

Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie

der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Norbert Roewer

**Vergleich des Airtraq- und des Macintosh-
Laryngoskops bei der Doppellumenintubation**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Jasmin Festl

aus Oberroth

Würzburg, August 2012

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Markus Lange

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Norbert Kleinsasser

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 02.07.2013

Die Promovendin ist Ärztin.

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Atemwegsmanagement..... | 1 |
| 1.1.1 | Definition des schwierigen Atemwegs | 1 |
| 1.1.2 | Inzidenz des schwierigen Atemwegs..... | 2 |
| 1.1.3 | Morbidität und Mortalität des schwierigen Atemwegs | 2 |
| 1.2 | Die Doppellumenintubation | 3 |
| 1.2.1 | Historische Entwicklung | 3 |
| 1.2.2 | Die Ein-Lungen-Ventilation und ihre Anwendungsgebiete | 3 |
| 1.2.3 | Aufbau des Doppellumentubus | 4 |
| 1.2.4 | Intubationstechnik | 5 |
| 1.2.5 | Schwierigkeiten bei der Doppellumenintubation | 6 |
| 1.2.6 | Vorgehen bei schwierigem Atemweg | 7 |
| 1.3 | Das Macintosh-Laryngoskop..... | 8 |
| 1.4 | Das Airtraq-Laryngoskop | 9 |
| 1.4.1 | Aufbau des Airtraq-Laryngoskops | 9 |
| 1.4.2 | Intubationstechnik | 10 |
| 1.4.3 | Eigenschaften des Airtraq-Laryngoskops..... | 11 |
| 1.4.4 | Einsatzspektrum | 12 |
| 1.4.5 | Videolaryngoskope zur Doppellumenintubation..... | 12 |
| 1.5 | Fragestellung | 13 |
| 2 | Material und Methoden | 15 |
| 2.1 | Studiendesign | 15 |
| 2.2 | Patienten | 15 |
| 2.3 | Studienablauf..... | 15 |
| 2.3.1 | Aufklärung..... | 15 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.3.2 | Vor der Intubation | 16 |
| 2.3.3 | Intubation..... | 17 |
| 2.3.4 | Nachbefragung..... | 18 |
| 2.4 | Statistik..... | 18 |
| 3 | Ergebnisse | 20 |
| 3.1 | Patientendaten..... | 20 |
| 3.2 | Atemwegsdaten | 21 |
| 3.3 | Intubationsdaten | 21 |
| 3.4 | Cormack und Lehane-Klassifikation | 22 |
| 3.5 | Intubation Difficulty Scale | 24 |
| 3.6 | Vitalparameter | 24 |
| 3.6.1 | Sauerstoffsättigung | 24 |
| 3.6.2 | Herzfrequenz | 25 |
| 3.6.3 | Mittlerer arterieller Blutdruck | 27 |
| 3.7 | Postoperative Beschwerden..... | 29 |
| 4 | Diskussion..... | 31 |
| 4.1 | Diskussion der Ergebnisse..... | 31 |
| 4.1.1 | Intubationserfolg..... | 31 |
| 4.1.2 | Intubationszeit | 32 |
| 4.1.3 | Cormack und Lehane-Klassifikation..... | 34 |
| 4.1.4 | Intubation Difficulty Scale | 35 |
| 4.1.5 | Vitalparameter | 36 |
| 4.1.6 | Postoperative Beschwerden..... | 37 |
| 4.2 | Diskussion der Methoden | 38 |
| 4.3 | Schlussfolgerung und Ausblick..... | 38 |
| 5 | Zusammenfassung | 40 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Literaturverzeichnis | 42 |
| 7 | Abkürzungsverzeichnis | 54 |
| 8 | Abbildungs- und Tabellenverzeichnis | 55 |

Anlagen

Danksagung

Lebenslauf

1 Einleitung

1.1 Atemwegsmanagement

Die Sicherung des Atemwegs bei der Narkose ist eine zentrale Herausforderung des Anästhesisten. Ziel ist die adäquate Oxygenierung des Patienten. Zur Atemwegssicherung steht heute eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verfügung. Entsprechend dem geplanten operativen Eingriff und den individuellen Voraussetzungen des Patienten kann die geeignete Technik ausgewählt werden. Hierbei gehört die Doppellumenintubation zu den erweiterten Fertigkeiten des Anästhesisten im Hinblick auf das Atemwegsmanagement. Einen besonderen Stellenwert im Atemwegsmanagement nimmt das Management des schwierigen Atemwegs ein. „Cannot intubate, cannot ventilate“-Situationen können die Patientensicherheit stark gefährden. Aus diesem Grund sind ein vereinfachtes und standardisiertes Vorgehen von besonderer Bedeutung¹. Im Folgenden soll der schwierige Atemweg näher betrachtet werden.

1.1.1 Definition des schwierigen Atemwegs

Die American Society of Anesthesiologists (ASA) formulierte 1992 als erste Fachgesellschaft Leitlinien bezüglich des Vorgehens bei der Atemwegssicherung und überarbeiteten diese 2003². Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin folgte 2004 mit eigenen Leitlinien zum Atemwegsmanagement³. Laut dieser Fachgesellschaften ist ein schwieriger Atemweg durch die klinische Situation definiert, in der ein gut ausgebildeter anästhesiologischer Facharzt Schwierigkeiten bei der aktuell verwendeten Technik erfährt². Angesichts individueller Unterschiede zwischen den Patienten, des klinischen Rahmens und der Ausbildung des Anästhesisten lässt sich die Vielschichtigkeit der Atemwegsschwierigkeiten erkennen². Um die Probleme bei der Atemwegssicherung genau zu bestimmen, wird aus diesem Grund zwischen Schwierigkeiten während der einzelnen Abschnitte des Intubationsvorganges unterschieden. Probleme können bei der Gesichtsmaskenbeatmung, Laryngoskopie oder trachealen Intubation auftreten. Konkret bedeutet daher eine schwierige Laryngoskopie, dass die Stimmbänder auch nach mehreren Laryngoskopieversuchen nicht eingesehen werden können². Dies entspricht einer Sicht auf die Glottis gemäß Grad III und IV der Cormack und Lehane-Klassifikation⁴. Eine endotracheale Intubation gilt als schwierig,

wenn mehrere Versuche zur Intubation benötigt werden. Die Intubation ist laut Definition fehlgeschlagen, wenn es nicht gelingt, den endotrachealen Tubus nach mehreren Versuchen zu platzieren^{2,3}.

Im Hinblick auf die anästhesiologischen Konsequenzen muss zwischen erwartet und unerwartet schwierigem Atemweg unterschieden werden. Bei einem erwartet schwierigen Atemweg ist anamnestisch ein Problem bei früheren Intubationsnarkosen bekannt oder es fallen bei der klinischen Untersuchung anatomische Besonderheiten auf, die auf einen schwierigen Atemweg hinweisen. Anatomische Hinweise auf einen schwierigen Atemweg sind unter anderem Grad 3 und 4 der Mallampati-Klassifikation⁵, Adipositas, ein geringer thyromentaler Abstand oder eine eingeschränkte Mundöffnung des Patienten. Eine Kombination dieser Parameter erleichtert die Vorhersage von Komplikationen^{6,7}. Bei Patienten mit einem unerwartet schwierigen Atemweg hingegen liegen keinerlei Risikofaktoren vor. Die Probleme beim Atemwegsmanagement treten in diesem Fall überraschend auf.

1.1.2 Inzidenz des schwierigen Atemwegs

Woodall und Cook beschreiben die Inzidenz des erwartet schwierigen Atemwegs mit 2,2%⁸. Die Inzidenz des unerwartet schwierigen Atemwegs wird mit 1,5 bis 8,5%^{6,9} angegeben. Laut Rose und Cohen⁷ scheidet die Intubation in 0,3% der Fälle.

1.1.3 Morbidität und Mortalität des schwierigen Atemwegs

Fachgerechtes Atemwegsmanagement ist von essentieller Bedeutung, da ein schwieriger Atemweg mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität assoziiert ist. Bei der Analyse von Arzthaftungsprozessen zu Komplikationen bei der Atemwegssicherung wurde festgestellt, dass die Ursache von 17% aller Komplikationen eine schwierige endotracheale Intubation war¹⁰. Ernste Komplikationen durch Probleme beim Atemwegsmanagement treten bei einer von 22000 Vollnarkosen auf¹¹. Cook et al.¹¹ beschreiben die narkoseassoziierte Mortalitätsrate mit 5,6 pro Million Vollnarkosen. Weitere Komplikationen sind der hypoxisch bedingter Hirnschaden¹², die Notfalltracheotomie sowie die unerwartete Aufnahme des Patienten auf die Intensivstation¹¹. Auch führt eine schwierige Intubation häufiger zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung und einer arteriellen Hypertonie während der Narkoseeinleitung⁷.

Bei mehr als zwei Intubationsversuchen kommt es vermehrt zu ösophagealer Fehlintonation, Aspiration, Bradykardie sowie Herzstillstand¹³.

1.2 Die Doppellumenintubation

1.2.1 Historische Entwicklung

Anfang des 20. Jahrhunderts beschäftigten sich vorwiegend Physiologen mit der Seitentrennung der Lunge¹⁴. Die Entwicklung vollzog sich von endobronchialen Kathetern zur Atemgasuntersuchung bis hin zum Doppellumentubus aus Gummi, der ursprünglich für die Spirometrie entworfen wurde¹⁴. Einen entscheidenden Schritt lieferte Carlens 1949 mit seinem Entwurf eines linksläufigen Doppellumentubus¹⁵. Dieser Tubus verfügte über einen Carinasporn, der eine zu tiefe Platzierung im linken Hauptbronchus verhindern sollte¹⁶. Eine Weiterentwicklung dieses Doppellumentubus wurde 1962 von Frank Robertshaw vorgestellt¹⁷. Vorteile gegenüber dem Carlens-Tubus waren die größeren Innendurchmesser der Lumina und der Verzicht auf den traumatischen Carinahaken^{18,19}. Der modifizierte Robertshaw-Tubus wird heute am häufigsten zur Ein-Lungen-Ventilation eingesetzt.

1.2.2 Die Ein-Lungen-Ventilation und ihre Anwendungsgebiete

Einsatzbereiche für die Ein-Lungen-Ventilation sind vor allem operative Eingriffe an Herz, Thorax, Gefäßen, Wirbelsäule und Ösophagus¹⁶. In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt auf den thoraxchirurgischen Eingriffen. Ziel der Ein-Lungen-Ventilation ist die funktionelle Trennung beider Lungen. Dabei wird eine Lunge entlüftet und die Beatmung allein durch die andere Lunge aufrechterhalten. Dies zieht pathophysiologische Veränderungen der Atmung nach sich, die einen Einfluss auf die Narkoseführung haben. Ein Beispiel dafür ist die Erhöhung des Rechts-Links-Shunts²⁰ mit Gefahr der Hypoxie²¹. Bei der Indikationsstellung galt früher eine Aufteilung in absolute und relative Indikationen zur Ein-Lungen-Ventilation²⁰. Zu den absoluten Indikationen zählte, dass der Übertritt einer Infektion oder Blutung auf die gesunde Lunge verhindert werden sollte, wohingegen die Erleichterung eines thoraxchirurgischen Eingriffes nur als relative Indikation gesehen wurde²⁰. Heutzutage hat sich durch technisch anspruchsvollere Operationstechniken die Indikationsstellung verändert¹⁹. Die Stilllegung der zu operierenden Lunge, um für den Operateur eine optimale Arbeitsvoraussetzung im Operationsgebiet zu schaffen, hat dadurch einen

wichtigeren Stellenwert erhalten¹⁹. Im Gegensatz zur konventionellen Thorakotomie lässt sich etwa die minimal-invasive video-assistierte Thorakoskopie (VATS) ohne Ein-Lungen-Ventilation nicht realisieren²².

Technisch lässt sich die Ein-Lungen-Ventilation durch Intubation mit Bronchusblockern, Doppellumentuben oder mit einlumigen endobronchialen Tuben realisieren²³, wobei die Doppellumenintubation den Goldstandard darstellt. Doppellumentuben bieten bei der Ein-Lungen-Ventilation Vorteile gegenüber der Intubation mit Bronchusblockern. Sie benötigen eine kürzere Intubationszeit²⁴ und erfordern seltener eine Lagekorrektur²⁵. Durch das Lumen des Doppellumentubus ist das Absaugen von Sekret möglich, was beim Bronchusblocker nicht gewährleistet ist¹⁹.

1.2.3 Aufbau des Doppellumentubus

Der Doppellumentubus ist aus Kunststoff (PVC) gefertigt. Er besitzt zwei getrennte D-förmige Lumina, die seitlich aneinander liegen. Am trachealen Lumen befindet sich eine proximale Blockmanschette und am bronchialen Lumen eine distale Blockmanschette. Zwei Krümmungen, die an die Anatomie der Atemwege angepasst sind, sollen die Intubation erleichtern²⁰. Über einen Cobb-Konnektor werden die beiden Tubuslumina an das Beatmungsgerät angeschlossen (Abbildung 1). Der Doppellumentubus ist gemäß dem Außendurchmesser in den Größen 26 bis 41 French erhältlich.



Abbildung 1: Dargestellt ist ein linksläufiger Doppellumentubus zur funktionellen Trennung beider Lungen (©Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland).

Die funktionelle Trennung beider Lungen wird erreicht, indem die beiden Blockmanschetten geblockt oder entblockt werden. Mit dieser Methode kann entweder eine der beiden Lungen isoliert werden oder es können beide Lungen beatmet werden¹⁶. Es gibt den Doppellumentubus sowohl für die linksseitige als auch für die rechtsseitige endobronchiale Intubation, wobei der linksläufige Tubus aufgrund seiner einfacheren Handhabung häufiger verwendet wird²⁶. Eine anatomische Besonderheit des Bronchialsystems ist, dass der rechte Hauptbronchus kürzer ist als der linke. Dadurch liegt der Abgang des rechten Oberlappenbronchus sehr weit proximal. Es besteht folglich die Gefahr, dass der Tubus den Oberlappenbronchus verlegt²⁰. Um dies zu vermeiden, besitzt der rechtsseitige Doppellumentubus einen Schlitz in der bronchialen Blockmanschette, welcher bei der Intubation auf gleiche Höhe mit dem Oberlappenabgang gebracht werden muss¹⁶.

1.2.4 Intubationstechnik

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Doppellumentubus zu platzieren. Der Tubus kann, wie auch bei der endotrachealen Intubation üblich, blind in die Trachea vorgeschoben werden. Die Alternative besteht darin, den Tubus unter bronchoskopischer Sicht einzuführen²⁷.

Bei der blinden Intubationstechnik wird bei einem Doppellumentubus folgendermaßen vorgegangen: Zu Intubationsbeginn wird der Tubus so gehalten, dass das bronchiale Lumen nach ventral zeigt. Der Tubus wird so weit vorgeschoben, bis beide Blockmanschetten die Stimmbänder passiert haben²³. Danach wird der Tubus um 90° in Richtung des zu intubierenden Bronchus, das heißt für einen linksläufigen Tubus gegen den Uhrzeigersinn, gedreht²³. Diese Rotation soll das Einführen der bronchialen Tubusspitze in den jeweiligen Hauptbronchus erleichtern. Anschließend wird der Tubus etwas weiter vorgeschoben, bis seine endobronchiale Lage erreicht ist (Abbildung 2).

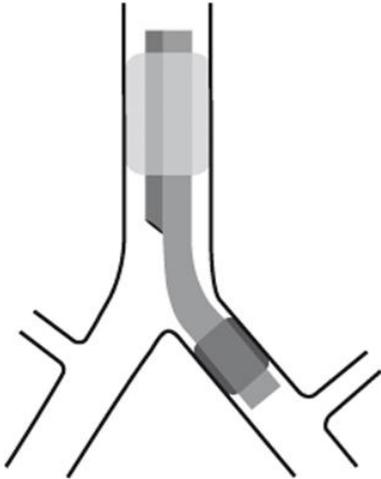


Abbildung 2: Dargestellt ist die endobronchiale Platzierung eines linksläufigen Doppellumentubus (©Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland).

Bei der alternativen Technik wird der Doppellumentubus unter bronchoskopischer Sicht platziert, was eine deutlich längere Intubationszeit zur Folge hat²⁷.

1.2.5 Schwierigkeiten bei der Doppellumenintubation

Der Aufbau eines Doppellumentubus sowie die Intubationstechnik unterscheiden sich in vielen Punkten von einer normalen endotrachealen Intubation mit einem einlumigen Tubus. Zu Problemen bei der Intubation kommt es bei 2,6% der Patienten mit Doppellumenintubation²¹. Die Schwierigkeiten der Doppellumenintubation ergeben sich bereits aus dem Aufbau des Doppellumentubus, der zur technischen Umsetzung der Ein-Lungen-Ventilation notwendig ist. Durch den erhöhten Außendurchmesser des Doppellumentubus aufgrund der zwei Lumina wird die Passage der Stimmbänder erschwert^{23,28} (Abbildung 3).

| | 6,5 mm | 7,0 mm | 7,5 mm | 8,0 mm | 8,5 mm | 9,0 mm |
|------------------------|---|---|---|--|---|---|
| Endotracheal- tubus |  |  |  |  |  |  |
| Doppellumen- tubus |  |  |  |  |  |  |

Abbildung 3: Dargestellt sind die Größenverhältnisse zwischen einlumigen Endotrachealtuben der Größen 6,5 bis 9,0mm und Doppellumentuben der Größen 26 bis 41 French. Innen- und Außendurchmesser der Tuben wurden gemäß den Angaben der Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland, übernommen.

Eine erhöhte Steifigkeit des Materials und die längere Gestaltung des Tubus für die endobronchiale Verwendung haben zur Folge, dass zur Platzierung des Tubus während der Intubation weniger Bewegungsfreiheit vorhanden ist²⁸. Hinzu kommen Probleme durch die Intubationstechnik. Fehllagen sind aufgrund der Schwierigkeit der endobronchialen Platzierung häufig²⁹⁻³¹. Zusätzlich ist die Intubationszeit gegenüber der endotrachealen Intubation verlängert²⁷. Da auf 100 Intubationsnarkosen nur eine Doppellumenintubation kommt³², spielt die fehlende Routine als Fehlerquelle eine zusätzliche Rolle³³.

Komplikationen durch die Intubation mit einem Doppellumentubus können gravierender sein als bei einer endotrachealen Intubation. Sakuragi et al. berichteten von einer Bronchusruptur, nachdem ein Doppellumentubus zu tief eingeführt worden war³⁴. Vorübergehende Hypoxämie und fehlgeschlagene Lungenisolation treten bei etwa 4% aller Doppellumenintubationen auf³⁵. Hinzu kommt die Gefahr einer Carina- oder Oberlappenobstruktion³⁶. Ödeme und Hämatome der Bronchien zählen ebenfalls zu den Komplikationen³⁷. Postoperative Heiserkeit und Halsschmerzen sind gleichermaßen häufige Probleme nach der Doppellumenintubation³⁸.

1.2.6 Vorgehen bei schwierigem Atemweg

Diese Aufzählung von Besonderheiten verdeutlicht, dass auch eine gewöhnliche Intubation mit einem Doppellumentubus erschwert sein kann. Der schwierige Atemweg stellt nun eine zusätzliche Herausforderung dar²⁸. Bei eindeutiger Indikation zur Einlungen-Beatmung bei einem Patienten mit schwierigem Atemweg gibt es mehrere

Alternativen, um eine funktionelle Trennung der beiden Lungen zu erreichen. Dazu zählt die Verwendung eines Bronchusblockers³⁹. Eine weitere Möglichkeit, die immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist der Einsatz neuer Videolaryngoskope^{23,40}. Brodsky nennt auch das Airtraq-Laryngoskop zur Atemwegssicherung bei Doppellumenintubation mit schwierigem Atemweg⁴⁰.

1.3 Das Macintosh-Laryngoskop

Das Macintosh-Laryngoskop ist das am häufigsten verwendete Laryngoskop zur endotrachealen Intubation⁴¹. Es besteht aus einem Handgriff, der die Batterien enthält, sowie einem abnehmbaren Spatel mit der Lichtquelle. Der Spatel dieses Laryngoskops ist in anatomischer Form gebogen und besitzt auf der linken Seite eine Schiene zur Verdrängung der Zunge aus dem Intubationsgebiet. Das Macintosh-Laryngoskop existiert in den Größen 1 bis 4, wobei die Größe 3 in der Regel für die Erwachsenenintubation verwendet wird (Abbildung 4).



Abbildung 4: Laryngoskopspatel nach Macintosh (©KARL STORZ GmbH &Co. KG, Tuttlingen, Deutschland).

Das Macintosh-Laryngoskop wurde 1943 von Sir Robert Macintosh entwickelt⁴². Sein Gedanke war, das Laryngoskop im rechten Mundwinkel einzusetzen und dann mit dem Spatel die Zunge nach links zu verdrängen, so dass sich das Sichtfeld auf den Pharynx erweiterte⁴². Weiterhin platzierte er die Spatelspitze des Laryngoskops in der Vallecula hinter der Epiglottis, ohne diese auf den Laryngoskopspatel aufzuladen⁴². Durch Zug in Griffrichtung des Laryngoskops können so die Epiglottis und der Zungengrund angehoben werden, wodurch die direkte Sicht auf die Stimmbänder ermöglicht wird¹⁶.

Bei der direkten Laryngoskopie können die Stimmbänder nur eingesehen werden, wenn die Sichtachsen zwischen Mundhöhle, Pharynx und Trachea optimal ausgerichtet sind¹⁶. Dies kann durch erhöhte und überstreckte Lagerung des Kopfes erreicht werden⁴³. Die direkte Laryngoskopie kann bei anatomischen Besonderheiten erschwert werden, da in diesem Fall eine Annäherung der Achsen ausbleiben und somit die Sicht auf die Stimmbänder behindert werden kann⁴⁴. In dieser Situation kann versucht werden, durch Druck auf den Larynx (backward upward rightward pressure, BURP) die Stimmritze in das Sichtfeld des Anästhesisten zu rücken⁴⁵.

1.4 Das Airtraq-Laryngoskop

Im Januar 2006 brachte der Hersteller Prodol Meditec S.A. (Guecho, Vizcaya, Spanien) das Airtraq-Laryngoskop für die endotracheale Intubation von Erwachsenen auf den Markt. Im Dezember 2007 folgte die Version für die Doppellumenintubation.

1.4.1 Aufbau des Airtraq-Laryngoskops

Das Airtraq-Laryngoskop für die Doppellumenintubation ist ein Einmalartikel aus Kunststoff. Der proximale Teil besteht aus dem Okular sowie dem Batteriefach. Links am Okular ist ein Schalter angebracht, mit dem die Beleuchtung des Laryngoskops eingeschaltet werden kann. Der distale Teil besteht aus zwei Kanälen. Der linke Kanal enthält die Optik des Laryngoskops und der rechte Kanal dient als Führungsschiene für den Tubus. Am distalen Ende des Laryngoskopspatels befinden sich die Beleuchtung und ein Antibeschlagsystem. Die Optik des Airtraq-Laryngoskops besteht aus mehreren Prismen, Spiegeln und Linsen, welche ein Bild im Okular erzeugen. Der Führungskanal mitsamt dem Optikkanal ist an die anatomische Form der Atemwege angepasst (Abbildung 5).

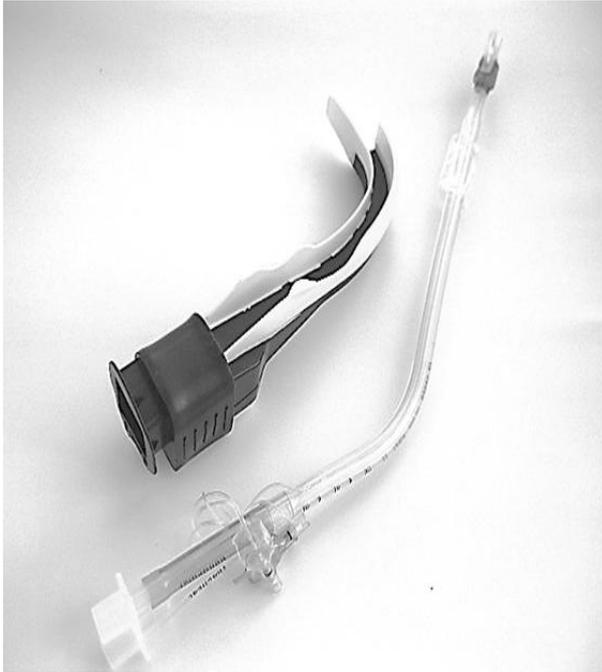


Abbildung 5: Das Airtraq-Laryngoskop mit Doppellumentubus für die endotracheale Intubation.

Für die Intubation mit einem Doppellumentubus existiert nur eine Größe des Airtraq-Laryngoskops. Links- und rechtsläufige Doppellumentuben mit oder ohne Carinahaken in den Größen 35, 37, 39 und 41 French können mit dem Airtraq-Laryngoskop verwendet werden, wobei eine Mundöffnung von mindestens 19 mm vorausgesetzt wird. Führungsstäbe werden nicht benötigt und sollten vor der Platzierung des Tubus im Airtraq-Laryngoskop entfernt werden. Als ergänzendes Zubehör steht ein Videosystem mit der Anschlussmöglichkeit an einen externen Monitor zur Verfügung.

1.4.2 Intubationstechnik

Das Airtraq-Laryngoskop wird, im Gegensatz zum Macintosh-Laryngoskop, von Beginn an über die Mittellinie in den Mund des Patienten eingeführt. Die Zunge wird nicht seitlich verdrängt, sondern das Airtraq-Laryngoskop wird an deren oberen Rand entlang in den Pharynx vorgeschoben. Über das Okular sind die einzelnen anatomischen Strukturen sichtbar. Dadurch kann die Position im Rachenraum festgestellt werden. Sobald die Epiglottis sichtbar wird, platziert man das Airtraq-Laryngoskop wie bei der herkömmlichen Macintosh-Laryngoskopie in der Vallecula. Durch einen geraden Zug nach ventral werden daraufhin die Stimmbänder im Okular sichtbar. Der Doppellumentubus wird nun innerhalb des Führungskanals nach vorne geschoben und kann so die Stimmbänder passieren. Um den Doppellumentubus vom Laryngoskop zu

trennen, wird der Tubus mit der rechten Hand fixiert und das Airtraq-Laryngoskop mit der linken Hand seitlich herausgelöst. Das Laryngoskop kann nun aus dem Mund des Patienten entfernt und die Lage des Tubus kontrolliert werden.

1.4.3 Eigenschaften des Airtraq-Laryngoskops

Das Airtraq-Laryngoskop wurde entwickelt, um den Intubationsvorgang zu vereinfachen. Dieses Ziel soll durch mehrere Eigenschaften des Laryngoskops umgesetzt werden. Das optische System des Airtraq-Laryngoskops befindet sich am distalen Spatelende und liegt somit direkt über den laryngealen Strukturen. Der Blickwinkel mit dem Airtraq-Laryngoskop vergrößert sich daher im Vergleich zur direkten Laryngoskopie von 15 Grad auf etwa 60 Grad¹⁶. Zusätzlich ist die Form des Airtraq-Laryngoskops an die anatomische Form der Atemwege angepasst, indem das distale Spatelende um 90° nach ventral gekrümmt ist. Demzufolge ist es nicht wie bei der direkten Laryngoskopie notwendig, die Achsen von Mundhöhle, Pharynx und Larynx in einer Sichtlinie auszurichten, um den Larynx darstellen zu können. Der Kopf des Patienten muss daher nicht, wie es bei der direkten Laryngoskopie gehandhabt wird, gemäß der „Schnüffelposition“⁴³ erhöht gelagert und überstreckt werden, sondern kann in einer neutralen Position gehalten werden. Aus diesem Grund ist die Manipulation an der Halswirbelsäule während der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop geringer als mit dem Macintosh-Laryngoskop⁴⁶. Des Weiteren ist das Airtraq-Laryngoskop ein Artikel zum Einmalgebrauch. Dadurch kann auf die Reinigung des Geräts verzichtet und das Risiko einer Krankheitsübertragung verringert werden⁴⁷⁻⁴⁹.

Die Vorteile, die sich daraus für die Intubation im Vergleich zum Macintosh-Laryngoskop ergeben, sind eine verbesserte Sicht auf die Stimmritze gemäß Cormack und Lehane-Klassifikation^{50,51}, kürzere Intubationszeiten⁵²⁻⁵⁴ und ein geringerer IDS-Score^{50,55}. Anhand dieser Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass das Airtraq-Laryngoskop die endotracheale Intubation erleichtern und eine höhere Patientensicherheit bieten könnte als das Macintosh-Laryngoskop. Aus diesem Grund wurden Videolaryngoskope in die deutschen Leitlinien zum Atemwegsmanagement³ aufgenommen. Auch in anderen Algorithmen zum Atemwegsmanagement⁵⁶ spielt das Airtraq-Laryngoskop eine immer bedeutendere Rolle.

1.4.4 Einsatzspektrum

Die vorteilhaften Eigenschaften des Airtraq-Laryngoskops führen zu einem wachsenden Einsatzspektrum. Vor allem bei Patienten mit erschweren Intubationsbedingungen zeigt sich in der Literatur ein Vorteil des Airtraq-Laryngoskops. Von dessen Einsatz profitiert haben unter anderem Patienten mit Adipositas^{52,57}, Tumoren der oberen Atemwege⁵⁸, Halswirbelsäulenimmobilisation^{50,53,55} und Akromegalie⁵⁹ genauso wie nach frustranen Intubationsversuchen mit dem Macintosh-Laryngoskop^{60,61} und schwieriger Intubation in der Vorgeschichte⁶². Auch bei ungeübtem Personal zeigten sich in mehreren Modellstudien⁶³⁻⁶⁶ und klinischen Studien^{67,68} verbesserte Intubationsbedingungen. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Notfallmedizin⁶⁹. Hier ist es von Bedeutung, dass bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop die Herzdruckmassage leitliniengerecht⁷⁰ nur für eine kurze Zeit unterbrochen werden muss⁷¹. Das Airtraq-Laryngoskop gewinnt ebenso in der pädiatrischen Anästhesiologie⁷²⁻⁷⁴ und für die nasotracheale Intubation^{75,76} an Bedeutung.

1.4.5 Videolaryngoskope zur Doppellumenintubation

Es existieren bereits Fallberichte zur Doppellumenintubation mit dem Airtraq-Laryngoskop. Im Jahr 2007 wurde bei zehn Patienten das reguläre Airtraq-Laryngoskop für die endotracheale Intubation mit Doppellumentuben in den Größen 35 und 37 French verwendet⁷⁷. Bei allen zehn Patienten konnte die Cormack und Lehane-Klassifikation verbessert und die Intubation beim ersten Versuch erfolgreich ausgeführt werden⁷⁷. Salazar et al.⁷⁸ beschreiben die Wachintubation mit einem Doppellumentubus über das Airtraq-Laryngoskop, welches laut den Autoren die Möglichkeit der Intubation ohne Manipulation der Zunge bietet.

Auch andere Videolaryngoskope wurden bezüglich ihrer Qualitäten bei der Doppellumenintubation untersucht. Eine Studie mit 68 Patienten untersuchte die Unterschiede zwischen dem Macintosh-Laryngoskop und dem X-lite Videolaryngoskop bei der Doppellumenintubation⁷⁹. Resultate dieser Studie waren eine Verbesserung der Cormack und Lehane-Klassifikation, eine geringere Anzahl an Intubationsversuchen und eine kürzere Intubationszeit in der Gruppe der Videolaryngoskope⁷⁹. Andere Berichte gibt es über die Doppellumenintubation mit dem Glidescope^{80,81}, dem Airway-Scope⁸², dem Bullard-Laryngoskop⁸³ und dem Pentax Airway Scope⁸². Die

aufgeführten Videolaryngoskope führten zwar wie erwartet zu verbesserten Sichtverhältnissen auf die Stimmritze, jedoch traten bei einigen Videolaryngoskopen trotzdem Schwierigkeiten bei der Intubation auf. Bei der Intubation mit dem Glidescope kann das Verschieben des Tubus erschwert sein^{80,81}, weswegen eine spezielle Rotationstechnik⁸⁴ entwickelt wurde. Der Aufbau des Airway-Scopes⁸² erlaubt es nicht, den Doppellumentubus in den Führungskanal einzulegen. Aus diesem Grund wurde der Doppellumentubus über einen Tubuswechselkatheter und einen Bougie eingeführt⁸².

Diese Übersicht über die existierende Literatur zur Doppellumenintubation mit Videolaryngoskopen lässt erkennen, dass zwar Vorteile der Videolaryngoskope bestehen, aber die klinische Relevanz noch nicht eindeutig gesichert werden kann. Aus diesem Grund ist es angezeigt, den Nutzen des Airtraq-Laryngoskops für die Doppellumenintubation zu prüfen.

1.5 Fragestellung

Atemwegsmanagement gilt als bedeutende Aufgabe des Anästhesisten. Schwierigkeiten bei der Sicherung des Atemweges führen zu erheblicher Morbidität und Mortalität der betroffenen Patienten. Die Doppellumenintubation ist auch ohne schwierigen Atemweg anspruchsvoller und komplikationsreicher als die endotracheale Intubation. Das Airtraq-Laryngoskop wies in mehreren Modellstudien und klinischen Studien Vorteile im Management des schwierigen Atemwegs auf. Somit stellt sich die Frage, ob es sich auch in anderen klinischen Situationen als vorteilhaft erweisen könnte. In dieser Arbeit wird überprüft, ob das Airtraq-Laryngoskop dem Macintosh-Laryngoskop bei der Doppellumenintubation überlegen ist.

Dazu wurden 30 Patienten mit dem Macintosh-Laryngoskop und 30 Patienten mit dem Airtraq-Laryngoskop bei thoraxchirurgischen Eingriffen mit einem Doppellumentubus intubiert. Als primären Endpunkt zur Beurteilung des Airtraq-Laryngoskops bei der Doppellumenintubation wurde die Intubationszeit gewählt. Weitere untersuchte Kriterien zur Evaluation der Unterschiede zwischen dem Airtraq- und dem Macintosh-Laryngoskop während der Intubation waren der Intubationserfolg, zusätzlich notwendige Optimierungsmaßnahmen, die Sauerstoffsättigung und hämodynamische Daten. Die Sicht auf die Glottis wurde anhand der Cormack und Lehane-Klassifikation beschrieben und der Schwierigkeitsgrad der Intubation mit der Intubation Difficulty

Scale festgestellt. Nach der Intubation wurden Schleimhautverletzungen sowie die postoperativen Komplikationen Halsschmerzen, Schluckbeschwerden und Heiserkeit in beiden Gruppen beurteilt. Anhand dieser Parameter fand eine objektive Beurteilung über den klinischen Nutzen des Airtraq-Laryngoskops bei der Doppellumenintubation statt. Mit dieser Arbeit soll eine Aussage darüber getroffen werden, ob das Airtraq-Laryngoskop eine höhere Patientensicherheit bei der Doppellumenintubation gewährt als die herkömmliche Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine randomisiert-kontrollierte Studie. Die Studie wurde 2009 von der Ethikkommission der Universität Würzburg genehmigt. Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum von 06.07.2009 bis 23.06.2011 in der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie der Universitätsklinik Würzburg. Die Intubationen wurden von zwei erfahrenen Oberärzten der Anästhesie durchgeführt.

2.2 Patienten

In dieser klinischen Studie wurden 41 männliche und 19 weibliche Patienten im Alter von 18 bis 78 Jahren untersucht. Alle Patienten unterzogen sich einem thoraxchirurgischen Eingriff, für den eine funktionelle Lungentrennung mit Einsatz eines Doppellumentubus notwendig war. Patienten mit einem Alter von mindestens 18 Jahren und einer American Society of Anesthesiologists-Klasse I bis III wurden zur Studie zugelassen. Schwangere und minderjährige Patienten wurden von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen, ebenso wie Patienten, die eine Teilnahme ablehnten. Die Patienten wurden in die Studiengruppe „Airtraq-Laryngoskop“ (n=30) und die Kontrollgruppe „Macintosh-Laryngoskop“ (n=30) aufgeteilt. Zur Randomisierung beider Gruppen wurden Briefumschläge mit dem Inhalt „Airtraq“ oder „Macintosh“ angefertigt. Vor dem Eingriff wurde anhand dieser Briefumschläge eine zufällige Auswahl des einzusetzenden Instruments getroffen.

2.3 Studienablauf

2.3.1 Aufklärung

Im Rahmen der Prämedikationsvisite wurden die Patienten am Vortag der Operation über die Teilnahme an der Studie aufgeklärt. Die Erklärung über die Durchführung der Studie und deren Risiken erfolgte mündlich durch den aufklärenden Anästhesisten. Jeder Patient erhielt ein gesondertes Merkblatt über die Studieninhalte (Anlage 1). Bei Einwilligung zur Teilnahme wurde dies mit einer schriftlichen Einverständniserklärung bestätigt (Anlage 2). Bei der Prämedikationsvisite wurde weiterhin der Mallampati-Status des Patienten erhoben.

2.3.2 Vor der Intubation

30 Minuten vor Narkosebeginn erhielten alle Patienten 7,5 mg Midazolam per os als Prämedikation. Nach Eintreffen des Patienten im Einleitungsraum des Operationssaals wurde zunächst die Identität überprüft und daraufhin das Standardmonitoring, bestehend aus Elektrokardiogramm (EKG), nicht invasiver Blutdruckmessung und Pulsoxymetrie, angeschlossen. Falls noch nicht vorhanden, wurde dem Patienten zu diesem Zeitpunkt ein peripherer venöser Zugang gelegt. Bei Patienten mit geplanter Thorakotomie wurde nach vorheriger Aufklärung und Einverständnis des Patienten ein thorakaler Periduralkatheter zur peri- und postoperativen Analgesie angelegt. Im Anschluss wurde die aktive Mundöffnung des Patienten gemessen. Die aktive Mundöffnung wurde als Abstand zwischen den Schneidezähnen des Oberkiefers und Unterkiefers bei maximaler Mundöffnung des Patienten definiert. Vor Beginn der Narkoseeinleitung wurden die beiden Blockmanschetten des Doppellumentubus auf Dichtigkeit überprüft und der Doppellumentubus zur Intubation vorbereitet. Bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop wurde der Führungsstab aus dem Doppellumentubus entfernt und der Tubus so in die Führungsschiene des Laryngoskops eingesetzt, dass sein Ende und die Spitze des Führungskanals einen gemeinsamen Abschluss bildeten (Abbildung 6). Bei der Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop wurde der Führungsstab im Doppellumentubus belassen.



Abbildung 6: Dargestellt ist die korrekte Platzierung des Doppellumentubus in der Führungsschiene des Airtraq-Laryngoskops.

2.3.3 Intubation

Die Präoxygenierung des Patienten wurde mit 100% Sauerstoff für fünf Minuten über eine dicht sitzende Gesichtsmaske durchgeführt. Die Narkoseeinleitung erfolgte über einen intravenösen Zugang mit einem Opioid (Fentanyl 3 µg/kg KG), einem Hypnotikum (Propofol 1-3 mg/kg KG) und einem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans (Rocuronium 0,5 mg/kg KG). Bei ausreichender Relaxierung wurde im nächsten Schritt der thyromentale Abstand vom Innenrand des Unterkiefers bis zur Incisura superior des Schilddrüsens bei maximal gestrecktem Kopf gemessen. Danach wurde die passive Mundöffnung des Patienten bestimmt, wobei der Mund des relaxierten Patienten vom Untersucher maximal geöffnet und dabei gemäß der aktiven Mundöffnung der Abstand zwischen den Schneidezähnen des Oberkiefers und des Unterkiefers bestimmt wurde.

Ein unabhängiger Anästhesist führte zuerst eine direkte Laryngoskopie mit einem Macintosh-Spatel der Größe 3 durch. Er beurteilte die Darstellung der Glottis gemäß der Cormack und Lehane-Klassifikation. Nach dieser ersten Beurteilung wurde das Macintosh-Laryngoskop wieder aus dem Mund des Patienten entfernt. Eine adäquate Oxygenierung wurde durch intermittierende Maskenbeatmung sichergestellt. Der Untersucher führte die Doppellumenintubation nun ohne Kenntnis des zuvor erhobenen Grades der Cormack und Lehane-Klassifikation je nach Zuteilung entweder mit dem Macintosh-Laryngoskop oder dem Airtraq-Laryngoskop durch. Bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop wurde vom untersuchenden Anästhesisten erneut die Cormack und Lehane-Klassifikation erhoben. Zusätzlich beurteilte dieser bei beiden Gruppen den Schwierigkeitsgrad der Intubation mit dem IDS-Score⁸⁵. Weibliche Patienten wurden mit einem Doppellumentubus der Größen 35, 37 oder 39 French und männliche Patienten mit den Größen 39 oder 41 French intubiert. Zur Lagekontrolle des Doppellumentubus direkt nach der Intubation wurden beide Lungen auskultiert sowie eine bronchoskopische Lagekontrolle durchgeführt. Diese wurde nach der seitlichen Lagerung des Patienten im Operationssaal wiederholt. Die Narkose wurde mittels balancierter Anästhesie mit Sevofluran oder Isofluran oder totalintravenöser Anästhesie (TIVA) aufrechterhalten. Narkosetiefe und Muskelrelaxierung wurden über EEG-Ableitung (Cerebral state monitor, Danmeter, DK-5000 Odense C) und Relaxometrie (TOF-Watch SX, Organon Teknika, NL-5281 RM Boxtel) überwacht. Die

Intubationszeit wurde von einem unabhängigen Untersucher erfasst. Beginn der Messung war das Einsetzen des Laryngoskops in den Mund und Ende die Stimmbandpassage des Tubus. Die tracheale und orale Schleimhaut wurden auf Verletzungen untersucht. Nach der Intubation wurde das Laryngoskop auf Blutspuren überprüft, die als Zeichen für oropharyngeale Verletzungen gewertet wurden. Falls Komplikationen auftraten oder Optimierungshilfen zur Verbesserung der Intubationsbedingungen wie das BURP-Manöver⁴⁵ notwendig waren, wurden diese dokumentiert. Die Anzahl der Intubationsversuche wurde ebenso erhoben. Blutdruck und Herzfrequenz des Patienten wurden als Baseline-Wert vor der Intubation sowie während der Intubation und eine, drei und fünf Minuten nach der Intubation gemessen. Falls der erste Intubationsversuch scheiterte, waren noch zwei weitere Versuche mit der gleichen Technik erlaubt. Bei mehreren Intubationsversuchen wurde die Intubationszeit des gültigen Versuchs gewählt. Bei einem Wechsel zwischen mehreren Techniken wurde der Patient von der Studie ausgeschlossen. Bei der Narkoseausleitung wurden eine ausreichende Spontanatmung und das Wiederauftreten der Schutzreflexe abgewartet, um den Patienten zu extubieren. Daraufhin wurde der Patient zur postoperativen Überwachung in den Aufwachraum verlegt.

2.3.4 Nachbefragung

Zum weiteren Ablauf der Studie gehörte eine zweizeitige Nachbefragung des Patienten. 0,5 Stunden und 24 Stunden nach Narkoseende wurde der Patient anhand einer standardisierten visuellen Analogskala (VAS) zu bestehenden Schmerzen befragt. Null auf der Skala entspricht keinem Schmerz, wohingegen zehn für die maximal vorstellbare Schmerzintensität steht. 0 Punkte wurden als kein Schmerz gewertet, 1-3 Punkte als leichte, 4-6 Punkte als mäßige und 7-10 Punkte als starke Schmerzen. Anhand dieser Skala wurden die Halsschmerzen des Patienten sowie vorhandene Schluckbeschwerden abgefragt. Eine weitere Frage zu bestehender Heiserkeit sollte der Patient mit ja oder nein beantworten.

2.4 Statistik

Die gesammelten Daten wurden im Datenerhebungsbogen dokumentiert (Anlage 3) und mittels Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) tabellarisch gespeichert. Zur statistischen Auswertung der Daten wurde das Programm

SPSS Version 19 (Apache Software Foundation, Forest Hill, MD, USA) verwendet. Die Graphiken wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 2010 erstellt.

Bei einem angenommenen Unterschied in der mittleren Intubationszeit von 10 Sekunden mit einer Standardabweichung von 10 Sekunden wurde mit einer zuvor durchgeführten Power-Analyse eine Gruppengröße von $n=27$ ermittelt, um Unterschiede mit einer Power von 0,8 und einem α -Level von 0,05 festzustellen. Unterschiede innerhalb und zwischen den beiden Gruppen wurden als statistisch signifikant betrachtet, falls $p < 0,05$ war. Die statistische Analyse wurde mit dem Shapiro-Wilk-Test sowie dem Mann-Whitney-U-Test für nicht parametrische und dem T-Test für parametrische Daten durchgeführt. Zusätzlich wurde der Chi-Quadrat-Test angewendet, um dichotome Daten zu vergleichen. Bei parametrischen Daten wurden die Mittelwertunterschiede mit Hilfe von einfaktoriellen univariaten Varianzanalysen geprüft. Kontinuierliche Parameter sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. Ordinale und kategoriale Daten sind als Zahlen beziehungsweise Häufigkeiten angegeben.

3 Ergebnisse

An der Studie nahmen insgesamt 65 Patienten zwischen 18 und 78 Jahren teil. Fünf Patienten, zwei Patienten der Airtraq-Gruppe und drei Patienten der Macintosh-Gruppe, wurden gemäß den Ausschlusskriterien von der Studie ausgeschlossen. Die übrigen 60 Patienten wurden randomisiert der Studiengruppe Airtraq (n=30) oder der Kontrollgruppe Macintosh (n=30) zugeteilt. Für die Auswertung wurden nur die Daten dieser 60 Patienten verwendet.

3.1 Patientendaten

Alter, Geschlecht, Gewicht, Größe, BMI, Adipositas und ASA-Klassifikation der Patienten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant bezüglich der genannten Parameter ($p > 0,05$).

Tabelle 1: Die demographischen Patientendaten sind als Gesamtzahl oder als Mittelwerte mit Standardabweichung und den entsprechenden p-Werten dargestellt.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| Alter (Jahre) | 62,6 (9,7) | 55,2 (18,8) | 0,242 |
| Geschlecht (w/m) | 8/22 | 11/19 | 0,580 |
| Gewicht (kg) | 80,4 (10,4) | 80,8 (18,7) | 0,920 |
| Größe (cm) | 171,1 (7,5) | 172,7 (10,7) | 0,505 |
| BMI (kg·m⁻¹) | 27,4 (2,8) | 27,1 (6,2) | 0,811 |
| Adipositas (nein/ja) | 22/8 | 20/10 | 0,779 |
| ASA (Klasse 1/2/3) | 0/16/14 | 2/15/13 | 0,355 |

Die Informationen zu den durchgeführten operativen Eingriffen, der Narkoseform und Narkosedauer sowie der Größe des Doppellumentubus sind in Tabelle 2 aufgelistet. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p > 0,05$).

Tabelle 2: Die Narkose- und operationsspezifische Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder als Gesamtzahl und den entsprechenden p-Werten angegeben.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|---|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| Operation (Thorakotomie/VATS) | 25/5 | 24/6 | 1,000 |
| Narkoseform (balancierte/totalintra-venöse Anästhesie) | 29/1 | 27/3 | 0,612 |
| Narkosedauer (min) | 249 (94,7) | 225 (77,9) | 0,530 |
| DLT-Größe (35/37/39/41 French) | 0/5/19/6 | 1/8/18/3 | 0,116 |

3.2 Atemwegsdaten

Um präoperativ einen Anhaltspunkt für den Schwierigkeitsgrad der Intubation zu erhalten, wurden bei den Patienten die Atemwegsparameter Mallampati-Score, thyromentaler Abstand sowie aktive und passive Mundöffnung bestimmt (Tabelle 3). Die beiden Gruppen Airtraq und Macintosh unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich dieser Prädiktoren ($p > 0,05$).

Tabelle 3: Die Atemwegsdaten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder als Gesamtzahl mit den entsprechenden p-Werten angegeben.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|--|-----------------------|-------------------------|---------------|
| Mallampati-Score (Klasse 1/2/3/4) | 11/18/1/0 | 12/15/3/0 | 0,518 |
| thyromentaler Abstand (cm) | 7,4 (1,1) | 7,4 (0,9) | 0,787 |
| aktive Mundöffnung (cm) | 4,7 (0,7) | 4,5 (0,7) | 0,135 |
| passive Mundöffnung (cm) | 4,6 (1,1) | 4,1 (0,9) | 0,050 |

3.3 Intubationsdaten

In beiden Gruppen war die Intubation bei allen Patienten erfolgreich. Von den Intubationen mit dem Airtraq-Laryngoskop waren 93,3% beim ersten Versuch, 3,3% beim zweiten und 3,3% beim dritten Versuch erfolgreich. In der Macintosh-Gruppe benötigten 86,7% der Patienten einen, 10% zwei und 3,3% drei Intubationsversuche. Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen waren mit $p > 0,05$ nicht signifikant. Es gab mehrere Besonderheiten bei der Intubation. Bei zwei Patienten der Airtraq-Gruppe waren mehrere Intubationsversuche mit verbesserter Lagerung des Kopfes notwendig, um die Einstellung der Stimmritze zu erreichen. In der Macintosh-Gruppe wurde bei zwei Patienten ein Spatel der Größe 4 verwendet. Ein Patient benötigte aufgrund einer ösophagealen Fehlintubation mehrere Intubationsversuche. Bei einem weiteren

Patienten musste der Doppellumentubus nach dem ersten Intubationsversuch aufgrund einer ungewissen endobronchialen Lage entfernt und erneut intubiert werden. Eine Umlagerung des Kopfes zur Verbesserung der Sicht auf die Stimmritze wurde bei zwei Patienten vorgenommen.

Die mittlere Intubationszeit betrug für das Airtraq-Laryngoskop 20,1 (SD=16,5) Sekunden und für das Macintosh-Laryngoskop 17,6 (SD=10,0) Sekunden, wobei der Unterschied nicht signifikant war ($p > 0,05$). Bei keinem der Airtraq-Patienten musste das BURP-Manöver angewendet werden. Im Unterschied dazu wurde es bei 7 Patienten der Macintosh-Gruppe zur Verbesserung der Sichtverhältnisse eingesetzt. Der Unterschied war mit $p < 0,05$ statistisch signifikant. Einen Hinweis auf Schleimhautverletzung durch Blutspuren am Laryngoskopspatel gab es bei 8 Patienten der Airtraq-Gruppe und 5 Patienten der Macintosh-Gruppe. Es ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen ($p > 0,05$). In Tabelle 4 sind diese Daten zusammengefasst.

Tabelle 4: Die intubationsspezifischen Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder Gesamtzahl mit prozentualer Verteilung angegeben. * $p < 0,05$ zwischen den Gruppen Airtraq und Macintosh.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| Intubationserfolg | | | |
| 1. Versuch | 28 (93%) | 26 (87%) | 0,584 |
| 2. Versuch | 1 | 3 | |
| 3. Versuch | 1 | 1 | |
| Intubationszeit (s) | 20,1 (16,5) | 17,6 (10,0) | 0,767 |
| Optimierungsmaßnahmen (BURP) | 0 (0%) | 7 (23,3%) | 0,011* |
| Schleimhautverletzungen | 8 (26,7%) | 5 (16,7%) | 0,532 |

3.4 Cormack und Lehane-Klassifikation

Bei der ersten Laryngoskopie mit dem Macintosh-Laryngoskop wiesen in der Airtraq-Gruppe 80% der Patienten Grad I, 16,7% Grad II und 3,3% Grad III der Cormack und Lehane-Klassifikation auf. In der Macintosh-Gruppe wurde die Sicht auf die Stimmritze bei 56,7% der Patienten mit Grad I und bei 43,3% mit Grad II beurteilt (Abbildung 7). Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant bezüglich des Parameters ($p > 0,05$).

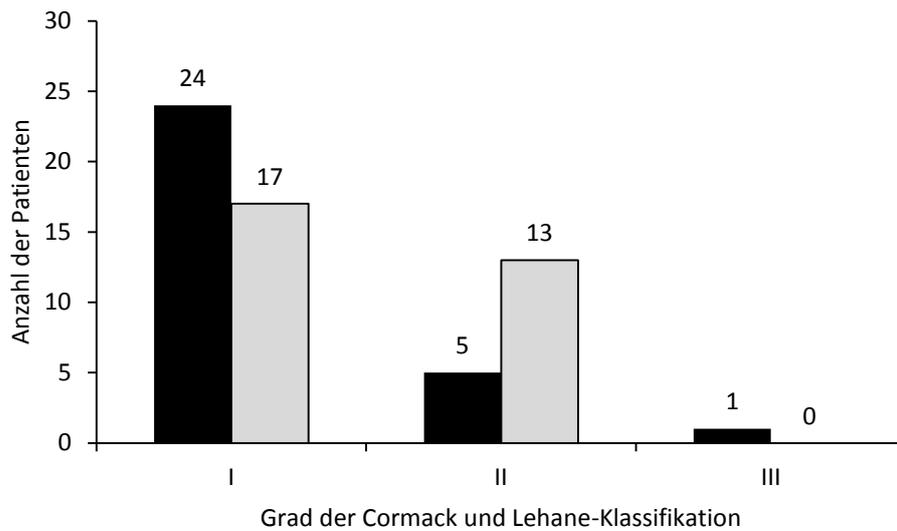


Abbildung 7: Dargestellt ist die Cormack und Lehane-Klassifikation bei der ersten Laryngoskopie mit dem Macintosh-Laryngoskop im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Gruppe. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop

Die darauf folgende indirekte Laryngoskopie mit dem Airtraq-Laryngoskop ergab bei 100% der Patienten eine Sicht auf den Larynx gemäß Grad I (Abbildung 8). Bei allen 6 Patienten mit einem anfänglichen Cormack und Lehane-Grad größer I mit dem Macintosh-Laryngoskop konnte demzufolge mit dem Airtraq-Laryngoskop die Stimmritze vollständig eingesehen werden. Der Unterschied war nicht signifikant ($p > 0,05$).

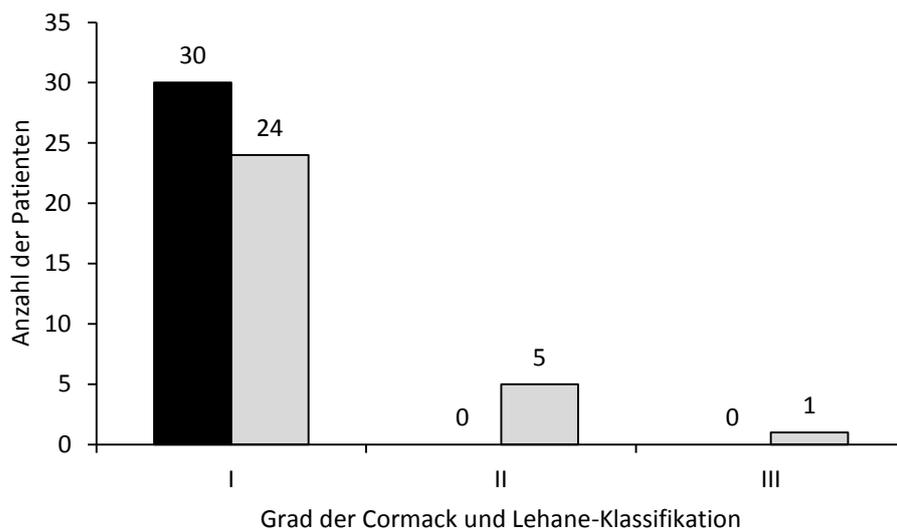


Abbildung 8: Dargestellt ist die Cormack und Lehane-Klassifikation verglichen zwischen der ersten Laryngoskopie mit dem Macintosh- Laryngoskop und der zweiten Laryngoskopie mit dem Airtraq-Laryngoskop bei den Patienten der Airtraq-Gruppe. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop

3.5 Intubation Difficulty Scale

Die Intubation wurde bei 73,3% der Airtraq- und bei 46,7% der Macintosh-Intubationen als leicht (IDS = 0) eingestuft. Geringfügige Schwierigkeiten (IDS 1-5) bereitete die Intubation bei 26,7% der Airtraq- und 53,4% der Macintosh-Patienten. In keiner Gruppe gab es mäßige bis große Intubationsschwierigkeiten (IDS > 5) (Abbildung 9). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen war nicht signifikant ($p > 0,05$).

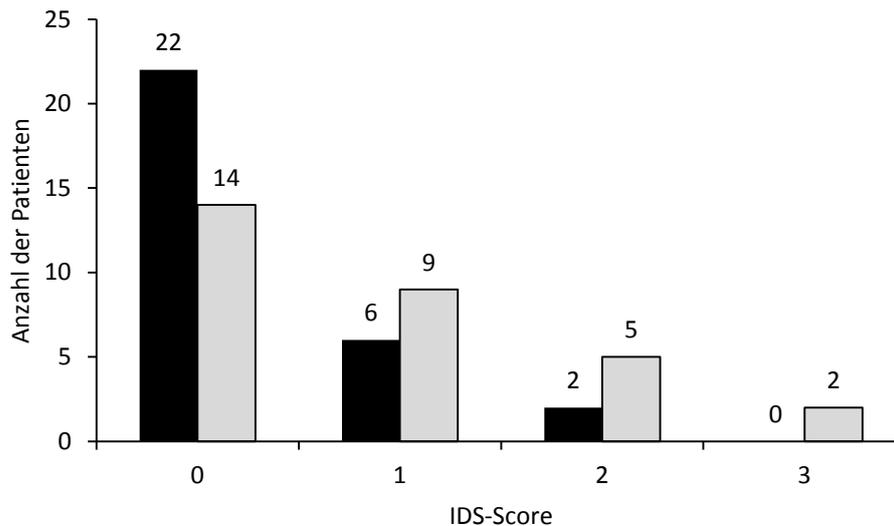


Abbildung 9: Dargestellt ist der Intubation Difficulty Scale-Score zwischen den Gruppen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop

3.6 Vitalparameter

3.6.1 Sauerstoffsättigung

Die mittlere Sauerstoffsättigung bei Raumluft wies mit $p < 0,05$ einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen Airtraq und Macintosh auf. Bei der Sauerstoffsättigung nach Präoxygenierung wie auch der minimalen Sauerstoffsättigung war kein signifikanter Unterschied festzustellen ($p > 0,05$). Die Ergebnisse der Sauerstoffsättigung bei Raumluft, nach der Präoxygenierung und die minimale Sauerstoffsättigung während der gesamten Narkoseeinleitung sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Dargestellt sind die Sauerstoffsättigung bei Raumluft, nach Präoxygenierung und die minimale Sauerstoffsättigung während der gesamten Intubation. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung und den p-Werten angegeben. * $p < 0,05$ zwischen den Gruppen Airtraq und Macintosh.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| SpO2 bei Raumluft (%) | 96,0 (2,7)* | 97,4 (2,0) | 0,038 |
| SpO2 nach Präoxygenierung (%) | 99,7 (0,6) | 99,9 (0,4) | 0,104 |
| SpO2 Minimum (%) | 95,3 (3,1) | 94,5 (5,3) | 0,917 |

3.6.2 Herzfrequenz

Die Ergebnisse der Herzfrequenz vor und während sowie eine, drei und fünf Minuten nach der Intubation sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Dargestellt ist die Herzfrequenz als Baseline-Wert vor der Intubation, während sowie eine, drei und fünf Minuten nach Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| Baseline | 74,3 (13,9) | 72,6 (14,5) |
| Intubation | 78,1 (15,8) | 79,0 (18,5) |
| 1 min | 82,9 (19,3) | 79,5 (18,0) |
| 3 min | 80,3 (22,8) | 79,5 (17,2) |
| 5 min | 77,2 (20,2) | 76,4 (16,7) |

Der Verlauf der Herzfrequenz während der Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop geht aus Abbildung 10 hervor. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Herzfrequenz zwischen den beiden Gruppen ($p > 0,05$).

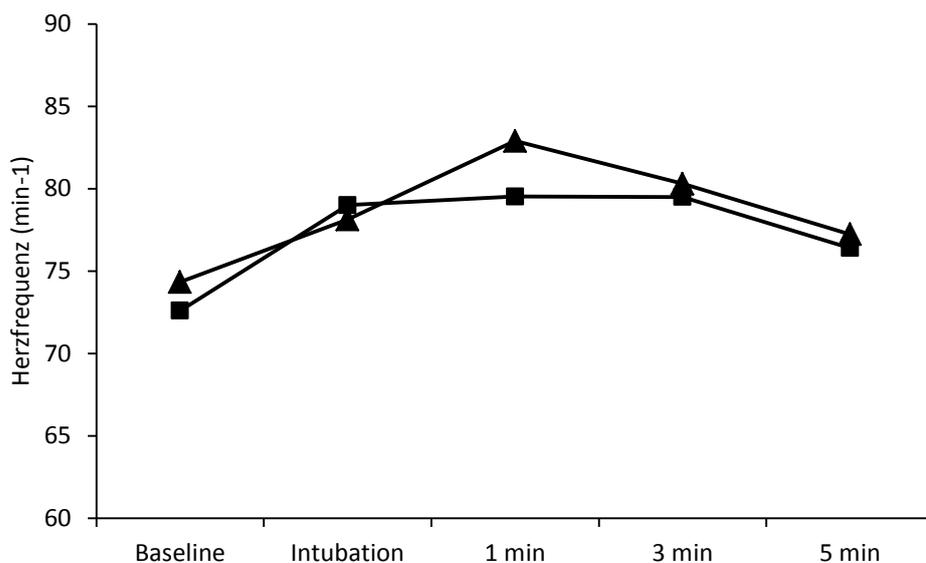


Abbildung 10: Dargestellt ist die Herzfrequenz vor und während der Intubation sowie eine, drei und fünf Minuten nach der Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop ■ Macintosh-Laryngoskop

Zusätzlich wurden die Baseline-Werte vor der Intubation mit den anschließend gemessenen Werten verglichen. In der Airtraq-Gruppe war im Vergleich zur Baseline ein signifikanter Anstieg ($p < 0,05$) der Herzfrequenz zum Zeitpunkt der Intubation und eine Minute nach der Intubation sichtbar (Abbildung 11).

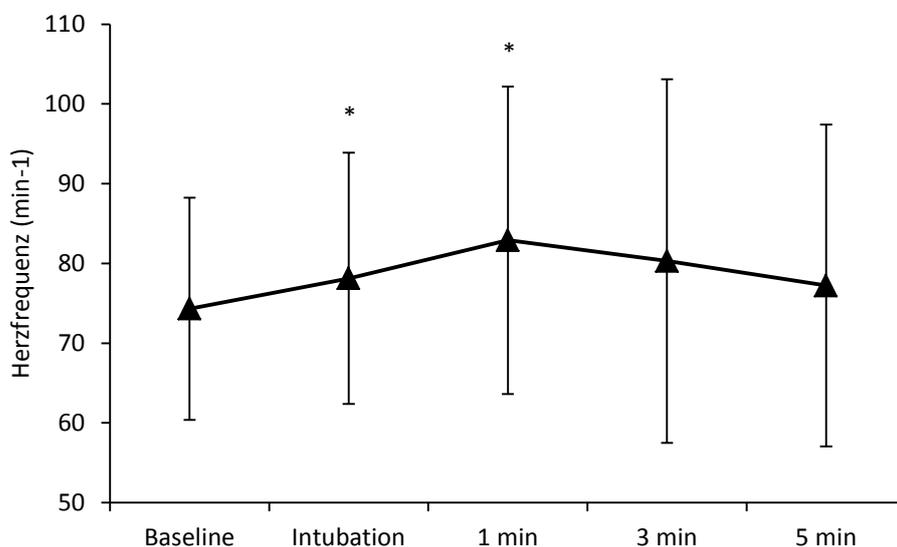


Abbildung 11: Dargestellt ist die Herzfrequenz zu verschiedenen Zeitpunkten während der Intubation verglichen mit der Baseline mit dem Airtraq-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * $p < 0,05$ im Vergleich zur Baseline. ▲ Airtraq-Laryngoskop

In der Macintosh-Gruppe zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) während, eine und drei Minuten nach der Intubation im Vergleich zur Baseline (Abbildung 12).

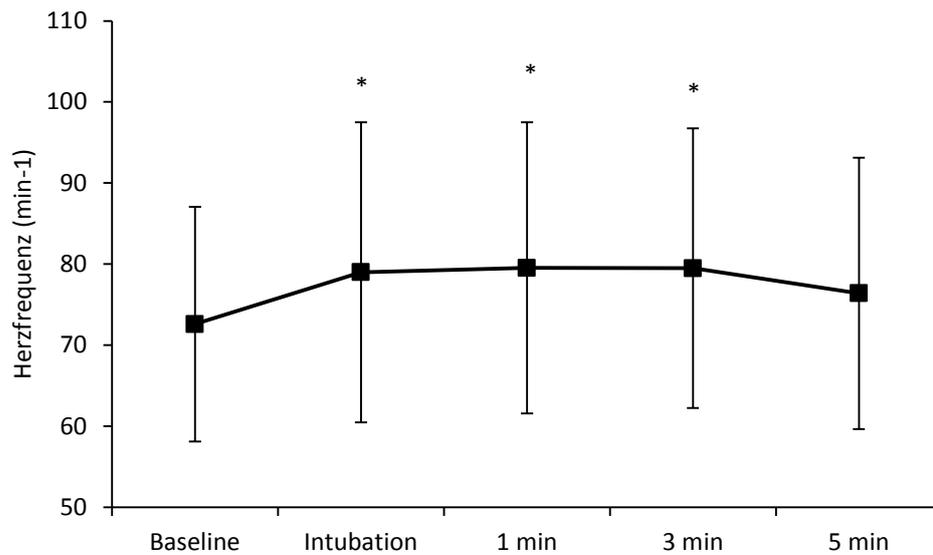


Abbildung 12: Dargestellt ist die Herzfrequenz zu verschiedenen Zeitpunkten während der Intubation verglichen mit der Baseline mit dem Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * $p < 0,05$ im Vergleich zur Baseline. ■ Macintosh-Laryngoskop

3.6.3 Mittlerer arterieller Blutdruck

Die Ergebnisse des mittleren arteriellen Blutdrucks vor und während sowie eine, drei und fünf Minuten nach der Intubation sind in Tabelle 7 aufgelistet.

Tabelle 7: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck als Baseline-Wert vor der Intubation, während sowie eine, drei und fünf Minuten nach Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben.

| | Airtraq (n=30) | Macintosh (n=30) |
|-------------------|----------------|------------------|
| Baseline | 92,1 (15,1) | 89,5 (14,5) |
| Intubation | 86,4 (21,6) | 90,0 (21,4) |
| 1 min | 85,7 (22,6) | 84,2 (18,6) |
| 3 min | 82,6 (20,1) | 78,3 (19,6) |
| 5 min | 80,7 (20,6) | 76,6 (19,4) |

Abbildung 13 beschreibt den Verlauf des mittleren arteriellen Blutdrucks während der Intubation mit dem Airtraq- und dem Macintosh-Laryngoskop. Zwischen den beiden Gruppen Airtraq und Macintosh gab es im Hinblick auf den mittleren arteriellen Blutdruck keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$).

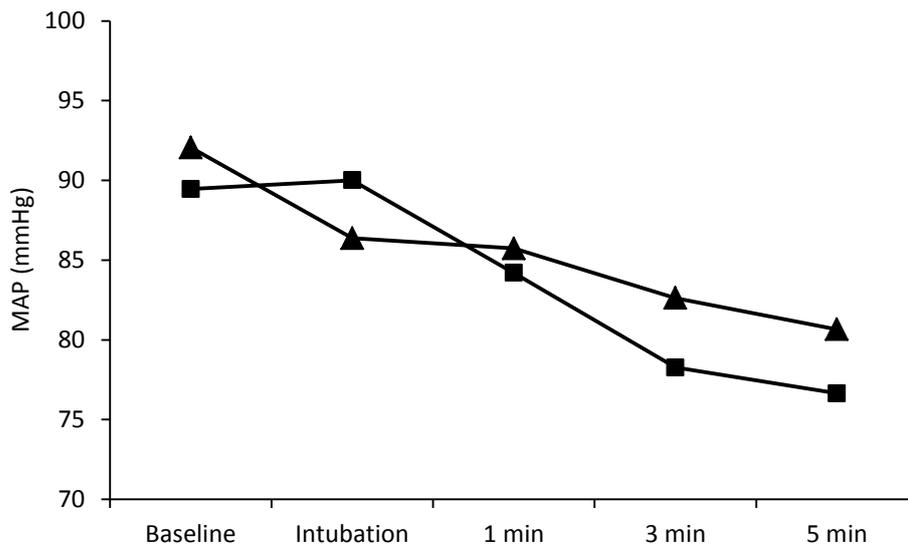


Abbildung 13: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck während der Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop ■ Macintosh-Laryngoskop

Auch hier wurden die mittleren arteriellen Blutdruckwerte im Vergleich zur Baseline vor der Intubation ausgewertet. Die Blutdruckwerte mit dem Airtraq-Laryngoskop unterschieden sich nicht signifikant ($p > 0,05$) im Vergleich zur Baseline (Abbildung 14).

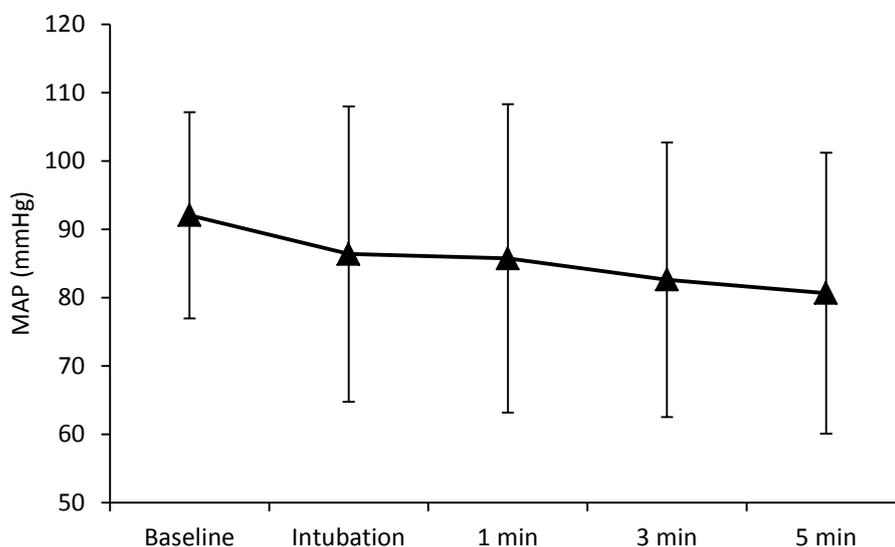


Abbildung 14: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop

Der mittlere arterielle Blutdruck gemessen in der Macintosh-Gruppe unterschied sich drei und fünf Minuten nach der Intubation signifikant von der Baseline ($p < 0,05$). Die Daten sind in Abbildung 15 dargestellt.

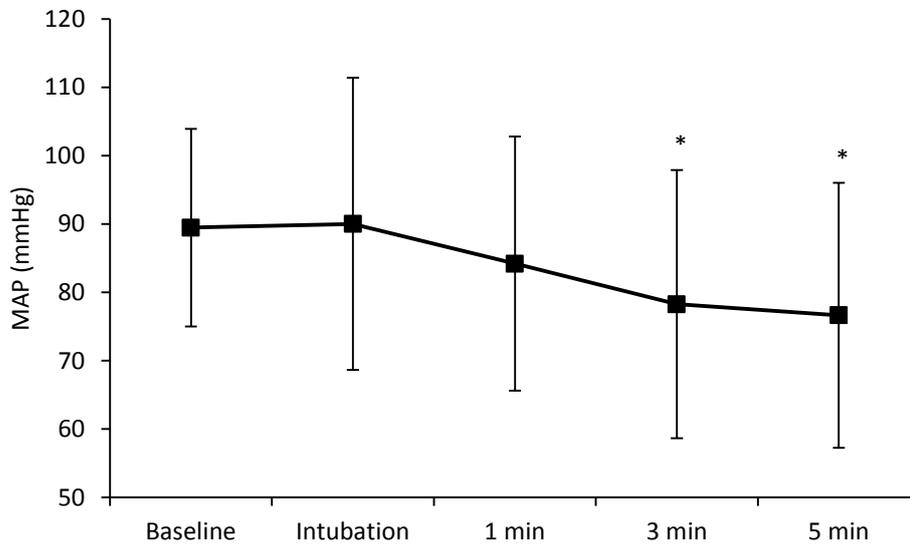


Abbildung 15: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck bei der Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * $p < 0,05$ im Vergleich zur Baseline. ■ Macintosh-Laryngoskop

3.7 Postoperative Beschwerden

Die Befragungen 0,5 Stunden postoperativ wurden in der Airtraq-Gruppe lediglich mit 29 Patienten durchgeführt, da die Befragung eines Patienten aufgrund einer postoperativen Nachbeatmung nicht möglich war. Die Ergebnisse der Nachbefragung gehen aus Tabelle 8 hervor. Zwischen den beiden Gruppen bestanden bei den aufgetretenen postoperativen Komplikationen Halsschmerzen und Schluckbeschwerden zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede ($p > 0,05$). Im Hinblick auf postoperative Heiserkeit zeigte sich nach 0,5 Stunden kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$) zwischen der Airtraq- und der Macintosh-Gruppe, jedoch war bei der Befragung nach 24 Stunden ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen nachzuweisen ($p < 0,05$).

Tabelle 8: Dargestellt sind die postoperativen Beschwerden im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Bei einem Patienten der Airtraq-Gruppe war die Datenerhebung 0,5 h postoperativ nicht möglich, daher gilt zu diesem Zeitpunkt n=29. Die Daten sind als Anzahl mit prozentualer Verteilung angegeben. * p < 0,05 zwischen den Gruppen.

| | Airtraq (n=29 bzw. n=30) | Macintosh (n=30) | p-Wert |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Halsschmerzen 0,5 h postoperativ | 8 (28%) | 11 (37%) | 0,434 |
| keine/leicht/mäßig/stark | 21/4/2/2 | 19/7/4/0 | |
| Halsschmerzen 24 h postoperativ | 7 (23%) | 6 (20%) | 0,455 |
| keine/leicht/mäßig/stark | 23/4/3/0 | 24/4/2/0 | |
| Schluckbeschwerden 0,5 h postoperativ | 11 (38%) | 6 (20%) | 0,512 |
| keine/leicht/mäßig/stark | 18/6/3/2 | 24/2/4/0 | |
| Schluckbeschwerden 24 h postoperativ | 10 (33%) | 8 (27%) | 0,787 |
| keine/leicht/mäßig/stark | 20/8/2/0 | 22/6/2/0 | |
| Heiserkeit 0,5 h postoperativ | 15 (52%) | 14 (47%) | 0,797 |
| Heiserkeit 24 h postoperativ | 21 (70%)* | 10 (33%) | 0,009 |

4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde das Airtraq-Laryngoskop mit dem Macintosh-Laryngoskop bei der Doppellumenintubation verglichen. Die Doppellumenintubation gilt bereits aufgrund des erhöhten Außendurchmessers, der Länge und der Steifigkeit des Tubus²⁸ sowie dessen endobronchialer Platzierung²⁹ als schwierige Intubation. Das Airtraq-Laryngoskop für die endotracheale Intubation existiert seit 2006, eine spezielle Version für die Doppellumenintubation seit 2007. Seine Form ist an die Anatomie der Atemwege angepasst und der Blickwinkel auf den Larynx ist durch die distale Optik erweitert¹⁶. Vorteile, die sich dadurch für die Intubation ergeben, sind eine verbesserte Sicht auf die Stimmritze^{50,51} und ein geringerer Schwierigkeitsgrad der Intubation⁵⁵. Daraus resultieren kürzere Intubationszeiten⁵²⁻⁵⁴. Angesichts dieser Vorteile bietet sich der Einsatz des Airtraq-Laryngoskops für den schwierigen Atemweg an^{50,52,53,55,57-59}.

Es wurde daraufhin die Hypothese dieser Studie aufgestellt, dass das Airtraq-Laryngoskop sich auch bei der Doppellumenintubation als vorteilhaft erweisen könnte. Als primären Endpunkt der Studie wurde die Intubationszeit festgelegt. In den Ergebnissen zeigte sich für die Intubationszeit kein Vorteil des Airtraq-Laryngoskops im Vergleich zum Macintosh-Laryngoskop. Insgesamt erwies sich das Airtraq-Laryngoskop für die Doppellumenintubation dem Macintosh-Laryngoskop gleichwertig. Es zeigten sich Vorteile bei den Optimierungsmaßnahmen, jedoch waren postoperative Komplikationen bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop häufiger.

4.1 Diskussion der Ergebnisse

4.1.1 Intubationserfolg

In dieser Studie war der erste Intubationsversuch bei 87% der Patienten der Macintosh-Gruppe und 93% der Patienten der Airtraq-Gruppe erfolgreich. Bei 10% der Patienten der Macintosh-Gruppe und 3% der Patienten der Airtraq-Gruppe war ein zweiter Versuch und bei jeweils 3% beider Gruppen ein dritter Intubationsversuch notwendig. Dabei bestanden keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Eine Metaanalyse zum Airtraq-Laryngoskop von Lu et al.⁵⁴ zeigte, dass in allen untersuchten klinischen Studien die Erfolgsrate des ersten Intubationsversuchs mit

beiden Laryngoskopen vergleichbar war. Für das Airtraq-Laryngoskop schwankte der Intubationserfolg zwischen 81 und 100% und für das Macintosh-Laryngoskop zwischen 40 und 100%. Auch zwischen normalem und schwierigem Atemweg ließ sich kein Unterschied feststellen, jedoch verbesserte das Airtraq-Laryngoskop bei ungeübtem Personal den Intubationserfolg verglichen mit erfahrener Personal⁵⁴. Es liegen bereits Daten zur Doppellumenintubation mit einem Videolaryngoskop vor. In einer Studie von Benschir et al. waren mit einem Videolaryngoskop 94% und mit dem Macintosh-Laryngoskop 68% aller Intubationen beim ersten Versuch erfolgreich⁷⁹. Hierbei wurden Patienten mit anamnestischen oder klinischen Hinweisen auf einen schwierigen Atemweg von der Studie ausgeschlossen⁷⁹. Weiterhin sollten fehlgeschlagene Doppellumenintubationen mit dem Airtraq-Laryngoskop diskutiert werden. Ein Grund hierfür könnte eine eingeschränkte Mundöffnung⁸⁶ sein, da das Airtraq-Laryngoskop für die Doppellumenintubation aufgrund seiner Größe eine Mundöffnung von mindestens 19 mm voraussetzt.

Das Ergebnis dieser Studie bezüglich des Intubationserfolges steht im Einklang mit den Studienergebnissen zum Airtraq-Laryngoskop für die endotracheale Intubation. Laut Lu et al.⁵⁴ schneidet das Airtraq-Laryngoskop nur bei der Intubation mit ungeübtem Personal wie Rettungsassistenten, Pflegekräften und Medizinstudenten besser ab^{63,67,87}. Der Vorteil des Airtraq-Laryngoskops könnte bei diesem Kollektiv durch die einfachere Handhabung und die vorteilhafte Lernkurve bedingt sein^{68,88}. In der vorliegenden Studie wurden die Intubationen jedoch von zwei erfahrenen Oberärzten durchgeführt, die über langjährige Routine in der Doppellumenintubation mit dem Macintosh-Laryngoskop verfügen. Diese Tatsache könnte den vergleichbaren Intubationserfolg beider Gruppen erklären und macht zusätzlich deutlich, dass die Erfahrung bei der Intubation eine große Rolle im klinischen Alltag spielt.

4.1.2 Intubationszeit

Diese Studie führte zu dem Ergebnis, dass bezüglich der Intubationszeit keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Airtraq-Laryngoskop und dem Macintosh-Laryngoskop bei der Doppellumenintubation bestehen. Als Intubationszeit wurden 20,1 (SD 16,5) Sekunden für das Airtraq-Laryngoskop und 17,6 (SD 10,0) Sekunden für das Macintosh-Laryngoskop gemessen.

Die Intubationszeiten mit dem Airtraq-Laryngoskop in klinischen Studien haben eine Spannweite von 12 (SD 9) Sekunden⁸⁹ bis 50 (SD 34) Sekunden⁵³. Für die Doppellumenintubation gibt es ebenfalls keine einheitlichen Angaben. Die Verwendung eines Standard-Airtraq-Laryngoskops in Kombination mit Doppellumentuben⁷⁷ ergab eine durchschnittliche Intubationszeit von 49 (SD 22) Sekunden. Einer Studie von Benschir et al. zufolge⁷⁹ war die Doppellumenintubation mit einem Videolaryngoskop mit 40 (SD 4) Sekunden signifikant schneller als mit dem Macintosh-Laryngoskop mit 48 (SD 5) Sekunden, im Gegensatz zu 85 (SD 55) Sekunden bei Ruetzler et al. mit dem Macintosh-Laryngoskop²⁴. Die große Spannweite der Werte könnte mit den unterschiedlichen Definitionen der Intubationszeit erklärt werden. In der vorliegenden und auch in anderen Studien^{52,89} wurde die Intubationszeit als die Zeit definiert, die der Tubus von der Passage der Lippen bis zum Erreichen der Stimmbänder braucht. Weitere Studien legten die Intubationszeit vom Aufnehmen des Laryngoskops bis zum Erscheinen der Kapnographiekurve⁵³ oder, bei der Doppellumenintubation, bis zur korrekten endobronchialen Platzierung²⁴ des Tubus fest. Die längere Intubationszeit auch ohne schwierige Atemwegsverhältnisse könnte bei Doppellumentuben mit den speziellen Charakteristika wie Form, Länge und Material sowie der anspruchsvollen Intubationstechnik interpretiert werden²⁸. Bei längerer Intubationsdauer kann zudem die Optik des Airtraq-Laryngoskops beschlagen und dadurch die Sicht auf die Atemwegsstrukturen behindern⁹⁰. Das aufgeführte Problem konnte in dieser Studie nicht beobachtet werden.

Lu et al.⁵⁴ zeigten, dass die Intubationszeit bei der endotrachealen Intubation sowohl bei erfahrenerem als auch bei unerfahrenerem Personal mit dem Airtraq-Laryngoskop kürzer war im Vergleich zum Macintosh-Laryngoskop, und zwar um 14 bzw. 16 Sekunden. Bei Patienten mit schwierigem Atemweg verkürzte sich die Intubationszeit sogar um 23 Sekunden verglichen mit dem Macintosh-Laryngoskop⁵⁴. Bei normalem Atemweg zeigte sich allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Instrumenten⁵⁴. Das könnte auch der Grund sein, warum sich in der vorliegenden Studie bezüglich der Intubationszeit kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen zeigte. In dieser Studie wies bei sechs Patienten in der präoperativen Evaluation lediglich einer der untersuchten Parameter auf mögliche Schwierigkeiten im Atemwegsmanagement hin. Die Aussagekraft dieser Parameter für einen erwartet schwierigen Atemweg steigt

aber mit der Anzahl der vorhandenen Hinweise^{6,7}. Ein anderer Patient erfüllte mit Grad III der Cormack und Lehane-Klassifikation mit dem Macintosh-Laryngoskop die Kriterien für eine schwierige Laryngoskopie. Dieser Patient konnte aber mit dem Airtraq-Laryngoskop mit einer Sicht auf die Stimmritze gemäß Cormack und Lehane Grad I beim ersten Versuch intubiert werden. Somit kann bei den Patienten dieser Studie grundsätzlich ein normaler Atemweg angenommen werden. Insgesamt kann hinsichtlich der in dieser Studie erhobenen Intubationszeiten bei der Doppellumenintubation sowohl mit dem Airtraq-Laryngoskop als auch mit dem Macintosh-Laryngoskop von einer hohen Patientensicherheit im klinischen Alltag ausgegangen werden.

4.1.3 Cormack und Lehane-Klassifikation

Vielen Autoren beschreiben als eine der Hauptvorteile des Airtraq-Laryngoskops eine Verbesserung der Sicht auf die Stimmritze^{57,61,74}. Bei schwierigen Atemwegen wird dieser Vorteil besonders deutlich. Lange et al. kamen zu dem Ergebnis, dass mit dem Airtraq-Laryngoskop bei Patienten mit Tumoren der oberen Atemwege eine Verbesserung des Cormack und Lehane-Grades um 77% erreicht werden konnte⁵⁸. Patienten mit Immobilisierung der Halswirbelsäule profitierten zu 84% von der Verwendung des Airtraq-Laryngoskops mit Verbesserung des Cormack und Lehane-Grades⁵⁰. In einer Studie zur Doppellumenintubation⁷⁹ war eine Verbesserung des Cormack und Lehane-Grades mit einem Videolaryngoskop in 11 von 21 Fällen möglich.

In der vorliegenden Studie wurde mit dem Macintosh-Laryngoskop bei 80% der Patienten ein Cormack und Lehane Grad I erhoben, bei 17% Grad II und bei 3% Grad III. Im Anschluss daran konnte mit dem Airtraq-Laryngoskop zu 100% eine Sicht auf die Stimmritze gemäß Grad I der Cormack und Lehane-Klassifikation erreicht werden. Diese Verbesserung bei allen sechs Patienten war zwar statistisch nicht signifikant, zeigt aber, dass das Airtraq-Laryngoskop neben der schwierigen Laryngoskopie auch bei der Doppellumenintubation eine geeignete Alternative zur klassischen Intubation sein könnte. Auch das Ergebnis bezüglich der verwendeten Optimierungsmanöver unterstützt diese Aussage. Bei der Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop wurde bei sieben Patienten das BURP-Manöver angewendet, um die laryngealen Strukturen

besser darstellen zu können. Bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop war dies nicht notwendig. Hierbei bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Dennoch können sich auch bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop Probleme ergeben. Xue et al. berichten über eine Beeinträchtigung der Intubation dadurch, dass der intubierende Arzt sich nah am Okular des Airtraq-Laryngoskops befinden muss, um die Stimmritze im Blick zu haben⁹¹. Dies war bei den hier durchgeführten Intubationen nicht festzustellen. Daneben kann es trotz optimaler Sicht auf die Stimmritze zu Problemen kommen, den Tubus in der Trachea zu platzieren⁹²⁻⁹⁴. Ein Grund dafür kann die Fixierung des Tubus in der Führungsschiene des Airtraq-Laryngoskops sein, wodurch die Tubusspitze vor der Glottis nach dorsal und nicht in Richtung der Stimmbänder gerichtet ist⁹⁵. In diesem Fall kann es zum Verhaken mit den Aryknorpeln^{92,93} oder einer ösophagealen Fehlintubation kommen. Auch in der vorliegenden Studie zeigte sich dieses Problem. Bei einem Patienten kam es zum Verhaken mit den Aryknorpeln trotz optimaler Sicht auf die Glottis. Somit ist eine klinische Relevanz allein der Sichtverbesserung fragwürdig.

4.1.4 Intubation Difficulty Scale

Die Intubation Difficulty Scale (IDS)⁸⁵ beurteilt den Schwierigkeitsgrad der Intubation hinsichtlich mehrerer bei der Intubation erhobener Parameter. Bei 22 von 30 Patienten dieser Studie mit Airtraq-Intubation war die Intubation einfach (IDS = 0), hingegen jedoch nur bei 14 von 30 Patienten mit Macintosh-Intubation. Leichte Intubationsschwierigkeiten (IDS 1-4) bestanden bei 8 Patienten der Airtraq-Gruppe und 16 Patienten der Macintosh-Gruppe. In keiner Gruppe gab es mäßige bis schwierige Intubationen (IDS > 5). Der Unterschied zwischen den Gruppen der vorliegenden Studie war nicht signifikant. Für die Doppellumenintubation gibt es keine vergleichenden Berichte über den IDS-Score. Mit dem Airtraq-Laryngoskop für die endotracheale Intubation beschreiben mehrere Autoren einen geringeren IDS-Score unter anderem bei der Routineintubation⁸⁹, bei der Immobilisierung der Halswirbelsäule^{50,55} oder bei unerfahrenem Personal⁶⁸. Dies ließ sich in der vorliegenden Studie für die Doppellumenintubation nicht bestätigen. Es ist jedoch ein leichter Vorteil des Airtraq-Laryngoskops erkennbar, der durch die verbesserte Sicht

und die geringeren Optimierungsmaßnahmen der Airtraq-Gruppe erklären werden könnte, da diese Parameter in die Berechnung des IDS-Scores miteinfließen.

4.1.5 Vitalparameter

In dieser Studie wurden sowohl mit dem Airtraq-Laryngoskop als auch mit dem Macintosh-Laryngoskop signifikante Unterschiede der Herzfrequenz und des mittleren arteriellen Blutdrucks zur Baseline zu verschiedenen Zeitpunkten der Intubation festgestellt. Zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Bei den Patienten der Airtraq-Gruppe kam es zu einem Anstieg der Herzfrequenz im Vergleich zur Baseline während und eine Minute nach der Intubation und bei den Patienten der Macintosh-Gruppe eine und drei Minuten nach der Intubation. Der mittlere arterielle Blutdruck fiel in der Macintosh-Gruppe drei und fünf Minuten nach der Intubation im Vergleich zur Baseline. Die Zunahme der Herzfrequenz und der Abfall des Blutdrucks während und kurz nach der Intubation im Vergleich zu einem Ausgangswert sind häufig bei der Intubation zu beobachten. Mit dem Airtraq-Laryngoskop konnte jedoch in mehreren Studien eine weniger starke Veränderung dieser Werte als mit dem Macintosh-Laryngoskop gezeigt werden^{52,55,89}. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden, da beide Laryngoskope hinsichtlich der Hämodynamik vergleichbar waren. Das Ergebnis könnte auch durch die größeren Maße des Airtraq-Laryngoskops für die Doppellumenintubation bedingt sein, welches eine vermehrte Manipulation im Rachen zur Folge haben und auf diese Weise stärkere hämodynamische Veränderungen hervorrufen könnte.

Des Weiteren war die Sauerstoffsättigung bei Raumluft in der Airtraq-Gruppe mit 96% signifikant niedriger als in der Macintosh-Gruppe. Die Normwerte für die pulsoxymetrisch ermittelte Sauerstoffsättigung liegen zwischen 97 und 100%, wobei bei einer Sauerstoffsättigung von 96% noch keine Gefahr für den Patienten besteht. Gründe für die geringfügig erniedrigte Sauerstoffsättigung könnten individuelle Faktoren⁹⁶, die durchgeführte Prämedikation⁹⁷ oder bestehende Lungenerkrankungen⁹⁸ sein. Es erscheint unwahrscheinlich, dass dieser Parameter einen Einfluss auf die erhobenen Ergebnisse der Studie hatte, da die Sauerstoffsättigung nach der Präoxygenierung sowie auf den gesamten Intubationsvorgang bezogen in beiden Gruppen vergleichbar war.

4.1.6 Postoperative Beschwerden

In Bezug auf die postoperativen Komplikationen Halsschmerzen, Schluckbeschwerden und Heiserkeit zu zwei Befragungszeitpunkten konnte in der Airtraq-Gruppe 24 Stunden postoperativ ein signifikant höherer Anteil an Patienten mit Heiserkeit festgestellt werden (70 vs. 33%). Postoperative Komplikationen wie Halsschmerzen treten häufig⁹⁹ auf, wobei Stout et al. schon 1987 den Zusammenhang zwischen Tubusgröße und postoperativen Halsschmerzen und Heiserkeit zeigen konnten³⁸. Bei Patienten mit einem Endotrachealtubus der Größen 6,5 und 7 mm ergab sich eine Inzidenz von 18%³⁸. Demgegenüber stand eine Inzidenz von 33% bei den Tubusgrößen 8,5 und 9 mm³⁸. Die Tubusgrößen 6,5 bis 9 mm der Endotrachealtuben besitzen einen Außendurchmesser von 8,7 bis 12 mm. Im Gegensatz dazu verfügen die verwendeten Doppellumentuben der Größen 35 bis 41 French über einen Außendurchmesser von 12,5 bis 14,6 mm. Bei Doppellumentuben wird die Inzidenz der Heiserkeit aus diesem Grund zwischen 35%²⁴ und 44%³⁷ angegeben. Des Weiteren ließen sich am Airtraq-Laryngoskop bei 27% und am Macintosh-Laryngoskop bei 17% der Patienten Blutspuren nachweisen. Dieser Hinweis auf Verletzung der oropharyngealen Schleimhäute bei der Intubation war zwar nicht signifikant, deutet aber im Zusammenhang mit dem größeren Spatel auf eine traumatischere Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop hin¹⁰⁰. Dadurch könnte auch der höhere Anteil an postoperativer Heiserkeit erklärt werden. Dass diese Resultate noch nicht in der ersten postoperativen Befragung 0,5 Stunden nach Eingriffsende ersichtlich waren, könnte mit der wirkungsvollen Schmerzmedikation im Aufwachraum zusammenhängen.

Hinsichtlich der postoperativen Komplikationen ist kritisch anzumerken, dass die Beschwerden von den Patienten subjektiv angegeben wurden. Auch Vorerkrankungen könnten für die Beschwerden verantwortlich gewesen sein. Zudem sollte eine Patientenbefragung zu unangenehmen Narkosefolgen erwähnt werden. In dieser Befragung wurden postoperative Halsschmerzen erst an vorletzter Stelle der Komplikationen genannt, die nach einer Narkose künftig vermieden werden sollten¹⁰¹. Darüber hinaus werden pharmakologische Möglichkeiten zur Prävention von postoperativen Halsschmerzen und Heiserkeit diskutiert¹⁰²⁻¹⁰⁵. Somit steigen auch die Möglichkeiten für das Management postoperativer Komplikationen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass allein die vermehrten postoperativen Beschwerden den künftigen

Einsatz des Airtraq-Laryngoskops bei der Doppellumenintubation nicht beeinträchtigen sollten.

4.2 Diskussion der Methoden

Im Hinblick auf diese Studie müssen potentielle Fehlerquellen und Einschränkungen für die Gültigkeit der Ergebnisse erwähnt werden. Zunächst war es nicht möglich, die Studie doppelblind ohne Kenntnis des verwendeten Laryngoskops durchzuführen. Somit kann eine Verzerrung der Werte aufgetreten sein, da Messwerte wie die Cormack und Lehane-Klassifikation und einige Kriterien der Intubation Difficulty Scale nur von dem intubierenden Anästhesisten erhoben wurden und aus diesem Grund als subjektiv anzusehen sind. Des Weiteren wurden die Intubationen in dieser Studie von zwei erfahrenen Oberärzten der Anästhesie durchgeführt. Lu et al. zeigten in einer Metaanalyse⁵⁴, dass die Vorteile des Airtraq-Laryngoskops bei ungeübtem Personal besonders deutlich waren. Dies könnte ein Grund sein, warum die Ergebnisse dieser Studie eine Gleichwertigkeit des Airtraq- und des Macintosh-Laryngoskops lieferten. Die Ergebnisse können folglich nicht für Anästhesisten mit anderem Ausbildungsstand verallgemeinert werden. Überdies sollten noch einige Besonderheiten der Doppellumenintubation diskutiert werden. In dieser Studie wurde die Größe des Doppellumentubus anhand des Geschlechts¹⁰⁶ ausgewählt. Nach neueren Erkenntnissen bietet sich zur Größenbestimmung des Doppellumentubus eine röntgenologische oder computertomographische Messung des Bronchusdurchmessers^{21,107} an. Eine ungeeignete Größe des Doppellumentubus kann das Umknicken der Tubusspitze¹⁰⁸ oder im ungünstigsten Fall eine Bronchusruptur³⁴ zur Folge haben. Des Weiteren wurde bei der Auswertung der Ergebnisse weder eine Unterscheidung zwischen links- und rechtsläufigen Doppellumentuben noch eine Evaluation der endobronchialen Lage vorgenommen. Diese Parameter hätten zur Beurteilung einer adäquaten Doppellumenintubation ergänzt werden können.

4.3 Schlussfolgerung und Ausblick

Zusammenfassend kann somit dargelegt werden, dass das Airtraq-Laryngoskop für die Doppellumenintubation keine Unterschiede zum Macintosh-Laryngoskop hinsichtlich der erfassten Intubationszeit, dem Intubationserfolg, Schleimhautverletzungen während der Intubation und der Vitalparameter bietet. Mit dem Airtraq-Laryngoskop konnte die

Stimmritze bei allen Patienten komplett eingesehen werden, was Grad I der Cormack und Lehane-Klassifikation entspricht. Daher waren mit dem Airtraq-Laryngoskop keine Optimierungsmanöver zur Verbesserung der Sicht auf die Stimmritze notwendig. Andererseits war die Inzidenz der Heiserkeit 24 Stunden postoperativ mit dem Airtraq-Laryngoskop höher als mit dem Macintosh-Laryngoskop.

Somit konnte in dieser Studie mit dem Airtraq-Laryngoskop keine klinisch relevante Verbesserung der Intubationsbedingungen bei der Doppellumenintubation erreicht werden. Letztendlich sind weitere Studien notwendig, um den Nutzen des Airtraq-Laryngoskops und anderer neuer Videolaryngoskope bei der Doppellumenintubation zu untersuchen.

5 Zusammenfassung

Die Atemwegssicherung ist eine der wesentlichen Fertigkeiten des Anästhesisten. Komplikationen sind mit erhöhter Mortalität und Morbidität assoziiert. Daher stellt besonders der schwierige Atemweg eine Herausforderung an das anästhesiologische Management dar. Zu einer schwierigen Atemwegssicherung zählt aufgrund des Tubusaufbaus und der Intubationstechnik auch die Doppellumenintubation. Sie wird zur funktionellen Trennung der rechten und linken Lunge eingesetzt und ist unter anderem bei thoraxchirurgischen Eingriffen indiziert. Das Airtraq-Laryngoskop ist ein neues Videolaryngoskop, für das Vorteile vor allem bei erschwerten Intubationsbedingungen belegt sind. Seit 2007 existiert eine Version des Airtraq-Laryngoskops für die Doppellumenintubation. Aufbauend auf den bisherigen Studien sollte nun der klinische Nutzen des Airtraq-Laryngoskops für die Doppellumenintubation untersucht werden.

Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden 60 thoraxchirurgische Patienten bei der Doppellumenintubation mit dem Airtraq-Laryngoskop (n=30) und dem Macintosh-Laryngoskop (n=30) verglichen. Vor der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop wurde eine erste Laryngoskopie mit dem Macintosh-Laryngoskop durchgeführt. Als primären Endpunkt für die Beurteilung der klinisch relevanten Vorteile wurde die Intubationszeit gewählt.

Die Ergebnisse zeigten keinen Unterschied zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop in Bezug auf die Intubationszeit, den Intubationserfolg, Schleimhautverletzungen während der Intubation und die Intubation Difficulty Scale. Bei den erhobenen Vitalparametern gab es signifikante Unterschiede. Die Sauerstoffsättigung bei Raumluft war mit dem Airtraq-Laryngoskop niedriger als mit dem Macintosh-Laryngoskop. Die gemessene Herzfrequenz unterschied sich in beiden Gruppen und der mittlere arterielle Blutdruck unterschied sich mit dem Macintosh-Laryngoskop gegenüber der Baseline, nicht jedoch zwischen den Gruppen. Mit dem Airtraq-Laryngoskop konnte die Stimmritze bei allen Patienten entsprechend Grad I der Cormack und Lehane-Klassifikation komplett dargestellt werden. Daher waren mit dem Airtraq-Laryngoskop keine manuellen Optimierungsmanöver zur Verbesserung der Sicht auf die Stimmritze notwendig. Die postoperativen Beschwerden Halsschmerzen und Schluckbeschwerden waren in beiden Gruppen vergleichbar. Die Inzidenz der

Heiserkeit 24 Stunden postoperativ war hingegen mit dem Airtraq-Laryngoskop höher als mit dem Macintosh-Laryngoskop.

In dieser Studie erwiesen sich das Airtraq-Laryngoskop und das Macintosh-Laryngoskop bei der Doppellumenintubation als gleichwertig. Das Airtraq-Laryngoskop reduziert die notwendigen Optimierungsmaßnahmen, jedoch war die Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop traumatischer als mit dem Macintosh-Laryngoskop. Im Hinblick auf die Verbesserung der Patientensicherheit konnte für den klinischen Alltag somit kein Vorteil des Airtraq-Laryngoskops bei der Doppellumenintubation festgestellt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Goldmann, K. & Braun, U. Airway management practices at German university and university-affiliated teaching hospitals--equipment, techniques and training: results of a nationwide survey. *Acta Anaesthesiol Scand* **50**, 298-305 (2006).
2. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* **98**, 1269-1277 (2003).
3. Braun, U., Goldmann, K., Hempel, V. & Krier, C. Airway Management. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästhesiologie Intensivmedizin* **45**, 302-306 (2004).
4. Cormack, R.S. & Lehane, J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* **39**, 1105-1111 (1984).
5. Mallampati, S.R., *et al.* A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* **32**, 429-434 (1985).
6. Shiga, T., Wajima, Z., Inoue, T. & Sakamoto, A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* **103**, 429-437 (2005).
7. Rose, D.K. & Cohen, M.M. The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth* **41**, 372-383 (1994).
8. Woodall, N.M. & Cook, T.M. National census of airway management techniques used for anaesthesia in the UK: first phase of the Fourth National Audit Project at the Royal College of Anaesthetists. *Br J Anaesth* **106**, 266-271 (2011).
9. Crosby, E.T., *et al.* The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* **45**, 757-776 (1998).

10. Caplan, R.A., Posner, K.L., Ward, R.J. & Cheney, F.W. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology* **72**, 828-833 (1990).
11. Cook, T.M., Woodall, N. & Frerk, C. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *British journal of anaesthesia* **106**, 617-631 (2011).
12. Peterson, G.N., *et al.* Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* **103**, 33-39 (2005).
13. Mort, T.C. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg* **99**, 607-613, table of contents (2004).
14. Wiedemann, K., Fleischer, E. & Dressler, P. [Separation of the airways: historical aspects]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **37**, 8-15 (2002).
15. Carlens, E. A new flexible double-lumen catheter for bronchspirometry. *J Thorac Surg* **18**, 742-746 (1949).
16. Dörge, V. *Atemwegsmanagement*, (Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2010).
17. Robertshaw, F.L. Low resistance double-lumen endobronchial tubes. *Br J Anaesth* **34**, 576-579 (1962).
18. Larsen, R. (ed.) *Anästhesie*, (Elsevier, München, 2010).
19. Motsch, J., Wiedemann, K. & Roggenbach, J. [Airway management for one-lung ventilation]. *Anaesthesist* **54**, 601-622; quiz 623-604 (2005).
20. Larsen, R. *Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. (Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2009).

21. Brodsky, J.B. & Lemmens, H.J. Left double-lumen tubes: clinical experience with 1,170 patients. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* **17**, 289-298 (2003).
22. Fischer, G.W. & Cohen, E. An update on anesthesia for thoracoscopic surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* **23**, 7-11 (2010).
23. Mirzabeigi, E., Johnson, C. & Ternian, A. One-lung anesthesia update. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* **9**, 213-226 (2005).
24. Ruetzler, K., *et al.* Randomized clinical trial comparing double-lumen tube and EZ-Blocker(R) for single-lung ventilation. *British journal of anaesthesia* **106**, 896-902 (2011).
25. Narayanaswamy, M., *et al.* Choosing a lung isolation device for thoracic surgery: a randomized trial of three bronchial blockers versus double-lumen tubes. *Anesthesia and analgesia* **108**, 1097-1101 (2009).
26. Benumof, J.L., Partridge, B.L., Salvatierra, C. & Keating, J. Margin of safety in positioning modern double-lumen endotracheal tubes. *Anesthesiology* **67**, 729-738 (1987).
27. Boucek, C.D., Landreneau, R., Freeman, J.A., Strollo, D. & Bircher, N.G. A comparison of techniques for placement of double-lumen endobronchial tubes. *J Clin Anesth* **10**, 557-560 (1998).
28. Benumof, J.L. Difficult tubes and difficult airways. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **12**, 131-132 (1998).
29. Klein, U., *et al.* Role of fiberoptic bronchoscopy in conjunction with the use of double-lumen tubes for thoracic anesthesia: a prospective study. *Anesthesiology* **88**, 346-350 (1998).
30. Hurford, W.E. & Alfille, P.H. A quality improvement study of the placement and complications of double-lumen endobronchial tubes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **7**, 517-520 (1993).

31. Campos, J.H., Hallam, E.A. & Ueda, K. Training in placement of the left-sided double-lumen tube among non-thoracic anaesthesiologists: intubation model simulator versus computer-based digital video disc, a randomised controlled trial. *European journal of anaesthesiology* **28**, 169-174 (2011).
32. Woodall, N.M. & Cook, T.M. National census of airway management techniques used for anaesthesia in the UK: first phase of the Fourth National Audit Project at the Royal College of Anaesthetists. *British journal of anaesthesia* **106**, 266-271 (2011).
33. Campos, J.H., Hallam, E.A., Van Natta, T. & Kernstine, K.H. Devices for lung isolation used by anesthesiologists with limited thoracic experience: comparison of double-lumen endotracheal tube, Univent torque control blocker, and Arndt wire-guided endobronchial blocker. *Anesthesiology* **104**, 261-266, discussion 265A (2006).
34. Sakuragi, T., Kumano, K., Yasumoto, M. & Dan, K. Rupture of the left main-stem bronchus by the tracheal portion of a double-lumen endobronchial tube. *Acta Anaesthesiol Scand* **41**, 1218-1220 (1997).
35. Amar, D., *et al.* Practice patterns in choice of left double-lumen tube size for thoracic surgery. *Anesthesia and analgesia* **106**, 379-383, table of contents (2008).
36. Seymour, A.H., Prasad, B. & McKenzie, R.J. Audit of double-lumen endobronchial intubation. *Br J Anaesth* **93**, 525-527 (2004).
37. Knoll, H., *et al.* Airway injuries after one-lung ventilation: a comparison between double-lumen tube and endobronchial blocker: a randomized, prospective, controlled trial. *Anesthesiology* **105**, 471-477 (2006).
38. Stout, D.M., Bishop, M.J., Dwersteg, J.F. & Cullen, B.F. Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anesthesia. *Anesthesiology* **67**, 419-421 (1987).

39. Arndt, G.A., *et al.* One-lung ventilation when intubation is difficult--presentation of a new endobronchial blocker. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* **43**, 356-358 (1999).
40. Brodsky, J.B. Lung separation and the difficult airway. *Br J Anaesth* **103 Suppl 1**, i66-75 (2009).
41. Scott, J. & Baker, P.A. How did the Macintosh laryngoscope become so popular? *Paediatr Anaesth* **19 Suppl 1**, 24-29 (2009).
42. Macintosh, R.R. A new laryngoscope. *The Lancet* **1**, 205 (1943).
43. El-Orbany, M., Woehlck, H. & Salem, M.R. Review article: head and neck position for direct laryngoscopy. *Anesthesia and analgesia* **113**, 103-109 (2011).
44. Henderson, J.J. Questions about the macintosh laryngoscope and technique of laryngoscopy. *Eur J Anaesthesiol* **17**, 2-5 (2000).
45. Takahata, O., *et al.* The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* **84**, 419-421 (1997).
46. Hirabayashi, Y., Fujita, A., Seo, N. & Sugimoto, H. A comparison of cervical spine movement during laryngoscopy using the Airtraq or Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia* **63**, 635-640 (2008).
47. Coetzee, G.J. Eliminating protein from reusable laryngeal mask airways. A study comparing routinely cleaned masks with three alternative cleaning methods. *Anaesthesia* **58**, 346-353 (2003).
48. Esler, M.D., Baines, L.C., Wilkinson, D.J. & Langford, R.M. Decontamination of laryngoscopes: a survey of national practice. *Anaesthesia* **54**, 587-592 (1999).
49. Miller, D.M., Youkhana, I., Karunaratne, W.U. & Pearce, A. Presence of protein deposits on 'cleaned' re-usable anaesthetic equipment. *Anaesthesia* **56**, 1069-1072 (2001).

50. McElwain, J. & Laffey, J.G. Comparison of the C-MAC(R), Airtraq(R), and Macintosh laryngoscopes in patients undergoing tracheal intubation with cervical spine immobilization. *British journal of anaesthesia* (2011).
51. Darshane, S., Ali, M., Dhandapani, S. & Charters, P. Validation of a model of graded difficulty in Laerdal SimMan: functional comparisons between Macintosh, Truview EVO2, Glidescope Video Laryngoscope and Airtraq. *European journal of anaesthesiology* **28**, 175-180 (2011).
52. Ndoko, S.K., *et al.* Tracheal intubation of morbidly obese patients: a randomized trial comparing performance of Macintosh and Airtraq laryngoscopes. *Br J Anaesth* **100**, 263-268 (2008).
53. Koh, J.C., Lee, J.S., Lee, Y.W. & Chang, C.H. Comparison of the laryngeal view during intubation using Airtraq and Macintosh laryngoscopes in patients with cervical spine immobilization and mouth opening limitation. *Korean J Anesthesiol* **59**, 314-318 (2010).
54. Lu, Y., Jiang, H. & Zhu, Y.S. Airtraq laryngoscope versus conventional Macintosh laryngoscope: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* (2011).
55. Maharaj, C.H., Buckley, E., Harte, B.H. & Laffey, J.G. Endotracheal intubation in patients with cervical spine immobilization: a comparison of macintosh and airtraq laryngoscopes. *Anesthesiology* **107**, 53-59 (2007).
56. Amathieu, R., *et al.* An algorithm for difficult airway management, modified for modern optical devices (Airtraq laryngoscope; LMA CTrach): a 2-year prospective validation in patients for elective abdominal, gynecologic, and thyroid surgery. *Anesthesiology* **114**, 25-33 (2011).
57. Dhonneur, G., *et al.* Tracheal intubation using the Airtraq in morbid obese patients undergoing emergency cesarean delivery. *Anesthesiology* **106**, 629-630 (2007).

58. Lange, M., *et al.* Comparison of the Glidescope and Airtraq optical laryngoscopes in patients undergoing direct microlaryngoscopy. *Anaesthesia* **64**, 323-328 (2009).
59. Castaneda Pascual, M., *et al.* [Orotracheal intubation of patients with acromegaly using the AirTraq laryngoscope]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* **58**, 384-386 (2011).
60. Malin, E., Montblanc, J., Ynineb, Y., Marret, E. & Bonnet, F. Performance of the Airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* **53**, 858-863 (2009).
61. Maharaj, C.H., Costello, J.F., McDonnell, J.G., Harte, B.H. & Laffey, J.G. The Airtraq as a rescue airway device following failed direct laryngoscopy: a case series. *Anaesthesia* **62**, 598-601 (2007).
62. Savoldelli, G.L., Ventura, F., Waeber, J.L. & Schiffer, E. Use of the Airtraq as the primary technique to manage anticipated difficult airway: a report of three cases. *J Clin Anesth* **20**, 474-477 (2008).
63. Liu, L., *et al.* Tracheal intubation of a difficult airway using Airway Scope, Airtraq, and Macintosh laryngoscope: a comparative manikin study of inexperienced personnel. *Anesth Analg* **110**, 1049-1055 (2010).
64. Maharaj, C.H., Costello, J.F., Higgins, B.D., Harte, B.H. & Laffey, J.G. Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel: a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia* **61**, 671-677 (2006).
65. Maharaj, C.H., Ni Chonghaile, M., Higgins, B.D., Harte, B.H. & Laffey, J.G. Tracheal intubation by inexperienced medical residents using the Airtraq and Macintosh laryngoscopes--a manikin study. *Am J Emerg Med* **24**, 769-774 (2006).

66. Maharaj, C.H., McDonnell, J.G., Harte, B.H. & Laffey, J.G. A comparison of direct and indirect laryngoscopes and the ILMA in novice users: a manikin study. *Anaesthesia* **62**, 1161-1166 (2007).
67. Hirabayashi, Y. & Seo, N. Airtraq optical laryngoscope: tracheal intubation by novice laryngoscopists. *Emergency medicine journal : EMJ* **26**, 112-113 (2009).
68. Di Marco, P., *et al.* Learning curves of the Airtraq and the Macintosh laryngoscopes for tracheal intubation by novice laryngoscopists: a clinical study. *Anesthesia and analgesia* **112**, 122-125 (2011).
69. Black, J.J. Emergency use of the Airtraq laryngoscope in traumatic asphyxia: case report. *Emerg Med J* **24**, 509-510 (2007).
70. Deakin, C.D., *et al.* European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* **81**, 1305-1352 (2010).
71. Corso, R.M., Piraccini, E., Agnoletti, V. & Gambale, G. The Airtraq laryngoscope for emergency tracheal intubation without interruption of chest compression. *Am J Emerg Med* (2010).
72. Holm-Knudsen, R. The difficult pediatric airway--a review of new devices for indirect laryngoscopy in children younger than two years of age. *Paediatric anaesthesia* **21**, 98-103 (2011).
73. Komasaawa, N., *et al.* Comparison of optic laryngoscope Airtraq((R)) and Miller laryngoscope for tracheal intubation during infant cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* **82**, 736-739 (2011).
74. Vlatten, A. & Soder, C. Airtraq optical laryngoscope intubation in a 5-month-old infant with a difficult airway because of Robin Sequence. *Paediatr Anaesth* **19**, 699-700 (2009).
75. Gomez-Rios, M.A. & Serradilla, L.N. Use of the Airtraq(R) optical laryngoscope for nasotracheal intubation in predicted difficult airway

- management in oral surgery. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* **57**, 1136-1137 (2010).
76. Puchner, W., *et al.* Indirect versus direct laryngoscopy for routine nasotracheal intubation. *Journal of clinical anesthesia* **23**, 280-285 (2011).
77. Hirabayashi, Y. & Seo, N. The Airtraq laryngoscope for placement of double-lumen endobronchial tube. *Can J Anaesth* **54**, 955-957 (2007).
78. Salazar Herbozo, E., Planas, B., Ramasco, F., Gomez Rice, A. & Catalan, P. [Double lumen tube insertion in awake patients through the AirTraq laryngoscope in 2 cases of expected difficult airway]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* **58**, 315-317 (2011).
79. Bensghir, M., *et al.* [Faster double-lumen tube intubation with the videolaryngoscope than with a standard laryngoscope]. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* **57**, 980-984 (2010).
80. Chen, A., Lai, H.Y., Lin, P.C., Chen, T.Y. & Shyr, M.H. GlideScope-assisted double-lumen endobronchial tube placement in a patient with an unanticipated difficult airway. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **22**, 170-172 (2008).
81. Hernandez, A.A. & Wong, D.H. Using a Glidescope for intubation with a double lumen endotracheal tube. *Can J Anaesth* **52**, 658-659 (2005).
82. Poon, K.H. & Liu, E.H. The Airway Scope for difficult double-lumen tube intubation. *J Clin Anesth* **20**, 319 (2008).
83. Shulman, G.B. & Connelly, N.R. Double lumen tube placement with the Bullard laryngoscope. *Can J Anaesth* **46**, 232-234 (1999).
84. Bustamante, S., Parra-Sanchez, I. & Apostolakis, J. Sequential rotation to insert a left double-lumen endotracheal tube using the GlideScope. *Can J Anaesth* **57**, 282-283 (2010).

85. Adnet, F., *et al.* The intubation difficulty scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology* **87**, 1290-1297 (1997).
86. Trimmel, H., *et al.* Use of the Airtraq laryngoscope for emergency intubation in the prehospital setting: a randomized control trial. *Crit Care Med* **39**, 489-493 (2011).
87. Lewis, A.R., *et al.* A paramedic study comparing the use of the Airtraq((R)) , Airway Scope and Macintosh laryngoscopes in simulated prehospital airway scenarios*. *Anaesthesia* (2010).
88. Savoldelli, G.L., *et al.* Learning curves of the Glidescope, the McGrath and the Airtraq laryngoscopes: a manikin study. *European journal of anaesthesiology* **26**, 554-558 (2009).
89. Maharaj, C.H., O'Croinin, D., Curley, G., Harte, B.H. & Laffey, J.G. A comparison of tracheal intubation using the Airtraq or the Macintosh laryngoscope in routine airway management: A randomised, controlled clinical trial. *Anaesthesia* **61**, 1093-1099 (2006).
90. Xue, F.S., Liu, J.H., Yuan, Y.J., Wang, Q. & Liao, X. Oxygen flush is an effective means to eliminate obscured vision by fogging during intubation using the Airtraq((R)) optical laryngoscope. *Can J Anaesth* (2010).
91. Xue, F.S., Yuan, Y.J., Wang, Q., Xiong, J. & Liao, X. Emergency tracheal intubation using the Airtraq laryngoscope during chest compression. *Am J Emerg Med* (2010).
92. Holm-Knudsen, R.J. & White, J. The Airtraq may not be the solution for infants with difficult airways. *Paediatr Anaesth* **20**, 374-375 (2010).
93. Hirabayashi, Y. & Shimada, N. Airtraq optical laryngoscope: initial clinical experience in 20 children. *J Anesth* **24**, 148-149 (2010).

94. Liu, H.P., *et al.* Facilitating tracheal intubation in pediatric patients with the Airtraq((R)) optical laryngoscope. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* **58**, 338-339 (2011).
95. Beckmann, L.A., Edwards, M.J. & Greenland, K.B. Differences in two new rigid indirect laryngoscopes. *Anaesthesia* **63**, 1385-1386 (2008).
96. Witting, M.D. & Scharf, S.M. Diagnostic room-air pulse oximetry: effects of smoking, race, and sex. *The American journal of emergency medicine* **26**, 131-136 (2008).
97. Patterson, K.W., Noonan, N., Keeling, N.W., Kirkham, R. & Hogan, D.F. Hypoxemia during outpatient gastrointestinal endoscopy: the effects of sedation and supplemental oxygen. *Journal of clinical anaesthesia* **7**, 136-140 (1995).
98. Reddy, S.K., Parsons, H.A., Elsayem, A., Palmer, J.L. & Bruera, E. Characteristics and correlates of dyspnea in patients with advanced cancer. *J Palliat Med* **12**, 29-36 (2009).
99. Biro, P., Seifert, B. & Pasch, T. Complaints of sore throat after tracheal intubation: a prospective evaluation. *European journal of anaesthesiology* **22**, 307-311 (2005).
100. Shimada, N. & Hirabayashi, Y. Tonsillar injury caused by the Airtraq optical laryngoscope in children. *Journal of clinical anaesthesia* **23**, 344-345 (2011).
101. Macario, A., Weinger, M., Carney, S. & Kim, A. Which clinical anesthesia outcomes are important to avoid? The perspective of patients. *Anesthesia and analgesia* **89**, 652-658 (1999).
102. Huang, Y.S., *et al.* The effectiveness of benzydamine hydrochloride spraying on the endotracheal tube cuff or oral mucosa for postoperative sore throat. *Anesthesia and analgesia* **111**, 887-891 (2010).

103. Hung, N.K., *et al.* Effect on postoperative sore throat of spraying the endotracheal tube cuff with benzydamine hydrochloride, 10% lidocaine, and 2% lidocaine. *Anesthesia and analgesia* **111**, 882-886 (2010).
104. Tazeh-Kand, N.F., Eslami, B. & Mohammadian, K. Inhaled fluticasone propionate reduces postoperative sore throat, cough, and hoarseness. *Anesthesia and analgesia* **111**, 895-898 (2010).
105. Park, S.H., *et al.* Prophylactic dexamethasone decreases the incidence of sore throat and hoarseness after tracheal extubation with a double-lumen endobronchial tube. *Anesthesia and analgesia* **107**, 1814-1818 (2008).
106. Slinger, P. A view of and through double-lumen tubes. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* **17**, 287-288 (2003).
107. Hannallah, M., Benumof, J.L., Silverman, P.M., Kelly, L.C. & Lea, D. Evaluation of an approach to choosing a left double-lumen tube size based on chest computed tomographic scan measurement of left mainstem bronchial diameter. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **11**, 168-171 (1997).
108. Ambrosio, C., Leykin, Y., Pellis, T. & Brodsky, J.B. Endotracheal kinking of a double-lumen tube: a potential complication of inappropriate size tube selection. *European journal of anaesthesiology* **28**, 607-608 (2011).

7 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------|---------------------------------------|
| ASA | American Society of Anesthesiologists |
| BURP | backward upward rightward pressure |
| bzw. | Beziehungsweise |
| cm | Zentimeter |
| DLT | Doppellumentubus |
| EEG | Elektroenzephalogramm |
| EKG | Elektrokardiogramm |
| Fr | French |
| IDS | Intubation Difficulty Scale |
| kg | Kilogramm |
| KG | Körpergewicht |
| mg | Milligramm |
| µg | Mikrogramm |
| m | Meter |
| min | Minute |
| mm | Millimeter |
| n | Versuchszahl |
| s | Sekunde |
| SD | Standardabweichung |
| TIVA | Totalintravenöse Anästhesie |
| VAS | Visuelle Analogskala |
| VATS | videoassistierte Thorakoskopie |
| vs. | versus |

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Dargestellt ist ein linksläufiger Doppellumentubus zur funktionellen Trennung beider Lungen (©Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland). | 4 |
| Abbildung 2: Dargestellt ist die endobronchiale Platzierung eines linksläufigen Doppellumentubus (©Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland). | 6 |
| Abbildung 3: Dargestellt sind die Größenverhältnisse zwischen einlumigen Endotrachealtuben der Größen 6,5 bis 9,0mm und Doppellumentuben der Größen 26 bis 41 French. Innen- und Außendurchmesser der Tuben wurden gemäß den Angaben der Teleflex Medical GmbH, Kernen, Deutschland, übernommen..... | 7 |
| Abbildung 4: Laryngoskopspatel nach Macintosh (©KARL STORZ GmbH &Co. KG, Tuttlingen, Deutschland). | 8 |
| Abbildung 5: Das Airtraq-Laryngoskop mit Doppellumentubus für die endotracheale Intubation. | 10 |
| Abbildung 6: Dargestellt ist die korrekte Platzierung des Doppellumentubus in der Führungsschiene des Airtraq-Laryngoskops..... | 16 |
| Abbildung 7: Dargestellt ist die Cormack und Lehane-Klassifikation bei der ersten Laryngoskopie mit dem Macintosh-Laryngoskop im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Gruppe. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop | 23 |
| Abbildung 8: Dargestellt ist die Cormack und Lehane-Klassifikation verglichen zwischen der ersten Laryngoskopie mit dem Macintosh-Laryngoskop und der zweiten Laryngoskopie mit dem Airtraq-Laryngoskop bei den Patienten der Airtraq-Gruppe. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop..... | 23 |
| Abbildung 9: Dargestellt ist der Intubation Difficulty Scale-Score zwischen den Gruppen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. ■ Airtraq-Laryngoskop □ Macintosh-Laryngoskop | 24 |
| Abbildung 10: Dargestellt ist die Herzfrequenz vor und während der Intubation sowie eine, drei und fünf Minuten nach der Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop ■ Macintosh-Laryngoskop | 26 |
| Abbildung 11: Dargestellt ist die Herzfrequenz zu verschiedenen Zeitpunkten während der Intubation verglichen mit der Baseline mit dem Airtraq-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * p < 0,05 im Vergleich zur Baseline. ▲ Airtraq-Laryngoskop | 26 |
| Abbildung 12: Dargestellt ist die Herzfrequenz zu verschiedenen Zeitpunkten während der Intubation verglichen mit der Baseline mit dem Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * p < 0,05 im Vergleich zur Baseline. ■ Macintosh-Laryngoskop..... | 27 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 13: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck während der Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop ■ Macintosh-Laryngoskop | 28 |
| Abbildung 14: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck bei der Intubation mit dem Airtraq-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. ▲ Airtraq-Laryngoskop | 28 |
| Abbildung 15: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck bei der Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. * $p < 0,05$ im Vergleich zur Baseline. ■ Macintosh-Laryngoskop | 29 |
| | |
| Tabelle 1: Die demographischen Patientendaten sind als Gesamtzahl oder als Mittelwerte mit Standardabweichung und den entsprechenden p-Werten dargestellt. | 20 |
| Tabelle 2: Die Narkose- und operationsspezifische Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder als Gesamtzahl und den entsprechenden p-Werten angegeben. | 21 |
| Tabelle 3: Die Atemwegsdaten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder als Gesamtzahl mit den entsprechenden p-Werten angegeben. | 21 |
| Tabelle 4: Die intubationsspezifischen Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung oder Gesamtzahl mit prozentualer Verteilung angegeben. * $p < 0,05$ zwischen den Gruppen Airtraq und Macintosh. | 22 |
| Tabelle 5: Dargestellt sind die Sauerstoffsättigung bei Raumluft, nach Präoxygenierung und die minimale Sauerstoffsättigung während der gesamten Intubation. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung und den p-Werten angegeben. * $p < 0,05$ zwischen den Gruppen Airtraq und Macintosh. | 25 |
| Tabelle 6: Dargestellt ist die Herzfrequenz als Baseline-Wert vor der Intubation, während sowie eine, drei und fünf Minuten nach Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. | 25 |
| Tabelle 7: Dargestellt ist der mittlere arterielle Blutdruck als Baseline-Wert vor der Intubation, während sowie eine, drei und fünf Minuten nach Intubation im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben. | 27 |
| Tabelle 8: Dargestellt sind die postoperativen Beschwerden im Vergleich zwischen Airtraq- und Macintosh-Laryngoskop. Bei einem Patienten der Airtraq-Gruppe war die Datenerhebung 0,5 h postoperativ nicht möglich, daher gilt zu diesem Zeitpunkt $n=29$. Die Daten sind als Anzahl mit prozentualer Verteilung angegeben. * $p < 0,05$ zwischen den Gruppen. | 30 |

Anlagen

Universitätsklinikum Würzburg
Klinikum der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität

Zentrum Operative Medizin

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
Direktor: Prof. Dr. N. Roewer



Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie - Oberdürrbacher Str. 6 - 97080 Würzburg

1 / 2

Studieninformation für den Patienten

„Vergleich des Airtraq- und des Macintosh Laryngoskops bei der Doppellumenintubation“

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

für Ihre Operation ist die Durchführung einer Vollnarkose notwendig. Die Klinik für Anästhesiologie der Universität Würzburg ist für die Durchführung aller Narkosen am Klinikum zuständig. Wir sind bemüht, die Sicherheit und den Komfort der Patienten während der Operation kontinuierlich weiter zu verbessern. Wir möchten Sie daher zur Teilnahme an einer klinischen Studie einladen, durch die die Patientensicherheit während der Narkose noch weiter verbessert werden soll.

Von Ausnahmen abgesehen, wird die normale Spontanatmung des Menschen während einer Vollnarkose medikamentös unterbrochen. Stattdessen wird der Patient maschinell beatmet. Dies erlaubt dem Narkosearzt, dem Patienten Sauerstoff und Luft in der richtigen Zusammensetzung und Menge zuzuführen. Um die Beatmung sicher durchführen zu können, wird ein sogenannter Endotrachealtubus durch den Mund in die Luftröhre des Patienten eingeführt. Da Sie am Brustkorb operiert werden, muß während der Operation die Beatmung der Lunge auf der Operierten Seite zeitweise unterbrochen werden. Um dies zu ermöglichen wird ein sogenannter Doppellumentubus verwendet, der eine getrennte Beatmung beider Lungen ermöglicht. Um diesen Doppellumentubus korrekt in die Luftröhre plazieren zu können, wird ein so genanntes Laryngoskop eingesetzt. Hierbei handelt es sich üblicherweise um einen gebogenen Metallspatel, der unter Vollnarkose in den Mund eingesetzt wird. Das Laryngoskop ermöglicht es dem Anästhesisten, die Stimmbänder des Patienten direkt einzusehen. Neuere, sog. optische Laryngoskope, verbessern und erleichtern die Einsehbarkeit der Stimmbänder, und optimieren dadurch weiter die Patientensicherheit. In der Studie, für die wir Sie um Ihre Mitwirkung bitten, soll ein neues optisches Laryngoskop („Airtraq“), das speziell für die Verwendung mit Doppellumentuben ausgelegt ist, mit einem herkömmlichen Laryngoskop verglichen werden. Wir versprechen uns hiervon eine Antwort auf die Frage, ob das optische Laryngoskop dem herkömmlichen tatsächlich überlegen ist. Beide verwendeten Laryngoskope sind in Deutschland zugelassen und werden im klinischen Routinebetrieb eingesetzt.

Klinik und Poliklinik für
Anästhesiologie
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Tel.: (09 31) 2 01 – 3 00 12
Fax: (09 31) 2 01 – 3 00 19
sek.anaesth@klinik.uni-wuerzburg.de
www.anaesthesie.uni-wuerzburg.de
www.klinik.uni-wuerzburg.de

Das Zentrum Operative Medizin ist mit Straßenbahn, Linie 1 und 5 (Gromböhl), Haltestelle Pestalozzistr. (Uniklinikum A) und Shuttlebus zu erreichen.

Wie wird die Studie durchgeführt?

Die Narkose wird üblicherweise durch Medikamente, die in eine Vene gespritzt werden, eingeleitet und dann durch kontinuierliche Zufuhr von Gasen aufrechterhalten. Wenn Sie tief genug schlafen, wird eine Laryngoskopie (Visualisierung des Kehlkopfes) mit einem herkömmlichen Laryngoskop durchgeführt und anschließend der Endotrachealtubus mit Hilfe des jeweiligen herkömmlichen oder des optischen Laryngoskops eingeführt. Die Beendigung der Narkose erfolgt noch im Operationstrakt und der Endotrachealtubus wird entfernt, bevor Sie wieder vollständig bei Bewusstsein sind. Sie werden anschließend im Aufwachraum überwacht, bis Sie auf Ihre Station zurück können. Die Durchführung Ihrer Narkose und die Überwachung Ihrer Werte, wie Blutdruck und Herzfrequenz, obliegen einem erfahrenen Arzt der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie. Während Ihres Aufenthaltes im Aufwachraum und am folgenden Tag werden Sie von einem Mitarbeiter der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie befragt werden, ob Sie Halsschmerzen oder Schluckbeschwerden haben und wie ausgeprägt diese sind.

Welche Gefahren sind mit der Untersuchung verbunden?

Die Risiken der Studie unterscheiden sich prinzipiell nicht von denen jeder anderen Vollnarkose. Zusätzliche Risiken oder Gefahren entstehen durch die Studie nicht. Über allgemeine Narkoserisiken werden Sie gesondert von einem Narkosearzt aufgeklärt.

Damit wir die Studie durchführen können, benötigen wir Ihr Einverständnis. Sie können dieses Einverständnis zu jeder Zeit ohne Angabe von Gründen widerrufen. Sie scheidern dann aus der Studie aus. Sollten Sie sich gegen die Teilnahme an der Studie entscheiden, so hat dies selbstverständlich für Sie keine Nachteile.

Die Namen, sowie sonstige personenbezogene Daten, die von Ihnen erhoben werden, unterliegen dem Datenschutz. Die bestehenden Vorschriften zum Datenschutz werden eingehalten. Die wissenschaftliche Auswertung dieser Daten erfolgt anonym.

Wir bitten Sie nun, durch Ihre Unterschrift zu bestätigen, dass Sie an der Untersuchung teilnehmen wollen. Unterzeichnen Sie in diesem Fall das beiliegende Formular, nachdem Sie sich sorgfältig alles durchgelesen und alle offenen Fragen mit dem behandelnden Arzt durchgesprochen haben.

Universitätsklinikum Würzburg

Klinikum der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität

Zentrum Operative Medizin

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie

Direktor: Prof. Dr. N. Roewer



Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie - Oberdürrbacher Str. 6 - 97080 Würzburg

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG (Studie: „Vergleich des Airtraq- und des Macintosh Laryngoskops bei der Doppellumenintubation“)

Patient:

Fallnummer:

Geburtsdatum:

Hiermit erkläre ich, dass ich durch den behandelnden Arzt oder einen von Ihm benannten Vertreter über Ziele, Wesen, Bedeutung und Tragweite der o.g. klinischen Studie informiert und über die Risiken aufgeklärt worden bin. Dabei hatte ich Gelegenheit, so lange Fragen zu stellen, bis ich alle Punkte verstanden hatte. Den Informationstext „Studieninformation für den Patienten“ habe ich ausserdem in schriftlicher Form erhalten. Ich hatte ausreichend Zeit, meine Entscheidung über die Teilnahme an der Studie unbeeinflusst zu treffen. Eine Rücknahme der Einwilligung hat für mich keinerlei negative Konsequenzen.

Ich bin mit der Teilnahme an der Studie einverstanden und weiss, dass ich diese Einwilligung jeder Zeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen kann.

Ich bin mit der Teilnahme an der Studie nicht einverstanden.

Aufklärender Arzt:.....

Würzburg,2009

Unterschrift Patient:.....

Unterschrift aufklärender Arzt:.....

Klinik und Poliklinik für
Anästhesiologie
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Tel.: (09 31) 2 01 – 3 00 12
Fax: (09 31) 2 01 – 3 00 19
sek.anaesth@klinik.uni-wuerzburg.de
www.anaesthesie.uni-wuerzburg.de
www.klinik.uni-wuerzburg.de

Das Zentrum Operative Medizin ist mit Straßenbahn, Linie 1 und 5 (Grombühl), Haltestelle Pestalozzistr. (Uniklinikum A) und Shuttlebus zu erreichen.

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------|-------|
| <u>Patientenangaben:</u> | | Datenblatt Nr.: _____ | |
| Fallnr.: | Pat. Initialen: | Station: | _____ |
| Geschlecht: m / w | Größe: | Geb.Datum: | _____ |
| Intubation: | ASA: | Diagnose: | _____ |
| Mallampati Score: | Thyromentaler Abstand: | Intubation Difficulty Scale: | _____ |
| Mundöffnung aktiv: | passiv: | | |

Klassifikation nach Cormack und Lehane:

| | |
|------------------------|------------------------|
| Macintosh Laryngoskop: | optisches Laryngoskop: |
|------------------------|------------------------|

| | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---------|---|
| <u>Versuche:</u> | 1 | 2 | 3 | (A / G) | 4 |
|-------------------------|---|---|---|---------|---|

Parameter:

Zeit: _____ (Versuch 2: _____) (Versuch 3: _____)

SpO2: bei Raumluft: _____% nach Präoxyge.: _____% minimal: _____%

| | | | | |
|-----|---------|--------|--------|------------------|
| Vor | während | 1 min. | 3 min. | 5 min. post Int. |
|-----|---------|--------|--------|------------------|

HF: _____

RR: _____ / _____ (6min. post)

Propofol – Dosis/ Einleitungsmedis: _____

Komplikationen:

| | |
|-----------------------------------|--|
| <u>Optimierungshilfen:</u> | <u>Laryngosk. blutig:</u> Ja / Nein |
|-----------------------------------|--|

| | | |
|-----------------------|---------|------|
| <u>Postop:</u> | 30 min. | 24 h |
|-----------------------|---------|------|

Halsschmerzen: _____

Schluckbeschwerden: _____

Heiserkeit: Ja / Nein Ja / Nein

Sonstiges: _____

Anlage 3: Datenerhebungsbogen

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Markus Lange für die Überlassung des Promotionsthemas bedanken. Seine geduldige und freundliche Unterstützung von der Durchführung der Studie bis zur Erstellung dieser Arbeit sowie die schnelle Korrektur waren mir eine große Hilfe und Motivation.

Des Weiteren möchte ich besonders meiner Betreuerin Frau Dr. med. Simone Wasem danken, die bei Fragen jederzeit hilfsbereit zur Verfügung stand und konstruktive Vorschläge bei anstehenden Problemen einbrachte.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Dipl. Math. Johannes Hain, Leiter der Studentischen Statistischen Beratung der Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität Würzburg, für die große Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Herrn Dr. med. Thorsten Smul und Herrn Dr. med. Marc Lazarus sowie dem gesamten anästhesiologischen Team der Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie der Universität Würzburg möchte ich für ihren tatkräftigen Einsatz während der Durchführung der Studie danken. Ebenso möchte ich dem Team der Station O12 des Zentrums Operative Medizin der Universität Würzburg für die Hilfsbereitschaft in organisatorischen Fragen meinen Dank aussprechen.

Meiner Schwester Kathrin Festl und Sabine Kesting danke ich für ihre Verbesserungsvorschläge und die investierte Zeit in das Korrekturlesen.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, die mein Studium erst ermöglicht haben. Deshalb möchte ich ihnen die vorliegende Arbeit widmen.

Lebenslauf

Persönliche Daten

| | |
|---------------|--------------|
| Name | Jasmin Festl |
| Geburtsdatum | 19.05.1983 |
| Geburtsort | Dachau |
| Familienstand | ledig |

Schulbildung

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| 09/1994 – 06/2003 | Josef-Effner-Gymnasium Dachau |
| 06/2003 | Allgemeine Hochschulreife |

Auslandsaufenthalt

| | |
|-------------------|--|
| 09/2003 – 05/2004 | Programm „Work and Travel“, Australien |
|-------------------|--|

Studium

| | |
|-------------------|--|
| 10/2004 – 09/2006 | Studium der Zahnmedizin und Romanistik, Ludwig-Maximilians-Universität München |
| 10/2006 – 05/2012 | Studium der Humanmedizin, Julius-Maximilians-Universität Würzburg |
| 04/2008 | Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 05/2012 | Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |

Famulaturen

| | |
|-------------------|---|
| 09/2008 | Gynäkologie und Geburtshilfe, Klinikum Dachau |
| 02/2009 – 03/2009 | Anästhesiologie, Kardinal Schwarzenberg'sches Krankenhaus, Schwarzach, Österreich |
| 04/2009 | Allgemeinmedizin, Dr. med. H. Berwanger, Westbevern |
| 08/2009 - 09/2009 | Anästhesiologie, Universitätsklinikum Würzburg |
| 03/2010 | Pädiatrie, Hospital Italiano, Buenos Aires, Argentinien |

Praktisches Jahr

| | |
|-------------------|--|
| 02/2011 – 06/2011 | Chirurgie, Hôpital Neuchâtelois La Chaux-de-Fonds, Schweiz |
|-------------------|--|

Lebenslauf

06/2011 – 10/2011 Gynäkologie und Geburtshilfe, Universitäts-Frauenklinik Würzburg

10/2011 – 01/2012 Innere Medizin, Strong Memorial Hospital, Rochester, NY, USA/ Leopoldina-Krankenhaus Schweinfurt

Beruf

seit 08/2012 Assistenzärztin der Universitäts-Frauenklinik Würzburg

Würzburg, 01. August 2012

Jasmin Festl