

**Diplomarbeit**

**Chirurgische Atemwegszugänge im Falle des  
unerwartet schwierigen Atemwegs**

eingereicht von

**Christof Baurecht**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin,  
Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und  
Intensivmedizin**

unter der Anleitung von

**Dr. med. univ. Thomas Wegscheider**

und

**Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert**

### *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 05.06.2019*

*Christof Baurecht eh*

## Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mich während der Erstellung dieser Arbeit sowie im restlichen Medizinstudium unterstützt haben.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern, die mir in jeder Situation den nötigen Rückhalt gegeben haben. Ohne sie wäre die Bewältigung des Studiums und die Fertigstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Großen Einfluss auf mein Studium hatte auch Dr. med. univ. Thomas Wegscheider, der mich bereits als Teilnehmer einer Lehrveranstaltung mit seiner Begeisterung für Notfallmedizin und simulationsbasierter Lehre „infizierte“. Die Zeit die ich anschließend im Team des Clinical Skills Center als studentischer Tutor verbrachte, trug nicht nur zu meiner persönlichen Entwicklung maßgeblich bei, sondern beeinflusste auch diese Arbeit wesentlich. Zusätzlich unterstützte mich Dr. med. univ. Wegscheider bei allen Problemen mit denen ich im Laufe dieser Arbeit konfrontiert war, sei es wissenschaftlicher oder organisatorischer Natur.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert, der mir die Möglichkeit gab meine Idee zu präsentieren und die Weiterbildungen für die Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und Intensivmedizin abzuhalten.

Zu guter Letzt danke ich noch meiner Freundin und allen meinen Freunden, die mich in dieser Zeit unterstützten und in den Arbeitspausen für die nötige Unterhaltung und Ablenkung sorgten.

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNGEN</b>	<b>II</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>III</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>V</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>VI</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>VII</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>X</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINITION DES SCHWIERIGEN ATEMWEGS	2
1.2 ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	2
1.3 EVALUIERUNG DES ATEMWEGES - PRÄVENTION DES UNERWARTETEN SCHWIERIGEN ATEMWEGES	4
1.4 MANAGEMENT DES UNERWARTET SCHWIERIGEN ATEMWEGES	7
1.4.1 PLAN A – MASKENBEATMUNG UND ENDOTRACHEALE INTUBATION	8
1.4.1.1 VORBEREITUNGEN ZUR ENDOTRACHEALEN INTUBATION	8
1.4.1.2 BEUTEL-MASKEN-BEATMUNG	9
1.4.1.3 ENDOTRACHEALE INTUBATION	10
1.4.1.4 ALTERNATIVEN ZUR ENDOTRACHEALEN INTUBATION MITTELS DIREKTER LARYNGOSKOPIE	12
1.4.1.4.1 FIBEROPTISCHE INTUBATION (FOI)	12
1.4.1.4.2 VIDEOLARYNGOSKOPIE	13
1.4.1.4.3 AIRTRAQ™	14
1.4.2 PLAN B – SUPRAGLOTTISCHE BEATMUNGSHILFEN	14
1.4.3 PLAN C – BEUTEL-MASKEN-BEATMUNG	16
1.4.4 PLAN D – CHIRURGISCHE ATEMWEGSZUGÄNGE	17
1.4.4.1 KONIOTOMIE ODER TRACHEOTOMIE	18
1.4.4.2 KONIOTOMIE/NOTFALLKONIOTOMIE	18
1.4.4.2.1 DIE CHIRURGISCHE KONIOTOMIE	19
1.4.4.2.2 DIE PUNKTIONSKONIOTOMIE	21
1.4.4.2.3 KONIOTOMIE UNTER VERWENDUNG DER SELDINGER TECHNIK	23
1.4.4.2.4 VERGLEICH DER UNTERSCHIEDLICHEN KONIOTOMIE-METHODEN	23
1.4.4.2.5 KONIOTOMIE UND AUSBILDUNG	26
1.4.4.2.6 TRAINING DER KONIOTOMIE	27

<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>30</b>
2.1	DATENERHEBUNG	32
2.2	KONZEPT DER WEITERBILDUNG	30
2.3	ETHISCHE ÜBERLEGUNGEN	33
2.4	STUDIENKOLLEKTIV	33
2.4.1	EINSCHLUSSKRITERIEN	34
2.4.2	AUSSCHLUSSKRITERIEN	34
2.5	ARBEITSUMGEBUNG	34
2.6	ANALYSIERTE PARAMETER	35
2.7	DATENAUSWERTUNG	36
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE – RESULTATE</b>	<b>37</b>
3.1	DEMOGRAPHISCHE DATEN	37
3.2	PERSÖNLICHE ERFAHRUNGEN	38
3.3	SELBSTEINSCHÄTZUNG BEZÜGLICH DER KONIOTOMIE KENNTNISSE	40
3.4	ANALYSE DES PRAKTISCHEN VORGEHENS IM SIMULIERTEN SZENARIO	47
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>50</b>
4.1	BEURTEILUNG DER DEMOGRAPHISCHEN DATEN	50
4.2	BEURTEILUNG DER SELBSTEINSCHÄTZUNG IM FRAGEBOGEN	53
4.3	BEURTEILUNG DES PRAKTISCHEN TEILES	55
4.4	CONCLUSIO	57
4.5	LIMITATIONEN	59
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>60</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>66</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AF	Atemfrequenz
ASA	American Society of Anesthesiologists
ALS	Advanced Life Support
CICO	can't intubate, can't oxygenate
CSC	Clinical Skills Center
DAS	Difficult Airway Society
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
EKG	Elektrokardiogramm
ERC	European Resuscitation Council
FOI	Fiberoptische Intubation
HF	Herzfrequenz
ID	Identifikation
I.D.	Innendurchmesser
Lig	Ligamentum
NaCl	Natriumchlorid
ÖÄK	Österreichische Ärztekammer
ÖGARI	Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin
RR	Blutdruck nach Riva-Rocci

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie des Larynx. Nach dem Original von Wikipedia. Quelle: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Larynx_external_en.svg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Larynx_external_en.svg</a> ....	3
Abbildung 2: Mallampati – Klassifikation. Nach dem Original von Wikipedia. Quelle: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Mallampati.svg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Mallampati.svg</a> .....	5
Abbildung 3: Management des schwierigen Atemwegs. Modifiziert nach dem Original der Difficult Airway Society 2015. Quelle: <a href="https://das.uk.com/files/das2015intubation_guidelines.pdf">https://das.uk.com/files/das2015intubation_guidelines.pdf</a> .....	7
Abbildung 4: Larynxtubus™ in verschiedenen Größen inklusive Blockerspritze ..	15
Abbildung 5: Chirurgisches Set inklusive Quicktrach™ 1 .....	22
Abbildung 6: Simulationsbasiertes Training .....	28
Abbildung 7: Beurteilung chirurgische Koniotomie .....	48
Abbildung 8: Zeiten chirurgische Koniotomie .....	48
Abbildung 9: Standardisierte Beurteilung Quicktrach™ .....	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Demografische Daten .....	38
Tabelle 2: Bevorzugte Technik zur Anlage eines chirurgischen Atemweges vor Training .....	39
Tabelle 3: Bevorzugtes Verfahren nach Training .....	39
Tabelle 4: Leitlinienkonformes Vorgehen .....	40
Tabelle 5: Anatomische Landmarken .....	41
Tabelle 6: Hilfsmittel Anatomie .....	42
Tabelle 7: Theoretisches Wissen .....	42
Tabelle 8: Praktischen Kenntnisse .....	43
Tabelle 9: Kenntnisse Materialien .....	43
Tabelle 10: Koniotomie im Ernstfall .....	44
Tabelle 11: Ich kenne mehr als ein Verfahren .....	45
Tabelle 12: Ich beherrsche mehr als ein Verfahren zur Anlage.....	45
Tabelle 13: Kenntnisse der Komplikationen .....	46
Tabelle 14: Einschätzung simulationsbasiertes Training.....	46

# Zusammenfassung

**Hintergrund:** Der schwierige Atemweg ist ein Thema mit dem sich verschiedenste anästhesiologische und notfallmedizinische Fachgesellschaften beschäftigen. Sollten alle Versuche der Atemwegssicherung scheitern, ist die Anlage eines chirurgischen Atemweges unumgänglich. Aufgrund der niedrigen Inzidenz dieser Situation und der daraus resultierenden geringen Routine ist es notwendig, dieses Szenario möglichst realitätsnah zu trainieren um im Ernstfall richtig handeln zu können (1).

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine simulationsbasierte Weiterbildung für Anästhesistinnen und Anästhesisten entworfen, etabliert und evaluiert. Die Weiterbildung bestand aus einem theoretischen und einen praktischen Teil.

**Material und Methoden:** Die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer wurden gebeten, die Kenntnisse vor und nach der Weiterbildung per Fragebogen selbst einzuschätzen. Zuerst waren Informationen wie Ausbildungsniveau und bevorzugtes Verfahren für die invasive Anlage eines Atemwegs anzugeben. Anschließend mussten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre theoretischen und praktischen Fertigkeiten im Bereich des chirurgischen Atemwegs selbst beurteilen. Nach der Weiterbildung wurden die Fertigkeiten erneut mittels Fragebogen evaluiert.

Die praktischen Fallbeispiele, die im Rahmen der simulationsbasierten Weiterbildung trainiert wurden, sind mit standardisierten Protokollen dokumentiert und beurteilt worden.

Die erhobenen Daten wurden mit IBM SPSS Statistics™ und Microsoft Excel™ statistisch ausgewertet.

**Ergebnisse:** Insgesamt nahmen 33 Anästhesistinnen und Anästhesistinnen teil, wobei 22 (66,6%) Fachärztinnen und Fachärzte und 11 (33,3%) Ärztinnen und Ärzte noch in Ausbildung zum Facharzt waren. 5 (15,2%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren bereits in ihrer beruflichen Tätigkeit mit einem „can't intubate, can't oxygenate“-Szenario konfrontiert. Das bevorzugte Verfahren zur Eröffnung des Atemwegs war vor der Weiterbildung bei 14 (42,4%) Teilnehmerinnen und Teilnehmern die chirurgische Variante. Quicktrach™ wurde 10 (30,3%) mal und die Seldinger-Technik 5 (15,2%) mal angegeben. Nach der Weiterbildung bevorzugten 26 (78,8%) die chirurgische Methode, 6 (18,2%) Quicktrach™ und eine (3,0%) Teilnehmerin oder ein Teilnehmer die Variante mittels Seldinger-Technik. Die Einschätzung der theoretischen und praktischen Fertigkeiten verbesserte sich durch die Weiterbildung mit hoher Signifikanz.

**Schlussfolgerung:** Aufgrund des positiven Feedbacks und den signifikanten Verbesserungen durch das simulationsbasierte Training kann daraus geschlossen werden, dass sich dieses Weiterbildungsformat eignet um die Anlage eines chirurgischen Atemwegs zu trainieren. Die Kombination aus theoretischer Wissensvermittlung und praktischem Training im realitätsnahen Umfeld sind eine effiziente Weiterbildungsmöglichkeit.

**Schlüsselworte:** chirurgischer Atemweg, Koniotomie, medizinische Simulation, Ausbildung

## Abstract

**Background:** Difficult airway management is an issue on which various societies of anesthesiology or emergency medicine pay attention to. If all attempts to secure an airway fail, the surgical way is the last possibility. Due to the fact, that the incidence of surgical airways needed is very low, it is necessary to practice this situation under realistic conditions.

The aim of this diploma thesis was to create a simulation-based training program for anesthetists, including a short theoretical instruction and a hands-on training.

**Material and methods:** The participants were asked to rate their surgical airway knowledge and skills on a survey before and after the training. In the first part, the participants had to fill information like their level of education or their preferred method to establish a surgical airway. The second part included a self-evaluation of theoretical and practical skills in the field of surgical airways. After the training the participants rated their skills again.

A standardized evaluation was used to assess the practical training.

The collected data was analyzed by using IBM SPSS Statistics™ and Microsoft Excel™.

**Results:** In total 33 anesthetists participated in this training. 22 (66,6%) of them were consultants and 11 (33,3%) were still residents. All doctors were asked, if they have ever been confronted to a “can’t intubate, can’t oxygenate” situation. 5 (15,2%) participants answered with yes. 14 (42,2%) anesthetists named the surgical method as their favorite way. 10 (30,3%) doctors preferred Quicktrach™ and 5 (15,2%) the Seldinger-technique. Afterwards 26 (78,9%) doctors decided, using a scalpel would be their preferred method. Quicktrach™ was still the favorite way for 6 (18,2%) anesthetists and one (3,0%) chose the Seldinger-technique.

According to surveys, the theoretical and practical skills improved significantly.

**Conclusion:** Due to the positive feedback and the significant improvement of skills and knowledge measured, it concludes that simulation-based training is an ideal way to train situations with low incidences like the need of a surgical airway. The combination of theoretical and practical parts leads to significant better results.

**Keywords:** surgical airway, medical simulation, simulation-based training, education

# 1 Einleitung

Eine der zentralen Aufgabenstellungen in der Anästhesiologie und Intensivmedizin ist die Sicherung der Atemwege. Die praktischen Fertigkeiten und das theoretische Hintergrundwissen sind nicht nur für Ärztinnen und Ärzte dieses Faches relevant, sondern sollen von jeder Medizinerin und jedem Mediziner grundlegend beherrscht werden. Im Rahmen präoperativer Untersuchungen wird von Anästhesistinnen und Anästhesisten der Atemweg von Patientinnen und Patienten evaluiert, um potentiell auftretende Schwierigkeiten im Vorhinein abzuschätzen und im besten Fall zu vermeiden (2). Trotz sorgfältiger Vorbereitungen ist es möglich, unerwartet mit einem schwierigen Atemweg konfrontiert zu werden. Um in diesen Situationen, in denen die verantwortliche Ärztin oder der verantwortliche Arzt unter immensem Behandlungsdruck steht, richtig vorzugehen, wurden von Fachgesellschaften für Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie von anderen Fachgruppen, die sich mit dem Thema Atemwegssicherung beschäftigen, eine Vielzahl von Algorithmen entwickelt, mit dem Ziel wissenschaftlich fundierte Schemen als Orientierung zu bieten. Grundlage dieser Empfehlungen ist nahezu immer ein stufenweises Vorgehen. Misslingt ein Handlungsschritt, wird zum Nächsten gewechselt. Um diese Algorithmen abarbeiten zu können, muss das gesamte Team über den Ablauf und die Leitlinien informiert sein. Schlussendlich basiert die Sicherung eines schwierigen Atemwegs vor allem auf erfolgreicher Teamarbeit (3). Das erfolgreiche, leitlinienkonforme Vorgehen in solchen Situationen bedarf regelmäßigen Trainings, damit im Ernstfall alle Beteiligten mit maximaler Effizienz handeln können. Aufgrund der geringen Inzidenz von Konstellationen, die die notfallmäßige Anlage eines chirurgischen Atemwegs erfordern, bietet sich simulationsbasiertes Training an um die Technik sowie den zugehörigen Handlungsalgorithmus zu erlernen und zu festigen (1).

## **1.1 Definition des schwierigen Atemwegs**

Den Begriff „Schwieriger Atemweg“ definiert jede Fachgesellschaft für sich anders. Der American Society of Anesthesiologists (ASA) folgend, handelt es sich um einen Atemweg, bei dem eine erfahrene Anästhesistin oder ein erfahrener Anästhesist Probleme mit der Beutel-Masken-Beatmung, der Intubation oder beidem hat (2). Diese Definition erscheint sehr subjektiv, hängt die Erfolgsquote eines Intubationsversuches doch maßgeblich von der Routine der behandelnden Ärztin oder des behandelnden Arztes ab (4).

Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) definiert den Begriff des schwierigen Atemwegs nicht per se, sondern diverse Umstände welche mit dem Bewältigen eines solchen assoziiert sind. Dazu zählt beispielweise eine schwierige Laryngoskopie, also die Unmöglichkeit die Glottis durch direkte Laryngoskopie zu visualisieren (5).

## **1.2 Anatomische Grundlagen**

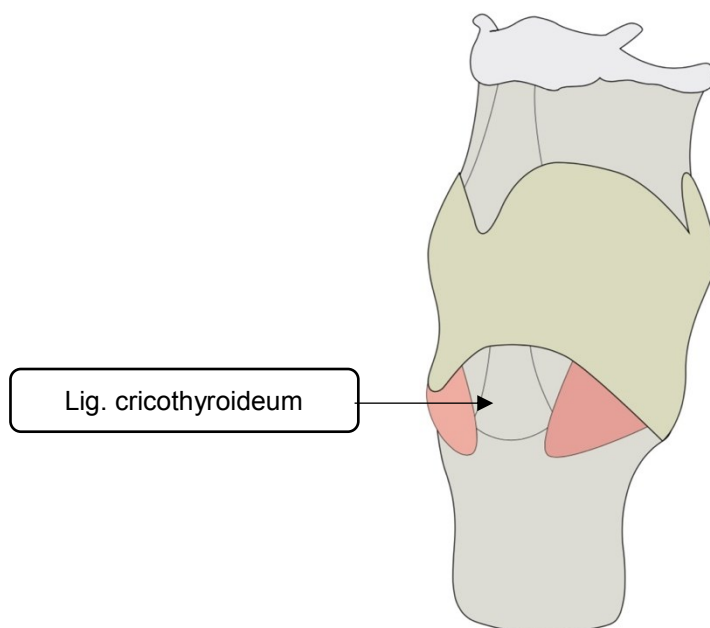
Um einen Atemweg qualitativ zu klassifizieren und die Problematiken inklusive passender Lösungsansätze zu verstehen, müssen die anatomischen Gegebenheiten bekannt sein. Nach anatomischen Kriterien wird zwischen oberem und unterem Atemweg unterschieden.

Zum oberen Atemweg zählen Mund und Nase sowie der Rachen (Pharynx). Der Pharynx gliedert sich in Oro-, Naso- und Laryngopharynx. Die Bedeutung dieser Regionen ist für das Atemwegsmanagement nicht zu unterschätzen da die Ventilation hier oft durch Verlegungen gestört sein kann, wie beispielsweise durch die Zunge oder durch Fremdkörper.

Zum unteren Atemweg zählen der Kehlkopf (Larynx), die Luftröhre (Trachea), sowie die kleinen Atemwege beginnend bei den Bronchien und Bronchiolen bis hin zu den Lungenbläschen (Alveolen). Der Larynx ist das zentrale Element im Atemwegsmanagement. Zu ihm zugehörig sind der Kehldeckel (Epiglottis) sowie die Glottis, wobei letztgenannte mit der Stimmritze eine Region darstellt, die ebenfalls den Atemweg verschließen kann. Diese mögliche Komplikation des Stimmlippenkrampfes erfordert unter Umständen die Anlage eines chirurgischen Atemweges, wenn alle restlichen Therapieoptionen gescheitert sind.

Ein Skelett aus mehreren Knorpeln bietet dem Larynx die notwendige Stabilität, bandartige Verbindungen sorgen für seine Beweglichkeit. Hauptelemente des formgebenden Apparats sind der Schildknorpel und der Ringknorpel. Die Epiglottis und die Stellknorpel ergänzen das laryngeale Skelett. Die Stellknorpel bieten den Ansatz für die Stimmbänder, welche unter anderem durch die ebenfalls mit dem Stellknorpel verbundenen Muskeln bewegt werden (6).

Der Schildknorpel (Cartilago thyroidea) besteht aus zwei Platten, die nach ventral eine Spitze bilden. Besonders markant präsentiert sich diese Struktur bei Männern. Umgangssprachlich wird er auch als „Adamsapfel“ bezeichnet. Kaudal dieser Struktur befindet sich der Ringknorpel (Cartilago cricoidea), welcher mit den Unterhörnern des Schildknorpels in Verbindung steht und mit ihnen ein Gelenk bildet. Für die Praxis relevant ist die Bandverbindung der beschriebenen Knorpel. Vom Ringknorpel aufwärts zu den Stimmbändern zieht der Conus elasticus. Sein ventraler, derber Faserzug, der vom Ringknorpel zum Schildknorpel verläuft, bildet das Ligamentum cricothyroideum. Dieses Band, auch bekannt als Ligamentum conicum, ist eine wesentliche Landmarke im Management des schwierigen Atemwegs, da es sich um eine vergleichsweise gefäßarme Region handelt. Im Falle der Notwendigkeit eines chirurgischen Atemweges kann dieser möglichst frei von Blutungskomplikationen angelegt werden (6).

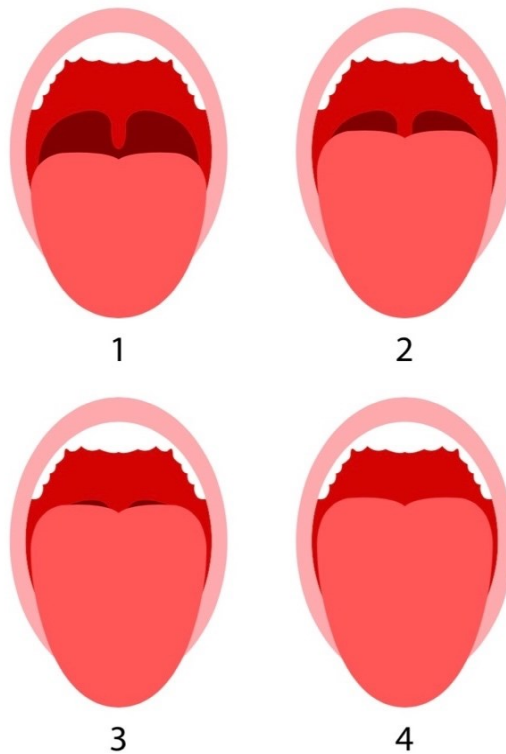


**Abbildung 1: Anatomie des Larynx. Nach dem Original von Wikipedia.**  
Quelle: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Larynx\\_external\\_en.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Larynx_external_en.svg)

### **1.3 Evaluierung des Atemweges - Prävention des unerwarteten schwierigen Atemweges**

Um dem Auftreten eines unerwartet schwierigen Atemwegs vorzubeugen, existieren präoperative Untersuchungen, die es ermöglichen den Atemweg im Vorhinein einzuschätzen. Der erste Blick auf die Patientin oder den Patienten lässt bereits gewisse anatomische Gegebenheiten, welche im Rahmen der Atemwegssicherung eine Rolle spielen, erkennen. Wesentliche Umstände, die eine Laryngoskopie beeinflussen können, sind zum Beispiel ein adipöser Ernährungszustand, ein prominentes Kinn, eine stark hervorstehende Brust oder ein Vollbart. Die prognostische Bedeutung dieser einzelnen Körpermerkmale für Schwierigkeiten bei der Atemwegssicherung ist gering. Daher wird in der Fachliteratur empfohlen mehrere körperliche Merkmale der Patientin oder des Patienten zu kombinieren um eine gezieltere Vorhersage treffen zu können (7).

Ein entscheidender Faktor für die Übersicht der Anästhesistinnen und Anästhesisten während der Sicherung des Atemweges ist die Fähigkeit der Patientin oder des Patienten den Mund zu öffnen. Es wird davon ausgegangen, dass ab einer Mundöffnung von drei Zentimetern keine Probleme aufgrund einer zu geringen Kieferbeweglichkeit vorhanden sind (7). Diesen Faktor berücksichtigt auch die modifizierte Mallampati-Klassifikation. Bei der Beurteilung der Patientinnen oder des Patienten nach diesem Verfahren werden noch zusätzlich die räumlichen Gegebenheiten im Mund miteinbezogen. So sind idealerweise im maximal geöffneten Mund der sitzenden Patientin oder des sitzenden Patienten die Uvula, die seitlichen Gaumenbögen sowie der harte und der weiche Gaumen einsehbar. Dies entspricht dem Grad 1 nach Mallampati. Bei einer Patientin oder einem Patienten mit Mallampati Grad 4 ist nur noch der harte Gaumen sichtbar (8). Je höher die Klassifikation nach Mallampati, desto eher ist eine schwierige Laryngoskopie und eine daraus resultierende schwierige Intubation zu erwarten.



**Abbildung 2: Mallampati – Klassifikation. Nach dem Original von Wikipedia.**  
Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Mallampati.svg>

Die klinische Beurteilung der anatomischen Gegebenheiten im Mundraum alleine lässt keine ausreichend gute Prognose über potentielle Probleme bei der Sicherung des Atemwegs zu. Zusätzliche Parameter, welche die Wahrscheinlichkeit eines Erfolgs verbessern, sind die thyromentale Distanz und der sternomentale Abstand. Unter der thyromentalen Distanz versteht man den Abstand zwischen oberer Kante des Schildknorpels (Inzisura superior) bis zur Spitze des Kinns (Mandibula). Die Messung dieser Distanz erfolgt bei überstrecktem Kopf. Eine Länge von weniger als 6,5 Zentimetern ist mit einer schwierigen Laryngoskopie assoziiert. Ähnlich verhält es sich mit dem sternomentalen Abstand, der von der oberen Kante des Brustbeins (Manubrium sterni) bis zum Kinn gemessen wird. Sternomentale Distanzen von weniger als 12,5 Zentimetern werden ebenfalls mit einer schwierigen Laryngoskopie in Verbindung gebracht (7).

Ohne eine entsprechende Hilfsstruktur kann es für Ungeübte vor allem in Notfallsituationen schwierig sein, alle bereits genannten Punkte und weitere Körpermerkmale der Patientin oder des Patienten vollständig und korrekt einzuschätzen. Die „LEMON-Methode“ bietet eine Struktur für die Evaluierung des Atemweges an der man sich orientieren kann. Sie beinhaltet folgende Punkte (9):

- **L:** „Look externally“  
Wie sind die äußeren Gegebenheiten? Wie ist der äußere Eindruck? Handelt es sich um einen kurzen oder dicken Hals?
- **E:** „Evaluate the 3-3-2 rule“  
Die „3-3-2 Regel“ bietet eine Hilfestellung um wichtige Distanzen, wie die Mundöffnung, den hyomentalen Abstand und die sternomentale Distanz schnell und ohne Hilfsmittel einzuschätzen. Werden die drei folgenden Fragen mit „ja“ beantwortet, kann von ausreichend großen anatomischen Verhältnissen ausgegangen werden. Passen drei Finger in den Mund der Patientin oder des Patienten? Ist der Abstand zwischen Zungenbein und dem Kinn mindestens drei Finger breit? Passen zwei Finger zwischen Zungenbein und oberer Kante des Schildknorpels?
- **M:** „Mallampati Klassifikation“  
Wie hoch ist der oben beschriebene Mallampati-Score?
- **O:** „Obstructions“  
Sind im Mundraum, Pharynx oder Larynx Obstruktionen, also Verlegungen, zu erwarten, die die Laryngoskopie erschweren?
- **N:** „Neck-Mobility“  
Die Beweglichkeit des Nackens der Patientin oder des Patienten ist für eine erfolgreiche Intubation wesentlich. Eingeschränkt ist die Beweglichkeit zum Beispiel durch Verletzungen oder Vorerkrankungen.

Die „LEMON-Methode“ erlaubt es der behandelnden Ärztin oder dem behandelnden Arzt orientierend abzuschätzen, mit welchen Problemen beim Atemwegmanagement zu rechnen ist. Dadurch können Entscheidungen zu anderen Vorgehensweisen, wie fiberoptischer Intubation, anstelle von direkter Laryngoskopie oder etwa zur Anforderung von erfahreneren Ärztinnen und Ärzten bereits vor fehlgeschlagenen Versuchen getroffen werden.

## 1.4 Management des unerwartet schwierigen Atemweges

Trotz sorgfältiger Vorbereitungen kann im Rahmen des Atemwegsmanagements ein unerwartet schwieriger Atemweg auftreten. Im Falle dieser, für die Patientin oder den Patienten potentiell lebensbedrohlichen Situation, ist es ratsam nach einem definierten Behandlungsschema vorzugehen. Anästhesiologische Fachgesellschaften mehrerer Länder, unter anderem die American Society of Anesthesiologists (ASA) oder die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) sowie Rettungsorganisationen, Krankenhäuser und ähnliche Institutionen die mit dem Thema Atemwegsmanagement beschäftigt sind haben Leitlinien für das Management des unerwartet schwierigen Atemweges publiziert. Die Grundlage dieser Arbeit bildet die 2015 veröffentlichte Behandlungsleitlinie der Difficult Airway Society (10), die in 4 Stufen oder „Pläne“ gegliedert ist. Misslingt zum Beispiel „Plan A“ wird zu „Plan B“ gewechselt.

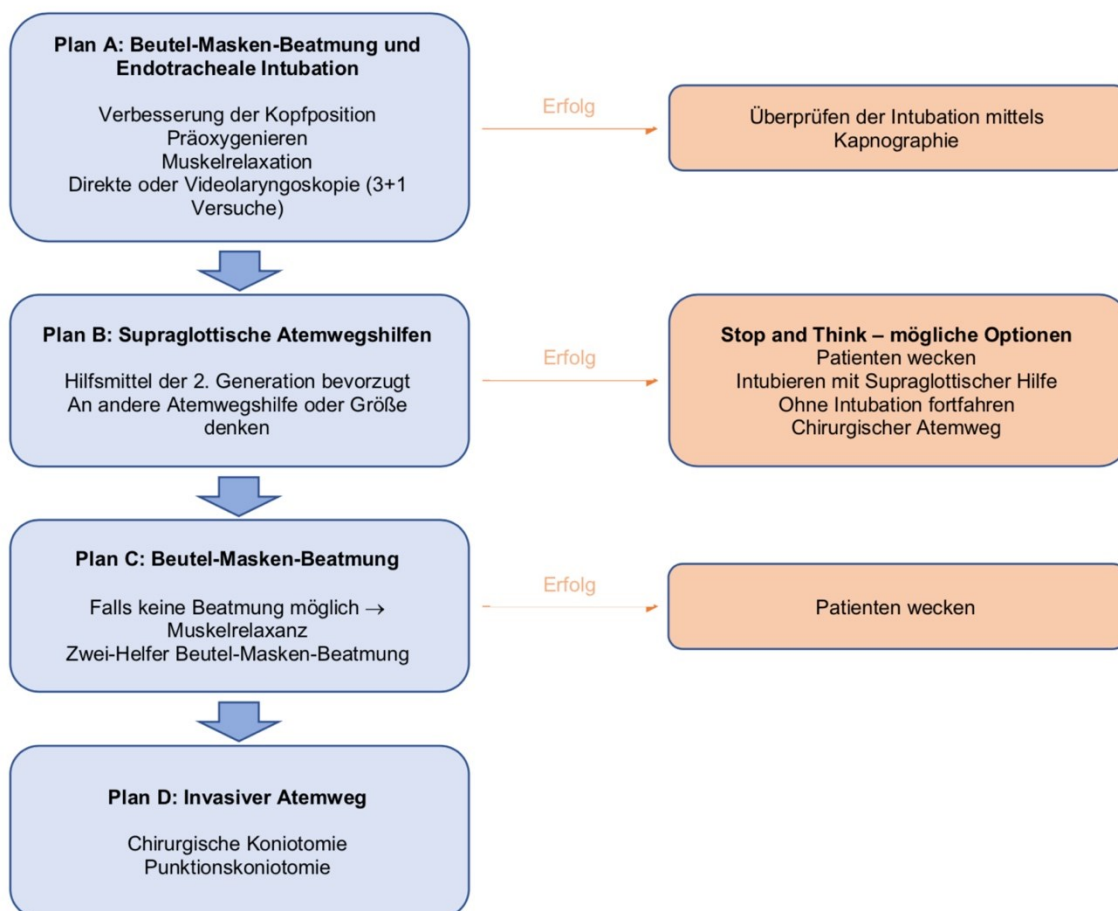


Abbildung 3: Management des schwierigen Atemwegs. Modifiziert nach dem Original der Difficult Airway Society 2015.

Quelle: [https://das.uk.com/files/das2015intubation\\_guidelines.pdf](https://das.uk.com/files/das2015intubation_guidelines.pdf)

### **1.4.1 Plan A – Maskenbeatmung und endotracheale Intubation**

Jene Methode, die den Atemweg am Effektivsten sichert und einen vollständigen Aspirationsschutz bietet, ist die endotracheale Intubation. Um die Erfolgschance von Intubationsversuchen zu erhöhen, ist eine gründliche Vorbereitung unerlässlich. Fehler die in der Vorbereitung begangen werden, sind in der kritischen Phase des Atemstillstands nur äußerst umständlich und unter Risiko wieder zu beheben. Nach maximal drei fehlgeschlagenen Intubationsversuchen sollte zum nächsten „Plan“ gewechselt werden. Unter Umständen ist ein zusätzlicher Versuch einer erfahreneren Kollegin oder eines erfahreneren Kollegen indiziert (10).

#### **1.4.1.1 Vorbereitungen zur endotrachealen Intubation**

Gewissenhaftes Präoxygenieren ist ein zentrales Kriterium der Vorbereitung zur endotrachealen Intubation. Es erhöht die zur Verfügung stehende Zeit bis zur erfolgreichen Durchführung um ein Vielfaches. Atmet die Patientin oder der Patient unmittelbar vor der Einleitung der Narkose 100-prozentigen Sauerstoff ein, füllt dies ihre oder seine Sauerstoffreserven auf und verlängert folglich die Dauer eines Atemstillstandes, der ohne Schaden überstanden werden kann, auf bis zu 10 Minuten (11). Dieser Effekt basiert auf der erhöhten Sauerstoffkonzentration in der funktionellen Residualkapazität. Die Residualkapazität ist beim gesunden Menschen mit 80% Stickstoff und 20% Sauerstoff gefüllt. Durch das Einatmen von hochprozentigem Sauerstoff wird der Stickstoff abgeatmet und durch Sauerstoff ersetzt. Dieser Prozess wird Denitrogenisierung genannt. Im Falle einer nicht erfolgreich durchführbaren Intubation bleibt wesentlich mehr Zeit, um Schäden, die aufgrund des Sauerstoffmangels entstehen können, vorzubeugen. Sobald ein muskelrelaxierendes Medikament verabreicht wurde und die Patientin oder der Patient nicht mehr selbstständig atmet, sollte dieser mittels Beutel-Masken-Beatmung ventiliert werden.

### **1.4.1.2 Beutel-Masken-Beatmung**

Die effiziente Beatmung des Patienten mittels Beatmungsbeutel und Maske ist abhängig von zwei Faktoren. Der Kopf der Patientin oder des Patienten muss möglichst weit überstreckt werden, um die Atemwege unter Nutzung der anatomischen Verbindung der Zunge (Lingua) und des Kehldeckels (Epiglottis) mit dem Zungenbein (Os hyoideum) frei zu machen. Die richtige Wahl der Maskengröße ist ebenso entscheidend. Als schwierig gestaltet sich das dichte Anlegen von Beatmungsmasken bei starkem Bartwuchs. Sollte die Ventilation mit Beatmungsbeutel und Maske nicht suffizient möglich sein, stellt die Zweihelfer-Methode eine Alternative dar um die Qualität der Beatmung zu verbessern (12). Dabei fixiert eine Helferin oder ein Helfer die Beatmungsmaske unter Verwendung von zwei sogenannten „C-Griffen“ mit beiden Händen, um mögliche Lecks zwischen Beatmungsmaske und Gesicht abzudichten. Beim „C-Griff“ wird mit Zeigefinger und Daumen ein „C“ gebildet, welches die Beatmungsmaske auf das Gesicht der Patientin oder des Patienten presst. Die übrigen 3 Finger liegen am Kinn an und ziehen dieses nach kranial, um die Atemwege manuell zu öffnen. Die andere Helferin oder der andere Helfer ventilert die Patientin oder den Patienten kraftdosiert (13).

Um die Effizienz der Beutel-Masken-Beatmung zu erhöhen, können zusätzlich oro- bzw. nasopharyngeale Atemwegshilfen eingesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Patientin oder der Patient über keinen Würgereflex mehr verfügen um einer Aspiration vorzubeugen.

### 1.4.1.3 Endotracheale Intubation

Nach dem Präoxygenieren der Patientin oder des Patienten und dem Einleiten einer adäquaten Anästhesie kann mit der endotrachealen Intubation begonnen werden (11). Das zur Atemwegssicherung verwendete Material spielt eine wichtige Rolle, wie zum Beispiel die Wahl des Laryngoskopes. Die anatomischen Gegebenheiten der Kopf-Hals-Region der Patientin oder des Patienten beeinflussen das für die Situation ideale Hilfsmittel. Grundsätzlich existieren Kalt- und Warmlichtmodelle von Laryngoskopen. Bei Kaltlicht-Modellen befindet sich die Lichtquelle im Griff und der Lichtstrahl wird über einen optischen Leiter zur Spitze des Laryngoskopspatels projiziert. Bei Warmlicht-Laryngoskopen bietet der Griff nur die Energiequelle, das Licht selbst wird im Laryngoskopspatel erzeugt.

Eine weit verbreitete Spatelform ist die nach Macintosh. Wie bereits bei der Griffgröße definieren den ideal passenden Spatel die anatomischen Gegebenheiten der Patientin oder des Patienten. Alternativ kann der Spatel nach Miller, der gerade geformt ist, verwendet werden. Durch seine Form eignet sich dieser besser für Kinder. Gestaltet sich die Laryngoskopie schwierig, kann ein Spatel nach McCoy hilfreich sein, da dieser eine ähnliche gebogene Form wie jener nach Macintosh, jedoch mit beweglicher Spitze besitzt. Somit kann der Kehldeckel mit der Spatelspitze angehoben werden (14).

Die direkte Laryngoskopie hat zum Ziel, möglichst gute Sicht auf den Eingang zur Luftröhre sowie auf die Stimmbänder zu erlangen. Um dafür die besten Voraussetzungen zu schaffen, wird die Patientin oder der Patient in die sogenannte „verbesserte Jackson-Position“ gebracht. Dabei ist der Kopf auf einen ungefähr 8 bis 10 Zentimeter hohen Polster gelagert und im Nacken leicht überstreckt. Diese Lagerung bringt Mundhöhle, Rachen und Kehlkopf in eine Achse, womit sich die Sicht auf die Stimmritze bei der Laryngoskopie verbessert (15).

Ist es trotz sorgfältig durchgeführter direkter Laryngoskopie nicht möglich die erwähnten anatomischen Strukturen einzusehen, kann der Assistent das sogenannte BURP-Manöver anwenden. Namensgebend für das Vorgehen ist die

Durchführung, der Schildknorpel wird nach hinten, oben und rechts gedrückt (backwards, upwards, rightwards pressure) (16).

Gelingt es mittels direkter Laryngoskopie die Stimmbänder darzustellen, wird der Endotrachealtubus unter Sicht durch die Stimmritze geführt. Die zu verwendende Tubusgröße wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Größere Innendurchmesser ermöglichen zwar höhere Beatmungsvolumina, sind jedoch potentiell schwieriger in der Trachea zu platzieren. Die Gefahr einer Verletzung der Atemwege der Patientin oder des Patienten steigt mit zunehmender Tubusgröße. Eine dadurch entstandene Blutung kann unter Umständen den darauffolgenden Intubationsversuch beeinträchtigen.

Um die Handhabbarkeit des Tubus zu erhöhen, kann ein Mandrin verwendet werden. Zusätzlich erleichtert eine Magill-Zange die korrekte Positionierung, wie beispielweise im Fall einer nasotrachealen Intubation.

Nach Platzieren des Endotrachealtubus ist dessen korrekte Lage zu überprüfen. Ein unabsichtlich ösophageal positionierter Endotrachealtubus führt zu einer Insufflation des Magens mit Atemgasen, folglich einer Erhöhung des Magendruckes und daraus resultierender vergrößerter Regurgitationsgefahr. Vor allem aber kommt es zu einer Minderversorgung der Patientin oder des Patienten mit Sauerstoff. Dies kann zu hypoxischen Hirnschäden oder sogar zum Tod führen (17).

Diverse Indikatoren weisen auf die korrekte Lage des Endotrachealtubus hin, wobei zwischen sicheren und unsicheren Intubationszeichen unterschieden wird. Als sicheres Intubationszeichen gilt die Intubation unter Sicht. Das bedeutet die Ärztin oder der Arzt sehen während des Intubationsmanövers wie das Tubusende zwischen den beiden Stimmbändern durchgleitet. Ein weiteres sicheres Intubationszeichen ist die Bestätigung der korrekten Lage mittels einer expiratorischen CO<sub>2</sub>-Messung. Die kapnometrische beziehungsweise die kapnografische Erfassung des Kohlendioxids in der Ausatemluft muss dabei über mehrere Minuten hinweg positiv sein, da die Möglichkeit besteht, dass dieses Gas in geringen Mengen auch im Magen vorkommt und über den Ösophagus entweicht (18). Als letzter, sicherer Hinweis gilt die bronchoskopische Lagekontrolle. Unsichere Intubationszeichen deuten auf eine korrekte Lage hin, beweisen diese

aber nicht. Dazu zählen die Thoraxexkursion der Patientin und des Patienten, ein Beschlagen des Endotrachealtubus oder auskultatorisch erfasste Atemgeräusche. Letztere Überprüfung ist auf jeden Fall notwendig, da beidseitige Atemgeräusche darauf hindeuten, dass der Tubus vor der Aufteilung der Trachea, der Carina, liegt und damit nicht zu tief eingeführt wurde. Die einseitige Ventilation einer Patientin oder eines Patienten kann zur Ausbildung einer Totalatelektase und konsekutiver Hypoxämie führen (18).

#### **1.4.1.4 Alternativen zur endotrachealen Intubation mittels direkter Laryngoskopie**

Im Falle einer schwierigen Laryngoskopie bieten moderne Technologien Hilfestellung bei der Visualisierung der Stimmritze. Um die Darstellung der Glottis durch die direkte Laryngoskopie zu objektivieren, wird nach der Klassifikation von Cormack und Lehane die Sichtbarkeit der Stimmritze ohne externe Manipulation am Kehlkopf der Patientin oder des Patienten beschrieben (19):

- Grad I: komplette Stimmritze einstellbar
- Grad II: Stimmritze teilweise einstellbar
- Grad III: Nur Kehldeckel einstellbar
- Grad IV: Auch Kehldeckel nicht einstellbar, nur Zungengrund darstellbar

Je höher der Grad in der Cormack-Lehane-Klassifikation, desto eher ist von einer schwierigen Intubation auszugehen.

##### ***1.4.1.4.1 Fiberoptische Intubation (FOI)***

Die fiberoptische Intubation ist gemäß Österreichischer Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) eine sichere und bewährte Methode zur definitiven Atemwegssicherung (20). Der Endotrachealtubus wird dabei mittels eines speziellen Bronchoskops (Intubationsbronchoskop) unter Sicht in die Trachea eingeführt. Eine Indikation für das fiberoptische Vorgehen besteht sowohl beim erwarteten, als auch beim unerwarteten, schwierigen Atemweg nach misslungener konventioneller direktlaryngoskopischer Intubation. Die Beherrschung dieses Verfahren ist für alle Anästhesistinnen und Anästhesisten obligat. Es handelt sich dabei um den Goldstandard für das Management des

erwarteten schwierigen Atemwegs. Als Vorteil gilt das reduzierte Auftreten von iatrogenen Verletzungen aufgrund der großen Flexibilität des Geräts und der im Vergleich zur direkten Laryngoskopie durch die Fiberoptik verbesserten Sicht auf den Atemweg der Patientin oder des Patienten. Verschlechtert werden kann die Übersicht während der fiberoptischen Intubation durch Blut und andere Sekrete im Atemweg. Sobald der optische Leiter des Gerätes verdeckt ist hat die durchführende Ärztin oder der durchführende Arzt keine Sicht mehr auf die Strukturen im Atemweg (20).

Eine Variation dieser Vorgehensweise ist die fiberoptische Wachintubation, bei der die Patientin oder der Patient während des gesamten Vorgangs weitestgehend wach ist, sprechen kann und über den Mund spontan weiteratmet. Das Bronchoskop und der Endotrachealtubus werden unter titrierender Analgosedierung und unter Einsatz von Lokalanästhetika oral oder nasal eingeführt. Aufgrund der erhaltenen Spontanatmung sind der Zeitdruck und die Gefahr hypoxischer Schäden wesentlich reduziert. Zu starke Sedierung und eine daraus resultierende Atemdepression, mangelnde Patientencompliance sowie eine Sichtbehinderung der Fiberoptik durch Blut oder andere Sekrete können zu Komplikationen bei diesem Vorgehen führen (20).

#### ***1.4.1.4.2 Videolaryngoskopie***

Eine Alternative zur direkten Laryngoskopie ist die Videolaryngoskopie. Mittlerweile befinden sich unterschiedliche Modelle diverser Hersteller auf dem Markt. Grundsätzlich bestehen alle Geräte aus einem Laryngoskopgriff mit Spatel, der klassischen Laryngoskopspateln nachempfunden ist, an dessen Spitze eine Kameralinse installiert ist. Diese überträgt das Bild auf das Display, das sich am Ende des Griffes befindet.

Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin geht davon aus, dass vor allem bei schwieriger direkter Laryngoskopie mit diesem technischen Hilfsmittel die Glottis besser dargestellt werden kann (5). Als primäre Wahl zur Visualisierung der Atemwege zeigt die Videolaryngoskopie keine signifikant bessere Erfolgsquote, die Zahl der Verletzungen der Atemwege ist sogar höher als bei konventioneller direkter Laryngoskopie (21). Die Hauptproblematik scheint zu sein, dass die Intubierende bzw. der Intubierende sich zu stark auf den Bildschirm

konzentriert und den Tubus oft blind in das Sichtfeld des Videolaryngoskops einführt. Ein Vorteil der Videolaryngoskopie ist, dass unerfahrene Ärztinnen und Ärzten während des Intubationsversuches von erfahreneren Kolleginnen und Kollegen unterstützt werden können, da das Vorgehen am Bildschirm in Echtzeit sichtbar ist (21).

#### ***1.4.1.4.3 Airtraq™***

Eine Variante des optischen Laryngoskopes ist der Airtraq™. Sein Einsatz vereinfacht vor allem Intubationen bei Atemwegen, die mit Cormack und Lehane III und IV beschreibbar sind (11). Beim Airtraq™-System handelt es sich um ein spezielles Laryngoskop mit einer Optik zur Darstellung der laryngealen Strukturen. Die Intubierende oder der Intubierende erhalten durch den Airtraq™ ein vergrößertes Bild der Stimmritze und somit vom Eingang in die Trachea. Der Vorteil des Airtraq™ im Vergleich zu anderen Systemen ist die integrierte Führungsschiene für den Endotrachealtubus. So kann dieser direkt am Gerät entlang in die Luftröhre der Patientin oder des Patienten vorgeschoben werden.

### **1.4.2 Plan B – Supraglottische Beatmungshilfen**

Gelingt die Atemwegssicherung mittels endotrachealer Intubation nicht, wird auf supraglottische Beatmungshilfen ausgewichen. Diese Alternativen, vor allem Larynxtubus™ und Larynxmaske, sind Standardhilfsmittel zur Atemwegssicherung. „Supraglottisch“ bedeutet, dass die Beatmungshilfe über der Glottis, also über dem Eingang zur Trachea, zu liegen kommt. Stark vereinfacht ausgedrückt bilden ein Larynxtubus™ oder eine Larynxmaske einen Luftkanal durch den Mund bis zur Glottis. Da die Trachea nicht wie beim Endotrachealtubus durch einen Cuff abgedichtet wird, bietet diese Methode einen wesentlich geringeren Aspirationsschutz (10).

Maximal zwei Platzierungsversuche dürfen laut Empfehlung der Difficult Airway Society mit derselben supraglottischen Beatmungshilfe durchgeführt werden, da die Erfolgsquote mit zunehmenden Versuchen deutlich sinkt. Danach soll eine andere supraglottische Beatmungshilfe (System/Größe) eingesetzt werden. Nach maximal drei Versuchen gilt eine Atemwegssicherung mit dieser Methode als gescheitert (10). Ob mit einer Larynxmaske oder einem Larynxtubus<sup>TM</sup> begonnen wird ist nicht vorgegeben, sondern abhängig von der durchführenden Ärztin oder dem durchführenden Arzt. Grundsätzlich soll bei der Sicherung eines schwierigen Atemweges die der Behandelnden oder dem Behandelnden vertrauteste Methode eingesetzt werden.

Nach erfolgreicher Platzierung der Larynxmaske oder des Larynxtubus<sup>TM</sup> muss beim Vorliegen eines schwierigen Atemweges über das weitere Vorgehen entschieden werden. Zum einen gewährleistet ein suffizienter supraglottischer Atemweg zusätzliche Zeit um zu evaluieren, ob bei ausreichender Erfahrung der Anästhesistin oder des Anästhesisten ein weiterer Intubationsversuch gestartet werden soll. Zum anderen besteht die Möglichkeit, falls es sich um eine elektive Operation handelt, den Eingriff zu verschieben oder ihn mit dem supraglottisch etablierten Atemweg durchzuführen (10).



**Abbildung 4: Larynxtubus<sup>TM</sup> in verschiedenen Größen inklusive Blockerspritze**

### **1.4.3 Plan C – Beutel-Masken-Beatmung**

Unabhängig davon, ob und in welcher Qualität eine Beutel-Masken-Beatmung zu Beginn des Managements möglich war, ist zu diesem Zeitpunkt im Algorithmus erneut zu evaluieren, wie erfolgreich die Patientin oder der Patient mit dieser Methode ventilierbar ist. Durch die mehrmaligen Versuche einen Endotracheal- oder einen Larynx-tubus™ zu positionieren, werden am Atemweg potentielle Traumen gesetzt. Die anatomischen Eigenschaften des Atemwegs können sich zu diesem Zeitpunkt vollkommen verändert haben (10).

Ist es möglich, die Patientin oder den Patienten mittels Beatmungsbeutel und Maske zu ventilieren, soll der Vorgang des Aufwachens, falls möglich, unverzüglich eingeleitet werden. Bei präinterventioneller Verabreichung eines neuromuskulären Blockers (Muskelrelaxans), welcher wie etwa bei Rocuronium antagonisiert werden kann, soll die Wirkung beendet werden. Alle Maßnahmen, die geplant, aber nicht für das Überleben der Patientin oder des Patienten notwendig sind, wie zum Beispiel elektive Operationen, sind zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen.

Lässt sich die Patientin oder der Patient über die Maske nicht beatmen, ist zu überprüfen, ob eine vollständige neuromuskuläre Relaxation besteht. Ist es trotz dieser Maßnahmen nicht möglich zu beatmen, muss ein chirurgischer Atemweg angelegt werden (10).

#### **1.4.4 Plan D – Chirurgische Atemwegszugänge**

Sind alle bisherigen Versuche, den Atemweg der Patientin oder des Patienten zu sichern, gescheitert, ist das Anlegen eines chirurgischen Atemwegszuganges der letzte Ausweg. Unter dieser invasiven Methode versteht man einen frontalen Zugang zum Atemweg der Patientin oder des Patienten durch den Hals. Grundsätzlich weist diese Situation eine vergleichsweise geringe Inzidenz auf, trotzdem unterscheidet sich die beschriebene Anzahl des Auftretens in unterschiedlichen Studien signifikant. Die Häufigkeit der notwendigen Anlage eines chirurgischen Atemwegs im Atemwegsmanagement variiert zwischen 0 und 18,5 Prozent (1).

Das relativ seltene Auftreten dieser lebensbedrohlichen Situation hat zur Folge, dass Ärztinnen und Ärzte über eine geringe Routine bei der Durchführung dieser Maßnahme verfügen. Das kann unter Umständen zur Folge haben, dass die behandelnde Person fälschlicherweise versucht, ohne Berücksichtigung dieses Verfahrens, die Situation zu bewältigen. Die Faktoren „Invasivität“ und „mangelndes Training“ der praktischen Fertigkeiten führen laut Studien zu einer Verlängerung der Zeit die verstreicht, bis die Entscheidung zur Anlage des chirurgischen Atemwegs getroffen wird (22). Wird ein funktionierender Atemweg zu spät etabliert, können hypoxische Hirnschäden die Folge sein (23).

#### **1.4.4.1 Koniotomie versus Tracheotomie**

Prinzipiell werden beim chirurgischen Atemweg zwei Herangehensweisen unterschieden: Koniotomie und Tracheotomie. Erstere ist die im notfallmäßigen Atemwegsmanagement bevorzugte Methode, wobei der Zugang zum Atemweg der Patientin oder des Patienten durch das Lig. cricothyroideum (Lig.conicum) zwischen Schildknorpel und Ringknorpel erfolgt (6). Diese Methode ist umgangssprachlich als „Luftröhrenschnitt“ bekannt, wobei diese Bezeichnung fälschlicher verwendet wird da der Zugang weiter kranial erfolgt. Bei der Tracheotomie erfolgt die Atemwegsanlage durch die Luftröhre (Trachea). Die Koniotomie bietet im Vergleich zur Tracheotomie den Vorteil der geringeren Gefahr der Verletzung wichtiger Strukturen. Eine potentielle Komplikation der Tracheotomie ist die Beschädigung von großen Gefäßen oder Nerven, da sich viele dieser Strukturen im Operationsgebiet befinden. Daher wird die Tracheotomie im Notfall eher nur im klinischen Bereich und für Ärztinnen und Ärzte empfohlen, die diese Prozedur auch bei elektiven Patientinnen und Patienten regelmäßig durchführen (24). „Elektiv“, also geplant, indiziert ist die Anlage der Tracheotomie unter anderem bei endotracheal intubierten Intensivpatientinnen und Intensivpatienten, deren Beatmung länger als 14 Tage notwendig sein wird sowie bei chirurgischen Eingriffen mit Verletzungen oder Tumoren im Kehlkopfbereich beziehungsweise im Bereich der oberen Atemwege (25).

#### **1.4.4.2 Koniotomie und Notfallkoniotomie**

Wird im Rahmen des Atemwegsmanagements die Entscheidung zur chirurgischen Anlage eines Atemwegs durch das Lig. cricothyroideum getroffen, muss noch über die Art der Durchführung entschieden werden. Die Notfallkoniotomie kann mittels Skalpell und Endotrachealtubus durchgeführt werden. Es existieren fertige Sets, bei denen der chirurgische Atemweg mittels einer Nadel inklusive Kanüle oder mittels Seldinger-Technik angelegt wird. Eine der bekanntesten Vorgehensweisen ist jene unter Zuhilfenahme eines Kugelschreibers, bekannt aus diversen Hollywood-Verfilmungen. Studien zufolge ist das Anlegen eines chirurgischen Atemwegs mit einem Taschenmesser und einem Kugelschreiber möglich, doch als realistische Option kann diese Möglichkeit nicht betrachtet werden (26).

#### ***1.4.4.2.1 Die chirurgische Koniotomie***

Zu den bekanntesten Methoden einen Atemweg durch das Ligamentum cricothyroideum anzulegen, gehört die chirurgische Koniotomie. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass keine speziellen Geräte benötigt werden um sie durchzuführen. Das Standardinstrumentarium chirurgischer Eingriffe wie Abdecktücher und Skalpell reichen aus um die Patientin oder den Patienten in der „can't intubate, can't oxygenate“-Situation zu retten. Diese Materialien sollen an jedem Arbeitsplatz, der für das Atemwegsmanagement vorgesehen ist, vorhanden sein (24).

Voraussetzung für eine erfolgreiche chirurgische Koniotomie ist eine korrekte Lagerung. Die maximale Reklination des Halses vergrößert die Sicht auf das Operationsgebiet. Entscheidet sich die Ärztin oder der Arzt für eine chirurgische Koniotomie, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine zeitkritische Situation. Trotzdem hat die sichere Identifikation der anatomischen Strukturen oberste Priorität. Vor dem ersten Schnitt muss durch die durchführende Person am Hals der Patientin oder des Patienten das Lig. cricothyroideum palpirt werden. In einer kanadischen Studie wurde beschrieben, dass die Erfolgsquote der Lokalisierung durch Tasten selbst bei Anästhesistinnen und Anästhesisten unter 50 Prozent liegt (27). Gestaltet es sich schwierig, Schildknorpel und Ringknorpel zweifelsfrei am Hals der Patientin oder des Patienten zu identifizieren, kann die Haut mit einem bis zu 10 Zentimeter großen, vertikalen Schnitt eröffnet werden (24). Eine komplikationsärmere Methode das Ligamentum conicum aufzufinden bietet die sonografische Lokalisation. Bereits nach kurzer Instruktion ist es für die Ärztin und den Arzt möglich, die gesuchte anatomischen Strukturen sonografisch aufzusuchen (28).

Trotz des Zeitdrucks im „can't intubate, can't oxygenate“-Szenario ist es notwendig, möglichst aseptisch vorzugehen um das Entstehen von Infektionen durch die Anlage des chirurgischen Atemwegs zu vermeiden. Auf sterile Handschuhe, einen sterilen Mantel, Haube und Mundschutz sollte nicht verzichtet werden. Das Operationsgebiet am Hals der Patientin oder des Patienten muss durch Desinfektion mit einem geeigneten Hautdesinfektionsmittel vorbereitet werden. Anschließend wird das Gebiet mit einem Lochtuch abgedeckt, wobei Beatmungsversuche mit Beatmungsbeutel und Maske während des gesamten Vorgangs weiterhin durchgeführt werden müssen.

Die Operateurin oder der Operateur nehmen nun ein Skalpell und setzen, nach Überprüfung der orthograden Lage des Kopfes, einen zwei bis drei Zentimeter langen vertikalen Schnitt. Die entstandenen Wundränder werden mit einem Spekulum oder etwas Ähnlichem gespreizt. Eventuell entstandene Blutungen sollen zu diesem Zeitpunkt durch Druck gestillt und abgetupft werden, um die Übersicht im eröffneten Gebiet zu verbessern. Wurde das Lig. cricothyroideum gut dargestellt, wird es mit einer horizontalen Stichinzision durchtrennt. Die Öffnung zum Atemweg der Patientin oder des Patienten soll groß genug sein um einen Endotrachealtubus einzuführen. Im Vergleich zur orotrachealen Intubation werden dünnlumigere Endotrachealtuben (I.D. 6.0 Millimeter oder kleiner) verwendet. Gelingt das Einführen kaudalwärts nicht, kann der Einsatz eines Mandrin, ein Führungsstab der sich im Tubuslumen befindet, in Betracht gezogen werden.

Gelingt es den Endotrachealtubus zu positionieren, ist besondere Vorsicht bei der Einführtiefe geboten, denn eine zu tiefe Lokalisation führt zur einseitigen Ventilation der rechten Lunge aufgrund der anatomischen Teilung der Trachea. Anschließend ist der Cuff mit Luft zu blocken und die Lage unter zur Hilfenahme eines Stethoskops zu überprüfen. Über beiden Lungen muss ein Atemgeräusch auskultierbar sein. Falls die invasive Sicherung des Atemwegs erfolgreich war, ist der Tubus zu fixieren und zu kürzen, um einer versehentlichen Dislokation aufgrund des weit herausstehenden Endes vorzubeugen (11).

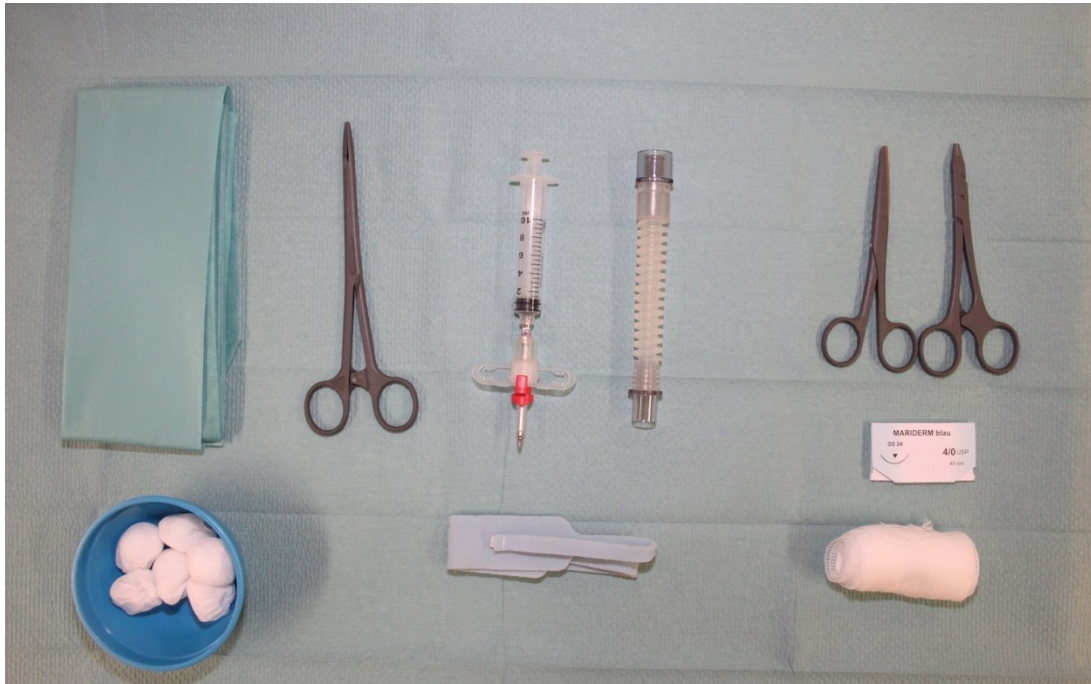
#### ***1.4.4.2.2 Die Punktionskoniotomie***

Bei dieser Variante der Koniotomie wird die Bandstruktur zwischen Schild- und Ringknorpel (Lig. Conicum) mit einer Kanüle durchstoßen. Im Vergleich zur chirurgischen Vorgehensweise ersetzt diese Methode den vertikalen Schnitt durch die Haut sowie die Inzision der Membran. Bereits in den Leitlinien von 2004 hat die Difficult Airway Society (DAS) beschrieben, dass aufgrund der Routine von Anästhesistinnen und Anästhesisten in der Handhabung von Nadeln die Hemmschwelle zur Punktionskoniotomie niedriger sei und dadurch die Entscheidung zum invasiven Atemweg eher getroffen würde (10).

Bei dieser Variante des chirurgischen Atemwegsmanagements wird die Patientin oder der Patient durch eine dünnlumige Kanüle oder Nadel oxygeniert. Die chirurgische Koniotomie im Vergleich dazu bietet einen größeren Durchmesser und kann folglich auch mehr Luftvolumen in die Lungen der Patientin oder des Patienten fördern. Um denselben Effekt mit kleinlumigen Punktionskanülen zu erreichen, benötigen diese hohe Beatmungsdrücke. Folglich können Barotraumata in den Atemwegen der Patientin oder des Patienten entstehen (29).

Ein weitverbreitetes Fertigset zur Punktionskoniotomie wird von VBM Medizintechnik unter dem Namen Quicktrach™ vertrieben. Dieses Atemwegsdevice besteht aus einer gebogenen Nadel inklusive daran konnektierter Spritze. Vorteil im Vergleich zur chirurgischen Koniotomie ist die reduzierte Zahl der Arbeitsschritte. Nach dem Desinfizieren des Halsbereiches ertastet die Ärztin oder der Arzt mit sterilen Handschuhen die Anatomie der Patientin oder des Patienten. Quicktrach™ wird zwischen Schildknorpel und Ringknorpel über dem Ligamentum cricothyroideum eingestochen und bis zum roten Stopper vorgeschoben. Bei einem Großteil der Patientinnen und Patienten liegt die Nadel nun im Atemweg, wobei dies durch Aspiration von Luft überprüft wird. Füllt sich die Spritze mit Luft, ist die Atemwegshilfe richtig platziert worden. Nun wird der Stopper entfernt und die Kunststoffkanüle eingeführt. Abhängig vom Modell des Quicktrach™ muss der vorhandene Cuff mit Luft geblockt werden, um den invasiv hergestellten Atemweg abzudichten und vor dem Eindringen von Flüssigkeiten und Sekreten zu schützen. Nur der neuere Quicktrach™ 2 bietet einen Cuff. Daher ist dieses Modell zu

bevorzugen (30). Nach erfolgreicher auskultatorischer Lagekontrolle wird der Quicktrach™ mit dem beiliegenden Fixationshalsband befestigt. Im Verlauf muss die korrekte Platzierung mittels Kapnometrie und Kapnografie verifiziert werden. Diese kontinuierliche Messung der fortlaufenden CO<sub>2</sub> Abatmung ist neben der bronchoskopischen Lagekontrolle die einzige zuverlässige Möglichkeit zur Verifizierung der korrekten Lage.



**Abbildung 5: Chirurgisches Set inklusive Quicktrach™ 1**

Probleme bei der Anwendung von Quicktrach™ können vor allem durch das zu tiefe und zu steile einstecken der Nadel kommen, wodurch die Hinterwand der Trachea verletzt werden kann. Aufgrund der besonderen Verhältnisse im Atemweg von Kindern ist eine Punktionskoniotomie laut DAS Leitlinien unter 8 Jahren kontraindiziert (10).

#### ***1.4.4.2.3 Koniotomie unter Verwendung der Seldinger-Technik***

Die dritte, verbreitete Variante zur Durchführung einer Koniotomie ist jene unter Verwendung der Seldinger-Technik. Das Vorgehen nach Seldinger ist eine in der Medizin weit verbreitete Methode, um beispielweise große Gefäße zu punktieren. Folglich haben vor allem Anästhesistinnen und Anästhesisten Erfahrung mit dieser Technik, denn sie wird regelmäßig zum Legen zentraler Venenkatheter verwendet (31). Beim Verfahren nach Seldinger wird nach Identifikation des Schildbeziehungswise Ringknorpels und Desinfektion mit einem Schnitt die obere Hautschicht eröffnet. Anschließend punktiert die Ärztin oder der Arzt mit einer Spritze und daran konnektierter Nadel das Lig. cricothyroideum. Bei korrekter Positionierung wird nach Aspiration von Luft ein Führungsdraht durch die Nadel eingeführt. Anschließend wird die Nadel entfernt und über den Draht ein Dilatator inklusive Trachealkanüle vorgeschoben. Im letzten Schritt bleibt die Trachealkanüle im Hals der Patientin oder des Patienten und der Dilatator wird entfernt (32).

Verschiedene Hersteller bieten Sets für diese drahtgeführte Variante der Koniotomie. Am bekanntesten und in Studien am genauesten untersucht ist das Melker Set™ (Cook Medical). Der Hersteller bietet ähnlich, wie jener von Quicktrach™ zwei Modelle an. Das neuere Modell verfügt über einen blockbaren Cuff, um den Atemweg abzudichten und zu schützen (30).

#### ***1.4.4.2.4 Vergleich der unterschiedlichen Koniotomie-Methoden***

Alle beschriebenen Möglichkeiten zur Anlage eines chirurgischen Atemwegs bieten Vor- sowie Nachteile. Die chirurgische Koniotomie benötigt keine speziellen Geräte, Quicktrach™ ist technisch einfacher durchzuführen und mit dem Melker-Set™ werden von Anwenderinnen und Anwendern, die regelmäßig diese Technik verwenden, hohe Erfolgsquoten erzielt. Aufgrund der geringen Inzidenz von „can't intubate, can't oxygenate“-Situationen ist es schwierig einen objektiven Vergleich durchzuführen. Da es sich um zeitkritische Situationen handelt, sind prospektive randomisierte Studien weder durchführbar noch ethisch akzeptabel.

Dennoch existiert eine Vielzahl an Studien, die sich mit der beschriebenen Thematik befassen. Großteils wurden retrospektive Analysen verwendet um Daten zu gewinnen oder prospektive Studien bezüglich der Unterschiede der verschiedenen Techniken an menschlichen Leichen durchgeführt. Die Ergebnisse beinahe aller Studien divergieren, es ist daher nicht ersichtlich welches Vorgehen zu empfehlen ist (1).

In den meisten Studien werden zwei Hauptzielgrößen beschrieben, an denen die Qualität des Zugangs zum Atemweg gemessen wird. Das ist zum einen die Zeit von der Entscheidung zum chirurgischen Atemwegszugang bis zur ersten Ventilation der Patientin oder des Patienten, zum anderen die Erfolgsquote. Letztendlich profitieren die Patientin oder der Patient nur von einem chirurgischen Atemweg, wenn der Eingriff schnell und korrekt durchgeführt wird. Im Rahmen des Managements des schwierigen Atemwegs kann davon ausgegangen werden, dass bis zur definitiven Entscheidung für die Anlage eines chirurgischen Atemwegs die Patientin oder der Patient bereits einige Minuten ohne suffiziente Sauerstoffzufuhr war.

Einige Maximalwerte beim Faktor Zeit in den von Langvad et al. untersuchten Studien sind bezüglich des Outcomes der Patientin oder des Patienten unrealistisch gewählt, da sich die Endpunkte in einen Größenbereich um die 300 Sekunden befinden (1). Nach Verstreichen dieser Zeitspanne bis zur erfolgreichen Anlage des Atemwegs sind wahrscheinlich bereits potentiell irreparable, hypoxische Hirnschäden entstanden. Eine der Studien setzt ein Zeitlimit von 40 Sekunden als Endpunkt, wobei dieser Wert von Langvad et al. als realistisch angesehen wird (33).

In einem großen Review wurden 24 Studien bezüglich Durchführung der Koniotomie verglichen, wobei sich keine eindeutige Empfehlung für eine bestimmte Methode ergab. Am ehesten empfehlen die Autoren dieses Reviews die chirurgische Koniotomie, denn diese Vorgehensweise bietet eine relativ konstante, gute Erfolgsquote und eine zufriedenstellende Durchführungsdauer. Ein in der Realität entscheidender Faktor, der in den wissenschaftlichen Untersuchungen kaum darstellbar ist und somit die Aussagekraft begrenzt, ist der zeitliche Handlungsdruck. Limitierend ist ebenfalls, dass die bei der chirurgischen Koniotomie an der Patientin oder dem Patienten durch das Einschneiden in den Hals entstehende Blutung, nicht in Studien miteinbezogen wird, da dieser Faktor in simulationsbasierten Untersuchungen und im Training am menschlichen Kadaver nicht nachstellbar ist (1).

Am Institut für makroskopische und klinische Anatomie der Medizinischen Universität Graz wurde durch Heymans et al. eine Studie publiziert, die die chirurgische Koniotomie, den Atemwegszugang mit Quicktrach™ und eine Variante unter Verwendung eines Melker Sets™ an Leichen verglich. Durchgeführt wurde das Atemwegsmanagement durch Studierende im vierten Studienjahr des Diplomstudiums Humanmedizin nach einer kurzen Instruktion. Die Kenntnisse der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer betreffend Koniotomie wurden als vergleichbar zu jenen von Ärztinnen und Ärzten der meisten Fachrichtungen angenommen. Dieser Studie folgend wird für untrainiertes Personal die chirurgische Koniotomie empfohlen. Vor allem bei Ungeübten weist diese Vorgehensweise die beste Erfolgsquote auf. Quicktrach™ bietet im Durchschnitt zwar signifikant schnellere Zeiten bis zur Etablierung des Atemwegs, die Platzierung war aber nur in rund der Hälfte der Fälle erfolgreich. Ein weiterer Nachteil des Quicktrach™ ist die hohe Gefahr von Verletzungen der Tracheahinterwand bis hin zu deren Perforation. In der zitierten Studie von Heymans et al. wurde bei 36% aller erfolgreichen Anlagen mit Quicktrach™ die Trachea verletzt (34).

Die Koniotomie mit dem Melker-Set wurde in der Studie von Heymans et al. ähnlich oft wie die chirurgische Vorgehensweise erfolgreich durchgeführt. Die dafür benötigte Zeit war aber bei den ungeübten Studienteilnehmerinnen und Teilnehmern deutlich verlängert (34).

Zusammenfassend erweist es sich als schwierig eine eindeutige Empfehlung für ein bestimmtes Vorgehen oder ein bestimmtes System auszusprechen. Das Verfahren, bei dem die durchführende Ärztin oder der durchführende Arzt über die meiste Erfahrung verfügen, ist für den Einzelfall zu bevorzugen (1). Aus diesem Grund erscheint eine praxisnahe Ausbildung für Medizinerinnen und Mediziner von großer Bedeutung zu sein.

#### ***1.4.4.2.5 Koniotomie und Ausbildung***

Die Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) definiert die Ausbildung zur Fachärztin oder zum Facharzt für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Die Rasterzeugnisse stellen dar, welche theoretischen Inhalte beherrscht und welche praktischen Verfahren wie oft durchgeführt werden müssen um die Ausbildung zur Fachärztin oder zum Facharzt abzuschließen. Atemwegsmanagement, inklusive dem Management des schwierigen Atemwegs, wird im Rasterzeugnis für die Ausbildung zur Fachärztin und zum Facharzt für Anästhesiologie und Intensivmedizin zwar als Punkt angeführt, die Koniotomie wird wörtlich in diesem Dokument aber nicht genannt (35). Es obliegt dem Ausbildungskrankenhaus, ob die Ärztin oder der Arzt während der Ausbildung mit der Thematik des chirurgischen Atemwegs in Berührung kommt oder nicht.

Da es sich bei der Anlage eines chirurgischen Atemwegs um eine potentiell lebensrettende Maßnahme handelt, sollten nicht nur Anästhesistinnen und Anästhesisten mit diesem Verfahren vertraut sein, sondern genauso Ärztinnen und Ärzte anderer Fächer. Am potentiell wahrscheinlichsten kommen Notärztinnen und Notärzte mit dieser Situation in Kontakt. Die Ausbildung ist in Österreich durch ein Spezialdiplom der Österreichischen Ärztekammer geregelt. Der Lehrgang im Ausmaß von 60 Stunden umfasst auch Advanced Life Support (ALS) nach Standard des European Resuscitation Council (ERC). Diese Leitlinien erwähnen zwar die Koniotomie als lebensrettende Maßnahme, in wie weit sie praktisch im Rahmen der Ausbildung trainiert wird, ist aber verschieden und oftmals vom Fortbildungsanbieter abhängig (36).

Allgemeinmedizinerinnen und Allgemeinmediziner, sowie Ärztinnen und Ärzte der meisten Fachrichtungen kommen mit dem Thema „chirurgischer Atemweg“ während ihrer Ausbildung kaum in Kontakt. Weder im Studium der Humanmedizin wird dies im Rahmen der anästhesiologischen und intensivmedizinischen Ausbildung thematisiert, noch ist die Ausbildung im Bereich Atemwegsmanagement in der neuen Basisausbildung für Medizinerinnen und Mediziner durch die Österreichische Ärztekammer näher definiert worden (37).

#### ***1.4.4.2.6 Training der Koniotomie***

Bereits die Leitlinien der Difficult Airway Society (DAS) beschreiben, dass einer der kritischen Punkte der Zeitfaktor ist. Bis sich die Ärztin oder der Arzt für ein invasives Atemwegsmanagement entscheiden, können bereits hypoxische Hirnschäden an der Patientin oder dem Patienten entstanden sein. Nicht nur die Invasivität des Verfahrens beeinflusst die Zeit bis zur Entscheidung wesentlich, sondern auch mangelndes Training, Angst vor Komplikationen und fehlender Routine mit dem anzuwendenden Material (10). Um diesen Faktoren entgegenzuwirken sind regelmäßige Weiterbildungen notwendig.

Um praktische Interventionen erfolgreich durchführen zu können bedarf es primär eines soliden theoretischen Hintergrundes. Daher ist eine kurze theoretische Einführung vor dem praktischen Trainingsteil notwendig (38).

Es existieren unterschiedliche Ansätze um die Anlage eines chirurgischen Atemweges zu trainieren. Die beiden in der Literatur am häufigsten beschriebenen Möglichkeiten sind simulationsbasiertes Training und die Koniotomie an einer menschlichen Leiche (1). Im Gegensatz zu dem Training am Kadaver bietet simulationsbasiertes Training den Vorteil, den technischen Ablauf per se wiederholt durchzuführen und erlaubt es, den gesamten Atemwegsalgorithmus sowie das Teammanagement zu trainieren (39).

Eine kanadische Studie untersuchte die Effekte eines simulationsbasierten Koniotomietrainings für Anästhesistinnen und Anästhesisten, insbesondere die Langzeitauswirkung ein Jahr nach dem Training. Die Autoren beschreiben eine signifikante Verbesserung der Koniotomiefertigkeiten nach einem Jahr im Vergleich zu der ersten Anlage eines chirurgischen Atemwegs vor der Weiterbildung. Dies deutet auf die hohe Effizienz von simulationsbasiertem Training für komplexe Verfahren mit geringer Inzidenz, wie zum Beispiel der Koniotomie, hin (40). Ebenso beweist eine französische Studie signifikante Langzeitauswirkungen einer Weiterbildung, die sich der Thematik des chirurgischen Atemwegs mittels medizinischer Simulation widmet (39).



**Abbildung 6: Simulationsbasiertes Training**

So stellt sich auch in Bezug auf das Training des chirurgischen Atemweges die Frage, welche Realitätsnähe medizinische Simulatoren aufweisen müssen um die idealsten Trainingsvoraussetzungen zu bieten. Einfache Übungssimulatoren, bestehend zum Beispiel für das Koniotomie-Training aus einem Rohr mit einer Öffnung die mit einem Klebestreifen verschlossen ist, sind eine kostengünstige Möglichkeit um den Ablauf einer Koniotomie zu trainieren. Der Einsatz dieser technisch einfachen Simulatoren wird „low-fidelity Simulation“ genannt. Obwohl die Realitätsnähe nur begrenzt gegeben ist, unterscheidet sich der technische Ablauf der Prozedur kaum von jener an der realen Patientin oder dem realen Patienten. Teure Simulatoren wiederum bieten exakt nachgebildete anatomische Strukturen zum Trainieren. „High-fidelity Simulation“ benötigt wesentlich höhere finanzielle Ressourcen zur Bereitstellung der Trainingsumgebung und zusätzliche technische Betreuung. Somit ist diese Variante eher an großen Simulationszentren zu finden und selten an kleinen Krankenhäusern (41).

Ob „high-fidelity Simulation“ der kostengünstigeren „low-fidelity Simulation“ in der Qualität wirklich überlegen ist steht in Diskussion. Eine Studie von Friedman et al., die sich mit diesem Unterschied speziell beim Training der Koniotomie befasst, kommt zu dem Schluss das „high-fidelity Simulatoren“ keine merkbaren Vorteile in Hinblick auf den Trainingserfolg bieten. Es wird beschrieben, dass der Vorteil von simulationsbasiertem Training vor allem in der Möglichkeit besteht, Szenarios und somit Algorithmen mehrmals hintereinander zu bewältigen. Die hohe Frequenz von Wiederholungen ist primär für den Trainingserfolg verantwortlich. Die Qualität des Simulators hat jedoch keinerlei Auswirkung auf die Effektivität einer Weiterbildung. Folglich schließen Friedman et al. daraus, dass effektives simulationsbasiertes Training von der Realitätsnähe der Simulatoren unabhängig ist und sie kommen somit zum Schluss dass auch mit geringen finanziellen Aufwand nachhaltige Weiterbildungen durchgeführt werden können (41).

## **2 Material und Methoden**

Im Rahmen einer internen Weiterbildung der Klinischen Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und Intensivmedizin des LKH-Universitätsklinikums Graz wurde ein simulationsbasiertes Trainingsformat gestaltet um das theoretische Wissen und die praktischen Fertigkeiten von Anästhesistinnen und Anästhesisten im chirurgischen Atemwegsmanagement zu verbessern. Um eine möglichst hohe Trainingseffizienz zu gewährleisten, erfolgte die simulationsbasierte Weiterbildung in Kleingruppen. Die Abhaltungstermine wurden so gewählt, dass der Großteil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Training im Rahmen der Dienstzeit absolvieren konnten. Die Weiterbildung war für das DFP-Fortbildungsprogramm der Österreichischen Akademie der Ärzte approbiert.

### ***2.1 Aufbau der Weiterbildung***

Damit eine effektive Weiterbildung gestaltet werden konnte, wurde als zeitliche Basis eine Dauer von zwei Trainingseinheiten á 45 Minuten gewählt. Die Einleitung bestand aus der Begrüßung inklusive kurzer Information zur Studie. Nach dem Ausfüllen des Eingangsfragebogens startete die Weiterbildungsveranstaltung mit der 10-minütigen theoretischen Einführung. Diese hatte zum Ziel, alle Anästhesistinnen und Anästhesisten auf dasselbe theoretische Niveau bezüglich der leitlinienkonformen Sicherung des schwierigen Atemwegs und insbesondere der Koniotomie zu bringen. In diesem Teil wurde das Vorgehen nach dem Stufenprinzip der aktuellen Difficult Airway Society Guidelines präsentiert (10). Die für die Anlage eines chirurgischen Atemwegs relevanten anatomischen Strukturen und die möglichen Verfahren zur Durchführung einer Koniotomie, inklusive Vor- und Nachteile, waren ebenfalls Inhalt der theoretischen Einschulung. Darauf folgte eine bebilderte „Schritt für Schritt“ Anleitung, welche die chirurgische Variante und jene mit Quicktrach<sup>TM</sup> präsentierte. Ziel war es die vorhandene Zeit am Simulationsobjekt möglichst effizient für das Training zu nutzen. Der letzte Teil des theoretischen Vortrages enthielt die möglichen Akut- und Langzeitkomplikationen.

Insgesamt wurden 75 Minuten für das praktische Training verwendet, welches in zwei Abschnitte unterteilt war. Begonnen wurde mit einem simulationsbasierten Part-Task-Training. Ziel dabei war es die vorhandenen Sets und Geräte kennen zu lernen und anzuwenden. Das bedeutet, jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer führte am Patientensimulator eine chirurgische Koniotomie durch und legte einen Atemweg mittels Quicktrach™ an. Dabei standen ein Quicktrach™ 1 und das Model mit Cuff, Quicktrach™ 2, zur Verfügung.

Nach dem Part-Task-Training folgte das Algorithmus-Training. Ziel dieses Teils war das simulationsbasierte Trainieren des leitlinienkonformen Ablaufs im Falle eines „can't intubate, can't oxygenate“-Szenarios. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer lösten immer wieder das gleiche Trainingsszenario, jedes Mal jedoch mit neuer Rollenverteilung innerhalb des Teams. Da jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer das Szenario aus jeder Rolle kennen lernte, entwickelte sich ein Verständnis für den Teamablauf. Möglichst viele Wiederholungen sollten auch zu einem nachhaltigen Lerneffekt beitragen.

Folgendes Fallbeispiel wurde den Anästhesistinnen und Anästhesisten vorgegeben:

„Ein 70-Jähriger Patient wird von einem unerfahrenen Assistenzarzt im OP zu einer elektiven Operation narkotisiert. Nach Verabreichen der notwendigen Medikamente inklusive Muskelrelaxation bekommt der Assistenzarzt Probleme bei der Sicherung des Atemwegs. Er bittet um Unterstützung, da drei seiner endotrachealen Intubationsversuche bereits scheiterten.“

Vitalparameter waren:    HF: 80/min    SpO2: 88%            AF: Apnoe  
   RR: 100/70mmHg

Leitlinienkonform gemäß Difficult Airway Society sollte ein erneuter Intubationsversuch und bei Nichtgelingen der Einsatz supraglottischer Beatmungshilfen durchgeführt werden. Scheiterte dieser ebenfalls, war eine Beutel-Masken-Beatmung wie in „Plan C“ vorgesehen indiziert. Bei nicht möglicher Ventilation musste eine „can't intubate, can't oxygenate“-Situation ausgerufen werden die einen chirurgischen Atemweg erfordert. Die Methode der Koniotomie

konnte selbst gewählt werden. Das beschriebene Szenario wurde möglichst oft in der vorhandenen Zeit wiederholt und die wichtigsten Fehler wurden nach jedem Durchgang vom Instruktor in einem kurzen Debriefing besprochen.

Nach der Weiterbildung füllten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erneut einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung ihrer Fertigkeiten aus.

## **2.2 Datenerhebung**

Zur Erhebung der Studiendaten wurde ein Paper-Pencil-Assessment durchgeführt, welches aus zwei Fragebögen bestand. Den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern wurde vor der Bearbeitung der Fragebögen ein Informed Consent ausgehändigt, mit einer Beschreibung wie die Daten verarbeitet werden und wie die Zustimmung nachträglich entzogen und somit die Daten gelöscht werden können. Zusätzlich enthielt der Informed Consent die Information, wer an der Datenanalyse beteiligt war. Gab eine Teilnehmerin oder ein Teilnehmer zum Informed Consent keine Zustimmung, wurden keine Fragebögen an diese Person ausgehändigt.

Zufällig zugeteilte ID-Nummern gewährleisteten die anonymisierte Durchführung der Datenerhebung. Jeder Teilnehmer musste zu Beginn der Veranstaltung einen Streifen mit 4 Klebeetiketten auf denen jeweils eine Identifikationsnummer gedruckt war, ziehen. Diese Streifen verblieben während der gesamten Weiterbildung bei den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern. Auf den Fragebögen wurde in das Identifikationsfeld ein Etikett mit der ID-Nummer geklebt. Um die Zustimmung zur Verwendung der in den Fragebögen erhobenen Daten anonym geben zu können, sollte ein zweites Etikett auf das Zustimmungsfeld im Fragebogen geklebt werden. Da zwei Fragebögen pro Teilnehmerin oder Teilnehmer auszufüllen waren, wurden 4 Etiketten mit ID-Nummer pro Person benötigt.

Die praktischen Fallbeispiele wurden anhand eines standardisierten Beurteilungsbogen bewertet. Dieser erfasste unter anderem die verwendete Methode, welche Schritte durchgeführt wurden sowie unterschiedliche Zeitparameter.

Der Informed Consent, der Eingangsfragebogen, der Abschlussfragebogen sowie die praktischen Beurteilungsbögen befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

### **2.3 Ethische Überlegungen**

Die Untersuchung involvierte weibliche Prüfungsteilnehmerinnen, darunter auch Frauen im gebärfähigen Alter und männliche Prüfungsteilnehmer. Es nahmen Ärztinnen und Ärzte, die ihre Ausbildung zur Fachärztin und zum Facharzt bereits absolviert hatten sowie Ärztinnen und Ärzte, die sich noch in Ausbildung befanden teil. Die Weiterbildung war für die Anästhesistinnen und Anästhesisten frei von gesundheitlichen, persönlichen und finanziellen Risiken und erfolgte freiwillig, unentgeltlich und anonym. Durch die Teilnahme an dieser Untersuchung entstanden den Ärztinnen und Ärzten keine wie auch immer gearteten Vorteile. Ebenso brachte eine Nicht-Teilnahme an dieser Untersuchung keine wie auch immer gearteten Nachteile mit sich.

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz mit Votum vom 10. November 2017 mit der Nr. 30-011 ex 17/18 genehmigt. Das positive Votum der Ethikkommission befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

### **2.4 Studienkollektiv**

In die Untersuchung eingeschlossen wurden alle zum Studienzeitpunkt an der Klinischen Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und Intensivmedizin tätigen Ärztinnen und Ärzte. Es wurde organisatorisch versucht, die Weiterbildung innerhalb der Dienstzeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchzuführen. Die Gruppengröße betrug zwischen 2 und 6 Personen.

### **2.4.1 Einschlusskriterien**

In die Untersuchung eingeschlossen wurden alle Anästhesistinnen und Anästhesisten der Klinischen Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und Intensivmedizin der Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin der Medizinischen Universität Graz, die an der theoretischen Weiterbildung und dem simulationsbasierenden Anwendungstraining teilnahmen. Außerdem musste der wissenschaftlichen Verwertung der freiwillig und anonym erhobenen Daten schriftlich zugestimmt werden (Informed Consent).

### **2.4.2 Ausschlusskriterien**

Von der Untersuchung nicht erfasst wurden Anästhesistinnen und Anästhesisten, welche die Einschlusskriterien nicht erfüllten. Darüber hinaus wurden Datensätze, die mittels Fragebogen erhoben wurden und bei denen die entsprechende Zustimmung zur wissenschaftlichen Bearbeitung nicht gegeben war, in Unabhängigkeit eines vorliegenden Informed Consent durch den Prüfer gelöscht.

## **2.5 Arbeitsumgebung**

Die theoretische Einführung und das praktische simulationsbasierte Training fanden in den Räumlichkeiten des Clinical Skills Center (CSC) der Medizinischen Universität Graz statt.

Für die theoretische Einführung war nur ein Bildschirm zur Präsentation notwendig. Sie konnte im Part-Task-Trainingsraum der Einrichtung stattfinden.

Die praktische Durchführung des Koniotomietrainings wurde in einem der Schockräume des CSC trainiert. Diese Räume bieten die Ausrüstung eines kompletten klinischen Schockraums, inklusive Medizintechnik und medizinischer Gase.

Zur Ausstattung zählten unter anderem:

- Oro- und nasopharyngeale Atemwegshilfen
- Laryxtubus<sup>TM</sup> und Larynxmaske in verschiedenen Größen
- Laryngoskop inklusive Zubehör, Endotrachealtuben
- Chirurgisches Standardset und Quicktrach<sup>TM</sup> 1 und 2
- Beatmungsbeutel und Beatmungsmasken

Um die Fallbeispiele möglichst realitätsnah zu simulieren, waren auch Monitoring, Medikamente, Spritzenpumpen sowie ein mobiles Beatmungsgerät erforderlich.

Als Patientensimulator wurde ein SimMan ALS<sup>TM</sup> der Firma Laerdal verwendet, der auf dem Patientenbett im Schockraum positioniert war. Dem Übungsszenario entsprechend war der Patientensimulator an einem Pulsoxymeter angeschlossen und hatte eine Blutdruckmanschette am linken Arm angelegt. Ein Elektrokardiogramm (EKG) mit 4 Elektroden der Extremitätenableitung war am Patienten angebracht. Am rechten Arm war ein peripher venöser Zugang etabliert, an dem mit zwei Dreiwege-Ventilen eine Infusion mit 500ml NaCl, eine Remifentanil- und eine Propofol-Infusion angeschlossen waren.

Der SimMan ALS<sup>TM</sup> erlaubte es unter anderem, die Zunge als Zeichen eines Ödems anschwellen zu lassen, was die Intubation deutlich erschwerte. Zusätzlich bot dieses Modell für den Instruktor die Möglichkeit, die Beatmbarkeit des Patienten zu regulieren. So konnte gesteuert werden, ob es möglich ist, den Patientensimulator zu ventilieren oder nicht.

## **2.6 Analyisierte Parameter**

Die Fragen im ausgehändigten Fragebogen lassen sich in zwei Kategorien aufteilen. In der Ersten gaben die Anästhesistinnen und Anästhesisten demografische Daten zu ihrer Person, ihrem derzeitigen Ausbildungsstand sowie Informationen über ihre bisherigen Weiterbildungen im chirurgischen Atemwegsmanagement an. In diesem Teil wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auch gefragt, welches Verfahren der Koniotomie sie präferieren. Die zweite Kategorie der Fragen betraf die Selbsteinschätzung von Kenntnissen im Bereich des chirurgischen Atemwegsmanagement. Dabei wurden die Antworten

anhand einer Likert-Skala mit den Optionen „trifft zu“, „trifft eher zu“, „trifft eher nicht zu“ und „trifft nicht zu“ gegeben. Die Fragebögen sind im Anhang dieser Arbeit zu finden.

Die Dokumentation des praktischen Teiles der Weiterbildung erfolgte mittels eines standardisierten Protokolls, welches alle durchzuführenden Punkte in der Anlage eines chirurgischen Atemwegs enthielt. Wurde ein Schritt erfüllt, erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen Punkt. Die benötigte Zeit zur Durchführung wurde ebenfalls erfasst.

## **2.7 Datenauswertung**

Die Verarbeitung der im simulationsbasierten Training erhobenen Daten erfolgte mittels einer deskriptiven Analyse sowie durch Vergleiche mittels t-Test für verbundene Stichproben unter Zuhilfenahme des Statistikprogrammes IBM SPSS™ Statistics 23. Die Diagramme wurden mittels Microsoft Excel™ erstellt.

### **3 Ergebnisse**

Es wurden 10 simulationsbasierte Weiterbildungsveranstaltungen durchgeführt. Insgesamt nahmen 33 Anästhesistinnen und Anästhesisten an der Weiterbildung teil (durchschnittlich 3,3 Teilnehmer pro Termin), wobei jede an der Weiterbildung teilnehmende Person auch der Auswertung des Fragebogens mittels Informed Consent zustimmte. Insgesamt wurden 66 Fragebögen ausgewertet.

#### **3.1 Demografische Daten**

Das Studienkollektiv bestand aus 20 (60,6%) Ärztinnen und 13 (39,4%) Ärzten, wobei sich die weibliche Teilnehmerinnengruppe aus 14 (42,4%) Fachärztinnen und 6 Assistenzärztinnen (18,2%) zusammensetzte. Im Vergleich dazu befanden sich unter den Ärzten 8 (24,2%) Fachärzte und 5 (15,2%) Assistenzärzte.

Von den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten waren 9 (27,3%) weniger als 5 Jahre in der Anästhesiologie und Intensivmedizin tätig, 2 (6,1%) zwischen 5 und 10 Jahren. Keine Fachärztin oder Facharzt praktizierte weniger als 5 Jahre in diesem Fachgebiet und 3 (9,1%) gaben eine Dauer ihrer Tätigkeit zwischen 5 und 10 Jahren an. Der überwiegende Teil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer war erfahrener. 8 (24,2%) Fachärztinnen und Fachärzte waren bis zum Zeitpunkt der Studie zwischen 10 und 20 Jahre und 11 (33,3%) Anästhesistinnen und Anästhesisten sogar über 20 Jahre in dieser Disziplin tätig.

### Demografische Daten

				Geschlecht	
				Weiblich	Männlich
				Anzahl	Anzahl
Ausbildungsstand	Fachärztin/Facharzt	Jahre Erfahrung	unter 5 Jahre	0	0
			5-10 Jahre	3	0
			10-20 Jahre	4	4
			über 20 Jahre	7	4
	Assistenzärztin/ Assistenzarzt	Jahre Erfahrung	unter 5 Jahre	5	4
			5-10 Jahre	1	1
			10-20 Jahre	0	0
			über 20 Jahre	0	0

**Tabelle 1: Demografische Daten**

### **3.2 Persönliche Erfahrungen**

30 (90,9%) der Anästhesistinnen und Anästhesisten gaben an, dass dieser Thematik zu wenig Beachtung in der Ausbildung zur Fachärztin beziehungsweise zum Facharzt für Anästhesiologie und Intensivmedizin geschenkt wird. 3 (9,1%) Teilnehmende waren der Meinung, dass der chirurgische Atemweg in der Ausbildung ausreichend behandelt wird.

14 (42,4%) Ärztinnen und Ärzte bestätigten, bereits eine theoretische und praktische Weiterbildung absolviert zu haben. Ebenso viele nahmen an einer rein theoretischen Weiterbildung teil. Niemand absolvierte eine rein praktische Weiterbildung. 5 (15,2%) Anästhesistinnen und Anästhesisten nahmen weder an einer theoretischen, noch an einer praktischen Weiterbildung teil. Der Besuch von Weiterbildungen war unabhängig vom Ausbildungsstand der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

5 (15,2%) der Ärztinnen und Ärzte mussten eine „CICO-Situation“ bereits in der Realität bewältigen. Im Vergleich dazu waren 28 (84,8%) Anästhesistinnen und Anästhesisten im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit noch nie mit diesem Szenario konfrontiert gewesen.

Die erste Evaluation des bevorzugten Verfahrens ergab, dass 14 (42,4%) Anästhesistinnen und Anästhesisten die chirurgische Vorgehensweise bevorzugten. Die Punktionskoniotomie als bevorzugte Variante wurde in 10 (30,3%) Fällen genannt. 5 (15,2%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben an, dass die Seldinger-Technik ihre präferierte Methode sei. Die Auswahlmöglichkeit für eine andere, nicht angegebene Methode wurde einmal (3%) gewählt und 3 (9,1%) Ärztinnen und Ärzte gaben keine bevorzugte Methode an.

Bevorzugte Technik vor Training	Anzahl	Anteil
chirurgische Koniotomie	14	42,4%
Punktionskoniotomie	10	30,3%
Seldinger-Technik	5	15,2%
andere	1	3,0%
keine Angabe	3	9,1%

**Tabelle 2: Bevorzugte Technik zur Anlage eines chirurgischen Atemweges vor dem Training**

Nach dem simulationsbasierten Training bestätigten 26 (78,8%) Anästhesistinnen und Anästhesisten, die chirurgische Varianten zu bevorzugen. Die Punktionskoniotomie wurde 6 (18,2%) mal gewählt und die Seldinger-Technik einmal (3%).

Bevorzugtes Verfahren nach Training	Anzahl	Anteil
chirurgische Koniotomie	26	78,8%
Punktionskoniotomie	6	18,2%
Seldinger-Technik	1	3,0%
andere	0	0,0%
keine Angabe	0	0,0%

**Tabelle 3: Bevorzugtes Verfahren nach dem Training**

Der Unterschied beim bevorzugten Verfahren der teilnehmenden Anästhesistinnen und Anästhesisten vor und nach dem Training ist hoch signifikant bei einem p-Wert von 0,001 und einem Konfidenzintervall von 99%.

29 (87,9%) befragte Anästhesistinnen und Anästhesisten antworteten auf die Fragestellung, ob das angebotene simulationsbasierte Training eine gute Möglichkeit sei, um die Kenntnisse der Koniotomie aufzufrischen und zu vertiefen mit „trifft zu“. 3 (9,1%) Fragebögen enthielten die Antwort „trifft eher zu“ und einmal (3,0%) wurde die Frage nicht beantwortet.

### 3.3 Selbsteinschätzung bezüglich der Koniotomie-Kenntnisse

Beim Pre-Test wurde die Frage, ob das leitlinienkonforme Vorgehen bezüglich des chirurgischen Atemwegs ohne Problem durchgeführt werden könne mit der Option „trifft zu“ 4 (12,1%) mal, „trifft eher zu“ 16 (48,5%) mal, „trifft eher nicht zu“ 9 (27,3%) und „trifft nicht zu“ 3 (9,1%) mal beantwortet. Ein Fragebogen (3,0%) wurde ohne Beantwortung dieser Frage retourniert. Nach der simulationsbasierten Weiterbildung wurde auf dieselbe Frage im Post-Test 23 (69,7%) mal mit „trifft zu“, 9 (27,3%) mal mit „trifft eher zu“, 1 (3,0%) mal mit „trifft eher nicht zu“ und nie mit „trifft nicht zu“ geantwortet. Alle Fragebogen enthielten eine gültige Antwort.

Leitlinienkonformes Vorgehen	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	4	12,1%	23	69,7%
trifft eher zu	16	48,5%	9	27,3%
trifft eher nicht zu	9	27,3%	1	3,0%
trifft nicht zu	3	9,1%	0	0,0%
fehlend	1	3,0%	0	0,0%

**Tabelle 4: Leitlinienkonformes Vorgehen**

Die statistische Analyse mittels t-Test lässt die Nullhypothese mit einer hohen Signifikanz bei einem p-Wert von 0,000 und einem Konfidenzintervall von 99% verwerfen.

Bei Frage 2, die sich mit dem Anatomiewissen befasst sowie damit ob eine erfolgreiche Identifikation der anatomischen Strukturen gelingen würde, wurde 13 (39,4%) mal vor dem Training „trifft zu“ als Antwort gewählt. Die Möglichkeiten „trifft eher zu“ wurde 17 (51,5%) mal und „trifft eher nicht zu“ 3 (9,1%) mal angegeben. Nach der simulationsbasierten Weiterbildung gaben 26 (78,8%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer „trifft zu“ und 7 (21,2%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer „trifft eher zu“ an. Der Vorher-Nachher-Vergleich liefert hier ein hoch signifikantes Ergebnis mit einem p-Wert von 0,002 bei einem Konfidenzintervall von 99%.

Kenntnisse Anatomie	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	13	39,4%	26	78,8%
trifft eher zu	17	51,5%	7	21,2%
trifft eher nicht zu	3	9,1%	0	0,0%
trifft nicht zu	0	0,0%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 5: Anatomische Landmarken**

Vor dem theoretischen Teil beantworteten 9 (27,3%) Anästhesistinnen und Anästhesisten die Fragestellung über alternative Hilfsmittel bei misslungener Identifikation der anatomischen Strukturen mit „trifft zu“, 14 (42,4%) gaben „trifft eher zu“ an und 10 (30,3%) wählten „trifft eher nicht zu“. Nach dem simulationsbasierten Training wählten 22 (66,7%) Anästhesistinnen und Anästhesisten als Antwort „trifft zu“, 10 (30,3%) antworteten mit „trifft eher zu“ und einmal (3,0%) wurde mit „trifft eher nicht zu“ geantwortet. Die Nullhypothese wurde im t-Test abgelehnt. Die Weiterbildung führte einen hoch signifikanten Unterschied herbei, bei einem p-Wert von 0,000 und einem Konfidenzintervall von 99%.

Technische Hilfsmittel	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	9	27,3%	22	66,7%
trifft eher zu	14	42,4%	10	30,3%
trifft eher nicht zu	10	30,3%	1	3,0%
trifft nicht zu	0	0,0%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 6: Hilfsmittel Anatomie**

Auf die Fragestellung ob das theoretische Wissen zur Anlage eines chirurgischen Atemweges ausreicht, antworteten vor der Weiterbildung 5 (15,2%) Ärztinnen und Ärzte mit „trifft zu“. Die Möglichkeit „trifft eher zu“ wurde 24 (72,7%) mal und „trifft eher nicht zu“ 4 (12,1%) mal im Eingangsfragebogen gewählt. Nach dem simulationsbasierten Training gaben 20 (60,6%) Anästhesistinnen und Anästhesisten auf diese Frage „trifft zu“ an und 13 (39,4%) Ärztinnen und Ärzten antworteten mit „trifft eher zu“. Laut statistischer Auswertung besteht ein Unterschied mit hoher Signifikanz. Der p-Wert des t-Tests beträgt 0,000 bei einem Konfidenzintervall von 99%.

Theoretisches Wissen	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	5	15,2%	20	60,6%
trifft eher zu	24	72,7%	13	39,4%
trifft eher nicht zu	4	12,1%	0	0,0%
trifft nicht zu	0	0,0%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 7: Theoretisches Wissen**

3 (9,1%) mal wurde vor der Weiterbildung auf die Fragestellung „Ich verfüge über ausreichend praktische Fertigkeiten um einen chirurgischen Atemweg anzulegen“ mit „trifft zu“ geantwortet. 9 (27,3%) Ärztinnen und Ärzte wählten trifft eher zu, 19 (57,6%) mal wurde „trifft eher nicht zu“ angekreuzt und zwei (6,1%) mal wählten die Anästhesistinnen und Anästhesisten „trifft nicht zu“.

Im „Post-Test“ Fragebogen erhöhte sich die Anzahl der Antwort „trifft zu“ auf 8 (24,2%), 21 (63,3%) mal wurde „trifft eher zu“ gewählt, 4 (12,1%) Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer entschieden sich für „trifft eher nicht zu“ und niemand wählte nach dem Training „trifft nicht zu“. Die Nullhypothese wird mit hoher Signifikanz bei einem p-Wert von 0,000 und einem Konfidenzintervall von 99%, abgelehnt.

Praktisches Wissen	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	3	9,1%	8	24,2%
trifft eher zu	9	27,3%	21	63,6%
trifft eher nicht zu	19	57,6%	4	12,1%
trifft nicht zu	2	6,1%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 8: Praktischen Kenntnisse**

Mit „trifft zu“ bestätigten 10 (30,3%) Ärztinnen und Ärzte den materiellen Bedarf für dieses Prozedere zu kennen. 19 (57,6%) der Anästhesistinnen und Anästhesisten wählten „trifft eher zu“, 3 (9,1%) „trifft eher zu“ und eine (3,0%) Studienteilnehmerin oder ein Studienteilnehmer wählte „trifft nicht zu“. Nach dem simulationsbasierten Training veränderten sich die Angaben. 28 (84,8%) Personen entschieden sich für „trifft zu“ und 5 (15,2%) Personen für „trifft eher zu“. Der Unterschied zwischen den beiden Befragungen ist mit einem p-Wert von 0,000 beim gewählten Konfidenzintervall von 99% hoch signifikant.

Kenntnis Materialien	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	10	30,3%	28	84,8%
trifft eher zu	19	57,6%	5	15,2%
trifft eher nicht zu	3	9,1%	0	0,0%
trifft nicht zu	1	3,0%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 9: Kenntnisse Materialien**

Vor der simulationsbasierten Weiterbildung gab eine Teilnehmerin oder ein Teilnehmer (3,0%) auf die Frage, ob eine „CICO-Situation“ im Ernstfall bewältigt werden könne, „trifft zu“ an. 8 (24,2%) mal wurde mit „trifft eher zu“ und 19 (57,6%) Mal mit „trifft eher nicht zu“ geantwortet. 5 (15,2%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben „trifft nicht zu“ an. Nach der Weiterbildungsveranstaltung kreuzten 5 (15,2%) Ärztinnen und Ärzte „trifft zu“ an. 22 (66,7%) mal wurde „trifft eher zu“ gewählt und 6 (18,2%) mal „trifft eher nicht zu“. Der t-Test für verbundene Stichproben lehnt die Nullhypothese mit hoher Signifikanz bei einem p-Wert von 0,000 und einem Konfidenzintervall von 99% ab.

Ernstfall "CICO"	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	1	3,0%	5	15,2%
trifft eher zu	8	24,2%	22	66,7%
trifft eher nicht zu	19	57,6%	6	18,2%
trifft nicht zu	5	15,2%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 10: Koniotomie im Ernstfall**

Auf die Frage ob mehr als ein Verfahren für den chirurgischen Atemweg bekannt ist, wurde „trifft zu“ von 12 (36,4%) und „trifft eher zu“ von 13 (39,4%) Ärztinnen und Ärzten gewählt. 6 (18,2%) Personen entschieden sich für „trifft eher zu“ und 2 (6, %) wählten „trifft nicht zu“. Nach der Weiterbildung stieg die Anzahl der Antwort „trifft zu“ auf 25 (75,8 %). 7 (21,2%) Anästhesistinnen und Anästhesisten gaben „trifft eher zu“ an und einmal (3,0%) wurde „trifft eher nicht zu“ gewählt. Die statistische Analyse mittels t-Test ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Befragung. Der p-Wert dieser Analyse beträgt 0,005 bei einem Konfidenzintervall von 99%.

Mehr als ein Verfahren zur Koniotomie	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	12	36,4%	25	75,8%
trifft eher zu	13	39,4%	7	21,2%
trifft eher nicht zu	6	18,2%	1	3,0%
trifft nicht zu	2	6,1%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 11: Ich kenne mehr als ein Verfahren**

Auf die Frage ob mehr als ein Verfahren beherrscht wird, gaben 2 (6,1%) Personen „trifft zu“, 3 (9,1%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer „trifft eher zu“, 15 (45,5%) Anästhesistinnen und Anästhesisten „trifft eher nicht zu“ und 13 (39,4%) mal „trifft nicht zu“ an. Im „Post-Test“ gaben 11 (33,3%) Ärztinnen und Ärzte auf die Frage des praktischen Beherrschens mehrerer Verfahren „trifft zu“ an. Die Antwort „trifft eher zu“ wurde 14 (42,4%) mal gewählt und „trifft eher zu“ 8 (24,2%) mal. Die statistische Analyse ergibt einen Unterschied mit hoher Signifikanz bei einem p-Wert von 0,000 und einem Konfidenzintervall von 99%.

Beherrschte Verfahren	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	2	6,1%	11	33,3%
trifft eher zu	3	9,1%	14	42,4%
trifft eher nicht zu	15	45,5%	8	24,2%
trifft nicht zu	13	39,4%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 12: Ich beherrsche mehr als ein Verfahren zur Anlage**

Bei der Fragestellung nach potentiellen Schwierigkeiten im Zuge der Anlage eines chirurgischen Atemwegs, wurde 16 (48,5%) mal mit „trifft zu“ geantwortet. 14 (42,4%) Ärztinnen und Ärzte wählten „trifft eher zu“ und 2 (6,1%) „trifft eher nicht zu“. Eine Teilnehmerin oder ein Teilnehmer (3,0%) entschied sich für die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“.

Im „Post-Test“ wurde „trifft zu“ 29 (87,9%) mal angekreuzt und „trifft eher zu“ 4 (12,1 %) mal. Im Vergleich zeigt sich ein Unterschied mit hoher Signifikanz bei einem p-Wert von 0,001 und einem Konfidenzintervall von 99%.

Komplikationen	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	16	48,5%	29	87,9%
trifft eher zu	14	42,4%	4	12,1%
trifft eher nicht zu	2	6,1%	0	0,0%
trifft nicht zu	1	3,0%	0	0,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 13: Kenntnisse der Komplikationen**

Auf die Frage nach der Methodik der Weiterbildung und ob sie sich eignen würde um seltene Situationen zu trainieren antworteten 23 (69,7%) mit „trifft zu“. 7 (21,2%) Ärztinnen und Ärzte urteilten mit „trifft eher zu“ und 2 (6,1%) wählten „trifft eher nicht zu“. Einmal (3,0%) wurde die Option „trifft eher nicht zu“ angekreuzt. Im Vergleich dazu antworteten nach der Lehrveranstaltung 25 (75,8%) mit „trifft zu“, 6 (18,2%) mit „trifft eher zu“ und jeweils eine Person (3,0%) mit „trifft eher nicht zu“ beziehungsweise „trifft nicht zu“. Die statistische Analyse mittels t-Test ergab eine p-Wert von 0,394.

Einschätzung Simulation	Pre-Test		Post-Test	
	n	Anteil	n	Anteil
trifft zu	23	69,7%	25	75,8%
trifft eher zu	7	21,2%	6	18,2%
trifft eher nicht zu	2	6,1%	1	3,0%
trifft nicht zu	1	3,0%	1	3,0%
fehlend	0	0,0%	0	0,0%

**Tabelle 14: Einschätzung simulationsbasiertes Training**

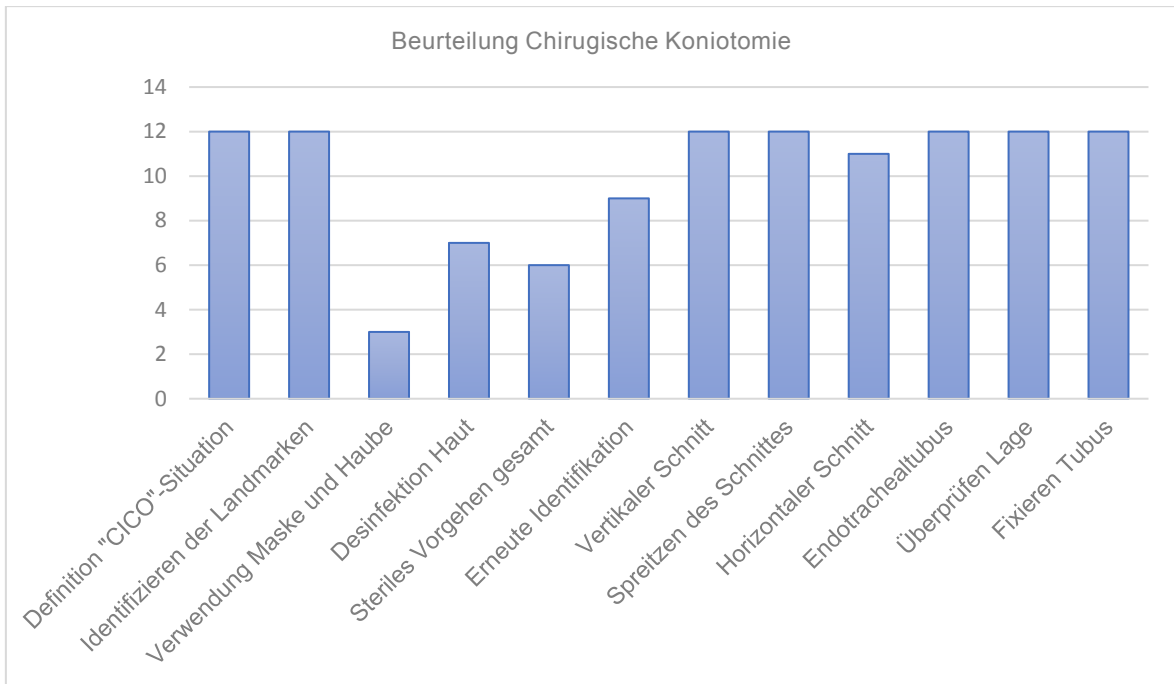
### **3.4 Analyse des praktischen Vorgehens im simulierten Szenario**

Insgesamt wurden 14 Beurteilungsbögen der definierten Szenarios für die statistische Analyse miteinbezogen. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten sind die standardisierten Beurteilungen nur bei Behandlungsteams ab einer Größe von 3 Personen in die Auswertung miteinbezogen worden. 12 mal wählten die Teams die chirurgische Vorgehensweise und 2 mal den Zugangsweg mittels Quicktrach™.

In allen 12 Durchgängen mit chirurgischem Vorgehen wurde die „CICO“-Situation richtig erkannt und im Team kommuniziert. Ebenso starteten alle Ärztinnen und Ärzte mit der Identifikation der anatomischen Landmarken. In 3 (25%) Durchgängen wurden Mundschutz und OP-Haube verwendet um möglichst hygienisch vorzugehen. 7 mal (58%) wurde die Eingriffsstelle am Patienten vor dem invasiven Zugang desinfiziert, wobei 6 (50%) mal die Stelle im Zuge der Anlage des chirurgischen Atemweges fehlerfrei steril gehandhabt wurde. 9 (75%) Anästhesistinnen und Anästhesisten identifizierten die Anatomie des Patientenhalses vor dem Schnitt. Bei allen 12 (100%) chirurgischen Koniotomien wurde zuerst ein vertikaler Schnitt gesetzt um die Haut am Hals zu eröffnen und anschließend ein Spekulum eingeführt. 11 (92%) Behandlungsteams setzten eine zweite, horizontale Stichinzision um die Membrana cricothyroidea zu durchtrennen. Bei einem Szenario (8%) fand eine Eröffnung der Membran beim ersten Schnitt statt. Bei allen 12 (100%) simulierten Szenarios wurde ein Endotrachealtubus eingeführt, dessen Lage überprüft und bei korrekter Platzierung fixiert.

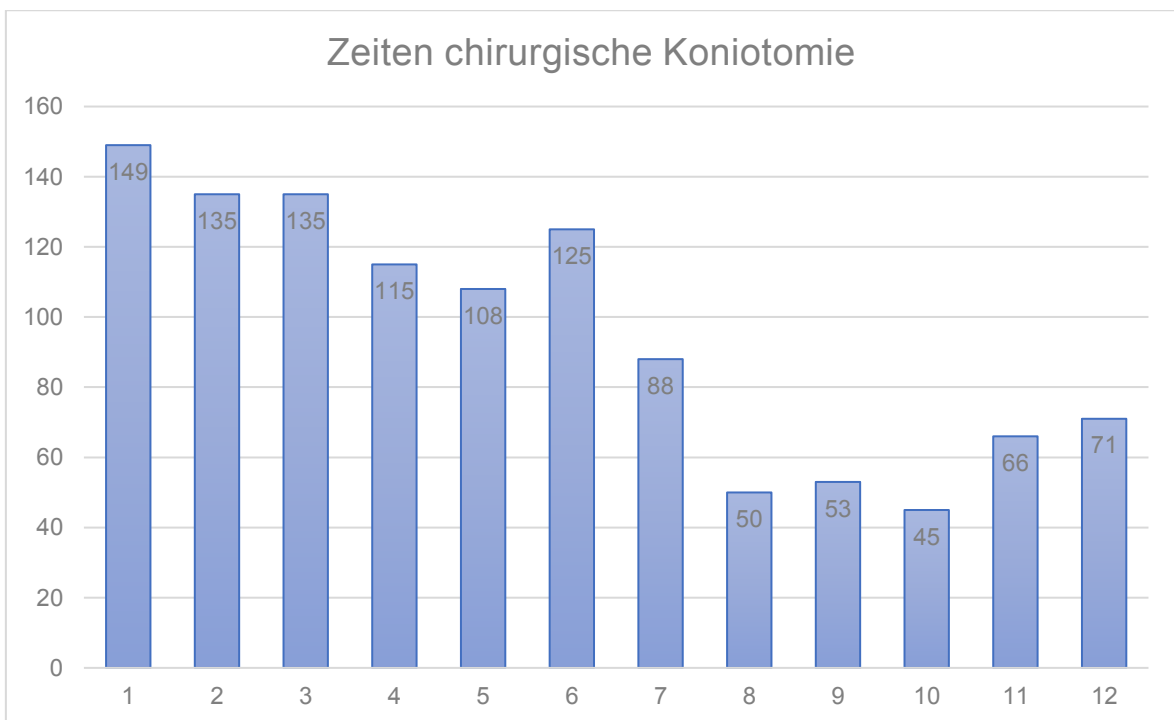
Die durchschnittliche Dauer vom Ausruf der „can't intubate, can't oxygenate“-Situation bis zur ersten erfolgreichen Ventilation des Patienten betrug 95 Sekunden. Die schnellste Anlage benötigte 45 Sekunden, die langsamste 149 Sekunden.

Das Diagramm zeigt die einzelnen standardisierten Schritte der chirurgischen Koniotomie und wie oft die einzelnen Teilschritte von den teilnehmenden Anästhesistinnen und Anästhesisten in den 12 simulierten Szenarios durchgeführt wurden.



**Abbildung 7: Beurteilung chirurgische Koniotomie**

Auf dem folgenden Diagramm sind die Zeiten ersichtlich welche benötigt wurden um einen chirurgischen Atemwegszugang anzulegen und die Patientin oder den Patienten erfolgreich zu ventilieren.



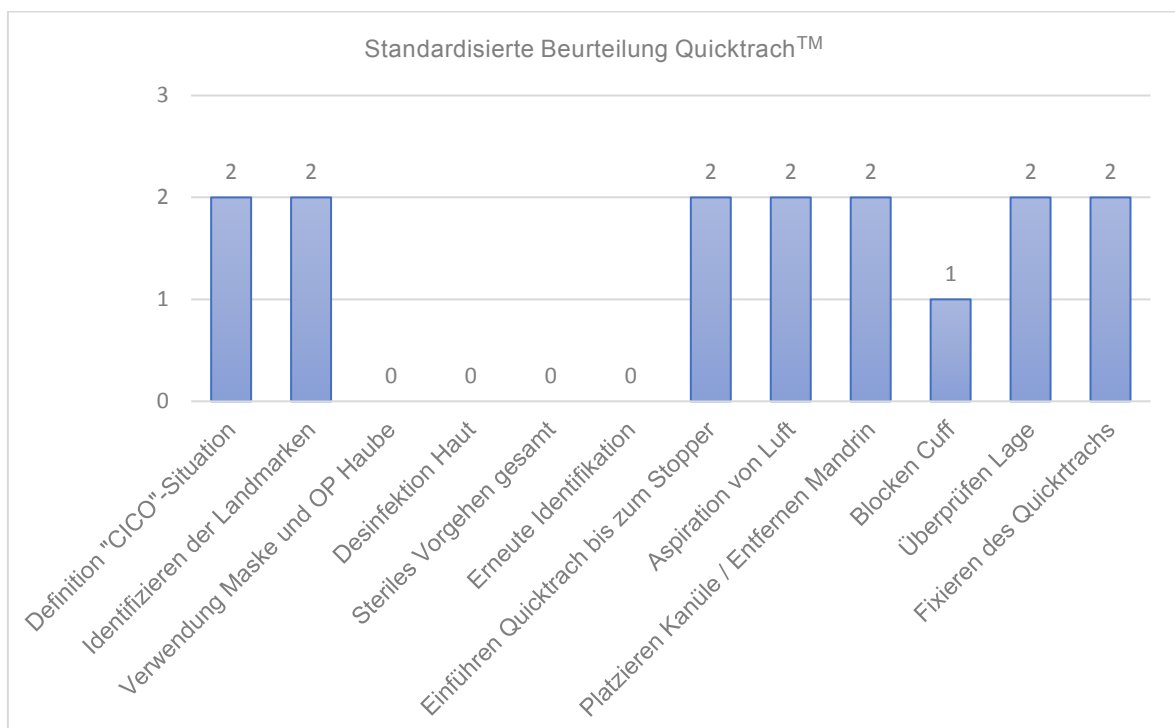
**Abbildung 8: Zeiten chirurgische Koniotomie**

Zwei Teams wählten die Punktionskoniotomie als bevorzugte Methode. Bei beiden Szenarios wurde die Situation richtig erkannt und im Team kommuniziert. Die anatomischen Landmarken wurden erfolgreich identifiziert. Beide Teams, verzichteten auf OP-Haube, Mundschutz, die Desinfektion, steriles Vorgehen im Allgemeinen und folglich auf eine erneute Identifikation des Ligamentum cricothyroideum. Beide Behandlungsteams führten ihren Quicktrach™ bis zum Stopper korrekt ein, aspirierten erfolgreich Luft und platzierten anschließend die Kanüle. Einmal wurde der Cuff geblockt, da ein Team das Quicktrach™ 1 Modell wählte und das andere Team das Model Quicktrach™ 2. Die Lage des chirurgischen Atemweges wurde am Simulationsobjekt überprüft und anschließend der Quicktrach™ fixiert.

Die Zeitspanne vom Ausrufen der „CICO“-Situation betrug einmal 20 Sekunden und beim zweiten Mal 42 Sekunden. Das ergibt einen Schnitt von 31 Sekunden.

Im Zuge der Anlage eines chirurgischen Atemweges mit Quicktrach™ kam es zur Perforation der Tracheahinterwand des Patientensimulators, eine häufige Komplikation auch beim realen Patienten.

Das folgende Diagramm zeigt welche Einzelschritte bei den Szenarios im Detail durchgeführt wurden.



**Abbildung 9: Standardisierte Beurteilung Quicktrach™**

## 4 Diskussion

Die entstandenen Ergebnisse zeigen in Vergleich mit der Studie von Heymans et al. ähnliche Resultate (34).

### 4.1 Beurteilung der demografischen Daten

Da doppelt so viele Fachärztinnen und Fachärzte wie Assistenzärztinnen und Assistenzärzte an der Untersuchung teilnahmen, kann von einer verhältnismäßig routinierten Studienpopulation ausgegangen werden. Ein Drittel aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatte über 20 Jahre Erfahrung in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. Diese Tatsache unterscheidet sich von den Untersuchungen von Heymans et al., da dessen Studienpopulation aus Medizinstudentinnen und Medizinstudenten bestand (34). Aufgrund des Ausbildungsunterschieds zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der beiden Studien wird erwartet, dass Anästhesistinnen und Anästhesisten erfahrener im Umgang mit dem chirurgischen Atemwegsmanagement sind und das Szenario schneller und erfolgreicher bewältigen. Die Erhebung der tatsächlich erlebten „CICO“-Situationen zeigt, dass 5 Ärztinnen und Ärzten in der Realität mit diesem Szenario konfrontiert waren. Aufgrund der geringen Häufigkeit im Berufsalltag von Anästhesistinnen und Anästhesisten wird davon ausgegangen, dass es beinahe unmöglich ist Routine in der Anlage eines chirurgischen Atemwegs zu erlangen. Geographische Unterschiede existieren nicht. Langvad et al. beschreiben in ihrem Review eine vergleichbare Inzidenz von „can't intubate, can't oxygenate“-Szenarios für den europäischen und amerikanischen Raum (1).

Fast alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der simulationsbasierten Weiterbildung waren der Meinung, dass der Anlage eines invasiven Atemweges in der Facharzt Ausbildung zu wenig Bedeutung beigemessen wird. Die erhobenen, relativ geringen Grundkenntnisse und die daraus resultierende mangelnde Übung im Umgang mit dieser lebensrettenden Maßnahme unterstreicht die Bedeutung der Empfehlung der Difficult Airway Society, durch vermehrtes Training Routine zu schaffen (10). Flin et al. kommen in einer Studie, die sich mit den menschlichen Einflussfaktoren im Rahmen eines schwierigen Atemwegsszenarios beschäftigt zu dem Schluss, dass die Angst vor der Prozedur oder dem Scheitern die

Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Bewältigung der Situation reduziert (42). Es ist beschrieben, dass es im Falle einer „CICO-Situation“ umso länger dauert bis die Entscheidung zur chirurgischen Atemwegsanlage getroffen wird, je weniger Erfahrung die Ärztin oder der Arzt in dieser Situation aufweist (42). Regelmäßiges Training sorgt daher für eine schnellere Anlage. Dies kann helfen hypoxischen Schäden bei der Patientin oder dem Patienten vorzubeugen. Zusätzlich wird das Stresslevel der Ärztin oder des Arztes deutlich gesenkt.

Den Angaben der Ärztinnen und Ärzte zufolge, nahm zumindest die Hälfte einmal an einer theoretischen und praktischen Weiterbildung zur Thematik des chirurgischen Atemweges teil. Beinahe die gesamte zweite Hälfte absolvierte eine Weiterbildung in der das Themengebiet zumindest theoretische behandelt wurde. Bereits Frengley et al. haben gezeigt, dass eine Weiterbildung die aus theoretischen und praktischen Inhalten besteht einen höheren Lernerfolg erzielt (43). Als weiterer Pluspunkt wird dem simulationsunterstützten Training eine höhere Nachhaltigkeit attestiert. Hubert et al. beschreiben in ihren Untersuchungen, dass nach einer praktischen Weiterbildung mit simulierten Szenarios die Teilnehmer auch Monate nachher die erlernten Skills noch beherrschen (39). Eine Studie von Boet et al. geht sogar davon aus, dass die erlernten Fähigkeiten nach einem einzelnen simulationsbasierten Training mindestens ein Jahr danach noch erfolgreich durchgeführt werden können (40). Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass entweder ein zu geringes Angebot an praktischen Weiterbildungsmöglichkeiten besteht oder dieses wenig genutzt wird, da die Hälfte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer noch keine praktische Koniotomie-Weiterbildung absolviert haben. Vermehrtes praktisches Training, das in regelmäßigen Abständen zum Beispiel durch die eigene Abteilung organisiert ist, würde diesen Prozentsatz der Untrainierten effektiv senken und die Qualität im Falle maßgeblich verbessern.

Vor der Weiterbildung bevorzugten bereits die Hälfte der Anästhesistinnen und Anästhesisten die chirurgische Koniotomie gegenüber den anderen Methoden. Im Gegensatz dazu berichten Frerk et al. in den Diffcult Airway Society Guidelines 2015, dass Anästhesistinnen und Anästhesisten im Umgang mit einer Nadel

geübter wären als mit einem Skalpell und folglich Punktionstechniken bevorzugen würden (10).

Beinahe ein Drittel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer favorisierte die Methode mittels Punktion zu Beginn der Weiterbildung. Für die Punktionskoniotomie mit Quicktrach™ spricht die einfache Handhabbarkeit und der geringe Materialaufwand. Auch Anwenderinnen und Anwender die mit der Thematik des chirurgischen Atemweges kaum in Berührung gekommen sind, wissen wo die Kanüle zu platzieren ist und können sich aufgrund der Übung im Anlegen eines Venenzuganges vorstellen wie die Technik funktioniert. Für die Reduktion der Anzahl an Ärztinnen und Ärzten die die Punktionskoniotomie am Ende der Veranstaltung bevorzugen spricht vor allem, dass viele die hohe Komplikationsrate unterschätzt haben. Verletzungen die im Zuge des Trainings am Simulator entstanden sind, sind mitverantwortlich für die vergleichbaren Ergebnisse wie sie auch Heymans et al. in ihren Untersuchungen zeigen (34).

Um die Qualität und Zufriedenheit mit dieser im Rahmen einer Diplomarbeit erstellten Weiterbildungsveranstaltung zu untersuchen, wurden die teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte gebeten, diese zu bewerten. Fast alle beantworteten Fragebögen enthielten die Antwort „trifft zu“. Bei diesem positiven Feedback zur angebotenen Lehrveranstaltung kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer simulationsbasiertes Training für effektiv halten. Studien von Boet et al. und Vincent et al. beschreiben die großen Vorteile von simulationsbasiertem Training und sind mit der Meinung der teilnehmenden Anästhesistinnen und Anästhesisten konform (39,40). Hinzu kommt, dass der gesamte Ablauf im Team trainiert wird und dadurch die Ärztinnen und Ärzte einen Überblick über die einzelnen Teilaufgaben erhalten. Um die Effizienz dieses Trainings zu steigern wäre eine gemeinsame Weiterbildung für Ärztinnen und Ärzte und dem anästhesiologischen Pflegepersonal wünschenswert. Simulationsbasierte Trainings berufsgruppenübergreifend sind effektiver, dies zeigen auch Weller et. al in ihren Untersuchungen (3). Sie beschreiben eine deutliche Verringerung der aufgetretenen Komplikationen beim Training des gesamten Teams im Vergleich zur Anlage mit untrainierter anästhesiologischer Assistenz.

## **4.2 Beurteilung der Selbsteinschätzung im Fragebogen**

Die direkten Auswirkungen der simulationsbasierten Weiterbildung spiegeln sich in der Beantwortung dieses Testteils wieder. Bei nahezu allen Fragen ergibt sich statistisch gesehen eine signifikante Verbesserung der Fertigkeiten. Das scheint auf zwei Hauptfaktoren zurückzuführen zu sein. Ein Punkt ist, dass die Anästhesistinnen und Anästhesisten zu Anfang begrenzte theoretische und praktische Kenntnisse bezüglich der Anlage eines chirurgischen Atemweges angaben. Diese Voraussetzung resultiert aus der niedrigen Inzidenz dieser potentiell lebensbedrohlichen Situation sowie der geringen Gewichtung im Rahmen der anästhesiologischen Facharztausbildung. Helmstaedter et al. bestätigten in ihren Untersuchungen ebenfalls, dass selbst Anästhesistinnen und Anästhesisten zu wenig im Umgang mit dem chirurgischen Atemweg ausgebildet werden und aufgrund der geringen Inzidenz keine Routine entstehen kann (44). Zusätzlich hat der Zeitpunkt der Fragebogenuntersuchung großen Einfluss auf das beschriebene Ergebnis, da unmittelbar nach der Lehrveranstaltung noch viele vermittelte Inhalte abrufbar sind. Fraglich ist ob eine Langzeituntersuchung nach einem längeren Zeitraum zu ähnlichen Ergebnissen führen würde wie sie auch Vincent et al. beschreiben. In deren Studie zeigt sich nach 3 Monaten noch ein deutlicher positiver Effekt auf die trainierten Fertigkeiten im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Weiterbildung (39).

Auffällig ist vor allem die Veränderung des Antwortverhaltens bei der Frage ob die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wissen welche Hilfsmittel existieren um die benötigten Strukturen bei schwieriger Identifikation aufzufinden. Den Anästhesistinnen und Anästhesisten wurde präsentiert, wie hoch die Fehlerquote im Rahmen der Identifikation sein kann. Unter anderem geschah dies mit den Untersuchungen von Lamb et al. (27). So ist es gelungen, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer für diese Problematik zu sensibilisieren. Um mit entstehenden Problemen beim Auffinden der benötigten anatomischen Strukturen richtig umzugehen wurden Hilfsmittel präsentiert. Die Verbesserung in der Einschätzung zu dieser Fragestellung spricht dafür, dass die theoretische Weiterbildung neue Inhalte enthielt welche den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bei dieser Problemstellung in der Praxis helfen können.

Die Bewertung der Fähigkeit, im Ernstfall einen chirurgischen Atemweg anlegen zu können, verbesserte sich laut Angaben der Teilnehmerinnen und Teilnehmer deutlich. Durch diese Fragestellung wird das Hauptziel der simulationsbasierten Weiterbildung erfasst. Obwohl die Anästhesistinnen und Anästhesisten im simulierten Umfeld zwei übereinanderliegende Kunststoffmembranen durchtrennten und so ein chirurgischer Atemweg angelegt wurde, befanden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer diese Fertigkeit auch an der realen Patientin oder am realen Patienten ebenso anwendbar. Dies entspricht den Ergebnissen von Friedman et al. die zeigen, dass die verwendeten Simulatoren keineswegs die Realität an der Patientin oder an dem Patienten exakt abbilden müssen. Die Qualität und das Selbstbewusstsein der Teilnehmerinnen und Teilnehmern steigt signifikant (41).

Bemerkenswert ist die Verbesserung der Anzahl an verschiedenen Verfahren die beherrscht werden. Das Antwortverhalten bestätigt ein sekundäres Ziel der Lehrveranstaltung, nämlich den Ärztinnen und Ärzten mehrere mögliche Methoden inklusive Vor- und Nachteilen zu präsentieren. Helmstaedter et al. inkludierten in ihrer Untersuchung eine Vielzahl von Verfahren und kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Den meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmern waren vor der simulationsbasierten Weiterbildung nur einzelne Zugangsmöglichkeiten bekannt und die benötigten Hilfsmittel wurden oft nur theoretisch in Weiterbildungen besprochen (44). Aufgrund des mangelnden Wissens bezüglich des Ablaufs und der praktischen Handhabung des Material entstehen im Ernstfall Verzögerungen bis ein chirurgischer Atemweg angelegt ist, wie auch Langvad et al. beschreiben (1). Viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie bestätigten im Laufe der Weiterbildung die Sinnhaftigkeit, Geräte wie zum Beispiel den Quicktrach™ praktisch anwenden zu können.

Die Fragestellung bei der kein Unterschied durch die Weiterbildung festgestellt wurde, war jene ob simulationsbasiertes Training die Methode der Wahl ist um die Anlage eines chirurgischen Atemweges zu trainieren. Green et al. beschreiben in ihrem Review, dass durch medizinische Simulation die Qualität des Atemwegsmanagement in der Anästhesie effizient trainiert werden kann (45).

Die Meinung der Anästhesistinnen und Anästhesisten dieser Studie bezüglich der simulationsbasierten Trainingsvariante war mit der Einschätzung von Green et al. vergleichbar. Einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die die Durchführung an einem konservierten menschlichen Leichnam bevorzugen, stehen diesem Trainingsumfeld kritisch gegenüber und änderten diese Überzeugung auch nicht durch die Weiterbildung. Eine kritische Meinung vertreten Takayesu et al., deren Studie ergab dass ein menschlicher Leichnam der medizinischen Simulation überlegen ist (45). Das Training der Koniotomie an einem Leichnam hat den Vorteil die Strukturen am Hals realitätsnah vorzufinden und eröffnen zu können. Problematisch ist zum einen, dass es nur unter großem Aufwand möglich ist am Leichnam in einer realitätsnah nachempfundenen Schockraumumgebung zu arbeiten. Außerdem ist eine nicht unerheblich hohe Anzahl an Leichen notwendig, um die Anlage eines chirurgischen Atemwegs so oft zu trainieren wie im Rahmen einer simulationsbasierten Weiterbildung (45). Diese Faktoren beziehen Takayesu et al. in ihrer Untersuchung nicht ein.

### **4.3 Beurteilung des praktischen Teiles**

Die Durchführung der praktischen Beispiele und die Bewertung mittels standardisierter Formulare zeigen, dass die meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer die chirurgische Methode nach Abhaltung der Weiterbildung bevorzugen. Dies steht im Widerspruch zu der von Frerk et al. formulierten These, dass die Punktionskoniotomie für Anästhesistinnen und Anästhesisten das präferierte Verfahren darstellt (10). Die praktische Umsetzung der Anlage eines invasiven Atemweges wurde von den Ärztinnen und Ärzten in den simulierten Szenarios korrekt durchgeführt. Hauptparameter der Untersuchung war die Zeitdauer von der Definition eines „can't intubate, can't oxygenate“ Szenarios bis zur ersten Ventilation des Patientensimulators.

Dieser Wert variierte in Abhängigkeit der Teams und dessen Erfahrung, doch zeigt die Studie das geübte Operateurinnen und Operateure in der Lage sind einen chirurgischen Atemweg in unter 100 Sekunden anzulegen. Dieser Wert ist mit den im Review von Langvad et al. beschriebenen Zeiten bis zur ersten Ventilation nach Anlage eines chirurgischen Atemweges vergleichbar (1).

Die benötigte Zeitdauer bis zur erfolgreichen Ventilation ist im Mittel um 3 Sekunden länger als das Mittel von den Humanmedizinstudierenden von Heymans et al. (34). Dies zeigt, dass zum Erlernen der chirurgische Koniotomie kaum Vorkenntnisse und praktische Fertigkeiten notwendig sind. Ein kurzes, effizientes Training reicht um das Prozedere in angemessener Zeit durchführen zu können.

Vernachlässigt wurden die hygienischen Maßnahmen zur Prävention einer Wundinfektion der Patientin oder des Patienten. Kaum eine Gruppe verwendete Mundschutz und OP-Haube, obwohl dies zu der Standardausrüstung chirurgischer Eingriffe gehört. Eine Desinfektion des Operationsgebietes und das generelle sterile Vorgehen wurden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern stark vernachlässigt. Begründet wurde diese Tatsache damit, dass es sich um eine lebensbedrohliche Situation für die Patientin oder den Patienten handelt. Es gibt wenige Untersuchungen betreffend Infektionen nach Anlage eines chirurgischen Atemweges, doch Sakles et al. beschreiben generell geringe Komplikation im Atemwegsmanagement und beziehen das auch auf Infektionen als Langzeitkomplikation in Folge der durchgeführten Maßnahmen (46).

Wurde ein chirurgischer Atemweg unter Verwendung eines Skalpells angelegt, kam es zu einer niedrigen Anzahl an Komplikationen. Einmal wurde das Ligamentum cricothyroideum mit dem ersten, vertikalen Schnitt sofort durchtrennt. Dies ist per se aber nicht als Komplikation zu werten, da der Atemweg an der richtigen anatomischen Stelle eröffnet wurde. Diese Ergebnisse entsprechen der Untersuchung von Heymans et al. Dort wurde die chirurgische Koniotomie ebenfalls mit der besten Platzierungsrate und der geringsten Komplikationsrate beschrieben (34).

Obwohl Quicktrach™ im Rahmen der praktischen Übungsszenarios nur zwei mal verwendet wurde, kam es zur Perforation der Tracheahinterwand des Patientensimulators. Dieser Vorfall bestätigt die Ergebnisse von Heymans et al., dass mit Quicktrach™ trotz seiner potentiell einfachen Handhabung eine hohe Anzahl an Verletzungen einhergeht (34). Entsteht diese Verletzung bereits beim Simulator mit bestimmt steiferen und stabileren anatomischen Verhältnissen ist die Möglichkeit der Perforation bei realen Patientinnen und Patienten potentiell noch viel höher einzuschätzen.

#### **4.4 Conclusio**

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Anästhesistinnen und Anästhesisten, die täglich mit Atemwegsmanagement konfrontiert sind, von einer Weiterbildung dieser Art profitieren. Nicht nur die praktischen Fertigkeiten wurden verbessert, sondern auch theoretische Kenntnisse. Insbesondere konnte das leitlinienkonforme Vorgehen laut Difficult Airway Society wiederholt werden.

Es existieren verschiedene Leitlinien zum Management der Situation eines nicht sicherbaren Atemweges und bei fehlender interner Vereinbarung kann es zu Unstimmigkeiten bei der Wahl des Algorithmus kommen. Wichtig ist, dass innerhalb einer Klinik ein Standard festgelegt ist der von allen Beteiligten, sowohl von ärztlicher sowie auch von pflegerischer Seite, gekannt wird. Somit kann ein möglichst entschlossenes und hygienisches einwandfreies Vorgehen erreicht werden.

Die Untersuchung konnte zeigen, dass innerhalb der Studienpopulation unterschiedlichste Niveaus des Vorwissens bestanden. Je nachdem in welchem Bereich der Anästhesiologie und Intensivmedizin die Teilnehmerin oder der Teilnehmer tätig ist kommt es zur häufigeren oder selteneren Konfrontation mit der Thematik des chirurgischen Atemweges. Da diese lebensbedrohliche Situation potentiell bei jeder anästhesiologischen Tätigkeit auftreten kann, muss immer damit umgegangen werden können. Diese Tatsache verdeutlicht die Notwendigkeit von regelmäßigem Training für alle in diesem Fachbereich tätigen Personen. Da eine theoretische Schulung alleine nur kurzzeitige Effekte bewirkt, ist eine Kombination mit praktischem Training obligat.

Diese Weiterbildung verdeutlicht die Vorteile von simulationsbasiertem Training. Da eine „CICO“-Situation“ selten und nur unter immensem Zeitdruck auftritt, soll sie in einem sicheren Setting trainiert werden können. Medizinische Simulation bietet nicht nur ein realitätsnahes Umfeld, sondern auch die Möglichkeit eine hohe Anzahl an Trainingsdurchgängen durchzuführen. Bei einer Weiterbildung am menschlichen Leichnam würde die Anzahl an benötigten Übungspräparaten immens hoch.

In der Zusammenschau bestätigen auch die Bewertungsbögen der teilnehmenden Anästhesistinnen und Anästhesisten sowie das direkte Feedback nach Weiterbildungsende den Erfolg dieses Konzepts. Die überwiegend positiven Rückmeldungen sind ein eindeutiges Zeichen, dass Weiterbildungen dieser Art nicht nur erforderlich sondern auch gewünscht sind.

## **4.5 Limitationen**

Die Aussagekraft dieser Arbeit ist vor allem durch die geringe Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern limitiert.

Der Umstand, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an derselben Klinischen Abteilung tätig sind, ist ein weiterer limitierender Faktor. Die Anästhesistinnen und Anästhesisten hatten grundsätzlich die Möglichkeit sich vor dem Training auszutauschen, da nicht alle Einheiten am selben Tag abgehalten wurden. Dadurch kann bei den Ärztinnen und Ärzten welche an einem späteren Termin teilnahmen eventuell bereits ein größeres Vorwissen aufgrund der Erzählungen ihrer Kolleginnen und Kollegen vorhanden gewesen sein. Die Meinung bezüglich der Weiterbildung kann ebenfalls durch Berichte über die Weiterbildung, welche im Vorfeld unter den Kolleginnen und Kollegen ausgetauscht wurden, beeinflusst worden sein.

Da das Melker-Set™ nicht bei der Weiterbildung zur Verfügung stand, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse des bevorzugten Verfahrens beeinflusst wurden. Es war den Anästhesistinnen und Anästhesisten nicht möglich diese Variante auszuprobieren. Folglich konnte es auch nicht als bevorzugte Variante angegeben werden.

## Literaturverzeichnis

1. Langvad S, Hyldmo P, Nakstad A, Vist G, Sandberg M. Emergency cricothyrotomy – a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2013;21(1):43. Available from: <http://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-7241-21-43>
2. Apfelbaum JL, Hagberg CA. Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* [Internet]. 2013;118(2):251–70. Available from: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1918684>
3. Weller JM, Merry AF, Robinson BJ, Warman GR, Janssen A. The impact of trained assistance on error rates in anaesthesia: a simulation-based randomised controlled trial \*. 2009;126–30.
4. Sagarin MJ, Barton ED, Chng YM, Walls RM. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: A multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med*. 2005;46(4):328–36.
5. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Döriges V, Zwissler B, et al. 2015 - S1- Leitlinie Atemwegsmanagement. *Awmf*. 2015;1–42.
6. Anderhuber F, Pera F, Streicher J. Topografie der Kopf-Hals-Regionen. In: *Waldeyer - Anatomie des Menschen*. 19. Auflag. Berlin/Boston: Walter De Gruyter; 2012. p. 792–859.
7. Crawley S, Dalton A. Predicting the difficult airway. *BJA Educ* [Internet]. 2015;15(5):253–7. Available from: <https://academic.oup.com/bjaed/article-lookup/doi/10.1093/bjaceaccp/mku047>
8. Samsoon GLT, Young JRB. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia*. 1987;42(5):487–90.

9. Reed MJ. Can an airway assessment score predict difficulty at intubation in the emergency department? *Emerg Med J* [Internet]. 2005;22(2):99–102. Available from: <http://emj.bmj.com/cgi/doi/10.1136/emj.2003.008771>
10. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015;115(6):827–48.
11. Mausser G, Hasibeder W, Koci G, Gaube W. Der schwierige Atemweg. *Inf Kompakt* [Internet]. 2015;1–25. Available from: [https://www.oegari.at/web\\_files/dateiarchiv/editor/information\\_kompakt\\_der\\_schwierige\\_atemweg\\_1.10.2015.pdf](https://www.oegari.at/web_files/dateiarchiv/editor/information_kompakt_der_schwierige_atemweg_1.10.2015.pdf)
12. Jesudian M, Harrison R, Keenan R, Maul K. Bag-valve-mask ventilation; two rescuers are better than one: preliminary report. *Crit Care Med*. 1985;13(2):122–3.
13. Bucher JT CJ. Bag Mask Ventilation (Bag Valve Mask, BVM) [Updated 2018 Oct 27]. [Internet]. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441924/>
14. Striebel HW. Laryngoskop. In: *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin für Studium und Ausbildung*. 9. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2017. p. 88–90.
15. Striebel HW. Orotracheale Intubation. In: *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin für Studium und Ausbildung*. 7. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2009. p. 92–3.
16. Knill RL. Difficult laryngoscopy made easy with a “BURP.” *Can J Anaesth*. 1993;40(3):279–82.
17. Clyburn PMRCP, Rosen MFRCA. Accidental oesophageal intubation. *Br J Anaesth* [Internet]. 1994;73(1):55–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/73.1.55>

18. Heck M, Fresenius M. Atemwegsmanagement. In: Repetitorium Anästhesiologie Für die Facharztprüfung und das Europäische Diplom. 5. Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg; 2007. p. 112–5.
19. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984;39(11):1105–11.
20. Gaube W, Koci G, Perneder G, Seidel N, Puchner W, Seidl S. Fiberoptische Intubation. *ÖGARI Inf Kompakt* [Internet]. 2013;1–5. Available from: [http://www.oegari.at/web\\_files/dateiarchiv/editor/im\\_fiberoptische\\_intubation\\_2013.pdf](http://www.oegari.at/web_files/dateiarchiv/editor/im_fiberoptische_intubation_2013.pdf)
21. Lascarrou JB, Boisrame-Helms J, Bailly A, Le Thuaut A, Kamel T, Mercier E, et al. Video Laryngoscopy vs Direct Laryngoscopy on Successful First-Pass Orotracheal Intubation Among ICU Patients. *Jama* [Internet]. 2017;317(5):483. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2016.20603>
22. Spait DW, Joseph M. Preshospital cricothyrotomy: An investigation of indications, technique, complications, and patient outcome. *Ann Emerg Med*. 1990;19(3):279–85.
23. Williamson R. The Airway decides the Anaesthetic Approach before Tracheal Intubation. *Br J Anaesth*. 1993;5(1):600.
24. Hamaekers AE, Henderson JJ. Equipment and strategies for emergency tracheal access in the adult patient. *Anaesthesia*. 2011;66(SUPPL. 2):65–80.
25. Striebel HW. Tracheostomie. In: *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin für Studium und Ausbildung*. 9. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2017. p. 371–2.

26. Braun C, Kisser U, Huber A, Stelter K. Bystander cricothyroidotomy with household devices – A fresh cadaveric feasibility study. *Resuscitation* [Internet]. 2017;110:37–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.10.015>
27. Lamb A, Zhang J, Hung O, Flemming B, Mullen T, Bissell MB, et al. Accuracy of identifying the cricothyroid membrane by anesthesia trainees and staff in a Canadian institution. *Can J Anesth*. 2015;62(5):495–503.
28. Kristensen M, Teoh W, Rudolph S, Tvede M, Hesselfeldt R, Borglum J, et al. Structured approach to ultrasound-guided identification of the cricothyroid membrane: a randomized comparison with the palpation method in the morbidly obese. *Br J Anaesth*. 2015;114(6):1002–3.
29. Ahmad Y, Turner MWH. Transtracheal jet ventilation in patients with severe airway compromise and stridor. *Br J Anaesth*. 2011;106(4):602.
30. Michalek-Sauberer A, Granegger M, Gilly H. The Efficacy of Spontaneous and Controlled Ventilation With Various Cricothyrotomy Devices: A Quantitative In Vitro Assessment in a Model Lung. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 2011;71(4):886–92.
31. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: A new technique. *Acta radiol*. 2008;49(SUPPL. 434):47–52.
32. Schober P, Hegemann MC, Schwarte LA, Loer SA, Noetges P. Emergency cricothyrotomy-A comparative study of different techniques in human cadavers. *Resuscitation*. 2009;80(2):204–9.
33. Salah N, Mhuirheartaigh RN, Hayes N, McCaul C. A comparison of four techniques of emergency transcricoid oxygenation in a manikin. *Anesth Analg*. 2010;110(4):1083–5.

34. Heymans F, Feigl G, Graber S, Courvoisier DS, Weber KM, Dulguerov P. Emergency Cricothyrotomy Performed by Surgical Airway – naive Medical Personnel. *Anesthesiology*. 2016;125(2):295–303.
35. Ärztekammer Ö. Verordnung der Österreichischen Ärztekammer über Kenntnisse , Erfahrungen und Fertigkeiten in der Ausbildung zur Ärztin für Allgemeinmedizin / zum Arzt für Allgemeinmedizin und zur Fachärztin / zum Facharzt , sowie über die Ausgestaltung und Form der Rast. 2015;
36. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2015;95:100–47.
37. Ärztekammer Ö. Anlage 33 Basisausbildung.
38. Luedi MM, Wölfli CC, Wieferich K, Dogjani A, Kauf P, Doll D. Teaching Advanced Trauma Life Support (ATLS): A nationwide retrospective analysis of 8202 lessons taught in Germany. *J Surg Educ*. 2017;74(1):161–6.
39. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology*. 2014;120(4):999–1008.
40. Boet S, Borges BCR, Naik VN, Siu LW, Riem N, Chandra D, et al. Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br J Anaesth*. 2011;107(4):533–9.
41. Friedman Z, You-Ten KE, Bould MD, Naik V. Teaching lifesaving procedures: The impact of model fidelity on acquisition and transfer of cricothyrotomy skills to performance on cadavers. *Anesth Analg*. 2008;107(5):1663–9.

42. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: Preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia*. 2013;68(8):817–25.
43. Frengley RW, Weller JM, Torrie J, Dzendrowskyj P, Yee B, Paul AM, et al. The effect of a simulation-based training intervention on the performance of established critical care unit teams\*. *Crit Care Med* [Internet]. 2011;39(12):2605–11. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003246-201112000-00003>
44. Helmstaedter V, Wetsch WA, Böttiger BW, Hinkelbein J. Vergleich von fertigsets zur koniotomie: Randomisierte und kontrollierte anwendungsstudie am halsphantom. *Anaesthesist*. 2012;61(4):310–9.
45. Green M, Tariq R, Green P. Improving Patient Safety through Simulation Training in Anesthesiology: Where Are We? *Anesthesiol Res Pract*. 2016;2016.
46. Sakles JC, Deacon JM, Bair AE, Keim SM, Panacek EA. Delayed Complications of Emergency Airway Management: A Study of 533 Emergency Department Intubations. *West J Emerg Med*. 2008;9(4):190–4.

# Anhang

## Ethikkommission



Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz  
ethikkommission@medunigraz.at  
Tel.: +43 / 316 / 385-13928, Fax: -14348

### VOTUM gültig bis 10.11.2018

**EK-Nummer:** 30-011 ex 17/18  
**Studientitel:** Surgical airway access in case of unexpected difficult airway. Effects of a simulation based training program for anesthesiologists.  
**Prüfer:** Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert  
Medizinische Universität Graz, Univ.-Klin. f. Anästhesiologie u. Intensivmedizin  
**Sponsor:** Med.Uni Graz, Univ. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
**Ansprechpartner:** Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert, 8036 Graz, Auenbruggerplatz 29/1  
**CRO:** -  
**Antragsteller:** Medizinische Universität Graz  
**Ansprechpartner:** Christof Baurecht

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 04.10.2017 behandelt. Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

**Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.**

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befugten anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben: keine

#### Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

##### Dokumente eingegangen am 18.09.2017, begutachtet im 'expedited Review' am 04.10.2017

✓ Antragsformular ECS	18.09.2017
Originalprotokoll Studienprotokoll_Baurecht_v3 3	17.09.2017
Sonstiges: Informed Consent_Baurecht_v2 2	22.08.2017

##### Dokumente eingegangen am 12.10.2017 (in der nächsten Begutachtung mitbegutachtet)

✓ Originalprotokoll 4.0	10.10.2017
✓ Informed Consent Form 3.0	06.10.2017

##### Dokumente eingegangen am 30.10.2017 (in der nächsten Begutachtung mitbegutachtet)

✓ Letter of Authorization	24.10.2017
---------------------------	------------

##### Dokumente eingegangen am 07.11.2017, begutachtet im 'expedited Review' am 10.11.2017

✓ Antragsformular ECS Unterschriftenseiten	07.11.2017
--	------------

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung nach AMG bzw. MPG handelt.

Es handelt sich um eine Studie im Rahmen einer Diplomarbeit.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen

EK-Nummer: 30-011 ex 17/18

Votum (10.11.2017)

Seite 1 von 2

Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz. [www.medunigraz.at](http://www.medunigraz.at)

Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Universitätsgesetz 2002. Information: Mitteilungsblatt der Universität und [www.medunigraz.at](http://www.medunigraz.at), DVR-Nr. 210 9494.  
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BLZ 12000 Konto-Nr. 500 948 400 04, Raiffeisen Landesbank Steiermark BLZ 38000 Konto-Nr. 49510.

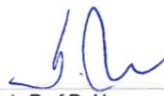
- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen
- Mutmaßliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)
- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

Dieses Votum gilt für ein Jahr ab dem Datum der Ausstellung. Bei längerer Studiendauer ist rechtzeitig vor Ablauf der Gültigkeit des Votums ein Zwischenbericht vorzulegen (Berichtsformular), um eine etwaige Verlängerung zu erlangen.

Graz, 10. November 2017



Univ. Prof. DI Dr. Josef Haas  
Vorsitzender



Univ. Prof. Dr. Hermann Toplak  
Stv. Vorsitzender

**Achtung:** Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!



## **Information und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Fragebogenuntersuchung**

**„Chirurgische Atemwegszugänge im Fall des unerwartet schwierigen Atemwegs. Effekte eines simulationsbasierten Trainingsprogrammes für Anästhesistinnen und Anästhesisten.“**

### **Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!**

Wir laden Sie sehr herzlich ein an der oben genannten Fragebogenuntersuchung teilzunehmen.

**Ihre Teilnahme an dieser Befragung erfolgt freiwillig, anonym und unentgeltlich. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen aus der Befragung ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Befragung haben keine nachteiligen Folgen für die Absolvierung der Lehrveranstaltung.**

#### **1. Was ist der Zweck dieser Befragung?**

Die Ausbildung zur Fachärztin und zum Facharzt für Anästhesiologie und Intensivmedizin vermittelt Wissen und Fertigkeiten, die für das Management des schwierigen Atemweges essentiell sind. Das Erlernen der Fähigkeit zum Anlegen eines chirurgischen Atemweges wird jedoch im Rasterzeugnis der Österreichischen Ärztekammer nicht klar definiert. Die vorliegende Fragebogenuntersuchung versucht zu beschreiben, welche theoretischen und praktischen Fertigkeiten bezüglich des chirurgischen Atemweges trotzdem in der Ausbildung vermittelt wurde.

Zusätzlich sollen die Effekte einer theoretischen Fortbildung mit darauffolgenden simulationsbasierenden Training überprüft werden.

## **2. Wie läuft die Fragebogenuntersuchung ab?**

Folgende Maßnahmen werden aus Studiengründen durchgeführt:

- 1) Sie ziehen zufällig und anonym eine TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer. Diese stellt sicher, dass sämtliche von Ihnen erhobenen personenbezogenen Daten ausschließlich in anonymisierter Form analysiert werden können. Nur Sie kennen Ihre persönliche TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer. Durch Vorlage dieser Nummer bei den Studienverantwortlichen, können Sie jederzeit die Löschung der mit dieser Nummer verknüpften Daten veranlassen.
- 2) Sie erhalten weiters einen Fragebogen. Wir bitten Sie die gestellten Fragen nach bestem Wissen und Gewissen zu beantworten. Bitte geben Sie hierbei nochmals Ihr Einverständnis zur wissenschaftlichen Verwertung Ihrer anonymen Antworten ab. Datensätze ohne bestätigtes Einwilligungsauswahlfeld werden gelöscht und nicht weiterverarbeitet.
- 3) Während der Durchführung des Simulationstrainings, wird das Management der Situation mittels zuvor definierten Kriterien überprüft. Auch diese werden anonym mittels Identifikationsnummer weiterverarbeitet und sind für die auswertenden Personen nicht rückverfolgbar.

## **3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Fragebogenuntersuchung?**

Sie selbst haben keinen Nutzen durch Ihre Teilnahme. Durch Teilnahme an dieser Befragung können Sie jedoch helfen die anästhesiologische Ausbildung insbesondere im chirurgischen Atemweg zu verbessern und liefern wichtige Erkenntnisse für Zukünftige Fortbildungen.

Für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer entsteht kein finanzieller Nutzen durch die Beteiligung an der Studie. Es ist keine gesonderte Vergütung jeglicher Art vorgesehen.

## **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Nein. Grundsätzlich gibt es keine Risiken, Beschwerden oder Begleiterscheinungen, die direkt in Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Befragung stehen. Es entstehen durch eine Teilnahme an der Fortbildung und der Fragebogenuntersuchung keine Kosten für die Teilnehmer.

**5. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Fragebogenuntersuchung gesammelten Daten verwendet?**

Nur Herr Christof Baurecht, c.m. und Herr Dr. med. univ. Thomas Wegscheider werden Zugriff auf jene Daten haben, in denen Sie namentlich genannt werden („personenbezogene“ Daten).

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und in anonymisierter Form. Sie werden ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie (z.B. im Rahmen einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit) werden Sie nicht namentlich genannt.

**6. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Studie steht Ihnen folgende Personen gerne zur Verfügung.

Christof Baurecht, c.m.  
Clinical Skills Center Graz  
Organisationseinheit für Studium und Lehre  
Medizinische Universität Graz

Erreichbar unter: [christof.baurecht@stud.medunigraz.at](mailto:christof.baurecht@stud.medunigraz.at) bzw. 0316/385 - 78015

Dr. Thomas Wegscheider  
Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und  
Intensivmedizin, Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Medizinische Universität Graz

Erreichbar unter: [thomas.wegscheider@medunigraz.at](mailto:thomas.wegscheider@medunigraz.at) bzw. 0316 / 385 – 81872

## 7. Einwilligungserklärung

Name in Druckbuchstaben: .....

Geburtsdatum: .....

Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle meine Fragen wurden beantwortet und ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Mit meiner persönlich datierten Unterschrift gebe ich hiermit freiwillig mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen. Ich weiß, dass ich diese Zustimmungen jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.

Eine Kopie dieser Information und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim zuständigen Studienleiter.

.....  
(Datum und Unterschrift des/-r Studienteilnehmenden)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des Studienleiters)

**Der / Die Teilnehmende erhält eine unterschriebene Kopie der Information und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienleiters.**



Fragebogen zu

## Chirurgische Atemwegszugänge im Fall des unerwartet schwierigen Atemwegs. Effekte eines simulationsbasierten Trainingsprogrammes für Anästhesistinnen und Anästhesisten

Sehr geehrte Teilnehmende!

Die im Rahmen meiner Diplomarbeit geplante Lehrveranstaltung zum Thema chirurgische Atemwegszugänge wird wissenschaftlich evaluiert, um die Effekte des simulationsbasierten Trainings zu untersuchen. Dazu bitte ich Sie, diesen Einführungsfragebogen auszufüllen. Diese Ersteinschätzung hilft dabei, eine Übersicht über das Vorhandene theoretische Wissen zu erlangen und hilft die Fortbildung für die Zukunft an Ihre Wünsche anzupassen.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Christof Baurecht  
Clinical Skills Center (CSC)  
Interdisziplinäre Klinische Lehre  
Medizinische Universität Graz  
Neue Stiftingtalstraße 6 (MC1.D./MC1.G.), A-8010 Graz

Email: christof.baurecht@medunigraz.at  
Telefon: +43 (0) 316 / 385 - 72160

**Bitte tragen Sie hier Ihre TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer ein:**

**Einwilligung zur wissenschaftlichen Bearbeitung der erhobenen Daten:**

Ich gebe hiermit nochmals mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen. Ich weiß, dass ich diese Zustimmung jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann (siehe auch Dokument „Information und Einwilligungserklärung (Informed Consent), V3.0, 06.10.2017).

## 1. Demographische Daten und persönliche Fragen betreffend den chirurgischen Atemweg

### 1.1. Geschlecht

- weiblich       männlich

### 1.2. Ausbildungsstand

- Fachärztin/Facharzt       Assistenzärztin/Assistenzarzt

### 1.3. Seit wie vielen Jahren sind Sie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin tätig (beginnend ab der Facharztausbildung)?

- unter 5 Jahre       5-10 Jahre       10-20 Jahre       über 20 Jahre

### 1.4. Finden Sie der Anlage eines chirurgischen Atemweges wird in der Ausbildung zum Facharzt für Anästhesiologie und Intensivmedizin ausreichend Beachtung geschenkt?

- ja       nein

### 1.5. Haben Sie in den letzten Jahren an einer Fortbildung teilgenommen, welche den chirurgischen Atemweg in theoretischer und praktischer Form beinhaltet?

- theoretisch und praktisch       nur theoretisch       nur praktisch  
 weder noch

### 1.6. Kamen Sie im Rahmen Ihrer Tätigkeit bereits in eine „CICO“-Situation, in der Sie einen chirurgischen Atemweg anlegen mussten?

- ja       nein

### 1.7. Welches ist das von Ihnen bevorzugte Verfahren des chirurgischen Atemwegs?

- chirurgische Koniotomie       Punktionskoniotomie       Seldinger-Technik  
 anderes:

## 2. Der chirurgische Atemweg

### Frage 1

Das leitlinienkonforme Vorgehen bezüglich des chirurgischen Atemwegs bereitet mir keine Probleme.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 2

Ich kenne die notwendigen anatomischen Strukturen um einen chirurgischen Atemweg anzulegen und kann Sie identifizieren.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 3

Falls die anatomischen Strukturen nicht identifizierbar sind, ist mir bewusst welche manuellen und technischen Hilfsmittel existieren.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 4

Ich verfüge über ausreichend theoretisches Wissen bezüglich des chirurgischen Atemwegs, um einen Atemwegszugang durch den Hals des Patienten zu schaffen.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 5

Ich verfüge über ausreichend praktische Fertigkeiten bezüglich des chirurgischen Atemwegs, um einen Atemwegszugang durch den Hals des Patienten zu schaffen.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 6

Im weiß, welche Materialien zur Anlage eines invasiven Atemweges benötigt werden.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

## Frage 7

Ich würde im Ernstfall einer „CICO-Situation“ einen chirurgischen Atemweg ohne größere Probleme anlegen können.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

**Frage 8**

Ich kenne mehr als ein Verfahren zur Anlage eines chirurgischen Atemwegs.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

**Frage 9**

Ich beherrsche mehr als ein Verfahren zur Anlage eines chirurgischen Atemwegs sicher.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

**Frage 10**

Ich kenne die möglichen Komplikationen, die im Rahmen des chirurgischen Atemweges entstehen können.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

**Frage 11**

Simulationsbasiertes Training ist meiner Meinung nach die Methode der Wahl, um die Anlage des chirurgischen Atemweges zu trainieren.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

- Ende -



Fragebogen zu

## Chirurgische Atemwegzugänge im Fall des unerwartet schwierigen Atemwegs. Effekte eines simulationsbasierten Trainingsprogrammes für Anästhesistinnen und Anästhesisten

Sehr geehrte Teilnehmende!

Die im Rahmen meiner Diplomarbeit geplante Lehrveranstaltung zum Thema chirurgischer Atemweg wird wissenschaftlich evaluiert, um die Effekte des simulationsbasierten Trainings zu untersuchen. Dazu bitte ich Sie, diesen Fragebogen auszufüllen. Diese Einschätzung hilft dabei, eine Übersicht über die Verbesserungen der Fertigkeiten durch das simulationsbasierte Training zu bekommen.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Christof Baurecht  
Clinical Skills Center (CSC)  
Interdisziplinäre Klinische Lehre  
Medizinische Universität Graz  
Neue Stiftingtalstraße 6 (MC1.D./MC1.G.), A-8010 Graz

Email: [christof.baurecht@medunigraz.at](mailto:christof.baurecht@medunigraz.at)  
Telefon: +43 (0) 316 / 385 - 72160

**Bitte tragen Sie hier Ihre TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer ein:**

**Einwilligung zur wissenschaftlichen Bearbeitung der erhobenen Daten:**

Ich gebe hiermit nochmals mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen. Ich weiß, dass ich diese Zustimmung jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann (siehe auch Dokument „Information und Einwilligungserklärung (Informed Consent), V3.0, 06.10.2017).

## 1. Fragen nach dem Training

### 1.1. Welches ist das von Ihnen bevorzugte Verfahren des chirurgischen Atemwegs?

- chirurgische Koniotomie                       Punktionskoniotomie                       Seldinger-Technik  
 anderes:

### 1.2. Diese Fortbildung war eine gute Möglichkeit um meine theoretischen und praktischen Fertigkeiten wiederaufzufrischen.

- trifft zu               trifft eher zu                       trifft eher nicht zu                       trifft nicht zu

## 2. Der chirurgische Atemweg

### Frage 1

Das leitlinienkonforme Vorgehen bezüglich des chirurgischen Atemwegs bereitet mir keine Probleme.

- trifft zu               trifft eher zu                       trifft eher nicht zu                       trifft nicht zu

### Frage 2

Ich kenne die notwendigen anatomischen Strukturen um einen chirurgischen Atemweg anzulegen und kann Sie identifizieren.

- trifft zu               trifft eher zu                       trifft eher nicht zu                       trifft nicht zu

### Frage 3

Falls die anatomischen Strukturen nicht identifizierbar sind, ist mir bewusst welche manuellen und technischen Hilfsmittel existieren.

- trifft zu               trifft eher zu                       trifft eher nicht zu                       trifft nicht zu

### Frage 4

Ich verfüge über ausreichend theoretisches Wissen bezüglich des chirurgischen Atemwegs, um einen Atemwegszugang durch den Hals des Patienten zu schaffen.

- trifft zu               trifft eher zu                       trifft eher nicht zu                       trifft nicht zu

### Frage 5

Ich verfüge über ausreichend praktische Fertigkeiten bezüglich des chirurgischen Atemwegs, um einen Atemwegszugang durch den Hals des Patienten zu schaffen.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 6

Im weiß, welche Materialien zur Anlage eines invasiven Atemweges benötigt werden.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 7

Ich würde im Ernstfall einer „CICO-Situation“ einen chirurgischen Atemweg ohne größere Probleme anlegen können.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 8

Ich kenne mehrere Verfahren zur Anlage eines chirurgischen Atemwegs.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 9

Ich beherrsche mehr als ein Verfahren zur Anlage eines chirurgischen Atemwegs sicher.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 10

Ich kenne die möglichen Komplikationen, die im Rahmen des chirurgischen Atemweges entstehen können.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

### Frage 11

Simulationsbasiertes Training ist meiner Meinung nach die Methode der Wahl, um die Anlage des chirurgischen Atemweges zu trainieren.

- trifft zu       trifft eher zu       trifft eher nicht zu       trifft nicht zu

- Ende -

## Standardisierte Beurteilung: Chirurgische Koniotomie

Datum:  
Durchgang Nr.:

Kurszeit:  
Fallbeispiel Nr.:

Anzahl Teilnehmer:

<u>Handlung</u>	<u>Notizen</u>	<u>OK?</u>
Definition „CICO-Situation“		<input type="checkbox"/>
Identifizieren der Landmarken		<input type="checkbox"/>
Verwendung Maske, OP-Haube und Mantel		<input type="checkbox"/>
Desinfektion der Haut + Abdecken		<input type="checkbox"/>
Steriles Vorgehen gesamt		<input type="checkbox"/>
Erneute Identifikation der Membran		<input type="checkbox"/>
Vertikaler Schnitt		<input type="checkbox"/>
Spreizten des Schnittes		<input type="checkbox"/>
Horizontaler Schnitt		<input type="checkbox"/>
Endotrachealtubus		<input type="checkbox"/>
Überprüfen Lage		<input type="checkbox"/>
Fixierung Tubus und Wundversorgung		<input type="checkbox"/>
Kürzen Tubus		<input type="checkbox"/>
<b>Gesamtscore</b>		<input type="checkbox"/>

### Zeit

Fehlende Spontanatmung	Ausruf „CICO“	Erfolgreiche Ventilation	Dauer gesamt

Prüfer:

Unterschrift:

## Standardisierte Beurteilung: Chirurgischer Atemweg Quicktrach

Datum:  
Durchgang Nr.:

Kurszeit:  
Fallbeispiel Nr.:

Anzahl Teilnehmer:

<u>Handlung</u>	<u>Notizen</u>	<u>OK?</u>
Definition „CICO-Situation“		<input type="checkbox"/>
Identifizieren der Landmarken		<input type="checkbox"/>
Verwendung Maske, OP-Haube und Mantel		<input type="checkbox"/>
Desinfektion der Haut + Abdecken		<input type="checkbox"/>
Steriles Vorgehen gesamt		<input type="checkbox"/>
Erneute Identifikation der Membran		<input type="checkbox"/>
Einführen Quicktrach bis zum Stopper		<input type="checkbox"/>
Aspiration von Luft		<input type="checkbox"/>
Platzierung Kanüle und Entfernen der Stahlmandrin		<input type="checkbox"/>
Blocken des Cuffs		<input type="checkbox"/>
Überprüfen Lage		<input type="checkbox"/>
Fixierung Tubus und Wundversorgung		<input type="checkbox"/>
<b>Gesamtscore</b>		<input type="checkbox"/>

### Zeit

Fehlende Spontanatmung	Ausruf „CICO“	Erfolgreiche Ventilation	Dauer gesamt

Prüfer:

Unterschrift: