

Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Universität zu Lübeck

Direktor: Prof. Dr. med. P. Schmucker

**Airway - Management bei in-line-Positionierung des Kopfes durch
Orthese der Halswirbelsäule.**

**Vergleich der Handhabung der endotrachealen Intubation
mittels Intubationslarynxmaske, Macintosh-Laryngoskop und
starrem Intubationsendoskop nach Bonfils.**

Eine prospektive, randomisierte Studie.

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
aus der Medizinischen Fakultät

vorgelegt von Andrej Panasenko
aus St. Smijew (Ukraine)

Lübeck 2008

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Klaus Gerlach

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Jan Gliemroth

Tag der mündlichen Prüfung: 14.10.2008

zum Druck genehmigt. Lübeck, den 14.10.2008

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach

- Dekan der Medizinischen Fakultät -

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Allgemeines	1
1.2.	Diagnostik des schwierigen Atemweges.....	2
1.3.	Biomechanik der HWS bei der Laryngoskopie und der Intubation.....	9
1.4.	Intubation bei immobilisierter Halswirbelsäule - Präklinische Versorgung.....	12
1.5.	Intubation bei immobilisierter HWS – Klinische Versorgung	13
1.6.	In der Untersuchung eingesetzte Geräte	14
1.6.1.	Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop	14
1.6.2.	Intubationslarynxmaske (ILMA, Fastrach®).....	15
1.6.3.	Intubation mit Hilfe des starren Endoskops nach Bonfils.....	16
1.7.	Fragestellung	17
2.	Methodik	18
2.1.	Patientenkollektiv	18
2.2.	Studienprotokoll	19
2.2.1.	Beschreibung der Untersuchungsgruppen.....	19
2.2.2.	Verfahren in allen Untersuchungsgruppen.....	20
2.3.	Statistische Analyse.....	22
3.	Ergebnisse.....	23
3.1.	Ausgangslage	23

3.2.	Zeitbedarf bis zur ersten adäquaten Ventilation.....	28
3.3.	Besonderheiten in den Gruppen, Verfahrenswechsel.....	31
3.4.	Allgemeine Handhabung und subjektive Einschätzung	32
3.4.1.	Beurteilung der allgemeinen Handhabung durch die Anwender	32
3.4.2.	Vergleich der visualisierenden Verfahren	33
3.4.3.	Macintosh-Laryngoskop und starres Endoskop	34
3.4.4.	Intubationslarynxmaske	36
4.	Diskussion	39
5.	Zusammenfassung	46
6.	Literaturverzeichnis.....	I
7.	Tabellenverzeichnis	XI
8.	Abbildungsverzeichnis	XII
8.1	Studienunterlagen.....	XIII
9.	Anhang	XIV
9.1.	Abbildungen.....	XIV
9.2.	Studienunterlagen und Formulare	XXVII
10.	Danksagung.....	XXXII
11.	Lebenslauf	XXXIII

1. Einleitung

1.1. Allgemeines

Die Sicherung der Atemwege und die Aufrechterhaltung eines adäquaten Gasaustausches gehören zu den zentralen Zielen der Allgemeinanästhesie [12, 24, 88, 137, 138]. Wenn Probleme beim Management der Atemwege auftreten, dann beruht eine inadäquate Ventilation häufig auf schwierigen anatomischen Verhältnissen, die die endotracheale Intubation oder sogar die Beatmung mit der Gesichtsmaske oder mit einer supraglottischen Beatmungshilfe erschweren [17, 35, 40, 90, 128, 147]. Eine von Stoelting durchgeführte Umfrage unter amerikanischen Anästhesisten zeigte, dass das Management eines schwierigen Atemweges als der wichtigste Sicherheitsaspekt in der Anästhesie angesehen wird [136].

Holland berichtete aus Australien, dass bis 1979 von 109 registrierten anästhesiebedingten Todesfällen 69% auf Atemwegskomplikationen beruhten (40% Aspiration von Mageninhalt, 12% Probleme beim Freihalten der Atemwege, 3 % Intubation des Ösophagus) [68]. Drastisch gestiegene Versicherungsprämien der anästhesiologisch tätigen Kolleginnen und Kollegen führten 1985 in den USA dazu, dass die American Society of Anaesthesiologists (ASA) das „Closed Claims Project“ ins Leben rief. In diesem Projekt werden abgeschlossene Versicherungsfälle nach einem standardisierten Verfahren analysiert. Probleme bei der Freihaltung der Atemwege waren auch hier in 522 von 1541 Schadensfällen (34%) die häufigste Schadensursache [29, 32]. 85% dieser Fälle endeten tödlich oder mit einem schweren hypoxischen Hirnschaden. 94 dieser Patienten waren ösophageal intubiert worden [29].

Das verbesserte Monitoring des Atemweges, insbesondere die Kohlendioxidmessung in der Ausatemluft, die Entwicklung und Verbesserung von Geräten zur Sicherung der Atemwege, beispielsweise fiberoptische Techniken und supraglottische Beatmungshilfen, und eine optimierte Ausbildung haben mittlerweile dazu beigetragen, dass lebensbedrohliche Gefährdungen von Patienten mit schwierigen Atemwegsverhältnissen deutlich seltener geworden sind

[4, 19, 31, 60, 61, 64, 116, 142-144].

Neben Risikoaspekten können Atemwegsprobleme auch zu beträchtlichen organisatorischen Problemen im Routineablauf des Op.-Alltages führen [36]. Wenn beispielsweise aufwendige Manöver zur Sicherung der Atemwege zu Verzögerungen im Ablauf oder möglicherweise sogar dazu führen, dass Patienten nicht wie geplant operiert werden können, sondern nach einer weiteren Vorbereitungsphase erneut zur Operation geplant werden müssen.

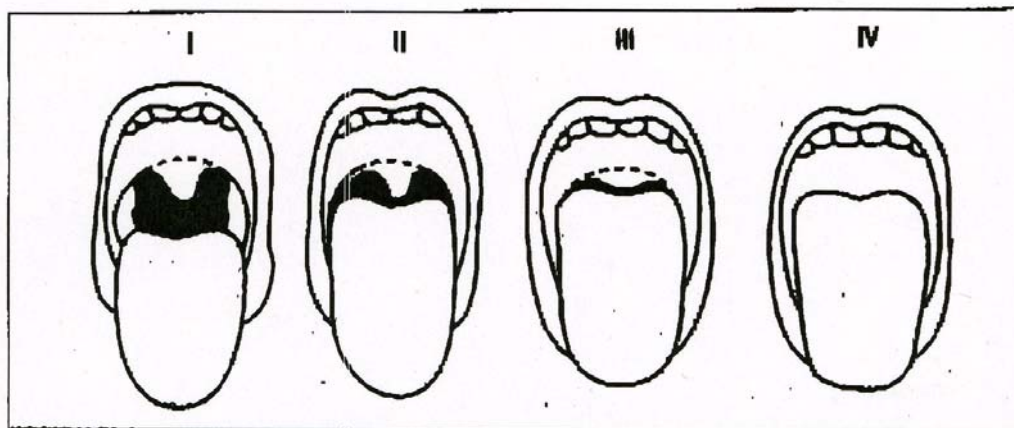
1.2. Diagnostik des schwierigen Atemweges

In Zusammenhang mit der Durchführung der Laryngoskopie und der endotrachealen Intubation sind eine Reihe von Verfahren entwickelt und beschrieben worden, die mehr oder weniger geeignet sind, Schwierigkeiten vorherzusagen.

Wenn die Zunge im Verhältnis zum Mund- und Rachenraum sehr groß ist, kann die Laryngoskopie und endotracheale Intubation erschwert sein. Mallampati versuchte 1985 diesen Zusammenhang zu quantifizieren, indem er Patienten danach klassifizierte, welche oropharyngealen Strukturen bei Mundöffnung sichtbar sind (Abb.A-4) [100]. Er fand eine gute Korrelation zwischen dem von ihm vorgestellten Score und der Klassifizierung, die ein Jahr zuvor von Cormack und Lehane zur Beschreibung der sichtbaren Kehlkopfstrukturen während der direkten Laryngoskopie entwickelt worden war (Abb.3) [37]. Die Sensitivität gab er mit fast 100% und die Spezifität mit 80% an. In der Folgezeit konnten diese guten Ergebnisse von anderen Untersuchern nicht bestätigt werden [112, 121, 131]. Die Klassifizierung wurde von Samsoon und Young 1987 um eine vierte Kategorie erweitert (Abb.1) [130].

Klasse	sichtbare Strukturen
I	weicher Gaumen, Pharynxhinterwand, Uvula, vordere + hintere Gaumenbögen sichtbar
II	weicher Gaumen, Pharynxhinterwand und Uvula sichtbar
III	weicher Gaumen und nur Uvulabasis sichtbar
IV	nur harter und nicht weicher Gaumen sichtbar

modifiziert nach Samssoon & Young



Bei Mallampati III und IV muss mit Intubationsschwierigkeiten gerechnet werden.

Abb. 1: Mallampati-Klassifikation modifiziert nach Samssoon & Young

Die Ergebnisse des Verfahrens sind vom Bewusstseinszustand und von der Mitarbeit der Patienten abhängig und werden durch den Untersucher beeinflusst. Trotz günstiger Mallampati - Klassifizierung kann die Intubation erschwert sein. Combes et al. fanden 2004 in einer prospektiven Untersuchung unter 11257 Fällen 100 unerwartet schwierige Intubationen, dabei war keiner dieser Patienten schlechter als 2 nach der vierstufigen modifizierten Mallampati-Scala klassifiziert worden [33].

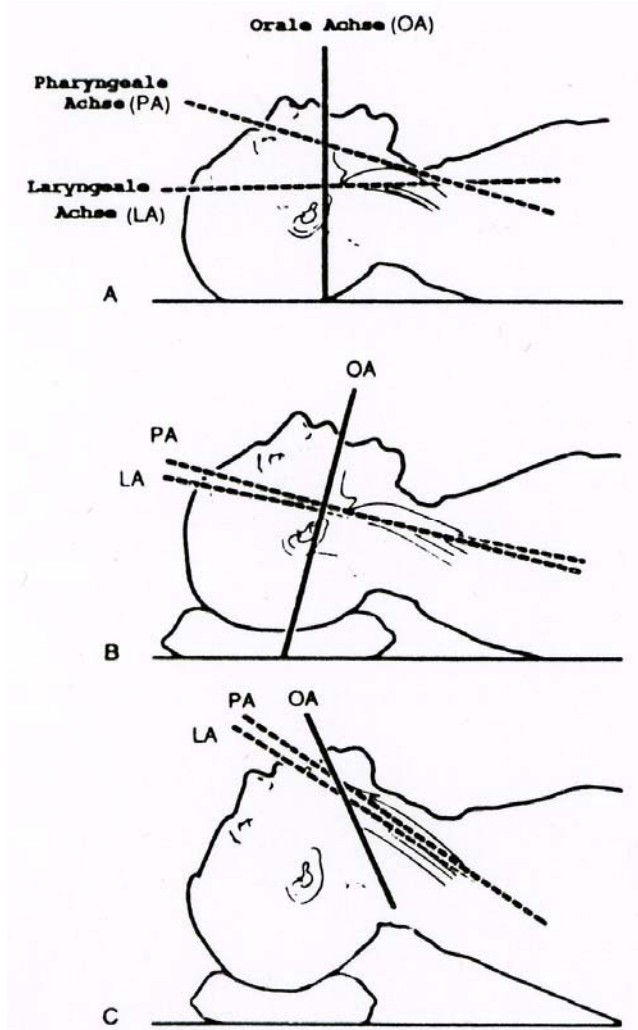
Während der Durchführung dieses Tests ergibt sich gleichzeitig eine Orientierung über die Weite der Mundöffnung. Wenn die Distanz zwischen den Schneidezähnen weniger als 3 cm beträgt, ist die tracheale Intubation erschwert. Bei einer Mundöffnung unterhalb von 2 cm kann auch eine supraglottische Beatmungshilfe nicht mehr eingeführt werden. Für das weitere Vorgehen ist dann

maßgeblich, ob schmerzbedingter Muskelzug die verringerte Mundöffnung verursacht, oder ein "echtes" Hindernis, das sich auch unter Anästhesie nicht löst.

Ein Blick in die Mundhöhle informiert zusätzlich über den Zahnstatus. Vorgeschädigte Zähne können bei der Atemwegssicherung weiteren Schaden nehmen und können, wenn sie sich unbemerkt herauslösen oder heraus gebrochen werden, eine erhebliche Gefahr für den Patienten durch die Möglichkeit der Aspiration darstellen. Ungünstige Zeichen sind zudem lange obere Schneidezähne sowie ein starker Überbiss [92, 153].

Während der Laryngoskopie wird die Zunge nach caudal in den Raum zwischen die Unterkieferäste verdrängt. Wenn dieser Raum von derber Konsistenz und wenig verschieblich ist, kann möglicherweise bei der Laryngoskopie nicht genügend Platz geschaffen werden, um den Kehlkopfeingang darzustellen. Auch für diesen Bereich kann ein Messwert erhoben werden (Abb.A-7) [119]. Der Abstand zwischen der Kinnspitze und der Oberkante des Schildknorpels bei maximal überstrecktem Kopf wird als thyreomentaler Abstand bezeichnet. Bei einem thyreomentalen Abstand unter 6 cm ist die endotracheale Intubation häufig erschwert. Die Sensitivität wird abhängig vom Untersucher mit 90 – 32 % angegeben, die Spezifität mit 80 - 81,5 %. Auch ein verminderter hyomentaler Abstand von weniger als zwei Querfingern während Dorsalflexion des Kopfes kann für eine erschwerte Intubation sprechen.

Damit bei der konventionellen endotrachealen Intubation eine möglichst gute Sicht auf die Kehlkopfstrukturen erzielt werden kann, ist die Herstellung der so genannten "sniffing air position" hilfreich. Um diese Position zu erreichen, wird der überstreckte Kopf auf einem ca. 10 cm hohen Kissen gelagert, so dass der Kopf nach hinten überstreckt ist während die untere Halswirbelsäule nach vorn gebeugt ist. In dieser Position liegen die Mundhöhle, der Rachen und der Kehlkopf nahezu auf einer Linie (Abb. 2).



Verlauf der Intubationsachsen bei verschiedenen Kopflagerungen.

- (A) Bei der direkten Laryngoskopie ist eine Annäherung der oralen, pharyngealen und laryngealen Achse erforderlich.**
- (B) Flexion der HWS durch Anheben des Kopfes mit einem Kissen um ca. 10 cm, bei auf dem Tisch liegenden Schultern. Hierbei nähern sich laryngeale und pharyngeale Achse einander an.**
- (C) Herstellung der „sniffing air position“: Durch die zusätzliche Streckung des Kopfes im Atlantookzipitalgelenk wird eine kurze, nahezu gerade verlaufende Achse von den Schneidezähnen bis zum Larynxeingang geschaffen.**

Abb.2 : Verlauf der Intubationsachsen bei verschiedenen Kopflagerungen.

Die Beweglichkeit in den Gelenken der Halswirbelsäule kann bei adipösen Patienten, durch spezifische Erkrankungen (Rheumatoide Arthritis, Morbus Bechterew, Ankylose in Zusammenhang mit einem lange bestehenden Diabetes mellitus) [122] oder durch Trauma eingeschränkt sein [139]. Darüber hinaus verbietet sich die skizzierte Lagerung, auch wenn sie durchführbar wäre, bei Verletzungen oder Erkrankungen, die zu einer Instabilität im Bereich der Halswirbelsäule geführt haben, so dass aus der Lagerung eine Verletzung des Rückenmarkes resultieren könnte.

Erlaubt der Zustand des Patienten es, kann die Beweglichkeit der Halswirbelsäule durch Bestimmung der Distanz zwischen Kinnspitze und Brustbein während der Extension des Kopfes objektiviert werden [3, 92]. Diese Angaben können auch als veränderter Winkel zur Neutralposition des Kopfes angegeben werden. Die Angaben sind in der klinischen Anästhesie als Zeichen nach Bellhouse bekannt. In der vorliegenden Arbeit wurde auf diese Messmethode bewusst verzichtet, weil die Reklination während der Untersuchung durch die HWS-Stütze vollständig aufgehoben wird [89, 111].

Gemeinsam ist allen vorgestellten Verfahren, dass jedes für sich nur über eine vergleichsweise geringe Sensitivität und Spezifität verfügt [52, 120]. Eine Verbesserung der Sensitivität wird erreicht, wenn mehrere Testverfahren zusammengefasst werden [51, 92, 110, 131, 145, 153]. Dies verringert aber die Spezifität, es werden häufiger Patienten, bei denen eine schwierige Intubation vorhergesagt wurde, leicht zu intubieren sein. Mehrere anatomische Parameter werden beispielsweise bei der Berechnung des Wilson-Index erfasst. Beurteilt werden die Beweglichkeit des Kopfes und der Halswirbelsäule, die Kiefergelenkbeweglichkeit (Abstand der Schneidezähne bei geöffnetem Mund und die maximale Protusionsbewegung der Mandibula), ein zurückweichender Unterkiefer, prominente obere Schneidezähne und das Körpergewicht. Jeder Parameter wird mit einer Punktzahl zwischen 0 (normal) und 2 (starke Ausprägung) bewertet, so dass minimal 0 und maximal 10 Punkte möglich sind. Bei Patienten mit einem Wilson-Index ≥ 2 ist von einer „schwierigen Intubation“ auszugehen [153].

1994 untersuchten Rose und Cohen 18.500 Patienten und fanden als Prädiktoren für eine schwierige direkte Laryngoskopie eine verringerte Mundöffnung, einen verkürzten thyreomentalen Abstand, eine höhergradige Mallampati-Klassifikation und eine eingeschränkte Überstreckbarkeit der Halswirbelsäule sowie die Kombination von zwei oder mehreren der genannten Merkmale [124]. Allerdings hatten nur 34,5% der untersuchten Patienten, bei denen sich die endotracheale Intubation als schwierig herausstellte, einen oder mehrere der genannten Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg. Patienten mit schwierigem Atemweg zeigten in dieser Untersuchung häufiger Entsättigungen ($\text{SaO}_2 < 90\%$) und arterielle Hypertensionen (systolischer Blutdruck > 200 mm Hg) während der Narkoseeinleitung.

Die während der Laryngoskopie sichtbaren Kehlkopfstrukturen können nach der bereits erwähnten Klassifizierung von Cormack und Lehane beschrieben werden (Abb. 3) [71, 154]. Dabei fassen viele Autoren die Grade 3 und 4 nach der Klassifizierung von Cormack und Lehane als „schwierige Intubation“ zusammen [28, 37, 51, 100, 112, 153]. In anderen Studien wird die endotracheale Intubation als schwierig bewertet, wenn spezielle Intubationshilfen (z.B. ein elastischer Gummibougie) benötigt werden [51, 131].

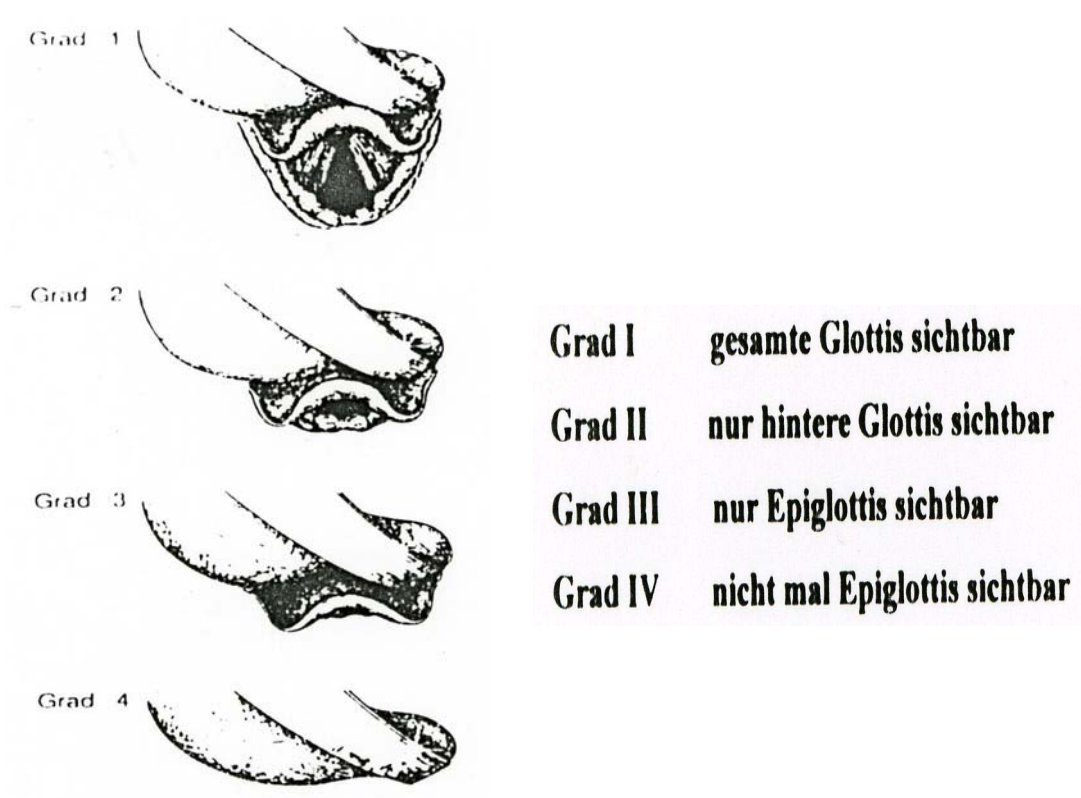


Abb. 3: Klassifikation nach Cormack und Lehane

1.3. Biomechanik der HWS bei der Laryngoskopie und der Intubation

Die HWS setzt sich aus zwei sowohl anatomischen als auch funktionell unterschiedlichen Abschnitten zusammen.

Die obere HWS umfasst Atlas (C1) und Axis (C2) als ersten und zweiten Halswirbel. Die beiden Wirbel sind untereinander und mit der Schädelbasis durch einen Komplex von Gelenken verbunden. Dieser Occipito-Atlanto-Axiale Komplex ist in zwei Etagen gegliedert. Das obere Kopfgelenk (C0-C1) wird von den beiden Atlantookzipitalgelenken gebildet. Das untere Kopfgelenk (C1-C2) setzt sich aus den lateralen Atlantoaxialgelenken und dem vorderen und hinteren Zahngelenk zusammen. Die Gesamtbewegung des Genicks erfolgt koordiniert im oberen und unteren Kopfgelenk mit drei Bewegungsfreiheiten: Flexion und Extension, Rotation und Seitwärtsneigung. Die Amplitude für Flexion und Extension beträgt etwa 30° und verteilt sich zu annähernd gleichen Teil auf das obere und untere Kopfgelenk. Das Ausmaß der Rotationsbewegung beträgt etwa 30° bis 40° nach jeder Seite. Der Durchschnittswert für die Seitwärtsneigung ist gering und beträgt nur etwa 5,5°.

Die untere HWS umfasst den dritten bis siebten Halswirbel (C3-C7). Die Gelenke der unteren HWS erlaubten zwei Bewegungsmöglichkeiten: Flexion und Extension sowie Seitwärtsneigung, aber kombiniert mit Rotation.

Die Mechanik der gesamten HWS wird durch die Funktion des Occipito-Atlanto-Axialen Komplexes (C0-C2) beeinflusst. Eine eingeschränkte Rotationsfähigkeit in diesem Gelenkbereich bedingt auch eine Einschränkung der für die Intubation wichtigen Flexions-Extensionsfähigkeit.

Bereits mehrere Autoren untersuchten den Einfluss der Biomechanik der Halswirbelsäule auf den Vorgang der direkten Laryngoskopie und der endotrachealen Intubation. So fanden Nichol und Zuck [111] Hinweise dafür, dass das Ausmaß der Kopfextension eine entscheidende Rolle bei der schwierigen Intubation spielt. Hierbei konnten die Autoren zeigen, dass eine geringe atlantooccipitale Distanz einen wichtigen Faktor für eine limitierte Kopfextension

darstellt. Auch Bellhouse und Doré [11] zeigten in ihrer Studie mit Hilfe radiologischer Messungen, dass die Extension des Kopfes eine wichtige Determinante der schwierigen Intubation ist. In einer Studie von Lennarson et al [89] wurde der segmentale Bewegungsablauf im Bereich C0 (Os occipitale) bis C5 während der direkten Laryngoskopie und endotrachealen Intubation an menschlichen Leichen dokumentiert. Mit Hilfe von Videoaufzeichnungen der Röntgenaufnahmen wurden die Bewegungsgrade der einzelnen Halswirbelsäulenabschnitte vermessen. Lennarson et al. zeigten, dass die Extension die dominierende Bewegungsrichtung der intakten Halswirbelsäule während des Intubationsvorganges ist. Lediglich beim Vorschieben des Laryngoskopes in den hinteren Pharynxbereich konnte in einigen Segmenten eine minimale Flexion dokumentiert werden. Das größte Ausmaß an Extension wurde im Atlantooccipitalgelenk mit einem Mittelwert von $8,8^\circ$ gemessen. Das Bewegungsausmaß des C1-C2-Gelenkes wurde nach dieser Untersuchung mit einem Mittelwert von $4,1^\circ$ dokumentiert. Die Extensionsgrade zwischen den einzelnen Segmenten nahmen sequentiell in kaudaler Richtung ab. Die maximale Bewegung im C0-C5-Bereich fand bei Anhebung der Epiglottis durch Zug des Laryngoskopes sowie bei der Passage des Tubus durch die Stimmbandebene statt.

Auch Horton et al [69] stellten in ihrer ebenfalls radiologisch gestützten Untersuchung fest, dass die größte Bewegung während einer direkten Laryngoskopie im Occipito-Atlanto-Axialen Komplex stattfindet. Eine Studie von Bardenheuer et al [9] unterstützt ebenfalls diese Ergebnisse. In dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass Erkrankungen der Halswirbelsäule im Bereich des Occipito-Atlanto-Axialen Komplexes wesentlich häufiger mit einer schwierigen Laryngoskopie verbunden sind als solche, die die Halswirbelsäule unterhalb des Axis betreffen.

Eine Intubation bei einer in - line - Position des Kopfes stellt also eine erschwerte Bedingung für die Sicherung der Atemwege dar. Die Intubation sollte wenig Zeit in Anspruch nehmen und die Beatmung mit einer Gesichtsmaske möglichst vermieden werden. Cinefluoroskopische Studien an menschlichen Leichen über die anterior-posteriore Bewegung der Halswirbelsäule bei entweder

endotrachealer Intubation oder Beatmung mit einer Gesichtsmaske jeweils in gehaltener in-line-Position zeigten, dass bei vorsichtiger Intubation in in-line-Position die Halswirbelsäule nur minimal um 1,20 - 1,65 mm bewegt wird. Dagegen war die Bewegung der Halswirbelsäule bei Beatmung mit der Gesichtsmaske zweimal so stark wie während der Durchführung der Intubation ausgeprägt [63]. Die Intubation stellt nach diesen Daten somit auch bei Patienten mit Halswirbelsäulenverletzungen ein relativ sicheres Verfahren dar und ist auf alle Fälle der Beatmung mit der Gesichtsmaske vorzuziehen.

1.4. Intubation bei immobilisierter Halswirbelsäule - Präklinische Versorgung

Im Gegensatz zur Narkoseeinleitung bei elektiven Eingriffen sind alle präklinischen Patienten durch ihr Trauma oder ihre Krankheit als „nicht nüchtern“ einzustufen [59]. Je nach Patientengruppe treten dabei in 1-10% Schwierigkeiten bei der Intubation auf [12]. Die Daten von Thierbach et al (2004) [141] belegen diese im Vergleich zum innerklinischen Atemwegsmanagement deutlich erhöhte Inzidenz von Problemen bei der präklinischen Sicherung des Atemwegs. In dieser Studie gelang das Atemwegsmanagement zwar in 80% der Fälle problemlos, in 20% wurden jedoch unerwünschte Ereignisse oder Komplikationen dokumentiert. In 1,5% der Fälle kamen nach dem dritten vergeblichen endotrachealen Intubationsversuch supraglottische Beatmungshilfen oder sogar die Koniotomie zum Einsatz. Zu dem stellte sich heraus, dass Patienten mit schwerem Trauma häufiger unerwünschte Ereignisse und Komplikationen aufweisen als nicht traumatisierte Patienten [47, 141]. Insbesondere die Anzahl der für eine erfolgreiche Intubation benötigten Versuche war bei Traumatisierten deutlich erhöht [141].

Die Indikation zur präklinischen Intubation bei Traumapatienten wird großzügig gestellt [16, 66, 67, 109, 126, 132, 134]. Über die drei allgemeinen Kriterien: die Apnoe, schwere respiratorische Insuffizienz und Glasgow Coma Scale < 9 hinaus, ist die präklinische Intubation häufig bei polytraumatisierten oder schwer Schädelhirntraumatisierten Patienten und bei hoher Aspirationsgefahr indiziert. [26, 59, 151].

Die orotracheale Intubation ist nach wie vor der Goldstandard zur definitiven Sicherung der Atemwege, damit ein ausreichender Aspirationsschutz sichergestellt ist [58]. In der Regel erfolgt die Intubation bei Traumapatienten nach der Immobilisation der Halswirbelsäule mit einer HWS-Stütze (z.B. Stiff-Neck®), Die natürliche Biomechanik der Halswirbelsäule wird dadurch behindert und die endotracheale Intubation ist erschwert.

Ist die orotracheale Intubation nicht durchführbar, so muss man auf andere Möglichkeiten zur Sicherung der Atemwege zurückgreifen. Alternativen können

hierbei die Larynxmaske oder der Larynxtubus darstellen. Wegen hoher Komplikationsraten wird der Kombitubus für die qualifizierte rettungsdienstliche Versorgung zunehmend seltener empfohlen

Die Atemwegssicherung und insbesondere die Vermeidung einer Hypoxie hat zwar im Grundsatz Vorrang vor einer möglichen zervikalen Rückenmarkschädigung [14, 15, 74, 75], jedoch sollte trotzdem das oberste Ziel einer qualifizierten notärztlichen Versorgung bei der Versorgung von Wirbelsäulen-, bzw. Rückenmarkverletzungen sein, zusätzliche rettungs- oder behandlungsbedingte neurologische Schäden zu vermeiden [13, 113, 155].

1.5. Intubation bei immobilisierter HWS – Klinische Versorgung

Im Rahmen direkter Halswirbelsäulentraumata sowie bei verschiedenen HWS-Erkrankungen ist jede Bewegung der HWS streng kontraindiziert oder aufgrund der pathologischen Bewegungseinschränkung unmöglich. Somit stellen diese klinischen Situationen eine große Herausforderung an den intubierenden Arzt dar. Die HWS-bedingte schwierigen Atemwegssituationen sind oft auch im Rahmen elektiver Eingriffe häufig und sollten präoperativ speziell abgeklärt werden. Die nichttraumatischen HWS-Pathologien, die schwierige Intubationsbedingungen verursachen können, unterteilen sich in zwei Gruppen:

1. HWS-Pathologien mit limitierter HWS-Beweglichkeit:

- Spondylarthritis ankylopoetica (M. Bechterew)
- Juvenile rheumatoide Arthritis
- Synostosen der HWS
- Primäre und sekundäre Tumore der HWS
- Angeborene Missbildungen der HWS; z.B. atlantookzipitale Fusion (Klippel-Feil-Syndrom; Daum und Jones, 1988)
- Zustand nach operativ stabilisierter HWS

2. HWS-Instabilitäten:

- Atlantoaxiale Instabilität (z.B. M. Down, M. Hurler, M. Morquio; Nelson et al., 1988)
- Spondylolisthesis
- zervikaler Bandscheibenvorfall

- Achondroplasie

Bei elektiven Intubationen sollte sicher auf die flexible Fiberoptik zurückgegriffen werden, die als „Goldstandard“ angesehen wird [34, 106, 108, 152]. Im Notfall bleibt die direkte Laryngoskopie häufig unumgänglich [102].

Besteht eine HWS-Erkrankung, bei der sich eine Extension der HWS verbietet, und ist bei sonst unauffälligen Atemwegen eine konventionelle Narkoseeinleitung versucht worden, so stehen auch im klinischen Kontext neben der flexiblen Fiberoptik die andere Hilfsmittel, wie das starre retromolare Intubationsendoskop nach Bonfils [127] oder die Intubationslarynxmaske (Fastrach) [49, 85, 86] als Alternativen zur Verfügung, die keiner HWS-Beweglichkeit bedürfen.

1.6. In der Untersuchung eingesetzte Geräte

1.6.1. Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop

Das 1943 von Macintosh vorgestellte Laryngoskop wird in Deutschland am häufigsten benutzt [97, 98]. Es ist mit gebogenen Spateln ausgestattet. Durch die Krümmung passt sich der Macintosh-Spatel gut der Anatomie des Mund- und Rachenraumes an und lässt sich leicht einführen. Bei rechtsseitiger Tubusführung wird die Zunge mit dem Spatel nach links verdrängt. Das weitere Einführen des Spatels in der Mittellinie erleichtert das Auffinden der Epiglottis. Die Spitze des Spatels wird bis in die Valecula epiglottica vorgeschoben. Durch Zug in Richtung der Längsachse des Laryngoskopgriffs stellt sich die Epiglottis auf und der Blick auf die Stimmbänder wird bei gleichzeitiger Schonung der Epiglottis freigegeben.

Der Macintosh-Intubationsspatel steht in den Größen 1 bis 6 zur Verfügung, wobei die Größen 1, 5 und 6 nicht durch Macintosh konzipiert wurden. Üblicherweise wird bei Frauen der Spatel Größe 3 (Länge 13,5 cm) und bei Männern der Spatel Größe 4 (Länge 15,5 cm) verwendet (Abb. A-14).

Beim McCoy-Laryngoskop ist der Spatel ähnlich geformt wie beim Macintosh, jedoch ist die Spitze des Spatels beweglich angebracht, so dass sie durch einen Hebelmechanismus in Richtung der konkaven Seite des Spatels bewegt werden kann. In situ kann durch diesen Mechanismus häufiger die Epiglottis besser

aufgerichtet und so die Sicht auf den Kehlkopfeingang verbessert werden [54, 146].

1.6.2. Intubationslarynxmaske (ILMA, Fastrach®)

Die Larynxmaske ist seit der ersten Beschreibung 1985 mittlerweile weltweit im anästhesiologischen Gebrauch [38, 42, 49, 76, 77, 81, 115]. Sie ist für alle Altersstufen erhältlich und wird in der Regel blind ohne weitere Hilfsmittel eingeführt. Der Cuff, der das elliptisch geformte distale Ende der Larynxmaske umgibt, schließt den Kehlkopf gegenüber dem Pharynx ab ohne die Stimmbandebene zu erreichen. Während der letzten 10 Jahre hat sich die Larynxmaske im klinisch anästhesiologischen Gebrauch als Luftweg für die Routinenarkose durchgesetzt und kommt in 30-60% aller Allgemeinanästhesien zum Einsatz [1, 2, 20-23, 49, 50, 148]. Zudem hat sie sich innerklinisch auch unter den Bedingungen des schwierigen Atemweges [7, 44-46, 50, 53, 70, 72, 78, 85-87, 156] bewährt. Präklinisch ist die Larynxmaske mit Erfolg sowohl bei der Herz-Lungenwiederbelebung als auch bei traumatisierten Patienten eingesetzt worden [41, 65]. Die Larynxmaske ist als wieder verwendbares Gerät und als Einmalartikel erhältlich.

Nach korrektem Einführen der Larynxmaske liegt die distale Öffnung meistens unmittelbar vor dem Kehlkopfeingang. Es liegt deshalb nahe, die Larynxmaske als Führungshilfe für einen einzubringenden Tubus zu benutzen, wenn eine endotracheale Intubation erforderlich ist [80].

Vor diesem Hintergrund wurde die Intubationslarynxmaske (ILMA) vorgestellt [20, 21, 77]. Der Schaft der ILMA besteht aus einem silikonummantelten Stahlrohr und ist der Anatomie des Rachens angepasst. Am distalen Ende des Rohres ist eine Gummilippe angebracht, die während der Intubation die Epiglottis anhebt und so eine ungehinderte Tubuspassage ermöglicht. Zudem wurde die ILMA, um eine bessere Führbarkeit zu ermöglichen, mit einem Handgriff versehen (Abb. A-9). Nach Einführen der ILMA kann zunächst wie über eine herkömmliche Larynxmaske beatmet werden (Abb. A-10). Anschließend kann durch die ILMA ein

spezieller endotrachealer Tubus ohne Einsatz der Fiberoptik eingebracht werden (Abb. A-11). Die kumulative Erfolgsrate bei der Durchführung der Intubation über die liegende ILMA lag in einer Multicenterstudie mit 500 Patienten bei über 95% bei maximal 3 Versuchen [25]. Andere Untersucher zeigten für Patienten ohne Hinweise auf einen „Schwierigen Atemweg“ Erfolgsraten für die blinde Intubation über die ILMA von 85 bis 100% [20, 21, 45, 46, 73, 77, 78, 86, 115]. Ähnlich gute Ergebnisse lassen sich aus der Literatur für Patienten mit schwierigem Atemweg zeigen. Bei diesen Patienten liegen die Angaben für einen Intubationserfolg zwischen 81 und 98%. Es handelte sich jedoch um Studien mit eher geringen Patientenzahlen [1, 5, 6, 44, 50, 62, 72, 82, 87, 91, 93, 104, 107, 118, 125, 150].

Gelingt die Intubation nicht, kann über die Maske auch ohne endotracheale Intubation beatmet werden. Dabei sind die Ergebnisse vergleichbar mit denen, die man bei Beatmung mit Hilfe der herkömmlichen Larynxmaske erzielt. Dies gilt insbesondere auch für die Patienten, bei denen eine Beatmung mit Hilfe der Gesichtsmaske schwierig oder unmöglich ist. [2, 22, 23, 25, 38, 39, 49, 77, 85, 86, 115].

1.6.3. Intubation mit Hilfe des starren Endoskops nach Bonfils

Das Intubationsendoskop nach Bonfils besteht aus einer starren Fiberoptik, einem Okularteil und einer Lichtquelle, die wahlweise stationär vorgehalten wird und über einen Lichtleiter mit dem Endoskop verbunden wird oder über eine handliche Lichtquelle verfügt, die unmittelbar an das Endoskop angesetzt wird und sich ausgezeichnet für den Notfalleinsatz eignet.

Für die Durchführung der Intubation wird ein Endotrachealtubus auf die starre Fiberoptik aufgefädelt (Abb. A-13). Der Mund des Patienten wird mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand geöffnet und das Endoskop hinter der Zahnreihe (retromolar) am rechten Mundwinkel eingeführt. Nach Erreichen der Rachenhinterwand wird das Endoskop im Uhrzeigersinn (nach rechts) gedreht, bis die Epiglottis sichtbar wird. Unter weiterem Drehen um die Längsachse und durch leichtes Abkippen nach rechts unter Ausnutzung des nachgiebigen

Wangengewebes wird das Instrument nun bis unter die Epiglottis und in den Larynxeingang vorgeschoben, bis die Stimmbänder gerade noch rechts und links im Blickfeld zu sehen sind. Das Instrument wird nicht in die Trachea vorgeschoben, um Verletzungen zu vermeiden. Der Endotrachealtubus wird durch eine zweite Person vorsichtig in die Trachea vorgeschoben.

Einige Autoren favorisieren dem gegenüber die Intubationstechnik in Sagittalebene [127]. Beim retromolaren Zugangsweg ist jedoch die benötigte Mundöffnung kleiner und die Frontzähne stellen praktisch kein Hindernis für das Gerät dar [18, 58].

Die Vorteile des starren Intubationsendoskops nach Bonfils, gegenüber einer flexiblen Optik, liegen in der schnellen und unkomplizierten Handhabung. Ein wesentliches Problem bleibt jedoch auch beim starren Endoskop bestehen. Wie bei allen fiberoptischen Systemen kommt es auch bei diesem Gerät häufig zu Sichtbehinderungen durch Sekrete.

1.7. Fragestellung

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Handhabung des Macintosh-Laryngoskops, des starren Intubationsendoskop nach Bonfils und der Intubationslarynxmaske bei der Intubation von Patienten mit immobilisierter Halswirbelsäule untersucht.

Primary outcome: Es werden die Zeiten verglichen, die benötigt werden, um mit dem jeweiligen Gerät die Atemwege des Patienten mit einem endotrachealen Tubus zu sichern und den Patienten über den Tubus suffizient zu beatmen.

Secondary Outcome: Alle Geräte werden nach der subjektiven Einschätzung der Anwender hinsichtlich der allgemeinen Handhabung bewertet. Für die Verfahren Macintosh-Laryngoskop und starres Intubationsendoskop n. Bonfils wird zudem die Visualisierung der Kehlkopfstrukturen bewertet. Die erzielten Scores werden statistisch ausgewertet.

2. Methodik

2.1. Patientenkollektiv

Die Genehmigung der Studie erfolgte durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck (09.04.2003, AZ 03-024). Die Patienten wurden über die Studie mündlich und schriftlich informiert und nach Unterzeichnung des Aufklärungsbogens und der Einverständniserklärung in die Studie aufgenommen. Die Patienten nahmen freiwillig an der Studie teil und hatten jederzeit die Möglichkeit, die Teilnahme an der Studie abzubrechen. An der vorliegenden Studie nahmen 60 Patienten im Alter von 19 bis 80 Jahren teil. Alle Patienten der Studie befanden sich aufgrund eines geplanten operativen Eingriffs in der Klinik für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Lübeck und wurden in Allgemeinanästhesie operiert. Die Patienten gehörten den Risikoklassen I, II und III nach der Klassifikation der American Society of Anesthesiology (Abb. A-6) an.

Als Ausschlusskriterien galten Leber- und Nierenerkrankungen, Hinweise auf eine Refluxkrankheit, Erkrankungen des Respirationstraktes, Analgetika-Überempfindlichkeit, Drogen- und Analgetika-Abusus, Instabilität im Bereich der Halswirbelsäule und die Indikation zur fiberoptischen Wachintubation. Zur Prämedikation erhielten die Patienten präoperativ abends und morgens je 10 mg Dikaliumchlorazepam.

2.2. Studienprotokoll

Es handelte sich um eine prospektive und randomisierte Untersuchung. Als unabhängige Variable wurde das variierte Regime für die Durchführung der endotrachealen Intubation eingesetzt. Hierzu wurde ein einfaktorieller 3-stufiger Versuchsplan ($n = 3 \times 20$) umgesetzt. Die Randomisierung wurde mit Hilfe des Randomisierungsprogramms von Machin et al. durchgeführt [96]. Die Mitteilung des Verfahrens an den die Atemwegssicherung durchführenden Anästhesisten erfolgte unmittelbar vor der Narkoseeinleitung im verschlossenen Briefumschlag, der der Patientenakte beigelegt war.

2.2.1. Beschreibung der Untersuchungsgruppen

- Gruppe 1 Der Gruppe 1 wurden die Patienten zugeordnet, die mit dem starren Intubationsendoskop nach Bonfils zu intubieren waren. Nach der Datenerhebung konnten in die Gruppe 1 20 Patienten eingeschlossen werden.
- Gruppe 2 Der Gruppe 2 wurden die Patienten zugeordnet, die mit der Intubationslarynxmaske zu intubieren und zu beatmen waren. Nach der Datenerhebung konnten in die Gruppe 2 auch 20 Patienten eingeschlossen werden.
- Gruppe 3 Der Gruppe 3 wurden die Patienten zugeordnet, die mit dem Macintosh-Laryngoskop zu intubieren waren. Bei einem Patienten dieser Gruppe wurde nach dem Einschluss in die Studie durch die Kollegen der Klinik für Neurochirurgie die absolute Indikation für die fiberoptische Wachintubation gestellt. Damit standen für die Auswertung in dieser Gruppe nur 19 Patienten zur Verfügung.

Zur Begründung des Stichprobenumfangs:

Der Untersuchung liegt ein einfaktorieller Versuchsplan mit einem dreifach abgestuften Faktor und unabhängigen Gruppen zugrunde.

Die Kalkulation des Stichprobenumfangs basiert auf der Annahme eines großen Unterschiedes zwischen den Intubationsgeräten in ihrer Handhabung. Wird ein solcher angenommen, so errechnet sich der Stichprobenumfang auf $N=3 \times 21=63$

Patienten, wenn der Fehler erster Art mit 5% Wahrscheinlichkeit gesetzt wird und der Beta-Fehler 20% beträgt (Power=80%) [96].

2.2.2. Verfahren in allen Untersuchungsgruppen

Am Nachmittag vor der Operation wurden die Patienten über die bevorstehende Anästhesie aufgeklärt. Unabhängig vom Gespräch über die Anästhesie wurden die Patienten über die Studie aufgeklärt und zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Wenn die Patienten keine Fragen mehr hatten und ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie gegeben hatten, erfolgte die Aufnahme in die Studie.

Auf einem Formblatt erfolgte die Dokumentation der soziodemografischen Daten, der Vorerkrankungen und der Dauermedikation der Patienten. Darüber hinaus erfolgten alle Untersuchungen zur Ermittlung der Prädiktoren einer schwierigen Intubation: Zeichen nach Mallampati, thyreomentaler Abstand (nach Patil), Gewicht des Patienten, maximale Mundöffnung, Kopfbeweglichkeit zur Neutralachse, maximale Protrusionsbewegung, Ausprägung des zurückweichenden Unterkiefers, Ausprägung der prominenten Oberkieferschneidezähne. Aus den zuletzt genannten fünf Parametern wurde der Wilson-Index ermittelt. Zudem wurde die Größe der zu verwendenden Orthese festgelegt. Die Dokumentation erfolgte auf einem dafür vorbereiteten Formular [Anhang Abb. S1].

Anschließend wurde ein verschlossener Umschlag zu den Patientenakten gegeben, in dem sich der Hinweis befand, mit Hilfe welchen Verfahrens die endotracheale Intubation durchgeführt werden sollte.

Im Vorbereitungsraum des Operationssaals wurde eine Überwachung der Patienten mit EKG-Monitoring, Pulsoxymetrie, nichtinvasiver oder invasiver Blutdruckmessung (Cicero EM, PM 8060, Dräger, Lübeck) begonnen. Zwei Fachärzte für Anästhesie führten die Einleitung durch. Dabei war einer ausschließlich für die Sicherheit des Patienten verantwortlich, während der andere die Sicherung der Atemwege übernahm. Ein Assistent stoppte die Zeiten und war für die Dokumentation verantwortlich. Für jeden Patienten waren immer die

Instrumente und das Zubehör für jedes der drei Verfahren vorbereitet. Vor Beginn der Anästhesie wurde die Cervikalorthese angelegt. Es kamen Orthesen der Laerdal Medical Corporation (StifneckTM select collar der multi-size adult extrication collar) zur Anwendung. Der Briefumschlag wurde geöffnet und das Verfahren durchgeführt, welches angegeben war.

Nach 2-minütiger Präoxygenierung erfolgte die Narkoseeinleitung mit einer Remifentanilinfusion (0,25 µg/kg/min). 20 Sekunden nach dem Beginn der Remifentanilapplikation erhielten die Patienten 2,0 mg/kg KG Propofol i.v. und bei Bedarf zusätzliche Propofolboli in einer Dosierung von 0,5 mg/kg KG bis zum Erlöschen des Lidreflexes. Anschließend wurde mit der Gesichtsmaske beatmet (FiO₂ 1,0) und die Propofolinfusion mit 4,0 mg/kg KG/h gestartet. Nach Relaxation mit 0,6 mg/kg KG Rocuronium wurde mit der festgelegten Methode endotracheal intubiert und anschließend zunächst dreimal mit adäquatem Tidalvolumen (ca. 8 ml/kgKG) per Hand beatmet. Wenn Kohlendioxid in der Ausatemluft nachgewiesen wurde, wurde die maschinelle Beatmung begonnen. Der Assistent stoppte die Zeit vom dem Moment an, in dem das jeweilige Gerät für die Atemwegssicherung in die Hand genommen wurde bis zum ersten Tidalvolumen größer als 6 ml/kg KG und Kohlendioxidnachweis in der Expirationsluft von mehr als 30 mm Hg und dokumentierte die gestoppten Zeiten. Anschließend befragte er den die Atemwegssicherung durchführenden Anästhesisten zur Handhabung und zusätzlich bei den visualisierenden Verfahren zur Sichtbarkeit der Kehlkopfstrukturen gemäß dem vorgefertigten Dokumentationsbogen (Abb. S-2, S-3, S-4).

Nach dem Beginn der adäquaten maschinellen Beatmung wurde der Patient in den Operationssaal gebracht und die geplante Operation durchgeführt. Wenn bei der postoperativen Visite keine Beschwerden festgestellt wurden, die im Zusammenhang mit den durchgeführten Verfahren zur Atemwegssicherung bestehen konnten, wurden die Patienten aus der Studie entlassen. Der Doktorand bedankte sich bei den Patienten für die Teilnahme an der Untersuchung.

2.3. Statistische Analyse

Alle Auswertungen erfolgten mit dem Statistik Programm SPSS 15.0, die Graphiken wurden mit Sigma Plot 7.1 erstellt. Befunde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ wurden als signifikant, bzw. bei $p < 0,10$ als tendenziell signifikant gewertet. Für dichotome Resultate wurde der χ^2 -Test für 3 Gruppen angewandt und bei Signifikanz eine weitere Prüfung zwischen zwei Gruppen mittels χ^2 -Test durchgeführt. Ordinale und nicht normal verteilte Daten wurden mit dem Kruskal –Wallis Test auf Signifikanz getestet und zwischen zwei Gruppen mit dem Mann-Whitney Test. Numerische Werte (z.B. Alter, Größe) wurden mit einer 3 Gruppen Varianzanalyse geprüft.

Resultate werden als Median mit der Spannweite oder 10, 25, 75 und 90 Perzentile dargestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Ausgangslage

Die soziodemographischen Merkmale der Patientengruppen waren vergleichbar (Tab. 1). Die Gruppen unterschieden sich ebenfalls nicht hinsichtlich der Größe der verwendeten Cervicalorthesen (Tab. 3) und der Verteilung der operativen Eingriffe (Tab. 2).

Tabelle 1 Soziodemographische Daten. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop

	Bonfils n = 20 (min-max)	ILMA n = 20 (min-max)	Macintosh n = 20 (min-max)	Kruskal-Wallis-Test	
				Chi ²	p
Alter [Jahre]	56 (19 – 77)	52 (30 – 80)	56 (35 – 79)	0,466	0,792
Gewicht [kg]	77,5 (47 – 115)	81,0 (60 – 115)	79,0 (64 – 112)	0,270	0,874
Größe [cm]	172,0 (160 – 187)	172,0 (157 – 195)	172,0 (154 – 195)	0,506	0,776

Tabelle 2: Verteilung der operativen Eingriffe. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop, BSV = Bandscheibenvorfall, SKS = Spinalkanalstenose, BWS = Brustwirbelsäule, LWS = Lendenwirbelsäule

	Bonfils n = 20	ILMA n = 20	Macintosh n = 19	Kruskal-Wallis-Test	
				Chi ²	p
Kraniotomie	4	3	4	0,000	1,000
Cervikaler BSV Cervikale SKS	3	1	2	0,000	1,000
Fixateur interne BWS	0	0	1		
Lumbaler BSV Lumbale SKS Fixateur interne LWS	13	16	12	0,000	1,000

Tabelle 3: Cervicalorthesen. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop

	Bonfils n = 20	ILMA n = 20	Macintosh n = 19	Kruskal-Wallis-Test	
				Chi ²	p
no neck	7	3	1	0,000	1,000
short	9	11	9	0,000	1,000
regular	4	6	9	0,000	1,000
tall	0	0	0	---	---

Tabelle 4: Prädiktoren der erschwerten Intubation. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop

	Bonfils n = 20	ILMA n = 20	Macintosh n = 20	Kruskal-Wallis-Test	
				Chi ²	p
Mallampati (1,2,3,4)	2,0 (1,25-2,0)	2,0 (1,0-2,0)	2,0 (1,0-2,0)	1,570	0,456
Patil < 6 cm =2, > 6 cm =1	2 (1-2)	1 (1-2)	2 (1-2)	4,359	0,113
Wilson-Index 0 - 8	3,5 (1,25-6,0)	1,0 (1,0-3,75)	0,0 (0,0-3,0)	5,219	0,074
¹⁾ Kopf- u. Halsbeweglichkeit (0-2)	1,0 (0,25-2,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-2,0)	7,424	0,024
¹⁾ MÖ (0-2)	1,0 (0,0-2,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-0,0)	10,582	0,005
¹⁾ Zurückweichender Unterkiefer (0-2)	0,5 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-0,0)	4,371	0,112
¹⁾ Prominente obere Schneidezähne (0-2)	1,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-0,75)	0,0 (0,0-0,0)	9,800	0,007
¹⁾ Körpergewicht (0-2)	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,055	0,973

Anmerkungen: ¹⁾Subtest des Wilson-Index

Bezüglich der Prädiktoren für die erschwerte endotracheale Intubation ergaben sich für drei Subtests des Wilson-Index signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 4). Die Ergebnisse des M.-W. Testes sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab.5).

Tabelle 5: Mann-Whitney-Test der Unterschiede zwischen den Gruppen in Subtests bei der Errechnung des Wilson-Indexes. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop

		Bonfils vs. Macintosh	Bonfils vs. ILMA	ILMA vs. Macintosh
Kopf und Halsbeweglichkeit	Asymptotische Signifikanz	0,087	0,007	0,456
	Z	-1,710	-2,702	-0,745
Mundöffnung	Asymptotische Signifikanz	0,002	0,101	0,055
	Z	-3,155	-1,641	-1,921
Prominente obere Schneidezähne	Asymptotische Signifikanz	0,003	0,054	0,230
	Z	-2,967	-1,928	-1,201

3.2. Zeitbedarf bis zur ersten adäquaten Ventilation

Für die Auswertung der Zeiten war die vollzogene endotracheale Intubation maßgeblich. Der Zeitbedarf bis zur ersten adäquaten Ventilation über den liegenden Endotrachealtubus war für die Intubationslarynxmaske deutlich größer als in den beiden anderen Gruppen. Im Globaltest zeigte sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p < 0,001$) (Tab. 6) (Abb.4).

Tabelle 6: Zeitbedarf bis zur ersten adäquaten Ventilation. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh Laryngoskop

	Bonfils n = 18 ¹⁾	ILMA n = 20	Macintosh n = 19 ²⁾	Kruskal-Wallis- Test	
				Chi ²	p
Zeit bis zur ersten Ventilation nach der Intubation [s]	45 (20-116)	240 (214-292)	33 (26-44)	32,181	0,000
Anzahl der Intubationsversuche	1 (1-2)	3 (2-3)	1 (1-1)	24,312	0,000

Anmerkungen: ¹⁾ 2 Patienten wurden aus der Auswertung genommen, weil ein Verfahrenswechsel erforderlich war (siehe Abschnitt 3.3) ²⁾ 1 Patient wurde aus der Auswertung genommen, weil eine absolute Indikation zur fiberoptischen Wachintubation gestellt wurde.

Sec.

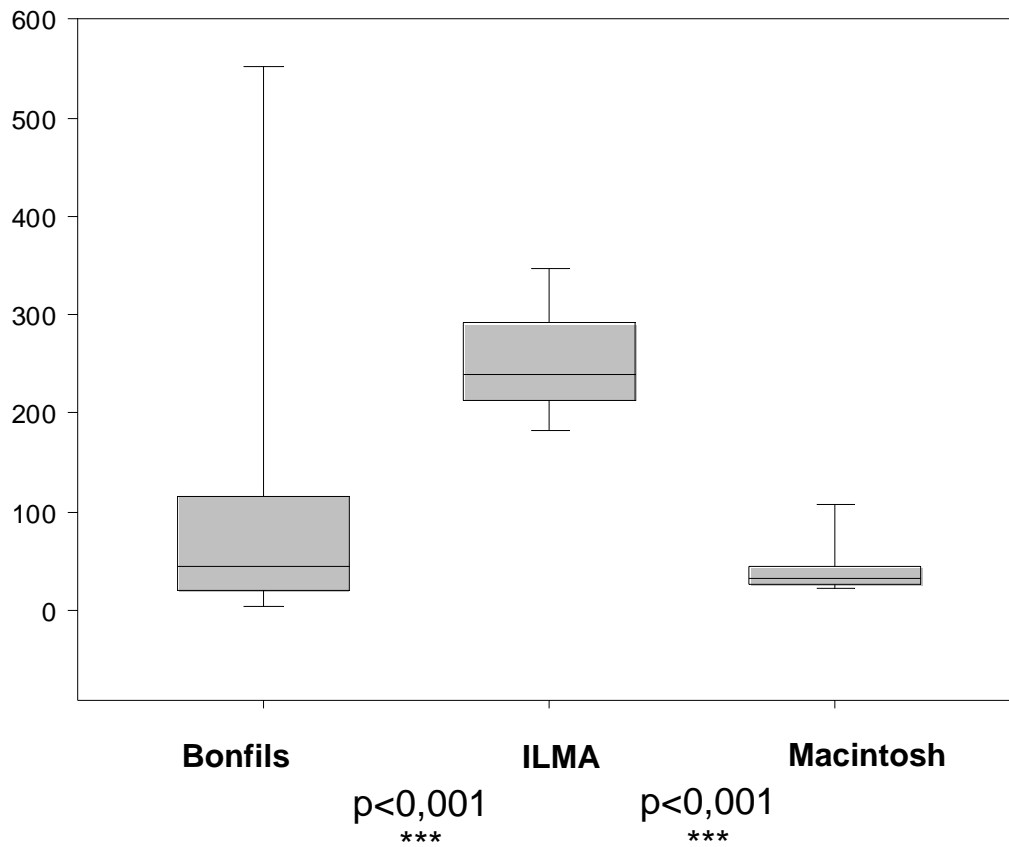


Abb. 4: Der Zeitbedarf für die endotracheale Intubation in Sekunden. Bonfils = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, ILMA = Intubationslarynxmaske, Macintosh = Macintosh-Laryngoskop. Die Boxplots stellen die 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentile dar.

Bei der weiteren Auswertung durch paarweise Gruppenvergleiche zeigten sich bezüglich der Intubationszeiten hochsignifikante Unterschiede sowohl zwischen dem starren Intubationsendoskop und der Intubationslarynxmaske (MW-Test; $p < 0,001$) als auch zwischen dem Macintosh und der Intubationslarynxmaske (MW-Test; $p < 0,001$). Wenn auch der Median der benötigten Zeiten für das starre Intubationsendoskop größer war im Vergleich zum Wert des Medians für das Macintosh Laryngoskop, so zeigten sich im paarweisen Vergleich zwischen den beiden Geräten keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,1 = 0,365$) (Abb. 4, Tab. 6).

Wenn man für die Intubationslarynxmaske das Zweistufen-Konzept berücksichtigt, welches berücksichtigt, dass eine adäquate Ventilation bereits über die Larynxmaske möglich ist bevor die endotracheale Intubation erfolgt und so für den Vergleich mit dem starren Intubationsendoskop und das Macintosh Laryngoskop die Beatmung über die liegende Maske zu Grunde legt, so besteht hinsichtlich der Zeiten bis zur ersten adäquaten Ventilation kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (K.-W.-Test, $p > 0,1$). Der Zeitbedarf für die Insertion der ILMA lag mit 156 s (110-190 s) allerdings immer noch höher als der Zeitbedarf für die endotracheale Intubation mit Hilfe des Macintosh-Laryngoskops oder des starren Intubationsendoskops (Tab. 6).

Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl der Intubationsversuche. Bei der Intubationslarynxmaske (ILMA) waren häufig mehr als zwei Versuche erforderlich, um die endotracheale Intubation durchzuführen, als bei den anderen Geräten (Tab. 5). Im paarweisen Gruppenvergleich bestätigte sich der hochsignifikante Unterschied aus dem Globaltest für den Vergleich zwischen dem starrem Intubationsendoskop und der ILMA (M.-W.-Test, $p < 0,001$). Im Vergleich zwischen Macintosh Laryngoskop und ILMA zeigte sich ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied (M.-W.-Test, $p < 0,001$).

3.3. Besonderheiten in den Gruppen, Verfahrenswechsel

Bei einem Patienten der ILMA-Gruppe ließ sich die Intubationslarynxmaske wegen der durch die Cervikalorthese stark behinderten Mundöffnung nur sehr schwer einführen. Nachdem dies gelungen war, ließ sich der Patient problemlos über die ILMA beatmen. Auch die Intubation gelang anschließend problemlos.

Bei zwei Patienten der Bonfils-Gruppe wurde wegen massiver Speichelsekretion und entsprechender Sichtbehinderung trotz endoralem Absaugens das Verfahren gewechselt. Bei einem Patienten gelang anschließend die Intubation mit Hilfe des Macintosh Laryngoskops problemlos. Bei dem zweiten Patienten erfolgte die Intubation nach frustriertem Einsatz des Macintosh Laryngoskops mit Hilfe des McCoy Laryngoskops.

3.4. Allgemeine Handhabung und subjektive Einschätzung

In diesem Abschnitt werden zum einen die Daten aller drei Gruppen hinsichtlich der subjektiven Einschätzung der Geräte durch die Anwender vorgestellt und zum anderen der Vergleich der visualisierenden Verfahren (starres Endoskop und Macintosh-Laryngoskop) bezüglich der Sichtbarkeit des Kehlkopfeingangs während der Laryngoskopie dargestellt. Darüber hinaus werden Daten präsentiert, die sich aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Geräte dem Gruppenvergleich entziehen. Beispielsweise ist das „zur Seite Schieben der Zunge“ während der Intubation nur bei Verwendung des Macintosh-Laryngoskops von Interesse.

3.4.1. Beurteilung der allgemeinen Handhabung durch die Anwender

Die Anwender beurteilten die Geräte hinsichtlich der allgemeinen Handhabung (Tab. 7). Das Macintosh-Laryngoskop erhielt die beste Bewertung, dann folgte das starre Intubationsendoskop nach Bonfils und mit größerem Abstand die Intubationslarynxmaske (ILMA). Die ILMA wurde jeweils hochsignifikant schlechter bewertet als das starre Endoskop und das Macintosh-Laryngoskop. Als Voraussetzung für die paar weisen Gruppenvergleiche, die in Tabelle 7 dargestellt sind, zeigte sich im Globaltest ein hochsignifikanter Unterschied (K.-W.-Test, $p < 0,001$) (Tab. 7).

Tabelle 7: Subjektive Einschätzung der Anwender zur Handhabung der Geräte. 0= sehr gut, 1 = gut, 2 = mäßig, 3 = ungeeignet; B = starres Intubationsendoskop nach Bonfils, I =ILMA= Intubationslarynxmaske, M = Macintosh-Laryngoskop; * p<0,001, M.-W.-Test**

Bonfils (B) n=20	ILMA (I) n=20	Macintosh (M) n=19
0 (0 – 3)	2 (1 – 3) B vs. I *** M vs. I ***	0 (0 - 1)

3.4.2. Vergleich der visualisierenden Verfahren

Beim Vergleich der visualisierenden Verfahren (starres Intubationsendoskop, Macintosh-Laryngoskop) nach der laryngoskopischen Sicht konnte zwischen den Gruppen kein Unterschied gezeigt werden (Tab. 8). Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei zwei Patienten mit Hilfe des starren Intubationsendoskop der Kehlkopf nicht dargestellt werden konnte und keine endotracheale Intubation möglich war.

Tabelle 8: Vergleich der visualisierenden Verfahren mit Hilfe der Klassifikation nach Cormack und Lehane, 1 = gesamte Glottis sichtbar, 2 = nur hintere Glottis sichtbar, 3 = nur Epiglottis sichtbar, 4 = nicht mal Epiglottis sichtbar (siehe auch Abb. 3)

Starres Intubationsendoskop nach Bonfils	Macintosh Laryngoskop
n=20 ¹⁾	n=19
2 (1 – 4)	2 (1 – 4)

Anmerkungen:¹⁾ Bei 2 Patienten war ein Verfahrenswechsel erforderlich, weil mit dem Bonfils keine Sicht auf die Kehlkopfstrukturen möglich war. ²⁾ Bei einem Patienten war nach Einschluss in die Untersuchung eine zwingende Indikation zur fiberoptischen Intubation gestellt worden.

3.4.3. Macintosh-Laryngoskop und starres Endoskop

Bei der Betrachtung der Daten zu den visualisierenden Verfahren fällt die insgesamt gute Bewertung auf, die für das Macintosh-Laryngoskop (Tab. 9) noch besser zu sein scheint als für das starre Intubationsendoskop (Tab. 10).

Tabelle 9: Das Urteil der Anwender zum Macintosh-Laryngoskop: Bewertungen und Verteilung der Bewertungen

		Zunge beiseite schieben und in der Position halten	Auffinden der Epiglottis	Führbarkeit des Spatels
Bewertung Median (Spannweite)		0 (0-1)	0 (0-2)	0 (0-1)
Verteilung der Bewertungen n (%)	Sehr gut (0)	13 (65%)	12 (60%)	14 (70%)
	Gut (1)	6 (35%)	6 (35%)	5 (30%)
	Mäßig (2)	0	1 (5%)	0
	Schlecht (3)	0	0	0

Tabelle 10: Die Beurteilung des starren Intubationsendoskop nach Bonfils durch die Anwender: Bewertung und Verteilung der Bewertungen

		Vorschieben und Orientierung	Auffinden der Epiglottis	Darstellung der Stimmritze	Einführen des Tubus
Bewertung Median (Spannweite)		0 (0-3)	0 (0-3)	0 (0-3)	0 (0-3)
Verteilung der Bewertungen n (%)	Sehr gut (0)	12 (60%)	12 (60%)	11 (55%)	14 (70%)
	Gut (1)	4 (20%)	2 (10%)	4 (20%)	4 (20%)
	Mäßig (2)	3 (15%)	4 (20%)	2 (10%)	0
	Schlecht (3)	1 (5%)	2 (10%)	3 (15%)	2 (10%)

3.4.4. Intubationslarynxmaske

Die Intubationslarynxmaske (ILMA) wird in einem Zwei-Stufen-Konzept eingesetzt: 1) Einsetzen der Larynxmaske, 2) Einbringen des Endotrachealtubus durch die liegende Larynxmaske.

Bei der subjektiven Bewertung des ersten Schrittes dieses Zwei-Stufen-Konzeptes fällt auf, dass die Einführung der Maske und die Ventilation über die Maske überwiegend mäßig oder schlecht eingeschätzt wurden, obwohl die Ventilation nach objektiven Kriterien (Tidalvolumen und endtidales Kohlendioxidpartialdruck) ausreichend war (Tab. 11).

Entsprechend ungünstig fiel die Einschätzung der allgemeinen Handhabung der Larynxmaske durch die Anwender aus. Sie bewerteten diesen Teil der ILMA-Positionierung auf der vierstufigen Skala von 0=sehr gut bis 3 = ungeeignet nur mit 2 (Spannweite 2-3) also mäßig (Tab. 11, letzte Spalte). Die Anwender brauchten häufiger mehrere Versuche im Median 2 (Spannweite 2-3) bis zur erfolgreichen Platzierung der Maske.

Tabelle 11: Das Urteil der Anwender zum ersten Schritt des Zwei-Stufen-Konzeptes der Intubationslarynxmaske: Bewertung und Verteilung der Bewertungen

		Platzierung und in Position halten	Dichtigkeit	Ventilation	Allgemeine Handhabung
Bewertung Median (Spannweite)		2 (2-3)	2 (1-3)	2 (1-2)	2 (2-3)
Verteilung der Bewertungen n (%)	Sehr gut (0)	1 (5%)	1 (5%)	1 (5%)	1 (5%)
	Gut (1)	3 (15%)	4 (20%)	5 (25%)	1 (5%)
	Mäßig (2)	10 (50%)	12 (60%)	11 (55%)	11 (55%)
	Schlecht (3)	6 (30%)	3 (15%)	3 (15%)	7 (35%)

Das Einbringen des Endotrachealtubus über die liegende Larynxmaske, der zweite Schritt im Zwei-Stufen-Konzept, wurde ebenfalls überwiegend als mäßig oder schlecht bewertet, wohingegen die Ventilation nach erfolgter Platzierung des Endotrachealtubus von der Mehrheit als gut beurteilt wurde (Tab. 12).

Tabelle 12: Das Urteil der Anwender zum 2. Schritt des Zwei-Stufen-Konzeptes der Intubationslarynxmaske: Bewertung und Verteilung der Bewertungen

		Vorschieben des Tubus	Platzierung des Tubus in der Trachea	Ventilation
Bewertung Median (Spannweite)		2 (0-3)	3 (0-3)	1 (0-3)
Verteilung der Bewertungen n (%)	Sehr gut (0)	2 (10%)	2 (10%)	2 (10%)
	Gut (1)	0	1 (5%)	13(65%)
	Mäßig (2)	10 (50%)	6 (30%)	4 (20%)
	Schlecht (3)	8 (40%)	11(55%)	1 (5%)

Obwohl die Ventilation über den Tubus überwiegend als gut eingeschätzt wurde, fiel das Urteil der Anwender für die supraglottische Beatmungshilfe insgesamt negativ aus.

Tabelle 13: Das Gesamturteil der Anwender zur Intubationslarynxmaske

Intubationslarynxmaske (Maske und Tubus)	Platzierung und in der Position halten n (%)	Dichtigkeit n (%)	Ventilation n (%)
Median (Spannweite)	2 (0 – 3)	2 (0 – 3)	2 (0 – 3)
Sehr gut (0)	2 (10%)	2 (10%)	2 (10%)
Gut (1)	0	4 (20%)	6 (30%)
Mäßig (2)	11 (55%)	12 (60%)	10 (50%)
Schlecht (3)	7 (35%)	2 (10%)	2 (10%)

4. Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wird erstmal im klinischen Kontext ein Vergleich zwischen der Intubationslarynxmaske, einer supraglottischen Beatmungs- und Intubationshilfe und zwei visualisierenden Verfahren zur endotrachealen Intubation, dem starren Intubationsendoskop nach Bonfils und dem Macintosh-Laryngoskop bei Patienten mit immobilisierter Halswirbelsäule angestellt.

Wesentliche Ergebnisse waren, dass die an der Untersuchung teilnehmenden Anästhesisten die endotracheale Intubation mit Hilfe des starren Endoskops und des Macintosh-Laryngoskops schneller durchführten als mit der Intubationslarynxmaske (ILMA). Allerdings konnten zwei Patienten mit Hilfe des starren Endoskops nicht intubiert werden. Die Intubation gelang bei diesen Patienten erst nach einem Verfahrenswechsel auf die direkte Laryngoskopie. Mit der ILMA und dem Macintosh-Laryngoskop dagegen gelang die Intubation in allen Fällen. Die Anästhesisten beurteilten die ILMA unter Aspekten der allgemeinen Handhabung schlechter als die visualisierenden Verfahren.

Die Ergebnisse sind sowohl für den klinischen als auch für den präklinischen Bereich von Bedeutung. Bei der Sicherung des schwierigen Atemweges durch den Notarzt spielen zum einen die rasche Verfügbarkeit und die einfache Handhabung, aber auch eine gewisse Robustheit der Geräte, eine Rolle, zum anderen ist es vor dem Hintergrund, dass Notärzte sich nicht nur aus dem Kreise routinierter Anästhesisten rekrutieren, hilfreich, wenn die Anwendung der Geräte zur Sicherung der Atemwege für diesen Bereich schnell zu erlernen ist. Darüber hinaus sollte sich der finanzielle Aufwand im vertretbaren Rahmen halten, wenn auch dieser Aspekt nicht entscheidend sein darf.

In der Klinik ist der „Goldstandard“ für die Sicherung des schwierigen Atemweges die fiberoptische Intubation. Der erfahrene Anwender kann mit Hilfe der fiberoptischen Intubation nahezu alle schwierigen Atemwegsprobleme lösen [34, 106, 108, 135, 140]. Bei bekanntem schwierigem Atemweg erfolgt die fiberoptische Intubation in der Regel am analgosedierten spontanatmenden Patienten. Das Gerät ist empfindlich und die gerätetechnische Vorbereitung vergleichsweise umfangreich. Ein Einsatz im präklinischen Bereich wird daher

nicht empfohlen. Zudem wird eine zügige Sicherung der Atemwege nach suffizienter Vorbehandlung des Patienten mit Oberflächenanästhesie und Analgosedierung und adäquater geräteseitiger Vorbereitung nur dem geübten Anwender gelingen. In der Literatur werden dazu sehr unterschiedliche Zeiten berichtet.

Ovassapian et al. berichten über 307 Patienten mit schwierigen Intubationsverhältnissen, die fiberoptisch intubiert wurden [114]. Erfahrene Mitarbeiter konnten bei Patienten, welche nach laryngoskopischer Sicht den Kategorien 1 und 2 der Klassifikation von Cormack und Lehane angehörten, innerhalb von 30 – 60 s endotracheal intubieren. Bei Patienten, die den Kategorien 3 und 4 nach Cormack und Lehane angehörten benötigen diese Mitarbeiter jedoch 2 bis 4 Minuten. Für die Patienten mit günstiger Cormack/Lehane-Klassifizierung sind die Werte damit gut vergleichbar mit denen, die in der vorliegenden Untersuchung mit dem Macintosh-Laryngoskop erzielt wurden. Saha et al. benötigten bei 17 Patienten mit cervicaler Pathologie für eine wache fiberoptische transnasale Intubation im Mittel 81 s (min 18, max 157 s) [129]. Kundra et al. teilten Intubationszeiten für die nasale fiberoptische Intubation bei 48 Patienten mit versteifter HWS unter zwei Lokalanästhesieverfahren mit. Bei Schleimhutanästhesie wurden $5,1 \pm 1,2$ Minuten benötigt gegenüber $4,5 \pm 1,3$ Minuten bei Blockade der Larynxnerven [84].

Während die von Ovassapian et al. für die in die Kategorien 1 und 2 nach Cormack und Lehane eingestuftten Patienten, und die von Saha et al. Untersuchten Patienten die berichteten Zeiten auch unter notärztlichen Aspekten akzeptabel sind, sind die von Kundra gemessenen Zeiten unter notärztlichen Aspekten kritisch zu sehen. Eine beträchtliche Zahl von Patienten, die präklinisch unter dem Verdacht auf eine Verletzung der Halswirbelsäule behandelt werden müssen, haben weitere lebensbedrohliche Verletzungen. Beispielsweise sind Patienten mit pulmonalen Verletzungen oder im Volumenmangelschock durch Hypoxie gefährdet. Die verzögerte Sicherung der Atemwege kann durch konsekutive Hypoxie bei Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten zu sekundärer Hirnschädigung führen. Aus den genannten Gründen muss die Sicherung der Atemwege gerade in der präklinischen Versorgung zügig und zuverlässig erfolgen.

Vor diesem Hintergrund sind die in der vorliegenden Untersuchung sowohl mit dem starren Endoskop als auch mit dem Macintosh-Laryngoskop erzielten Zeiten auch für den Notfallmedizinischen Bereich akzeptabel.

Dabei sind die erzielten Zeiten für das Macintosh-Laryngoskop mit 26-44 s erstaunlich gut. Trotz teilweiser ungünstiger Klassifikation nach Cormack und Lehane gelang die Intubation mit diesem Gerät in allen Fällen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Intubation lediglich durch die Immobilisation der Halswirbelsäule erschwert wurde. Die Mundöffnung wird durch die verwendete moderne HWS-Stütze kaum eingeschränkt. Dies war bei älteren Modellen ein Problem. Begegnet wurde diesem Problem mit unterschiedlichen Modifikationen des Macintosh-Spatels, wie z. B. dem Dörges-Spatel, der eine wesentlich geringere Spatelhöhe (16 vs. 22 mm) als der Macintosh-Spatel hat [57]. Zudem ist die Spatelkrümmung verändert worden, so dass der „crest of the hill“-Effekt vermindert wurde, d.h. der geringer gebogene Spatel erlaubt eine bessere Sicht auf den Kehlkopfeingang [101]. Auch wenn mittlerweile eine Vielzahl weiterer Spatel vorgestellt wurden [99, 103], wird zumindest in Deutschland weiterhin bevorzugt der Macintosh-Spatel eingesetzt. Dieser Umstand ist von Bedeutung, wenn man Intubationshilfen anwenderorientiert untersucht.

In einer Studie von Gerlach et al. wurden die Intubationslarynxmaske, das starre Intubationsendoskop nach Bonfils und das Macintosh-Laryngoskop von nicht in der Anästhesie tätigen Ärzten an einem Atemwegstrainer mit immobilisiertem Halsbereich eingesetzt. Dabei zeigte sich eine signifikante Verminderung der Anzahl frustrierender Intubationsversuche für das starre Endoskop nach Bonfils im Vergleich zum Macintosh-Laryngoskop. Die anästhesiologisch nicht versierten Ärzte waren mit dem Macintosh-Laryngoskop weit weniger erfolgreich als mit dem starren Endoskop. In 5 von 20 Fällen gelang ihnen die Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop überhaupt nicht. Dagegen waren sie mit dem starren Endoskop nach Bonfils und mit der ILMA immer erfolgreich. Dementsprechend beurteilten die Anwender in dieser Untersuchung das starre Endoskop nach Bonfils unter Aspekten der Handhabung signifikant besser als das Macintosh-Laryngoskop [56]. Möglicherweise sollten sich Notfallmediziner, die nicht regelmäßig in der Anästhesie tätig sind, in ihren Tätigkeiten mehr an dem

orientieren, was sie als Notfallmediziner zu leisten vermögen, als an den spezifischen anästhesiologischen Herausforderungen des Falles [105]. Unter diesem Aspekt scheinen sowohl das starre Endoskop nach Bonfils als auch die Intubationslarynxmaske sinnvolle Ergänzungen des notfallmedizinischen Repertoires zu sein.

Insbesondere das starre Endoskop nach Bonfils scheint nach der bereits zitierten Untersuchung eine gute Alternative zum Macintosh-Laryngoskop zu sein. Viele Ärzte sind mittlerweile in der Anwendung endoskopischer Techniken geübt, so dass den Kollegen die Anwendung dieses Gerätes leichter fällt als der Umgang mit dem Macintosh-Laryngoskop. Ein technischer Vorteil des starren Endoskops liegt darin, dass beim Vorgang der Intubation nicht wie beim Macintosh-Laryngoskop die orale, pharyngeale und laryngeale Achse in Übereinstimmung gebracht werden müssen. D. h. die Notwendigkeit der Hochlagerung des Kopfes und der Extension der Halswirbelsäule entfällt. Eines der Hauptprobleme bei der Anwendung endoskopischer Techniken im Bereich der Atemwege sind ungünstige Sichtverhältnisse bei Verlegung durch Schleim oder Blut. In der vorliegenden Untersuchung war dies bei zwei Patienten der Fall. In der Regel sollte auch eine stärkere Verschleimung durch Absaugen beseitigt werden können. Mit der vorliegenden Untersuchung wurden keine Lernkurven erhoben. Trotzdem ist sicher, dass die teilnehmenden Anästhesisten im Lauf ihrer Berufsjahre bei der Arbeit mit dem Macintosh-Laryngoskop mehr Erfahrung gesammelt haben, als im Umgang mit dem starren Endoskop. Möglicherweise beeinflussen solche Trainingseffekte und jahrelange Erfahrung im Umgang mit bestimmten Beatmungshilfen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung.

Der Einsatz der Intubationslarynxmaske (ILMA) wird auf der einen Seite Anästhesisten bei Fällen schwieriger Atemwegssicherung als zusätzliches Hilfsmittel empfohlen [25] auf der anderen Seite wird sie Notfallmediziner, die mit der Atemwegssicherung wenig Erfahrung haben, als Intubationshilfe an die Hand gegeben [8]. Für die Durchführung der endotrachealen Intubation über die ILMA werden Erfolgsraten zwischen 71 und 98 % berichtet. Der sehr ungünstige Wert von 71 % wurde in einer Untersuchung ermittelt, in der zusätzlich zur HWS-Immobilisation ein Krikoiddruck appliziert wurde [53]. Der Krikoiddruck, der

bewirken soll, dass der Ösophagus verschlossen wird, wird unter der Vorstellung ausgeübt einerseits während der Beatmung mit der Gesichtsmaske die Insufflation von Luft in den Magen zu verhindern andererseits die passive Regurgitation von Mageninhalt während der Sicherung der Atemwege zu vermeiden. Die Anwendung des Krikoiddrucks wird kontrovers diskutiert, weil der Nutzen der Maßnahme nicht gesichert ist und ein Verletzungsrisiko besteht. Für die vorliegende Untersuchung wurde auf diese Maßnahme verzichtet, so dass die günstigen Ergebnisse (Erfolgsrate 100 %) möglicherweise auch damit zusammenhängen. Bei einem Patienten der vorliegenden Untersuchung war die Mundöffnung eingeschränkt, so dass die Insertion der Intubationslarynxmaske zwar erschwert war, aber trotzdem gelang. Die Mundöffnung sollte für die Insertion der Maske mindestens 2 cm von Zahnreihe zu Zahnreihe betragen. Asai et al. haben festgestellt, dass das Einbringen der Intubationslarynxmaske bei Patienten mit immobilisierter Halswirbelsäule signifikant leichter ist als mit der herkömmlichen Larynxmaske. Die Untersucher führten den ermittelten Unterschied darauf zurück, dass die ILMA durch das eingebettete Stahlrohr insgesamt formstabiler und damit bei der Insertion leichter geführt werden kann [8]. Auch Rosenblatt et al. [125] empfehlen bei Notfällen die Verwendung einer Intubationslarynxmaske und heben dabei insbesondere die kurzen Intubationszeiten hervor. In der vorliegenden Untersuchung lagen die Intubationszeiten für die Intubationslarynxmaske allerdings mit 240 s (138-592) deutlich höher als die Zeiten die Rosenblatt et al. ermittelt hatten [125].

Die Zeiten bis zur definitiven Sicherung der Atemwege lagen damit bei einem großen Teil der Patienten über 180 s. Vor dem Hintergrund, dass Notfallpatienten nicht nur durch Begleitverletzungen und möglichen Volumenmangel gefährdet sind, sondern auch dadurch, dass sie nicht nüchtern sind, sind diese Zeiten zumindest bei einigen Patienten in einem nicht mehr akzeptablem Bereich.

Ein weiterer potentieller Nachteil der Intubationslarynxmaske könnte darin bestehen, dass während der Insertion der Maske die Pharynxhinterwand nach dorsal in Richtung Wirbelsäule gedrückt wird. Bei instabiler Halswirbelsäule könnte dadurch ein Druck auf das Cervikalmark ausgeübt werden [27,79,83]. Aus diesen Gründen sollte die ILMA möglicherweise nicht die 1. Wahl für die Sicherung der

Atemwege bei Patienten mit Verdacht auf Verletzungen der Halswirbelsäule sein.

Wenn nach der Einleitung einer Allgemeinanästhesie die Beatmung des Patienten gar nicht gelingt, weder mit Hilfe der Gesichtsmaske noch durch die endotracheale Intubation, dann ist der Patient in einem akut lebensbedrohlichen Zustand. Für die beschriebene Situation findet man in der Literatur Häufigkeitsangaben zwischen 0,01 und 0,03 % [55, 95, 123, 124, 130]. Mit der Einführung der supraglottischen Beatmungshilfen ist das Risiko dieser sogenannten und gefürchteten „cannot intubate – cannot ventilate“ – Situation deutlich gesunken [43, 90, 94]. Parmet et al. schätzen die Wahrscheinlichkeit mit der Larynxmaske nicht adäquat ventilieren zu können auf 1:800.000 [117]. Ein vom Anästhesisten oder Notfallmediziner angelegter chirurgischer Atemweg ist hingegen keine günstige Option. Für unerfahrene Anwender werden Erfolgsraten sowohl für die konventionelle als auch für die Cricothyreotomie mittels Seldinger-Technik von nur 60 – 70 % angegeben [48].

In der vorliegenden Untersuchung trat keine „cannot intubate – cannot ventilate“ – Situation ein, was vor dem Hintergrund der berichteten Zahlen nicht verwundern kann. Es war jedoch zweimal ein Verfahrenswechsel notwendig, wobei in beiden Fällen von der endoskopischen Technik auf die direkte Laryngoskopie gewechselt wurde. Dieser Wechsel war möglich, weil beide Patienten problemlos mit der Gesichtsmaske beatmet werden konnten. Wäre es nicht möglich gewesen die Patienten nach dem frustrierten Intubationsversuch mit Hilfe der Gesichtsmaske zu beatmen, hätte eine supraglottische Beatmungshilfe, beispielsweise die Intubationslarynxmaske, im Notfall aber auch eine herkömmliche Larynxmaske oder ein Larynxtrachealtubus, zum Einsatz kommen müssen. Die Vorhaltung einer supraglottischen Beatmungshilfe in allen erforderlichen Größen wird neben den konventionellen Geräten zur Atemwegssicherung (Gesichtsmaske, Macintosh-Laryngoskop) mittlerweile allgemein empfohlen [10, 25, 30, 133, 149].

Als Prädiktoren für eine schwierige Intubation wurden die Patienten der vorliegenden Untersuchung nach der Mallampati-Scala und dem Zeichen nach Patil klassifiziert. Zusätzlich wurde der Wilson-Index ermittelt. In den Subtests des Wilson-Index zeigten sich zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede bezüglich der Kopf- und Halsbeweglichkeit, der Mundöffnung und der Skalierung

für prominente Schneidezähne. Während die Unterschiede in der Kopf- und Halsbeweglichkeit aufgrund des Untersuchungsdesigns vernachlässigt werden können, könnten die Unterschiede bezüglich der beiden anderen Subtests die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beeinflusst haben. Die Mundöffnung und die Skalierung der Schneidezähne waren für die Bonfils-Gruppe ungünstiger als für die anderen beiden Untersuchungsgruppen. Allerdings ist das Bonfils gerade auch bei geringer Mundöffnung geeignet, weil die Sicht auf den Kehlkopf über die 30 Grad gebogene Optik erfolgt und nicht wie beim Macintosh-Laryngoskop durch direkten Blick. Wäre diese Disposition der Patienten häufiger in der Macintosh-Gruppe zu finden gewesen, wären die Ergebnisse für das Macintosh-Laryngoskop möglicherweise deutlich schlechter ausgefallen. Zudem ergab sich der Gruppenunterschied hinsichtlich der Mundöffnung aufgrund einer Skalierung von kleiner und größer 5 cm von Zahnreihe zu Zahnreihe. Man geht heute davon aus, dass eine Mundöffnung im Bereich von 4 cm (Zahnreihe-Zahnreihe) ausreichend ist, um eine endotracheale Intubation zumindest unter diesem Aspekt zu ermöglichen. Insofern ist die Wertigkeit des Wilson-Index zumindest mit Blick auf diesen Subtest kritisch zu hinterfragen.

5. Zusammenfassung

1. Fragestellung:

Eine Intubation bei in-line - Position des Kopfes (immobilisierte HWS) stellt in sich eine erschwerte Bedingung für die Sicherung der Atemwege in der Anästhesie dar.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Handhabung des Macintosh-Spatels, der Intubationslarynxmaske und des starren Endoskops nach Bonfils bei der Intubation von Patienten mit immobilisierter HWS untersucht. Ziel dieser Untersuchung war zum einem die unterschiedlichen Intubationshilfen objektiv hinsichtlich der benötigten Zeiten für die Sicherung der Atemwege zu vergleichen und zum anderen die eingesetzten Geräte durch die Anwender subjektiv beurteilen zu lassen.

2. Methodik:

Es wurde 59 Patienten, die mit einer Orthese der HWS versorgt worden waren und für eine elektive Operation in der Klinik für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein Campus Lübeck vorgesehen waren, untersucht.

Am Nachmittag vor der Operation wurden die Patienten über die bevorstehende Narkose aufgeklärt. Von einem anderen Anästhesisten wurde die Aufklärung für die Studienteilnahme gemacht und bei Einwilligung durch den Patienten die soziodemografischen Daten, Vorerkrankungen, Vormedikation, sowie Daten zur Ausgangslage in Bezug auf den geplanten Eingriff, die Größe der verwendeten Cervikalorthese und die Prädiktoren der erschwerten Intubation erhoben (Mallampati, Patil, Wilson-Index).

Die Patienten wurden dem jeweiligen Verfahren nach dem Zufallsprinzip zugeordnet. Nach der standardisierten Narkoseeinleitung wurde mit der zuvor festgelegten Methode endotracheal intubiert und anschließend mit der maschinellen Beatmung begonnen. Der zweite Anästhesist hat mit einer Stoppuhr die Intubationszeiten gemessen und die Befunde und subjektiven Beurteilungen des die Intubation durchführenden Anästhesisten dokumentiert.

3. Ergebnis:

Es zeigte sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen dem Bonfils und der ILMA und zwischen dem Macintosh-Spatel und der ILMA hinsichtlich der Zahl der Intubationsversuche, der Intubationszeit bis zur ersten adäquaten Ventilation und der subjektiven Einschätzung der allgemeinen Handhabung der Intubationsverfahren. Zwischen dem Bonfils und dem Macintosh-Spatel zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Bei den Patienten, die primär mit einer Intubationslarynxmaske intubiert und beatmet worden sind, waren signifikant mehr Intubationsversuche nötig und es bedurfte mehr Zeit die Intubation durchzuführen. Die allgemeine Handhabung wurde von den Anwendern im Vergleich zu den visualisierenden Verfahren signifikant schlechter beurteilt. In der Bonfils-Gruppe musste bei 2 Patienten das Verfahren für die Atemwegssicherung gewechselt werden (1xMacintosh-Laryngoskop, 1xMcCoy Laryngoskop).

4. Schlussfolgerung:

Das starre Endoskop nach Bonfils ist eine gute Alternative zum herkömmlichen Macintosh-Laryngoskop für die Sicherung der Atemwege bei immobilisierter Halswirbelsäule. Die Intubationslarynxmaske kann eine sehr nützliche Alternative sein, wenn im Notfall die Intubation mit den visualisierenden Verfahren nicht gelingt. Gegen eine routinemäßige Anwendung der Intubationslarynxmaske spricht, dass bei vorliegender instabiler Halswirbelsäule eine Schädigung des Cervikalmarkes während der Atemwegssicherung nicht ausgeschlossen werden kann. Die Anwender beurteilen insgesamt die visualisierenden Geräte besser als die Intubationslarynxmaske, obwohl die Intubationslarynxmaske nach objektiven Kriterien gute Ergebnisse für die Atemwegssicherung und die Ventilation zeigt.

6. Literaturverzeichnis

1. Agro F, Brimacombe J, Brain AIJ, Marchionini L, Cataldo R: The intubating laryngeal mask for maxillo-facial trauma. *Eur J Anaesth* 16, 263-264 (1999)
2. Agro F, Brimacombe J, Carassiti M, Marchionni L, Morelli A, Cataldo R: The intubating laryngeal mask. Clinical appraisal of ventilation and blind tracheal intubation in 110 patients. *Anaesthesia* 53, 1084-1090 (1998)
3. Al Ramadhani S, Mohamed LA, Rocke DA, Gouws E: Sternomental distance as the sole predictor of difficult laryngoscopy in obstetric anaesthesia. *Br J Anaesth* 77, 312-316 (1996)
4. Arbous MS, Grobbee DE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HHAJM, Touw P, Werner FM, Meursing AEE: Mortality associated with anaesthesia: a qualitative analysis to identify risk factors. *Anaesth* 65, 1141-1153 (2001)
5. Asai T, Okuda H, Shingu K: Use of the intubating laryngeal mask for tracheal intubation in three patients with difficult airways. *Masui* 48, 419-420 (1999)
6. Asai T, Shingu K: Tracheal intubation through the intubating laryngeal mask in a patient with a fixed flexed neck and deviated larynx. *Anaesthesia* 53, 1199-1201 (1998)
7. Asai T, Shingu K: Tracheal intubation through the intubating laryngeal mask in patients with unstable necks. *Acta Anaesthesiol Scand* 45, 818-822 (2001)
8. Asai T; Wagle AU; Stacey M: Placement of the intubating laryngeal mask is easier than the laryngeal mask during manual in-line neck stabilization. *Br J Anaesth* 82, 712-714 (1999)
9. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D: AG Polytrauma der DGU. Epidemiologie des Schwerverletzten – Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. *Unfallchirurg* 103, 355-363 (2000)
10. Baskett PJF, Parr MJA, Nolan JP: The intubating laryngeal mask. Results of a multicentre trial with experience of 500 cases. *Anaesthesia* 53, 1174-1179 (1998)
11. Bellhouse CP, Doré C: Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intensive Care* 16, 329-337 (1988)
12. Benumof JL: Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 75, 1087-1110 (1991)
13. Bernhard M, Bouillon B, Gries A: Das Polytrauma – Algorithmus zur Behandlung. *Notfallmedizin up2date* 4, 329-342 (2006)
14. Bernhard M, Gries A, Kremer P, Böttiger BW. Spinal Cord Injury (SCI) - Prehospital Management. *Resuscitation* 66, 127-139 (2005)

15. Bernhard M, Helm M, Aul A, Gries A. Präklinisches Management des Polytraumas. *Anästhesist* 53, 887-904 (2004)
16. Bochicchio GV, Ilahi O, Joshi M, Bochicchio K, Scalea TM: Endotracheal intubation in the field does not improve outcome in trauma patients who present without an acutely lethal traumatic brain injury. *J Trauma* 54, 307-311 (2003)
17. Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J, Crinquette V, Cros AM, Dubreuil M, Eurin B, Haberer JP, Pottecher T, Thorin D, Ravussin P, Riou B: Intubation difficile. Société française d'anesthésie et de réanimation (Expertise collective). *Ann Fr Anesth Réanim* 15, 207-214 (1996)
18. Bonfils P: Schwierige Intubation bei Pierre-Robin-Kindern, eine neue Methode: Der retromolare Weg. *Anaesthesist* 32, 363-367 (1983)
19. Boulain T: Unplanned extubations in the adult intensive care unit: a prospective multicenter study. *Association des Reanimateurs du Centre-Quest. Am J Respir Crit Care Med* 157, 1131-1137 (1998)
20. Brain AIJ, Vergheze C, Addy EV, Kapila A, Brimacombe J: The intubating laryngeal mask II: A preliminary clinical report of a new means of intubating the trachea. *Br J Anaesth* 79, 704-709 (1997)
21. Brain AIJ, Vergheze C, Addy EV, Kapila A: The intubating laryngeal mask. I: development of a new device for intubating the trachea. *Br J Anaesth* 79, 699-703 (1997)
22. Brain AIJ: The Fastrach – a new way of intubating the trachea. In *Intubation and the upper airway*. Bordeaux, France, 5/1997. Masson-Williams&Wilkins France, Paris (1997)
23. Brain AIJ: *The Intubating Laryngeal Mask Airway – Fastrach*. 1996, Jersey, U.K. (1996)
24. Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C: Airway Management. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 45, 302-306 (2004)
25. Brimacombe JR: Difficult airway management with the intubating laryngeal mask. *Anesth Analg* 85, 1173-1175 (1997)
26. Byhahn C, Heller G, Meininger D, Döriges V: Atemwegsmanagement in der Notfallmedizin. *Notfallmedizin up2date* 2, 9-20 (2007)
27. Brimacombe J, Keller C, Künzel KH, Gaber O, Boehler M, Pühringer F: Cervical spine motion during airway management: A cinefluoroscopic study of the posteriorly destabilized third cervical vertebrae in human cadavers. *Anesth Analg* 91, 1274-1278 (2000)
28. Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Ovassapian 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* 78, 597-602 (1993)

29. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW: Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claim analysis. *Anesthesiology* 72, 828-833 (1990)
30. Chan YW, Kong CF, Kong CS, Hwang NC, Ip-Yam PC: The intubating laryngeal mask airway (ILMA): initial experience in Singapore. *Br J Anaesthesie* 81, 610-621 (1998)
31. Cheney FW: Committee on professional liability: overview. *American Society of Anesthesiologist Newsletter* 58, 7-9 (1994)
32. Cheney FW, Posner KL, Caplan RA: Adverse respiratory events infrequently leading to malpractice suits. A closed claims analysis. *Anesth*, 75, 932-939 (1991)
33. Combes X, Le Roux B, Suen P, Dumerat M, Motamed C, Sauvat S, Duvaldestin P, Dhonneur G: Unanticipated difficult airway in anesthetized patients: prospective validation of a management algorithm. *Anesthesiology* 100, 1146-1150 (2004)
34. Conyers AB, Wallace DH, Mulder DS: Use of the fiberoptic bronchoscope for nasotracheal intubation: a case report. *Can Anaesth Soc J* 19, 654-656 (1972)
35. Cooper JB, Newborner RS, Long CH: Preventable anesthetic mishaps: a study of human factors. *Anesthesol* 49, 399-408 (1978)
36. Cooper JB, Newbower RS, Kitz RJ: An analysis of major errors and equipment failures in anesthetic management: consideration for prevention and detection. *Anesthesiol* 86, 34-42 (1997)
37. Cormack RS, Lehane J: Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesth* 39, 1105-1111 (1984)
38. Cros AM, Colombani S: Preliminary study of intubation with a new laryngeal mask for difficult intubation. *Anesthesiology* 87, 3-482 (1997)
39. Cros AM, Maigrot F, Esteben D: Masque larynge`-Fastrach et intubation difficile. *Ann Fr Anesth Reanim* 18, 1041-1046 (1999)
40. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Doyle DJ, Hung OR, Labrecque P, Muir H, Murphy MF, Preston RP, Rose DK, Roy L: The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 45, 757-776 (1998)
41. Davis DP, Idris AH, Sise MJ et al: Early ventilation and outcome in patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Crit Care Med* 34, 1202-1208 (2006)
42. Döriges V, Wenzel V, Schumann T, Neubert E, Ocker H, Gerlach K: Intubating laryngeal mask airway, laryngeal tube, 1100 ml self-inflating bag-alternatives for basic life support. *Resuscitation* 51, 185-191 (2001)
43. Deegan AE: Anesthesia morbidity and mortality, 1988-1999: Claims statistics from AAOMS National Insurance Company. *Anesth Prog* 48, 89-92 (2001)

44. Dhar P, Osborn I, Brimacombe J, Meenan M, Linton P: Blind orotracheal intubation with the intubating laryngeal mask versus fiberoptic guided orotracheal intubation with the Ovassapian airway. A pilot study of awake patients. *Anaesth Intensive Care* 29, 252-254 (2001)
45. Dimitriou V, Voyagis GS: Light-guided tracheal intubation using a prototype illuminated flexible catheter through the intubating laryngeal mask. *Eur J Anaesthesiology* 16, 448-453 (1999)
46. Dimitriou V, Voyagis GS: Use of a prototype flexible lighted catheter for guided tracheal intubation through the intubating laryngeal mask. *Anesth Analg* 89, 257-258 (1999)
47. Doran JV, Tortella BJ, Drivet WJ, Lavery RF: Factors influencing successful intubation in the prehospital setting. *Prehosp Disaster Med* 10, 259-264 (1995)
48. Eisenburger P, Laczika K, List M et al: Comparison of conventional surgical versus Seldinger technique emergency cricothyrotomy performed by inexperienced clinicians. *Anesthesiology* 92, 687-690 (2000)
49. Ferson DZ, Brimacombe J, Brain AIJ, Verghese C: The intubating laryngeal mask airway. *Int Anesthesiol Clin* 36, 183-209 (1998)
50. Ferson DZ, Rosenblatt WH, Osborn I, Ovassapian A: Use of the intubating LMA-Fastrach in 254 patients with difficult-to-manage airways. *Anesthesiology* 95, 1175-1181 (2001)
51. Frerk CM, Till CB, Bradley AJ: Difficult intubation: thyromental distance and the atlanto-occipital gap. *Anaesth* 51, 738-740 (1996)
52. Frerk CM: Predicting difficult intubation. *Anaesth* 46, 1005-1008 (1991)
53. Gabbott DA, Sasada MP: Laryngeal mask airway insertion using cricoid pressure and manual in-line neck stabilisation. *Anaesthesia* 50, 674-676 (1995)
54. Gabbott DA: Laryngoscopy using the McCoy laryngoscope after application of a cervical collar. *Anaesthesia* 51, 812-814 (1996)
55. Georgi R, Pothmann W, Krier C: Sicherung des schwierigen Atemweges. In: Kochs E, Krier C, Buzello W, Adams HA: *Anästhesiologie*. 2 Aufl., 345-358, Thieme, Stuttgart, 2001
56. Gerlach K, Wenzel V, Steinfath M, Schäfer R, Döriges V: A comparison of tracheal intubation employing the Bonfils intubation fibrescope, Intubating Laryngeal Mask Airway and Macintosh Laryngoscope Blade in a model simulating an immobilised Neck. Abstract at the Euroanaesthesia 2003 Meeting, Glasgow, UK (2003)
57. Gerlach K, Wenzel V, von Knobelsdorff G, Steinfath M, Döriges V: A new universal laryngoscope blade: a preliminary comparison with Macintosh laryngoscope blades. *Resuscitation* 57, 63-67 (2003)
58. Golecki N: Endotracheale Intubation des Traumapatienten. *Notfall Rettungsmed* 6, 19-21 (2003)

59. Gräsner JT, Heller G, Dörge V, Scholz J: Narkose im Rettungsdienst. Notfallmedizin up2date 3, 197-209 (2007)
60. Harrison GG: Anaesthetic contributory death – its incidence and causes. II causes. South African Med J 42, 544-549 (1968)
61. Harrison GG: Death to anaesthesia at Groote Schuur Hospital Cape Town 1956-1987. Part II: causes and changes in ethiological pattern of anaesthetic contributory death. South African Medical J 97, 416-421 (1990)
62. Harry RM, Nolan JP: The use of cricoid pressure with the intubating laryngeal mask. Anaesthesia 54, 656-659 (1999)
63. Hauswald M, Sklar DP, Tandberg D, Garcia JF: Cervical spine movement during airway management – cinefluoroscopic appraisal in human cadavers. American J Emerg Med 9, 535-538 (1991)
64. Hawkins JL, Koonin LM, Palmer SK, Gibbs CP: Anesthesia-related deaths during obstetric delivery in the United States, 1979-1990. Anesthesiology 86, 277-284 (1997)
65. Helm M, Schuster R, Hauke J, Lampl L: Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. Br J Anaesth 90, 327-332 (2003)
66. Hodgetts TJ, Smith J: Essential role of prehospital care in the optimal outcome from major trauma. Emerg Med 12, 103-111 (2000)
67. Hoitz J, Lampl L: Polytrauma: Präklinische Versorgung. Notfall Rettungsmed 7, 589-603 (2004)
68. Holland R: Anaesthesia-related mortality in Australia. Int Anaesthesiol Clin 22, 61-71 (1984)
69. Horton WA, Fahy L, Charters P: Disposition of cervical vertebrae, atlanto-axial joint, hyoid and mandible during direct laryngoscopy. Br J Anaesth 63, 435-438 (1989)
70. Inoue Y, Koga K, Shigematsu A: A comparison of two tracheal intubation techniques with Trachlight and Fastrach in patients with cervical spine disorders. Anaesth Analg 94, 667-671 (2002)
71. Jacobsen J, Jensen E, Waldau T, Poulsen TD: Preoperative evaluation of intubation conditions in patients scheduled for elective surgery. Acta Anaesth Scand 40, 421-424 (1996)
72. Joo H, Rose K: Fastrach – a new intubating laryngeal mask airway: successful use in patients with difficult airways. Can J Anaesth 45, 253-265 (1998)
73. Joo HS, Rose DK: The intubating laryngeal mask airway with and without fiberoptic guidance. Anesth Analg 88, 662-666 (1999)
74. Kanz KG, Schmöller G, Enhuber K, Hölzl G, Sturm JA, Mutschler W. Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen. Unfallchirurg 105,1015-1021 (2002)

75. Kanz K-G, Sturm JA, Mutschler W. Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. *Unfallchirurg* 105,1007-1014 (2002)
76. Kapila A, Addy EV, Verghese C, Brain AIJ: Intubating laryngeal mask airway: preliminary assessment of performance. *Br J Anaesth* 75, 228-229 (1995)
77. Kapila A, Addy EV, Verghese C, Brain AIJ: The intubating laryngeal mask airway: an initial assessment of performance. *Br J Anaesth* 79, 710-713 (1997)
78. Kawamura T, Amaha K, Fukutome T, Nakazawa K, Noguchi H: A multicenter study for evaluating a new intubating laryngeal mask airway. *Masui* 48, 782-786 (1999)
79. Kihara S, Watanabe S, Brimacombe J, Taguchi N, Yaguchi Y, Yamasaki Y: Segmental cervical spine movement with the intubating laryngeal mask airway during manual in-line stabilisation in patients with cervical pathology undergoing cervical spine surgery. *Anesth Analg* 91, 195-200 (2000)
80. Kihara S, Watanabe S, Taguchi N, Suga A, Brimacombe JR: A comparison of blind and lightwand-guided tracheal intubation through the intubating laryngeal mask. *Anaesthesia* 55, 427-431 (2000)
81. Kihara S, Watanabe S, Taguchi N, Suga A, Brimacombe JR: Tracheal intubation with the Macintosh laryngoscope versus intubating laryngeal mask airway in adults with normal airways. *Anaesth Intensive Care* 28, 281-286 (2000)
82. Kihara S, Yaguchi Y, Brimacombe J, Watanabe S, Taguchi N, Hosoya N: Intubating laryngeal mask airway size selection: a randomized triple crossover study in paralyzed, anesthetized male and female adult patients. *Anesth Analg* 94 1023-1027 (2002)
83. Keller C, Brimacombe J, Keller K: Pressures exerted against the cervical vertebrae by the standard and intubating laryngeal mask airway: A randomized, controlled, cross-over study in fresh cadavers. *Anesth Analg* 89, 1296-1300 (1999)
84. Kundra P, Kutralam S, Ravishankar M: Local anaesthesia for awake fiberoptik nasotracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 44, 511-516 (2000)
85. Langenstein H, Möller F: Der Stellenwert der Larynxmaske bei schwieriger Intubation . *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 33, 771-781 (1998)
86. Langenstein H, Möller F: Erste Erfahrungen mit der Intubating Laryngeal Mask (Fastrach). *Anaesthesist* 47, 311-319 (1998)
87. Langeron O, Semjen f, bourgain JL, Marsac a, Cros AM: Comparison of the intubating laryngeal mask airway with the fiberoptic intubation in anticipated difficult airway management. *Anesthesiol* 94, 968-972 (2001)
88. Larsen R: *Anästhesie*, 6. Auflage, Urban und Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1999

89. Lennarson PJ, Smith D, Todd MM, Carras D, Sawin PD, Brayton J, Sato Y, Traynelis VC: Segmental cervical spine motion during orotracheal intubation of the intact und injured spine with and without external stabilization. *Journal of Neurosurgery (Spine 2)* 92, 201-206 (2000)
90. Levitan RM, Kish S, Hollander JE: Devices for difficult airway management in academic emergency departments: results of a national survey. *Ann Emerg Med* 33, 694-698 (1999)
91. Lim CL, Hawthorne L, Ip-Yam PC: The intubating laryngeal mask airway (ILMA) in failed and difficult intubation. *Anaesthesia* 53, 929-930 (1998)
92. Lorenz W, Koch T: Anästhesie bei Adipositas. *Der Gynäkologe*,39 , 970-974 (2006)
93. Lu PP, Brimacombe J, Ho AC, Shyr MH, Liu HP: The intubating laryngeal mask airway in severe ankylosing spondylitis. *Can J Anaesth* 48, 1015-1019 (2001)
94. Lunn J, Develin B: Lessons from the confidential enquiry into perioperative deaths in three NHS regions. *The Lancet* 212, 1384-1386 (1987)
95. Lyons G: Failed Intubation. Six years experience in a teaching maternity unit. *Anaesthesia* 40, 759-762 (1985)
96. Machin D, Campbell MJ, Fayers PM, Pinol APY: Sample size tables for clinical studies. Blackwell Science, Oxford (1997)
97. Macintosh RR: A new laryngoscope. *The Lancet* 241, 205 (1943)
98. Macintosh RR: Laryngoscope blades. *The Lancet* 243, 485 (1944)
99. Maleck WH, Koetter KP, Lenz M, Piper SN, Triem J, Boldt J: A randomised comparison of three laryngoscopes with the Macintosh. *Resuscitation* 42, 241-245 (1999)
100. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, Liu PL: A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 32, 429-434 (1985)
101. Marks RRD, Hancock R, Charters P: An analysis of laryngoscope blade shape and design: new criteria for laryngoscope evaluation. *Can J Anaesth* 40, 262-270 (1993)
102. McGuire G, el BH: Complete upper airway obstruction during awake fiberoptic intubation in patients with unstable cervical spine fractures. *Can J Anaesth* 46, 176-178 (1999)
103. McIntyre JWR: Laryngoscope design and the difficult adult tracheal intubation. *Can J Anaesth* 36, 94-98 (1989)
104. McQuibban GA: LMA-FasTrach. *Can J Anaesth* 45, 95-96 (1998)
105. MacQuarrie K, Hung OR, Law JA: Tracheal intubation using Bullard laryngoscope for patients with a simulated difficult airway. *Can J Anesthesiology* 46, 760-765 (1999)

106. Mulder DS, Wallace DH, Woolhouse FM: The use of the fiberoptic bronchoscope to facilitate endotracheal intubation following head and neck trauma. *J Trauma* 15, 638-640 (1975)
107. Murashima K, Fukutome T, Brimacombe J: A comparison of two silicone-reinforced tracheal tubes with different bevels for use with the intubating laryngeal mask. *Anaesthesia* 54, 1198-1200 (1999)
108. Murphy P: A fibre-optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia* 22, 489-491 (1967)
109. Mutzbauer TS, Helm M: Präklinisches Airway-Management bei Patienten mit Einklemmungstrauma – Darstellung aus der Sicht des Anästhesisten als Notarzt an einer Rettungshubschrauberstation. *Notarzt (Suppl)* 17, 57-62 (2001)
110. Nath G, Sekar M: Predicting difficult intubation - a comprehensive scoring system. *Anaesth Intens Care* 25, 482-486 (1997)
111. Nichol HC, Zuck D: Difficult laryngoscopy - the "anterior" larynx and the atlanto-occipital gap. *Br J Anaesth* 55, 141-143 (1983)
112. Oates JDL, Macleod AD, Oates PD, Pearsall FJ, Howie JC, Murray GD: Comparison of two methods for predicting difficult intubation. *British Journal of Anaesthesia* 66, 305-309 (1991)
113. Otte D, Pohlemann T, Wiese B, Krettek C: Änderung des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren. *Unfallchirurg* 106, 448-455 (2003)
114. Ovassapian A: *Fiberoptic endoscopy and the difficult airway*. 2nd ed. Lippincott-Raven. Philadelphia, 1-276 (1996)
115. Palgimesi N, Bairaktari A: Intubating laryngeal mask airway (Fastrach): the learning curve of its use. *Br J Anaesth* 80, 23-24 (1998)
116. Panchal S, Arria AM, Labhsetwar SA: Maternal mortality during hospital admission for delivery: a retrospective analysis using a state-maintained database. *Anesth Analg* 93, 134-141 (2001)
117. Parmet JL, Colonna-Romano P, Horrow JC, Miller F, Gonzales J, Rosenberg H: The laryngeal mask airway reliably provides rescue ventilation in cases of unanticipated difficult tracheal intubation along with difficult mask ventilation. *Anesth Analg* 87(3), 661-665 (1998)
118. Parr MJ, Gregory M, Baskett PJ: The intubating laryngeal mask. Use in failed and difficult intubation. *Anaesthesia* 53, 343-348 (1998)
119. Patil VU, Stehling LC, Zaunders HL: *Fiberoptic endoscopy in anesthesia*. Chicago, London, Year book medical publishers, Inc, 1983
120. Pilkington S, Carli F, Dakin MJ, Romney M, De Witt KA, Dore´ CJ, Cormack RS: Increase in Mallampati score during pregnancy. *British Journal of Anaesthesia* 74, 638-642 (1995)
121. Randell T: Prediction of difficult intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 40, 1016-1023 (1996)

122. Reisell E, Orko R, Maunuksela EL, Lindgreen L: Predictability of difficult laryngoscopy in patients with long-term diabetes mellitus. *Anaesthesia* 45, 1024 (1990)
123. Rocke DA, Murray WB, Rout CC, Gouws E: Relative risk analysis of factors associated with difficult intubation in obstetric anesthesia. *Anesthesiology* 77, 67-73 (1992)
124. Rose DK, Cohen MM: The airway: problems and predictions in 18500 patients. *Can J Anaesth* 41, 372-383 (1994)
125. Rosenblatt WH, Murphy M: The intubating laryngeal mask: use of a new ventilating-intubating device in the emergency department. *Ann Emerg Med* 33, 234-238 (1999)
126. Ruchholtz S, Waydhas C, Ose C, Lewan U, Nast-Kolb D: Prehospital intubation in severe thoracic trauma without respiratory insufficiency: a matched-pair analysis based on the trauma registry of the German trauma Society. *J Trauma* 52, 879-886 (2002)
127. Rudolph C, Schlender M: Clinical experiences with fiber optic intubation with the Bonfils intubation fiberscope. *Anaesthesiol Reanim* 21, 127-230 (1996)
128. Russell WJ, Webb RK, Van Der Wait JH: Problems with ventilation: an analysis of 2000 incident reports. *anaesth Intensive Care* 21, 617 (1993)
129. Saha AK, Higgins M, Walker G, Badr A, Berman L: Comparison of awake endotracheal intubation in patients with cervical spine disease: the lighted intubating stylet versus the fiberoptic bronchoscope. *Anesth Analg* 89, 257-258 (1999)
130. Samssoon GL, Young JR: Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 42, 487-490 (1987)
131. Savva D: Prediction of difficult tracheal intubation. *Br J Anaesth* 73, 149-153 (1994)
132. Schlechtriemen T, Schäfer S, Stolpe E, Altemeyer KH. Präklinische Versorgung von Traumapatienten in der Luftrettung. Ergebnisse des medizinischen Qualitätsmanagements bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma und Polytrauma der Jahre 2000 und 2001. *Unfallchirurg* 105, 974-985 (2002)
133. Shung J, Avidan MS, Ing R, Klein DC, Pott L: Awake intubation of the difficult airway with the intubating laryngeal mask airway. *Anaesth* 53, 645-649 (1998)
134. Stiefel MF, Udoetuk JD, Spiotta AM et al: Conventional neurocritical care and cerebral oxygenation after traumatic brain injury. *J Neurosurg* 105, 568-575 (2006)
135. Stiles CM, Stiles QR, Denson JS: A flexible fiberoptic laryngoscope. *JAMA* 221, 1246-1247 (1972)
136. Stoelting R: Results of APSF survey regarding anesthesia patient safety issues. *Anesthesia Patient Safety foundation. Newsletter* 13, 6-7 (1999)

137. Stone DJ, Gal TJ: Airway management in Anesthesia. Miller RD. Editor. Churchill Livingstone. Philadelphia, 1414-1451 (2000)
138. Stringer KR, Bajenov S, Yentis SM: Training in airway management. *Anaesthesia* 57, 967-983 (2002)
139. Scannel G, Waxman K, Tominga G, Barker S, Annas C: Orotracheal intubation in trauma patients with cervical spine fractures. *Archives of Surgery* 128, 903-906 (1993)
140. Taylor PA, Towey RM: The broncho-fiberscope as an aid to endotracheal intubation. *Br J Anaesth* 44, 611-612 (1972)
141. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B, Kuster S, Dick W: Erfolgsraten und Komplikationen bei der präklinischen Sicherung der Atemwege. *Anaesthesist* 53, 543-550 (2004)
142. Timmermann A, Russo SG, Eich C et al: The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg* 104, 619-623 (2007)
143. Tinker JH, Dull DL, Caplan RA, Ward RJ, Cheney FW: Role of monitoring devices in prevention of anesthetic mishaps: A closed claims analysis. *Anesthesiol* 71, 541-546 (1989)
144. Tiret T, Hatton F: Complications associated with anaesthesia – a prospective survey in France. *Can Anaesth Soc J* 33, 336-344 (1986)
145. Tse JC, Rimm EB, Hussain A: Predicting difficult endotracheal intubation in surgical patients scheduled for general anesthesia: a prospective blind study. *Anesth Analg* 81, 254-258 (1995)
146. Uchida T, Hikawa Y, Saito Y, Yasuda K: The McCoy levering laryngoscope in patients with limited neck extension. *Can J Anaesth* 44, 674-676 (1997)
147. Utting E, Gray TC, Shelly FC: Human misadventure in anaesthesia. *Can. Anaesth. Soc. J.* 26, 472-481 (1979)
148. van Vlymen JM, Colona M, Tongier WK, White PF: Use of the intubating laryngeal mask airway: are muscle relaxants necessary? *Anesthesiol* 93, 340-343 (2000)
149. Wakeling HG, Bagwell A: The intubating laryngeal mask (ILMA) in an emergency failed intubation. *Anaesthesia* 54, 305-306 (1999)
150. Wakeling HG, Ody A, Ball A: Large goitre causing difficult intubation and failure to intubate using the intubating laryngeal mask airway: lessons for next time. *Br J Anaesth* 81, 979-981 (1998)
151. Wang HE, Peitzman AB, Cassidy LD, Adelson PD, Yealy DM: Out-of-hospital endotracheal intubation and outcome after traumatic brain injury. *Ann Emerg Med* 44, 439-450 (2004)
152. Wang JF, Reves JG, Corssen G: Use of the fiberoptic laryngoscope for difficult tracheal intubation. *Alabama J Med Sci* 13, 247-251 (1976)

153. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P: Predicting difficult intubation. Br J Anaesth 61, 211-216 (1988)
154. Wilson ME: Predicting difficult intubation (Editorial). Br J Anaesth 71, 333-334 (1993)
155. Winkler D, Blattert TR, Meixensberger J: Das Wirbelsäulentrauma. Notfallmedizin up2date 1, 73-87 (2007)
156. Wong JK, Tongier WK, Armbruster SC, White PF: Use of the intubating laryngeal mask airway to facilitate awake orotracheal intubation in patients with cervical spine disorders. J Clin Anesth 11, 346-348 (1999)

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Soziodemographische Daten.....	23
Tabelle 2: Die Verteilung der operativen Eingriffe	24
Tabelle 3: Cervicalorthesen.....	25
Tabelle 4: Prädiktoren der erschwerten Intubation	26
Tabelle 5: Der Mann-Whitney-Test: die Unterschiede zwischen den Gruppen in Subtests des Wilson-Indexes	27
Tabelle 6: Der Zeitbedarf bis zur ersten adäquaten Ventilation.....	28
Tabelle 7: Die Subjektive Einschätzung der Anwender zur Handhabung der Geräte	32
Tabelle 8: Der Vergleich der visualisierenden Verfahren nach Cormack und Lehane	33
Tabelle 9: Verteilung der Bewertungen der Anwender zum Macintosh- Laryngoskop.....	33
Tabelle 10: Die Beurteilung des starren Intubationsendoskop nach Bonfils.....	33
Tabelle 11: Die Beurteilung des ersten Schritts der Intubation über die Intubationslarynxmaske.....	33
Tabelle 12: Die Beurteilung der Anwender zum 2. Schritt des Zwei-Stufen- Konzeptes der Intubationslarynxmaske.....	33
Tabelle 13: Das Gesamturteil der Anwender zur Intubationslarynxmaske	34

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mallampati-Klassifikation modifiziert nach Samsoon & Young.....	3
Abb. 2: Verlauf der Intubationsachsen bei verschiedenen Kopflagerungen	5
Abb. 3: Klassifikation nach Cormack und Lehane	8
Abb. 4: Die Intubationszeit: Verteilung in Gruppen. Darstellung mit Medianwert, 10, 25, 75 und 90 Perzentile	29
Abbildung A- 1: Klassifikation zur Beschreibung des schwierigen Luftweges gemäß der „ASA Task Force on Difficult Airway Management“ und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)	XIV
Abbildung A-2 Ursachen der schwierigen Laryngoskopie.....	XV
Abbildung A-3: Kriterien, die bei einer Häufung darauf hinweisen, dass Maskenbeatmung, die Platzierung einer supraglottischen Beatmungshilfe oder die konventionelle endotracheale Intubation nicht möglich sind.....	XV
Abbildung A- 4: Mallampati-Klassifikation.....	XVI
Abbildung A- 5: Mallampati-Klassifikation modifiziert nach Samsoon & Young.....	XVIII
Abbildung A- 6: Anästhesierisiko nach der Klassifikation der American Society of Anesthesiology.....	XIX
Abbildung A- 7: Vermessung des thyreomentalen Abstands nach dem Test nach Patil.....	XX
Abbildung A- 8: Wilson-Index.....	XXI
Abbildung A- 9: Intubationslarynxmaske.....	XXII
Abbildung A- 10: Einbringen der Intubationslarynxmaske.....	XXIII
Abbildung A- 11: Einführen des Tubus über die Intubationslarynxmaske.....	XXIV
Abbildung A- 12: Starres Intubationsendoskop nach Bonfils.....	XXV
Abbildung A- 13: Retromolares Intubationsfiberskop nach Bonfils mit aufgefädeltm Endotrachealtubus.....	XXVI
Abbildung A- 14: Laryngoskop mit Macintosh-Spateln.....	XXVII

8.1 Studienunterlagen

Abbildung S-1: Präoperativer Erhebungsbogen.....	XXVII
Abbildung S-2: Erhebungsbogen ILMA	XXVIII
Abbildung S-3: Erhebungsbogen Bonfils	XXIX
Abbildung S-4: Erhebungsbogen Macintosh	XXX
Abbildung S-5: Einverständniserklärung	XXXI

9. Anhang

9.1. Abbildungen

1	schwierige Maskenbeatmung	Es ist für den Anästhesisten/die Anästhesistin nicht möglich, eine adäquate Maskenbeatmung durchzuführen. Ursächlich könnte(n) eine nicht dicht sitzende Maske und/oder ein massives Gasleck und/oder ein extrem erhöhter Widerstand bei der Ein- oder Ausatmung sein.
2	schwierige pharyngeale Atemwegsfreihaltung	Die Einlage eines pharyngealen Instrumentes ist auch nach mehreren Versuchen nicht möglich, so dass keine Ventilation erfolgen kann. Es gelingt nicht, auf der pharyngealen Ebene eine Dichtigkeit herzustellen.
3	schwierige Laryngoskopie	Es ist trotz mehrfacher Versuche nicht möglich, bei der konventionellen Laryngoskopie die Stimmbänder oder Anteile der Stimmbänder einzusehen.
4	schwierige endotracheale Intubation	Es werden mehrere Intubationsversuche benötigt. Dabei kann ein pathologischer Befund an der Trachea vorliegen.
5	endotracheale Intubation nicht möglich	Eine endotracheale Intubation gelingt trotz mehrfacher Versuche nicht.

Abbildung A- 1: Klassifikation zur Beschreibung des schwierigen Luftweges gemäß der „ASA Task Force on Difficult Airway Management“ und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI).

Ursache	Beispiel	Störung
innere Einflüsse	Tumor, Ödem, Narben	Stenose
äußere Einflüsse	Nacken Hämatom, Narben	Abweichung von der normalen Anatomie
kongenital	<ul style="list-style-type: none"> - Mallampati III oder IV - Pierre-Robin-Syndrom - Down-Syndrom - mandibuläre Hypoplasie - kurze thyreo-mentale Distanz - kurze hyo-mentale Distanz 	<ul style="list-style-type: none"> - dysproportionales Mittelgesicht, große Zunge - relativ weit anterior liegender Kehlkopf
erworben	<ul style="list-style-type: none"> - Mallampati III oder IV - Spondylarthritis Ankylosans - rheumatoide Arthritis - lange bestehender Diabetes mellitus 	Achsen durch Mundhöhle, Rachen und Kehlkopf nicht in Einklang zu bringen
Protrusion der oberen Schneidezähne	besonders bei Kombination mit weiteren Problemen (z. B. ungünstige Mallampati-Klassifikation)	Achsen durch Mundhöhle, Rachen und Kehlkopf nicht in Einklang zu bringen

Abbildung A- 2: Ursachen der schwierigen Laryngoskopie.

Maskenbeatmung <ul style="list-style-type: none"> - Trauma, Narben, Tumoren, lokale Entzündungen von Lippen und Gesicht - Kieferveränderungen - Zahnverlust - sehr große Zunge oder andere pathologische Zungenveränderungen - pathologische Veränderungen von Pharynx, Larynx und Trachea
Pharyngealer Atemweg <ul style="list-style-type: none"> - Mundöffnung von 2 cm und darunter (Distanz zwischen den Schneidezähnen) - Trauma, Narben, Tumoren, lokale Entzündungen von Pharynx und Larynx
Tracheale Intubation <ul style="list-style-type: none"> - sehr lange obere Schneidezähne - starker maxillärer Überbiss - die unteren Schneidezähne können nicht an oder vor die oberen positioniert werden - Mundöffnung unter 3 cm (Schneidezahndistanz) - Uvula unsichtbar bei sitzender Position, ausgestreckter Zunge und Phonation - Gaumendach spitzbogenartig oder sehr eng - die Gewebe des mandibulären Raumes erscheinen voluminös, fest bzw. wenig dehnbar - thyromentale Distanz kleiner als 3-Fingerbreit (6 cm) - kurzer oder umfangreicher Hals - Patient kann das Kinn nicht bis zur Brust bewegen und den Kopf strecken

Abbildung A-3: Kriterien, die bei einer Häufung darauf hinweisen, dass Maskenbeatmung, die Platzierung einer supraglottischen Beatmungshilfe oder die konventionelle endotracheale Intubation nicht möglich sind.

- I Gaumenpfeiler, weicher Gaumen und Uvula sichtbar**
- II Gaumenpfeiler und weicher Gaumen sichtbar; Uvula von der Zungenbasis verdeckt**
- III Nur weicher Gaumen sichtbar**

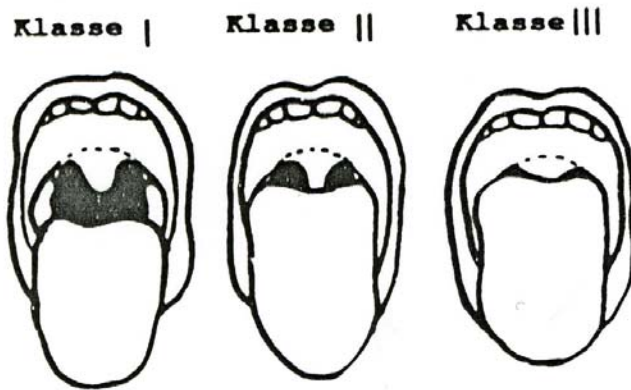
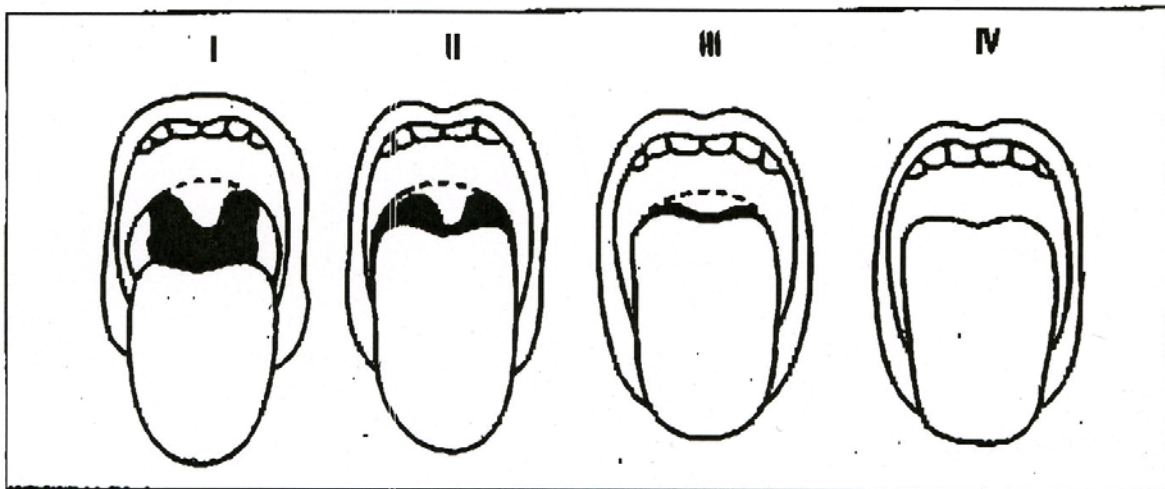


Abbildung A- 4: Mallampati-Klassifikation.

Klasse	sichtbare Strukturen
I	weicher Gaumen, Pharynxhinterwand, Uvula, vordere + hintere Gaumenbögen sichtbar
II	weicher Gaumen, Pharynxhinterwand und Uvula sichtbar
III	weicher Gaumen und nur Uvulabasis sichtbar
IV	nur harter und nicht weicher Gaumen sichtbar

modifiziert nach Samsoon & Young



Bei III und IV muß mit Intubationsschwierigkeiten gerechnet werden.

Abbildung A- 5: Mallampati-Klassifikation modifiziert nach Samsoon & Young.

Die **ASA-Klassifikation** ist ein in der [Medizin](#) weit verbreitetes Schema zur Einteilung von Patienten in verschiedene Gruppen (**ASA-Status**) bezüglich des körperlichen Zustandes. Das 1940 von der [American Society of Anesthesiologists](#) vorgeschlagene Schema unterscheidet die Patienten vor der Narkose anhand von systemischen Erkrankungen.

ASA I: Normaler, gesunder Patient

ASA II: Patient mit leichter Allgemeinerkrankung

ASA III: Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung

ASA IV: Patient mit lebensbedrohlicher Allgemeinerkrankung

ASA V: [moribunder](#) Patient, der ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird

ASA VI: hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

Abbildung A- 6: Anästhesierisiko nach der Klassifikation der American Society of Anesthesiology.

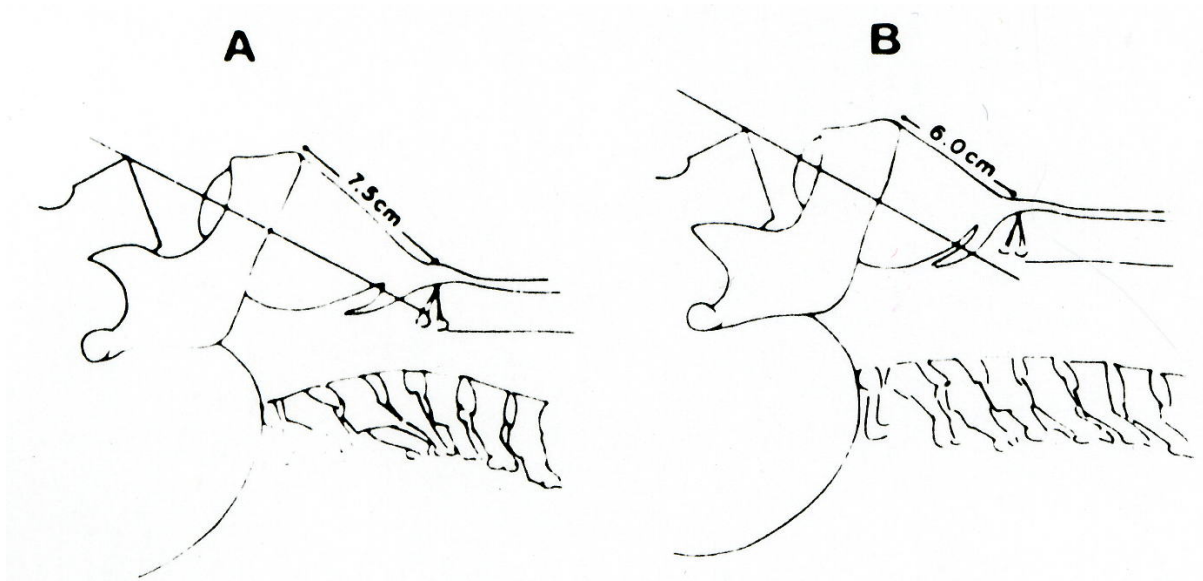


Abbildung A- 7: Vermessung des thyreomentalen Abstands für den Test nach Patil.

Risikofaktor		Schweregrad
Körpergewicht	< 90 kg	0
	90-110 kg	1
	>110 kg	2
Kopf-Hals-Beweglichkeit	> 90°	0
	ca. 90° ± 10°	1
	< 90°	2
Kiefer-Beweglichkeit	Mundöffnung > 5 cm, Slux > 0	0
	Mundöffnung < 5 cm, Slux = 0	1
	Mundöffnung < 5 cm, Slux < 0	2
Mikrogenie (Flichendes Kinn)	keine	0
	mäßig	1
	stark	2
Vorstehende Schneidezähne	keine	0
	mäßig	1
	stark	2

Abbildung A- 8: Wilson-Index.

Slux = Fähigkeit zur Subluxation im Unterkiefer.

Bei einem Punktwert von >2 ist mit einer schwierigen Intubation zu rechnen.

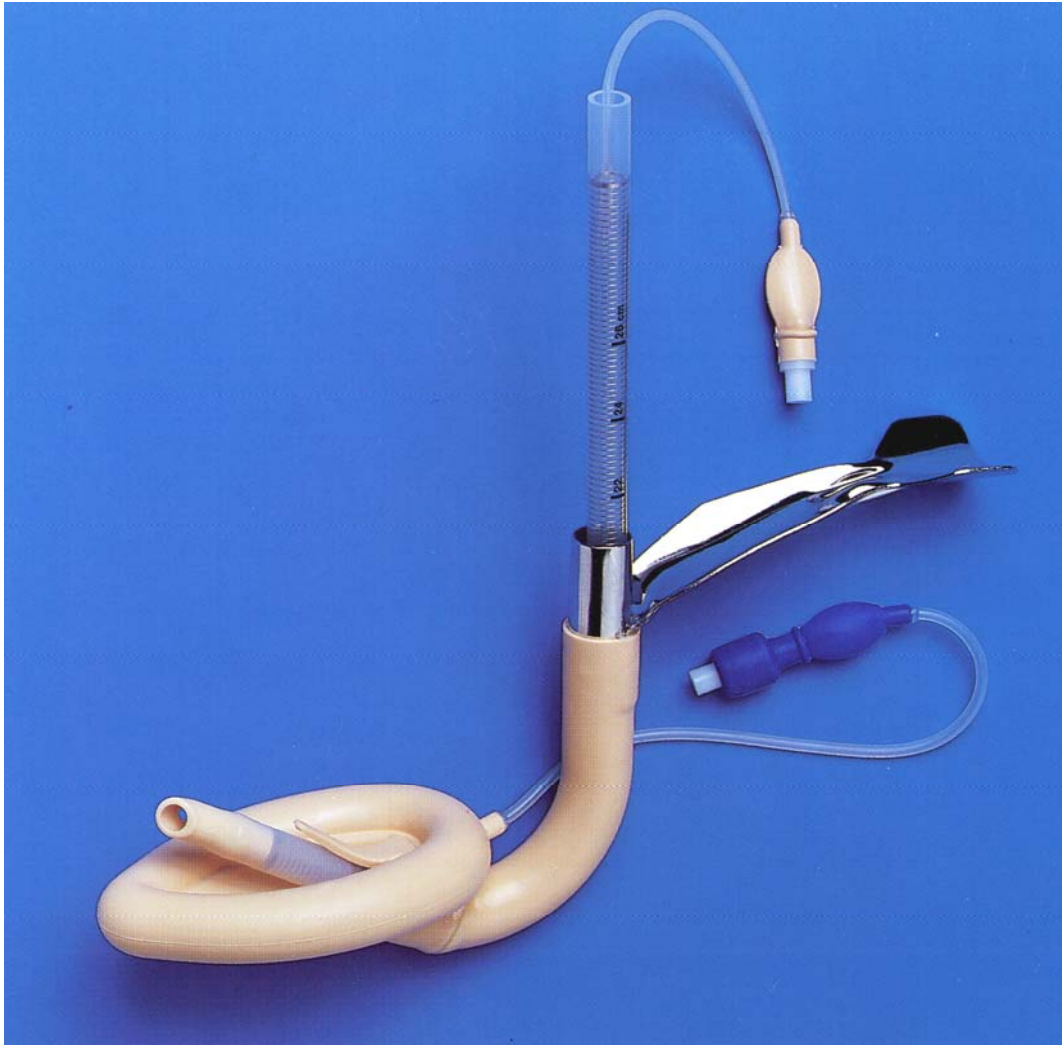


Abbildung A- 9: Intubationslarynxmaske.

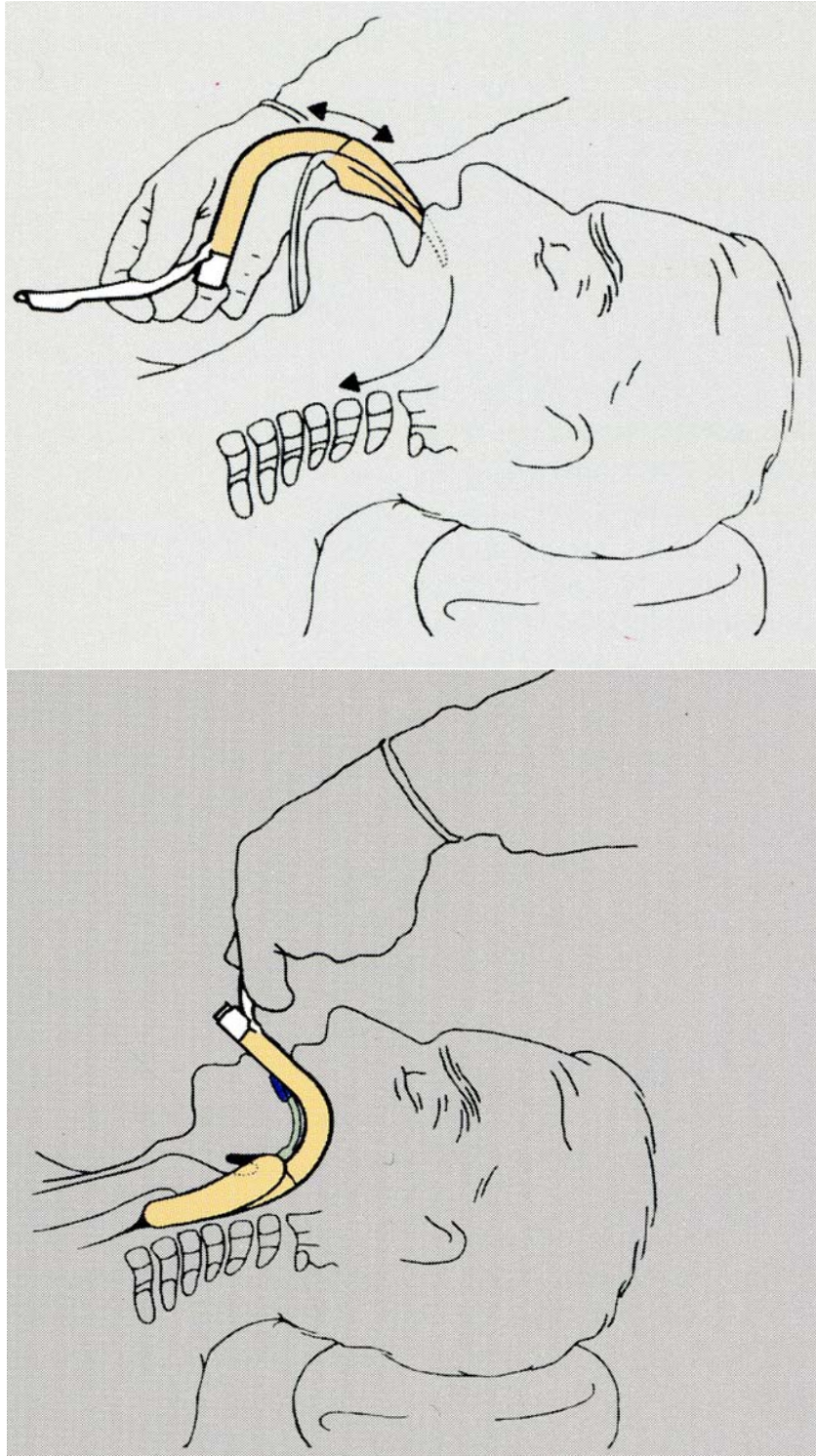


Abbildung A- 10: Einbringen der Intubationslarynxmaske.

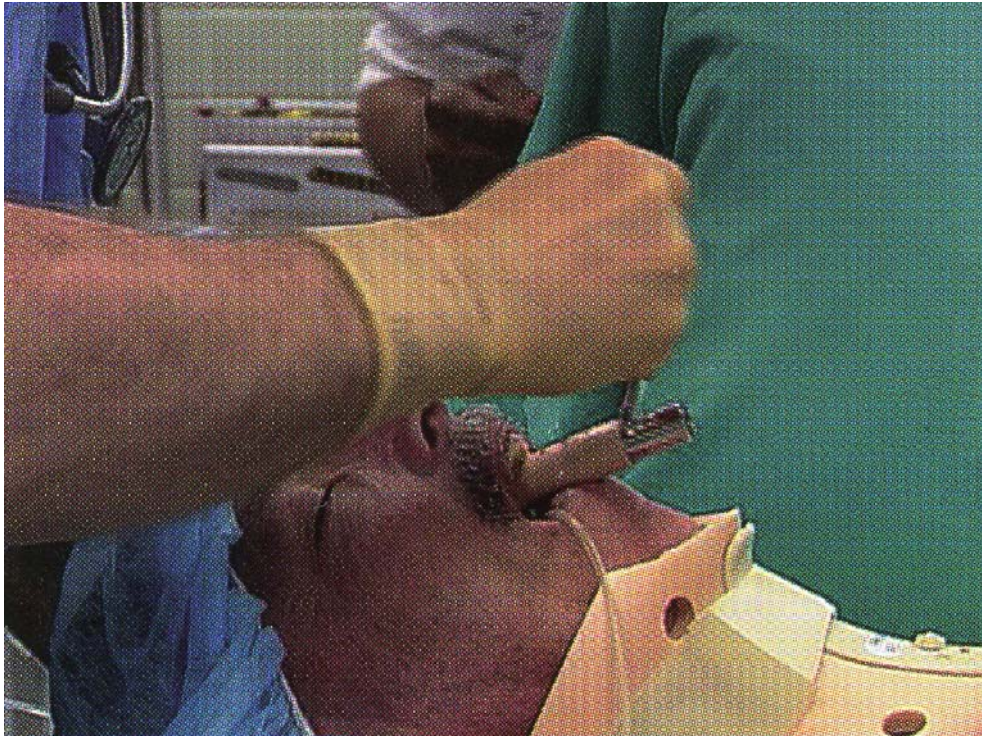
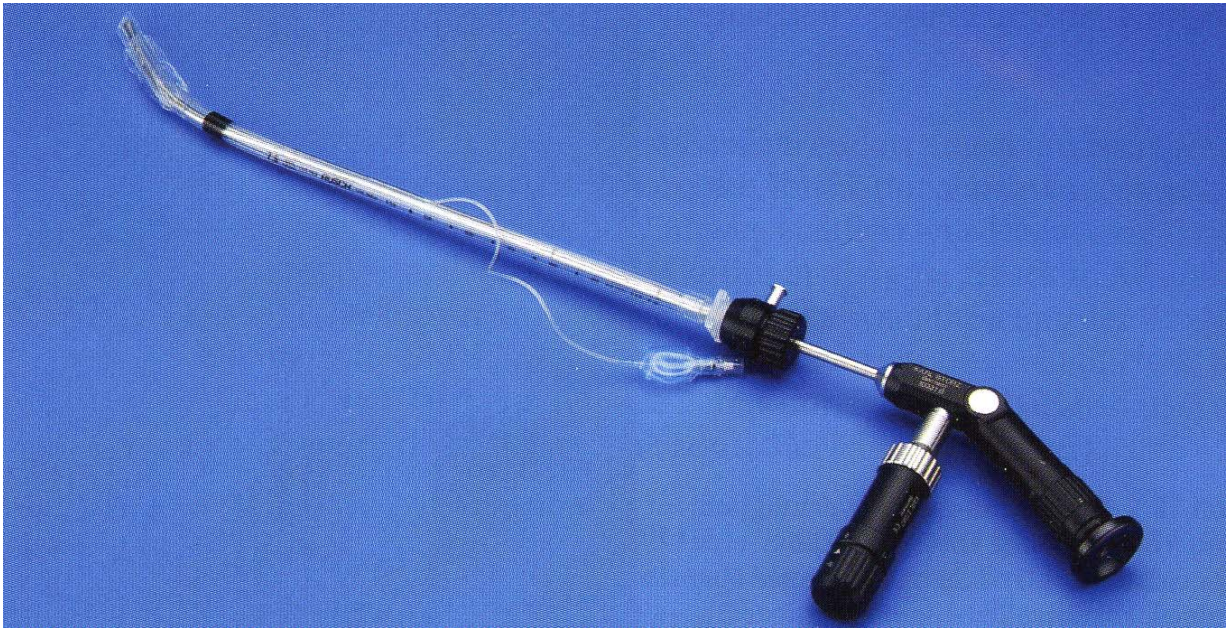


Abbildung A- 11: Einführen des Tubus über die Intubationslarynxmaske.



Abbildung A- 12: Starres Intubationsendoskop nach Bonfils.



Die Batterielichtquelle (Xenonlampe, 2,5 V) ist bereits aufgesteckt. Ein spezieller Adapter fixiert den Tubus in der gewünschten Position und erlaubt zusätzlich die kontinuierliche Applikation von Sauerstoff an der Spitze des Endotrachealtubus während des Intubationsvorganges. Auf diese Weise wird auch ein Beschlagen der Optik verhindert.



Der aufgefädelt Endotrachealtubus sollte die Spitze des Intubationsfiberskops um etwa 0,5 cm überragen, um die anatomischen Strukturen von Läsionen durch das starre Instrument zu schützen. An der Spitze des Instruments sind Licht- und Fiberoptikbündel mit Linse erkennbar.

Abbildung A- 13: Retromolares Intubationsfiberskop nach Bonfols mit aufgefädeltm Endotrachealtubus.



Abbildung A- 14: Laryngoskop mit Macintosh-Spateln.

9.2. Studienunterlagen und Formulare

Datenerfassung - Airway Management - Neurochirurgie OP Saal 1 / 2

Gerlach (06-456) / Spielvogel (06-962)

Verwendete Methode :

Alter : Gewicht : Größe :

Eingriff :

Cervikalorthese verwendete Größe :

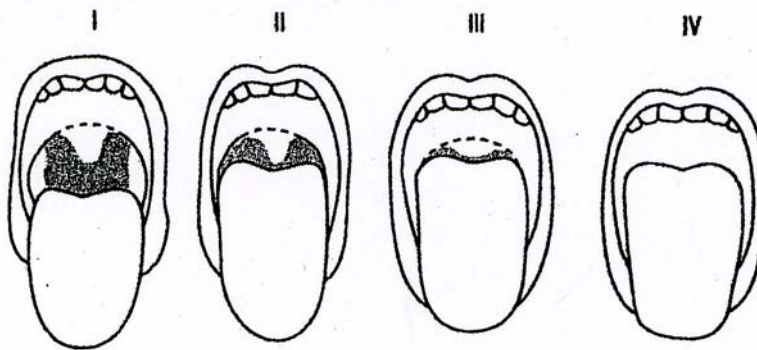
Patil - thyreomentaler Abstand Schildknorpeloberkante und Unterkiefervorderkante

< 7 cm bzw < 6 cm

Wilson -Index (Summe der Punktwerte) :

Gewicht	< 90 kg	90-110 kg	> 110 kg
Kopfbeweglichkeit zur Neutralachse	> 90°	≈ 90°±10°	< 90°
Maximale Mundöffnung und maximale Protrusionsbewegung (PROT.)	> 5 cm oder PROT.: UK vor OK	< 5 cm und PROT.: UK = OK	< 5 cm und PROT.: UK hinter OK
zurückweichender Unterkiefer	normal	mäßig ausgeprägt	stark ausgeprägt
Prominente OK-Schneidezähne	normal	mäßig starke Ausprägung	starke Prominenz

Mallampati modifiziert nach Samssoon & Young :



° Besonderheiten (evtl. Struma maligna , Trachealverlagerung , Makroglossie , Neck diss.)

Abbildung S-1: Präoperativer Erhebungsbogen

ILMA	
Datum	Größe

Handhabung des „Hilfsmittels“	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Plazierung u. in Position halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dichtigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Zeitbedarf bis zur 1.adäquaten Ventilation (durch die ILMA) _____ Sekunden
--

Durchführung der Intubation	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Vorschieben des Tubus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plazierung des Tubus in der Trachea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Handhabung des Hilfsmittels	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Plazierung u. in Position halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dichtigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Zeitbedarf bis zur 1.adäquaten Ventilation (durch den Tubus) _____ Sekunden





Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen:

Abbildung S-2: Erhebungsbogen ILMA

Bonfils	Datum
---------	-------

Handhabung des Hilfsmittels	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Vorschieben und Orientierung	<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 der Stimmritze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einführen des Tubus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sicht: (Cormack u. Lehane)	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zeitbedarf Start – erfolgreiche Intubation, bis 1. Atemzug	sec.
--	------

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

Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
Bonfils	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

Abbildung S-3: Erhebungsbogen Bonfils





Macintosh	Größe	Datum		
Handhabung des Spatels				
	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Zunge beiseite schieben u. in Position halten	<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"/>
Führbarkeit des Spatels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laryngoskopische Sicht: (Cormack u. Lehane)				
	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitbedarf				
Start – erfolgreiche Intubation, bis 1. Atemzug	sec.			
Anzahl der Intubationsversuche:	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	>3 <input type="checkbox"/>
Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):				
Erwachsene	sehr gut	gut	mäßig	ungeeignet
$\hat{=}$ Macintosh 3 / 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen				

Abbildung S-4: Erhebungsbogen Macintosh.

Einverständniserklärung

Name: _____ Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Am wurde mir von Dr. genau erklärt, zu welchem Ziel und mit welchem Nutzen eine Untersuchung verschiedener Hilfsmittel für die Sicherung der Atemwege durchgeführt werden soll. Ich wurde über alle Risiken und Gefahren aufgeklärt und habe keine weiteren Fragen.

Ich bin mit der Untersuchung voll einverstanden und wurde darüber aufgeklärt, dass ich jederzeit, auch nach meiner Unterschrift, ohne persönliche Nachteile und ohne Angabe von Gründen von der Studienteilnahme zurücktreten kann.

Ich weiß, dass im Lauf dieser Untersuchung relevante ärztliche Informationen für wissenschaftliche Studien und möglicherweise für wissenschaftliche Publikationen verwendet werden. Ich stimme dem unter der Bedingung zu, dass meine persönlichen Daten nicht der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden dürfen. Im Falle einer Schädigung haftet das Klinikum der Universität Lübeck nach den allgemeinen Haftungsgrundsätzen des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein.

Lübeck, den

.....
Patient(in)

.....
Untersucher(in)

Abbildung S-5: Einverständniserklärung.

10. Danksagung

Diese Arbeit widme ich meinem Vater Anatolij Panasenko. Leider konnte er die Fertigstellung nicht miterleben, aber ich bin mir sicher, dass die Abgabe der Arbeit ihm genauso viel bedeutet hätte, wie sie mir bedeutet.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Frau und meinen Kinder bedanken. Ohne ihren Rückhalt wäre diese Arbeit nicht fertig geworden.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, PD. Dr. med. Klaus Gerlach, der mir während der praktischen und theoretischen Arbeit stets helfend und wissend zur Seite stand. Seinen didaktischen Fähigkeiten und seinem Organisationstalent verdankt diese Arbeit sehr viel.

Meinem ehemaligen Chef Prof. Dr. med. Peter Schmucker gilt mein Dank, denn er hat mein Interesse an wissenschaftlichem Arbeiten bei klinischen Fragestellungen neu belebt.

Großer Dank gebührt an meinen Chef, Prof. Dr. med. Volker Tronnier, der mir für die Fertigstellung der Arbeit intensive Unterstützung gewährte. Ich danke allen Kolleginnen und Kollegen, die manche Mehrarbeit auf sich nahmen, um mich zu entlasten.

Für die Beratung zur statistischen Auswertung schulde ich Herrn Prof. Dr. phil. Michael Hüppe besonderen Dank.

Bei allen Patienten, die an dieser Studie teilnahmen, bedanke ich mich herzlich, denn sie haben diese Arbeit erst ermöglicht.

Herr Lothar Heygster hat mit seinem Computergeschick dazu beigetragen, die Arbeit in die vorliegende Form zu bringen. Auch ihm gilt mein Dank.

11. Lebenslauf



Name: Andrej Panasenko
Anschrift: Thomas Mann Str. 27, 23564 Lübeck
Geburtsdatum: 03.10.1963 St. Smijew/Ukraine

Familienstand: verheiratet, 2 Kinder (1987,1991)
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung:

1970-1980 Grund- und Oberschule N3 in Mariupol/Ukraine
05/1980 Abschluss mit Hochschulzugangsberechtigung

Studium:

1980-1986 Medizinische Universität, Charkow/Ukraine
06/1986 Diplom als Arzt

Berufstätigkeit:

08/1986-06/1997 Klinisches Notfallkrankenhaus Nr.4 in Charkow/ Ukraine, Internatur (Arzt im Praktikum) in der Anästhesiologie
07/1987-08/1990 Städtisches klinisches Bezirkskrankenhaus Tscherwonosawodskij in Charkow, Klinik für Anästhesiologie, als Assistenzarzt für Anästhesiologie
09/1990-08/1992 Ukrainisches staatliches Institut für Weiterbildung und Fortbildung der Ärzte, Charkow; spezielle klinische Ordinarur in der Fachrichtung Anästhesiologie und Intensivmedizin.
09/1992-05/1995 Klinisches Bezirkskrankenhaus und Universitätsklinikum der Medizinischen Universität zu Charkov, Institut für Anästhesiologie als Funktionsoberarzt für die Anästhesie in der Geburtshilfeabteilung

Weiterbildung:

04/1997-11/2003 Assistenzarzt in der Anästhesiologie, Medizinische Universität zu Lübeck
12/2003 bis heute Stationsarzt der neurochirurgischen Intensivstation des Institutes für die Neurochirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck

Lübeck, den 31.07.2008.