

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Direktor: Prof. Dr. med. M. Steinfath
des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel

**C-MAC - ERSTER KLINISCHER VERGLEICH EINES
NEU ENTWICKELTEN VIDEOLARYNGOSKOPIESYSTEMS
MIT DEM
TRADITIONELLEN MACINTOSH LARYNGOSKOP**

EINE EXPLORATIVE STUDIE

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Thora Möller
aus Rostock

Kiel 2012

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Weiler

2. Berichterstatt: Prof. Dr. med. Ambrosch

Tag der mündlichen Prüfung: 17.02.2014

Zum Druck genehmigt: Prof. Dr. J. Roider

gez.:

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1. Entwicklung der Intubation	1
1.2. Entwicklung der Videolaryngoskopie	2
1.3. Videolaryngoskopie und schwieriger Atemweg.....	7
1.4. Fragestellungen.....	10
2. Material und Methoden	11
2.1. Studienaufbau	11
2.2. Patienten	11
2.3. Verwendete Laryngoskope	12
2.4. Studienablauf und Laryngoskopiertechnik	16
2.5. Durchführung der Untersuchung.....	18
2.6. Studienprotokoll.....	20
2.7. Ergebnisvariablen.....	23
2.8. Statistische Aufarbeitung.....	27
3. Ergebnisse	27
3.1. Patienten	27
3.2. Laryngoskopie	30
3.3. Intubation.....	36
3.4. Handhabung der Laryngoskope	38
3.5. Hinweise auf Verletzungen.....	40
3.6. Klinische Parameter	40
4. Diskussion.....	41
4.1. Schwierige Laryngoskopie und Intubation	41
4.2. Beurteilung der Ergebnisse	44
4.3. Schlussfolgerungen.....	54
4.4. Perspektiven.....	55
5. Zusammenfassung	57
6. Literaturverzeichnis.....	59
7. Anhang.....	68
7.1. Abbildungsverzeichnis.....	68
7.2. Tabellenverzeichnis.....	69
7.3. Tabellen.....	70
7.4. Aufklärungsbogen und Einverständniserklärung.....	73

7.5. Erhebungsbogen	75
8. Danksagung	78
9. Lebenslauf	79
10. Veröffentlichungen	80

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
art.	arteriell
ASA	American Society of Anesthesiologists
BURP	backwards upwards rightwards pressure, externe Larynxmanipulation nach hinten, oben, rechts
C&L	Klassifikation der Laryngoskopiefunde nach Cormack und Lehane, hier verwendet in der 5-stufigen Modifikation nach Yentis und Lee
CO ₂	Kohlendioxid
cm	Zentimeter
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor, Metall-Oxid-Halbleiter im digitalen Videochip
DCI	DCI [®] -Macintosh-Videolaryngoskop n. Berci; DCI = direct coupled interface
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DL	Direktes Laryngoskop, konventionelles Handgrifflyngoskop mit Macintoshspatel
et al.	und andere (Koautoren)
ETT	Endotrachealtubus
FiO ₂	Inspiratorische Sauerstoffkonzentration
GS	GlideScope [®] -Videolaryngoskop
ID	Innendurchmesser
IQA	Interquartilenabstand (2. und 3. Quartile)
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
l	Liter
LCD	Liquid Crystal Display; Flüssigkristallbildschirm
LED	lichtemittierende Diode, Lumineszenz-Diode
m	männlich
mA	Milliampere
MAC	minimale alveoläre Konzentration
MAP	mittlerer arterieller Blutdruck
min	Minute
mm	Milimeter
mmHg	Milimeter Quecksilbersäule
µg	Mikrogramm
n	Anzahl, Größe der Stichprobe
n.s.	nicht signifikant; p > 0.05

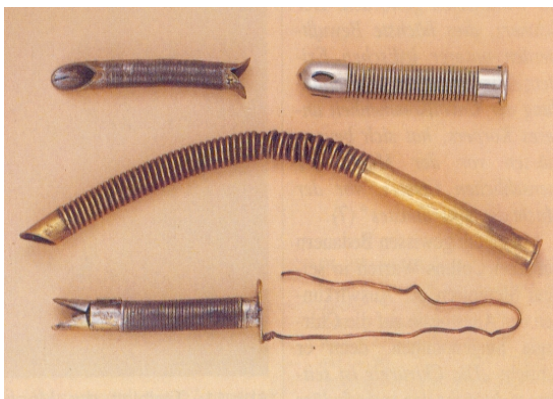
O ₂	Sauerstoff
OELM	optimale externe laryngeale Manipulation
o.g.	oben genannt
p	Signifikanzniveau:
PEEP	positive end expiratory pressure; positiver end-expiratorischer Druck
Sek	Sekunde
SpO ₂	pulsoxymetrische Sauerstoffpartial sättigung
Tab.	Tabelle
UK S-H	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
vs.	versus (= verglichen mit)
w	weiblich
Y&L	Yentis und Lee
±	„plus - minus“, gibt die Standardabweichung an

1. Einleitung

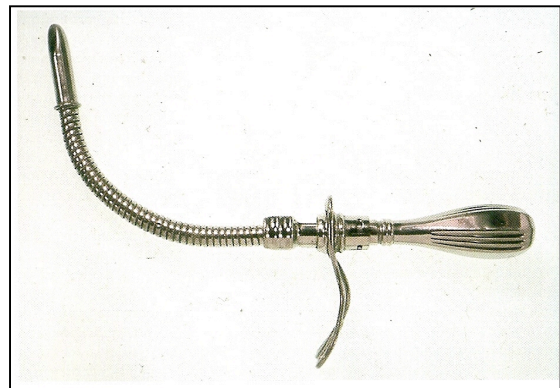
1.1. Entwicklung der Intubation

Die Sicherung der Atemwege und die Aufrechterhaltung eines adäquaten Gasaustausches gehören zu den zentralen Aufgaben des Anästhesisten. Hierzu stehen heute verschiedene supra- und infraglottische Atemwegshilfen zur Verfügung (1-4).

Die Geschichte der endotrachealen Intubation reicht bis auf Hippokrates ins 5. Jahrhundert vor Christus zurück, der sie zur Behandlung der Erstickung empfahl: „Einem solchen muss man ... ein Röhrchen in die Kehle hinter dem Unterkiefer einführen, damit Luft in die Lungen eingezogen werden kann.“. Um die Jahrtausendwende beschrieb der arabische Arzt Avicenna im dritten Buch seines „Canon“ die orotracheale Intubation als eine Form zur Behandlung der Atemnot: „Bisweilen wird eine Kanüle aus Gold, Silber oder einem ähnlichen Material in den Schlund eingeführt, um die Einatmung zu unterstützen.“. Dies ist in der Literatur die erste Beschreibung einer Sicherung der Atemwege durch Anwendung der endotrachealen Intubation. Durch die Repressionen im Mittelalter konnte die Intubation, wie die gesamte Medizin nicht weiterentwickelt werden. Erst im 16. – 19. Jahrhundert wurde die Bedeutung der Atmung für die Aufrechterhaltung des Lebens von verschiedenen Autoren, wie Versalius, Morton und Snow erkannt. Primär wurde die Einführung eines Röhrchens aus Schilf, später aus Metall in die Luftröhre via Tracheotomie beschrieben. 1869 erkannte Trendelenburg die entscheidenden Vorteile der Intubationsnarkose über eine Tracheotomie bei Eingriffen im Kopf- und Halsbereich.



a)



b)

Abbildung 1: Metallspiraltuben

a) antike Metallspiraltuben

b) Metallspiraltubus nach Kuhn

Bereits im Jahr 1872 kam Max Schüller auf die Idee, die „Kanüle zur Atmung“ so zu verlängern, dass sie aus dem Mund herausreichte. Diese Entwicklung konnte sich aber nicht durchsetzen, so dass es Macewen vorbehalten war, 1878 die erste Intubationsnarkose auf orotrachealem Weg durchzuführen und somit die anästhesiebedingte Mortalität erheblich zu reduzieren (5).

Die Intubation erfolgte zunächst ohne visuelle Kontrolle: der Patient war wach und der Intubierende dirigierte einen Metallspiraltubus in Richtung des Atemgeräusches (6) (Abb. 1a). In der Folge wurden die Tuben durch Hahn, O'Dwyer, Maydl und Eisenmenger weiterentwickelt. Im 20. Jahrhundert erlebten die Metallspiraltuben von Macewen eine Renaissance. Der Chirurg Kuhn entwickelte einen Tubus, der mit einem gebogenen Mandrin unter Er tasten des Kehlkopfes blind eingeführt werden konnte (7-11). (Abb. 1b)

1.2. Entwicklung der Videolaryngoskopie

Eine deutliche Verbesserung der Intubationssicherheit und des Intubationserfolges wurde durch die Entwicklung der Laryngoskopie (Larynx = Kehlkopf, -skop = Spiegel) ermöglicht. Übereichen Anteil hieran hat der deutsche Arzt Dr. A. Kirstein, der im Jahr 1895 ein modifiziertes starres Ösophagoskop („Autoskop“) zur Laryngoskopie verwendete. Mit diesem führte er die ersten endotrachealen Intubationen unter Sicht durch (12-13). In den folgenden Jahren wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Laryngoskope vorgestellt. Als klinisches Routineverfahren etablierte sich die Technik aber erst in den 1940er Jahren. Die von Miller im Jahr 1941 (14) und Macintosh im Jahr 1943 (15) entwickelten Laryngoskope sind heute die gebräuchlichsten Instrumente.

Die Komplexität der endotrachealen Intubation, bedingt durch patienten- und anwenderseitige Einflussgrößen, macht verständlich, dass Intubationssicherheit und -erfolg in hohem Maße vom Ausbildungsstand des Intubierenden abhängen. Daher sind umfangreiche praktische und klinische Erfahrungen bei der endotrachealen Intubation und deren kontinuierliche Anwendung unabdingbar für die erfolgreiche Durchführung. So stehen 30% aller Todesfälle während einer Narkose im Zusammenhang mit Intubationsproblemen (16). In einer amerikanischen Analyse von 1541 Haftpflichtprozessen aus dem Jahr 1990 standen in 34% der Fälle Atemwegsprobleme im Mittelpunkt. 66% dieser Patienten verstarben, 9% trugen bleibende Hirnschäden davon. Dabei konnte der Patient in 38% der Fälle nicht beatmet werden, bei 18% wurde die ösophageale Fehlintonation nicht oder zu spät erkannt und bei 17% traten Intubationsprobleme auf (17). Daher ist das korrekte Erlernen der Technik der endotrachealen Intubation von besonderer Bedeutung, aber dadurch erschwert, dass ein kontinuierliches visuelles Nachvollziehen des Intubationsvorganges durch einen Aussenstehenden nicht möglich ist. Durch einfaches

„Über die Schulter sehen“ kann weder der Ausbilder die Technik ausreichend anschaulich demonstrieren, noch ist es ihm möglich, den Intubationsversuch des Schülers befriedigend zu verfolgen. Die Suche nach besseren Ausbildungsmöglichkeiten stellt somit ein wichtiges Motiv in der Entwicklung der Videolaryngoskopie dar.

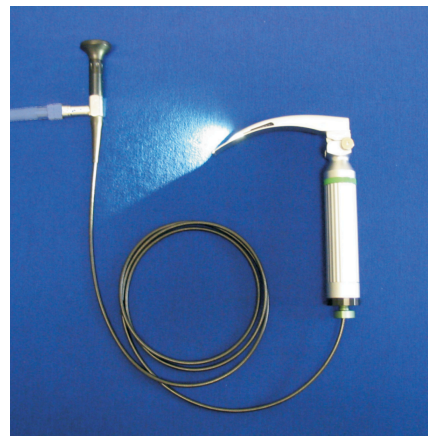
In vielen operativen Fächern finden videoassistierte Verfahren seit Langem Anwendung und haben auch in einigen Bereichen zunehmend das „offene“ operative Vorgehen abgelöst (18-19). Dagegen wurde in der Anästhesie die Videotechnologie erst sehr viel später und lange Zeit fast ausschließlich zur Bildgebung bei Bronchoskopien oder fiberoptischen Intubationen genutzt (20-22). Seit dem Ende des letzten Jahrtausends hat es wesentliche innovative Entwicklungen auf dem Gebiet des videoassistierten Atemwegsmanagements gegeben.

Levitan stellte 1996 eine an einem Kopfring befestigte Videokamera (AirwayCam®, Abb. 2a) vor. Somit konnte die mit einem Standardlaryngoskop durchgeführte Intubation auf einem Videomonitor verfolgt werden. Die Sicht ähnelte dabei dem Blick des Intubierenden (23). Bereits 1995 improvisierten Henthorn et al. einen ersten Prototypen der heutigen Videolaryngoskope. Sie befestigten ein flexibles Bronchoskop mit Klebestreifen an einem konventionellen Laryngoskop. Durch diese Kombination eines optischen Systems mit einem herkömmlichen Laryngoskop konnte der Blick auf den Kehlkopfeingang vergrößert und detailliert auf einem externen Monitor wiedergegeben werden (24).

2001 stellten Weiss et al. ein Macintosh- Laryngoskop (Laryflex®, Abb. 2b) vor, bei dem eine dünne Fiberoptik durch einen Führungskanal im Laryngoskopgriff und im Spatel bis dicht vor die Spitze des Spatelblattes geschoben werden konnte (25).



a)



b)

Abbildung 2: Erste erhältliche Videolaryngoskope

a) AirwayCam®, 1996 (Airway Cam Technologies, Inc., PA, USA)

b) Laryflex®-Videolaryngoskop, 2001 (Acutronic AG, CH-Hirzel)



c)



d)

Abbildung 2: Erste erhältliche Videolaryngoskope

- c) X - Lite[®] - Videolaryngoskop, 2001 (Rüsch GmbH, D-Kernen)
- d) MVM[®] - Videolaryngoskop, 2002 (Karl Storz GmbH, D-Tuttlingen)

Einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung eines der ersten kommerziell erhältlichen Videolaryngoskope mit fest integrierter Kamera und auswechselbaren Spateln hatte Ilias mit der Entwicklung des Rüsch X - Lite im Jahr 2001 (Abb. 2c) (26). Kaplan et al. berichteten 2002 ebenfalls über die erfolgreiche Anwendung eines Macintosh- Videolaryngoskops mit fest integrierter Kamera, konnektierbaren Spatelblättern, sowie fiberoptischen Licht- und Bildleitern (Storz MVM[®], Abb. 2d) (27).

Beim DCI[®]- Videolaryngoskop nach Berci von 2004 (Abb. 4a) bilden Handgriff und Spatel eine feste Einheit. Bei diesem Videolaryngoskop wird ein Videokamerakopf DCI (Direct Coupled Interface) in den Handgriff eingeschoben (28). Am Kamerakopf können sowohl die Bildschärfe justiert, als auch Aufnahmen mit der Kamera gesteuert werden. Dies führte zur Verbesserung der Handhabung, der hygienischen Aufbereitung und ermöglichte die Verwendung eines Kamerakopfes mit verschiedenen Endgeräten, wie dem retromolaren Intubationsendoskop nach Bonfils und einer flexiblen Fiberoptik.

Moderne Nachfolgegeräte dieser Bauart, wie das GlideScope[®] (Abb.3a) (29) oder das C-MAC[®] Videolaryngoskop (Abb.3b) (30) weisen durch Verwendung von kleinformatigen CMOS - Videochips eine noch bessere Bildqualität auf. Sie arbeiten mit LED's, womit das Lichtkabel und die Kaltlichtquelle und damit die bisher generell erforderlichen Videotürme entfallen. Gegenüber technischen Störungen und Defekten weisen sie aufgrund der kompakten Bauweise deutlich geringere Anfälligkeit auf.

Das von Pacey 2003 entwickelte und von Cooper 2005 (29) erstmals beschriebene GlideScope® ist ausschließlich für die indirekte Laryngoskopie konzipiert. Der Spatel ist um etwa 60° gebogen und unterscheidet sich damit deutlich von der Macintosh Form. Dabei ist dieser nicht gleichmäßig gekrümmt, sondern weist einen charakteristischen Knick auf, an dem sich der Kamerasockel befindet.



a)



b)

Abbildung 3: Moderne Videolaryngoskope

a) GlideScope® (Verathon Medical USA)

b) C - MAC Videolaryngoskop (Karl Storz GmbH, D-Tuttlingen)

Eine weitere Entwicklung ist das 2006 in die Klinik eingeführte McGrath® - Videolaryngoskop (Abb. 4b) (31-34). Bei diesem Videolaryngoskop ist die Kamera im Spatel integriert und am proximalen Ende des Handgriffs befindet sich ein kleiner LCD- Farbmonitor. Die Länge des mit dem Handgriff festverbundenen Spatels ist individuell auf drei verschiedene Größen einstellbar und über diesen werden Einmalspatel aufgesetzt.

Das Airtraq® (Abb. 4c) ist ein Einmallyngoskop und kein Videolaryngoskop im eigentlichen Sinne, da es nicht über eine Kamera verfügt, sondern über ein optisches System mit Spiegeln, Linsen und Prismen, über das die Sicht von der Spatelspitze an das proximale Objektiv übertragen wird (35-38). Es verfügt, wie das AirwayScope über eine Führungsschiene in welcher der Endotrachealtubus arretiert wird.

Das Pentax AirwayScope AWS 100® (Abb. 4d) wurde 2006 in Japan erstmals auf den Markt gebracht und stellt eine Art Hybrid aus einem wiederverwendbaren und einem Einmallyngoskop dar (39-43). Ein Einmalspatel wird über das steife Kamerakabel auf den wiederverwendbaren Griff aufgesteckt, der den LCD- Bildschirm enthält. Der Spatel schützt die Kamera und weist eine Führungsschiene für Endotrachealtuben der Größe 6,5 – 8,5 auf.

Neben einigen Vorteilen weisen vor allem das AirwayScope® und das Airtraq® Nachteile in der sperrigen Form und der ungewohnten Handhabung auf. Beide Produkte sind nicht wie traditionelle Laryngoskope handhabbar und bedürfen somit einer gewissen Übung (44).



a)



b)



c)



d)

Abbildung 4: Weitere Videolaryngoskope

a) DC I- Videolaryngoskop (Karl Storz GmbH, D-Tuttlingen)

b) McGrath® (Aircraft Medical Ltd. Edinburgh, UK)

c) Airtraq® (Podol Lt., Vizcaya, Spanien)

d) AirwayScope® (Pentax Europe GmbH, Hamburg)

1.3. Videolaryngoskopie und schwieriger Atemweg

Die fehlende Spontanatmung bei narkotisierten Patienten erfordert eine zügige Durchführung der endotrachealen Intubation. Andernfalls erhöht sich das Risiko für hypoxiebedingte Organschäden (4, 45-46).

Werden unter nicht ausreichender laryngoskopischer Sicht Intubationsversuche unternommen, drohen neben dem Misslingen der Intubation zudem Traumata im Bereich der Glottis, der Trachea, des Pharynx, des Ösophagus und der Zähne (47). Schlimmstenfalls entsteht durch unkontrollierte Intubationsversuche eine sogenannte „cannot intubate, connat ventilate“- Situation, durch die der Patient aufgrund der drohenden Hypoxie akut vital gefährdet ist (48).

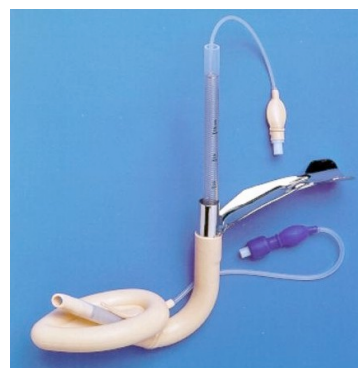
Die schwierige Laryngoskopie (Cormack und Lehane Grad III und IV) wird in der Literatur mit 3 – 13% angegeben (49-53) und als die wichtigste Ursache für Intubationsschwierigkeiten angesehen (50-51, 53-54).

Um die laryngoskopische Sicht zu verbessern, stehen neben dem am häufigsten verwendeten Spatel nach Macintosh eine Vielzahl unterschiedlicher Spatelformen für die direkte Laryngoskopie zu Verfügung (z.B. gerade Spatelblätter nach Miller und Henderson, Universalspatelblatt nach Dörges, Hebellaryngoskop nach McCoy) (55-59).

Für das Management des schwierigen Atemweges(1-2, 46, 60) stehen heute außerdem verschiedene andere Hilfsmittel zur Verfügung, wie z.B. die Larynxmaske, die Intubationslarynxmaske, das starre Intubationsendoskop nach Bonfils (61) und der Larynxtubus (Abb. 5a – d).



a)

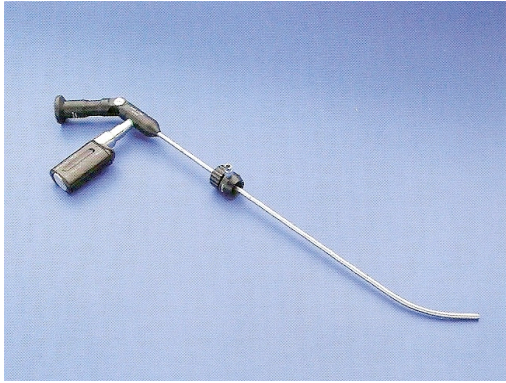


b)

Abbildung 5: Hilfsmittel zum Management des schwierigen Atemwegs

a) Larynxmaske

b) Intubationslarynxmaske



c)



d)

Abbildung 5: Hilfsmittel zum Management des schwierigen Atemwegs

c) retromolares Intubationslaryngoskop nach Bonfils

d) Larynxtubus

Die seit vier Jahrzehnten eingesetzte flexible Fiberoptik (21) stellt dabei den anerkannten „Goldstandard“ für die erwartete schwierige Intubation dar (1, 4, 46, 48). Das anspruchsvolle Verfahren bedarf jedoch einer längeren Ausbildung sowie ständigen Trainings. Es ist zeit- und materialaufwendig und darüber hinaus anfällig für Sichtbehinderungen durch Blut und Sekrete. Ähnliches gilt sowohl für verschiedene starre fiberoptische Laryngoskope (62-64), als auch für optische Stilette (61) und semirigide Geräte. Bis auf die flexible Fiberoptik haben diese Geräte daher nur eine verhältnismäßig geringe Verbreitung erfahren (65-66).

Es besteht deshalb ein andauerndes Interesse an einfach, effektiv und sicher anzuwendenden Intubationshilfen, die durch eine verbesserte Visualisierung der Glottisebene die endotracheale Intubation erleichtern. Die Videolaryngoskopie stellt hier möglicherweise eine sinnvolle Alternative dar.

Durch die Integration von Videochips und Hochleistungs-LED's in das distale Drittel des Spatelblattes handelt es sich bei der Videolaryngoskopie ebenfalls um eine Form der indirekten Laryngoskopie. Der Einsatz von Weitwinkellinsen vergrößert den Blickwinkel von 10 - 15° bei der direkten auf 50-60° bei der videoassistierten Laryngoskopie, so dass nicht nur der Blick auf die Spatelspitze möglich ist, sondern auch das Auge des Intubierenden in den Pharynx vorverlagert wird. Hierdurch wird „der Blick um die Ecke“ ermöglicht, da die Notwendigkeit einer geraden optischen Achse entfällt. Zudem ist die Handhabung aufgrund der gleichen Bauweise wie bei herkömmlichen Laryngoskopen von in der konventionellen Intubation geübten Anwendern schnell erlernbar.

In verschiedenen Arbeiten wurde darüber berichtet, dass die videoassistierte Laryngoskopie im Vergleich zur direkten Laryngoskopie eine verbesserte Sicht auf die Glottisebene ermöglicht (28, 67-71).

Welche spezifischen Unterschiede zwischen den einzelnen Videolaryngoskopen hinsichtlich der Verbesserung der laryngoskopischen Sicht und des Intubationserfolges bestehen, ist Gegenstand verschiedener Untersuchungen und kann bisher nicht abschließend beurteilt werden.

1.4. Fragestellungen

In der vorliegenden Arbeit werden die Spatelgrößen #3 und #4 des C-MAC Videolaryngoskops mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh verglichen.

Die Geräte werden an einem unselektierten Patientenkollektiv untersucht, um die Aussagekraft der Untersuchung für die Routineintubation zu erhöhen.

Hierbei ergeben sich folgende Fragestellungen:

Gibt es Unterschiede zwischen

1. dem konventionellen Macintosh Laryngoskop und dem C-MAC Videolaryngoskop #3 und #4

sowie

2. zwischen den Spatelblättern der Größe #3 und #4 des C-MAC Videolaryngoskops

in Bezug auf

- a) die laryngoskopische Sicht bei normalem und schwierigem Atemweg?
- b) die laryngoskopische Sicht ohne und mit optimaler externer Manipulation?
- c) den Zeitbedarf für Laryngoskopie und Intubation?
- d) die Anzahl der benötigten Intubationsversuche?
- e) Aspekte der allgemeinen Handhabung der Geräte?

2. Material und Methoden

2.1. Studienaufbau

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine explorative, prospektive, Cross - over Studie. Die Untersuchung war als Multicenterstudie angelegt, das Studienzentrum war das Universitätsklinikum Schleswig - Holstein, Campus Kiel, Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin. Nach Zustimmung der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Kiel und der Ethikkommission an der medizinischen Fakultät der Universität Rostock wurde der Rostocker Teil der Untersuchung am Klinikum Südstadt Rostock, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, durchgeführt. Die in Rostock erhobenen Daten bilden die Grundlage für die vorliegende Arbeit. Der Untersuchungszeitraum betrug 10 Monate.

2.2. Patienten

2.2.1. Aufklärung

Alle Patienten wurden spätestens am Vortag der geplanten Operation im Rahmen der Prämedikationsvisite über Zielsetzung, Durchführung sowie spezifische Risiken der geplanten Untersuchung im persönlichen Gespräch mit dem untersuchenden Arzt aufgeklärt. Bereits mit dem Narkoseaufklärungsbogen wurde ihnen ein spezielles Informationsblatt (s. Anhang) ausgehändigt, anhand dessen der Untersuchungsablauf erläutert wurde. Nach vollständiger Aufklärung erklärten die Patienten durch Unterschrift auf dem gesonderten Einwilligungsbogen (s. Anhang) ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie, sowie zur Verwendung ihrer pseudoanonymisierten Daten zu wissenschaftlichen Zwecken. Die Patienten konnten jederzeit ohne Angabe von Gründen von der Studie zurücktreten.

2.2.2. Ein- und Ausschlusskriterien

Im Rahmen der Studie wurden insgesamt 150 volljährige, einwilligungsfähige Patienten untersucht. Eingeschlossen wurden Patienten der ASA - Risikoklassifikation I - III, beiderlei Geschlechts (70 w/ 80 m), zwischen 20 und 86 Jahren die sich einer elektiven chirurgischen Operation in Allgemeinanästhesie, bei der eine Intubation notwendig war, unterzogen. Die endotracheale Intubation ist in unserem Krankenhaus eine regelmäßig angewandte Standardanästhesietechnik.

Ausschlusskriterien waren:

- Ablehnung durch den Patienten
- Alter < 18 Jahre
- ASA- Klassifikation > 3
- Notfalloperationen mit fehlender Möglichkeit zur zeitgerechten Aufklärung
- sämtliche Konstellationen mit der Indikation zur sogenannten rapid - sequence - induction (Nicht - Nüchternheit, Pathologien im oberen Magen - Darm - Trakt, Adipositas per magna mit BMI >35)
- Patienten mit bekannt schwierigem Atemweg oder Pathologien im oberen Respirationstrakt, bei denen eine fiberoptische Wachintubation notwendig wurde, inklusive bekannter Unmöglichkeit der Maskenbeatmung

Vor der Narkoseeinleitung wurden die Reklination des Kopfes nach Bellhouse (72), die Mundöffnung, die Sicht auf den Oropharynx nach Malampati (73), modifiziert nach Samsoon und Young (74), der thyreomentale Abstand nach Patil, und der Zahnstatus dokumentiert.

2.3. Verwendete Laryngoskope

2.3.1. Konventionelles, direktes Laryngoskop nach Macintosh

Standardmäßig wird in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Klinikums Südstadt Rostock zur Routinelaryngoskopie ein konventionelles, direktes Laryngoskop verwendet (Firma P. J. Dahlhausen & Co. GmbH, 50996 Köln).

Die Lichtquelle befindet sich hier im Handgriff und wird von einem Akkumulator mit Strom versorgt. Durch einen Lichtleiter wird das Licht bis 5cm vor die Spatelspitze geleitet. Es stehen Spatelblätter unterschiedlicher Form und Größe zur Verfügung. In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich sterilisierte, wiederverwendbare Spatelblätter aus medizinischem Stahl nach Macintosh der Größe 3 verwendet (Abb 6).



Abbildung 6: traditionelles Laryngoskop nach Macintosh

2.3.2. C-MAC Videolaryngoskop

Das C - MAC Videolaryngoskop (Karl Storz GmbH & Co KG, Tuttlingen, Abb.7a) ist ein leichtes System (< 1,5kg) bei dem Handgriff und Spatel eine feste Einheit bilden, in die ein Elektronikmodul eingeschoben wird (Abb. 7b,c). Die Spatelblätter in original Macintosh Form sind extrem flach (max. Bauhöhe 14mm) gebaut, wodurch die Verletzungsgefahr an Zähnen und Schleimhäuten reduziert wird. Dies erleichtert die Anwendung auch bei eingeschränkter Mundöffnung. Zudem weisen sie keine unnötigen Kanten oder Rillen auf, so dass bei der Reinigung und Aufbereitung keine Probleme aus hygienischer Sicht auftreten. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren drei verschiedene Spatelgrößen (Größe 2 - 4) verfügbar, optional auch mit Führungskanal für einen Absaugkatheter (Abb. 7d).



a)



b)



c)



d)

Abbildung 7 : C - MAC Videolaryngoskop

- a) Spatelblatt und Monitor als Einheit
- b) Spatelblätter und Elektronikmodul nicht konnektiert
- c) Konnektierte Spatelblätter
- d) C - MAC Spatelblatt mit Absaugkatheter

Das C - MAC Videolaryngoskop ist netzbetrieben (220V) einsetzbar und verfügt außerdem über einen Lithium- Ionen- Akkumulator mit einer Kapazität von mindestens zwei Stunden. Zum Einsatz kommen zudem ein miniaturisierter (Kantenlänge 2mm), hochauflösender (320x 240 pixel) CMOS - Videochip und eine Hochleistungs- LED, die sich lateral am distalen Drittel (58mm vor der Spatelspitze) des Spatels befindet. Durch die Platzierung der Optik nahe dem distalen Spatelende wird das Auge des Betrachters quasi in den Hypopharynx vorverlagert. Die kehlkopfnah Position erweitert den Blickwinkel insbesondere auch nach ventral, da dieser nicht so stark wie bei der direkten Sicht durch das Spatelblatt und die oberen Schneidezähne begrenzt ist. Es kommt eine 80°- Weitwinkellinse zum Einsatz, die den Blick auf die Spitze des Spatelblattes erlaubt. Somit ist es möglich, die Spitze des Spatelblattes unter Sicht in der Valecula zu positionieren. Der C - MAC Spatel #4 ist im Vergleich zum C - MAC Spatel #3 etwas stärker gekrümmt (#3 18°, #4 30°) (Abb. 8), wie von Macintosh im Jahr 1943 beschrieben (15).

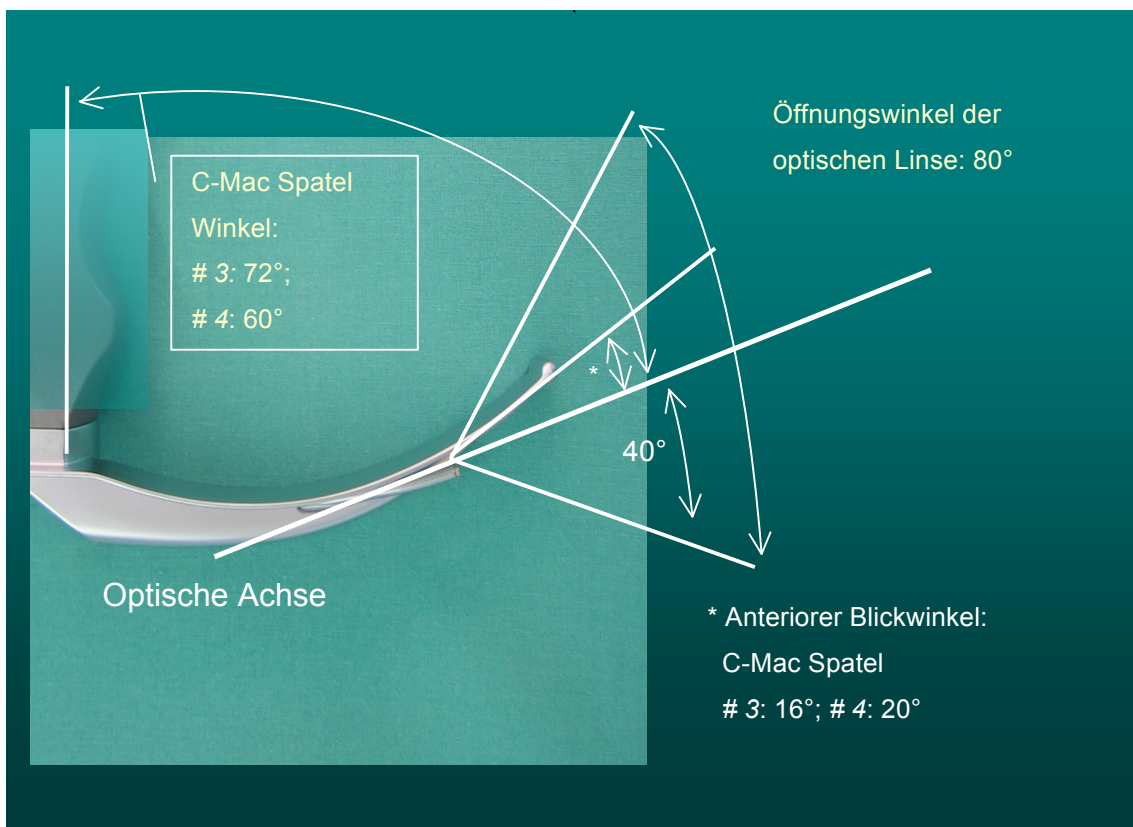


Abbildung 8: Blickwinkel und Krümmung der Spatelblätter #3 und #4 des C - MAC Videolaryngoskops

Im Gegensatz zu anderen Videolaryngoskopen ist mit dem C - MAC Videolaryngoskop eine direkte, wie auch eine indirekte Sicht über den Monitor möglich, da es sich um original Macintosh- Spatel wie beim konventionellen Laryngoskop handelt. Die Bilder werden auf einem hochauflösenden 7" TFT - Monitor wiedergegeben. Es ist möglich sowohl am Handgriff direkt als auch am Monitor per Knopfdruck Bilder und auch Videos aufzunehmen. Die Speicherung erfolgt auf einer handelsüblichen SD - Speicherkarte, welche direkt in einem PC ausgelesen werden kann.

Laryngoskopie- und Intubationstechnik mit dem C - MAC Videolaryngoskop weisen aufgrund der Bauweise viele Gemeinsamkeiten mit der konventionellen laryngoskopischen Intubation auf. Das heißt, dass nach Narkoseinduktion, erfolgreicher Maskenbeatmung und Relaxierung, der Kopf optimal gelagert, der Mund geöffnet und das Gerät mit der linken Hand in den Oropharynx eingeführt wird. Das Vorschieben der Spatelspitze bis vor den Kehlkopfeingang kann unter direkter Sicht, wie auch indirekt, videolaryngoskopisch am Monitor verfolgt werden. Das Aufbringen von Antibeschlaglösung, ein Weißabgleich und eine Fokusadjustierung vor dem Einsatz sind nicht notwendig. Nach dem Gebrauch werden die Spatelblätter, entsprechend dem Standard des Klinikums gereinigt und desinfiziert, bevor sie erneut verwendet werden. Die Produktinformationen sowie technische Daten sind beim Hersteller (Karl Storz GmbH & Co. KG, D-78532 Tuttlingen, Homepage: www.karlstorz.de) erhältlich.

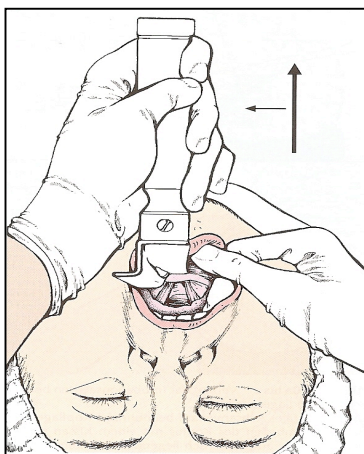
2.4. Studienablauf und Laryngoskopietechnik

2.4.1. Studienablauf

Nach eingehender Unterweisung der durchführenden Anästhesisten und Festlegung der Randomisierungsreihenfolge wurden die eingeschlossenen Patienten entsprechend dem Studienprotokoll untersucht. Nach 50 Patienten erfolgte eine Zwischenauswertung die zeigte, dass bei Anwendung der unten beschriebenen Macintosh - Technik die Videolaryngoskopie mit dem C-MAC Spatelblatt #4 keinen Vorteil gegenüber der Videolaryngoskopie mit dem Spatelblatt #3 hatte. Die Intubationstechnik für die Videolaryngoskopie mit dem Spatelblatt #4 wurde daraufhin für die verbleibenden 100 Patienten auf die im nordamerikanischen Raum weit verbreitete „straight - blade“ oder Miller - Technik geändert.

2.4.2. Macintosh Technik

Das Spatelblatt nach Macintosh wird derzeit weltweit am häufigsten für die endotracheale Intubation beim Erwachsenen verwendet. Es wurde bereits 1943 von Macintosh eingeführt (15). Der Spatel ist leicht gebogen und besitzt eine Schienung an der linken Seite mit Hilfe derer die Zunge nach links aus dem Intubationsgebiet verschoben werden kann. Bei Laryngoskopen mit gebogenen Spatelblättern nach Macintosh werden diese vor die Epiglottis, d.h. zwischen Epiglottis und Zungengrund in die Vallecula eingeführt (75). Beim Zug in Richtung Spatelgriff richtet sich die Epiglottis auf und gibt den Blick auf die Stimmbandebene frei (76) (Abb. 9a,b).



a)



b)

Abbildung 9: Handhabung des Macintosh- Laryngoskops

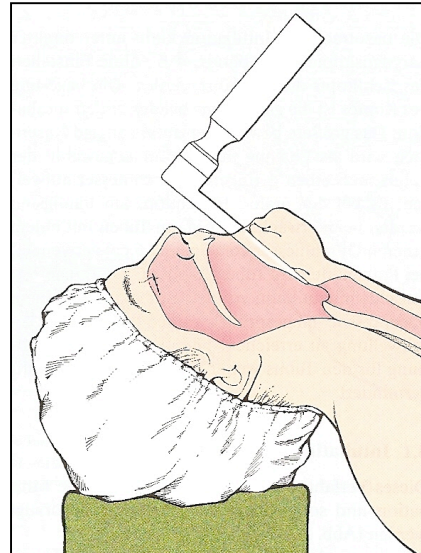
(Larsen: Anästhesie, 9. Auflage 2010^e, Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München)

2.4.3. Miller Technik

Das grundsätzliche Vorgehen bei der „paraglossal straight blade“ - Technik wurde bereits in den 30-er Jahren des letzten Jahrhunderts von Magill beschrieben (77). Miller stellte 1941 ein Laryngoskop mit geradem Spatelblatt vor (Abb.10a) (14). Die Miller - Technik unterscheidet sich grundlegend von der Macintosh - Technik. Bei der „paraglossal straight blade“ - Technik wird das Spatelblatt rechts zwischen Zunge und Molaren in der paraglossalen Rinne eingeführt (Abb.10c,d). Die Spitze des Spatelblattes wird an der dorsalen Seite der Epiglottis positioniert und diese damit direkt angehoben, so dass der Blick auf die Glottis freigegeben wird (Abb.10b). Die maximale Zugkraft liegt dabei auf dem Zungengrund. Gerade Spatelblätter werden heute häufig bei Kindern eingesetzt. Gute Sicht- und Intubationsbedingungen werden aber auch bei erwachsenen Patienten mit großen Zähnen, vorstehendem Kiefer (78) oder einer weichen Epiglottis (79) beschrieben. Prinzipiell kann die „straight blade“ - Technik auch mit allen anderen flach gebauten Laryngoskopiespateln angewendet werden (56). Die Technik wird von verschiedenen Autoren auch im Rahmen der unerwartet schwierigen Intubation beschrieben (80-83), hierfür ist aber eine ausgeprägte Reklination des Kopfes erforderlich, was aufgrund von anatomischen Gegebenheiten oder Verletzungen nicht immer möglich ist.



a)

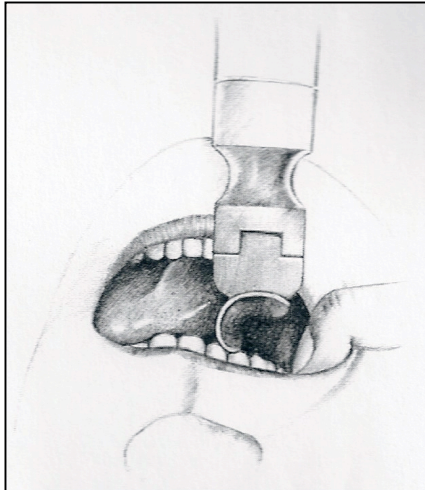


b)

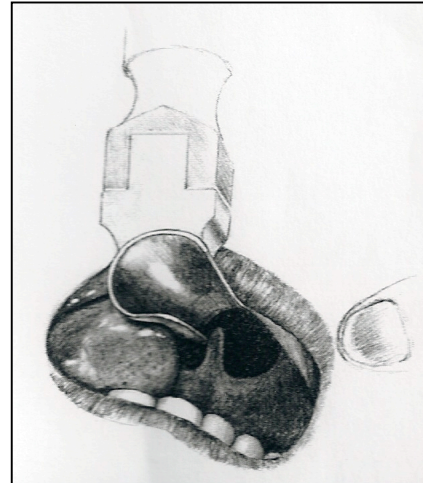
Abbildung 10: Miller - Technik

- a) Laryngoskope mit geradem Spatelblatt nach Miller
- b) Positionierung der Spatelspitze dorsal der Epiglottis

(Larsen: Anästhesie, 9. Auflage 2010[®], Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München)



c)



d)

Abbildung 10: Miller - Technik

- c) Einführung des Spatelblattes in der paraglossalen Rinne
- d) Verdrängung der Zunge nach links

2.5. Durchführung der Untersuchung

2.5.1. Untersucher

Die Untersuchung wurde von 5 erfahrenen Fachärzten für Anästhesie durchgeführt. Alle Untersucher waren in die Handhabung des C - MAC Videolaryngoskops eingewiesen und im Umgang mit diesem Gerät erfahren (≥ 50 Intubationen). Sie waren alle mit der Durchführung der Studie und der Dokumentation der Ergebnisse entsprechend des Untersuchungsprotokolls im Detail vertraut.

2.5.2. Randomisierung der Laryngoskopiereihenfolge

Alle Patienten wurden jeweils in randomisierter Reihenfolge mit allen drei Laryngoskopen nacheinander laryngoskopierte. Die Reihenfolge der Laryngoskope wurde dabei durch eine vor Beginn der Studie angefertigte Computer- Zufallsliste festgelegt, so dass sich 6 verschiedene Abfolgen ergaben:

Reihenfolge 1: DL#3- C-MAC#3- C-MAC#4

Reihenfolge 2: DL#3- C-MAC#4- C-MAC#3

Reihenfolge 3: C- MAC#3- DL#3- C-MAC#4

Reihenfolge 4: C-MAC#3- C-MAC#4- DL#3

Reihenfolge 5: C-MAC#4- DL#3- C-MAC#3

Reihenfolge 6: C-MAC#4- C-MAC#3- DL#3

2.5.3. Intubationsverfahren

Bei allen Patienten wurde somit entsprechend der vorgeschriebenen Reihenfolge die Glottisebene drei Mal visualisiert, und mit dem jeweils letzten Laryngoskopiespatel erfolgte die Intubation. Gelang innerhalb von zwei Versuchen die Intubation mit dem vorgesehenen Laryngoskop nicht, wurde das Studienprotokoll abgebrochen und die Atemwegssicherung erfolgte entsprechend dem in der Klinik etablierten Vorgehen für den schwierigen Atemweg (fiberoptische Intubation, Larynxmaske, Intubationslaryngmaske).

2.5.4. Narkoseeinleitung, Durchführung der Laryngoskopie und Intubation

Nach Ankunft des Patienten im Anästhesieeinleitungsraum wurde zunächst die Identität des Patienten, die Nüchternheit und die geplante Operation überprüft. Danach erfolgte die Anlage des Standardmonitorings mit 3- Kanal- EKG, nicht invasiver Blutdruckmessung und Pulsoxymetrie (Philips IntelliVue MP60). Es wurde eine Venenverweilkanüle (TriCath, CODAN Medizinische Geräte GmbH & Co KG, 23738 Lensahn) angelegt und eine Vollelektrolytlösung (E153, Berlin Chemie AG, 12474 Berlin) angeschlossen. Weiterhin wurden zwei Elektroden am distalen Unterarm über dem Verlauf des Nervus radialis zur Relaxometrie angebracht und mit einem Nervenstimulator (Innervator 252, Fisher & Paykel Healthcare Germany, 73614 Schorndorf) verbunden.

Der Kopf wurde durch geeignete Lagerungskissen in eine optimierte Position zur Durchführung von Laryngoskopie und Intubation gebracht. Um vergleichbare Laryngoskopie- und Intubationsbedingungen zu gewährleisten, wurde diese Position während der gesamten Untersuchung nicht verändert.

Nach einer Präoxygenierungszeit von 3 Minuten über eine Gesichtsmaske mit 100% Sauerstoff (>10 l/min) erfolgte die Narkoseinduktion mit 0,15µg Sufentanil (Janssen- Cilag GmbH, 41457 Neuss) und 2mg/kgKG Propofol (Fresenius Kabi Deutschland GmbH, 61352 Bad Homburg).

Nachdem die suffiziente Beatmungsmöglichkeit über eine Gesichtsmaske sichergestellt war, wurde der Patient mit 0,6mg/kgKG Rocuronium (N.V. Organon, 5340 BH Oss, Niederlande) relaxiert. Erst nach Nachweis einer vollständigen neuromuskulären Blockade mittels des Relaxometers (Innervator 252, Fisher & Paykel Healthcare Germany, 73614 Schorndorf) wurde die Untersuchung begonnen. Wir verwendeten dabei eine Reizstärke von 60 mA bei Train- of- four- Reizmuster (TOF).

Die Patienten wurden jetzt entsprechend der randomisierten Reihenfolge mit allen drei Geräten sequentiell laryngoskopiert. Zwischen den einzelnen Laryngoskopien erfolgte eine Zwischenbeatmung über eine Gesichtsmaske mit 100% Sauerstoff. Die Durchführung der Laryngoskopie erfolgte wie vorstehend beschrieben, durch Einführen des Laryngoskops in den Oropharynx, Verdrängen der Zunge und langsames Vorschieben der Spatelspitze bis zur Positionierung in der Vallecula bzw. in der zweiten Versuchshälfte bis die Epiglottis mit dem C-MAC Spatel #4 aufgeladen war. Eine extralaryngeale Manipulation (z.B. BURP) zur Optimierung der Sicht war erlaubt.

Zur Intubation wurden Einmal - Silikon - Endotrachealtuben (Endosid®, Asid Bonz GmbH, 71083 Herrenberg) der Größen 7,0 für Frauen und 8,0 für Männer verwendet. Der Einsatz eines Führungsstabes war im Rahmen der Studie primär nicht erlaubt, er konnte aber bei Bedarf sekundär verwendet werden. Nach erfolgreicher endotrachealer Platzierung des Endotrachealtubus wurde dieser geblockt und der Druck mittels Cuffdruckmesser überprüft. Die korrekte tracheale Tubuslage wurde durch beidseitige Auskultation und umgehende Kapnographie verifiziert und gegebenenfalls korrigiert.

2.6. Studienprotokoll

Um eine standardisierte Datenerfassung zu ermöglichen wurde ein selbst entworfene Datenerhebungsbogen angewendet (s. Anhang). Den durchführenden Anästhesisten war dieses Studienprotokoll in allen Einzelheiten bekannt. Mit der Datenerfassung haben sie sich im Vorfeld intensiv vertraut gemacht.

Im Anästhesieeinleitungsraum wurden vor der Narkoseeinleitung die demographischen Daten, die Art des Eingriffs und Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg erhoben und notiert. Zusätzlich wurde die Klinikaufnahmenummer erfasst, um eventuell fehlende Daten im Nachhinein aus den Patientenunterlagen ergänzen zu können. Die klinischen Parameter,

Daten zur Laryngoskopiequalität und -dauer, zur Intubation und Handhabung wurden vor, während oder direkt im Anschluß an Narkoseinduktion und Intubation dokumentiert.

2.6.1. Demographische Daten

Es wurden Alter, Geschlecht und Risikoeinschätzung nach der ASA - Klassifikation dokumentiert. Körpergröße in cm und Körpergewicht in kg bezogen sich auf die Patientenangaben oder wurden dem aktuellen Krankenblatt entnommen. Diese wurden auf ganze Zahlen auf- oder abgerundet und notiert.

2.6.2. Prädiktoren des schwierigen Atemweges

2.6.2.1. Sichtbarkeit der pharyngealen Strukturen

Die Sichtbarkeit der pharyngealen Strukturen wurde nach der Klassifikation nach Mallampati (modifiziert nach Samsoon und Young) beurteilt (73-74).

Der Untersucher setzte sich dazu dem Patienten gegenüber und forderte ihn auf den Mund maximal weit zu öffnen und die Zunge herauszustrecken, ohne jedoch zu phonieren („Ah - Sagen“). Die Sichtbarkeit der oropharyngealen Strukturen wurde entsprechend der Klassifikation (Abb.11) zunächst auf dem Narkoseprotokoll dokumentiert und vor Narkoseinduktion auf das Studienprotokoll übernommen.

Folgende Kategorien wurden dabei unterschieden:

- Grad I: vorderer Gaumenbogen, Tonsillen, Uvula und weicher Gaumen vollständig sichtbar
- Grad II: vorderer Gaumenbogen vollständig sichtbar, Uvula zum Teil von der Zungenbasis verdeckt
- Grad III: nur weicher Gaumen sichtbar, Uvula komplett von der Zungenbasis verdeckt
- Grad IV: nur harter Gaumen sichtbar, weicher Gaumen nicht einsehbar

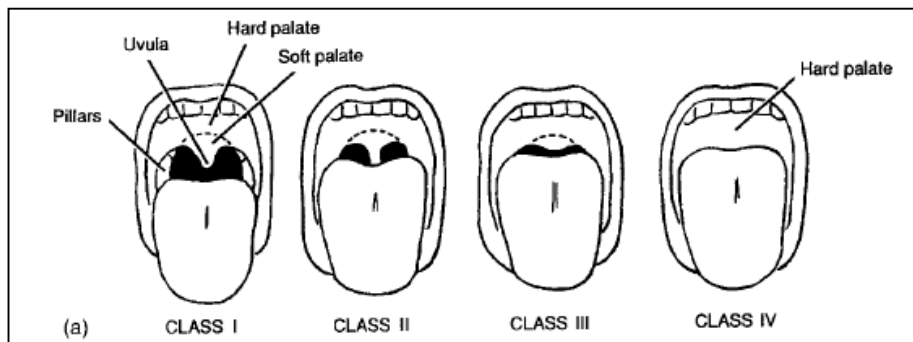


Abbildung 11: Klassifikation nach Mallampati modifiziert nach Samsoon und Young

2.6.2.2. Mundöffnung

Bei maximaler Mundöffnung des Patienten wurde der Abstand zwischen den Schneidezähnen mittels eines Lineals bestimmt. Bei fehlenden Zähnen wurde der Abstand zwischen den Alveolarkämmen, bei schadhaftem Gebiss der Abstand zwischen der am weitesten vorragenden Restbezahnung als maximal mögliche Mundöffnung bestimmt. Eine Mundöffnung von ≤ 40 mm wurde als Prädiktor für einen schwierigen Atemweg gewertet.

2.6.2.3. Thyreomentaler Abstand

Der thyreomentale Abstand nach Patil wurde am liegenden Patienten bestimmt. Hierzu wurde er aufgefordert den Kopf bei geschlossenem Mund soweit wie möglich zu reklinieren. Dann wurde der Abstand zwischen Schildknorpelspitze und Kinn mit einem Lineal gemessen und in mm notiert. Ein Abstand von ≤ 70 mm wurde als positiver Prädiktor für einen schwierigen Atemweg gewertet.

2.6.2.4. Reklinierbarkeit des Atlantooccipitalgelenkes

Diese wurde am liegenden Patienten untersucht, indem dieser aufgefordert wurde, den Kopf maximal zu reklinieren. Hierbei wurde zwischen einer ausreichenden Beweglichkeit im Atlantooccipitalgelenk nach Bellhouse (72) von $>15^\circ$ und einer eingeschränkten Mobilität von $<15^\circ$ unterschieden. Der Befund wurde auf dem Erhebungsbogen dokumentiert.

2.7. Ergebnisvariablen

Als Ergebnisvariablen wurden die bestmögliche laryngoskopische Sicht nach Cormack & Lehane modifiziert nach Yentis & Lee (50, 84) ohne und mit optimaler extralaryngealer Manipulation (OELM), sowie der Zeitbedarf (in Sekunden) bis zum Erreichen der bestmöglichen Sicht (entspricht der Laryngoskopiedauer) erfasst.

Desweiteren wurden die Intubationsdauer und die Anzahl der Intubationsversuche dokumentiert. Weiterhin wurde von den Untersuchern die subjektive Handhabung aller eingesetzten Laryngoskope beurteilt.

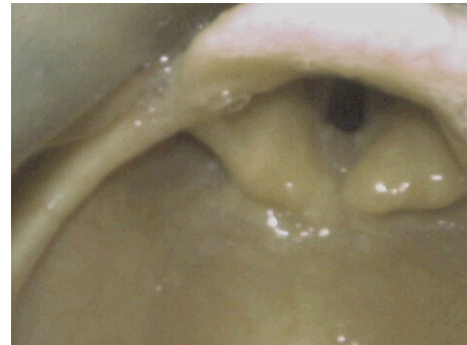
Zusätzlich wurden die Vitalparameter Herzfrequenz (HF), mittlerer arterieller Blutdruck (MAD) und partielle Sauerstoffsättigung (SpO_2) entsprechend dem Erhebungsbogen während der Untersuchung gemessen und notiert.

2.7.1. Laryngoskopische Sicht

Die bestmögliche laryngoskopische Sicht wurde für die direkte Laryngoskopie, wie auch für beide verwendete Spatelblattgrößen des Videolaryngoskops nach der von Cormack & Lehane (50) etablierten und von Yentis & Lee (84) modifizierten Graduierung beurteilt (Abb. 12a-e). Die Befunde wurden jeweils mit und ohne optimaler externe Manipulation (OELM) erhoben und auf dem Erhebungsbogen dokumentiert. Auf diesem war die Klassifikation in schematischer Darstellung abgebildet (Abb. 13).



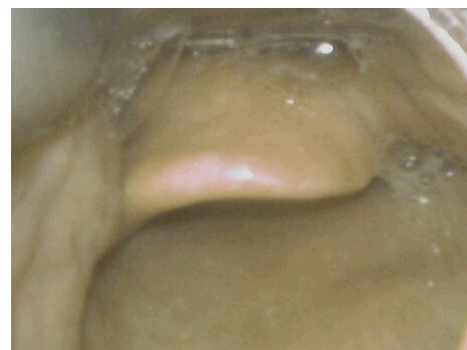
a)



b)



c)



d)



e)

Abbildung 12: Klassifikation nach Cormack & Lehane modifiziert nach Yentis & Lee

- a) Grad I: Larynxeingang vollständig sichtbar
- b) Grad IIa: Glottis teilweise sichtbar
- c) Grad IIb: nur hintere Anteile der Glottis mit Aryknorpel oder hintere Anteile der Stimmbänder sichtbar
- d) Grad III: Nur Epiglottis sichtbar
- e) Grad IV: weder Epiglottis noch Glottis sichtbar

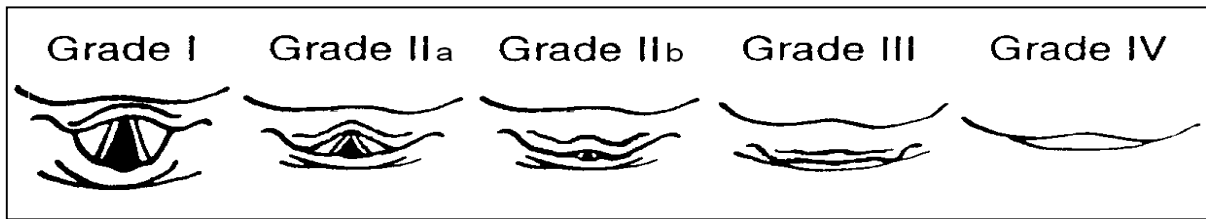


Abbildung 13: schematisierte Darstellung der Klassifikation nach Cormack & Lehane
modifiziert nach Yentis & Lee

2.7.2. Zeitbedarf

Die Zeiten für die jeweilige Laryngoskopie und auch für die durchgeführte Intubation wurden von einer Hilfsperson mittels Stoppuhr gemessen. Zeiten für die Vorbereitung, wie z.B. das Einschalten, die Positionierung des Monitors oder die Konnektierung von Spatelblatt und Laryngoskopgriff wurden nicht gemessen. Die Laryngoskopiedauer stellte dabei die Zeit vom Ergreifen des Laryngoskopes bis zum Erreichen des bestmöglichen Laryngoskopiebefundes dar. Zu dieser wurde die Zeit vom Ergreifen des Tubus bei positioniertem Laryngoskop bis zur Blockung des Endotrachealtubus addiert und als Intubationszeit definiert. Die korrekte endotracheale Lage des Tubus wurde mittels beidseitiger pulmonaler Auskultation und sofortiger Kapnographie verifiziert. Eventuell notwendige Lagekorrekturen gingen nicht mit in die Intubationszeit ein.

2.7.3. Intubationserfolg und Anzahl der Intubationsversuche

Die Anzahl der Intubationsversuche wurde neben dem Zeitbedarf dokumentiert. Dabei definierte das vollständige Herausnehmen und erneute Einsetzen des jeweiligen Laryngoskopiespatels einen weiteren Versuch. Waren mehrere Versuche erforderlich, erfolgte je nach klinischer Situation eine Zwischenbeatmung mittels Gesichtsmaske mit 100% Sauerstoff.

War die erfolgreiche endotracheale Intubation eines Patienten mit dem entsprechend der Randomisierung vorgesehenen Spatelblatt nach maximal zwei Versuchen nicht möglich, wurde die Untersuchung abgebrochen und das Studienprotokoll beendet. Bei diesen Patienten erfolgte die Atemwegssicherung dann mit dem in der Klinik etablierten Vorgehen für den schwierigen Atemweg (z.B. Intubationslarynxmaske, Larynxmaske, fiberoptische Intubation). Die misslungene Intubation wurde auf dem Erhebungsbogen gesondert dokumentiert.

2.7.4. Beurteilung der Handhabung

Zum Abschluss der Untersuchung wurde die allgemeine Handhabung aller verwendeten Laryngoskope vom durchführenden Anästhesisten subjektiv beurteilt.

Diese untergliederten sich in folgende Teilaspekte:

- „Einführung in die Mundhöhle“
- „Auffinden der Epiglottis“
- „Darstellung des Kehlkopfes“
- „Führbarkeit des Spatels“
- „Anwenderkomfort“
- „Allgemeine Handhabung“

Die Bewertung erfolgte dabei jeweils mittels einer numerischen Rangskala.

Dabei entsprach:

- 1= „sehr gut“
- 2= „gut“
- 3= „mäßig“
- 4= „ungeeignet“

Zudem wurden Hinweise auf Verletzungen im oropharyngealen Raum, wie z.B. Blutanhaftungen am Spatel, mit

- 0= „nein“
- 1= „ja“

dokumentiert.

2.7.5. Klinische Parameter

Herzfrequenz (HF), mittlerer arterieller Blutdruck (MAD) und pulsoxymetrische partielle Sauerstoffsättigung wurden zu den Zeitpunkten:

- „Ausgangswerte“
- „nach 3 Minuten Präoxygenierung“
- „nach Laryngoskopie“
- „nach Zwischenbeatmung“
- „sofort nach Intubation“
- „5 Minuten nach Intubation“

erfasst und ebenfalls auf dem Erhebungsbogen dokumentiert.

2.8. Statistische Aufarbeitung

Die auf den Erhebungsbögen erfassten Daten wurden zeitnah in ein Tabellenkalkulationsprogramm (Excel®, Microsoft Corp., WA, USA; Betriebssystem Windows 2000) eingegeben. Dabei wurden die Bögen nochmals auf Vollständigkeit und die erhobenen Daten auf Plausibilität geprüft.

Die statistische Aufarbeitung wurde mit dem SPSS-15 Statistikprogramm (IBM®, USA) durchgeführt.

Alle erhobenen Daten wurden mittels Kolmogorov – Smirnov - Test auf Normalverteilung überprüft. Dabei ergab sich für die demografischen Daten eine Normalverteilung, so dass die statistische Aufarbeitung dieser Daten mittels parametrischer Test's erfolgte. Dagegen fand sich für keine der untersuchten Ergebnisvariablen eine Normalverteilung. Daher erfolgte die statistische Aufarbeitung dieser Daten mittels nichtparametrischer Tests.

Die vier Subgruppen wurden zunächst im Hinblick auf die einzelnen demografischen Parameter und die Verteilungshäufigkeiten positiver Prädiktoren mit Hilfe des Kruskal – Wallis - Tests auf mögliche signifikante Unterschiede untersucht.

Die Daten unabhängiger Stichproben, wie die intubationsbezogenen Parameter und die Verteilung der demografischen Daten, wurden mittels Kruskal - Wallis - Test untersucht.

Die Daten abhängiger Stichproben, wie die laryngoskopiebezogenen Parameter, wurden mittels Friedman- Test untersucht. Als Anschlussstest kam der Wilcoxon - Test zur Anwendung.

Qualitative Merkmale wie Häufigkeiten wurden mittels Chi - Quadrat - Test untersucht. Als Anschlussstest kam hier der Fisher - Exakt - Test zur Anwendung.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit $\alpha = 0,05$ festgelegt, d.h. wir betrachteten einen p-Wert $< 0,05$ als signifikant.

Die Darstellung der erhobenen Daten umfasst absolute Zahlen bzw. den prozentualen Anteil, den Mittelwert (\pm Standardabweichung) bzw. den Median, sowie die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte.

3. Ergebnisse

3.1. Patienten

Bei der vorliegenden Studie wurden insgesamt 150 Patienten untersucht. Alle 150 Datenerhebungsbögen kamen in die Auswertung, da weder Daten fehlten, noch Patienten aus anderen Gründen aus der Studie ausgeschlossen werden mussten.

3.1.1. Demografische Daten

Das Alter der 150 untersuchten Patienten betrug im Mittel 53 Jahre ($\pm 14,9$). Die Körpergröße betrug durchschnittlich 172 cm ($\pm 9,0$) und das Körpergewicht lag bei 80 kg ($\pm 16,9$). Der größte Teil der Patienten (75%) wurde präoperativ der ASA- Risikoklassifikation 2 zugeordnet. 47% der untersuchten Patienten waren Frauen, dementsprechend lag der Anteil der Männer bei 53%.

Bei der statistischen Analyse der demografischen Daten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen, so dass die Voraussetzungen zur vergleichenden Untersuchung erfüllt waren (Tab. 1).

	Direkte Laryngoskopie (n = 49)	C-MAC Video- laryngoskop #3 (n = 40)	C-MAC Video- laryngoskop #4 (n = 16)	C-MAC Video- laryngoskop #4 Miller- Technik (n = 45)
Lebensalter (Jahren)	51 ± 16,3 (23 – 82)	54 ± 14,7 (20 – 74)	51 ± 12,7 (34 – 72)	55 ± 14,5 (27 – 79)
Körpergröße (cm)	171 ± 8,8 (156 – 196)	169 ± 9,5 (150 – 186)	173 ± 6,5 (163 – 188)	173 ± 9,3 (155 – 193)
Körpergewicht (kg)	82 ± 18,4 (60 – 179)	76 ± 12,3 (54 – 98)	83 ± 17,5 (54 – 120)	81 ± 18,3 (48 – 135)
Geschlecht (m / w (%))	20 / 29 (41 / 59)	13 / 27 (33 / 67)	9 / 7 (56 / 44)	28 / 17 (62 / 38)
ASA- Risikoklassifikation (1 / 2 / 3)	12 / 36 / 1 (25 / 73 / 2)	8 / 30 / 2 (20 / 75 / 6)	2 / 14 / 0 (13 / 87 / 0)	8 / 33 / 4 (18 / 73 / 9)

Tabelle 1: Demographische Daten

Mittelwerte ± Standardabweichung (Minimum - Maximum) oder absolute Anzahl (Prozent)

3.1.2. Prädiktoren für den schwierigen Atemweg

Bei den untersuchten Patienten fand sich in 47% und damit am häufigsten ein Mallampati - Score von 2. Ein Mallampati - Score von 1 bzw. 3 fand sich zu etwa gleichen Teilen (25%/ 27%). Dagegen fand sich ein Mallampati - Score von 4 nur bei 2 Patienten (1%). Eine reduzierte Mundöffnung von weniger als 4cm wiesen 25% der Patienten auf. Bei 53% der Patienten wurde ein reduzierter thyreoentaler Abstand von weniger als 7cm festgestellt. Nur 12 Patienten (8%) wiesen eine eingeschränkte Beweglichkeit von weniger als 15° im Atlantooccipitalgelenk auf.

-Ergebnisse-

Die statistische Analyse der Daten zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, so dass eine weitere Voraussetzung zur vergleichenden Untersuchung erfüllt war (Tab. 2).

	Direkte Laryngoskopie (n = 49)	C-MAC Video- laryngoskop #3 (n = 40)	C-MAC Video- laryngoskop #4 (n = 16)	C-MAC Video- laryngoskop #4 Miller- Technik (n = 45)
Mallampati I/II/III/IV	16 / 19 / 13 / 1 (33 / 39 / 26 / 2)	9 / 25 / 6 / 0 (22 / 63 / 15 / 0)	3 / 5 / 7 / 1 (19 / 31 / 44 / 6)	9 / 21 / 15 / 0 (20 / 47 / 33 / 0)
Mundöffnung cm ≤ 4cm / > 4cm	5 ± 1 (4 – 8) 9 / 40 (18,4 / 81,6)	5 ± 1 (2 – 7) 13 / 27 (32,5 / 67,5)	5 ± 1 (4 – 8) 5 / 11 (31,3 / 86,7)	5 ± 1 (3 – 8) 11 / 34 (24,4 / 75,6)
Thyromentaler Abstand cm ≤ 7cm / >7cm	8 ± 2 (5 – 12) 24 / 25 (49 / 51)	7 ± 4 (2 – 16) 27 / 13 (67,5 / 32,5)	8 ± 3 (3 – 12) 7 / 9 (43,8 / 56,2)	8 ± 3 (2 – 17) 22 / 23 (48,9 / 51,1)
Beweglichkeit im Atlanto- occipital- Gelenk < 15° / >15°	3 / 46 (6 / 94)	2 / 38 (5 / 95)	2 / 14 (12 / 88)	5 / 40 (11 / 89)

Tabelle 2: Prädiktoren des schwierigen Atemwegs

Mittelwert ± Standardabweichung (Minimum - Maximum) oder absolute Anzahl (Prozent)

3.2. Laryngoskopie

3.2.1. Vergleich der laryngoskopischen Sicht

Die im Folgenden dargestellten Laryngoskopiebefunde wurden ohne zusätzliche externe laryngeale Manipulation (OELM) erhoben.

Insgesamt wurden bei allen verwendeten Laryngoskopen in der Mehrzahl der Fälle „sehr gute“ (C&L - Grad = 1) oder „gute“ (C&L - Grad IIa) Laryngoskopiebefunde erhoben.

75% der Patienten hatten bei Verwendung des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh einen Cormack & Lehane Grad \leq IIa. Bei Anwendung des C-MAC Videolaryngoskops (#3) waren es 77%, beim C-MAC Videolaryngoskop (#4) Macintosh - Technik 74% und beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) Miller - Technik 76%. Ein statistisch signifikanter Vorteil eines der verwendeten Laryngoskope ergab sich nicht.

Bei keinem Patienten wurde mit dem C - MAC Videolaryngoskop ein C&L - Grad IV vorgefunden.

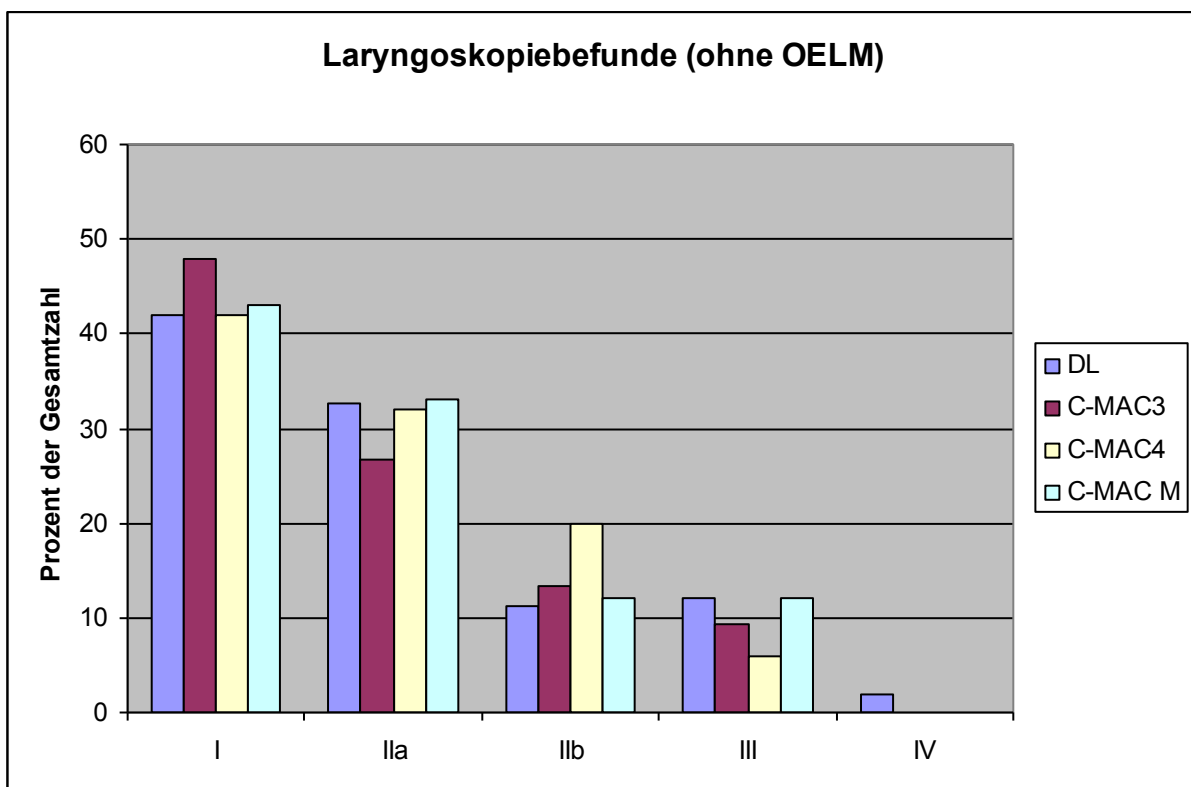


Abbildung 14 : Laryngoskopiebefunde (ohne OELM)

Direkte Laryngoskopie vs. C - MAC #3 vs. C - MAC #4 (Macintosh - Technik)
vs. C - MAC #4 M (Miller - Technik)

3.2.2. Befunde bei Patienten mit schwieriger direkter Laryngoskopie

Mehr als die Hälfte aller untersuchten Patienten wiesen bei der direkten Laryngoskopie einen C&L - Grad \geq IIa auf, d.h. die Sicht auf die Glottisebene war nicht optimal und entsprach nicht einem C&L - Grad I.

Bei diesen Patienten konnten bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#3) die mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh erhobenen Laryngoskopiebefunde signifikant ($p < 0,001$) verbessert werden. Bei 27,7% um einen Grad und bei 9,6% um zwei Grade.

Bei Anwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#4) mit Miller - Technik konnten 17,2% der Laryngoskopiebefunde um einen Grad, 5,2% um 2 Grade und ebenfalls 5,2% sogar um 3 Grade verbessert werden. Diese Verbesserung ist ebenfalls statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Von besonderem Interesse war die potentiell klinisch relevante Verbesserung der unzureichenden direkten Laryngoskopie ohne Möglichkeit der Visualisierung der Glottis (C&L - Grad \geq III) zu einem Befund von C&L - Grad IIb oder besser.

Bei 9 Patienten wurde mit dem Macintosh - Laryngoskop ein C&L - Grad \geq III (Grad III: 6 Patienten, Grad IV: 3 Patienten) gefunden.

Mit dem C - MAC Videolaryngoskop (#3) konnte die laryngoskopische Sicht in einem Fall um einen Grad, in zwei Fällen um 2 Grade und in einem Fall um 3 Grade verbessert werden.

Durch Anwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#4) mit Miller - Technik konnte die laryngoskopische Sicht in einem Fall um einen Grad, in zwei Fällen um 2 Grade und in ebenfalls zwei Fällen um 3 Grade verbessert werden.

Statistisch ergibt sich aufgrund der kleinen Fallzahl keine Signifikanz, aber anhand der vorliegenden Zahlen ist eine Tendenz zu erkennen.

Klassifikation nach Cormack&Lehane (modifiziert nach Yentis&Lee)	Direkte Laryngoskopie	C-MAC #3	C-MAC #4 Miller - Technik
I	0	0	1
IIa	0	3	2
IIb	0	1	3
III	6	5	3
IV	3	0	0

Tabelle 3 : Laryngoskopiebefunde bei Patienten mit schwieriger direkter Laryngoskopie

3.2.3. Einfluss externer laryngealer Manipulation

3.2.3.1. Vergleich der laryngoskopischen Sicht mit und ohne OELM

Die zusätzliche Anwendung von optimaler externer laryngealer Manipulation (OELM) konnte die direkte laryngoskopische Sicht mit dem Macintoshspatelblatt (#3) im Vergleich zu den Befunden ohne optimale externe laryngeale Manipulation signifikant ($p < 0,001$) verbessern. Die Häufigkeit eines C&L - Grades \geq III wurde hierdurch von 14% auf 6% reduziert. Bei 3 Patienten wurde C&L - Grad IV festgestellt. Bei diesen gelang auch durch externe laryngeale Manipulation keine Verbesserung der laryngoskopischen Sicht.

Beim C - MAC Videolaryngoskop (#3) konnte die laryngoskopische Sicht unter Anwendung von externer laryngealer Manipulation ebenfalls signifikant ($p < 0,001$) verbessert werden.

Auch bei der Laryngoskopie mit dem C - MAC Videolaryngoskop (#4) zeigte sich unter Verwendung externer laryngealer Manipulation eine signifikante ($p < 0,001$) Verbesserung der laryngoskopischen Sicht. Bei Anwendung der Miller- Technik war der Unterschied am deutlichsten. C&L - Grade \geq III konnten hier von 12% auf 3% ($p < 0,001$) reduziert werden.

(Tabelle I im Anhang)

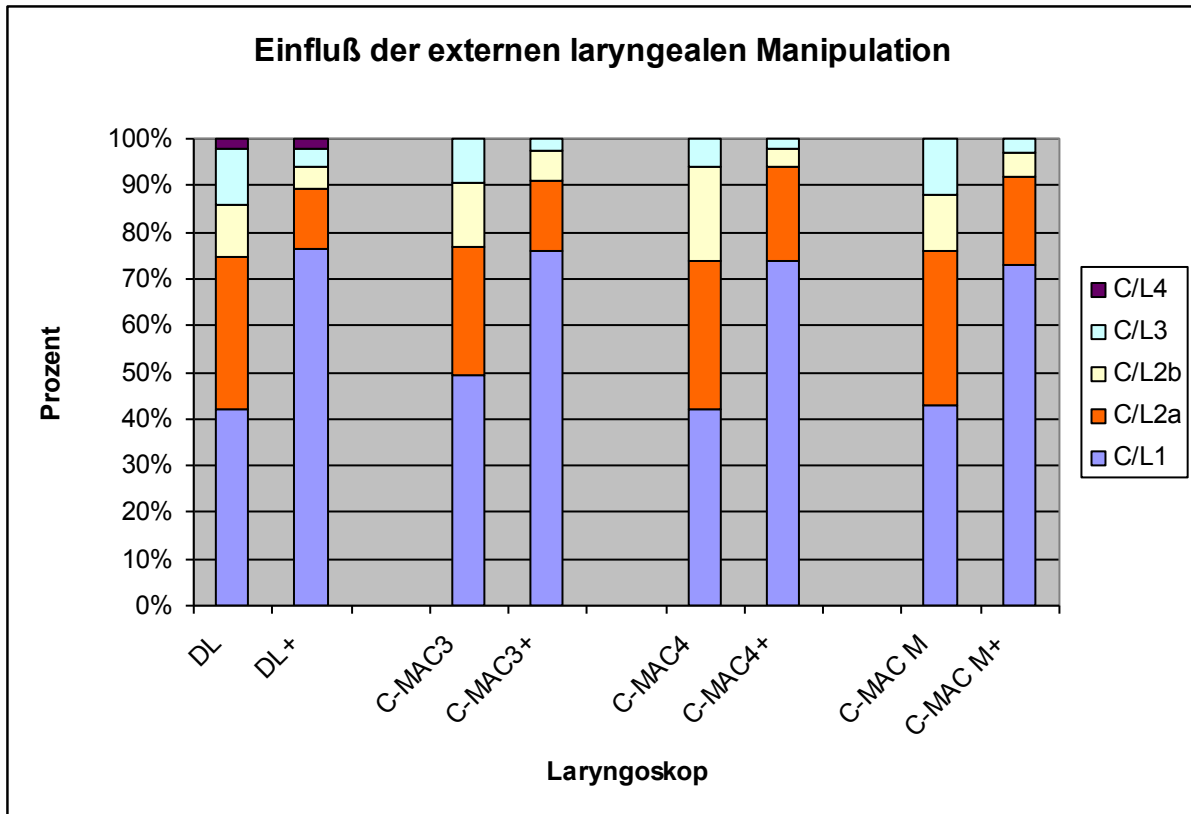


Abbildung 15: Einfluß der externen laryngealen Manipulation (+)
auf die laryngoskopische Sicht

3.2.3.2. Individuelle Veränderungen durch OELM

Bei der direkten Laryngoskopie unter Verwendung des Macintoshspatels wurden die Laryngoskopiefunde durch Anwendung von optimaler externer Manipulation in 48% der Fälle verbessert.

Bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#3) konnte die Sicht in 41,3%, beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) in 46% und ebenfalls in 46% bei Anwendung der Miller- Technik verbessert werden.

Eine Verbesserung der laryngoskopischen Sicht um 2 oder drei Grade war insgesamt bei allen Laryngoskopen eher selten.

Wie oben beschrieben waren die Verbesserungen der laryngoskopischen Sicht insgesamt bei allen verwendeten Laryngoskopen statistisch signifikant.

Verbesserung der Laryngoskopiefunde durch OELM (Anzahl der Grade)	Direkte Laryngoskopie (n=150)	C-MAC #3 (n=150)	C-MAC #4 (n=50)	C-MAC #4 Miller - Technik (n=100)
±0	78 (52)	88 (58,7)	27 (54)	54 (54)
+1	60 (40)	51 (34)	17 (34)	39 (39)
+2	9 (6)	8 (5,3)	6 (12)	5 (5)
+3	3 (2)	3 (2)	0 (0)	2 (2)

Tabelle 4: Verbesserung der Laryngoskopiefunde durch OELM
Absolute Zahl (Prozent)

3.2.4. Zeitbedarf zur Durchführung der Laryngoskopie

Bei der direkten Laryngoskopie mit dem Spatelblatt nach Macintosh dauerte es vom „in die Hand nehmen“ des Laryngoskops bis zur optimalen Sicht auf die Glottis im Median 7 Sekunden ($10,2 \pm 6,8$; min.- max. 3 – 45sec).

Der Zeitbedarf bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#3) betrug im Median 8 Sekunden, bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#4) Macintosh - Technik 9 Sekunden und bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops mit Miller - Technik 8 Sekunden. Statistisch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. (s. Tabelle II im Anhang).

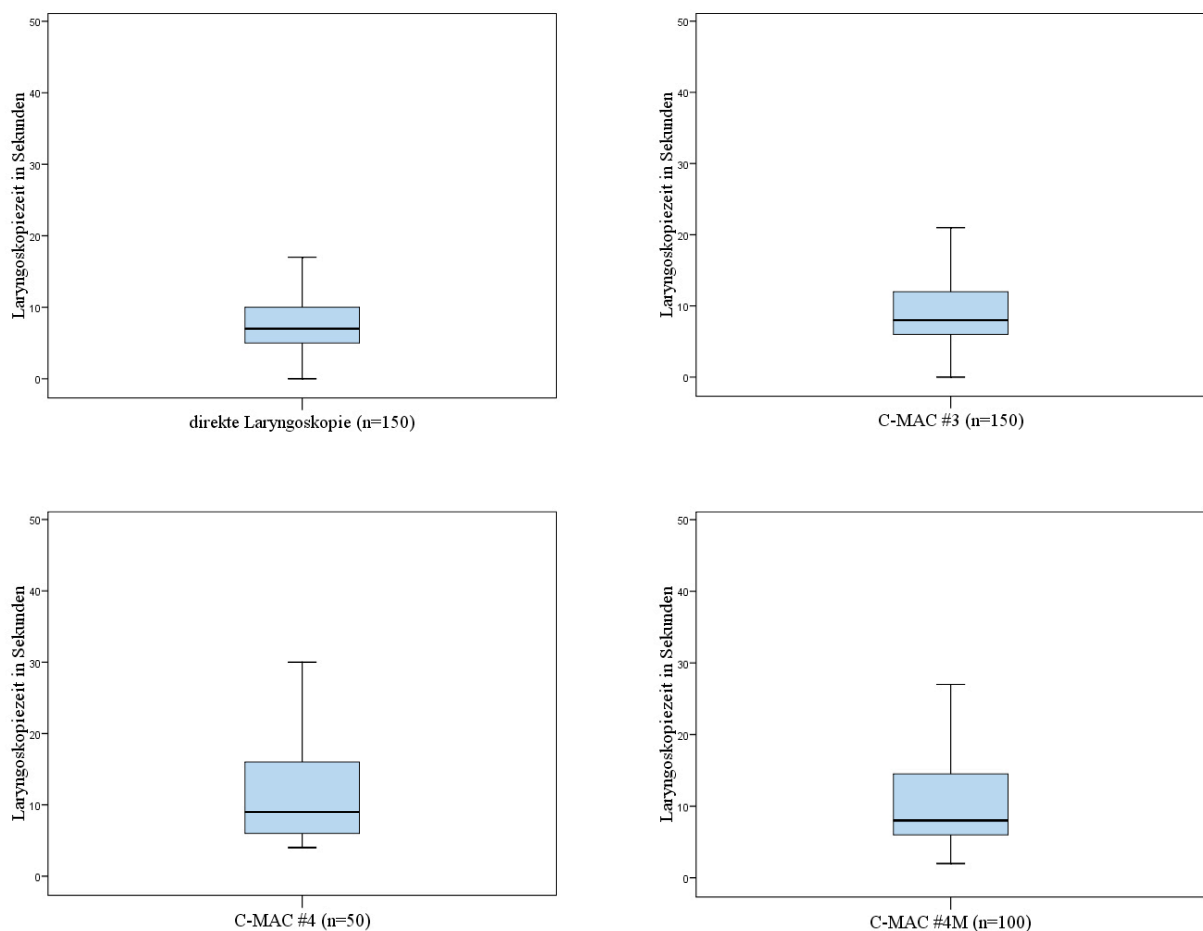


Abbildung 16: Laryngoskopiedauer

Boxplot; stellt den Median als waagerechten Strich dar, die Box wird vom ersten und dritten Quartil begrenzt, ferner werden der kleinste und größte Wert markiert

3.3. Intubation

3.3.1. Anzahl der Intubationsversuche und Intubationserfolg

Mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh ließen sich 96% der Patienten im ersten Versuch intubieren, bei zwei Patienten (4%) gelang es im zweiten Versuch.

Mit dem C - MAC Videolaryngoskop konnten mit dem Spatelblatt #3 78% der Patienten im ersten Versuch und 22% im zweiten Versuch intubiert werden. Mit dem Spatelblatt #4 in Macintosh- Technik gelang die Intubation bei 75% im ersten, bei 19% im zweiten und bei 6% (1Patient) im dritten Versuch. Unter Verwendung des Spatelblattes #4 in Miller - Technik ließen sich 73% der Patienten im ersten Versuch, 18% im zweiten und 9% im dritten Versuch intubieren. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.

Die Verwendung eines Führungsstabes war beim konventionellen Laryngoskop in einem Fall, beim C - MAC Videolaryngoskop (#3) in zwei Fällen, beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) Macintosh - Technik in 4 Fällen und beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) Miller - Technik in 6 Fällen notwendig.

Anzahl der Intubationsversuche	Direkte Laryngoskopie (n=49)	C-MAC #3 (n=40)	C-MAC #4 Macintosh-Technik (n=16)	C-MAC #4 Miller-Technik (n=45)
1 Versuch	47 (96)	31 (78)	12 (75)	33 (73)
2 Versuche	2 (4)	9 (22)	3 (19)	8 (18)
3 Versuche	0 (0)	0 (0)	1 (6)	4 (9)

Tabelle 5: Anzahl der Intubationsversuche
Absolute Zahl (Prozent)

3.3.2. Zeitbedarf für die Durchführung der Intubation

Die Zeit vom „in die Hand nehmen“ des verwendeten Laryngoskops bis zur erfolgreichen Intubation betrug beim konventionellen Laryngoskop nach Macintosh im Median 8 (11,5 ± 14,5 Sekunden, min. - max. 1 - 94) Sekunden. Beim C - MAC Videolaryngoskop (#3) wurden im Mittel 10 (16,6 ± 16,6 Sekunden, min.- max. 1 - 60) Sekunden für die erfolgreiche Intubation benötigt. Der Median beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) Macintosh - Technik lag ebenfalls bei 8 (20,9 ± 24,8 Sekunden, min.- max. 5 - 80) Sekunden. Unter Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops (#4) Miller - Technik lag die Zeit bis zur erfolgreichen Intubation bei 11,5 (15,41 ± 13,2 Sekunden, min.- max. 2 - 70) Sekunden und damit etwa in dem Bereich des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh und des C - MAC Videolaryngoskop (#3).

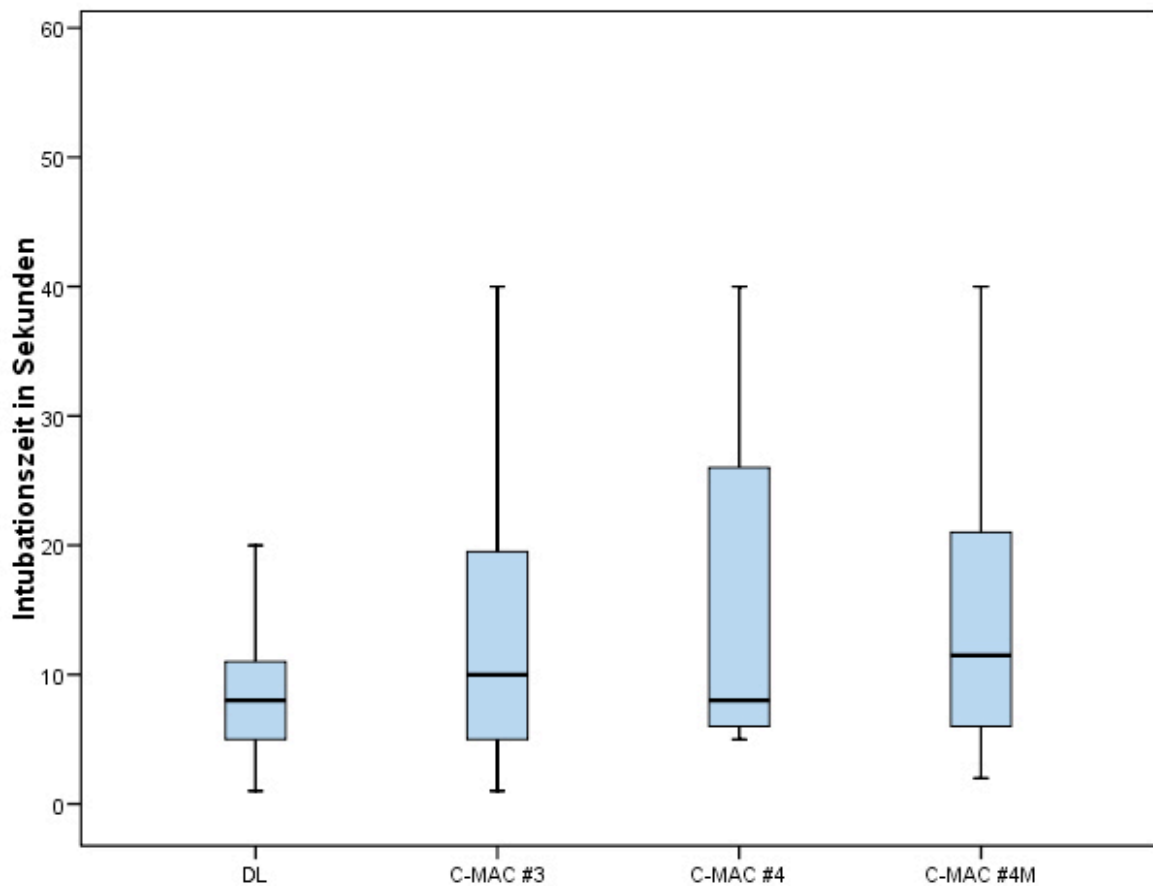


Abbildung 17: Intubationszeit

Boxplot; stellt den Median als waagerechten Strich dar, die Box wird vom ersten und dritten Quartil begrenzt, ferner werden der kleinsten und größten Wert markiert

3.4. Handhabung der Laryngoskope

Bei der subjektiven Beurteilung der einzelnen Laryngoskope zeigten sich zum Teil deutliche Vorteile für das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh.

So wurde das Einführen in die Mundhöhle beim konventionellen Laryngoskop nach Macintosh in 94,7% als „sehr gut“ oder „gut“ bewertet. Das C - MAC Videolaryngoskop (#3) wurde in 91,8% und das C - MAC Videolaryngoskop (#4) mit Miller - Technik in 91% als „sehr gut“ oder „gut“ bewertet.

Beim Auffinden der Epiglottis zeigte sich das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh dem C - MAC Videolaryngoskop mit #3 signifikant überlegen ($p < 0,05$). In 90,6% der Fälle wurde das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet vs. 84,3% beim C - MAC Videolaryngoskop (#3). Das C - MAC Videolaryngoskop (#4) mit Miller - Technik wurde in 89% mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet.

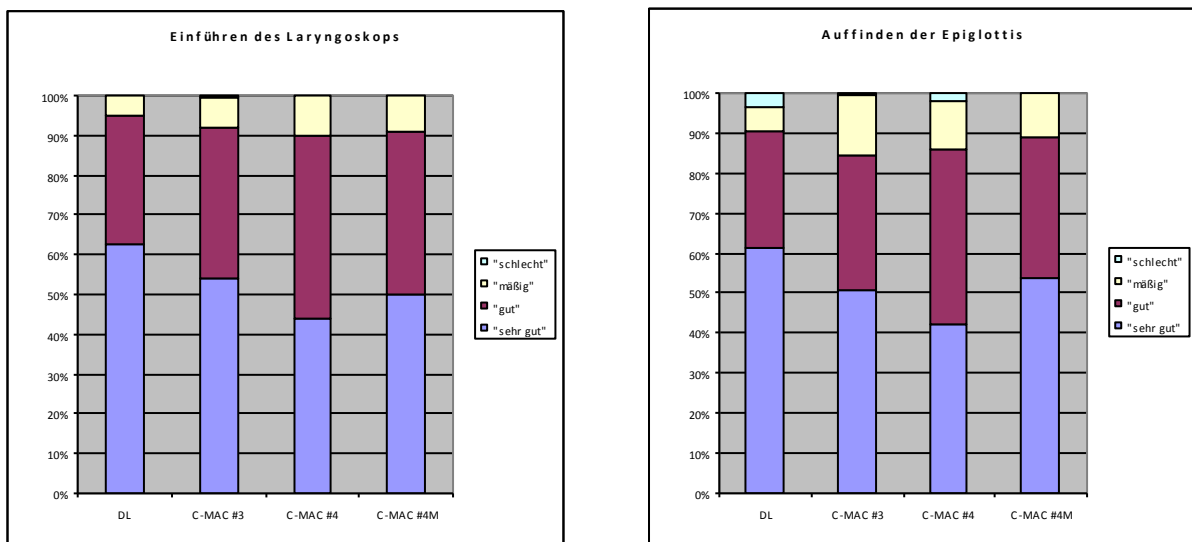


Abbildung 18: Beurteilung „Einführung des Laryngoskops“ und „Auffinden der Epiglottis“

Die Darstellbarkeit des Kehlkopfes wurde für alle Gruppen etwa gleich beurteilt. Beim konventionellen Laryngoskop nach Macintosh wurden 83% als „sehr gut“ oder „gut“ eingeschätzt vs. 82% beim C - MAC Videolaryngoskop (#3) und 79% beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) mit Miller - Technik.

Bei der Führbarkeit des Spatels zeigten sich ebenfalls Vorteile für das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh. In 96% wurde es als „sehr gut“ oder „gut“ beurteilt. Dies ist sowohl gegenüber dem C - MAC Videolaryngoskop (#3) mit 91% als auch gegenüber dem C - MAC Videolaryngoskop (#4) mit Miller - Technik mit 86% signifikant besser ($p < 0,05$).

-Ergebnisse-

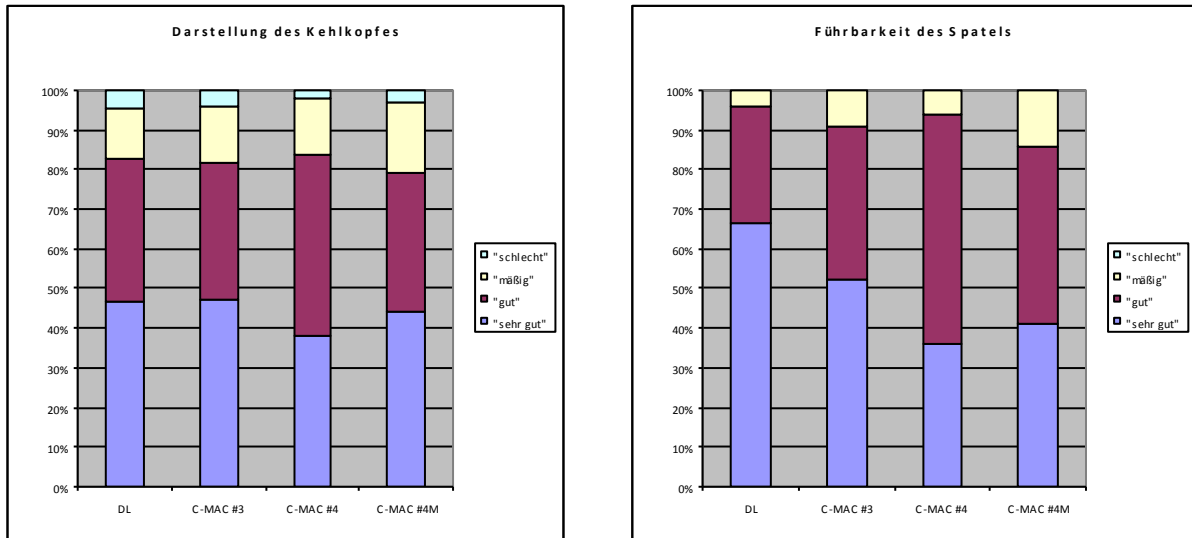


Abbildung 19: Beurteilung der „Darstellung des Kehlkopfes“ und „Führbarkeit des Spatels“

Bei der Beurteilung des Anwenderkomforts schnitt das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh ebenfalls besser ab. In 96% der Fälle wurde es mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet. Im Gegensatz dazu wurde das C - MAC Videolaryngoskop (#3) in 89% als „sehr gut“ oder „gut“ eingeschätzt (n.s. $p = 0,08$) und das C - MAC Videolaryngoskop (#4) mit Mille r-Technik in 83% ($p < 0,001$).

Tabelle III (im Anhang) gibt die Beurteilungen sämtlicher Handhabungsparameter wieder.

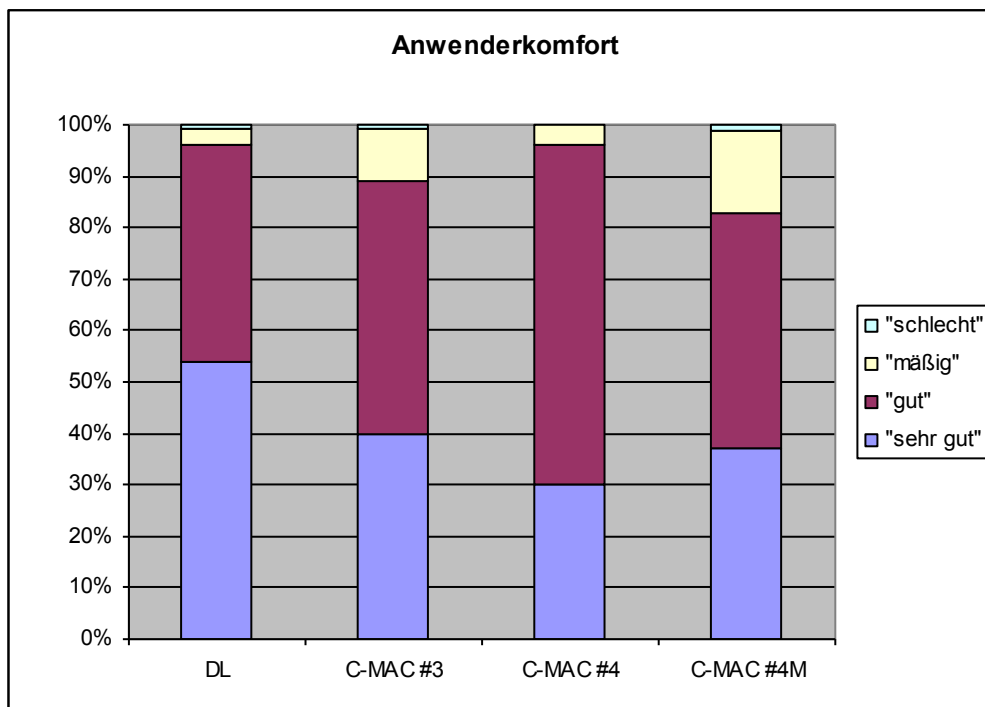


Abbildung 20: Beurteilung des „Anwenderkomforts“

3.5.Hinweise auf Verletzungen

Hinweise auf Verletzungen gab es bei der Anwendung des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh in vier Fällen, beim C - MAC Videolaryngoskop (#3) in einem Fall und beim C - MAC Videolaryngoskop (#4) Miller - Technik in ebenfalls einem Fall. Dabei handelte es sich um oberflächliche Schleimhautläsionen an der Oberlippe die keiner weiteren spezifischen Therapie bedurften. Schwerwiegende Verletzungen wie Zahnschäden, Verletzungen des harten oder weichen Gaumens oder der laryngealen Strukturen waren in keinem Fall zu verzeichnen.

3.6.Klinische Parameter

Aufgrund des Studiendesigns konnten spezifische Einflüsse der verwendeten Laryngoskope auf die erhobenen Vitalparameter (Herzfrequenz, mittlerer arterieller Blutdruck und pulsoxymetrische partielle Sauerstoffsättigung) nicht zugeordnet werden, da alle Patienten jeweils mit allen Geräten laryngoskopiert und mit einem der Geräte intubiert wurden.

Geräte- spezifische Hinweise könnten lediglich die Zeitpunkte „direkt nach der Intubation“ und („5 Minuten nach der Intubation“) liefern.

Eine Analyse erscheint aber aufgrund der vorherigen wiederholten Laryngoskopien nicht sinnvoll. Die Darstellung der Werte dient somit lediglich der Dokumentation der komplikationsfreien Durchführung der Untersuchung.

Alle erhobenen Vitalparameter blieben während der drei Laryngoskopien und der nachfolgenden Intubation stabil. Lediglich bei einem Patienten mit einer schweren COPD kam es nach der Intubation zu einem Bronchospasmus, der zu einem kurzzeitigen Abfall der pulsoxymetrischen partiellen Sauerstoffsättigung führte. Nach entsprechender medikamentöser Therapie konnte eine normwertige pulsoxymetrische partielle Sauerstoffsättigung gemessen werden, so dass ein Ausschluss dieses Patienten aus der Studie nicht notwendig war.

Alle erhobenen Daten sind in Tabelle IV im Anhang aufgeführt.

4. Diskussion

4.1. Schwierige Laryngoskopie und Intubation

Erwartet und unerwartet schwierige Atemwegssituationen führen im klinischen Alltag immer wieder zu hypoxischen Ereignissen und haben damit direkte Auswirkungen auf das Outcome der Patienten. Das Management des schwierigen Atemweges und damit die Aufrechterhaltung eines adäquaten Gasaustausches gehören zu den zentralen Zielen einer erfolgreich durchgeführten Anästhesie (48). In den meisten Fällen gelingen die Beatmung mit der Gesichtsmaske und die klassische endotracheale Intubation problemlos. Das Management des schwierigen Atemweges kann jedoch schnell zu einer der größten Herausforderungen für den Anästhesisten werden, insbesondere dann, wenn die Problematik nicht rechtzeitig erkannt wird und das Team der Anästhesie unvorbereitet in diese Situation gerät (85). In einer von Stoelting durchgeführten Umfrage unter amerikanischen Anästhesisten wurde das Management des schwierigen Atemweges als der wichtigste Sicherheitsaspekt in der Anästhesie angesehen (86). Dabei entscheiden in hohem Maß die Fähigkeiten des Anästhesisten über Erfolg und Misserfolg der Maßnahmen. Er muss mit einer sorgfältig zusammengestellten Ausrüstung zur Sicherung der Atemwege vertraut und in der Lage sein, diese adäquat einzusetzen (87). Das für den Notfall vorgehaltene Material sollte zudem im Routinebetrieb eingesetzt werden, um einen ausreichenden Trainingszustand sicherzustellen. Darüber hinaus können Algorithmen eine wertvolle Hilfe sein. Dazu sind mittlerweile von mehreren Fachgesellschaften Algorithmen für den schwierigen Atemweg zur Verfügung gestellt worden (51, 88-91). In Deutschland stehen seit 2004 die Leitlinien für das Airway - Management der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) zur Verfügung (92). Die Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement in Deutschland mit einem entsprechenden Algorithmus wurde aktuell im Jahr 2012 von der Kommission Atemwegsmanagement der DGAI veröffentlicht (93).

Die anästhesiebedingte Mortalität wird in den westlichen Ländern mit einer Inzidenz von 0,04 - 0,2% angegeben (94). Die Einführung der endotrachealen Intubation als Routineverfahren zur Sicherung der Atemwege hat erheblich zur Reduktion schwerwiegender anästhesiebedingter Komplikationen beigetragen. Dennoch wird heutzutage immer noch der überwiegende Anteil der anästhesiebedingten Morbidität und Mortalität durch Komplikationen im Atemwegsmanagement verursacht (45, 47, 95-98). Unvorhergesehene Schwierigkeiten bei der Beatmung betreffen die gesamte Breite der möglichen Beatmungshilfen von der Gesichtsmaske über die supraglottischen Atemwegshilfen bis hin zur endotrachealen Intubation. Sie werden von Georgi et al. auch nach sorgfältiger präoperativer Befunderhebung mit einer Inzidenz von 0,3 - 0,8% angegeben (99). Betrachtet man nur die

endotracheale Intubation, wird die Inzidenz eines völligen Scheiterns mit 0,05 - 0,35% angegeben, und die Situation, weder die endotracheale Intubation noch eine adäquate Ventilation über die Gesichtsmaske durchführen zu können, also eine „cannot ventilate-cannot intubate“- Situation, mit einer Inzidenz von 0,01 - 0,03% (74, 100-101). Das von der American Society of Anesthesiologists (ASA) 1985 initiierte „Closed Claims Project“ analysierte abgeschlossene Versicherungsfälle nach einem standardisierten Verfahren und zeigte hier die große Bedeutung der Atemwegskomplikationen. Von 1541 Schadensfällen waren 522 (34%) auf Probleme bei der Freihaltung der Atemwege zurückzuführen. 85% dieser Fälle endeten tödlich oder mit einem schweren hypoxischen Hirnschaden. 94 Patienten waren ösophageal intubiert worden (17, 45).

Die französische INSERM - Studie fand bei mehr als 50% der gravierenden anästhesiologischen Komplikationen Defizite in der Sicherung der Atemwege als Ursache (96). Auch die Analyse von Beinahe - Zwischenfällen ist eine Möglichkeit der Fehlersuche und betont ebenso die Bedeutung eines suffizienten Atemwegsmanagements. Der Begriff „Beinahe - Zwischenfall“ stammt aus der Risikoforschung und beschreibt Ereignisse, die, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und behoben werden, zu einer Schädigung des Patienten führen. Currie et al untersuchten 2000 Anästhesieprotokolle nach einem standardisierten Verfahren und befragten ggf. das Anästhesiepersonal zum Ablauf der Narkose. In 167 der 2000 durchgeführten Anästhesien fanden die Untersucher Beinahe - Zwischenfälle. Dabei waren in 102 Fällen die Atemwege betroffen. 47 dieser Patienten waren aus unterschiedlichen Gründen überhaupt nicht beatmet worden (102).

In der neuesten Closed Claims Analyse aus dem Jahr 2005 wurden 179 Fälle zwischen 1985 und 1999 untersucht und dabei die Rolle der 1993 in den USA eingeführten Leitlinien zum Management des schwierigen Atemweges berücksichtigt. Schwierigkeiten bei der Sicherung des Atemweges zeigten sich in 67% der Fälle während der Narkoseeinleitung, in 15% während der operativen Phase, in 12% während der Extubation und in 5% in der Nachüberwachungsphase. Die Häufigkeit eines schweren hypoxischen Hirnschadens oder eines letalen Ausgangs während der Narkoseinduktion konnten nach Einführung der Leitlinien signifikant reduziert werden (62% vs. 35%). Hingegen zeigte sich keine signifikante Reduktion der Folgeschäden in den anderen untersuchten Phasen. Es wurde daher die Erweiterung der Strategien des Managements des schwierigen Atemweges gefordert (97).

Neben diesen schweren Folgen eines insuffizienten Atemwegsmanagements werden auch leichtere Beeinträchtigungen wie postoperative Heiserkeit, Schluckbeschwerden und Halsschmerzen nach einer Intubation zunehmend kritisch von den Patienten wahrgenommen und von ihnen als Ausdruck für die Qualität der anästhesiologischen Behandlung gewertet (103). Neben dem Sicherheitsaspekt wird daher auch die Frage nach dem bestmöglichen Patientenkomfort von zunehmender Bedeutung sein.

Auf den Zusammenhang zwischen laryngoskopischer Sicht und Intubationsbedingungen ist bereits hingewiesen worden (50-51, 54). Bei ausreichender Sicht auf die Glottis ist die endotracheale Intubation meistens problemlos möglich. Gelingt dies nicht, stehen verschiedene supraglottische Atemwegshilfen zur Verfügung (z. B. Larynxmaske, Intubationslarynxmaske, Larynxtubus). Sie ermöglichen eine suffiziente Ventilation und Oxygenierung und sind daher als sinnvolle Alternativen in die Atemwegs- Leitlinien der Fachgesellschaften integriert worden (4, 46). Bei wiederholten Versuchen, die endotracheale Intubation durchzuführen, entstehen möglicherweise Verletzungen, Blutungen und Schwellungen, die eine Beatmung des Patienten unmöglich machen können. Bei Notfallintubationen konnte in einem größeren Patientenkollektiv (n = 2833) ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Intubationsversuche und der Komplikationsrate (Hypoxie, Bradykardie, Regurgitation, Aspiration) festgestellt werden (104). In der im Juli 2005 veröffentlichten „Closed claims analysis“ der ASA sind multiple Intubationsversuche mit einem häufigeren Auftreten von hypoxischem Hirnschaden und einer höheren Mortalität verbunden. Darüber hinaus weisen die Daten darauf hin, dass multiple konventionelle Intubationsversuche die erfolgreiche Anwendung der Larynxmaske und des Combitubus unwahrscheinlich machen (97). Daher sollten rechtzeitig, bevor eine Gefährdung des Patienten eintritt, alle Alternativen in Betracht gezogen werden.

Häufig kann auf die endgültige Sicherung des Atemweges mittels endotrachealer Intubation jedoch nicht verzichtet werden. Verschiedene Intubationshilfen sind daher entwickelt worden, um die laryngoskopische Sicht zu verbessern. Dabei kommen nicht selten alternative Spatelformen für das Handgriff-laryngoskop, wie der gerade Spatel nach Miller (58), der Universalspatel nach Dörges (55) oder das Hebellaryngoskop nach McCoy (57), zum Einsatz. Neben diesen direkten Laryngoskopen stehen verschiedene indirekte Laryngoskope, die durch Integration von Fiberoptiken oder endoskopischen Lichtleitern die Sicht auf den Kehlkopf ermöglichen, zur Verfügung (61-62, 64).

In der von Goldmann und Braun 2006 veröffentlichten Umfrage unter 452 deutschen Universitätskliniken und akademischen Lehrkrankenhäusern zeigte sich, dass das Hebellaryngoskop nach McCoy in 54% und gerade Spatelblätter in 59% „gelegentlich“ bis „immer“ bei schwierigen Intubationen zum Einsatz kommen. Dagegen finden speziellere Intubationshilfen in Deutschland kaum Verwendung. In mehr als 80% der befragten deutschen Kliniken werden starre Intubationsfiberskope wie das Bullard - Laryngoskop und das Bonfils - Intubationsendoskop nie verwendet (65). Rosenblatt et al. fanden in den USA ähnlich geringe Anwenderzahlen (66).

Schließlich sind viele deutsche Anästhesisten in der fiberoptischen Wachintubation, dem Goldstandard im Management des erwarteten schwierigen Atemweges, nicht ausreichend geübt. Goldmann et al. fanden in ihrer Umfrage, dass besonders jüngere Anästhesisten zu

mehr als 75% nie oder nur gelegentlich fiberoptische Wachintubationen durchführen (65). In den USA findet diese Technik dagegen häufiger Anwendung (66).

Die Tatsache, dass in 78% der befragten deutschen Kliniken auch heute noch die „blind-nasale“ Intubation „gelegentlich“ bis „häufig“ angewendet wird (65), zeigt den bestehenden Bedarf an weiteren einfach anzuwendenden Alternativen für das Atemwegsmanagement.

Die Intubationshilfen sollten zudem eine kurze Laryngoskopie- und Intubationsdauer ermöglichen. Um die Akzeptanz zu erhöhen und eine steile Lernkurve zu erreichen, sollte ihre Anwendung der herkömmlichen Laryngoskopie möglichst ähnlich sein, dabei aber eine verbesserte laryngoskopische Sicht ermöglichen. Hier könnten sich Videolaryngoskope als vorteilhaft erweisen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die Untersuchung der Laryngoskopie- und Intubationsbedingungen bei Verwendung des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh im Vergleich zum C - MAC Videolaryngoskop mit den Spatelblättern #3 und #4.

4.2. Beurteilung der Ergebnisse

4.2.1. Prädiktoren des schwierigen Atemwegs

Um eine Vergleichbarkeit mit dem klinischen Alltag herstellen zu können, wählten wir ein nicht selektiertes Patientengut, d.h. alle Patienten mit einer ASA - Klassifikation von I - III wurden ungeachtet vom Vorhandensein von Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg in die Untersuchung aufgenommen. Bei den untersuchten Patienten fand sich in 47% und damit am häufigsten ein Mallampati - Score von 2. Ein Mallampati - Score von 1 bzw. 3 fand sich zu etwa gleichen Teilen (25% / 27%). Dagegen fand sich ein Mallampati - Score von 4 nur bei 2 Patienten (1%). Eine reduzierte Mundöffnung von weniger als 4cm wiesen 25% der Patienten auf. Bei 53% der Patienten wurde ein reduzierter thyreomentaler Abstand von weniger als 7cm festgestellt. Nur 12 Patienten (8%) wiesen eine eingeschränkte Beweglichkeit von weniger als 15° im Atlantooccipitalgelenk auf. Das entspricht in etwa den in der Literatur beschriebenen Häufigkeiten in einem nicht selektierten Patientengut (53, 72-73, 105-106). Um Schwierigkeiten bei der Laryngoskopie und der endotrachealen Intubation vorhersagen zu können, sind eine Reihe von Verfahren entwickelt worden (53, 72-73, 105). Jedes für sich allein genommen verfügt nur über eine vergleichsweise geringe Sensitivität und Spezifität. Eine Verbesserung der Sensitivität wird durch Zusammenfassung mehrerer Testverfahren erreicht. Dies geschieht allerdings auf Kosten der Spezifität, d.h. es werden häufiger Patienten leicht zu intubieren sein, bei denen eine schwierige Intubation vorausgesagt wurde. Verschiedene Autoren haben daher die Kombination unterschiedliche Prädiktoren zu Atemwegs - Scores vorgeschlagen (107-109). Die Erhebung komplexer Score- Systeme ist jedoch zeitaufwändig und daher im klinischen Alltag bisher nicht

umzusetzen. Rose und Cohen identifizierten in ihrer 1994 publizierten Studie an 18.500 Patienten eine höhergradige Mallampati - Klassifikation, einen verkürzten thyreomentalen Abstand, eine reduzierte Mundöffnung, eine eingeschränkte Beweglichkeit im Atlanto - Occipital - Gelenk, sowie die Kombination von zwei oder mehr der genannten Kriterien als Prädiktoren für eine schwierige direkte Laryngoskopie (110). Allerdings hatten nur 34,5% der untersuchten Patienten, bei denen sich die endotracheale Intubation als schwierig erwies, einen oder mehrere der genannten Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg. Trotzdem entschieden wir uns für die Verwendung der vier genannten Prädiktoren, da sie zu denjenigen mit der besten Sensitivität gehören und in der Literatur häufig genannt werden (110-112).

Eine Reihe von weiteren Prädiktoren oder Einzelaspekten, die in der routinemäßigen präoperativen Abschätzung der Intubationsverhältnisse durch den Anästhesisten eine Rolle spielen, im klinischen Alltag jedoch selten systematisch erfasst werden, konnten in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt werden. Erwähnt seien hierzu z.B. ein besonderer Zahnstatus mit langen, vorstehenden Zähnen, eine Kieferfehlstellung wie beim Pierre – Robin - Syndrom, ein enger knöcherner Gaumen, sowie Adipositas per magna mit kurzem, massigen Hals (111-112).

4.2.2. Laryngoskopie

Eine der Hauptergebnisvariablen der vorliegenden Arbeit war die laryngoskopische Sicht. Aufgrund in letzter Zeit veröffentlichter Studien an unselektierten Patientenkollektiven (28, 67, 70-71, 113) war zu erwarten, dass das C - MAC Videolaryngoskop sowohl mit dem Spatelblatt #3, wie auch mit dem Spatelblatt #4 im Vergleich zur traditionellen Laryngoskopie eine bessere Visualisierung der Glottis ermöglichen würde.

Insgesamt wurden in unserer Studie bei allen verwendeten Laryngoskopen in der Mehrzahl der Fälle Cormack & Lehane Grade von I oder IIa erhoben (Laryngoskop nach Macintosh 75%, C-MAC #3 77%, C-MAC #4 Miller - Technik 76%). Bei keinem Patienten wurde mit dem C - MAC Videolaryngoskop ein Cormack & Lehane Grad IV gefunden, beim konventionellen Laryngoskop nach Macintosh dagegen in 2 Fällen. In der von Hofstetter et al 2006 vorgestellten Studie an 300 Patienten ohne Hinweis auf schwierigen Atemweg wurden die Patienten mithilfe eines Macintosh - Videolaryngoskops konventionell laryngoskopierte. Nach Erreichen der optimalen direkten Sicht wurde diese und anschließend ohne Positionsveränderung des Macintosh - Videolaryngoskops die videoassistierte Sicht dokumentiert (67). In 31% der Fälle war durch die videoassistierte Sicht eine Verbesserung der Visualisierung der Glottis zu erreichen, in 66% der Fälle unterschieden sie sich nicht. De

facto heißt das, dass ein ohnehin guter Laryngoskopiebefund auch durch die Anwendung von Videolaryngoskopen nicht zu verbessern ist.

Von besonderem Interesse für die Anwendung im klinischen Alltag war die mögliche Verbesserung der Visualisierung bei suboptimalen Verhältnissen, d.h. bei Cormack & Lehane Graden \geq IIb. Hier konnten wir zeigen, dass bei Anwendung des C - MAC Videolaryngoskopes mit dem Spatelblatt #3 und auch mit dem Spatelblatt #4 mit der Miller Technik eine signifikante Verbesserung der Laryngoskopiebefunde erreicht werden konnte. Bei Anwendung des C-MAC #3 konnten die erhobenen Laryngoskopiebefunde in 27,7% um einen Grad und in 9,6% um zwei Grade verbessert werden. Bei Verwendung des C-MAC #4 mit der Miller Technik konnten die Laryngoskopiebefunde in 17,2% um einen Grad, in 5,2% um zwei Grade und in ebenfalls 5,2% um sogar 3 Grade verbessert werden. Damit entsprechen die von uns erhobenen Befunde denen in der von Hofstetter et al. vorgestellten Arbeit (67). Hier wurde eine Verbesserung der Visualisierung um einen Grad in 25% der Fälle, um 2 Grade in 5,6% der Fälle und um drei Grade in 0,6% der Fälle gefunden.

Bei 9 Patienten (6%) fanden wir bei der direkten Laryngoskopie einen Cormack & Lehane Grad \geq 3. Dies entspricht der in der Literatur beschriebenen Inzidenz der schwierigen Laryngoskopie, die mit 3 -13% angegeben wird (50-51, 60, 114). Bei diesen Patienten war es bei Verwendung des C-MAC #3 möglich, die laryngoskopische Sicht in einem Fall um einen Grad, in zwei Fällen um 2 Grade und in einem Fall um 3 Grade zu verbessern. Durch Anwendung des C-MAC #4 mit der Miller Technik konnte die laryngoskopische Sicht in einem Fall um einen Grad, in zwei Fällen um zwei Grade und in ebenfalls zwei Fällen um 3 Grade verbessert werden. Diese Verbesserung der Visualisierung der Glottisebene war statistisch aufgrund der kleinen Fallzahl nicht signifikant, aber auch schon hier ist eine Tendenz zur Verbesserung erkennbar. Jungbauer et al. konnten in ihrer 2009 veröffentlichten Studie an 200 Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg zeigen, dass die Videolaryngoskopie im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie eine signifikant bessere Sicht auf die Stimmbandebene ermöglicht, dass die Erfolgsrate der Intubation höher war und dass diese schneller durchzuführen war. Außerdem waren seltener optimierende Manipulationen notwendig (71).

Stroumpoulis et al. kamen zu ähnlichen Ergebnissen bei Verwendung des Glidescope bei 112 Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg (115).

In einer anderen Multicenterstudie untersuchten Kaplan et al. 2006 an 867 nicht selektierten Patienten die Laryngoskopiebedingungen mittels Macintosh- Videolaryngoskop im Vergleich zur direkten Laryngoskopie (28). Kaplan et al. fanden bei 14,2% der Patienten eine schwierige direkte Laryngoskopie, während deren Inzidenz für die videoassistierte Laryngoskopie nur bei 3,4% lag. Da eine Anwendung von OELM in dieser Studie erlaubt war, korrespondiert das hier erhobene Ergebnis gut mit den Werten unserer Studie. Bei

Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops #3 lag die Inzidenz eines schwierigen Laryngoskopiebefundes bei 2,6%, bei Anwendung des C - MAC Videolaryngoskops #4 bei 3%. Allerdings fanden wir in unserer Untersuchung bei der direkten Laryngoskopie lediglich in 6% der Fälle unter Verwendung von OELM einen Cormack & Lehane Grad \geq III. Ebenso konnten in der Studie von Kaplan et al unzureichende direkte Laryngoskopiebefunde mit einem Cormack & Lehane Grad \geq 3 häufiger (83,5% der Fälle) verbessert werden, als in der vorliegenden Arbeit (42,9% der Fälle) (28).

2003 verglichen Hagberg et al. an 102 adipösen Patienten ($BMI \leq 30\text{kg/m}^2$) die Laryngoskopiebefunde mittels direkter konventioneller Macintosh- Laryngoskopie und videoassistierter Macintosh- Laryngoskopie. Dabei war die indirekte, videoassistierte Sicht signifikant besser. Das zusätzliche Aufladen der Epiglottis verbesserte beim videoassistierten Verfahren in 100% der Fälle die Sicht, bei der direkten Laryngoskopie führte dieses Manöver lediglich in 71% der Fälle zur Verbesserung der laryngoskopischen Sicht. Das entspricht den von uns nach 50 Patienten in der Zwischenauswertung erhobenen Daten, die keinen Vorteil des C -MAC Videolaryngoskops #4 mit Macintoshtechnik gegenüber dem C - MAC Videolaryngoskop #3 und dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh zeigten. Wir änderten daraufhin die Technik für das C - MAC Videolaryngoskop #4 auf die im nordamerikanischen Raum weit verbreitete „straight - blade“ oder „Miller - Technik“, bei der die Epiglottis aufgeladen wird (56).

In der von Goldmann et al. 2006 publizierte Studie zur Eignung der Videolaryngoskopie zur modifizierten „rapid - sequence - induction“ an 170 Patienten fand sich ebenfalls häufiger eine direkte (14,8%) als eine videoassistierte (3,6%) schwierige Laryngoskopie (70).

Die Gründe für die verbesserte Sicht des Videolaryngoskops liegen in der Kombination von indirekter Laryngoskopie und kehlkopfnaher Blickposition. Dabei ist beim C - MAC Videolaryngoskop sowohl die direkte, wie auch die indirekte Sicht über den Monitor möglich. Bei der Videolaryngoskopie wird das Auge des Betrachters virtuell an den einengenden Strukturen des oropharyngealen Raumes vorbei in eine glottisnahe Position vorverlagert. Die optische Achse ist dadurch auf wenige Zentimeter verkürzt. Beim C - MAC Videolaryngoskop ist die Optik nahe dem distalen Spatelende platziert. Durch den Einsatz einer 80° Weitwinkellinse wird der Blickwinkel insbesondere nach ventral erweitert. Ein weiterer Vorteil besteht in der vergrößerten detaillierten Darstellung auf dem Videomonitor.

Durch die zusätzliche Anwendung von optimaler laryngealer Manipulation des Kehlkopfes, die unter dem Begriffen OELM (optimale externe laryngeale Manipulation) (116) beschrieben wurde, konnte die laryngoskopische Sicht in der vorliegenden Studie bei allen untersuchten Spatelblättern signifikant verbessert werden. Bei der direkten Laryngoskopie nach Macintosh

konnte unter Verwendung von OELM deutlich häufiger ein Cormack & Lehane Grad \leq IIb erreicht werden (86% vs. 94,2%). Beim C - MAC Videolaryngoskop mit dem Spatelblatt #3 zeigte sich in 94,7% ein Cormack & Lehane Grad \leq IIb unter OELM vs. 88% ohne OELM. Auch bei der Laryngoskopie mit dem C-MAC Videolaryngoskop #4 mit der Macintosh - Technik konnte unter Verwendung von optimaler externer Manipulation eine signifikante Verbesserung der laryngoskopischen Sicht erreicht werden. Cormack & Lehane Grad \leq IIb traten hier in 98% auf, hingegen ohne OELM in 92% der Fälle. Bei C - MAC Videolaryngoskop #4 mit der Miller - Technik war der Unterschied am deutlichsten. Cormack & Lehane Grade \geq III konnten hier durch optimale extralaryngeale Manipulation von 12% auf 3% reduziert werden. Ulrich et al. untersuchten 1993 Patienten im Hinblick auf die Effektivität von BURP (117). Schwierige Laryngoskopiebefunde konnte hier von 4,7% auf 1,6% reduziert werden. Andere Autoren konnten diese Ergebnisse bestätigen (118-121).

Die Optimierung der laryngealen Sicht durch optimale externe laryngeale Manipulation fällt bei den videoassistierten Verfahren insgesamt leichter, da das Assistenzpersonal über den externen Monitor die eigenen Handlungen während der gesamten Zeit des Laryngoskopie- und Intubationsvorganges genauso verfolgen kann wie der Intubierende.

Des Weiteren war von Interesse, ob die gefundene Verbesserung der laryngoskopischen Sicht mit einem im Vergleich zur direkten Laryngoskopie verkürzten Zeitbedarf für die Laryngoskopie einhergeht, da die Laryngoskopie zum Gesamtzeitbedarf des Intubationsvorganges erheblich beiträgt. Die zügige Durchführung der Intubation ist erforderlich, um das Risiko von Komplikationen wie Hypoxämie, kardiozirkulatorische Stressreaktionen und sogenannte „Awareness - Erlebnisse“ während dieser Phase der Anästhesie zu minimieren.

Die Technik des Einführens und Vorschiebens des C - MAC Videolaryngoskops unterscheidet sich nicht von der des konventionellen Laryngoskops, da die Spatelform der von Macintosh 1943 vorgestellten gleicht (15). Sowohl das direkte Laryngoskop nach Macintosh, wie auch das C - MAC Videolaryngoskop werden unter direkter visueller Kontrolle in den Hypopharynx bis zum Auffinden der Glottisebene vorgeschoben. Dementsprechend war ein längerer Zeitbedarf bis zur optimalen Visualisierung der Glottisebene nicht zu erwarten. Die Zeit bis zur optimalen Laryngoskopie lag im Median bei 7 Sekunden bei der direkten Laryngoskopie, bei 8 Sekunden beim C-MAC #3 und C-MAC #4.

Angaben zur Laryngoskopiedauer, insbesondere für die Videolaryngoskopie finden sich in der Literatur nur wenige. Goldmann et al. geben in ihrer Studie zur Rolle der Videolaryngoskopie zur modifizierten „rapid - sequence - induction“ an 170 Patienten eine im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung etwas längere mittlere Laryngoskopiedauer von 11

Sekunden sowohl für die direkte, wie auch für die videoassistierte Laryngoskopie an (70). Hagberg et al. ermittelten bei 102 adipösen Patienten einen Zeitbedarf von 22 Sekunden für die direkte und 25 Sekunden für die Laryngoskopie mit einem Macintosh - Videolaryngoskop (113). Da in der vorliegenden Arbeit, wie auch in den beiden letztgenannten Studien, Spatelblätter in Macintoshform verwendet wurden, ist ein deutlicher Unterschied in der Laryngoskopiedauer nicht zu erwarten gewesen. Bei Videolaryngoskopen mit höher anguliertem Spatel, wie z.B. beim Glidescope, die generell nur unter indirekter visueller Kontrolle via Monitorbild bis zum Auffinden der Epiglottis und der Glottis vorgeschoben werden, wäre aufgrund der ungewohnten Handhabung ein verlängerter Zeitbedarf zu erwarten. Serocki et al. untersuchten 120 Patienten mit Hinweis auf einen schwierigen Atemweg und verglichen die direkte Laryngoskopie mit dem DCI - Videolaryngoskop und dem Glidescope. Die Zeit bis zur optimalen laryngoskopischen Sicht lag bei allen Geräten bei 13 bzw. 14 Sekunden (122). In der von Karsli et al. im Jahr 2010 veröffentlichten Studie wurde das Glidescope mit einem Standardlaryngoskop bei 18 Kindern mit bekannt schwierigem Atemweg verglichen (123). Die Zeit bis zur optimalen Laryngoskopie lag in dieser Untersuchung bei der direkten Laryngoskopie bei 20 Sekunden und beim Glidescope bei 26 Sekunden. Bei allen Studien konnte die Sicht durch Verwendung des Glidescope signifikant verbessert werden.

4.2.3. Intubation

Neben der Dauer für die Laryngoskopie bestimmt der Zeitbedarf, der zur erfolgreichen endotrachealen Platzierung des Tubus benötigt wird, wesentlich die Gesamtdauer der Intubation. In vielen Studien wurde bewiesen, dass die Videolaryngoskopie die Sicht auf die Glottisebene verbessern kann (51, 67, 70, 124-125), dieses bedingt aber nicht in jedem Fall eine einfachere endotracheale Intubation (29, 126).

In der vorliegenden Studie betrug die Zeit vom „in die Hand nehmen“ des verwendeten Laryngoskops bis zur erfolgreichen Intubation bei Verwendung des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh im Mittel 11,5 Sekunden. Beim C - MAC Videolaryngoskop #3 wurden 16,6 Sekunden für die Intubation benötigt. Der Mittelwert beim C-MAC Videolaryngoskop #4 mit der Macintosh- Technik lag bei 20,9 Sekunden und bei Verwendung der Miller - Technik bei 15,4 Sekunden. Die mittleren Intubationszeiten liegen damit geringfügig unter den Ergebnissen anderer Autoren (71, 127-129). Einen signifikanten Unterschied zwischen konventioneller und Videolaryngoskopie, wie in anderen Arbeiten (71, 127), konnten wir in der vorliegenden Studie nicht herausarbeiten.

Goldmann et al. erfassten in Ihrer Studie zur modifizierten „rapid - sequence - induction“ mittels Macintosh - Videolaryngoskop an 170 Patienten eine Intubationsdauer von 23,7

Sekunden mittels direkter Laryngoskopie. Mit 25 Sekunden dauerte die videoassistierte Intubation nicht signifikant länger.

In ihrer Studie untersuchten Weiss et al. 100 Kinder mit Hilfe von direkter und videoassistierter Laryngoskopie. Mittels Videolaryngoskop dauerte hier der Intubationsvorgang 35 Sekunden (129).

Van Zundert et al. fanden in ihrer Studie an 450 Patienten für die videoassistierte Laryngoskopie Intubationszeiten zwischen 34 Sekunden (Glidescope), 18 Sekunden (DCI-Videolaryngoskop) und 38 Sekunden (McGrath) (128)

Marrel et al. fanden in ihrer Studie an 80 adipösen Patienten mit einem BMI > 35 kg/m² für die Videolaryngoskopie eine Intubationszeit von 59 Sekunden. Diese lag damit signifikant unter der Zeit von 93 Sekunden bei der direkten Laryngoskopie (127).

Auch Jungbauer et al. registrierten in ihrer Untersuchung an 200 Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg bei Verwendung des DCI - Videolaryngoskops nach Berci eine signifikant kürzere Intubationsdauer im Vergleich zu einem direkten Laryngoskop (40 Sekunden vs. 60 Sekunden) (71).

Während das Auffinden der Spatelposition zur optimalen laryngoskopischen Sicht mit dem C - MAC Videolaryngoskop nicht zeitaufwändiger ist als mittels konventionellem Macintosh-Laryngoskop, führt das Platzieren des Endotrachealtubus in der vorliegenden Studie unter videoassistierter Kontrolle zu einem gering erhöhten Zeitbedarf, der aber trotzdem unter dem in o.g. Studien beschriebenen liegt. Damit ist die etwas verlängerte Intubationsdauer als unkritisch und klinisch nicht relevant zu werten, zumal in keinem Fall ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung und damit eine Patientengefährdung dokumentiert wurde.

Der Vergleich der Anzahl der Intubationsversuche sowie des Intubationserfolges zeigte auffällige Unterschiede zwischen den untersuchten Laryngoskopen, welche sich aufgrund der Stichprobengröße als nicht signifikant erwiesen.

Mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh ließen sich 96% der Patienten im ersten Versuch erfolgreich intubieren. Mit dem C - MAC Videolaryngoskop mit dem Spatelblatt #3 konnten 78%, mit dem Spatelblatt #4 mit der Macintosh- Technik 75% und beim Spatelblatt #4 mit der Miller - Technik 73% der Patienten erfolgreich intubiert werden. Diese Unterschiede waren statistisch nicht signifikant, aber als Trend lässt sich erkennen, dass mit der Videolaryngoskopie in unserer Studie mehr Versuche für eine erfolgreiche Intubation notwendig sind. Nichts desto trotz konnten 6 Patienten, die bei Verwendung des direkten Laryngoskops nach Macintosh einen Cormack & Lehane Grad \geq III aufwiesen, mit dem C - MAC Videolaryngoskop #4 in Miller - Technik als Rescue - Technik erfolgreich intubiert werden. Die verbleibenden 3 Patienten mit schwierigem Atemweg konnten erfolgreich mit dem C - MAC Videolaryngoskop #3 intubiert werden. Ursache für die Diskrepanz zwischen verbesserter laryngoskopischer Sicht und Intubationserfolg könnten in

Anwender- und/oder Patienten- bezogenen Faktoren zu suchen sein. Die Positionierung des C - MAC Videolaryngoskopes ist in den meisten Fällen unter direkter Sicht, wie auch unter indirekter visueller Kontrolle auf dem Monitor problemlos möglich, aber es erfordert eine erhöhte Koordinierungsleistung zwischen Auge und Hand, um die Intubation unter videoassistierter Sicht durchzuführen. Trotz verbesserter Laryngoskopiebefunde durch das stark gekrümmte Glidescope fanden Cooper et al. in ihrer Multicenterstudie an 728 Patienten ohne Hinweis auf einen schwierigen Atemweg (124) sogar eine, im Vergleich zur Inzidenz in den meisten Studien, zur direkten Laryngoskopie (52, 107) deutlich erhöhte Rate an primär fehlgeschlagenen Intubationen. Allerdings wurden in dieser Untersuchung die Laryngoskopien und Intubationen z.T. durch in der Videolaryngoskopie Ungeübte durchgeführt. Stark gekrümmte Spatel, wie sie beim Glidescope zur Anwendung kommen, bieten zwar eine optimale Sicht führen aber aufgrund ihrer stärkeren Krümmung generell zu verlängerten Intubationszeiten und einer z. T. erschwerten Intubation, da Sichtachse und Intubationsachse nicht übereinstimmen- „seeing ist not intubating“ (130-131). Anwenderseitig ist somit eine gewisse Übung im Umgang mit der Videolaryngoskopie und ständiges Training erforderlich, um den Intubationserfolg zu sichern. Eine gerätebezogene Ursache für die häufigeren Intubationsversuche könnte darin liegen, dass aufgrund der flachen Bauweise einiger Spatelblätter und der guten videoassistierten Sicht der Kraftaufwand zur optimalen Visualisierung der Glottisebene deutlich verringert wird. Die Weichteile des Mundbodens werden weniger stark zwischen die Unterkieferäste verdrängt und damit steht im hypopharyngealen Raum weniger Platz zum Einführen des Endotrachealtubus zur Verfügung. Lee et al. untersuchten 2009 in ihrer Studie mittels Sensoren den Druck, der durch das Spatelblatt während der Intubation auf die Schneidezähne ausgeübt wird. Es wurden ein konventionelles Laryngoskop und ein Videolaryngoskop mit Macintosh-Spatelblatt miteinander verglichen. Sie fanden mit dem Videolaryngoskop einen im Gegensatz zur konventionellen Laryngoskopie signifikant verringerten Kraftaufwand (2,1N vs. 15,3N) (132). Ebenfalls 2009 berichteten Maasen et al. von einer adipösen Patientin (BMI 36kg/m²) mit einem aufgrund der Adipositas erwartet schwierigen Atemweg. Unter Verwendung des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh stellte sich, trotz maximalem Kraftaufwand von 61N, ein Cormack & Lehane Grad IV dar. Nach drei Versuchen wechselte man auf ein Videolaryngoskop mit einem Macintosh - Spatelblatt und konnte die Patientin im ersten Versuch mit einem signifikant geringeren Kraftaufwand (7,6N) bei einem Cormack & Lehane Grad I erfolgreich intubieren (133). Ein weiteres gerätebezogenes Problem war das Beschlagen der Optik, welches bei 11 der 150 untersuchten Patienten auftrat. Da dies gerade beim schwierigen Atemweg über Erfolg und Misserfolg der endotrachealen Intubation entscheiden kann, entwickelte der Hersteller

zwischenzeitlich ein in jedes Spatelblatt integriertes Vorheiz- System für die Optik. Nachdem diese Technik zur Verfügung stand, wurde ein Beschlagen der Linse nicht mehr beschrieben. Wie bereits in anderen Studien, in denen Videolaryngoskope mit Macintosh - Spatelblatt verwendet wurden, beschrieben (128, 134), ist der Gebrauch eines Führungsstabes nicht obligat notwendig. Nur bei 12 der 150 Patienten der vorliegenden Studie, inklusive 6 von 9 Patienten mit einem Cormack & Lehane Grad \geq III, war die Verwendung eines Führungsstabes notwendig. Dies ist vor dem Hintergrund zunehmender Berichte über Verletzungen des oropharyngealen Raumes und der Trachea bei anderen Videolaryngoskopen, vor allem dem stark gekrümmten Glidescope, von besonderer Bedeutung (135-139). Bei Verwendung des Glidescope wird der Kehlkopf nach ventral aufgerichtet. Hierdurch befinden sich Tubus und tracheale Achse nicht in einer geraden Linie. Diese mangelnde Ausrichtung von Tubus und Glottis bzw. Trachea führt dazu, dass der Endotrachealtubus nach erschwerter Passage der Stimmbandebene subglottisch gegen die Trachealvorderwand stößt. Zudem ist das Einführen des Glidescope in den oropharyngealen und hypopharyngealen Raum aufgrund des extrem gebogenen Spatelblattes zum einen schwierig und zum anderen nur unter indirekter Sicht über den Monitor möglich. Da der Blick auf die Spatelspitze nicht gegeben ist, sind Verletzungen durch die mehr oder weniger blinde Passage des Mund- und Rachenraumes eher wahrscheinlich, als beim C - MAC Videolaryngoskop. Bei diesem sind Lichtquelle und C-MOS Videochip so in das Spatelblatt integriert, dass über den Monitor jederzeit ein Blick auf die Spatelspitze gewährleistet ist.

Die Videolaryngoskopie ermöglicht nicht unbedingt eine schnellere Intubation (133), wie auch in der vorliegenden Studie beschrieben, aber diese Technik ist bei ausreichender Übung und Erfahrung in der Lage, die Intubation vor allem bei schwierigem Atemweg sicherer zu machen.

4.2.4. Subjektive Bewertung

Bei der subjektiven Beurteilung der Handhabung zeigten sich zum Teil deutliche Vorteile für das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh. Während das Einführen in die Mundhöhle und die Darstellbarkeit des Kehlkopfes bei allen Laryngoskopen in etwa gleicher Häufigkeit mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet wurden, wurde das direkte Laryngoskop nach Macintosh beim Auffinden der Epiglottis und bei der Führbarkeit des Spatels signifikant besser beurteilt. Bei der Beurteilung des Anwenderkomforts schnitt das direkte Laryngoskop nach Macintosh ebenfalls signifikant besser ab, als das C - MAC Videolaryngoskop. Dieses Ergebnis ist insofern verständlich, da ein Umgewöhnen auf ein neues Gerät mitunter Schwierigkeiten verursacht. Im Umgang mit neuen Instrumenten ist eine individuell unterschiedlich lange Eingewöhnungsphase zu verzeichnen. Je länger ein Anästhesist im Berufsleben steht und

somit seine praktischen Fähigkeiten gefestigt sind, desto schwerer wird ihm die Umstellung auf etwas Neues fallen, auch wenn es von der Handhabung noch so einfach ist. Hinzu kommt, dass bei der Videolaryngoskopie, wie oben beschrieben, eine erhöhte Koordinierungsleistung zwischen Augen und Hand notwendig ist. Dieses muss regelmäßig trainiert werden, damit diese Technik sicher beherrscht wird.

4.3. Schlussfolgerungen

Gegenstand der vorliegenden Arbeit war die Beurteilung der Eignung des C - MAC Videolaryngoskops im klinischen Routineeinsatz, sowie bei Patienten mit unerwartet schwierigem Atemweg.

Das in dieser Arbeit als Referenz dienende konventionelle Laryngoskop nach Macintosh bietet den Vorteil der einfachen und zuverlässigen Handhabung. Seine Anwendung ist den meisten Anästhesisten durch täglichen Gebrauch vertraut. In Verbindung mit verschiedenen Möglichkeiten, die Laryngoskopiebedingungen zu verbessern und damit den Intubationserfolg zu erhöhen, gelingt es, den größten Teil der Patienten problemlos und komplikationsfrei zu intubieren. In der vorliegenden Untersuchung an einem unselektionierten Patientengut war bei einem Teil der Patienten mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh die Stimmbandebene nur unzureichend zu visualisieren. Die Erkennung eines schwierigen Atemweges durch eine gründliche Atemwegsanamnese und körperliche Untersuchung mit Erhebung von Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg ist zwingend erforderlich, um für diese Patienten rechtzeitig alternative Strategien der Atemwegssicherung zu planen und entsprechendes Equipment vorzuhalten (4, 46). Die Einfachheit und Zuverlässigkeit der Technik spricht jedoch für den routinemäßigen Einsatz des konventionellen Laryngoskops nach Macintosh durch den geübten Anwender bei Patienten ohne Hinweis auf einen schwierigen Atemweg und erwartet einfacher Laryngoskopie. Problematisch bleibt dabei die Ausbildung in dieser Standardanästhesietechnik, da ein Nachvollziehen des Intubationsvorganges durch einen Außenstehenden durch bloßes „Über- die- Schulter- sehen“ nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Da beim C - MAC Videoryngoskop Spatelblätter in Original - Macintosh - Form verwendet werden, ist die Handhabung dem konventinellen Laryngoskop nach Macintosh sehr ähnlich und damit den meisten Anästhesisten vertraut (44, 140). Die laryngoskopische Sicht konnte bei nicht optimaler Sicht mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh durch das C - MAC Videolaryngoskop mit beiden Spatelgrößen signifikant verbessert werden. Die Anwendung einer optimalen externen laryngealen Manipulation konnte zusätzlich die laryngoskopische Sicht verbessern. Auffällig war die deutliche um mehrere Grade verbesserte Sicht bei Patienten mit unvorhergesehen schwieriger Laryngoskopie bei Verwendung des C - MAC Videolaryngoskops #4 mit „straight - blade - Technik“, also mit zusätzlich aufgeladener Epiglottis (56, 58). Trotz der beschriebenen leichten Nachteile in der allgemeinen Handhabung für das C-MAC Videolaryngoskop, die mit der jahrelangen Gewöhnung an das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh zu erklären sind, waren die Zeiten für Laryngoskopie und endotracheale Intubation nur unwesentlich länger. Auch die Anzahl der Intubationsversuche unterschied sich nicht wesentlich. Das C - MAC

Videolaryngoskop mit dem Macintosh - Spatel #3 eignet sich besonders gut für den klinischen Routineeinsatz, während der Macintosh - Spatel #4, vor allem bei Verwendung der Miller- Technik, d.h. durch zusätzliches Aufladen der Epiglottis, eher für die Anwendung bei Patienten mit unvorhergesehen schwierigem Atemweg geeignet erscheint. Da das Wechseln der Spatelblätter beim C - MAC Videolaryngoskop sehr schnell geht, ergibt sich die potentiell relevante Möglichkeit sich den Gegebenheiten des Patienten und der Situation umgehend anzupassen und optimale Intubationsbedingungen zu schaffen.

Zudem ist ein kontinuierliches Nachvollziehen des Intubationsvorganges auch für einen Außenstehenden möglich. Zum einen kann das Assistenzpersonal durch Sicht auf den Monitor eigene Handlungen (z.B. externe Kehlkopfmanipulationen) optimieren. Zum anderen kann ein Auszubildender den Intubationsvorgang kontinuierlich bildlich nachvollziehen und bekommt somit eine Vorstellung von der Durchführung einer optimalen endotrachealen Intubation. Dem erfahrenen Anästhesisten ist es zudem möglich, die ersten Intubationsversuche des jüngeren Kollegen am Monitor zu verfolgen und gegebenenfalls zu korrigieren (27, 37, 141-143).

Wünschenswert wäre, wenn dieses System mit anderen flexiblen Intubationshilfen kombinierbar wäre, um auch deren Flexibilität im Einsatz zu erhöhen. Ein Nachteil ist, dass alle Videolaryngoskope technisch aufwändig und daher störanfälliger sind, als das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh. Der etwas erhöhte Platzbedarf hält sich aufgrund der kompakten Bauweise in Grenzen. Zudem ist die Mobilität gegeben, das Gerät zügig an den Einsatzort zu bringen, und aufgrund der Möglichkeit, es ohne Stromanbindung zu nutzen, eignet es sich ausgezeichnet als Notfallinstrument für die unvorhergesehen schwierige Intubation.

4.4. Perspektiven

Die Videolaryngoskopie kann beim unerwartet schwierigen Atemweg eine sinnvolle Alternative zu gängigen supraglottischen Atemwegshilfen sein. Gerade beim C - MAC Videolaryngoskop ist nicht nur die videoassistierte, sondern auch die direkte Sicht möglich, so dass der Anwender selbst entscheiden kann, welche Sicht für ihn jeweils die optimale ist (140). Durch die flache Bauweise der aus Metall gefertigten Spatelblätter ist auch bei eingeschränkter Mundöffnung die Laryngoskopie möglich. Ein Brechen des Spatelblattes ist aufgrund dessen, im Gegensatz zu Spatelblättern aus Plastik nicht möglich. Ebenso ist ein schneller Wechsel der Spatelblätter beim C - MAC Videolaryngoskop möglich, so dass ohne großen Zeitverlust das optimale Spatelblatt verwendet werden kann. Dies ist gerade in einer kritischen Situation, wie sie z. B. bei Patienten mit morbidem Adipositas per magna und eingeschränkter pulmonaler Reserve schnell entstehen kann, von Vorteil. Eine solche

Situation kann auch schnell im präklinischen Bereich, z. B. bei beengten Platzverhältnissen entstehen. Hier kann die Videolaryngoskopie eine lebensrettende Alternative darstellen. Kleine kompakte Geräte, die jederzeit mitgeführt werden können, sind für diesen Verwendungszweck bereits konzipiert und deren Anwendungsmöglichkeiten untersucht worden (144-145). Cavus et al. untersuchten an vier Luftrettungsstandorten die Praktikabilität des C - MAC Videolaryngoskopes im präklinischen Alltag (144). 80 Patienten, darunter 45 mit schwerem Trauma inklusive Schädel- und Gesichtsverletzungen, mussten notfallmäßig intubiert werden. Bei allen Patienten war eine zügige (mittlere Intubationszeit 20 Sekunden) und suffiziente Sicherung der Atemwege möglich, wobei in nur 6 Fällen die direkte Sicht besser war als die indirekte. Dies stellt einen großen Vorteil der Videolaryngoskopie mit Macintosh - Spatelblättern, insbesondere in zeitkritischen Notfallsituationen, dar.

Daneben wird die Videolaryngoskopie die Ausbildung junger Anästhesisten revolutionieren und deutlich verbessern. Der Ausbilder kann zum einen die optimale Durchführung der endotrachealen Intubation demonstrieren und zum anderen die Intubationsversuche des Anfängers am Monitor verfolgen und gegebenenfalls korrigierend eingreifen (27, 37, 141-143). Das trägt deutlich zur Verbesserung der Patientensicherheit und des Patientenkomforts bei. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Vorteil liegt in der einfachen und effektiven Möglichkeit der Befunddokumentation zu forensischen oder zu Lehrzwecken. Aufgrund der genannten Vorzüge ist davon auszugehen, dass die Videolaryngoskopie, entsprechend der Nutzung der Videotechnik in vielen operativen Disziplinen, zukünftig zu einem Standardverfahren der Laryngoskopie avancieren wird und nicht nur als „backup - Device“ bei unerwartet schwierigem Atemweg dient.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Videolaryngoskopie die fiberoptische Intubation als Goldstandard beim bekannt schwierigen Atemweg nicht generell ersetzen kann und wird. Vor allem in der Tumorchirurgie des oropharyngealen Raumes, bei der die anatomischen Verhältnisse oft aufgehoben sind, wird die fiberoptische Wachintubation nicht zu ersetzen sein. Auch diese Technik sollte, um eine sichere Anwendung zu gewährleisten, weiterhin regelmäßig geübt werden.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden explorativen, prospektiven Cross - over Studie wurde das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh mit dem C - MAC Videolaryngoskop mit den Macintosh - Spatelblättern #3 und #4 verglichen.

Im Rahmen der Studie wurden insgesamt 150 Patienten der ASA - Risikoklassifikation I - III zwischen 20 und 86 Jahren untersucht. Die Patienten wurden nach standardisierter Narkoseinduktion und vollständiger Muskelrelaxation in randomisierter Reihenfolge nacheinander mit den drei Laryngoskopen laryngoskopiert und mit dem jeweils zuletzt verwendeten Gerät intubiert. Nach 50 Patienten erfolgte eine Zwischenauswertung die zeigte, dass bei der Anwendung der Macintosh – Technik die Videolaryngoskopie mit dem C – MAC Spatelblatt #4 keinen Vorteil gegenüber der Videolaryngoskopie mit dem Spatelblatt #3 hatte. Die Intubationstechnik für die Videolaryngoskopie mit dem Spatelblatt #4 wurde daraufhin für die verbleibenden 100 Patienten auf die im nordamerikanischen Raum weit verbreitete „straight – blade“ oder Miller – Technik geändert.

Insgesamt wurde in der Mehrzahl der Fälle bei allen verwendeten Laryngoskopen ein Cormack & Lehane Grad \leq IIa gefunden. Bei keinem Patienten wurde mit dem C - MAC Videolaryngoskop ein Cormack & Lehane Grad IV gefunden, mit dem konventionellen Laryngoskop nach Macintosh in 3 Fällen. Mehr als die Hälfte der untersuchten Patienten wiesen einen nicht optimalen Laryngoskopiebefund, d.h. einen Cormack & Lehane Grad \geq IIa auf. Mit beiden Spatelgrößen des C - MAC Videolaryngoskops konnte diese Laryngoskopiebefunde signifikant ($p < 0,001$) verbessert werden. Bei Verwendung des C-MAC Videolaryngoskops #3 in 27,7% um einen Grad und in 9,6% um zwei Grade. Durch das C-MAC Videolaryngoskop #4 mit Miller - Technik konnte die laryngoskopische Sicht in 17,2% um einen Grad, in 5,2% um zwei Grade und in ebenfalls 5,2% sogar um drei Grade verbessert werden. Von besonderem Interesse war die potentiell klinisch relevante Verbesserung der unzureichenden direkten Laryngoskopie ohne Möglichkeit der Visualisierung der Glottis (Cormack & Lehane Grad \geq III) zu einem Befund von Cormack & Lehane Grad IIb oder besser. Bei 9 Patienten wurde mit dem Macintosh Laryngoskop ein Cormack & Lehane Grad \geq III gefunden. Mit beiden Videolaryngoskop - Spatelblättern gelang auch hier eine deutliche Verbesserung der laryngoskopischen Sicht um zum Teil mehrere Grade. Aufgrund der kleinen Fallzahl war dieser Vorteil jedoch nicht statistisch signifikant. Durch zusätzliche Anwendung optimaler externer laryngealer Manipulation (OELM) konnten die Laryngoskopiebefunde bei allen untersuchten Laryngoskopen, Spatelblättern und Techniken signifikant verbessert werden ($p > 0,001$). Bei Anwendung der Miller- Technik beim C - MAC Videolaryngoskop #4 war der Vorteil am deutlichsten. Hier konnten Cormack & Lehane Grade \geq III von 12% auf 3% reduziert werden.

Der Zeitbedarf bis zum Erreichen der bestmöglichen laryngoskopischen Sicht war bei allen Geräten im Median vergleichbar. Der Intubationsvorgang dauerte jedoch mit dem C - MAC Videolaryngoskop mit beiden Spatelblättern tendenziell länger. Der Grund liegt offenbar in der anspruchsvolleren Technik mit erhöhter Koordinierungsleistung bei videoassistierten Geräten. Beim Vergleich der Anzahl der Intubationsversuche sowie des Intubationserfolges zeigte sich ein Vorteil für das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh, welcher sich aber als nicht signifikant erwies. Als Trend ließ sich erkennen, dass mit der Videolaryngoskopie mehr Versuche für eine erfolgreiche Intubation notwendig sind. Ein deutlicher Vorteil der Miller - Technik zeigte sich bei den 6 Patienten die bei Verwendung des direkten Laryngoskops nach Macintosh einen Cormack & Lehane Grad \geq III aufwiesen und mit dem C - MAC Videolaryngoskop #4 erfolgreich intubiert werden konnten. Nur bei 12 der 150 Patienten der vorliegenden Studie, inklusive 6 von 9 Patienten mit einem Cormack & Lehane Grad \geq III, war die Verwendung eines Führungsstabes notwendig. Bei der subjektiven Beurteilung der Handhabung zeigten sich zum Teil deutliche Vorteile für das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh. Während das Einführen in die Mundhöhle und die Darstellbarkeit des Kehlkopfes bei allen Laryngoskopen in etwa gleicher Häufigkeit mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet wurden, wurde das direkte Laryngoskop nach Macintosh beim Auffinden der Epiglottis, bei der Führbarkeit des Spatels und dem Anwenderkomfort signifikant besser beurteilt, was wahrscheinlich an der jahrelangen Gewöhnung an das konventionelle Laryngoskop nach Macintosh zusammenhängt.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass das C - MAC Videolaryngoskop die laryngoskopische Sicht insbesondere bei nicht optimaler Visualisierung der Glottisebene signifikant verbessern kann. Die Intubation gelingt nicht unbedingt schneller, aber sie wird wie gezeigt deutlich sicherer durch den ständig möglichen Blick auf die Spatelspitze. Zudem eignet sich das C - MAC Videolaryngoskop, aufgrund seiner Macintosh - Spatelform mit der Möglichkeit sowohl der direkten Visualisierung der Glottis, als auch der indirekten Sicht über den Monitor, hervorragend zu Ausbildungszwecken.

6. Literaturverzeichnis

1. Henderson JJ, Popat MT, Latta IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia*. 2004 Jul;59(7):675-94.
2. Krier C, Georgi R. [Airway management--is there more than one "Gold Standard"?]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2001 Apr;36(4):193-4.
3. Larsen R. Endotracheale Intubation und Laryngmaske. In: Larsen R, editor. *Anästhesie*. München, Jena: Urban und Fischer; 2002.
4. Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C. Airway Management. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästhesiol Intensivmed*. 2004;45:675-94.
5. Macewen. Clinical observations on the introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngotomy. *Br Med J* 1880;2:122-4 and 63-5.
6. Brandt L. [The history of endotracheal anesthesia, with special regard to the development of the endotracheal tube]. *Anaesthesist*. 1986 Sep;35(9):523-30.
7. Brandt L PH, Schütte H. 100 Jahre Intubationsnarkose. *Anaesthesist*. 1983;32:200-4.
8. Brandt L. Die Geschichte der Intubationsnarkose unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung des Endotrachealtubus. *Anaesthesist*. 1986;35:523-30.
9. Goerig M. Geschichte der Sicherung der Atemwege. In: Thieme, editor. *Airwaymanagement*. Stuttgart: Krier C; 2001.
10. Brand R. Historische Einführung. In: Springer, editor. *Management des schwierigen Atemwegs*. Berlin, Heidelberg, New York: Dörge, Paschen; 2004.
11. Ahnefeldt FW BL, Safar P. Die Atemspende. *Notfallmedizin, Historisches und Aktuelles* 2011. p. 26-8.
12. Wolcke B. Laryngoskope und Intubationsspatel. Dörge V PH-R, editor. Berlin Heidelberg New York 2004.
13. Kirstein A. Autoskopie der Larynx und der Trachea (Besichtigung ohne Spiegel). *Arch Laryngol Rhinol*. 1895;3:156.
14. Miller R. A new laryngoscope. *Anesthesiology*. 1941;2:317-20.
15. Macintosh R. A new laryngoscope. *Lancet*. 1943;1:205.

16. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. *Anaesthesiology*. 1991;75:1087-110.
17. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 1990 May;72(5):828-33.
18. Semm K. [Pelviscopic surgery in gynaecology (author's transl)]. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 1977 Nov;37(11):909-20.
19. Luglio G, Nelson H. Laparoscopy for colon cancer: state of the art. *Surg Oncol Clin N Am*. 2010 Oct;19(4):777-91.
20. Soulas A. [Tracheo-bronchoscopy in children]. *Fr Med*. 1956 Nov;19(11):13-4; passim.
21. Murphy P. A fibre-optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia*. 1967 Jul;22(3):489-91.
22. Soulas A. Televised bronchoscopy. *LA Presse medical*. 1956;64:97-9.
23. Levitan RM. A new tool for teaching and supervising direct laryngoscopy. *Acad Emerg Med*. 1996 Jan;3(1):79-81.
24. Henthorn RW, Reed J, Szafranski JS, Ganta R. Combining the fiberoptic bronchoscope with a laryngoscope blade aids teaching direct laryngoscopy. *Anesth Analg*. 1995 Feb;80(2):433.
25. Weiss M, Schwarz U, Dillier CM, Gerber AC. Teaching and supervising tracheal intubation in paediatric patients using videolaryngoscopy. *Paediatr Anaesth*. 2001 May;11(3):343-8.
26. Asai T, Shingu K. Use of the videolaryngoscope. *Anaesthesia*. 2004 May;59(5):513-4.
27. Kaplan MB, Ward DS, Berci G. A new video laryngoscope-an aid to intubation and teaching. *J Clin Anesth*. 2002 Dec;14(8):620-6.
28. Kaplan MB, Hagberg CA, Ward DS, Brambrink A, Chhibber AK, Heidegger T, et al. Comparison of direct and video-assisted views of the larynx during routine intubation. *J Clin Anesth*. 2006 Aug;18(5):357-62.
29. Cooper RM. Use of a new videolaryngoscope (GlideScope) in the management of a difficult airway. *Can J Anaesth*. 2003 Jun-Jul;50(6):611-3.
30. Cavus E, Kieckhaefer J, Doerges V, Moeller T, Thee C, Wagner K. The C-MAC videolaryngoscope: first experiences with a new device for videolaryngoscopy-guided intubation. *Anesth Analg*. 2010 Feb 1;110(2):473-7.

31. Ng I, Sim XL, Williams D, Segal R. A randomised controlled trial comparing the McGrath((R)) videolaryngoscope with the straight blade laryngoscope when used in adult patients with potential difficult airways. *Anaesthesia*. 2011 Aug;66(8):709-14.
32. Ray DC, Billington C, Kearns PK, Kirkbride R, Mackintosh K, Reeve CS, et al. A comparison of McGrath and Macintosh laryngoscopes in novice users: a manikin study. *Anaesthesia*. 2009 Nov;64(11):1207-10.
33. Shippey B, Ray D, McKeown D. Use of the McGrath videolaryngoscope in the management of difficult and failed tracheal intubation. *Br J Anaesth*. 2008 Jan;100(1):116-9.
34. Shippey B, Ray D, McKeown D. Case series: the McGrath videolaryngoscope--an initial clinical evaluation. *Can J Anaesth*. 2007 Apr;54(4):307-13.
35. Chalkeidis O, Kotsovolis G, Kalakonas A, Filippidou M, Triantafyllou C, Vaikos D, et al. A comparison between the Airtraq and Macintosh laryngoscopes for routine airway management by experienced anesthesiologists: a randomized clinical trial. *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2010 Mar;48(1):15-20.
36. Maharaj CH, O'Croinin D, Curley G, Harte BH, Laffey JG. A comparison of tracheal intubation using the Airtraq or the Macintosh laryngoscope in routine airway management: A randomised, controlled clinical trial. *Anaesthesia*. 2006 Nov;61(11):1093-9.
37. Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel: a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia*. 2006 Jul;61(7):671-7.
38. Maharaj CH, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Evaluation of intubation using the Airtraq or Macintosh laryngoscope by anaesthetists in easy and simulated difficult laryngoscopy--a manikin study. *Anaesthesia*. 2006 May;61(5):469-77.
39. Komatsu R, Kamata K, Sessler DI, Ozaki M. Airway scope and Macintosh laryngoscope for tracheal intubation in patients lying on the ground. *Anesth Analg*. 2010 Aug;111(2):427-31.
40. Komatsu R, Kamata K, Sessler DI, Ozaki M. A comparison of the Airway Scope and McCoy laryngoscope in patients with simulated restricted neck mobility. *Anaesthesia*. 2010 Jun;65(6):564-8.
41. Asai T. Tracheal intubation with restricted access: a randomised comparison of the Pentax-Airway Scope and Macintosh laryngoscope in a manikin. *Anaesthesia*. 2009 Oct;64(10):1114-7.
42. Suzuki A, Toyama Y, Katsumi N, Sasaki R, Hirota K, Matsumoto H, et al. [Pentax-AWS improves laryngeal view compared with Macintosh blade during laryngoscopy and facilitates easier intubation]. *Masui*. 2007 Apr;56(4):464-8.

43. Suzuki A, Hayashi D, Toyama H, Minami S, Iwasaki H. [Use of the pentax-AWS in a patient with Cormack 3a difficult airway]. *Masui*. 2007 Mar;56(3):341-4.
44. Wasem S, Roewer N, Lange M. [Videolaryngoscopy for endotracheal intubation - new developments in difficult airway management]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2009 Jul;44(7-8):502-8.
45. Cheney FW, Posner KL, Caplan RA. Adverse respiratory events infrequently leading to malpractice suits. A closed claims analysis. *Anesthesiology*. 1991 Dec;75(6):932-9.
46. American Society of Anaesthesiologist Task Force on Management of the difficult airway A. Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult airway. *Anesthesiology*. 1993;78:597-602.
47. Domino KB, Posner KL, Caplan RA, Cheney FW. Airway injury during anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 1999 Dec;91(6):1703-11.
48. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology*. 1991 Dec;75(6):1087-110.
49. Asai T, Koga K, Vaughan RS. Respiratory complications associated with tracheal intubation and extubation. *Br J Anaesth*. 1998 Jun;80(6):767-75.
50. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984 Nov;39(11):1105-11.
51. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Doyle DJ, Hung OR, Labrecque P, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth*. 1998 Aug;45(8):757-76.
52. Tse JC, Rimm EB, Hussain A. Predicting difficult endotracheal intubation in surgical patients scheduled for general anesthesia: a prospective blind study. *Anesth Analg*. 1995 Aug;81(2):254-8.
53. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth*. 1988 Aug;61(2):211-6.
54. Cass NM, James NR, Lines V. Difficult direct laryngoscopy complicating intubation for anaesthesia. *Br Med J*. 1956 Mar 3;1(4965):488-9.
55. Gerlach K, Wenzel V, von Knobelsdorff G, Steinfath M, Dorges V. A new universal laryngoscope blade: a preliminary comparison with Macintosh laryngoscope blades. *Resuscitation*. 2003 Apr;57(1):63-7.
56. Henderson JJ. The use of paraglossal straight blade laryngoscopy in difficult tracheal intubation. *Anaesthesia*. 1997 Jun;52(6):552-60.

57. McCoy EP, Mirakhur RK. The levering laryngoscope. *Anaesthesia*. 1993 Jun;48(6):516-9.
58. Miller R. A new laryngoscope. *Anesthesiology*. 1941;2:317-20.
59. Wolcke B. Laryngoskope und Intubationsspatel. In: Springer, editor. *Management des schwierigen Atemwegs*. Heidelberg: Döriges, Paschen; 2004.
60. Williams KN, Carli F, Cormack RS. Unexpected, difficult laryngoscopy: a prospective survey in routine general surgery. *Br J Anaesth*. 1991 Jan;66(1):38-44.
61. Bein B, Yan M, Tonner PH, Scholz J, Steinfath M, Döriges V. Tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia*. 2004 Dec;59(12):1207-9.
62. Wu TL, Chou HC. A new laryngoscope: the combination intubating device. *Anesthesiology*. 1994 Oct;81(4):1085-7.
63. Bjoraker DG. The Bullard intubating laryngoscopes. *Anesthesiol Rev*. 1990 Sep-Oct;17(5):64-70.
64. Pearce AC, Shaw S, Macklin S. Evaluation of the Upsherscope. A new rigid fibrescope. *Anaesthesia*. 1996 Jun;51(6):561-4.
65. 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*. 2006 Mar;50(3):298-305.
66. Rosenblatt WH, Wagner PJ, Ovassapian A, Kain ZN. Practice patterns in managing the difficult airway by anesthesiologists in the United States. *Anesth Analg*. 1998 Jul;87(1):153-7.
67. Hofstetter C, Scheller B, Flondor M, Gerig HJ, Heidegger T, Brambrink A, et al. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for elective endotracheal intubation. *Anaesthesist*. 2006 May;55(5):535-40.
68. Van Zundert AA, Hermans B, Kuczkowski KM. Successful use of a videolaryngoscope in a patient with carcinoma of the oropharynx and obstructed airway. *Minerva Anesthesiol*. 2009 Jul-Aug;75(7-8):475-6.
69. Asai T, Matsumoto S, Fujise K, Johmura S, Shingu K. Comparison of two Macintosh laryngoscope blades in 300 patients. *Br J Anaesth*. 2003 Apr;90(4):457-60.
70. Goldmann K, Kalmus G, Steinfeldt T, Friedrich I, Wulf H. [Video laryngoscopy for modified rapid sequence induction of anaesthesia: Sellick manoeuvre with and without video laryngoscopic control]. *Anaesthesist*. 2006 Apr;55(4):407-13.

71. Jungbauer A, Schumann M, Brunkhorst V, Borgers A, Groeben H. Expected difficult tracheal intubation: a prospective comparison of direct laryngoscopy and video laryngoscopy in 200 patients. *Br J Anaesth.* 2009 Apr;102(4):546-50.
72. Bellhouse CP, Dore C. Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intensive Care.* 1988 Aug;16(3):329-37.
73. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* 1985 Jul;32(4):429-34.
74. Samssoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia.* 1987 May;42(5):487-90.
75. Macintosh R. Laryngoscope blades. *Lancet.* 1944.
76. Horton. Position of Macintosh blade during laryngoscopy. *Br J of Anaesth* 1988.
77. Magill IW. Technique in Endotracheal Anaesthesia. *Br Med J.* 1930 Nov 15;2(3645):817-9.
78. Salem MR, Mathrubhutham M, Bennett EJ. Difficult intubation. *N Engl J Med.* 1976 Oct 14;295(16):879-81.
79. King TA, Adams AP. Failed tracheal intubation. *Br J Anaesth.* 1990 Sep;65(3):400-14.
80. Arai T, Nagaro T, Nitta K. [Management of the difficult endotracheal intubation; advantages of the Miller blade and a facilitated nasotracheal intubation with a fiberoptic bronchoscope]. *Masui.* 1987 Jul;36(7):1112-6.
81. Bellhouse CP. An angulated laryngoscope for routine and difficult tracheal intubation. *Anesthesiology.* 1988 Jul;69(1):126-9.
82. Bonfils P. [Difficult intubation in Pierre-Robin children, a new method: the retromolar route]. *Anaesthesist.* 1983 Jul;32(7):363-7.
83. Crinquette V, Vilette B, Solanet C, Louguet F, Chevalier D, Piquet JJ, et al. [Use of the PVC, a laryngoscope for difficult intubation]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1991;10(6):589-94.
84. Yentis SM, Lee DJ. Evaluation of an improved scoring system for the grading of direct laryngoscopy. *Anaesthesia.* 1998 Nov;53(11):1041-4.
85. Hagberg C. Handbook of difficult airway management. Churchill Livingstone 2000.
86. Stoelting R. Results of APSF survey regarding anesthesia patient safety issues. *Anaesthesia Patient Safety Foundation, Newsletter* 1999. 1999;13:6-7.

87. Eindhoven GB, Dercksen B, Regtien JG, Borg PA, Wierda JM. A practical clinical approach to management of the difficult airway. *Eur J Anaesthesiol Suppl.* 2001;23:60-5.
88. Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J, Crinquette V, Cros AM, Dubreuil M, et al. Difficult intubation. French Society of Anesthesia and Intensive Care. A collective expertise. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1996;15(2):207-14.
89. Frova G. [The difficult intubation and the problem of monitoring the adult airway. Italian Society of Anesthesia, Resuscitation, and Intensive Therapy (SIAARTI)]. *Minerva Anesthesiol.* 1998 Sep;64(9):361-71.
90. Caplan RB, JL; Berry, FA. Practice guidelines for management of the difficult airway: A report by the American Society of Anesthesiologists Task force on Management of the difficult airway. *Anesthesiology.* 1993;78:597-602.
91. Caplan R, Benumoff, JL., Berry, FA. A practice guidelines for management of difficult airway (amended version). www.asahq.org/PublicationsAndServices/. 2002.
92. Braun U, Goldmann, K., Hempel, V., Krier, C. Airway Management. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed.* 2004;45:302-6.
93. Timmerman A, Byhahn, C., Wenzel, V., Eich, V.C., Piepho T, Bernhard, M., Dörge, V. Handlungsempfehlungen für das präklinische Atemwegsmanagement. *DGAInfo.* 2012:1-15.
94. Desmonts JM, Duncan PG. A perspective on studies of anaesthesia morbidity and mortality. *Eur J Anaesthesiol Suppl.* 1993;7:33-41.
95. Holland R. Anesthesia-related mortality in Australia. *Int Anesthesiol Clin.* 1984 Summer;22(2):61-71.
96. Tiret L, Desmonts JM, Hatton F, Vourc'h G. Complications associated with anaesthesia--a prospective survey in France. *Can Anaesth Soc J.* 1986 May;33(3 Pt 1):336-44.
97. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology.* 2005 Jul;103(1):33-9.
98. Cheney F. Changing trends in anesthesia-related death and permanent brain damage. *ASA Newsletter.* 2002;66:6-8.
99. Georgi R, Pothmann, W., Krier, C. Sicherung des schwierigen Atemweges. Stuttgart: Thieme; 2001.
100. Rocke DA, Murray WB, Rout CC, Gouws E. Relative risk analysis of factors associated with difficult intubation in obstetric anesthesia. *Anesthesiology.* 1992 Jul;77(1):67-73.

101. Lyons G. Failed intubation. Six years' experience in a teaching maternity unit. *Anaesthesia*. 1985 Aug;40(8):759-62.
102. Currie M. A prospective survey of anaesthetic critical events in a teaching hospital. *Anaesth Intensive Care*. 1989 Nov;17(4):403-11.
103. Reber A, Hauenstein L, Echternach M. [Laryngopharyngeal morbidity following general anaesthesia. Anaesthesiological and laryngological aspects]. *Anaesthesist*. 2007 Feb;56(2):177-89; quiz 90-1.
104. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg*. 2004 Aug;99(2):607-13, table of contents.
105. Deller A. [Incidence and predictability of difficult intubation]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 1995 May;30(3):169-71.
106. Mashour GA, Stallmer ML, Kheterpal S, Shanks A. Predictors of difficult intubation in patients with cervical spine limitations. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2008 Apr;20(2):110-5.
107. Arne J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth*. 1998 Feb;80(2):140-6.
108. Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy JL, Fournier JL, Plaisance P, et al. The intubation difficulty scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology*. 1997 Dec;87(6):1290-7.
109. el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD. Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesth Analg*. 1996 Jun;82(6):1197-204.
110. Rose DK, Cohen MM. The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth*. 1994 May;41(5 Pt 1):372-83.
111. Gerlach K, Dorges V, Uhlig T. [Difficult airway management]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2006 Feb;41(2):93-118; quiz 9-23.
112. Dorges V, Bein B. [Clinical management of the difficult airway]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2006 Sep;41(9):564-75.
113. Hagberg C, Vogt-Haremkamp C, Bogomolny Y, Ellis S, Nguyen T. A comparison of laryngoscopy techniques using the video laryngoscope and the traditional Macintosh laryngoscope in potentially difficult to intubate patients. *Anesth Analg*. 2005:212.
114. Williamson R. Difficult laryngoscopy. *Br J Anaesth*. 1992 Jan;68(1):117-8.

115. Stroumpoulis K, Pagoulatou A, Violari M, Ikonomou I, Kalantzi N, Kastrinaki K, et al. Videolaryngoscopy in the management of the difficult airway: a comparison with the Macintosh blade. *Eur J Anaesthesiol.* 2009 Mar;26(3):218-22.
116. Benumof JL, Cooper SD. Quantitative improvement in laryngoscopic view by optimal external laryngeal manipulation. *J Clin Anesth.* 1996 Mar;8(2):136-40.
117. Ulrich B, Listyo R, Gerig HJ, Gabi K, Kreienbuhl G. [The difficult intubation. The value of BURP and 3 predictive tests of difficult intubation]. *Anaesthesist.* 1998 Jan;47(1):45-50.
118. Knill RL. Difficult laryngoscopy made easy with a "BURP". *Can J Anaesth.* 1993 Mar;40(3):279-82.
119. Hirabayashi Y, Otsuka Y. The BURP manoeuvre for better glottic view using the paediatric GlideScope. *Anaesthesia.* 2010 Aug;65(8):862-3.
120. Lam AM. The difficult airway and BURP--a truly Canadian perspective. *Can J Anaesth.* 1999 Mar;46(3):298-9.
121. Takahata O, Kubota M, Mamiya K, Akama Y, Nozaka T, Matsumoto H, et al. The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg.* 1997 Feb;84(2):419-21.
122. Serocki G, Bein B, Scholz J, Dorges V. Management of the predicted difficult airway: a comparison of conventional blade laryngoscopy with video-assisted blade laryngoscopy and the GlideScope. *Eur J Anaesthesiol.* 2010 Jan;27(1):24-30.
123. Armstrong J, John J, Karsli C. A comparison between the GlideScope Video Laryngoscope and direct laryngoscope in paediatric patients with difficult airways - a pilot study. *Anaesthesia.* 2010 Apr;65(4):353-7.
124. Cooper RM, Pacey JA, Bishop MJ, McCluskey SA. Early clinical experience with a new videolaryngoscope (GlideScope) in 728 patients. *Can J Anaesth.* 2005 Feb;52(2):191-8.
125. Hagberg C, Matuszak, M., Ellis, S., Iannucci, D. A randomized comparison of laryngoscopy techniques using the video laryngoscope and the traditional laryngoscope in obese patients. *Anesthesiology.* 2003;103:A1421.
126. Niforopoulou P, Pantazopoulos, I. Video-Laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 2010;54:1050-61.
127. Marrel J, Blanc C, Frascarolo P, Magnusson L. Videolaryngoscopy improves intubation condition in morbidly obese patients. *Eur J Anaesthesiol.* 2007 Dec;24(12):1045-9.

128. van Zundert A, Maassen R, Lee R, Willems R, Timmerman M, Siemonsma M, et al. A Macintosh laryngoscope blade for videolaryngoscopy reduces stylet use in patients with normal airways. *Anesth Analg*. 2009 Sep;109(3):825-31.
129. Weiss M, Hartmann K, Fischer JE, Gerber AC. Use of angulated video-intubation laryngoscope in children undergoing manual in-line neck stabilization. *Br J Anaesth*. 2001 Sep;87(3):453-8.
130. Cavus E, Thee C, Moeller T, Kieckhaefer J, Doerges V, Wagner K. A randomised, controlled crossover comparison of the C-MAC videolaryngoscope with direct laryngoscopy in 150 patients during routine induction of anaesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2011;11:6.
131. Levitan RM, Heitz JW, Sweeney M, Cooper RM. The complexities of tracheal intubation with direct laryngoscopy and alternative intubation devices. *Ann Emerg Med*. 2011 Mar;57(3):240-7.
132. Lee RA, van Zundert AA, Maassen RL, Willems RJ, Beeke LP, Schaaper JN, et al. Forces applied to the maxillary incisors during video-assisted intubation. *Anesth Analg*. 2009 Jan;108(1):187-91.
133. Maassen R, Lee R, van Zundert A, Cooper R. The videolaryngoscope is less traumatic than the classic laryngoscope for a difficult airway in an obese patient. *J Anesth*. 2009;23(3):445-8.
134. Maassen R, Lee R, Hermans B, Marcus M, van Zundert A. A comparison of three videolaryngoscopes: the Macintosh laryngoscope blade reduces, but does not replace, routine stylet use for intubation in morbidly obese patients. *Anesth Analg*. 2009 Nov;109(5):1560-5.
135. Cooper RM. Complications associated with the use of the GlideScope videolaryngoscope. *Can J Anaesth*. 2007 Jan;54(1):54-7.
136. Hsu WT, Hsu SC, Lee YL, Huang JS, Chen CL. Penetrating injury of the soft palate during GlideScope intubation. *Anesth Analg*. 2007 Jun;104(6):1609-10; discussion 11.
137. Hirabayashi Y. Pharyngeal injury related to GlideScope videolaryngoscope. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007 Jul;137(1):175-6.
138. Cross P, Cytryn J, Cheng KK. Perforation of the soft palate using the GlideScope videolaryngoscope. *Can J Anaesth*. 2007 Jul;54(7):588-9.
139. Vincent RD, Jr., Wimberly MP, Brockwell RC, Magnuson JS. Soft palate perforation during orotracheal intubation facilitated by the GlideScope videolaryngoscope. *J Clin Anesth*. 2007 Dec;19(8):619-21.
140. Cavus E, Neumann T, Doerges V, Moeller T, Scharf E, Wagner K, et al. First clinical evaluation of the C-MAC D-Blade videolaryngoscope during routine and difficult intubation. *Anesth Analg*. 2011 Feb;112(2):382-5.

141. Boedeker BH, Berg BW, Bernhagen M, Murray WB. Direct versus indirect laryngoscopic visualization in human endotracheal intubation: a tool for virtual anesthesia practice and teleanesthesiology. *Stud Health Technol Inform.* 2008;132:31-6.
142. Kaplan MB, Ward D, Hagberg CA, Berci G, Hagiike M. Seeing is believing: the importance of video laryngoscopy in teaching and in managing the difficult airway. *Surg Endosc.* 2006 Apr;20 Suppl 2:S479-83.
143. Low D, Healy D, Rasburn N. The use of the BERCI DCI Video Laryngoscope for teaching novices direct laryngoscopy and tracheal intubation. *Anaesthesia.* 2008 Feb;63(2):195-201.
144. Cavus E, Callies A, Doerges V, Heller G, Merz S, Rosch P, et al. The C-MAC videolaryngoscope for prehospital emergency intubation: a prospective, multicentre, observational study. *Emerg Med J.* 2011 Aug;28(8):650-3.
145. Noppens RR, Mobus S, Werner C, Piepho T. [Airway management in a patient with immobilized cervical spine. Preclinical use of the McGrath video-laryngoscope]. *Anaesthesist.* 2009 May;58(5):469-73.

7. Anhang

7.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Seite
Abbildung 1: Metallspiraltuben.....	1
Abbildung 2: Erste erhältliche Videolaryngoskope	3
Abbildung 2: Erste erhältliche Videolaryngoskope	4
Abbildung 3: Neueste Videolaryngoskope.....	5
Abbildung 4: Weitere Videolaryngoskope.....	6
Abbildung 5: Hilfsmittel zum Management des schwierigen Atemwegs.....	7
Abbildung 5: Hilfsmittel zum Management des schwierigen Atemwegs.....	8
Abbildung 6: traditionelles Laryngoskop nach Macintosh.....	12
Abbildung 7 : C-MAC Videolaryngoskop	13
Abbildung 8: Blickwinkel und Krümmung der Spatelblätter #3 und #4 des C-MAC.....	14
Abbildung 9: Handhabung des Macintosh- Laryngoskops	16
Abbildung 10: Miller- Technik.....	17
Abbildung 10: Miller- Technik.....	18
Abbildung 11: Klassifikation nach Mallampati modifiziert nach Samsoon und Young.....	22
Abbildung 12: Klassifikation nach Cormack & Lehane modifiziert nach Yentis & Lee.....	24
Abbildung 13: schematisierte Darstellung der Klassifikation nach Cormack & Lehane	25
Abbildung 14 : Laryngoskopiebefunde (ohne OELM).....	30
Abbildung 15: Einfluß der externen laryngealen Manipulation	33
Abbildung 16: Laryngoskopiedauer	35
Abbildung 17: Intubationszeit.....	37
Abbildung 18: Beurteilung „Einführung des Laryngoskops“ und „Auffinden der Epiglottis“ ...	38
Abbildung 19: Beurteilung der „Darstellung des Kehlkopfes“ und „Führbarkeit des Spatels“	39
Abbildung 20: Beurteilung des „Anwenderkomforts“	39

7.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle	Seite
Tabelle 1: Demographische Daten	28
Tabelle 2: Prädiktoren des schwierigen Atemwegs	29
Tabelle 3 : Laryngoskopiebefunde bei Patienten mit schwieriger direkter Laryngoskopie	32
Tabelle 4: Verbesserung der Laryngoskopiebefunde durch OELM	34
Tabelle 5: Anzahl der Intubationsversuche und Erfolg	36
Tabelle I: Laryngoskopiebefunde ohne und mit OELM.....	70
Tabelle II: Zeitbedarf zur Durchführung der Laryngoskopie	70
Tabelle III: Handhabung der Laryngoskope.....	71
Tabelle IV: Klinische Parameter.....	72

7.3. Tabellen

Verwendetes Laryngoskop	Laryngoskopische Sicht (nach Cormack & Lehane modifiziert nach Yentis & Lee)				
	C/L1	C/L2a	C/L2b	C/L3	C/L4
DL	63 (42)	49 (32,7)	17 (11,3)	18 (12)	3 (2)
DL+ OELM	115 (76,6)	19 (12,7)	7 (4,7)	6 (4)	3 (2)
C-MAC3	72 (48)	40 (26,7)	20 (13,3)	14 (9,3)	0
C-MAC3+ OELM	111 (74)	22 (14,7)	9 (6)	4 (2,7)	0 (0)
C-MAC4	21 (42)	16 (32)	10 (20)	3 (6)	0 (0)
C-MAC4+ OELM	37 (74)	10 (20)	2 (4)	1 (2)	0 (0)
C-MAC M	43 (43)	33 (33)	12 (12)	12 (12)	0 (0)
C-MAC M+ OELM	73 (73)	19 (19)	5 (5)	3 (3)	0 (0)

Tabelle I: Laryngoskopiebefunde ohne und mit OELM
Absolute Zahl (Prozent)

	Median	MW ±	Min. – Max.
DL	7	12,2 ± 6,8	3 – 45
C-MAC #3	8	13,1 ± 9,3	3 – 53
C-MAC #4	9	12,6 ± 10,2	4 – 58
C-MAC #4M	8	11,8 ± 10,0	2 - 70

Tabelle II: Zeitbedarf zur Durchführung der Laryngoskopie

Median, Mittelwert ± Standardabweichung, Minimum - Maximum in Sekunden

	Direkte Laryngoskopie n= 150	C-MAC #3 n= 150	C-MAC #4 Macintosh- Technik n= 50	C-MAC #4 Miller- Technik n= 100
Einführung in die Mundhöhle				
„sehr gut“	94 (62,7)	79 (54,1)	22 (44)	50 (50)
„gut“	48 (32)	55 (37,7)	23 (46)	41 (41)
„mäßig“	8 (5,3)	11 (7,5)	5 (10)	9 (9)
„schlecht“	0 (0)	1 (0,7)	0 (0)	0 (0)
Affinden der Epiglottis				
„sehr gut“	92 (61,3)	74 (50,7)	21 (42)	54 (54)
„gut“	44 (29,3)	49 (33,6)	22 (44)	35 (35)
„mäßig“	9 (6)	22 (15,1)	6 (12)	11 (11)
„schlecht“	5 (3,3)	1 (0,7)	1 (2)	0 (0)
Darstellung des Kehlkopfes				
„sehr gut“	70 (46,7)	69 (47,3)	19 (38)	44 (44)
„gut“	54 (36)	50 (34,2)	23 (46)	35 (35)
„mäßig“	19 (12,7)	21 (14,4)	7 (14)	18 (18)
„schlecht“	7 (4,7)	6 (4,1)	1 (2)	3 (3)
Führbarkeit des Spatels				
„sehr gut“	100 (66,7)	76 (52,1)	18 (36)	41 (41)
„gut“	44 (29,3)	57 (39)	29 (58)	45 (45)
„mäßig“	6 (4)	13 (8,9)	3 (6)	14 (14)
„schlecht“	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Anwenderkomfort				
„sehr gut“	81 (54)	58 (39,7)	15 (30)	37 (37)
„gut“	63 (42)	72 (49,3)	33 (66)	46 (46)
„mäßig“	5 (3,3)	15 (10,3)	2 (4)	16 (16)
„schlecht“	1 (0,7)	1 (0,7)	0 (0)	1 (1)
Allgemeine Handhabung				
„sehr gut“	85 (56,7)	64 (43,8)	12 (24)	42 (42)
„gut“	54 (36)	63 (43,2)	35 (70)	43 (43)
„mäßig“	10 (6,7)	17 (11,6)	3 (6)	12 (12)
„schlecht“	1 (0,7)	2 (1,4)	0 (0)	3 (3)

Tabelle III: Handhabung der Laryngoskope

	Direkte Laryngoskopie (n = 49)	C-MAC Video- laryngoskop #3 (n = 40)	C-MAC Video- laryngoskop #4 (n = 16)	C-MAC Video- laryngoskop #4 Miller- Technik (n = 45)
HF; Schläge/ min				
Ausgangswerte	72 ± 11,4 (50 – 96)	73 ± 9,9 (58 – 94)	70 ± 8,4 (54 – 80)	71 ± 12,1 (50 – 98)
Nach 3 Minuten Präoxygenierung	72 ± 10,7 (52 – 98)	71 ± 7,7 (59 – 95)	70 ± 9,3 (46 – 80)	70 ± 12,2 (45 – 97)
Nach Laryngoskopie	73 ± 12,9 (52 – 105)	69 ± 7,8 (53 – 83)	70 ± 9,3 (52 – 82)	68 ± 12,9 (45 – 96)
Sofort nach Intubation	75 ± 12,5 (50 – 106)	70 ± 9,9 (52 – 95)	74 ± 13,8 (57 – 110)	68 ± 12,4 (43 – 98)
5 Minuten nach Intubation	66 ± 10,7 (42 – 89)	66 ± 10,8 (50 – 91)	67 ± 14,9 (45 – 98)	63 ± 10,3 (43 – 88)
MAP; mmHg				
Ausgangswerte	85 ± 11,2 (62 – 109)	84 ± 13,8 (60 – 110)	83 ± 7,5 (68 – 98)	88 ± 11,6 (65 – 121)
Nach 3 Minuten Präoxygenierung	84 ± 11,2 (60 – 113)	81 ± 13,3 (62 – 108)	81 ± 9,2 (68 – 98)	85 ± 11,5 (62 – 125)
Nach Laryngoskopie	80 ± 12,1 (54 – 112)	74 ± 12,8 (54 – 104)	78 ± 9,8 (62 – 97)	81 ± 13,3 (58 – 125)
Sofort nach Intubation	80 ± 14,4 (56 – 141)	74 ± 12,3 (50 – 103)	83 ± 19,1 (62 – 143)	78 ± 15,9 (54 – 126)
5 Minuten nach Intubation	71 ± 10,7 (51 – 100)	71 ± 10,4 (54 – 100)	73 ± 12,3 (54 – 92)	72 ± 14,1 (40 – 124)
SpO₂; %				
Ausgangswerte	97 ± 2,5 (91 – 100)	97 ± 2,6 (87 – 100)	97 ± 2,0 (93 – 100)	97 ± 2,3 (92 – 100)
Nach 3 Minuten Präoxygenierung	99 ± 0,9 (96 – 100)	99 ± 0,4 (99 – 100)	99 ± 0,7 (98 – 100)	99 ± 0,8 (95 – 100)
Nach Laryngoskopie	99 ± 0,8 (96 – 100)	99 ± 1,7 (91 – 100)	99 ± 1,3 (96 – 100)	99 ± 0,8 (96 – 100)
Sofort nach Intubation	99 ± 0,9 (95 – 100)	98 ± 4,5 (73 – 100)	99 ± 1,9 (93 – 100)	99 ± 0,8 (97 – 100)
5 Minuten nach Intubation	99 ± 0,5 (97 – 100)	99 ± 4,9 (71 – 100)	99 ± 1,1 (96 – 100)	99 ± 0,9 (96 – 100)

Tabelle IV: Klinische Parameter

7.4. Aufklärungsbogen und Einverständniserklärung



Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
(Direktor: Prof. Dr. med. J. Scholz)
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

Aufklärungsbogen für Patienten

„Evaluation der Laryngoskopie -und Intubationsbedingungen mit Hilfe verschiedener Videolaryngoskopiespatel (C-MAC Videolaryngoskop® , Spatelgröße 3 u. 4)“

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient!

Sie müssen sich einem operativen Eingriff in Vollnarkose unterziehen. Im Prämedikationsgespräch und im Aufklärungsbogen zur Narkose haben wir Ihnen ausführlich dargestellt, wie eine Vollnarkose durchgeführt wird und welche Risiken damit verbunden sind.

Da der bei Ihnen geplante operative Eingriff eine Intubationsnarkose erfordert, bitten wir Sie, an einer klinischen Untersuchung teilzunehmen, die verschiedene Videolaryngoskopspatel auf ihre Eignung zur Sichtbarmachung des Kehlkopfeinganges bzw. zur darauf folgenden Intubation vergleicht.

Individuelle Erläuterungen:

Zum Einführen (Intubation) des sog. Endotrachealtubus („Beatmungsschlauch“) wird routinemäßig ein sogenanntes Laryngoskop verwendet. Mit diesem Gerät kann der Anästhesist den Kehlkopfeingang einsehen. Nicht bei jedem Patienten ist die Sicht auf den Kehlkopfeingang in vollem Umfang gegeben. Die Intubation kann in diesen Fällen erschwert sein und mit einem erhöhten Risiko von Verletzungen einhergehen. Es sind daher Videolaryngoskope mit verschiedenen Spatelgrößen entwickelt worden, die die Sichtbarkeit der Stimmbandebene und damit die Intubationsbedingungen verbessern sollen und somit die Patientensicherheit erhöhen können.

Zwei gängige Spatelgrößen eines bereits seit einiger Zeit zur Anwendung am Patienten zugelassenen Videolaryngoskops möchten wir auf ihre Eignung zur Laryngoskopie, Intubation und auf die allgemeine Handhabung vergleichend untersuchen.

Hierzu werden Sie zufällig einer der Untersuchungsgruppen zugeteilt, um eine statistische Aufarbeitung der gewonnenen Daten zu ermöglichen. Nach der üblichen Narkoseeinleitung wird dann bei Ihnen mit zwei verschiedenen Videolaryngoskopspateln nacheinander die Laryngoskopie im Vergleich zum konventionellen Standard-Laryngoskopspatel durchgeführt, die Intubation erfolgt wie im Normalfall lediglich einmal.

Die Risiken entsprechen bei allen Verfahren dem allgemeinen Risiko der Vollnarkose. Die Untersuchung hat keinen Einfluss auf unsere Narkosemittelwahl und nach menschlichem Ermessen werden Ihnen somit auch keine Nachteile entstehen. Sollte mit den aufgeführten Videolaryngoskopiegeräten keine ausreichende Darstellbarkeit der Stimmbandebene möglich sein, wird ein vorher festgelegtes, allgemein übliches Verfahren zur Sicherstellung der Beatmung durchgeführt (z.B. Einlegen einer Larynxmaske, fiberoptische Intubation).

Einverständniserklärung



Patientenklebchen

Hiermit erteile ich mein Einverständnis zur Teilnahme an der Studie:

„Evaluation der Laryngoskopie -und Intubationsbedingungen mit Hilfe verschiedener Videolaryngoskopspatel (C-MAC Videolaryngoskop®, Spatelgröße 3 u. 4)“

Über die Zielsetzung, Durchführung und Risiken der Untersuchung bin ich schriftlich in einem gesonderten Informationsblatt und im persönlichen Gespräch mit dem

Untersucher: am aufgeklärt worden.

Bei diesem Gespräch ergaben sich folgende zusätzlichen Aspekte:

Mir ist bekannt, daß ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen von der Untersuchung zurücktreten kann, ohne dass mir daraus in meiner Behandlung irgendwelche Nachteile entstehen würden.

(Datum) (Patient)

(Datum) (Untersucher)

7.5. Erhebungsbogen

Erhebungsbogen C-MAC[®] - Videolaryngoskop (Mac 3 / Mac 4 Spatel)

Randomisierung Laryngoskopiereihenfolge: C-MAC[®] Video-Laryngoskop Mac 3
 C-MAC[®] Video-Laryngoskop Mac 4
 direkte Laryngoskopie (Mac 3)

unvorhergesehene schwierige Intubation

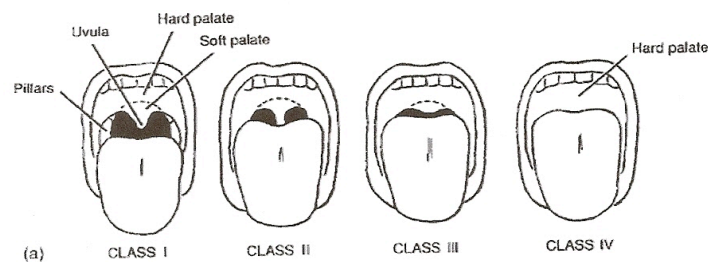
Patientennummer / Patientenkleber:

Datum:

Initialen	Geschlecht <input type="checkbox"/> w <input type="checkbox"/> m	Alter	Jahre
Eingriff	ASA (I-III)	Körpergewicht	kg
Prämedikation		Körpergröße	cm

Prädiktoren der schwierigen Intubation

Mallampati (I-IV)



Reklinierbarkeit (Bellhouse) $>15^\circ$ $<15^\circ$

Mundöffnung (cm)

Thyreo-mentaler Abstand (cm)

Bekannt schwierige Laryngoskopie/Intubation:

Zahnstatus:

Standardisierte Narkoseeinleitung:

Propofol 2 mg/kgKG

Remifentanyl 0,3 µg/kgKG/min

Rocuronium 0,6 mg/kgKG

alternativ:

alternativ:

alternativ

Relaxometrie, Laryngoskopie nach vollständiger Relaxierung!

Klinische Parameter

Ausgangswerte	SaO ₂ :	MAP:	HF:
Nach Präoxygenierung (3 min.)	SaO ₂ :	MAP:	HF:
Nach Laryngoskopie	SaO ₂ :	MAP:	HF:
Nach Zwischenbeatmung	SaO ₂ :	MAP:	HF:
Sofort nach Intubation	SaO ₂ :	MAP:	HF:
5 min. nach Intubation	SaO ₂ :	MAP:	HF:

Beurteilung der laryngoskopischen Darstellbarkeit

Direkte Laryngoskopie mittels Macintosh/Handgrifflaryngoskopie Mac 3 Mac 4

ohne Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV

mit Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV
z.B. BURP

Indirekte Laryngoskopie mittels C-MAC® Videolaryngoskop Mac 3

ohne Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV

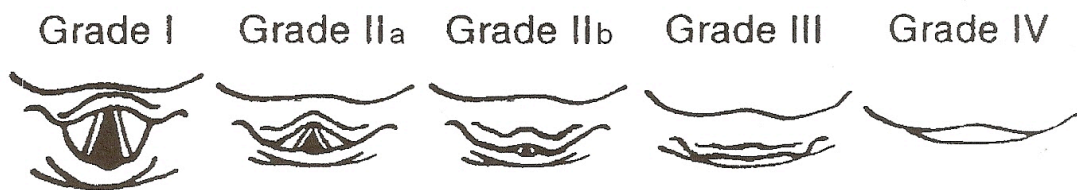
mit Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV
z.B. BURP

Indirekte Laryngoskopie mittels C-MAC®-Videolaryngoskop Mac 4

ohne Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV

mit Manipulation Grad I Grad IIa Grad IIb Grad III Grad IV
z.B. BURP

Laryngoskopische Sicht: Cormack/Lehane, mod. nach Yentis/Lee



Handhabung des Laryngoskops/Macintosh	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Einführen in die Mundhöhle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auffinden der Epiglottis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darstellung des Kehlkopfs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Führbarkeit des Spatels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anwenderkomfort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitbedarf (in-die Hand-nehmen bis optimale Laryngoskopie):	min:	sec:		
Hinweis auf Verletzung (z.B. Blutanhaftung):	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, nämlich:		
Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Handhabung C-MAC Videolaryngoskop Mac 3	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Einführen in die Mundhöhle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auffinden der Epiglottis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darstellung des Kehlkopfs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Führbarkeit des Spatels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anwenderkomfort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitbedarf (in-die Hand-nehmen bis optimale Laryngoskopie):	min:	sec:		
Hinweis auf Verletzung (z.B. Blutanhaftung):	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, nämlich:		
Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Handhabung C-MAC Videolaryngoskop Mac 4	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Einführen in die Mundhöhle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auffinden der Epiglottis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darstellung des Kehlkopfs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Führbarkeit des Spatels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anwenderkomfort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitbedarf (in-die Hand-nehmen bis optimale Laryngoskopie):	min:	sec:		
Hinweis auf Verletzung (z.B. Blutanhaftung):	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, nämlich:		
Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zeitbedarf für die Intubation („in-die-Hand-nehmen“ – erfolgreiche endotracheale Platzierung)	min:	sec:
---	-------------	-------------

Anzahl der Intubationsversuche:	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	>3 <input type="checkbox"/>
--	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

Wechsel des Verfahrens nach 3 erfolglosen Intubationsversuchen <input type="checkbox"/>	→
--	----------

Bemerkungen:

8. Danksagung

Mein persönlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. V. Dörges für die Überlassung des Themas, die kontinuierliche Förderung dieser Untersuchung und die wertvollen Anregungen bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit.

Herrn PD Dr. med. K. W. Wagner, Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Klinikum Süd in Rostock, möchte ich für die Motivation und die Möglichkeit der Durchführung der Promotion im Rahmen meiner regulären Arbeitszeit als Facharzt für Anästhesie, sowie für die Überlassung von Arbeitsmitteln danken.

Mein besonderer Dank gilt PD Dr. med. E. Cavus, Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin des Universitätsklinikums Schleswig- Holstein, Campus Kiel, für die Unterstützung bei der Aufarbeitung der erhobenen Daten.

Frau Helga Krentz Mitarbeiterin der Universität Rostock, Institut für medizinische Informatik und Biometrie gilt mein Dank für die wertvollen Ratschläge hinsichtlich der statistischen Auswertung dieser Arbeit.

Allen ärztlichen Kollegen und Pflegekräften der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Klinikums Süd in Rostock danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei der Erhebung der Daten.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, Wolfgang und Erika Möller für die Jahre der Unterstützung in Studium und Ausbildung und die unendliche Geduld die sie auch in schwierigen Situationen immer wieder bewiesen haben.

Genauso möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, die mir Motivationstrainer und Aufbauhilfe waren, wenn ich nicht weiter wusste.

9. Lebenslauf

Name: Thora Möller
Geboren am: 05.03.1974 in Rostock
Familienstand: ledig

Schulbildung:

1980 – 1982	6. POS „John Brinkmann“ Rostock
1982 – 1990	9. POS “Clara Zetkin” Rostock, Abschluss mit mittlerer Reife
1990 – 1992	Herder Oberschule, Rostock, Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

Studium:

10/1992 – 11/1999	Studium der Humanmedizin in Rostock
11/1999	3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

ärztliche Tätigkeit:

1/2000 – 6/2001	Arzt im Praktikum, Dietrich Bonhoeffer- Klinikum Neubrandenburg, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
7/2001 – 8/2006	Assistenzarzt, Dietrich Bonhoeffer- Klinikum Neubrandenburg, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
4/2003 – 9/2003	Assistenzarzt im Rahmen der Verbundweiterbildung Müritz- Klinikum Waren Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
Seit 9/2006	Assistenzarzt am Klinikum Süd in Rostock Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
22.11.2006	Facharzt für Anästhesie

10. Veröffentlichungen

1. Cavus, E., Kieckhaefer, J., Doerges, V., Moeller, T., Thee, C., Wagner, K.
The C-MAC videolaryngoscope: first experiences with a new device for videolaryngoscopy-guided intubation. *Anesth Analg*, 2010. 110(2): p. 473-7.
2. Cavus, E., Neumann, T., Doerges, V., Moeller, T., Scharf, E., Wagner, K., Bein, B., Serocki, G., First clinical evaluation of the C-MAC D-Blade videolaryngoscope during routine and difficult intubation. *Anesth Analg*, 2011. 112(2): p. 382-5.
3. Cavus, E., Thee, C., Moeller, T., Kieckhaefer, J., Doerges, V., Wagner, K.
A randomised, controlled crossover comparison of the C-MAC videolaryngoscope with direct laryngoscopy in 150 patients during routine induction of anaesthesia. *BMC Anesthesiol*, 2011. 11: p. 6.