhesie ist noch nicht eindeutig, lässt aber einige Vorteile vermuten. Die Kombination von Spinalanästhesie mit einer Allgemeinanästhesie verringert durch den analgetischen Effekt der Spinalanästhesie den Opiatbedarf während der Narkose und verringert damit die postoperative Beeinflussung von Blasen- und Darmmotilität (48). Dies sind Kriterien, die stark mit der Krankenhausverweildauer korrelieren. Außerdem wird durch die Blockierung des sympathischen Nervensystems die Stressantwort des Körpers verringert (40).

#### 1.6 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Studie ist zu untersuchen, ob die Verwendung einer Larynxmaske bei Patienten die sich einer RRP unterziehen müssen, im Vergleich zur endotrachealen Intubation einen Einfluss auf die postoperative Lungenfunktion zeigt. Gleichzeitig soll evaluiert werden, ob der Gebrauch einer Larynxmaske ein erhöhtes Risiko an Atemwegskomplikationen mit sich führt.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Vor Beginn der Untersuchungen wurde die Genehmigung der Ethik- Kommission der Ärztekammer Hamburg unter dem Aktenzeichen PV 3300 eingeholt. Jeder Studienteilnehmer wurde ausführlich über den Ablauf der Studie informiert und die Funktionsweise der spirometrischen Untersuchung erklärt. Danach gab er sein schriftliches Einverständnis.

Die Studie wurde in der Martiniklinik, einem spezialisierten Prostatazentrum, durchgeführt. Von jedem teilnehmenden Patienten wurden präoperativ die Daten: Alter, Größe, Gewicht, BMI, Zahnstatus, Nikotinabusus, Refluxkrankheit, Hiatushernie, Kieferschmerzen und Hals-/Schluckbeschwerden erhoben.

Es wurde der Schwierigkeitsgrad der endotrachealen Intubation mittels Mallampati-Klassifikation eingeschätzt (2) und der körperliche Zustand der Patienten nach der ASA-Klassifikation eingestuft. Außerdem wurden die Patienten speziell nach postoperativer Übelkeit (PONV) bei vergangenen Operationen befragt.

Am Tag vor der Operation wurde die periphere Sauerstoffsättigung mit einem Pulsoxymeter bei Raumluft und die Lungenfunktion durch eine nicht- invasive Spirometrie mit einem Spirometer bestimmt um Ausgangswerte festzustellen. Ermittelt wurden neben der peripheren Sauerstoffsättigung ( $SpO_2$ ), die Vitalkapazität (VC), die forcierte Vitalkapazität (FVC), die Einsekundenkapazität (FEV1), die mittleren expiratorischen Flüsse ( $MEF_{75}$ ,  $MEF_{50}$ ,  $MEF_{25}$ ) und der Peakflow (PEF). Das Verhältnis FEV1/FVC wurde daraus berechnet.

Die Vergleichbarkeit der prä- und postoperativen Daten aller Patienten wurde durch ein standardisiertes Narkoseprotokoll gewährleistet. Die Narkosetiefe wurde durch einen EEG basierten Bispektralindex (BIS) überwacht. Die Beatmungsspitzen drücke wurden halbstündlich dokumentiert. Bei der Extubation bzw. Entfernung der Larynxmaske wurden Husten, Pressen, Würgen oder Regurgitation festgehalten. Nach der Verlegung der Patienten in den Aufwachraum und ausreichender Vigilanz wurde die Sauerstoffsättigung bei Raumluft gemessen und die

Lungenfunktionsmessungen zur Bestimmung der Vitalkapazität (VC), der forcierten Vitalkapazität (FVC), der Einsekundenkapazität (FEV1), der mittleren expiratorischen Flüsse (MEF<sub>75</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>25</sub>) und des Peakflows (PEF) durchgeführt.

Dies wurde stündlich bis zu der Verlegung auf die Station wiederholt. Dabei wurde außerdem die angegebene Schmerzstärke der Patienten nach einer visuellen Analogskala (VAS) dokumentiert. Vor Verlegung auf Station wurden die Patienten nach Halsschmerzen, PONV und Kieferschmerzen befragt. Bei der Visite am ersten postoperativen Tag wurden erneut Pulsoxymetrie, Spirometrie und die Fragen nach Schmerzen, PONV, Hals- und Kieferschmerzen wiederholt.

### 2.1.1 Patientenkollektiv

100 männliche Patienten, die sich einer radikalen retropubischen Prostatektomie unterziehen mussten, wurden in die prospektive, randomisierte, einfach-blinde Studie eingeschlossen. Je 50 Patienten wurden durch ein computergeneriertes Losverfahren zufällig auf zwei Gruppen verteilt. In der einen Gruppe (Gruppe 1: LMA) wurde die Atemwegssicherung durch eine Larynxmaske mit der Spinalanästhesie kombiniert, in der anderen Gruppe (Gruppe 2: Tubus) wurde die endotracheale Intubation mit einer Spinalanästhesie kombiniert.

#### Einschlusskriterien:

Eingeschlossen wurden alle Patienten, die das 18. Lebensjahr vollendet hatten, die sich einer radikalen retropubischen Prostatektomie in der Martini-Klinik unterziehen mussten und keine Kontraindikationen für die Verwendung einer Larynxmaske aufwiesen. Eine Nahrungskarenz von 6 Stunden zur Narkoseeinleitung musste eingehalten werden.

#### Ausschlusskriterien:

Ausgeschlossen wurden Patienten unter 18 Jahren, Patienten mit klinischen Kontraindikationen für die Verwendung einer Larynxmaske wie z.B.: Aspirationsrisiko durch Hiatushernie/ Refluxerkrankung und Patienten mit klinischen Kontraindikation für eine Spinalanästhesie oder bei Ablehnung derselben durch den Patienten.

Patienten mit voraussehbar bzw. bekannt schwierigen Intubationsverhältnissen

(Mundöffnung < 2,5cm, eingeschränkte Hals-/Kopfbeweglichkeit) und Patienten mit geplanter Verlegung auf IMC oder Intensivstation wurden ebenfalls ausgeschlossen.

Abbruchkriterien:

Abbruchkriterien für beide Studiengruppen waren das Fehlschlagen der Insertion des jeweiligen Atemweghilfsmittels, Fehlschlagen der Spinalanästhesie, Nicht-durchführbarkeit einer Spirometrie oder der Wunsch des Patienten.

### 2.1.2 Narkoseführung nach Studienprotokoll

Die Patienten erhielten am Vorabend 30 µg Flurazepam und eine Stunde vor der Operation 7,5 mg Midazolam oral als Prämedikation. Nach Überprüfung der Personalien des nüchternen Patienten wurde ein Standardmonitoring bestehend aus EKG, nichtinvasiver Blutdruckmessung und Pulsoxymetrie angelegt. Die Überwachung erfolgte mit einem Dräger Infinity Delta Monitor.

Die Punktion der Spinalanästhesie erfolgte unter streng sterilen Kautelen nach vorangegangener Lokalanästhesie mit Lidocain 1%, in Höhe L3/4 oder L2/3. Bei sicherer Liquoridentifizierung erfolgte die Applikation einer Mischung aus 4ml Bupivacain 0,5% isobar und 5 µg Sufentanil. Die Dosierung erfolgte körpergrößenadaptiert. Nach mindestens 3 Minuten Präoxygenierung wurde die Narkose intravenös mit 0,4 µg/kgKG Sufentanil und 5 µg/ml als Target-Controlled-Infusion (TCI)-Zielwert für Propofol eingeleitet. Das Propofol wurde durch eine Fresenius Vial Orchestra TCI Pumpe appliziert. Nach erfolgreicher Maskenbeatmung wurde in der Tubusgruppe die Muskelrelaxierung mit Rocuronium 0,6 mg/kgKG durchgeführt und anschließend der Atemweg gesichert. In der LMA-Gruppe fiel die Muskelrelaxierung weg. Jeweils vor Insertion/Intubation und direkt danach wurden Herzfrequenz (HF), mittlerer Blutdruck (MAD) und die periphere Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>) dokumentiert.

In Gruppe 1 (LMA) wurde die LMASupreme™ in Größe 4 für Patienten zwischen 50 und 70kg und in Größe 5 für Patienten mit einem Gewicht über 70kg eingeführt. Die Larynxmaske wurde in 2-Personen-Technik durch eine Anästhesiefachpflegekraft unter Aufsicht des Anästhesisten eingeführt. Der Cuff wurde geblockt und die Maske an das Beatmungssystem angeschlossen. Waren Leckagegeräusche zu hören, wurde

die Lage der Larynxmaske gegebenenfalls noch etwas korrigiert oder der Cuffdruck verändert. Nach erfolgreicher Maskeninsertion wurde die kontinuierliche Propofolapplikation auf 3 µg/ml reduziert. Die Larynxmaske wurde durch Klebestreifen fixiert. Eine Magensonde wurde durch den vorgesehenen Kanal eingebracht. Die Dauer von "Start Propofol" bis "Larynxmaskenlage korrekt" wurde dokumentiert.

60s nach Muskelrelaxierung wurde in der Tubusgruppe mittels Laryngoskopie die Stimmritze dargestellt und ein Lo-contour™ Murphy Tubus der Marke Mallinckrodt® Größe 8,0 unter Sicht in die Trachea eingeführt. Dann wurde der Tubus sofort geblockt. Der Cuffdruck wurde mittels eines Cuffdruckmessers überprüft. Die Dauer der Narkoseeinleitung wurde gemessen von "Start Propofol" bis "Tubuslage korrekt", sichtbar durch einen atemsynchronen CO<sub>2</sub>-Rückstrom der Kapnometrie. Nach erfolgreicher Intubation wurde die Propofolapplikation auf 3 µg/ml reduziert, der Tubus fixiert und eine Magensonde wurde durch die Nase eingebracht.

30 Minuten vor dem Hautschnitt wurde bei fehlenden Kontraindikationen 1g Cafazolin i.v. als antibiotische Prophylaxe appliziert.

Die Beatmung erfolgte in beiden Gruppen volumenkontrolliert mit einem Dräger Primus Infinity Beatmungsgerät mit einer Sauerstoffkonzentration von 40%, einem Atemzugvolumen (AZV) von 6-8 ml/kgKG, einem Inspiration-zu-Expiration-Verhältnis von 1:1,5 und einem positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) von 5 cmH<sub>2</sub>O. Die Beatmungsspitzen drücke wurden halbstündlich dokumentiert. Die Narkosetiefe wurde durch einen Bispektralindex (BIS X Aspect Medical Systems Inc.) überwacht und Werte zwischen 30 und 50 angestrebt. Dieser Bereich gilt als sichere, tiefe Narkose bei völliger Bewusstlosigkeit (19, 49). Waren die Werte < 30, wurde die Laufrate der Propofol-TCI-Pumpe verringert, lagen die Werte des BIS > 50, wurde die Narkose, durch Erhöhung der Propofollaufrate, vertieft. Zu Beginn der Fasziennaht erhielt der Patient 1g Novaminsulfon als Kurzinfusion i.v. als Analgesie für die postoperative Phase. Die Extubation bzw. Entfernung der Larynxmaske erfolgte bei wiedergekehrten Schutzreflexen, ausreichender Spontanatmung und ausreichender Vigilanz. Die Extubation erfolgte unter Blähen der Lunge. Zwischenfälle wie Husten, Pressen, Würgen oder Aspiration wurden dokumentiert, ebenso wie mittlerer Blutdruck (MAD), Herzfrequenz (HF) und periphere Sauerstoffsättigung vor und nach Extubation bzw. Entfernung der Larynxmaske. Der Gesamtverbrauch von Sufentanil, Propofol und

Noradrenalin wurde dokumentiert und die Anästhesiezeit (Intubation- Extubation) und Operationsdauer (Schnitt- Naht) festgehalten.

Der Patient wurde anschließend im Aufwachraum überwacht. Anhand einer Visuellen Analog Skala (VAS) wurde der Patient aufgefordert, sein Schmerzniveau zu objektivieren, um eine optimale Analgesie zu ermöglichen. Es wurde jeweils ein VAS-Wert in Ruhe und ein VAS-Wert bei Husten dokumentiert. Die spirometrischen Messungen wurden nach Ankunft im Aufwachraum begonnen sobald die Vigilanz des Patienten dies zuließ. Sie wurden stündlich wiederholt bis zur Verlegung des Patienten auf die periphere Station.

### 2.1.3 Lungenfunktionstests

Die Spirometrie wurde bei jedem Patienten zunächst am präoperativen Tag durchgeführt. Damit die Ausgangswerte mit den postoperativen Werten vergleichbar waren, wurde die Spirometrie nicht, wie sonst üblich, im Sitzen durchgeführt, sondern, entsprechend der Lagerung im Aufwachraum, auf dem Bett liegend mit 30° hochgestelltem Oberkörper.

Zunächst wurden den Studienteilnehmern die Atemmanöver erklärt. Währenddessen wurde die periphere Sauerstoffsättigung bei Raumluft mit einem Weinmann Oxycount® mini Pulsoximeter gemessen. Danach wurde die Nase des Patienten mittels einer Nasenklemme luftdicht verschlossen. Der Patient wurde aufgefordert, nach einigen ruhigen Atemzügen, das Mundstück des Spirometers zwischen die Zähne zu nehmen, mit den Lippen dicht abzuschließen und zügig so tief wie möglich einzuatmen und ohne Pause mit maximaler Atemanstrengung auszuatmen. Dieses Atemmanöver wurde dreimal wiederholt. Dann wurde der Patient aufgefordert, durch das Mundstück ruhig zu atmen. Nach dem Ertönen eines Signaltons des Spirometers wurde der Patient angewiesen, so tief wie möglich durch das Mundstück Luft zu holen und wenn keine weitere Inspiration mehr möglich war, forciert auszuatmen bis wiederum die maximale Expirationslage erreicht war.

Am Tag der Operation wurde die Spirometrie stündlich im Aufwachraum durchgeführt. Die erste Messung wurde so bald wie möglich nach der Extubation durchgeführt, jedoch erst bei ausreichender Vigilanz und der wiedergewonnenen Fähigkeit, das Spirometer selbständig zu halten, die Atemkommandos zu befolgen und sich zu der

Stärke seiner Schmerzen zu äußern.

Großer Wert wurde darauf gelegt, dass der Patient vor der Messung seine Schmerzen anhand einer Visuellen Analog Skala (VAS) in Ruhe und bei Husten objektiviert. Nur bei Werten  $< 4$  bei Husten wurde die Messung durchgeführt, um Verfälschung der Werte wegen durch Schmerzen verschlechterter Mitarbeit des Patienten zu verhindern. Gab der Patient Schmerzen  $> 4$  bei Husten an, so erhielt er 3,75mg Piritramid i.v. und die Messung wurde um 15 Minuten verschoben.

Die Atemmanöver der postoperativen Spirometrie entsprachen den präoperativen Atemmanövern. Die Messung der peripheren Sauerstoffsättigung erfolgte wiederum vor der Spirometrie und bei Raumluft, die im Aufwachraum übliche Sauerstoffinsufflation wurde solange unterbrochen. Der Ablauf der Messung wurde dem Patienten jedes Mal wieder erklärt. Zusätzlich wurde dem Patienten empfohlen, mit der freien Hand Druck auf die Narbe auszuüben, um den Dehnungsschmerz bei den Atemmanövern zu minimieren.

Am ersten postoperativen Tag wurde der Patient auf Station visitiert und die Spirometrie wurde nach dem gleichen Schema wie zuvor nach vorangegangener Messung der peripheren Sauerstoffsättigung, nochmals durchgeführt. Sein Schmerzniveau in Ruhe und bei Husten wurde mittels VAS erhoben.

Schmerzen  $> 4$  wurden ggf. mit Novaminsulfon 1g i.v. als Kurzinfusion therapiert, in diesem Fall wurde die Messung um 15 Minuten verschoben.

## 2.2 Verwendete Materialien

### LMA Supreme™

Die LMA Supreme™ ist ein latexfreier Einmal-Artikel der Firma LMA Deutschland GmbH und besteht aus einer Maske, die in der Form dem Hypopharynx angepasst und mit einem Cuff gegen diesen abgedichtet ist. Ihr Lumen öffnet sich zum Larynx hin. Die Maskenspitze kommt, bei korrekter Platzierung, direkt im oberen Ösophagusphinkter zu liegen. In der Maskenspitze endet der Drainagekanal, der längs durch den Maskenboden verläuft und durch den die Insertion einer 14 Fr Magensonde möglich ist. Der Cuff kann durch einen Inflationsschlauch geblockt werden. Am Ende des Inflationsschlauches befindet sich ein Kontrollballon mit einem Ventil, an dem die Blockerspritze angesetzt werden kann. Der Cuff hat ein

Fassungsvermögen von 45ml. Der Tubus, der die Maske mit dem Beatmungsschlauch verbindet, der LMA Evolution Curve™ Atemwegstubus, besteht bei der LMA Supreme™ aus steifem medizinischen PVC und ist anatomisch vorgebogen. Dies ermöglicht die Einführung der LMA Supreme™ ohne Zuhilfenahme einer Einführhilfe. Der Querschnitt des Tubus ist queroval und im Bereich der Zähne verstärkt um eine Komprimierung des Lumens zu verhindern. Der Drainagetubus verläuft mit durch den gebogenen Beatmungstubus und endet kranial des 15mm Standardkonnektors des Beatmungstubus. Zur sicheren Fixierung der LMA Supreme™ ist sie oberhalb des Zugangs zum Drainagetubus mit einer rechtwinklig zum Tubus abstehenden Plastikplatte, dem Fixierungssteg, ausgestattet. Ein darüber geklebter Pflasterstreifen soll die Lage der Maske sichern (20).



Abb. 1: Die LMA Supreme™

(Quelle: Gebrauchsanweisung LMA Supreme™ Deutsch, Ausgabe PAJ-2103-000RevD)

### Lo-contour™ Murphy Tubus

In der Tubusgruppe wurde der Lo-contour™ Murphy Tubus der Marke Mallinckrodt®

Größe 8,0 zur Atemwegssicherung verwendet. Hierbei handelt es sich um einen Endotrachealtubus mit einem länglichen Blockungscuff. Der Cuff hat ein großes Volumen und übt einen möglichst geringen Druck auf die Trachea aus, um Durchblutungsstörungen zu vermeiden. Seitlich, etwas oberhalb der Tubusspitze, verfügt dieser Tubus über ein zusätzliches Loch, das Murphy-Eye, das für den Fall einer zu tiefen, bronchialen Intubation eine Ventilation des anderen Lungenflügels ermöglichen soll (21).

#### TCI Perfusor

Die Applikation des Propofols erfolgte durch eine Orchestra TCI Pumpe der Firma Fresenius Vital.

#### Spirometer

Die Lungenfunktionstests wurden durchgeführt mit einem Spirobank G Spirometer der Firma MIR.



Abb.2: Spirobank G Spirometer der Firma MIR.

(Quelle:[http://www.spirometry.com/Gallery/512/W\\_bankGusb\\_bocc\\_FVC.jpg](http://www.spirometry.com/Gallery/512/W_bankGusb_bocc_FVC.jpg), besucht am 14.04.12)

#### Pulsoxymeter

Die Sauerstoffsättigung des peripheren Blutes wurde durch ein Oxycount ® mini Pulsoximeter der Firma Weinmann ermittelt.

## Bispektralindex

Der Bispectralindex wurde mittels eines BIS-Gerätes der Firma Aspect Medical Systems Inc. ermittelt. Der Zielwert lag zwischen 30 und 50. Der Bispectralindex ist ein dimensionsloser Zahlenwert zwischen 0 und 100, der anhand einer EEG Messung die Aktivität des Hirns und damit den Grad der Sedationstiefe des Patienten wiedergibt. Studien haben gezeigt, dass bei einer BIS- kontrollierten Narkose weniger Propofol verbraucht wird, dass die Patienten schneller extubiert werden können und früher die Orientierung zu Zeit, Person und Ort wiedererlangen. Dies führt zu einer rascheren Verlegbarkeit auf die periphere Station (19).

## 2.3 Datenauswertung

Alle erhobenen Daten wurden zunächst in das Computerprogramm Microsoft Excel für Windows eingegeben. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm IBM SPSS Statistics Version 18 der Firma SPSS. Die postoperativen Messwerte wurden im Verhältnis zu den präoperativen Werten angegeben. Die Signifikanzprüfung wurde mittels des T-Tests durchgeführt. Werte für  $p < 0,05$  wurden als statistisch signifikant angesehen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Rahmenbedingungen und Gruppenvergleichbarkeit

Es wurden 100 männliche Patienten in die Studie eingeschlossen. In Gruppe 1 wurden 50 Patienten durch eine Larynxmaske beatmet, in Gruppe 2 wurden die anderen 50 Patienten durch einen Endotrachealtubus beatmet.

Der Vergleich der demographischen und biometrischen Daten der beiden randomisierten Gruppen ergab größtenteils keine signifikanten Unterschiede. Die Tubusgruppe enthielt jedoch signifikant mehr Patienten, die der ASA-Klassifikation 3 zugeordnet worden waren.

Die Differenz des Medikamenten- Gesamtverbrauchs zwischen beiden Gruppen ist für keines der Medikamente signifikant.

Die Narkose- und OP-Dauer zwischen beiden Studiengruppen zeigte ebenfalls keinen signifikanten Zeitunterschied.

Tabelle 1: Rahmenbedingungen und Gruppenvergleichbarkeit

	LMA	ETT	p
Alter [Jahre]	66 ± 6,03	66 ± 6,11	0,75
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	27,01 ± 2,75	26,80 ± 2,94	0,71
ASA [2/3]	46/4	42/8	<b>0,03</b>
Operationsdauer [min]	188 ± 40	187 ± 30	0,94
Narkosedauer [min]	229 ± 40	232 ± 32	0,66
AWR Zeit [min]	156 ± 33	154 ± 27	0,76
Propofol Verbrauch [mg/kg/h]	5,78 ± 0,73	5,76 ± 0,70	0,89
Sufentanil Verbrauch [µg]	37,80 ± 10,55	39,30 ± 11,29	0,49
Noradrenalin Verbrauch [µg/min]	2,33 ± 1,84	2,37 ± 2,13	0,93
Postoperativer Piritramid Verbrauch [mg]	6,15 ± 6,68	6,23 ± 4,19	0,95

BMI: Body-Mass-Index, ASA: Klassifikation der American Society of Anesthesiologists zur Beurteilung des körperlichen Zustandes, AWR: Aufwachraum

### 3.2 Präoperative Ausgangswerte

Der Vergleich der präoperativen peripheren Sauerstoffsättigung und der Lungenfunktion (Tabelle 2) sowie präoperativer Herzfrequenz und Blutdrücke (Tabelle 3) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Studiengruppen.

Tabelle 2: Die präoperative Lungenfunktion und periphere Sauerstoffsättigung

	LMA	ETT	p
SpO <sub>2</sub> [%]	96,38 ± 1,29	96,46 ± 1,23	0,75
VC [l]	4,03 ± 0,66	3,98 ± 0,73	0,73
FVC [l]	3,69 ± 0,73	3,50 ± 0,67	0,18
FEV1 [l]	3,14 ± 0,57	3,07 ± 0,58	0,57
FEV1/VC [%]	78,11 ± 9,62	77,64 ± 9,51	0,46
MEF <sub>75</sub> [l/s]	7,14 ± 1,86	7,28 ± 1,93	0,85
MEF <sub>50</sub> [l/s]	4,55 ± 4,43	4,32 ± 1,88	0,33
MEF <sub>25</sub> [l/s]	1,94 ± 1,58	1,99 ± 1,23	0,71
PEF [l/s]	8,62 ± 2,02	8,36 ± 1,89	0,64

SpO<sub>2</sub> : periphere Sauerstoffsättigung, VC: Vitalkapazität, FVC: Forcierte Vitalkapazität, FEV1: Einsekundenkapazität, MEF<sub>75-25</sub>: Maximal expiratorische Flüsse, PEF: Spitzenfluss

Tabelle 3: Hämodynamik vor Beginn der Narkose

	LMA	ETT	p
HF [min <sup>-1</sup> ]	67,18 ± 13,63	68,42 ± 10,61	0,62
MAD [mmHg]	102,61 ± 13,03	105,0 ± 12,89	0,36

HF: Herzfrequenz, MAD: Mittlerer arterieller Druck

### 3.3 Lungenfunktion und Spirometrie

Die postoperative Sauerstoffsättigung im AWR war über die ersten zwei Stunden gegenüber den Ausgangswerten erhöht. 24 Stunden postoperativ war die periphere Sauerstoffsättigung in der Intubationsgruppe signifikant vermindert, in der Larynxmasken-Gruppe wurden die Ausgangswerte wieder erreicht. Der Unterschied der peripheren Sauerstoffsättigung zwischen beiden Studiengruppen 24 Stunden

postoperativ ist signifikant (Tabelle 4).

Tabelle 4: Postoperative Sauerstoffsättigung

Prozentuale Veränderungen der Sättigungswerte im Vergleich zum präoperativen Ausgangswert (p1) und zwischen beiden Gruppen (LMA und ETT) verglichen (p2)

	Prozentuale Veränderung	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>
SpO <sub>2</sub> bei AWR Ankunft LMA	+ 0,11 ± 1,93	0,7	0,15
SpO <sub>2</sub> bei AWR Ankunft ETT	- 0,488 ± 2,16	0,11	
SpO <sub>2</sub> AWR nach 1 h LMA	+ 1,09 ± 1,72	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,02</b>
SpO <sub>2</sub> AWR nach 1 h ETT	+ 0,24 ± 1,83	0,38	
SpO <sub>2</sub> AWR nach 2 h LMA	+ 0,77 ± 1,69	<b>&lt;0,0001</b>	0,23
SpO <sub>2</sub> AWR nach 2 h ETT	+ 0,34 ± 1,71	0,17	
SpO <sub>2</sub> 24 h postoperativ LMA	+ 0,07 ± 1,36	0,75	<b>0,02</b>
SpO <sub>2</sub> 24 h postoperativ ETT	- 0,78 ± 2,14	<b>0,01</b>	

SpO<sub>2</sub>: periphere Sauerstoffsättigung, AWR: Aufwachraum

Die postoperative Lungenfunktion ergab in beiden Studiengruppen verminderte Messwerte gegenüber den Ausgangswerten und einen erhöhten FEV1/VC Quotienten. Die FEV 1 (Einsekundenkapazität) bei Ankunft im Aufwachraum war in der Intubationsgruppe signifikant stärker gefallen als in der Larynxmasken-Gruppe gegenüber dem Ausgangswert.

Alle anderen postoperativen Lungenfunktionsparameter wiesen lediglich tendenzielle aber keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Studiengruppen auf (Tabelle 5)

Tabelle 5: Postoperative Lungenfunktionsmessung

Postoperative Lungenfunktionswerte im Verhältnis zu den Ausgangswerten jeweils bei Ankunft im AWR, nach einer Stunde, nach zwei Stunden und bei der Visite auf Station 24 Stunden postoperativ

	LMA	ETT	p
VC AWR Ankunft	-24.68 ± 15.98	-32.16 ± 22.21	0.06
VC AWR nach 1 h	-15.77 ± 17.46	-22.27 ± 18.12	0.07
VC AWR nach 2 h	-12.45 ± 13.90	-14.46 ± 15.53	0.51
VC 24 h postop	-16.15 ± 13.85	-18.70 ± 15.38	0.39
FVC AWR Ankunft	-19.33 ± 13.70	-25.41 ± 27.76	0.17
FVC AWR nach 1 h	-13.35 ± 13.36	-18.12 ± 21.05	0.18
FVC AWR nach 2 h	-8.32 ± 12.86	-10.56 ± 21.50	0.54
FVC 24 h postop	-13.50 ± 15.99	-13.93 ± 23.45	0.91
FEV 1 AWR Ankunft	-22.67 ± 13.50	-30.34 ± 20.45	<b>0.03</b>
FEV 1 AWR nach 1 h	-16.16 ± 15.17	-19.52 ± 19.84	0.34
FEV 1 AWR nach 2 h	-10.15 ± 13.40	-13.47 ± 19.56	0.33
FEV 1 24 h postop	-13.82 ± 13.89	-15.40 ± 20.83	0.66
FEV1/VC AWR Ankunft	4.74 ± 16.49	6.61 ± 31.16	0.71
FEV1/VC AWR nach 1 h	1.88 ± 20.70	5.28 ± 21.99	0.43
FEV1/VC AWR nach 2 h	4.16 ± 19.65	1.33 ± 14.03	0.43
FEV1/VC 24 h postop	3.89 ± 13.71	4.92 ± 20.40	0.77
MEF <sub>75</sub> AWR Ankunft	-31.43 ± 25.99	-38.74 ± 28.33	0.18
MEF <sub>75</sub> AWR nach 1 h	-24.18 ± 23.70	-28.97 ± 20.20	0.28
MEF <sub>75</sub> AWR nach 2 h	-16.18 ± 24.05	-25.84 ± 21.83	0.44
MEF <sub>75</sub> 24 h postop	-20.34 ± 22.66	-21.56 ± 19.88	0.78
MEF <sub>50</sub> AWR Ankunft	-20.79 ± 28.07	-28.93 ± 30.50	0.17
MEF <sub>50</sub> AWR nach 1 h	-16.67 ± 28.45	-16.32 ± 26.48	0.95
MEF <sub>50</sub> AWR nach 2 h	-9.36 ± 28.85	-15.51 ± 25.16	0.27
MEF <sub>50</sub> 24 h postop	-7.03 ± 31.41	-12.95 ± 23.14	0.29
MEF <sub>25</sub> AWR Ankunft	-21.08 ± 34.15	-22.63 ± 48.35	0.86
MEF <sub>25</sub> AWR nach 1 h	-16,36 ± 34.00	-12.50 ± 38.03	0.60

MEF <sub>25</sub> AWR nach 2 h	-20.28 ± 39.41	-29.66 ± 50.11	0.31
MEF <sub>25</sub> 24 h postop	-10.29 ± 31.73	-11.19 ± 43.45	0.91
PEF AWR Ankunft	-35.18 ± 20.64	-43.66 ± 26.70	0.08
PEF AWR nach 1 h	-31.31 ± 20.05	-32.66 ± 18.33	0.72
PEF AWR nach 2 h	-22.28 ± 19.62	-26.86 ± 23.46	0.31
PEF 24 h postop	-23.58 ± 15.72	-22.41 ± 25.04	0.78

VC: Vitalkapazität, FVC: Forcierte Vitalkapazität, FEV1: Einsekundenkapazität, MEF<sub>75-25</sub>: Maximal expiratorische Flüsse, PEF: Spitzenfluss

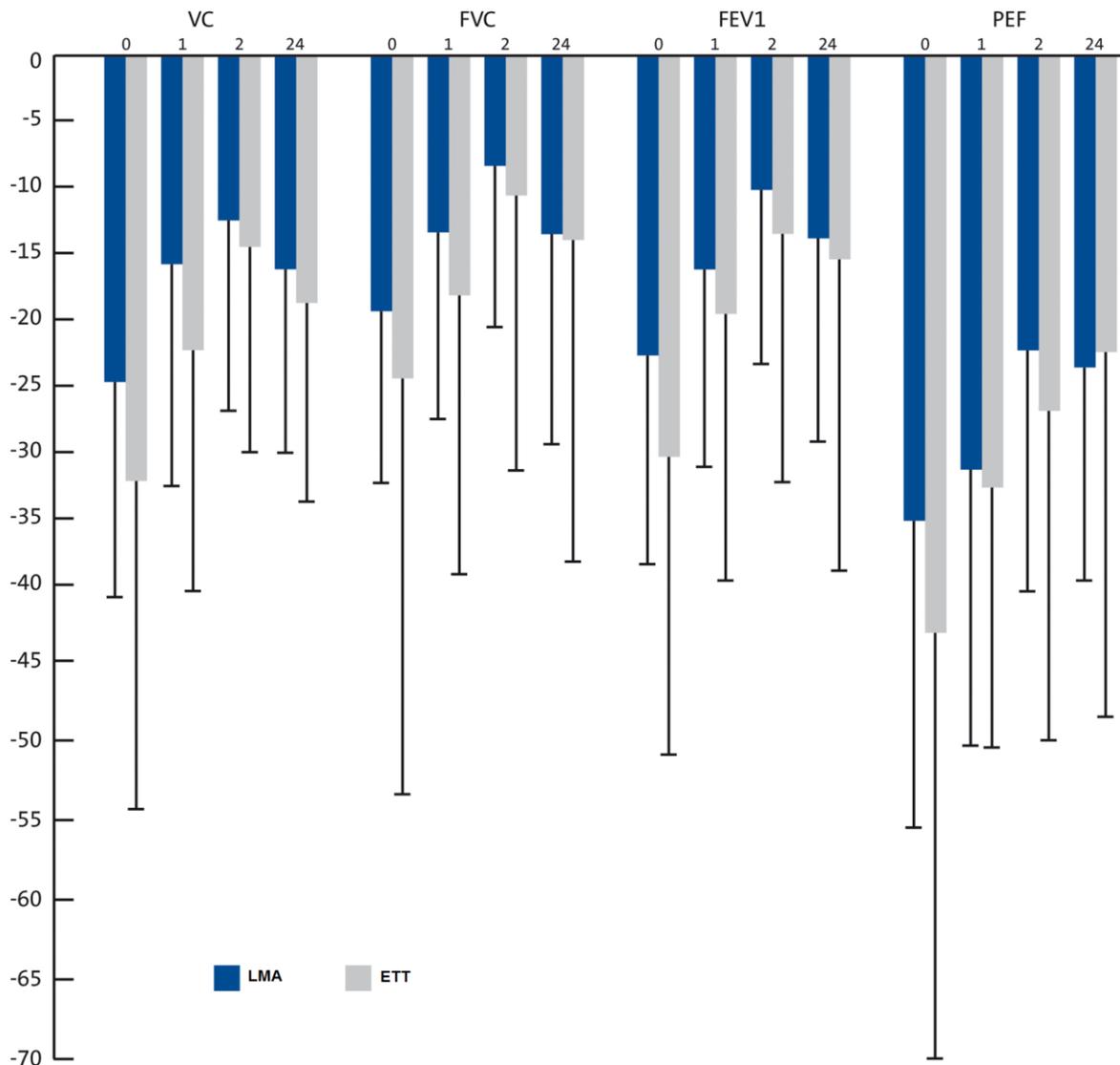


Abb. 3: Prozentuale Veränderungen und Standardabweichung der postoperativen Lungenfunktion im Verhältnis zu den präoperativen Ausgangswerten direkt postoperativ (0), nach einer Stunde (1), nach 2 Stunden (2) und 24 Stunden (24) postoperativ jeweils nach Atemwegssicherung mit einer Larynxmaske (blau) oder einem Endotrachealtubus (grau).

### 3.4 Sicherheit und Patientenkomfort

In keiner der beiden Gruppen trat eine Aspiration auf. In der Intubationsgruppe trat signifikant häufiger intraoperatives Pressen auf als in der Larynxmasken-Gruppe. Auch Husten und Pressen bei Extubation trat in der Intubationsgruppe signifikant häufiger auf.

Für PONV und Halsschmerzen zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Sicherheit und Patientenkomfort

	LMA	ETT	p
Aspiration	0	0	1
Intraoperatives Pressen	0	7	<b>0,01</b>
Husten bei Extubation	1	43	<b>&lt;0,0001</b>
Pressen bei Extubation	1	9	<b>&lt;0,0001</b>
PONV im AWR	1	0	0,32
Halschmerzen im AWR	3	8	0,11
PONV 24 h postoperative	4	6	0,51
Halsschmerzen 24 postoperativ	11	8	0,45

PONV: postoperative Übelkeit oder Erbrechen, AWR: Aufwachraum

## 4. Diskussion

Die postoperativen Lungenfunktionsmessungen ergaben eine leichte bis mäßige restriktive Ventilationsstörung in beiden Studiengruppen, wobei die Tubusgruppe tendenziell stärker beeinflusst war.

Die O<sub>2</sub>-Sättigung im AWR war in beiden Studiengruppen, vermutlich aufgrund der Sauerstoffinsufflation, gegenüber dem Ausgangswert erhöht. 24 h postoperativ zeigte sich jedoch eine signifikante Differenz zwischen den Sättigungswerten der Studiengruppen, die Tubusgruppe zeigte eine gegenüber den Ausgangswerten verminderte Sauerstoffsättigung, die LMA-Gruppe erreichte dagegen bereits wieder die präoperativen Ausgangswerte.

Hinsichtlich der Sicherheit zeigte sich kein Unterschied der Studiengruppen. Es trat keine Aspiration auf und die Operation konnte in beiden Gruppen komplikationslos durchgeführt werden. Lediglich intraoperatives Pressen trat ausschließlich und damit signifikant häufiger in der Tubusgruppe auf.

Postoperative Beschwerden wie Heiserkeit, Halsschmerzen oder PONV traten in beiden Studiengruppen auf, hier konnte kein signifikanter Unterschied gezeigt werden.

### 4.1 Beurteilung der Studienergebnisse und Vergleich mit vorhandener Literatur

Die postoperative Lungenfunktion ist durch die Narkose und die kontrollierte Beatmung beeinflusst (5, 8, 16, 24, 29, 33, 35, 46, 53, 59). Es bilden sich Atelektasen und damit ein erhöhtes Shuntvolumen (5, 16, 31, 37), es kann zu einer lokalen Entzündungsreaktion (Biotrauma) mit Mikroverletzungen durch Scherkräfte oder durch zu hohe Beatmungsdrücke kommen (24, 46). Die Sauerstoffsättigung ist deshalb postoperativ bei den meisten Patienten vermindert und wird mit Sauerstoffinsufflation therapiert (22, 35, 37).

In dieser Studie zeigten sich postoperativ gegenüber den Ausgangswerten erhöhte O<sub>2</sub>-Sättigungswerte im AWR. Dies ist am wahrscheinlichsten darauf zurück zu führen, dass die Sauerstoffinsufflation nicht ausreichend lange vor der Durchführung der Pulsoxymetrie unterbrochen wurde und dass die forcierten Atemmanöver durch das Blähen einen positiven Einfluss auf die Ventilation der Lunge haben. Bei der Visite 24 h nach der Operation zeigten sich erheblich niedrigere O<sub>2</sub>-Sättigungswerte. Hier fiel

auf, dass die Sauerstoffsättigung nach Verwendung einer LMA signifikant weniger stark beeinträchtigt war als nach Atemwegssicherung mit einem ETT.

Keller und Brimacombe haben gezeigt, dass die Zilienbeweglichkeit in der Trachea bei Verwendung eines Endotrachealtubus verlangsamt ist und somit Sekret langsamer aus der Lunge transportiert wird (26). Dies wäre ein Erklärungsansatz für die stärkere Beeinflussung der postoperativen Sauerstoffsättigung bei Verwendung eines Tubus, da durch mehr Sekret in der Lunge längere Diffusionswege für den Sauerstoff entstehen. Auch das Vorhandensein von Atelektasen und das dadurch erhöhte Shuntvolumen erklärt die verminderte Sauerstoffsättigung des Blutes (14, 24, 29, 33, 37, 53).

Kim et al. kamen 1999 zu dem Ergebnis, dass endotracheale Intubation zu einer reversiblen Bronchokonstriktion führt, die Verwendung der Larynxmaske hingegen nicht (27). Zoremba et al. zeigten 2009 sowohl eine stärkere Beeinträchtigung der postoperativen Sauerstoffsättigung als auch der Lungenfunktion nach Verwendung eines Endotrachealtubus gegenüber einer Larynxmaske bei moderat übergewichtigen Patienten, jedoch nach kürzerer Operationsdauer als in dieser Studie (59). Sie vermuteten einen Zusammenhang mit der Muskelrelaxation als auslösenden Faktor.

Die Messung der Lungenfunktion postoperativ ergab in beiden Studiengruppen eine leichte bis mäßige restriktive Ventilationsstörung. Die Vitalkapazität war in beiden Gruppen herabgesetzt, bei einem leichten Anstieg des Quotienten aus FEV1/VC. Diese restriktive Ventilationsstörung zeigte sich über den gesamten Aufenthalt im Aufwachraum, nahm in ihrer Ausprägung jedoch mit der Zeit deutlich ab. Bei Verlegung auf Station wiesen beide Gruppen nur noch eine leichte Restriktion auf. Die Patienten der Gruppe 2 (Tubus) wiesen eine stärkere Beeinträchtigung der Lungenfunktion auf als die Patienten der Gruppe 1 (LMA).

Am ersten postoperativen Tag zeigte sich die leichte restriktive Ventilationsstörung weiterhin. Auch 24h nach der OP war die Tubusgruppe stärker betroffen.

Die restriktive Ventilationsstörung ist Ausdruck für eine behinderte Lungenausdehnung. Hierbei wird zwischen pulmonalen und extrapulmonalen Ursachen unterschieden (17). Während atelektatische Bereiche zu den pulmonalen Ursachen zählen, wäre eine Atemmuskelschwäche, durch die Narkose und eventuell das Relaxans, ein Beispiel für eine extrapulmonale Ursache.

Zoremba et al. haben in ihrer Studie 2009 eine leichte Restriktion der Patienten nach einer Allgemeinanästhesie gemessen. Auch bei ihnen waren die Patienten, deren Atemweg mit einem ETT gesichert worden war, stärker von der restriktiven Ventilationsstörung betroffen (59). Natalini et al. kamen 2002 zu dem gleichen Ergebnis. Auch in ihrer Studie waren die Patienten der Tubusgruppe stärker von der Restriktion betroffen als die Patienten, die mit einer Larynxmaske beatmet wurden. Hier ließ sich aber der Verlauf nicht weiter beurteilen, da Natalini et al. nur einmalig, 20 Minuten nach Extubation, die Lungenfunktion gemessen haben (35).

In unserer Studie ist auffällig, dass die Ergebnisse der Spirometrie zusätzlich zu der restriktiven Ventilationsstörung auch noch eine leichte obstruktive Komponente aufweisen, da auch die Einsekundenkapazität, die maximalen expiratorischen Flüsse und der Spitzenfluss postoperativ vermindert waren. Vor allem die maximalen expiratorischen Flüsse ( $MEF_{75-25}$ ) stellen einen sehr empfindlichen Indikator für Veränderungen in den kleinen Atemwegen dar (17). Schon Alexander et al. beschrieben 1973 den Zusammenhang zwischen alveolarer/ arterieller  $pO_2$  Differenz, der FRC und dem Verschluss von kleinen Atemwegen nach abdominalen Operationen (5).

Hinsichtlich der Sicherheit der LMA im Vergleich zum ETT zeigte sich in dieser Studie kein Unterschied. In keiner der beiden Studiengruppen trat eine Aspiration oder eine andere Atemwegskomplikation auf. Das ist ein erfreuliches Ergebnis, das für die Sicherheit der Atemwegssicherung mittels einer Larynxmaske spricht. Bei dem relativ kleinen Patientenkollektiv dieser Studie, ist ihre Teststärke (Power) jedoch eindeutig zu gering um hierüber eine belastbare Aussage zu treffen.

In 7 Fällen pressten die intubierten Patienten während der Narkose, obwohl das BIS eine ausreichende Narkosetiefe anzeigte. Das Pressen war unabhängig von der Tätigkeit des Operateurs, aber behinderte seine Arbeit, sodass die Narkosetiefe unterhalb des BIS-Zielwerts vertieft werden musste. Solche Zwischenfälle traten bei der Verwendung der Larynxmaske nicht auf. Dies zeigt, dass der Tubus in der Trachea einen stärkeren Reiz als die Larynxmaske mit ihrem supraglottischen Sitz darstellt. Brimacombe beschrieb schon 1995 in einer Meta-Analyse, dass bei Verwendung der Larynxmaske eine weniger tiefe Narkose nötig sei, damit das Atemwegshilfsmittel toleriert werde (11).

In dieser Studie ergaben sich bessere Operationsbedingungen für den Chirurgen, wenn zur Atemwegssicherung eine Larynxmaske verwendet wurde, ein geringerer Gesamtverbrauch der Medikamente während der Narkose konnte sich jedoch nicht zeigen. Das Auftreten von intraoperativem Pressen nur in der Intubationsgruppe zeigt aber die Tendenz, dass für eine endotracheale Intubation eine tiefere Narkose benötigt wird.

Das signifikant häufigere Auftreten von Husten, Würgen und Pressen während der Extubation im Vergleich zur Entfernung der Larynxmaske war zu erwarten (3, 11, 42), da der ETT deutlich invasiver ist und das Husten ein Zeichen für wiedererlangte Schutzreflexe zum Zeitpunkt der Extubation darstellt. Dennoch stellt dies einen gewissen Vorteil für die Verwendung einer Larynxmaske dar, da durch Würgen oder Pressen während der Extubation eine Gefährdung des Operationsergebnisses in verschiedenen Fachgebieten, beispielsweise in der Ophthalmologie, entstehen kann.

Weder auf die Gesamtnarkosedauer noch auf die Gesamtoptionsdauer scheint es einen Einfluss zu haben, welches Hilfsmittel zur Atemwegssicherung verwendet wird, da sich die Zeiten in beiden Gruppen nicht signifikant unterschieden.

Den häufig beschriebenen Vorteil des höheren Patientenkomforts der LMA gegenüber dem ETT durch weniger postoperative Beschwerden wie Halsschmerzen oder Heiserkeit (1, 4, 38, 44), konnte diese Studie nicht zeigen. Postoperative Beschwerden traten in beiden Studiengruppen in geringer Zahl ohne signifikante Differenz auf.

#### 4.2 Methodendiskussion

Die Studie wurde mit 100 männlichen Patienten mit einem Durchschnittsalter von 66 Jahren durchgeführt. Da dies ein relativ kleines Patientenkollektiv ist, können die Ergebnisse dieser Studie nur Hinweise auf möglicherweise vorhandene Effekte darstellen. Auch die Beschränkung nur auf männliche Patienten ist im Hinblick auf die Verallgemeinerung der Daten nicht ideal. Dies wurde aus organisatorischen Gründen und um eine Vergleichbarkeit der Eingriffe zu gewährleisten akzeptiert. Es wäre wünschenswert, eine ähnliche Studie mit einer größeren Probandenanzahl beider Geschlechter und aller Altersgruppen durchzuführen.

Die Messung der Lungenvolumina und Atemstromstärken ist stark abhängig von der Mitarbeit des Probanden (8, 17, 39). Die Studienteilnehmer mussten die Spirometrie

sehr zeitnah nach der Operation durchführen. Es wurde streng auf ausreichende Vigilanz bei der ersten Messung geachtet, dennoch ist es nicht auszuschließen, dass die Mitarbeit der Patienten durch den kurzen Abstand zur Narkose noch beeinträchtigt war. Außerdem hatten alle Patienten bei den postoperativen Messungen eine frische OP-Narbe und einen Blasenkatheter, was schmerzbedingt vor allem bei den forcierten Atemmanövern eine Einschränkung dargestellt haben könnte. Um die Beeinflussung der Messwerte durch operationsbedingte Schmerzen zu minimieren, wurde vor jeder Messung das Schmerzniveau der Probanden in Ruhe und bei Husten anhand einer VAS ermittelt und gegebenenfalls noch vor der Messung therapiert. Trotzdem ist das individuelle Schmerzempfinden so unterschiedlich, dass einige Patienten postoperativ sicher in ihrer Mitarbeit eingeschränkt waren und die Messwerte somit nicht exakt die tatsächlichen Lungenvolumina widerspiegeln.

Alle Messungen (Spirometrie und Pulsoxymetrie) wurden jeweils mit demselben Gerät durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit der Werte zu gewährleisten. Liistro et al. haben gezeigt, dass Handspirometer insgesamt gut verwertbare Messwerte liefern (28).

Trotzdem wäre es für Folgestudien sinnvoll, zu prüfen, ob man die Messungen nicht besser mit einem Ganzkörperplethysmographen durchführen sollte, da die Messungen dann von der Patientenmitarbeit unabhängig wären und weitere Messparameter wie z.B.: die Totale Lungkapazität (TLC) erhoben werden könnten (8). Dies würde die Verwertbarkeit der Daten noch erheblich verbessern.

#### 4.3 Schlussfolgerung

Die beiden randomisierten Studiengruppen unterschieden sich lediglich im ASA-Status statistisch signifikant und können somit als vergleichbar angesehen werden. Die Ergebnisse der präoperativ durchgeführten Spirometrie entsprachen in beiden Gruppen im Mittel den Sollwerten für Lungenvolumina und expiratorische Atemstromstärken für die entsprechende Altersklasse (17).

Es war mit beiden Atemwegshilfsmitteln möglich, die geplante Operation durchzuführen, es war in keinem Fall nötig, das Atemwegshilfsmittel zu wechseln. Auch die Beatmung mit den vorgegebenen Einstellungen und dem PEEP von 5 cmH<sub>2</sub>O war in allen Fällen problemlos möglich.

Die Studie hat gezeigt, dass die Larynxmaske ein sicheres Mittel zur Atemwegssicherung darstellt. In dieser Studie trat keine Aspiration auf und die Patienten der LMA-Gruppe konnten alle problemlos während der ganzen Narkose durch die Larynxmaske beatmet werden. Unter Beachtung der Kontraindikationen für die Verwendung einer Larynxmaske ist die Larynxmaske zur Atemwegssicherung während einer radikalen retropubischen Prostatektomie gut geeignet.

Hinsichtlich der postoperativen Beschwerden wie Halsschmerzen, Schluckbeschwerden, Kieferschmerzen und PONV konnte diese Studie, entgegen den Erwartungen, keinen signifikanten Vorteil der Larynxmaske gegenüber der Intubation zeigen. Durch den höheren Leckagedruck und die größere Stabilität der LMA Supreme™ gegenüber ihren Vorgängermodellen ist sie zwar besser für die Beatmung mit höheren Drücken geeignet und auch die Sicherheit konnte erhöht werden, der Vorteil des höheren Patientenkomforts, hinsichtlich der postoperativen Beschwerden, gegenüber der endotrachealen Intubation konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden.

Die Verschlechterung der Lungenfunktion und der Sauerstoffsättigung durch eine Allgemeinanästhesie sind bekannte Phänomene (5, 16, 24, 31, 33, 35, 36, 37, 50, 53, 59). Als Erklärung werden Atelektasenbildung und verminderter Muskeltonus angeführt (13, 14, 16, 29, 31, 50, 53, 59).

Diese Studie konnte zeigen, dass die postoperative periphere Sauerstoffsättigung 24 Stunden nach Verwendung einer Larynxmaske weniger stark beeinträchtigt war als nach endotrachealer Intubation. Da die postoperative Lungenfunktion größtenteils keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen zeigte, könnte man vermuten, dass die schlechtere Sauerstoffsättigung bei Intubation mit vergrößerten Diffusionsstrecken, durch eine stärkere lokale Entzündungsreaktion oder durch mehr Sekret in der Lunge wegen schlechterer Zilienbeweglichkeit (26), zusammenhängt.

## 5. Zusammenfassung

In dieser prospektiven, randomisierten, einfach blinden Studie wurde der Einfluss der Verwendung einer Larynxmaske als Atemweghilfsmittel auf die postoperative Lungenfunktion bei 100 männlichen Patienten, die sich einer radikalen retropubischen Prostatektomie unterziehen mussten im Vergleich zur endotrachealen Intubation untersucht.

Die Messung der postoperativen Lungenfunktion im AWR und 24 h postoperativ ergab eine leichte bis mäßige restriktive Ventilationsstörung in beiden Studiengruppen, wobei die Patienten der Tubus-Gruppe tendenziell stärker betroffen waren.

Auch die postoperative periphere Sauerstoffsättigung bei Raumluft war in der Tubusgruppe 24 h postoperativ gegenüber dem Ausgangswert vermindert, die LMA-Gruppe hingegen erreichte bereits wieder die präoperativen Ausgangswerte.

Insgesamt kam diese Studie zu dem Ergebnis, dass die Larynxmaske als Atemweghilfsmittel in Kombination mit einer Spinalanästhesie gut geeignet ist, den Atemweg bei einer radikalen retropubischen Prostatektomie mit einer mittleren Narkosedauer von 3,8 Stunden zu sichern. Weiterhin zeigte sich, dass der Patient durch die Verwendung einer LMA statt eines ETT profitierte, da die Sauerstoffsättigung und die Lungenfunktion, sowohl direkt postoperativ als auch 24 Stunden später, weniger stark beeinträchtigt war.

In Bezug auf die Sicherheit des Atemweghilfsmittels zeigte sich in dieser Studie kein Unterschied zwischen ETT und LMA. In keiner der beiden Gruppen trat eine Aspiration auf. Die vorliegende Studie war jedoch für die belastbare Beantwortung dieser Fragestellung nicht konzipiert und besitzt hierfür nicht ausreichend Teststärke (Power).

Die Herzfrequenz und der MAD stiegen signifikant stärker bei der endotrachealen Intubation. Ebenfalls in Gruppe 2 (Tubus) pressten 7 Patienten (14%) während der Narkose ohne erkennbaren Auslöser. Solche Zwischenfälle traten in der LMA-Gruppe nicht auf.

Hinsichtlich des Patientenkomforts und der postoperativen Beschwerden konnte in dieser Studie kein Vorteil der LMA gegenüber dem ETT gezeigt werden.

## 6. Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
ATP-Bedingungen	Ambient temperature pressure
AWR	Aufwachraum
AZV	Atemzeitvolumen
BIS	Bispektralindex
BMI	Body-Mass-Index
bpm	beats per minute
BTPS-Bedingungen	body temperature pressure saturated
cmH <sub>2</sub> O	Zentimeter Wassersäule
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EKG	Elektrokardiogramm
ETT	Endotrachealtubus
FEV <sub>1</sub>	Einsekundenkapazität
FRC	Funktionelle Residualkapazität
FVC	Forcierte Vitalkapazität
HF	Herzfrequenz
H <sub>2</sub> O	Wasser
IMC	Intermediate Care
i.v.	Intravenös
IVC	Inspiratorische Vitalkapazität
LMA	Larynxmaske
MAD	Mittlerer arterieller Druck
MEF	Maximal expiratorischer Fluss
mmHg	Zentimeter Quecksilbersäule
OP	Operation, Operationssaal
PEEP	Positiver endexpiratorischer Druck
PEF	Peakflow, Spitzenfluss
PONV	Postoperative Übelkeit und Erbrechen
RRP	Radikale retropubische Prostatektomie
SpO <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung

TCI	Target controlled infusion
TIVA	Total intravenöse Anästhesie
UKE	Universitätsklinikum Eppendorf
VAS	Visuelle Analogskala
VC	Vitalkapazität

## 7. Literaturverzeichnis

- (1) Abdi, W., Amathieu, R., Adhoum, A., Poncelet, C., Slavov, V., Kamoun, W., Combes, X., Dhonneur, G., Sparing the larynx during gynecological laparoscopy: a randomized trial comparing the LMA Supreme and the ETT. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010, 54: 141-146.
- (2) Adamus, M., Fritscherova, S., Hrabalek, L., Gabrhelik, T., Zapetalova, J., Janout, V., Mallampatitest as a Predict of Laryngoscopic View. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2010, 54/4: 339-344.
- (3) Akhtar, T.M., McMurray, P., Jerr, W.J., Kenny, G.N.C., A comparison of laryngeal mask airway with tracheal tube for intra-ocular ophtalmic surgery. *Anaesthesia* 1992, 47: 668-671.
- (4) Akhtar, T.M., Street, M.K., Risk of aspiration with the laryngeal mask. *B J Anaesth* 1994, 72/4: 447-450.
- (5) Alexander, J.I., Spence, A.A., Parikh, R.K., Stuart, B. The Role of Airway Closure in postoperative Hypoxemia. *B J Anaesth* 1973, 45/1: 34- 40.
- (6) Ballantyne, J.C., Carr, D.B., deFerranti, S., Suarez, T., Lau, J., Chalmers, T.C., Angelillo, I.F., Mosteller, F., The Comparative Effects of Postoperative Analgesic Therapies on Pulmonary Outcome: Cumulative Meta-Analyses of Randomized, Controlled Trials. *Anesth Analg* 1998, 86: 598- 612.
- (7) Benumhof, J. L., Laryngeal Mask Airway and the ASA Difficult Airway Algorithm. *Anesthesiology* 1996, 84: 686-699.
- (8) Berger, M.M., Gust, R., Perioperative Evaluation der Lungenfunktion, *Der Anaesthesist* 2005, 54: 273-288.

(9) <http://www.martini-klinik.de/prostata-behandlungsergebnisse/kontinenz-und-potenz.html>, besucht am 22.07.11.

(10) Brain, A.I., The laryngeal mask-a new concept in airway management. *B J Anaesth* 1983, 55/8: 801-805.

(11) Brimacombe, J.R., The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: a meta-analysis. *Can J Anesth* 1995, 42/11: 1017-1023.

(12) Brimacombe, J.R., Positive Pressure Ventilation with the Size 5 Laryngeal Mask. *J Clin Anesth* 1997, 9: 113-117.

(13) Brismar, B., Hedenstierna, G., Lundquist, H., Strandberg, A., Svensson, L., Tokics, L., Pulmonary Densities during Anaesthesia with Muscular Relaxation- A Proposal of Atelectasis. *Anesthesiology* 1985, 62: 422-428.

(14) Brooks-Brunn, J.A., Postoperative atelectasis and pneumonia: risk factors. *Am J Crit Care* 1995, 4/5: 340-350.

(15) Brooks-Brunn, J.A., Predictors of Postoperative Pulmonary Complications following Abdominal Surgery. *Chest* 1997, 111: 564-571.

(16) Craig, D. B., Postoperative Recovery of Pulmonary Function. *Anesth Analg* 1981, 60/1: 46-52.

(17) Criée, C.-P., Berdel, D., Heise, D., Kardos, P., Leupold, W., Magnussen, H., Marek, W., Merget, R., Mitfessel, H., Rolke, M., Sorichter, S., Worth, H., Wuthe, H., Empfehlungen der Deutschen Atemwegsliga zur Spirometrie. 2006, 1-17.

(18) Deem, S., Treggiari, M.M., New Endotracheal Tubes Designed to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia: Do They Make a Difference? *Resp Care* 2010, 55/8: 1046-1055.

(19) Gan, T. J., Glass, P. S., Windsor, A., Payne, F., Rosow, C., Sebel, P., Manberg, P., and the BIS Utility Study Group, Bispectral Index Monitoring Allows Faster Emergence and Improves Recovery from Propofol, Alfentanil, and Nitrous oxide Anaesthesia. *Anaesthesiology* 1997, 87: 808-815.

(20) Gebrauchsanweisung LMA Supreme™ der Firma LMA™, deutsch, Ausgabe PAJ-2103-000RevD.

(21) Gebrauchsanweisung Lo-contour™ Murphy Tubus der Marke Mallinckrodt®.

(22) Gillespie, N.A., The Evolution of Endotracheal Anaesthesia. *J Hist Med Allied Sci* 1946, 1/4: 583- 594.

(23) Gudzenko, V., Bittner, E.A., Schmidt, U.H., Emergency Airway Management. *Resp Care* 2010, 55/8: 1026- 1035.

(24) Karsten, J.F., Einfluss von Narkose, PEEP und Pneumoperitoneum auf die Veränderung der regionalen Ventilation während laparoskopischer Cholezystektomien. Medizinische Dissertation Lübeck 2010.

(25) Keller, C., Sparr, H.J., Brimacombe, J.R., Positive pressure ventilation with the laryngeal mask airway in non-paralyzed patients: comparison of sevoflurane and propofol maintenance techniques. *B J Anaesth* 1998, 80: 332-336.

(26) Keller, C., Brimacombe, J., Bronchial Mucus Transport Velocity in Paralyzed Anesthetized Patients: A Comparison of the Laryngeal Mask Airway and Cuffed Tracheal Tube. *Anesth Analg* 1998, 86: 1280-1282.

(27) Kim, E.S., Bishop, M.J., Endotracheal Intubation, but Not Laryngeal Mask Airway Insertion, Produces Reversible Bronchoconstriction. *Anesthesiology* 1999, 90: 391-394.

(28) Liistro, G., Vanwelde, C., Vincker, W., Vandevoorde, J., Verleeden, G., Buffels, J.,

Technical and Functional Assessment of 10 Office Spirometers: A multicenter Comparative Study. *Chest* 2006, 130: 657-665.

(29) Lindberg, P., Gunnarsson, L., Tokics, L., Secher, E., Lundquist, H., Brismar, B., Hedenstierna, G., Atelectasis and lung function in the postoperative period. *Acta anaesthesiol Scand* 1992, 36/6: 546-553.

(30) Lu, P.P., Brimacombe, J., Yang, C., Shirr, M., ProSeal versus classic laryngeal mask airway for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *B J Anaesth* 2002, 88/6: 824-827.

(31) Magnusson L., Spahn, D.R., New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *B J Anaesth* 2003, 91: 61-72.

(32) Maltby, J.R., Beriault, M.T., Watson, N.C., Liepert, D.J., Fick, G.H., LMA-Classic and LMA-ProSeal are effective alternatives to endotracheal intubation for gynecologic laparoscopy. *Can J Anaesth* 2003, 50/1: 71-77.

(33) Meyers, J., Lembeck, L., O'Khane, H., Baue, A.E., Changes in Functional Residual Capacity of the Lung After Operation. *Arch Surg* 1975, 110/5: 576-583.

(34) Miller, M.R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., Crapo, R., Enright, P., van der Grinten, C.P.M., Gustafsson, P., Jensen, R., Johnson, D.C., MacIntyre, N., McKay, R., Navajas, D., Pedersen, O.F., Pellegrino, R., Viegi, G., Wanger, J., Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005, 26/2: 319-338.

(35) Natalini, G., Franceschetti, M.E., Pletti, C., Recupero, D., Lanza, G., Bernardini, A., Impact of laryngeal mask airway and tracheal tube on pulmonary function during the early postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002, 46: 525-528.

(36) Niedhart, D. J., Vergleich der Effekte der thorakalen Periduralanästhesie und der patientenkontrollierten intravenösen Analgesie auf postoperative Schmerzen, die

postoperative Lungenfunktion und das Immunsystem bei Thorakotomien mit Lungenteilresektion. Medizinische Dissertation Saarland 2007.

(37) Nunn, J.F., Payne, J.P., Hypoxaemia after general anaesthesia. Lancet 1962, 2/7257: 631-632.

(38) Ozdamar, D., Güvenc, B.H., Toker, K., Solak, M., Ekingen, G., Comparison of the effect of LMA and ETT on Ventilation and intragastric pressure in pediatric laparoscopic procedures. Minerva Anesthesiol 2010, 76/8: 592-599.

(39) Pierce, R., Spirometry: an essential clinical measurement. Aust Fam Physician 2005, 34: 535-539.

(40) Rodgers, A., Walker, N., Schug, S., McKee, A., Kehlet, H., van Zundert, A., Sage, D., Futter, M., Saville, G., Clark, T., MacMahon, S., Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. BMJ 16.12.2000, 321: 1-12.

(41) Röher, K., Schmidt, G., Radikale Retropubische Prostatektomie, Anästhesiologisches Management. Online- Handbuch des Zentrums für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Eppendorf.

(42) Schmidt, A., Die ProSeal- Larynxmaske. Eine Effektive Alternative zur endotrachealen Intubation bei gynäkologischen Laparoskopien. Medizinische Dissertation Hamburg 2005.

(43) Segobin, R.D., van Hasselt, G.L., Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. Br Med J 1984, 288: 965-968.

(44) Simlowski, Th., Doré, M.F., Marazzini, L., Orvoen-Frija, E., D'Angelo, E., Derenne, J.-Ph., Milic-Emili, J., Forced expiration. Various current concepts, 50 years

after Robert Tiffeneau. Rev Mal respir 1997, 14/6: 431-443.

(45) Skinner, H.J., Ho, B.Y.M., Mahajan, R.P., Gastro-oesophageal reflux with the laryngeal mask during day-case gynaecological laparoscopy. B J Anaesth 1998, 80: 675-676.

(46) Slutsky, A.S., Ventilator- Induced Lung Injury: From Barotrauma to Biotrauma. Resp Care 2005, 50/ 5: 646-659.

(47) Sterner, J. B., Morris, M. J., Sill, J. M., Hayes, J. A., Inspiratory Flow-Volume Curve Evaluation for Detecting Upper Airway Disease. Resp Care 2009 54/ 4: 461-466.

(48) Stevens, R.A., Mikat-Stevens, M., Flanigan, R., Bedford Waters, W., Furry, P., Sheikh, T., Frey, K., Olson, M., Kleinman, B., Does the choice of anesthetic technique affect the recovery of bowel function after radical prostatectomy? Urology Elsevier Science Inc. 1998, 52/2: 213-218.

(49) Stiller, M., Vergleich von Handhabung, Dichtigkeit und Patientenkomfort unterschiedlicher Larynxmasken unter standardisierten Beatmungsbedingungen, Medizinische Dissertation Göttingen 2009.

(50) Strandberg, A., Tokics, L., Brismar, B., Lundquist, H., Hedensternia, G., Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. Acta Anaesthesiol Scand 1986, 30: 154-158.

(51) Striebel, H.W., (2005) Lokal- und Regionalanästhesie. In: Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. Schattauer. S. 164-172.

(52) Tan, BH; Chen, EG; Liu, EH; An evaluation of the laryngeal mask airway supreme' in 100 patients. Anaesth Intensive Care 2010: 38/3: 550-554.

(53) Teba, L., Omert, L.A., Postoperative Respiratory Insufficiency. *Am Fam Physician* 1995, 51/6: 1473-1480.

(54) Teoh, W.H.L., Lee, K.M., Suhitharan, T., Yahaya, Z., Teo, M.M., Sia, A.T.H., Comparison of the LMA Supreme vs the i-gel in paralysed patients undergoing gynaecological laparoscopic surgery with controlled ventilation. *Anaesthesia* 2010, 65: 1173-1179.

(55) Timmermann, A., Cremer, S., Heuer, J., Braun, U., Graf, B.M., Russo, S.G., Larynxmaske LMA Supreme, Anwendung durch im Airwaymanagement unerfahrenes medizinisches Personal. *Der Anaesthesist* 2008, 57: 970-975.

(56) Timmermann, A., Cremer, S., Kazmaier, S., Bräuer, A., Graf, B.M., Russo, S.G., Prospective Clinical and Fiberoptic Evaluation of the Supreme Laryngeal Mask Airway. *Anesthesiology* 2009, 110: 262-265.

(57) Ulrich-Pur, H., M.D., Hrska, F., M.D., Krafft, P., M.D., Friehs, H., M.D., Wulkersdorfer, B., M.D., Köstler, W.J., M.D., Rabitsch, W., M.D., Staudinger, T., M.D., Schuster, E., Ph.D., Frass, M., M.D., Comparison of Mucosal Pressures Induced by Cuffs of Different Airway Devices. *Anesthesiology* 2006, 104: 933 – 938.

(58) Verghese, C., Brimacombe, J.R, Survey of Laryngeal Mask Airway Usage in 11,910 Patients: Safety and Efficacy for Conventional and Nonconventional Usage. *Anesth Analg* 1996, 82: 129-133.

(59) Zoremba, M., Aust, H., Eberhart, L., Braunecker, S., Wulf, H., Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009, 53: 436-442.

## **8. Danksagung**

Ich danke Herrn Prof. Dr. Reuter für die Überlassung des Themas und für den hervorragenden Betreuer, den er mir an die Seite gestellt hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Dr. Mika Roiss, für sein Engagement und seine freundliche Beratung, Unterstützung und Motivation während des gesamten Studienzeitraums.

Ich bedanke mich beim gesamten Team der Martiniklinik für die Möglichkeit die Studie in ihren Räumlichkeiten durchzuführen und für die angenehme und freundliche Zusammenarbeit.

Dem Pflegepersonal der Anästhesie im OP-Bereich der Martiniklinik danke ich für ihre Einsatzbereitschaft und Unterstützung.

Ganz herzlicher Dank gilt meiner Familie, die immer für mich da war, mich unterstützt und an mich geglaubt hat und vor allem meiner Mutter, die unermüdlich Korrektur gelesen hat.

Besonders danken möchte ich allen Patienten, die bereit waren, an dieser Studie teilzunehmen.

## **9. Lebenslauf**

**Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.**

## **10. Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Anna Mareile Semrau