

Aus der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Eine retrospektive Studie über Erfolg, Komplikationen und benötigte Zeit
endoskopisch durchgeführter Wachintubationen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Alexander Berk
aus Gießen

Mainz, 2024

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Hansjörg Schild

Tag der Promotion: 28. November 2024

In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der besseren
Lesbarkeit ausschließlich das generische Maskulinum verwendet.

Es bezieht sich auf Personen aller Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	II
1 Einleitung.....	1
1.1 Endotracheale Intubation.....	1
1.2 Direkte Laryngoskopie.....	2
1.3 Endoskopische Wachintubation.....	2
1.3.1 Der schwierige Atemweg.....	2
1.3.2 Indikationen für eine endoskopische Wachintubation.....	3
1.3.3 Ablauf der endoskopischen Wachintubation.....	3
1.4 Geschichte der endoskopischen Wachintubation.....	7
1.5 Ziel der Studie.....	9
2 Literaturdiskussion.....	10
2.1 Material Methoden.....	10
2.2 Patientenkollektiv.....	11
2.3 Endpunkte.....	12
2.4 Ergebnisse.....	13
2.5 Limitationen.....	16
2.6 Zusammenfassung.....	18
3 Material und Methoden.....	19
3.1 Datenerhebung.....	19
3.2 Automatische Erfassung digitaler Daten.....	19
3.2.1 Patientendaten DAQ-System.....	20
3.2.2 Einteilung der durchführenden Anästhesisten.....	22
3.3 Manuelle Auswertung aller Anästhesieprotokolle der Jahre 2019 und 2020.....	22
3.3.1 Informationen der handschriftlichen Anästhesieprotokolle.....	23
3.3.2 Indikation zur endoskopischen Wachintubation.....	24
3.3.3 Bemerkung des Anästhesisten zur endoskopischen Wachintubation – Dokumentation von Schwierigkeiten und Komplikationen.....	26
3.3.4 Dokumentation gescheiterter endoskopischer Wachintubationen.....	27
3.4 Anonymisierung der Daten.....	28
3.5 Ausschlusskriterien.....	28
3.6 Primärer Endpunkt.....	28
3.7 Statistische Analyse.....	28
4 Ergebnisse.....	30
4.1 Demographische Verteilung.....	30
4.2 Charakteristika der endoskopischen Wachintubation.....	32

4.3	Primärer Endpunkt Zeit.....	33
4.3.1	Primärer Endpunkt Zeit – Gesamt	33
4.3.2	Test auf Unterschiede zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020	34
4.3.3	Zeit – verglichen nach Indikationen – FOI 2019-2020.....	34
4.3.4	Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2019-2020	36
4.3.5	Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2005-2020	39
4.3.6	Zeit – verglichen nach Erkrankungen Reflux und obstruktives Schlafapnoe Syndrom – FOI 2019-2020	41
4.3.7	Zeit – verglichen nach BMI – FOI 2019-2020.....	42
4.4	Komplikationen bei endoskopischer Wachintubation	44
4.5	Gescheiterte endoskopische Wachintubationen	44
5	Diskussion	54
5.1	Zusammenfassung der Hauptergebnisse	54
5.2	Diskussion der Methoden	55
5.2.1	Studiendesign und erhobene Zeitmarken.....	55
5.2.2	Fehlender differenzierter Vergleich mit einer Kontrollgruppe	55
5.2.3	Repräsentativität aufgrund von Ausschlusskriterien	56
5.2.4	Definition einer Komplikation durch Bemerkung des Anästhesisten.....	56
5.2.5	Fehlender Ausschluss gescheiterter endoskopischer Wachintubationen im Studienkollektiv FOI 2005-2020	57
5.3	Diskussion der Ergebnisse	57
5.3.1	Zeitlicher Aufwand der endoskopischen Wachintubation.....	57
5.3.2	Unterschied zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020	59
5.3.3	Benötigte Zeit in Abhängigkeit von der Indikation – FOI 2019-2020.....	59
5.3.4	Benötigte Zeit in Abhängigkeit vom Anästhesisten	60
5.3.5	Benötigte Zeit in Abhängigkeit von Erkrankungen: Reflux und OSAS – FOI 2019-2020..	61
5.3.6	Benötigte Zeit in Abhängigkeit vom BMI – FOI 2019-2020	61
5.3.7	Diskussion der Komplikationen	62
5.3.8	Diskussion gescheiterter endoskopischer Wachintubationen	62
6	Zusammenfassung.....	64
7	Literaturverzeichnis	65
8	Anhang	67
9	Danksagung	III

Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
DAQ	Data Acquisition and Accounting
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
FOI	Fiberoptische / Endoskopische Wachintubation
HNO	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
HTG	Herz-Thorax-Gefäß-Chirurgie
HWS	Halswirbelsäule
MKG	Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
opB	ohne pathologischen Befund
OSAS	Obstruktives Schlafapnoe Syndrom
SOP	Standard Operating Procedure, Standardvorgehensweise
SpO2	Partielle Sauerstoffsättigung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lidocain Pumpspray und Xylomethazolin Nasentropfen	4
Abbildung 2: Aufgefädelter Endotrachealtubus mit geringem Kalibersprung	4
Abbildung 3: Flexibles Fiberglasendoskop mit Tubus und Lokalanästhetikum am Arbeitskanal	4
Abbildung 4: Spritze, gefüllt mit gleichen Teilen Lokalanästhetikum und Luft	4
Abbildung 5: Glottis und Aryknorpel	6
Abbildung 6: Glottis und Übergang zur Trachea	6
Abbildung 7: Trachea	6
Abbildung 8: Trachealbifurkation	6
Abbildung 9: Lagekontrolle durch Visualisierung der Trachealbifurkation aus dem Endotrachealtubus heraus	7
Abbildung 10: Das von Peter Murphy genutzte Choledochoskop mit Lichtquelle	8
Abbildung 11: Mittels Fiberoptik aufgenommene Fotografie: Übergang zur Trachea	8
Abbildung 12: Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2019-2020	37
Abbildung 13: Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2005-2020	39
Abbildung 14: Grafik Zeit – verglichen nach BMI – 2019 -2020	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Literaturdiskussion - Material Methoden	10
Tabelle 2 - Literaturdiskussion - Patientenkollektiv	12
Tabelle 3 - Literaturdiskussion - Endpunkte	13
Tabelle 4 - Literaturdiskussion - Ergebnisse	16
Tabelle 5 - Literaturdiskussion - Limitationen.....	18
Tabelle 6 - Demographische Verteilung	31
Tabelle 7 - Charakteristika der endoskopischen Wachintubation	33
Tabelle 8 - Primärer Endpunkt Zeit - Gesamt.....	34
Tabelle 9 - Zeit – verglichen nach Indikationen – 2019-2020	34
Tabelle 10 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von der Indikation – 2019-2020 ..	36
Tabelle 11 - Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2019-2020	36
Tabelle 12 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – 2019-2020	38
Tabelle 13 - Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2005-2020	39
Tabelle 14 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – 2005-2020	41
Tabelle 15 - Zeit – verglichen nach Erkrankungen Reflux und obstruktives Schlafapnoe Syndrom – 2019-2020.....	41
Tabelle 16 - Zeit – verglichen nach BMI – 2019-2020	42
Tabelle 17 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom BMI – 2019-2020.....	44
Tabelle 18 Komplikationen und gescheiterte FOI	44

1 Einleitung

Die Sicherung der Atemwege sowie das Aufrechterhalten einer suffizienten Ventilation und Oxygenierung während einer Narkose stellt eine der wichtigsten Kompetenzen von Anästhesisten, Intensiv- und Notfallmedizinern dar (Piepho et al., 2023, Striebel, 2019d). Eine besondere Herausforderung besteht bei der Sicherung des schwierigen Atemwegs, wobei Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung, bei der Laryngoskopie oder bei der Intubation auftreten können. Die exakte Ermittlung der Häufigkeit dieser Komplikationen ist „bisher nicht eindeutig möglich, da einerseits die Definition des schwierigen Atemwegs in den verschiedenen Studien und andererseits auch die zugrunde liegende Situation (z.B. Elektiveinleitung im OP versus Notfallintubation auf einer Intensivstation) sehr unterschiedlich ist (Heidegger, 2021). Für die Inzidenz der erschwerten Maskenbeatmung werden ca. 6%, für die unmögliche Maskenbeatmung ca. 0,04-0,15% (Kheterpal et al., 2006, Kheterpal et al., 2013, Langeron et al., 2000, Nørskov et al., 2017, Roth et al., 2019) angegeben [...]. Die Inzidenz der schwierigen direkten Laryngoskopie beträgt 1,5–8,0 %, die Inzidenz der schwierigen Intubation ist etwas niedriger (Adnet et al., 2001, Lavery and McCloskey, 2008). Mit einer unerwarteten „cannot intubate, cannot oxygenate“-Situation ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,008 % (1:13.000) bis 0,004 % (1:25.000) zu rechnen (Kheterpal et al., 2006, Kheterpal et al., 2013)“ (Piepho et al., 2023).

Dieser Zustand kann schnell zu einer schweren Hypoxie führen und bleibende zerebrale Schäden oder der Tod des Patienten können die Folge sein (Striebel, 2019d). Um solche schwerwiegenden Komplikationen zu vermeiden, gilt es, den schwierigen Atemweg schon vor der Atemwegssicherung zu identifizieren (Striebel, 2019c). Ist dies der Fall, stellt die endoskopische Wachintubation (FOI) den Goldstandard zur Atemwegssicherung dar (Schenk et al., 2014).

1.1 Endotracheale Intubation

Als endotracheale Intubation wird das Einführen eines Schlauches oder Rohrs (lat. Tubus = Röhre) durch die Stimmritze in die Trachea verstanden (Striebel, 2019c). Vorteile einer endotrachealen Intubation sind der sichere Schutz vor Aspiration sowie das Ermöglichen einer maschinellen Beatmung und eines gezielten endotrachealen Absaugens (Striebel, 2019c). Die endotracheale Intubation erfolgt am häufigsten durch den Mund (orale Intubation), in besonderen Fällen wie bei bestimmten Operationen im Mund- und Rachenbereich über die Nase (nasale Intubation) (Larsen, 2007).

1.2 Direkte Laryngoskopie

Bei der direkten Laryngoskopie wird die Stimmritze direkt sichtbar gemacht (Striebel, 2019c). Hierfür werden mithilfe eines Laryngoskops Zunge, Zungengrund und Epiglottis verdrängt und angehoben (Rossaint et al., 2020). Der Tubus wird anschließend unter Sicht durch die Stimmritze in die Trachea vorgeschoben. Es folgen das Blocken, die Lagekontrolle und die Fixierung des Tubus (Striebel, 2019a). Die Einstellbarkeit der Stimmritze kann nach Cormack und Lehane in vier Grade unterteilt werden (siehe Anhang 8.1.1).

1.3 Endoskopische Wachintubation

1.3.1 Der schwierige Atemweg

In der S1-Leitlinie Atemwegsmanagement der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) werden Handlungsempfehlungen zur Versorgung des schwierigen Atemwegs zusammengefasst. Unter dem Begriff „schwieriger Atemweg“ verstehen die Autoren „Probleme, die während der Atemwegssicherung auftreten können. Als fachliche Qualifikation zur Beurteilung des „schwierigen Atemwegs“ wird der Facharztstandard Anästhesiologie vorausgesetzt“ (Piepho et al., 2023).

Als erschwerte oder unmögliche Oxygenierung mithilfe einer Gesichtsmaske oder einer supraglottischen Atemwegshilfe wird definiert, wenn das Ausgangsniveau der Sauerstoffsättigung nicht erreicht werden kann. Kann die Glottis nicht visualisiert werden (Cormack und Lehane III und IV), liegt eine unmögliche Laryngoskopie vor. Sind mehr als zwei Intubationsversuche notwendig, wird von einer schwierigen endotrachealen Intubation gesprochen. Wenn beide Probleme vorliegen und weder eine Ventilation noch eine Oxygenierung möglich sind, liegt eine „cannot ventilate, cannot oxygenate“-Situation vor (Piepho et al., 2023).

Grundsätzlich wird der erwartete vom unerwarteten schwierigen Atemweg unterschieden. Um den schwierigen Atemweg schon vor der Atemwegssicherung zu identifizieren und damit unerwartete Intubationsprobleme zu vermeiden, wird möglichst schon im Rahmen der Prämedikation nach Hinweisen für zu erwartende Schwierigkeiten gesucht (siehe 8.1.2 und 8.1.3) (Striebel, 2019c). Wichtig sind die diesbezügliche Anamnese, die Beurteilung der Zungengröße in Relation zum Pharynx (Mallampati-Zeichen, siehe 8.1.4), die Mundöffnung, die Überprüfung der Kopfreklination und die Beurteilung des thyreomentalen Abstands (Patil-Test, siehe 8.1.5) (Striebel, 2019e).

1.3.2 Indikationen für eine endoskopische Wachintubation

Wird anhand der genannten Kriterien ein schwieriger Atemweg identifiziert, ist als Alternative zunächst eine Operation in Regionalanästhesie in Betracht zu ziehen. Ist eine Allgemeinanästhesie notwendig, besteht Indikation zur Atemwegssicherung am wachen, spontan atmenden Patienten. Dabei wird durch den Erhalt der Spontanatmung bis zur definitiven Atemwegssicherung das Risiko der Sauerstoffentsättigung minimiert. Die Narkose wird erst nach Sicherung der Atemwege eingeleitet. Sollte eine Atemwegssicherung nicht möglich sein, bleibt die Spontanatmung erhalten und es besteht keine Gefahr für Hypoxie oder ähnliche Komplikationen. Der Einsatz eines flexiblen Intubationsendoskops besitzt hierbei den höchsten Stellenwert. Als alternative Verfahren kommen eine Videolaryngoskopie, eine Tracheotomie, die Etablierung eines translaryngealen oder transtrachealen Zugangs oder die Anwendung einer Larynxmaske in Frage (Piepho et al., 2023).

1.3.3 Ablauf der endoskopischen Wachintubation

Die folgenden Ausführungen orientieren sich an der Standardvorgehensweise (SOP) „SOP endoskopische Intubationen unter Spontanatmung“ der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz (siehe 8.2).

Material und Vorbereitung

Neben einem Endotrachealtubus wird für eine endoskopische Wachintubation zunächst ein Endoskop benötigt. Zur Verfügung stehen neben flexiblen Fiberbronchoskopen mittlerweile auch flexible Videobronchoskope. „Unter einem flexiblen Fiberbronchoskop wird ein mit einer Glasfaseroptik ausgerüstetes flexibles Kaltlichtendoskop verstanden. Das Licht wird dabei über die Mantelfasern zur Bronchoskopspitze transportiert, die Bilder werden durch ein zentrales, parallel angeordnetes „Bildleitbündel“ übertragen. [...] [Flexible Videobronchoskope] besitzen [...] an der Spitze einen Kamerachip und die Bildübertragung auf einen separaten Monitor erfolgt elektronisch. [...] Das distale Ende eines Fiber- / Videobronchoskops ist flexibel und kann mittels eines Hebels an der (proximalen) Objektivseite in zwei entgegengesetzte Richtungen bewegt werden. [...] Sind allerdings Bewegungen in einer anderen als der Sagittalebene erforderlich, muss das Instrument entsprechend rotiert werden“ (Striebel, 2019b). Der Begriff „endoskopische Wachintubation“ wird im Folgenden für beide Instrumente benutzt.

Zudem werden folgende Materialien benötigt: Ein Silikonspray oder -mittel zur Förderung der Gleitfähigkeit zwischen Tubus und Endoskop, gegebenenfalls ein Antibeschlagmittel, gegebenenfalls ein Gleitmittel zur Nasenpassage, abschwellende Nasentropfen (beispielsweise Xylometazolin), Lokalanästhetikum (beispielsweise Lidocain 2% als Tropfen, gegebenenfalls in Kombination mit Phenylephrin 0,25%; Lidocain 10% als Pumpspray; eine 10 ml Spritze zu gleichen Teilen gefüllt mit Lidocain 2% und Luft), eine Absaugvorrichtung sowie eine Sauerstoff-Quelle mit O2-Sprudler zur Anfeuchtung und eine Sauerstoffbrille oder Nasensonde. Bei oralem Zugangsweg kann ein geschlitzter Güdeltubus verwendet werden.

Der Tubus wird mittels Silikonspray gleitfähig gemacht und das Endoskop in das Tubuslumen eingeführt. Die Absaugeinheit wird an der dafür vorgesehenen Verbindung am Endoskop verbunden und gegebenenfalls der Monitor angeschlossen.

Einleitung



Abbildung 1: Lidocain Pumpspray und Xylomethazolin Nasentropfen

Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 2: Aufgefädelter Endotrachealtubus mit geringem Kalibersprung

Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 3: Flexibles Fiberglasendoskop mit Tubus und Lokalanästhetikum am Arbeitskanal

Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 4: Spritze, gefüllt mit gleichen Teilen Lokalanästhetikum und Luft

Quelle: Eigene Aufnahme

Patientenvorbereitung

Die Patientenvorbereitung beginnt mit der anästhesiologischen Aufklärung, welche die Vermittlung von Informationen über den Ablauf und Risiken des Verfahrens, die Klärung von Fragen und somit die Minderung von Ängsten des Patienten beinhalten sollte. Die Ausführlichkeit der Aufklärung ist gegebenenfalls an eine Notfallsituation anzupassen.

Es bietet sich an, den Patienten zu Beginn der Prozedur in eine Anti-Trendelenburg-Lagerung zu bringen. Hierdurch wird die Atmung für den Patienten erleichtert, sowie das Regurgitationsrisiko von Mageninhalt verringert. Bei Patienten mit Adipositas Grad III (BMI >40kg/m²) kann ein Lagern in die RAMP-Position („Rapid Airway Management Position“) die Atemwegssicherung positiv beeinflussen. Hierbei erfolgt eine Hochlagerung des Oberkörpers, während der äußere Gehörgang und das Jugulum in eine horizontale Ebene gebracht werden (Collins et al., 2004).

Eine anxiolytische Prämedikation (beispielsweise mit einem Benzodiazepin) kann sinnvoll sein. Ein Basismonitoring aus partieller Sauerstoffsättigung (SpO₂)-Messung, nicht invasiver Blutdruckmessung, Atemfrequenz und elektrokardiografischer Ableitung sollte vor Beginn des Verfahrens etabliert werden. Je nach Komorbiditäten des Patienten kann ein erweitertes Monitoring beispielsweise mittels invasiver Blutdruckmessung vorteilhaft sein.

Ablauf

Um einen größtmöglichen Patientenkomfort und dadurch eine verbesserte Compliance zu erreichen, sollte dem Patienten im Vorhinein der Ablauf und währenddessen jeweils der nächste Schritt der Durchführung erläutert werden. Der Patient sollte zudem frühzeitig darüber informiert werden, dass die Verwendung von Lokalanästhetika zu einem subjektiven Gefühl der Schluckunfähigkeit und dadurch zu Unwohlsein führen kann.

Zu Beginn der Prozedur erfolgen die Applikation abschwellender Nasentropfen und eine topische Anästhesie der Nasengänge. Zudem wird mithilfe eines Pumpsprays Lokalanästhetikum in den tiefen Rachen eingebracht. Bei der Anwendung von Lokalanästhetika ist darauf zu achten, dass die Höchstdosis von insgesamt 9 mg Lidocain / kg Körpergewicht (lean body weight) nicht überschritten wird (Ahmad et al., 2020).

Neben der lokalen Anästhesie ist eine Analgosedierung des Patienten erforderlich. Ziel sollte eine suffiziente Anxiolyse mit Dämpfung von Husten- und Würgereflex sein. Hierbei bietet sich der Einsatz eines Opioids, wie Sufentanil oder Remifentanil, kombiniert mit einem niedrig dosierten Hypnotikum, wie Propofol oder Etomidat, an. Dabei ist zu beachten, dass die Spontanatmung des Patienten in jedem Fall erhalten bleiben sollte. Wie bei jeder Analgosedierung sollte periprozedural eine Sauerstoffapplikation erfolgen (Ahmad et al., 2020, Apfelbaum et al., 2013). Über eine Sauerstoffbrille oder Nasensonde werden dem Patienten zwei bis vier Liter Sauerstoff pro Minute zugeführt. Bei kritisch kranken Patienten kann die Wachintubation unter nicht invasiver Ventilation via Endoskopiemaske nach Frey oder High-Flow-Nasal-Oxygen erfolgen.

Vor Einführen der Optik kann bei Bedarf ein Weißabgleich durchgeführt und das Antibeschlagmittel aufgetragen werden. Es erfolgt das Einführen der Optik über Mundöffnung oder Nasenloch und eine Passage der oberen Atemwege unter Sicht, um Verletzungen zu vermeiden. Sollte das Verschieben der Optik in Richtung Larynx zu einem Hustenreiz führen, kann weiteres Lokalanästhetikum über den Arbeitskanal der Optik appliziert werden. Dabei werden 5ml Lidocain 2% und 5ml Luft vorsichtig appliziert. Dieser Vorgang wird als „Spray as you go“ - Technik bezeichnet (Ahmad et al., 2020).

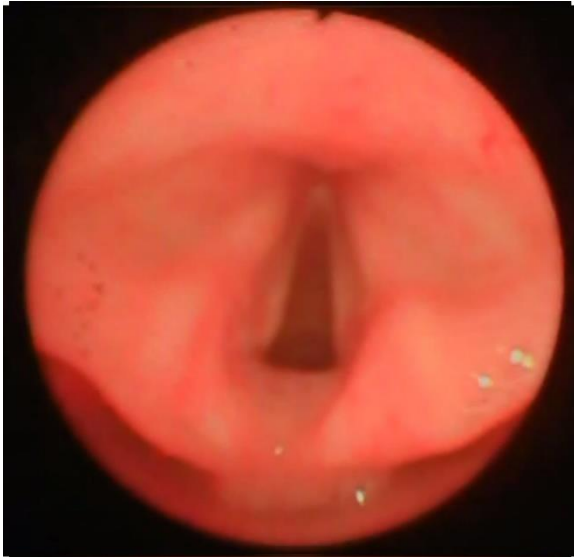


Abbildung 5: Glottis und Aryknorpel

Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 6: Glottis und Übergang zur Trachea

Quelle: Eigene Aufnahme

Während der Zerstäubung kann der Patient gebeten werden einzusatmen und das Lokalanästhetikum zu aspirieren. Bei oraler Intubation kann das Endoskop vorübergehend zurückgezogen werden, um den Patientenkomfort während der Einwirkzeit des Lokalanästhetikums zu verbessern. Bei nasaler Route sollte die Optik in Position belassen werden, da eine erneute Nasenpassage für den Patienten als unangenehm empfunden werden kann. Nach Abwarten der Einwirkzeit ist eine Passage der Stimmbandebene in der Regel möglich. Gegebenenfalls ist eine erneute topische Anästhesie der Trachea erforderlich, da bei einem Hustenstoß die Gefahr einer Dislokation und eines temporären Orientierungsverlusts besteht. Um die tracheale Lage zu bestätigen, sollte die Optik bis zur Darstellung der Trachealbifurkation vorgeschoben werden.



Abbildung 7: Trachea

Quelle: Eigene Aufnahme

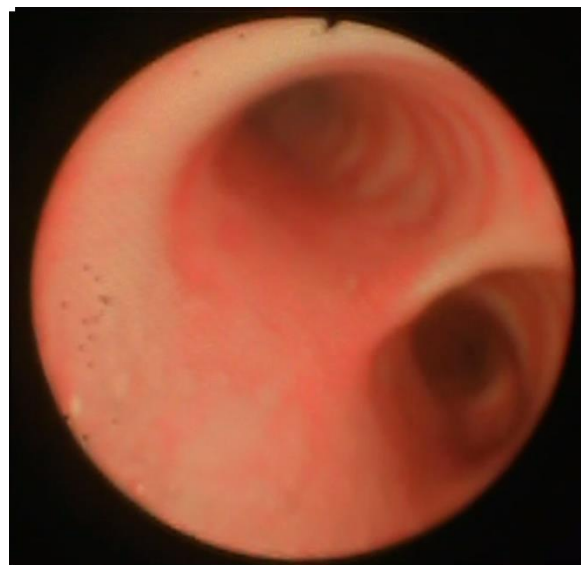


Abbildung 8: Trachealbifurkation

Quelle: Eigene Aufnahme

Bei korrekter Lage der Optik kann nun der Tubus eingeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass ein leichter Widerstand in der Regel durch Rotationsbewegungen atraumatisch überwunden werden kann. Beim weiteren Vorschieben des Tubus besteht die Gefahr der Dislokation der Optik. Dieses Risiko wird als „Peitschenschlag-Phänomen“ bezeichnet und sollte durch kontinuierliche Kontrolle der korrekten Lokalisation der Optik vermieden werden (Knapp and Henle, 2018). Nach Positionierung des Tubus wird das Endoskop zurückgezogen. Zur Sicherstellung der korrekten Tubuslage ist ein „Two-point check“ erforderlich (Ahmad et al., 2020). Hierbei erfolgt eine Visualisierung der korrekten Lokalisation mit Hilfe des Endoskops in Kombination mit einer positiven Kapnometrie (ca. 40 mmHg). Ist beides gegeben, kann eine Allgemeinanästhesie induziert werden.

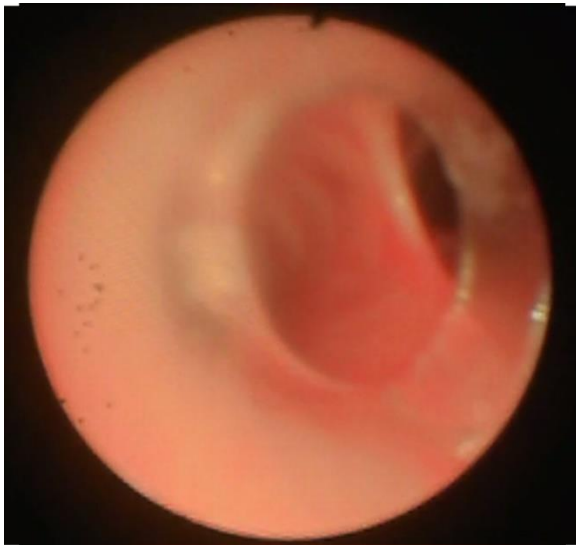


Abbildung 9: Lagekontrolle durch Visualisierung der Trachealbifurkation aus dem Endotrachealtubus heraus

Quelle: Eigene Aufnahme

1.4 Geschichte der endoskopischen Wachintubation

Die erste endoskopische Intubation wurde durch den Anästhesisten Peter Murphy am National Hospital for Nervous Diseases in Queen Square in London durchgeführt und 1967 publiziert (Murphy, 1967). Murphy verwendete ein 6 mm messendes flexibles fiberoptisches Endoskop mit einem optischen und einem Lichtkanal, das ursprünglich als Choledochoskop diente. Ihm gelang die Visualisierung der Glottis, die endotracheale Intubation und die erstmalige Aufnahme von fiberoptischen Bildern der Trachea. Während seiner weiteren klinischen Tätigkeit entwickelte er das Verfahren weiter und nutzte das Endoskop, um Doppellumentuben korrekt zu positionieren (Calder, 2010, Murphy, 1967).



Abbildung 10: Das von Peter Murphy genutzte Choledochoskop mit Lichtquelle

Mit freundlicher Genehmigung von „John Wiley and Sons“.
© 2010 Calder; Anaesthesia © 2010 The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland (Calder, 2010, Murphy, 1967).

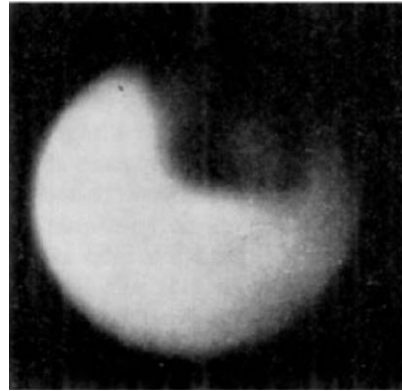


Abbildung 11: Mittels Fiberoptik aufgenommene Fotografie: Übergang zur Trachea

Mit freundlicher Genehmigung von „John Wiley and Sons“ (Murphy, 1967).

Seitdem wurde das Verfahren etabliert und weiterentwickelt. Die erste fiberoptische Intubation in Deutschland erfolgte 1969 durch Helmut Kronschwitz (Kronschwitz, 1969).

In der Universitätsmedizin Mainz wurde das Verfahren frühzeitig als vorteilhaft bei Patienten mit schwierigem Atemweg, initial vor allem in der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, erkannt und schon in den frühen 1980er Jahren regelmäßig angewandt (Kleemann, 1997). Seitdem kam der Etablierung des Verfahrens und der strukturierten Ausbildung der Anästhesisten unter der Leitung des damaligen Direktors der Klinik für Anästhesiologie Prof. Dr. med. Dr. h.c. Wolfgang Dick besondere Bedeutung zu. Dies findet auch in dem seit 1985 regelmäßig organisierten „Mainzer Kurs für endoskopische Intubation“ Ausdruck, welcher mittlerweile in Anerkennung seiner Verdienste um die Lehre als „Peter Paul Kleemann Kurs zur endoskopischen Intubation“ bezeichnet und im Jahr 2024 zum 49. Mal angeboten wird. Prof. Dr. med. Peter Paul Kleemann entwickelte das Verfahren entscheidend weiter, indem er mit einer neuen Generation ultradünner flexibler Fiberoptiken die fiberoptische Intubation von Kindern etablierte (Kleemann et al., 1985). Bedeutend war auch die Einführung des „Mainzer Universaladapters“, welcher fiberoptische Intubationen während Maskenbeatmungen ermöglicht (Scherhag et al., 1990). Aufgrund der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der langjährigen Erfahrung der Mainzer Autoren, die bis in die frühen 80er Jahre zurückreichen sowie ihrer Bereitschaft, ihre Erfahrungen gerne anderen zur Verfügung zu stellen, ist der besondere Stellenwert der endoskopischen Intubation in Mainz klar ersichtlich.

1.5 Ziel der Studie

Vor diesem Hintergrund werden die von 2005 bis 2020 an der Universitätsmedizin Mainz durchgeführten endoskopischen Wachintubationen retrospektiv untersucht.

Primärer Endpunkt der Studie ist der Vergleich der Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung zwischen endoskopischen Wachintubationen und konventionellen Intubationen. Sekundäre Endpunkte sind die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung bei endoskopischen Wachintubationen in Abhängigkeit vom Erfahrungsgrad des Anästhesisten, der Indikation zur endoskopischen Wachintubation und dem Vorliegen von Vorerkrankungen des Patienten (Obstruktives Schlafapnoe Syndrom (OSAS), Refluxerkrankung, Adipositas).

Weitere Endpunkte sind die Inzidenz und Art von Komplikationen im Rahmen von endoskopischen Wachintubationen. Gescheiterte Wachintubationen werden als Falldarstellungen aufgearbeitet.

2 Literaturdiskussion

Im Folgenden werden sechs Studien dargestellt, die (unter anderem) die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung, Komplikationen und Fehlschläge bei endoskopischen Wachintubationen untersuchen. Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit sind die Informationen in tabellarischer Form aufbereitet.

2.1 Material Methoden

	Datenerhebung	Zeitraum	Untersuchte Techniken
Rosenstock et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektiv • Randomisiert • Multizentrisch 	01/2009 – 06/2011	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Wachintubation • Wache Videolaryngoskopie
Law et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Retrospektiv • Unizentrisch 	2002 - 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Wachintubation
Mahrn und Hassan (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektiv • Randomisiert • Unizentrisch 	20.01.2016 - 13.03.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Wachintubation (nasal) • Wache Videolaryngoskopie (nasal)
Joseph et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Retrospektiv • Unizentrisch 	2007 - 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Intubation (wache und narkotisierte Patienten) • Videolaryngoskopie (wache und narkotisierte Patienten) • Direkte Laryngoskopie (wache und narkotisierte Patienten)
El Boghdady et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektiv • Unizentrisch 	09/2013 - 12/2016	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Wachintubation
Karlsen et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Retrospektiv • Unizentrisch 	2011 - 2021	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Wachintubation

Tabelle 1 - Literaturdiskussion - Material Methoden

2.2 Patientenkollektiv

	Anzahl	Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Rosenstock et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • 43 Endoskopische Wachintubationen • 41 Wache Videolaryngoskopien 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter \geq 18 Jahre • ASA (American Society of Anesthesiologists) Klasse I-III • Notwendigkeit einer Vollnarkose mit oraler Intubation • Erwarteter schwieriger Atemweg und SARI (Simplified Airway Risk Index) \geq 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter $<$18 Jahre • ASA Klasse IV-V • Mundöffnung $<$15mm • Desolater Zahnstatus • Notwendigkeit einer nasalen Intubation • Kontraindikation für transtracheale Injektion von Lidocain
Law et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • 1554 Wachintubationen • Davon 1542 endoskopische Wachintubationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle endoskopischen Wachintubationen 	
Joseph et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • 1085 Endotracheale Wachintubationen • 2170 Endotracheale Intubationen in Narkose (ermittelt durch paarweise Zuordnung im Verhältnis 1:2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter $>$ 18 Jahre • Alle endotrachealen Intubationen • Atemwegssicherung wach (n = 1085) oder in Narkose (n = 2170) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unvollständige Dokumentation • Zusätzliche Prozeduren (Arterielle Kanülierung, Anlage Zentralvenöser Katheter, Zentrale Leitungsanästhesie)
Mahran und Hassan (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • 27 Endoskopische Wachintubationen • 27 Wache Videolaryngoskopien 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter 20-60 Jahre • ASA Klasse I-II • Mallampati II-III • Elektive OP bei oropharyngealem Malignom 	<ul style="list-style-type: none"> • Patientenablehnung • Eingeschränkte Mundöffnung • Blutungsneigung • Kontraindikation für nasale Intubation
EI Boghdady	<ul style="list-style-type: none"> • 600 Endoskopische Wachintubationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter $>$ 18 Jahre • Fachbereiche: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde 	<ul style="list-style-type: none"> • Ablehnung durch den Patienten

et al. (2017)		(HNO), Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (MKG), Plastische Chirurgie, Orthopädie, Wirbelsäulenchirurgie, Thoraxchirurgie, Urologie	<ul style="list-style-type: none"> Keine endoskopische Wachintubation Unvollständige Dokumentation
Karlsen et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none"> 833 Endoskopische Wachintubationen 	<ul style="list-style-type: none"> Alle endoskopischen Wachintubationen 	<ul style="list-style-type: none"> Endoskopische Intubation in Narkose (Ausnahme: Narkose aufgrund fehlgeschlagener endoskopischer Wachintubation)

Tabelle 2 - Literaturdiskussion – Patientenkollektiv

2.3 Endpunkte

	Primärer Endpunkt	Sekundäre Endpunkte
Rosenstock et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> Zeit bis zur Intubation, definiert als Zeitraum zwischen der Passage der Zahnreihe mit dem Videolaryngoskop oder Endoskop und der positiven Kapnographie 	<ul style="list-style-type: none"> Erfolg beim ersten Versuch Anzahl der Versuche Anzahl ösophagealer Intubationen Fehlschlag Darstellbarkeit der Glottis Einschätzung der Schwierigkeit durch den Anwender selbst Komplikationen (Entsättigung <90%, Zahnschaden, Weichteilschaden) Unbehagen des Patienten
Law et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> Fehlschlag der endoskopischen Wachintubation Komplikationen 	
Joseph et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> Zeit bis zur Intubation, definiert als Zeitraum zwischen dem Eintreffen 	<ul style="list-style-type: none"> Mittlerer arterieller Druck Herzfrequenz

	des Patienten im OP und der erfolgreichen Intubation	<ul style="list-style-type: none"> • Umfrage an Anästhesisten und Chirurgen: Einschätzung des zeitlichen Mehraufwands einer endoskopischen Wachintubation gegenüber einer Intubation in Narkose
Mahran und Hassan (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Zeit bis zur Intubation, definiert als Zeitraum zwischen Einbringen des Videolaryngoskops oder Endoskops und der positiven Kapnographie 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfolg beim Erstversuch (Fehlschlag ab Intubation >3min) • Komplikationen (Heiserkeit, Blutung nach Intubation)
El Boghdadly et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlschlag der endoskopischen Wachintubation 	<ul style="list-style-type: none"> • Komplikationen
Karlsen et al. (2023)	Inzidenz und Ursache fehlgeschlagener endoskopischer Wachintubationen sowie deren Problemlösung	

Tabelle 3 - Literaturdiskussion – Endpunkte

2.4 Ergebnisse

Ergebnisse	
Rosenstock et al. (2012)	<p>In die Analyse wurden 84 Patienten eingeschlossen. Die mittlere Zeit bis zur trachealen Intubation betrug 80 Sekunden bei Atemwegssicherung durch endoskopische Wachintubation und 62 Sekunden bei wacher Videolaryngoskopie ($p=0,17$). Eine erfolgreiche Atemwegssicherung im ersten Versuch gelang bei endoskopischer Wachintubation in 79%, bei wacher Videolaryngoskopie in 71% der Fälle. Bei einem Patienten gelang die Atemwegssicherung nach drei fehlgeschlagenen Versuchen einer endoskopischen Wachintubation mittels wacher Videolaryngoskopie. Bei einer endoskopischen Wachintubation und bei zwei wachen Videolaryngoskopien kam es zu einer ösophagealen Intubation. Bezüglich der Darstellbarkeit der Glottis ergab sich ein Cormack-Lehane Score von 1-2 bei 34 von 43 endoskopisch und bei 37 von 41 videolaryngoskopisch intubierten Patienten. Die Durchführbarkeit wurde für beide Prozeduren durch die Anwender als einfach eingeschätzt. Auch die Bewertung des Unbehagens des Patienten war in beiden Gruppen gleich und niedrig. Bezüglich der Komplikationen kam es bei neun Patienten, die mittels endoskopischer Wachintubation und fünf Patienten, die mittels</p>

	<p>wacher Videolaryngoskopie intubiert wurden, zu einer Sauerstoffsättigung von unter 90%. Zu einer kleineren Blutung kam es bei drei endoskopisch und zwei videolaryngoskopisch intubierten Patienten.</p>
Law et al. (2015)	<p>Von 1554 Wachintubationen erfolgten 1542 mittels endoskopischer Wachintubation. Es kam zu 31 Fehlschlägen. Als Ursachen konnten in 13 Fällen Husten, Erbrechen, Würgen, in neun Fällen eine Unkooperativität des Patienten und in sieben Fällen eine fehlgeschlagene Tubuspassage festgestellt werden. In einem Fall ließ sich die Glottis nicht visualisieren und in einem weiteren Fall kam es während der Lokalanästhesie zu einer Atemwegsverlegung.</p> <p>Komplikationen trugen bei 239 weiteren, erfolgreichen endoskopischen Wachintubationen auf. In 42 Fällen wurde eine erschwerte Larynxpassage ohne Notwendigkeit eines Tubuswechsels beschrieben. Bei 29 Patienten war ein Wechsel der Tubusgröße oder des Tubusmodells, in fünf Fällen ein Wechsel der Atemwegsrouten erforderlich. Bei 54 Patienten verursachten Husten oder Würgen, bei 16 Patienten Blut oder Sekret Schwierigkeiten. sieben Patienten wurden als unkooperativ beschrieben. In zwölf Fällen kam es zu Lokalanästhetika-assoziierten Beeinträchtigungen, in vier Fällen zu einer zu tiefen Sedierung. Bei 64 Patienten war mehr als ein Intubationsversuch erforderlich, ohne dass die Ursache näher benannt wurde. In fünf Fällen kam es zu einer Undichtigkeit des Cuffs, in einem Fall zu einer unmittelbaren unbeabsichtigten Extubation.</p>
Joseph et al. (2016)	<p>Bei 1085 Wachintubationen (davon 97,2% endoskopische Wachintubationen) wurden im Mittel 24 Minuten bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung benötigt. Es ergab sich eine Differenz von acht Minuten gegenüber 2170 in Narkose durchgeführten endotrachealen Atemwegssicherungen, bei denen eine mittlere Dauer von 16 Minuten ermittelt wurde ($p < 0.0001$). Es ergab sich für die Gruppe der Wachintubationen eine mittlere Herzfrequenz von 88/Minute und ein mittlerer arterieller Druck von 107 mmHg, für die Gruppe der in Narkose intubierten Patienten eine Herzfrequenz von 75/Minute ($p < 0.0094$) und ein mittlerer arterieller Druck von 101 mmHg ($p < 0.0001$).</p> <p>In der weiteren Untersuchung der Wachintubationen konnten keine signifikanten Unterschiede für die Zeit bis zur erfolgreichen Intubation in Abhängigkeit von nasaler und oraler Route, ASA-Klassifikation oder verschiedenen Komorbiditäten identifiziert werden. Es wurde eine Komplikationsrate von 1,6% (17 der 1085 Wachintubationen)</p>

	<p>ermittelt. Beschrieben wurde in drei Fällen Verlegung durch Sekret, in zwei Fällen Epistaxis, in zwei weiteren Fällen Erbrechen, ein Krampfanfall im Rahmen der Lokalanästhesie und in einem Fall eine blutige Verlegung des Endotrachealtubus. Bei zwei Patienten kam es zu einer zu tiefen Sedierung mit Abfall der Sauerstoffsättigung und bei drei Patienten zu einer Undichtigkeit des Cuffs. In drei Fällen kam es zu einer unbeabsichtigten Extubation nach Narkoseeinleitung.</p> <p>Weiterhin beschreiben die Autoren zehn der endoskopischen Wachintubationen als gescheitert. Acht dieser Fälle scheiterten an der Passage des Tubus, in zwei Fällen war eine Visualisierung des Larynx nicht möglich. In sechs der zehn Fälle konnte die Atemwegssicherung mit direkter oder videolaryngoskopischer Darstellung des Larynx erfolgen. In vier Fällen war eine chirurgische Tracheotomie notwendig.</p> <p>Ausgewertet wurde zudem eine Umfrage zur geschätzten Zeit bis zur erfolgreichen Wachintubation. Hierbei überschätzten 76% der Chirurgen und 49% der Anästhesisten den Zeitbedarf für die erfolgreiche Atemwegssicherung.</p>
Mahran und Hassan (2016)	<p>Die Zeit bis zur erfolgreichen Intubation betrug für endoskopische Wachintubationen (n=27) im Mittel 90,26 Sekunden und für wache Videolaryngoskopien (n=27) 70,85 Sekunden ($p<0.001$). Die Erfolgsrate beim ersten Intubationsversuch lag bei endoskopischen Wachintubationen bei 78,8% bei wachen Videolaryngoskopien bei 81,5%. In beiden Gruppen wurde bei jeweils drei Patienten Heiserkeit als Komplikation festgestellt.</p>
El Boghdadly et al. (2017)	<p>Bei 600 endoskopischen Wachintubationen wurden sechs Fehlschläge identifiziert. Bei zwei Patienten kam es nach mehrfachen Intubationsversuchen zu einer Verlegung des Atemwegs. Bei zwei anderen Patienten war es zu einer zu tiefen Sedierung gekommen, bei einem von ihnen lag zusätzlich eine erschwerte Sicht und eine Blutung der Atemwege vor. In einem Fall kam es nach mehreren Intubationsversuchen und nach einer traumatischen nasalen Passage zu einer Undichtigkeit des Cuffs. Bei einem Patienten wurde eine subglottische Enge als Ursache für die fehlgeschlagene Intubation beschrieben. Bei drei der Patienten konnte keine Narkose eingeleitet werden. Ein Patient konnte unter Sedierung mithilfe eines starren Laryngoskops intubiert werden. Bei einem anderen Patienten wurde die Atemwegssicherung primär durch eine supraglottische Atemwegshilfe ermöglicht, welche sekundär durch eine fiberoptische Intubation durch die supraglottische Atemwegshilfe hindurch ersetzt</p>

	<p>wurde. Zudem wurde ein Patient nach Narkoseinduktion mittels direkter Laryngoskopie intubiert.</p> <p>Zu Komplikationen kam es bei insgesamt 66 Patienten. Hierbei sind auch die beschriebenen Fehlschläge einberechnet. Bei 15 Patienten traten multiple Komplikationen auf, sodass in Summe 81 Komplikationen gezählt wurden. Zu den Komplikationen zählten 25 Fälle von mehr als einem Versuch bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung, in 13 Fällen das Auftreten einer zu tiefen Sedierung, in 13 Fällen ein Abfall der Sauerstoffsättigung, in sechs Fällen die Notwendigkeit eines Tubuswechsels, in fünf Fällen ein Wechsel der Intubationsroute, in vier Fällen Agitation des Patienten, in vier Fällen Verlegung durch Sekret, in drei Fällen das Auftreten einer Blutung, und in je einem Fall Erbrechen oder Stridor.</p>
Karlsen et al. (2023)	<p>Bei 833 endoskopischen Wachintubationen kam es zu 29 Fehlschlägen (3,5%). Hauptgründe waren eine akzidentelle Dislokation des Tubus nach Narkoseinduktion (n=8), Unwohlsein des Patienten (n=5), Unmöglichkeit der Tubuspassage (n=5) und Blutung der Atemwege (n=3). Die Situationen wurden primär durch Intubation unter direkter Laryngoskopie mit oder ohne Zuhilfenahme eines Bougie oder durch videolaryngoskopische Intubation gelöst. Bei vier Patienten wurde eine Tracheotomie durchgeführt.</p>

Tabelle 4 - Literaturdiskussion – Ergebnisse

2.5 Limitationen

	Limitationen
Rosenstock et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Verblindung des Anwenders und des Patienten gegenüber der Intubationstechnik war nicht möglich. • Es wurden ausschließlich elektive Eingriffe untersucht. • Die große Varianz in der Zeit bis zur erfolgreichen Intubation in beiden Gruppen zeigt, wie schwierig die Darstellbarkeit der Glottis im klinischen Alltag sein kann. Daher ist möglicherweise die statistische Power, um die Unterschiede zwischen den Techniken sichtbar zu machen, nicht ausreichend. Auch um einen statistisch signifikanten Unterschied in der Beurteilung des Intubationserfolgs beim ersten Versuch aufzuzeigen, wäre eine deutlich größere Stichprobe notwendig gewesen. • Die Autoren wollten einen Unterschied von 30 Sekunden zwischen den Techniken zeigen. Ob diese Zeitdifferenz tatsächlich klinisch relevant ist, kann hinterfragt werden.

	<ul style="list-style-type: none"> • In beiden Gruppen wurde die gleiche Form von Lokalanästhesie verwendet, obwohl diese für Videolaryngoskopien eventuell weniger geeignet ist. • Die engmaschigere Dokumentation von Vitalparametern hätte zusätzliche Informationen für die Bewertung des Patientenkomforts liefern können. • Die Beurteilung des Patientenkomforts durch Befragung der Patienten kann durch die Sedierung kompromittiert sein.
<p>Law et al. (2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Möglicherweise ist das untersuchte Patientenkollektiv für andere Kliniken nicht repräsentativ. • Ebenso können die Untersuchungen gegebenenfalls nicht auf Atemwegssicherungen außerhalb des Operationssaals übertragen werden. • Durch das retrospektive Studiendesign könnten manche Ergebnisse durch Ungenauigkeiten und nicht ausreichende Dokumentation beeinträchtigt sein. Dies gilt insbesondere für Faktoren wie die Notwendigkeit mehrerer Intubationsversuche und verlängerter Intubationszeiten sowie für die Dokumentation von Komplikationen.
<p>Joseph et al. (2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns liegt der Untersuchung möglicherweise eine unvollständige Dokumentation der Intubationstechnik und der untersuchten Komplikationen und Fehlschläge zugrunde. Möglicherweise wurde abgebrochene endoskopische Wachintubationen, bei denen die Atemwegssicherung letztlich mit anderen Techniken erreicht wurde, nicht als solche dokumentiert. • In der Studie wurde die Zeit bis zur Intubation als Zeitraum zwischen dem Eintreffen des Patienten im OP und der erfolgreichen Intubation definiert. Es ist jedoch möglich, dass in einigen Fällen die Lokalanästhesie bereits vor Betreten des Operationssaals begonnen wurde. • Da es sich um eine unizentrische Studie handelt, sind die Ergebnisse gegebenenfalls nicht auf andere Kliniken oder auf Situationen außerhalb des Operationssaals übertragbar. • Ausgeschlossen wurden Patienten mit zusätzlichen Prozeduren wie der Anlage eines arteriellen Zugangs. Hierdurch sind die Ergebnisse möglicherweise weniger repräsentativ. • Möglicherweise waren die Messungen der Vitalparameter alle drei bis 5 Minuten nicht engmaschig genug.

	<ul style="list-style-type: none"> • Die paarweise Zuordnung bezog sich eher auf allgemeine Patientencharakteristika und Vorerkrankungen als auf Atemwegsfaktoren.
Mahrn und Hassan (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Es wurden nur Patienten mit Mallampati II und III eingeschlossen. • Es wurden keine zusätzlichen Parameter der Atemwegsbeurteilung wie thyromentaler Abstand oder Mobilität der Halswirbelsäule erfasst.
El Boghdadly et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Es besteht die Möglichkeit unvollständiger Dokumentation. Einige Datensätze mussten daher aus der Untersuchung ausgeschlossen werden. • Es wurden keine detaillierten Angaben zu Komorbiditäten der Patienten erhoben. • Da es sich um eine unizentrische Studie handelt, sind die Ergebnisse gegebenenfalls nicht übertragbar.
Karlsen et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Durch das retrospektive Studiendesign ist die Dokumentation in einigen Fällen ungenügend.

Tabelle 5 - Literaturdiskussion – Limitationen

2.6 Zusammenfassung

In drei der Studien wurde die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung mittels endoskopischer Wachintubation untersucht. In den beiden prospektiven Studien (Rosenstock et al. und Mahrn und Hassan) wurde ein mittleres Zeitintervall von 80 respektive 90 Sekunden ermittelt. Die retrospektiv angelegte Studie von Joseph et al. definiert den Zeitraum bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung grundsätzlich anders und ist daher mit den anderen Studien schwer vergleichbar. In dieser Studie wurde eine signifikant kürzere Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung für in Narkose durchgeführte endotracheale Intubationen gegenüber endoskopischen Wachintubationen ermittelt. Zudem wurden durch Joseph et al. 17 Fälle von Komplikationen (1,6%) und 10 Fehlschläge (1%) bei 1085 Wachintubationen beschrieben. Law et al. ermittelten eine Abbruchrate von 2% (31 von 1554 endoskopischen Wachintubationen) bei einer Komplikationsrate von 15,7%. El Boghdadly et al. identifizierten sechs Fehlschläge bei 600 endoskopischen Wachintubationen (1%), Komplikationen traten bei 66 Patienten auf (11%). In der Studie von Karlsen et al. kam es bei 833 endoskopischen Wachintubationen zu 29 Fehlschlägen (3,5%).

3 Material und Methoden

3.1 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurde von der Ethik-Kommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz ein Votum erteilt (Antragsnummer: 2020-15342-retrospektiv).

Grundlage für die vorliegende Analyse waren Daten aller Fälle, bei denen zwischen dem 01.01.2005 und dem 31.12.2020 im Arbeitsbereich Anästhesie der Universitätsmedizin Mainz eine endoskopische Intubation im Data Acquisition and Accounting System (DAQ, Core data set anaesthesia 3.0/2010 – Updated data set for external quality control in anaesthesia, Heinrichs W. et al., Universitätsmedizin, Mainz, Deutschland) dokumentiert wurde. In diesem an der Abteilung für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz etablierten Datenerfassungssystem werden Informationen zu Patienten und Prozeduren zur Qualitätssicherung seit 2005 digital erfasst.

3.2 Automatische Erfassung digitaler Daten

Für die Auswahl der Patientenfälle mit endoskopischer Intubation im Zeitraum 2005-2020 führten wir eine spezifische Abfrage aus dem DAQ-System durch.

In die erste Abfrage wurden alle Fälle im Arbeitsbereich Anästhesie der Jahre 2005-2020, welche mit dem Merkmal "Sonstiges Monitoring=Fiberoptisch" und ohne weitere Prozeduren wie Regionalanästhesien oder speziellem Herz-Kreislaufmonitoring ("Anästhesietechnik ≠ Spinal; Peridural; CSE; Kaudal; Reg_Kath; Arm_Axill; Arm_Supra; Arm_VIP; Ischiadicus; Femoralis; Obturatorius; Psoas; Penisblock; Leitung_And; IV_Regio; Überwacht; Beat_o_Nark; Herz-Kreislaufmonitoring ≠ IBP A radialis; IBP A femoralis; ZVK v. jugularis externa; ZVK v. jugularis interna; ZVK V. basilica; ZVK v. subclavia; ZVK v. femoralis; ZVK mehrlumig; ZVD-Messung; PA-Druckmessung; Transösophageale Echokardiografie; Kontin. HZV Messung; Kontin BGA (Paratrend)" sowie "Sonstiges Monitoring ≠ Blasen kath; Umintubation") markiert sind, eingeschlossen (8.3). Eine Liste dieser Fälle gibt das Programm im Microsoft Excel (Version 2110, Microsoft Corporation, Redmond, USA) - Tabellenformat aus. Fälle, bei denen die endoskopische Intubation als alternativer Atemweg im DAQ-System dokumentiert wurde, wurden als nicht abfragekonforme Fälle aus dem Datensatz ausgeschlossen. Der hierdurch generierte Datensatz wird im Folgenden als „FOI 2005-2020“ bezeichnet. Der Ausschluss von Fällen, bei denen zusätzliche Prozeduren im Rahmen der Narkoseeinleitung dokumentiert wurden, erfolgte, um die für die endoskopische Wachintubation selbst benötigte Zeit so genau wie möglich zu bestimmen.

Es wurde ein zweiter Datensatz der Jahre 2019-2020 erhoben. Hierbei wurden alle Fälle eingeschlossen, welche das Merkmal "Sonstiges Monitoring=Fiberoptisch" beinhalten. Daraus ergibt sich ein Datensatz mit allen endoskopischen Wachintubationen inklusive aller Fälle mit zusätzlichen Prozeduren wie Regionalanästhesien oder speziellem Herz-Kreislaufmonitoring. Dieser Datensatz wird im Folgenden als „FOI 2019-2020“ bezeichnet. Die Daten der Fälle in diesem Datensatz wurden durch manuelle Bearbeitung ergänzt, sodass er besonders viele patienten- und prozedurbezogene Charakteristika enthält.

Es wurde ein dritter Datensatz der Jahre 2005-2020 ohne das Merkmal "Sonstiges Monitoring=Fiberoptisch" erhoben. Dieser Datensatz beinhaltet alle Fälle mit dem Merkmal „Luftweg=Endotracheale Intubation oral“ ohne weitere Prozeduren (wie für den ersten Datensatz beschrieben). Dies sind alle oral direkt laryngoskopisch und videolaryngoskopisch durchgeführten Intubationen. Eine Differenzierung zwischen direkter und videolaryngoskopischer Intubation sieht das DAQ-System nicht vor und konnte deshalb nicht vorgenommen werden. Zu diesen Fällen wurden lediglich die Zeiten und keine spezifischen Patientendaten erhoben. Der entstandene Datensatz wird im Folgenden als „Konventionelle Intubation 2005-2020“ bezeichnet. Dieser Datensatz wurde generiert, um einen Vergleich der Zeit bis zur Atemwegssicherung zwischen endoskopischen und konventionellen / videolaryngoskopischen Intubationen zu ermöglichen.

Zu den Ein- und Ausschlusskriterien siehe auch Flowchart „Dateneinschluss und Datenausschluss“ (siehe 8.5).

Folgende Daten ergaben sich mithilfe der automatischen Datenerfassung aus dem DAQ-System:

3.2.1 <u>Patientendaten DAQ-System</u>	
Fallnummer	z.B. 1234567 Sieben-stellige Nummer. Sie wird jedem Fall genau einmal zugeordnet.
Patientennummer	z.B. 2234567 Sieben-stellige Nummer. Sie wird jedem Patienten genau einmal zugeordnet.
Name	Vor- und Nachname
Geburtsdatum	im Format: DD.MM.YYYY
Geschlecht	M=männlich und W=weiblich
Datum der endoskopischen Wachintubation	im Format: DD.MM.YYYY

Für die Behandlung verantwortliche Klinik	HNO, MKG, Neurochirurgie, Orthopädie, Allgemeinchirurgie, Herz-Thorax-Gefäßchirurgie (HTG), Gynäkologie, Urologie, Unfallchirurgie, Neurologie, Kinderchirurgie, Medizinische Klinik I, Augenchirurgie
ASA-Klassifikation	I, II, III, IV, V, H (Hirntod)
Mallampati Klassifikation	I, II, III, IV, nicht beurteilbar, nicht erhoben
Kopf-Reklination des Patienten	Die Beurteilung der Kopf-Reklination erfolgt durch den Anästhesisten während des präoperativen Aufklärungsgesprächs und wird im Anästhesieprotokoll dokumentiert. Die Einteilung lautet wie folgt: unauffällig; fraglich; auffällig; wurde nicht untersucht; war nicht beurteilbar
Kinn-Hals-Abstand des Patienten	Die Beurteilung des Kinn-Hals-Abstands erfolgt durch den Anästhesisten während des präoperativen Aufklärungsgesprächs und wird im Anästhesieprotokoll dokumentiert. Die Einteilung lautet wie folgt: unauffällig; fraglich; auffällig; wurde nicht untersucht; war nicht beurteilbar
Durchführender Anästhesist	Wird im Folgenden erläutert.
Zusätzlich anwesender Anästhesist	Wird im Folgenden erläutert.
Zeitmarke: „Anästhesie-Beginn“	Zeitpunkt, zu dem die erste Maßnahme am Patienten durchgeführt wird.
Zeitmarke: „OP-Freigabe“	Zeitpunkt, zu dem die Atemwegssicherung und Narkoseeinleitung abgeschlossen sind.

3.2.2 Einteilung der durchführenden Anästhesisten

Zur Vergleichbarkeit der Arbeitserfahrung beteiligter Anästhesisten wurde die Personalnummer aus SAP verwendet, um in der Besplan Datenbank (Version vom 14.4.2014, Heinrichs W., Baldering H.-J. et al., Universitätsmedizin, Mainz, Deutschland) den Arbeitsstatus abzurufen. Zur besseren Vergleichbarkeit und um einen Rückschluss auf einzelne Personen zu verhindern, wurden die beteiligten Ärzte in Gruppen unterteilt. Hierbei wurde unterschieden, ob es sich um eine Person mit Facharztbezeichnung für Anästhesiologie, Notfall- und Intensivmedizin in leitender Funktion handelt, beispielsweise Oberärzte, leitende Oberärzte und die Institutsleitung; ob es sich um eine Person mit der Facharztbezeichnung für Anästhesiologie, Notfall- und Intensivmedizin handelt, dies beinhaltet Fachärzte und stellvertretende Oberärzte; oder ob es sich um eine Person ohne Facharztbezeichnung für Anästhesiologie, Notfall- und Intensivmedizin und damit um Assistenzärzte handelt. Die Gruppe der Personen ohne Facharztbezeichnung wurde in Untergruppen nach dem Jahr der Facharztweiterbildung eingeteilt.

Die Einteilung der Untergruppen wurde wie folgt vorgenommen:

Assistentsarzt ≤ 3 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 6 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 12 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 24 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 36 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 48 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt ≤ 60 Monate Arbeitserfahrung
Assistentsarzt > 60 Monate Arbeitserfahrung
Facharzt und stellvertretender Oberarzt
Oberarzt, leitender Oberarzt, Institutsleiter

3.3 Manuelle Auswertung aller Anästhesieprotokolle der Jahre 2019 und 2020

Um detaillierte Informationen zu den durch die DAQ-Abfrage erhobenen Daten zu den Allgemeinanästhesien der Jahre 2019 und 2020, bei denen eine endoskopische Intubation durchgeführt wurde, zu erhalten, wurden mit Hilfe von SAP (SAP Deutschland SE & Co KG, Walldorf, Deutschland) die intraoperativ geführten und digital archivierten Anästhesieprotokolle aufgerufen. Hierbei sind die bereits digital erfassten Daten durch zusätzliche, den Anästhesieprotokollen entnommene, Informationen ergänzt worden. Die aus der Abfrage im DAQ-System erhaltene Fall- und Patientenummer ermöglicht via Fallsuch-Option ein Aufrufen des Anästhesieprotokolls in SAP. In der

Universitätsmedizin Mainz werden während jeder Narkose handschriftlich Merkmale des Patienten, Einzelheiten zum anästhesiologischen Vorgehen inklusive Prozeduren, verabreichte Medikamente, Vitalparameter während der Operation und besondere Vorkommnisse dokumentiert. Die Protokolle werden nach ihrem Abschluss eingescannt und in SAP unter der entsprechenden Patientenummer hinterlegt (8.6).

Im Folgenden werden die für die Fragestellung relevanten Daten, die sich durch die Sichtung der Anästhesieprotokolle erheben lassen, aufgeführt. Durch Begutachtung der handschriftlichen Protokolle wurden die bereits erfassten Daten auf Korrektheit geprüft und durch folgende Informationen ergänzt:

3.3.1 Informationen der handschriftlichen Anästhesieprotokolle

Körpergröße des Patienten	In cm
Gewicht des Patienten	In kg
Body Mass Index	In kg/m ²
Zahnstatus des Patienten	Fest oder saniert; maroder bzw. desolater Zahnstatus; versorgt mit Teilprothese; versorgt mit Vollprothese
Vorliegen einer Refluxerkrankung	Ja / Nein
Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms	Ja / Nein Hierbei musste die Diagnose in der Anamnese bekannt sein. Die Dokumentation differenziert nicht, ob Patienten mit einem CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) - Gerät versorgt sind.
Zur Sedierung verwendete Medikamente	Aus den Protokollen ergaben sich folgende Medikamente in Kombination: Sufentanil + Propofol Sufentanil + Etomidate Sufentanil + Esketamin Sufentanil + Thiopental Remifentanil + Propofol
Nasale oder orale Intubation	Weg, welcher für die Intubation gewählt wurde.
Innendurchmesser des Tubus	In mm
Indikation für die endoskopischen Intubation	Wird im Folgenden erläutert.

Freie Bemerkungen des Anästhesisten zum Atemwegsmanagement	Wird im Folgenden erläutert. Beinhaltet den Erfolg, Misserfolg, sowie besondere Vorkommnisse und Komplikationen.
--	---

3.3.2 Indikation zur endoskopischen Wachintubation

Durch Begutachtung der Anästhesieprotokolle, des OP-Protokolls und der Arztbriefe ließ sich eine Einteilung verschiedener Risikofaktoren des schwierigen Atemwegs vornehmen. Die Beurteilung basierte auf den Informationen aus Mallampati-Klassifikation, Kopf-Reklination, Kinn-Hals-Abstand, vorangegangenen Atemwegs-Komplikationen und gegebenenfalls ausgestellten Anästhesie-Ausweisen. Berücksichtigt wurden außerdem Diagnosen wie mit dem Atemweg in Zusammenhang stehende Raumforderungen, sowie Frakturen und andere Einschränkungen im Kiefer- oder Halswirbel-Bereich. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden hierbei Gruppen gebildet, welche im Folgenden teilweise erläutert werden:

Bekannter schwieriger Atemweg
Erwarteter schwieriger Atemweg durch Einschätzung im Anamnesegespräch
Neoplasie im Hals-, Nasopharynx-, Oropharynx-Bereich, den oberen Atemwegen sowie dem damit korrespondierendem Mediastinum
Inflammatorischer Prozess, Zysten und Hämatome im Hals-, Nasopharynx- oder Oropharynxbereich
Fraktur oder mechanische Einschränkung im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich
Fraktur oder mechanische Einschränkung im Bereich der Halswirbelsäule
Diagnostische Panendoskopie
Andere näher beschriebene Risikofaktoren

Bekannter schwieriger Atemweg

Als bekannter schwieriger Atemweg wurden sowohl Fälle bezeichnet, bei denen Patienten im Anamnesegespräch von Schwierigkeiten bei vorangegangener Atemwegssicherung berichteten, als auch Fälle, bei denen im Rahmen vorheriger Narkosen Schwierigkeiten dokumentiert wurden. Hierzu gehören auch Patienten, welche nach vorangegangenen Narkosen einen Anästhesieausweis mit dem Hinweis auf einen schwierigen Atemweg erhalten haben.

Erwarteter schwieriger Atemweg

Als erwarteter schwieriger Atemweg wurden Fälle bezeichnet, bei denen im Anamnesegespräch Prädiktoren erkannt und dokumentiert wurden, welche auf ein erhöhtes Risiko für einen schwierigen Atemweg hindeuten. Nicht zu dieser Kategorie gehören Patienten, die zwar Prädiktoren des schwierigen Atemwegs aufwiesen, allerdings in eine andere Gruppe eingeteilt wurden. Hierzu gehören Patienten mit einer Neoplasie oder Fraktur im Kopf-Hals-Bereich. Zu den Prädiktoren für ein erhöhtes Risiko gehören:

Mallampati-Klassifikation	III - IV
Kopf-Reklination	Eingeschränkt - nicht möglich
Kinn-Hals-Abstand (auch Patil-Test)	Verkürzt (<7cm)
Mundöffnung	<3cm
Obstruktives Schlafapnoe Syndrom	In Kombination mit Dysphagie
Adipositas	Ab einem BMI von >50kg/m ² oder in Kombination mit Dysphagie
Dysgnathie	Vorhanden
Syndromale Schädelanomalien	z.B. Goldenhar-Syndrom, Franceschetti Syndrom
Anatomische Veränderungen der oberen Atemwege	z.B. Tracheomalazie oder Trachealstenose, Laryngomalazie
Starke Blutungen nach operativem Eingriff im Mund-Rachen-Bereich	Vorhanden

Diagnostische Panendoskopie

Als diagnostische Panendoskopie wurden alle Fälle bezeichnet, bei denen aufgrund von Dysphagie oder wegen eines Globusgefühls eine endoskopische Wachintubation durchgeführt wurde, ohne dass bei der folgenden diagnostischen Panendoskopie eine Diagnose gemäß einer anderen Kategorie gestellt wurde. Die Kombination von Dysphagie und einem obstruktiven Schlafapnoe Syndrom oder einem BMI von >50 kg/m² wurde hingegen, wie oben beschrieben, als ausreichende Risikokonstellation für einen zu erwartenden schwierigen Atemweg bewertet.

Neoplasien

Diese Gruppe beinhaltet alle Patienten, welche eine mit dem Atemweg korrespondierende Neoplasie aufwiesen. Dazu zählen neben Karzinomen der Mundschleimhaut auch Lymphome des Halses oder des Mediastinums, sowie Schilddrüsenkarzinome mit Beeinträchtigung der Atemwege. Des Weiteren beinhaltet diese Gruppe Patienten, bei denen ein Risiko für einen schwierigen Atemweg durch anatomische Veränderungen nach Therapie einer Neoplasie vorlagen.

Inflammatorische Prozesse, Zysten und Hämatome

Diese heterogene Gruppe beinhaltet Patienten mit verschiedenen benignen Raumforderungen, welche den Atemweg behinderten oder die Sicht bei Intubation erschwerten. Hierzu zählen Abszesse oder Zysten, aber auch Hämatome nach Operationen des Kopf-Hals-Bereichs, welche nicht durch eine Neoplasie begründet waren.

3.3.3 Bemerkung des Anästhesisten zur endoskopischen Wachintubation – Dokumentation von Schwierigkeiten und Komplikationen

Bemerkungen des Anästhesisten können als Freitext auf dem Anästhesieprotokoll erfasst werden. Während der Begutachtung der Anästhesieprotokolle wurde geprüft, ob Schwierigkeiten oder Komplikationen während der endoskopischen Wachintubation dokumentiert wurden. Wir unterschieden in der Auswertung unserer Daten zwischen „Schwierigkeiten und Komplikationen“, bei denen eine Atemwegssicherung via endoskopischer Wachintubation letztlich möglich gewesen ist und „gescheiterten endoskopischen Wachintubationen“, bei denen zumindest der Einsatz eines weiteren Atemwegshilfsmittels zur erfolgreichen Atemwegssicherung erforderlich war. Die Bemerkungen wurden in die im Folgenden beschriebenen Gruppen eingeordnet.

Problemlose endoskopische Wachintubation, Wachintubation nach SOP
Erfolgreiche endoskopische Wachintubation bei reichlich Sekret
Erfolgreiche endoskopische Wachintubation nach Wechsel der Optik
Erfolgreiche endoskopische Wachintubation bei agitierten Patienten
Erfolgreiche endoskopische Wachintubation unter nicht näher bezeichneten schwierigen Bedingungen
Erfolgreiche endoskopische Wachintubation nach Wechsel der Tubusgröße

Problemlose endoskopische Wachintubation, Wachintubation nach SOP

Als problemlos wurden alle endoskopischen Wachintubationen bewertet, welche keine schriftliche Information über Komplikationen oder Schwierigkeiten aufwiesen oder die vom Anästhesisten als „problemlos“ oder als „FOI nach SOP“ (siehe 8.2) bezeichnet wurden.

Erfolgreiche endoskopische Wachintubation bei agitierten Patienten

Als endoskopische Wachintubation bei agitierten Patienten wurden alle Fälle eingeordnet, bei denen der Patient vom Anästhesisten als agitiert, mit Hustenreiz, Würgereiz oder verminderter Compliance beschrieben wurde.

Erfolgreiche endoskopische Wachintubation unter nicht näher bezeichneten schwierigen Bedingungen

Bei der Gruppe der nicht näher bezeichneten schwierigen Bedingungen handelt es sich um alle Fälle, welche vom Anästhesisten als "schwierig" oder als "anspruchsvoll" dokumentiert wurden, ohne eine genauere Ursache für die Schwierigkeit zu benennen.

3.3.4 Dokumentation gescheiterter endoskopischer Wachintubationen

Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative Atemwegssicherung mit Videolaryngoskop
Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative Atemwegssicherung durch chirurgische Tracheotomie
Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative Atemwegssicherung mit konventioneller Laryngoskopie

Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative Atemwegssicherung mit Videolaryngoskop

Hierunter wurden Fälle zusammengefasst, bei denen die Atemwegssicherung mittels flexibler Optik nicht erfolgreich war und anschließend ein erfolgreicher Intubationsversuch mittels Videolaryngoskop erfolgte.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative chirurgische Atemwegssicherung

Hierunter wurden Fälle zusammengefasst, bei denen die Atemwegssicherung mittels flexibler Optik nicht erfolgreich war und ein alternativer chirurgischer Atemweg im Sinne einer Tracheotomie oder Koniotomie etabliert wurde.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation – Alternative Atemwegssicherung mit konventioneller Laryngoskopie

Hierunter wurden Fälle zusammengefasst, bei denen die Atemwegssicherung mittels flexibler Optik nicht erfolgreich war und eine Atemwegssicherung nach Narkoseinduktion mittels konventioneller Laryngoskopie durchgeführt wurde.

3.4 Anonymisierung der Daten

Zur Anonymisierung des Datensatzes FOI 2005-2020 entfernten wir unmittelbar nach der Abfrage den Namen des Patienten, die Fallnummer, die Patientennummer und das Geburtsdatum. Für den Datensatz FOI 2019-2020 wurden lediglich der Patientennamenname und das Geburtsdatum nach der Berechnung des Alters aus dem Datensatz entfernt. Patientennummer und Fallnummer wurden beibehalten, um eine weitere Zuordnung und genauere Untersuchung zu ermöglichen.

3.5 Ausschlusskriterien

Aus dem Datensatz FOI 2019-2020 wurden Fälle ausgeschlossen, bei denen nach Auswertung der Anästhesieprotokolle keine endoskopische Wachintubation durchgeführt wurde. Hierbei handelte es sich beispielsweise um eine endoskopische Lagekontrolle nach Intubation mittels Doppellumen-Tubus. Des Weiteren wurden Patienten ausgeschlossen, bei denen eine endoskopische Wachintubation sekundär durchgeführt wurde. Dies betrifft Fälle nach gescheiterter Videolaryngoskopie oder konventioneller Laryngoskopie. Weiterhin handelt es sich um Fälle, bei denen zusätzlich zur primären endoskopischen Wachintubation aufwändige Prozeduren wie Manöver zum Austausch des Tubus aufgrund der Notwendigkeit eines Doppellumen-Tubus hinzukamen. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen unvollständige Datensätze vorlagen. Dies beinhaltet Fälle, die im DAQ-System angelegt waren, zu denen in SAP jedoch kein Protokoll vorlag.

3.6 Primärer Endpunkt

Primärer Endpunkt der Studie ist die zur Sicherung der Atemwege mittels endoskopischer Wachintubation benötigte Zeit. Um das Zeitintervall darzustellen, verwenden wir die durch die Anästhesie digital erfassten Zeitmarken „Anästhesie-Beginn“ und „OP-Freigabe“ (siehe 8.3). Die Zeitmarke „Anästhesie-Beginn“ gibt hierbei den Zeitpunkt an, zu dem die erste Maßnahme am Patienten durchgeführt wurde. Die Zeitmarke „OP-Freigabe“ definiert den Zeitpunkt, zu dem die Atemwegssicherung und Narkoseeinleitung abgeschlossen war. Das sich daraus ergebene Intervall wird im Folgenden auch als „Einleitungsdauer“, „Anästhesieeinleitung“ oder „Dauer der anästhesiologischen Einleitung“ bezeichnet.

3.7 Statistische Analyse

Die Daten wurden im Excel-Tabellenformat dokumentiert. Um eine statistische Analyse und graphische Darstellung vornehmen zu können, wurde der Datensatz aus Excel in SPSS (Version 27, IBM, Armonk, USA) überführt.

Charakteristika der Studienpopulation werden in absoluten Zahlen, sowie in prozentuaem Anteil an der jeweiligen Gesamtpopulation angegeben. Hiervon ausgenommen ist das Alter, welches in Mittelwert und Standardabweichung angegeben wird. Charakteristika der Prozedur der endoskopischen Wachintubation werden in absoluten Zahlen, sowie in prozentuaem Anteil an der jeweiligen Gesamtpopulation angegeben. Die bis zur OP-Freigabe benötigte Zeit wird in Stunden und Minuten im

Format "hh:mm" angegeben. Zudem werden die minimal und maximal benötigte Zeit, sowie Mittelwert, Standardabweichung, Median und Modus angegeben.

Für den Vergleich von Untergruppen mit dichotomem Merkmal wurde der Mann-Whitney-U-Test angewandt. Hierzu zählen die Merkmale Reflux-Erkrankung und obstruktives Schlafapnoe Syndrom. Der Mann-Whitney-U-Tests ist eine nichtparametrische Alternative zum t-Test für zwei unabhängige Stichproben, die hauptsächlich dann Anwendung findet, wenn die Verteilung in beiden Gruppen nicht als normalverteilt angenommen werden kann. Die abhängige Variable muss für den Mann-Whitney-U-Test mindestens ordinalskaliert sein. Untergruppen mit polytomen Merkmalen wurden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests und den dazugehörigen paarweisen Untergruppen-Vergleichen analysiert. Zu den untersuchten polytomen Merkmalen zählen die Indikation zur endoskopischen Wachintubation, die Bemerkungen des Anästhesisten, sowie der Erfahrungsgrad des Anästhesisten. Der Kruskal-Wallis-Test ist eine nichtparametrische Alternative zur Varianzanalyse (ANOVA) für mehr als zwei unabhängige Stichproben, die hauptsächlich dann Anwendung findet, wenn die Verteilung in den Gruppen nicht als normalverteilt angenommen werden kann. Auch für diesen Test muss die abhängige Variable mindestens ordinalskaliert sein.

Als signifikant wurden Testergebnisse mit einem p-Wert innerhalb des Signifikanzniveaus $p < 0,05$ bezeichnet. Bei signifikanten Untergruppenunterschieden berechneten wir die Effektstärke nach Cohen (Cohen, 1992) und bewerteten sie wie folgt:

<0,1	schwach
0,1-0,3	mittel
>0,5	stark

(Cohen, 1992)

Zusätzlich zur Effektstärke wurden bei signifikanten paarweisen Vergleichen die Differenz der Mittelwerte der Zeitintervalle (Δt) berechnet und im Format (hh:mm) angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Demographische Verteilung

Durch die gezielten Abfragen aus dem DAQ-System der Universitätsmedizin Mainz ergaben sich folgende Studienpopulationen: Für den Datensatz FOI 2005-2020 mit allen durchgeführten endoskopischen Wachintubationen, welche in der Einleitungssituation keine weiteren anästhesiologischen Prozeduren erhielten, 4324 Fälle. Für den Datensatz FOI 2019-2020 mit allen endoskopischen Intubationen inklusive derer, welche zusätzliche anästhesiologische Prozeduren erhielten, 1916 Fälle. Für den Datensatz der konventionellen Intubationen der Jahre 2005-2020 117486 Fälle.

Die demographische Verteilung der Datensätze FOI 2019-2020 und FOI 2005-2020 ist in Tabelle 6 aufgeführt.

	FOI 2019-2020 n=1916	FOI 2005-2020 n=4324
Alter (Jahre)		
Mittelwert (Standardabweichung)	59 (18)	57 (17)
Median	62	60
Minimum	<1	<1
Maximum	98	98
Geschlecht		
W	665 (34,7%)	1550 (35,8%)
M	1251 (65,3%)	2774 (64,2%)
ASA-Status		
1	93 (4,9%)	175 (4,0%)
2	740 (38,6%)	1930 (44,6%)
3	980 (51,1%)	2081 (48,1%)
4	103 (5,4%)	137 (3,2%)
5	0	0
H	0	0
Fehlend	0	1 (<0,1%)
BMI (kg/m²)		k.A.
<18,5	99 (5,2%)	
18,5-24,9	761 (39,7%)	
25,0-29,9	587 (30,6%)	
30,0-34,9	247 (12,9%)	
35,0-39,9	96 (5,0%)	
>40	90 (4,7%)	
Fehlend	36 (1,9%)	

Zahnstatus		k.A.
opB, saniert	1273 (66,4%)	
desolat	126 (6,6%)	
Teilprothese	159 (8,3%)	
Vollprothese	351 (18,3%)	
Fehlend	7 (0,4%)	
Reflux		k.A.
Ja	248 (12,9%)	
Nein	1662 (86,7%)	
Fehlend	6 (0,3%)	
OSAS		k.A.
Ja	156 (8,1%)	
Nein	1754 (91,5%)	
Fehlend	6 (0,3%)	
Mallampati		
Nicht beurteilbar	311 (16,2%)	283 (6,5%)
I	214 (11,2%)	1022 (23,6%)
II	506 (26,4%)	1565 (36,2%)
III	485 (25,3%)	1031 (23,8%)
IV	382 (19,9%)	394 (9,1%)
Nicht untersucht	18 (0,9%)	29 (0,7%)
Kopf-Reklination		
Unauffällig	1244 (64,9%)	3124 (72,2%)
Fraglich	215 (11,2%)	504 (11,7%)
Pathologisch	338 (17,6%)	541 (12,5%)
Nicht untersucht	48 (2,5%)	110 (2,5%)
Nicht beurteilbar	71 (3,7%)	45 (1,0%)
Kinn-Hals-Abstand		
Unauffällig	1171 (61,1%)	3028 (70,0%)
Fraglich	342 (17,8%)	715 (16,5%)
Pathologisch	309 (16,2%)	441 (10,2%)
Nicht untersucht	94 (4,9%)	140 (3,2%)
Alter (in Jahren) wird in Mittelwert und Standardabweichung beschrieben. Weitere Werte werden in absoluter Häufigkeit und Häufigkeit in Prozent an der jeweiligen Gesamtpopulation angegeben. ASA= American Society of Anesthesiologists; BMI= Body Mass Index; FOI = endoskopische Wachintubation; OSAS= Obstruktives Schlafapnoe Syndrom; opB = ohne pathologischen Befund		

Tabelle 6 - Demographische Verteilung

4.2 Charakteristika der endoskopischen Wachintubation

Die häufigste Indikation zur endoskopischen Wachintubation im Datensatz FOI 2019-2020 bestand in einer Neoplasie im Kopf-Hals-Bereich (48,1%). In 85% der Fälle handelte es sich um elektive Eingriffe, gegenüber 9,6% dringender und 5,4% Notfall-Eingriffe. Der weitaus größte Teil der endoskopischen Wachintubationen wurde in der Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (46,3%) oder in der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (38,4%) durchgeführt. Zur Analgosedierung wurden am häufigsten Sufentanil und Propofol (59,2%) oder Sufentanil und Etomidate (38,6%) eingesetzt. Anästhesisten aller Erfahrungsgrade führten endoskopische Wachintubationen durch, der größte Anteil erfolgte durch Fachärzte oder stellvertretende Oberärzte (24,3%).

Die weiteren Charakteristika der endoskopischen Wachintubation des Datensatzes FOI 2019-2020 und die Charakteristika des Datensatzes FOI 2005-2020 sind in Tabelle 7 dargestellt.

	FOI 2019-2020 n=1916	FOI 2005-2020 n=4324
Indikation		k.A.
Bekannter schwieriger Atemweg	92 (4,8%)	
Erwarteter schwieriger Atemweg	283 (14,8%)	
Rachen-Kopf-Hals-Neoplasie	921 (48,1%)	
Rachen-Kopf-Hals-Infektion	339 (17,7%)	
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	165 (8,6%)	
Fraktur Halswirbelsäule	104 (5,4%)	
Diagnostische Panendoskopie	10 (0,5%)	
Andere	2 (0,2%)	
Dringlichkeit		
Wahleingriff	1629 (85%)	3915 (90,5%)
Dringender Eingriff	184 (9,6%)	234 (5,4%)
Notfall	103 (5,4%)	175 (4,0%)
Klinik		
Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde	735 (38,4%)	3112 (72,0%)
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie	888 (46,3%)	504 (11,7%)
Neurochirurgie	85 (4,4%)	59 (1,4%)
Orthopädie	17 (0,9%)	23 (0,5%)
Allgemeinchirurgie	33 (1,7%)	125 (2,9%)
Herz-Thorax-Gefäßchirurgie	8 (0,4%)	21 (0,5%)
Gynäkologie	8 (0,4%)	93 (2,2%)
Urologie	10 (0,5%)	53 (1,2%)
Unfallchirurgie	67 (3,5%)	70 (1,6%)
Neurologie	1 (0,1%)	1 (<0,1%)
Kinderchirurgie	5 (0,3%)	25 (0,6%)
Radiologie	3 (0,2%)	2 (<0,1%)
Medizinische Klinik I	4 (0,2%)	4 (0,1%)

Augenchirurgie	52 (2,7%)	225 (5,2%)
Fehlend	0	7 (0,2%)
Medikamente		k.A.
Sufentanil + Propofol	1134 (59,2%)	
Sufentanil + Etomidate	746 (38,6%)	
Sufentanil + Esketamin	24 (1,3%)	
Sufentanil + Thiopental	2 (0,1%)	
Remifentanil + Propofol	10 (0,5%)	
1. Anästhesist		
Assistenzarzt <3 M.	162 (8,5%)	164 (3,8%)
Assistenzarzt 3.-6. M.	227 (11,8%)	359 (8,3%)
Assistenzarzt 7.-12. M.	186 (9,7%)	560 (13,0%)
Assistenzarzt 2. Jahr	254 (13,3%)	534 (12,3%)
Assistenzarzt 3. Jahr	163 (8,5%)	377 (8,7%)
Assistenzarzt 4. Jahr	42 (2,2%)	289 (6,7%)
Assistenzarzt 5. Jahr	142 (7,4%)	261 (6,0%)
Assistenzarzt t >5. Jahr	139 (7,3%)	389 (9,0%)
Facharzt, stellvertretender Oberarzt	465 (24,3%)	926 (21,4%)
Oberarzt, leitender Oberarzt, Institutsleiter	136 (7,1%)	462 (10,7%)
Fehlend	0	3 (0,1%)
2. Anästhesist		
Kein 2. Anästhesist	347 (18,1%)	771 (17,8%)
Assistenzarzt <3 M.	119 (6,2%)	190 (4,4%)
Assistenzarzt 3.-6. M.	63 (3,3%)	137 (3,2%)
Assistenzarzt 7.-12. M.	56 (2,9%)	154 (3,6%)
Assistenzarzt 2. Jahr	67 (3,5%)	163 (3,8%)
Assistenzarzt 3. Jahr	46 (2,4%)	104 (2,4%)
Assistenzarzt 4. Jahr	15 (0,8%)	91 (2,1%)
Assistenzarzt 5. Jahr	35 (1,8%)	88 (2,0%)
Assistenzarzt > 5. Jahr	47 (2,5%)	119 (2,8%)
Facharzt, stellvertretender Oberarzt	452 (23,6%)	1293 (29,9%)
Oberarzt, leitender Oberarzt, Institutsleiter	669 (34,9%)	1214 (28,1%)
Werte werden in absoluter Häufigkeit und Häufigkeit in Prozent an der jeweiligen Gesamtpopulation angegeben. FOI = endoskopische Wachintubation		

Tabelle 7 - Charakteristika der endoskopischen Wachintubation

4.3 Primärer Endpunkt Zeit

4.3.1 Primärer Endpunkt Zeit – Gesamt

Für die Einleitungsdauer (definiert als Intervall zwischen „Anästhesie-Beginn“ und „OP-Freigabe“, siehe 3.6) wurden für den Datensatz FOI 2019-2020 im Mittel 19 Minuten, für den Datensatz 2005-2020 im Mittel 15 Minuten und für die konventionellen Intubationen 2005-2020 im Mittel neun Minuten berechnet. Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten ist in Tabelle 8 dargestellt.

	FOI 2019-2020	FOI 2005-2020	Konventionelle Intubation 2005-2020
	n=1908¹	n=4324	n=117486
Minimum	00:01	00:01	00:01
Maximum	02:45	01:51	20:03
Mittelwert	00:19	00:15	00:09
Standardabweichung	00:12	00:08	00:09
Median	00:16	00:14	00:11
Modus	00:10	00:10	00:10

¹Gescheiterte endoskopische Intubationen (n=8) sind von der Auswertung ausgeschlossen; Einleitungsdauer in [hh:mm];
FOI = endoskopische Wachintubation

Tabelle 8 - Primärer Endpunkt Zeit – Gesamt

4.3.2 Test auf Unterschiede zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020

Die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung mittels konventioneller Intubation war gegenüber endoskopischer Wachintubation signifikant kürzer bei einer mittleren Differenz von sechs Minuten (siehe 8.8.3). In der weiteren Analyse zeigte sich eine schwache Effektstärke ($r=0,078$).

4.3.3 Zeit – verglichen nach Indikationen – FOI 2019-2020

Es ergaben sich im Mittel die kürzesten Einleitungszeiten für diagnostische Panendoskopien (15 Minuten). Die längsten Einleitungszeiten wurden für Frakturen der Halswirbelsäule (28 Minuten) und „andere“ (30 Minuten) ermittelt. Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten des Datensatzes FOI 2019-2020 in Abhängigkeit von der Indikation ist in Tabelle 9 dargestellt.

	Bek. AW	Erw. AW	Neopl.	Entz.	Fraktur MKG	Fraktur HWS	Diag. Pan.	Andere
n	92	280	918	338	165	103	10	2
Mittelwert	0:21	0:18	0:19	0:16	0:17	0:28	0:15	0:30
Median	0:16	0:16	0:15	0:15	0:16	0:24	0:15	0:30
Modus	0:14	0:15	0:10	0:10	0:16	0:22	0:07	0:25
Std.- Abweichung	0:15	0:12	0:12	0:07	0:08	0:16	0:08	0:07
Minimum	0:03	0:01	0:01	0:03	0:04	0:07	0:06	0:25
Maximum	1:39	1:19	2:45	1:00	1:05	1:37	0:29	0:36

Einleitungsdauer in [hh:mm]; Bek. AW= bekannter schwieriger Atemweg; Erw. AW= erwarteter schwieriger Atemweg; Neopl. = Nase-Rachen-Kopf-Hals-Neoplasie; Entz= Nase-Rachen-Kopf-Hals-Entzündung; Diag. Pan. = Diagnostische Panendoskopie

Tabelle 9 - Zeit – verglichen nach Indikationen – 2019-2020

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von der Indikation – FOI 2019-2020

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit von der Indikation für die endoskopische Wachintubation. Um weiter spezifizieren zu können, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede bestehen, sind zusätzlich paarweise Vergleiche durchgeführt worden und in Tabelle 10 dargestellt. Bei signifikanten Unterschieden wurden zusätzlich die Effektstärke und die Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen angegeben.

Für endoskopische Wachintubationen bei diagnostischen Panendoskopien wurden im Vergleich mit allen anderen Indikationen kürzere Einleitungszeiten ermittelt. Es zeigte sich nur der Vergleich mit endoskopischen Wachintubationen bei Fraktur der Halswirbelsäule statistisch signifikant bei einer mittleren zeitlichen Differenz von 13 Minuten. Eine endoskopische Wachintubation bei Fraktur der Halswirbelsäule war in nahezu allen Vergleichen mit signifikant längeren Einleitungszeiten verbunden bei mittlerer Effektstärke ($r=0,2-0,37$).

Gruppe 1	Gruppe 2	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δt
Diagnostische Panendoskopie	Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	0,870	1,000		
Diagnostische Panendoskopie	Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	0,500	1,000		
Diagnostische Panendoskopie	erwarteter schwieriger Atemweg	0,482	1,000		
Diagnostische Panendoskopie	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	0,458	1,000		
Diagnostische Panendoskopie	bekannter schwieriger Atemweg	0,258	1,000		
Diagnostische Panendoskopie	Fraktur Halswirbelsäule	0,005	0,140	0,26	0:13
Diagnostische Panendoskopie	Andere	0,053	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	0,078	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	erwarteter schwieriger Atemweg	0,032	0,890	0,08	0:02
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	0,004	0,112	0,08	0:03
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	bekannter schwieriger Atemweg	0,006	0,165	0,06	0:05
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Fraktur Halswirbelsäule	0,000	0,000	0,37	0:12
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Andere	0,042	1,000	0,11	0:14
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	erwarteter schwieriger Atemweg	0,948	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	0,850	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	bekannter schwieriger Atemweg	0,229	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	Fraktur Halswirbelsäule	0,000	0,000	0,345	0:11
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	Andere	0,073	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	0,888	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	bekannter schwieriger Atemweg	0,211	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	Fraktur Halswirbelsäule	0,000	0,000	0,31	0:10
erwarteter schwieriger Atemweg	Andere	0,074	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	bekannter schwieriger Atemweg	0,198	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	Fraktur Halswirbelsäule	0,000	0,000	0,20	0:09
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	Andere	0,075	1,000		
bekannter schwieriger Atemweg	Fraktur Halswirbelsäule	0,000	0,003	0,28	0:07

Ergebnisse

bekannter schwieriger Atemweg	Andere	0,117	1,000		
Fraktur Halswirbelsäule	Andere	0,428	1,000		
Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) und Effektstärke ($r > 0,3$) sind markiert. Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Δt : Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.; (siehe 8.7.1)					

Tabelle 10 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von der Indikation – 2019-2020

4.3.4 Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2019-2020

Die kürzeste mittlere Einleitungszeit (17 Minuten) ergab sich für Assistenzärzte im 7.-12. Monat, für Assistenzärzte mit über fünf Jahren Berufserfahrung und für die Gruppe der Oberärzte, leitenden Oberärzte und Institutsleiter. Die längste mittlere Einleitungszeit wurde für Assistenzärzte mit weniger als drei Monaten Arbeitserfahrung ermittelt (21 Minuten). Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten des Datensatzes FOI 2019-2020 in Abhängigkeit vom Erfahrungsgrad des Anästhesisten ist in Tabelle 11 dargestellt.

	AA <3 Mon.	AA 3.-6. Mon.	AA 7.-12. Mon.	AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	AA 4. Jahr	AA 5. Jahr	AA >5 Jahre	FA & stv. OA	OA, IOA, IL
n	160	225	186	254	162	42	142	138	464	135
Mittelwert	0:21	0:19	0:17	0:18	0:19	0:20	0:18	0:17	0:19	0:17
Median	0:20	0:16	0:15	0:14	0:16	0:16	0:17	0:15	0:16	0:15
Modus	0:14	0:13	0:10	0:14	0:13	0:15	0:13	0:15	0:10	0:10
Std.- Abweichung	0:11	0:11	0:10	0:13	0:12	0:15	0:09	0:09	0:13	0:11
Minimum	0:03	0:05	0:03	0:03	0:04	0:01	0:03	0:01	0:01	0:01
Maximum	1:13	1:39	1:30	1:37	1:17	1:36	1:00	0:57	2:45	1:03
Einleitungsdauer in [hh:mm]; AA= Assistenzarzt; Mon.= Monat; FA= Facharzt; stv. OA=stellvertretender Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter										

Tabelle 11 - Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2019-2020

Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2019-2020

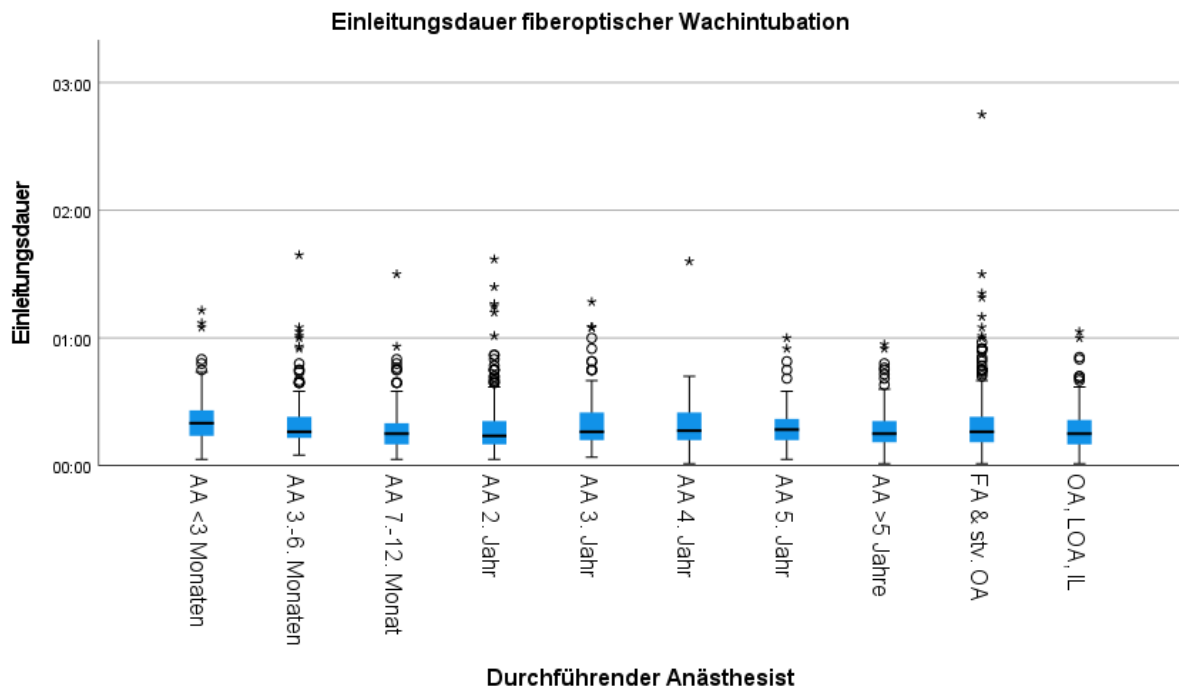


Abbildung 12: Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2019-2020

Einleitungsdauer im Format [hh:mm]; AA= Assistenzarzt; FA= Facharzt; stv. OA=stellvertretender Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2019-2020

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit vom durchführenden Anästhesisten. Um weiter spezifizieren zu können, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede bestehen, sind zusätzlich paarweise Vergleiche durchgeführt worden und in Tabelle 12 aufgelistet. Bei signifikanten Unterschieden wurden zusätzlich die Effektstärke und die Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen angegeben.

Anästhesisten der Gruppe der Oberärzte, leitenden Oberärzte und Institutsleiter benötigten in allen Gruppenvergleichen weniger Zeit für die Atemwegssicherung. Diese Unterschiede waren nur im Vergleich mit Assistenzärzten mit bis zu drei beziehungsweise mit drei bis sechs Monaten Arbeitserfahrung statistisch signifikant bei mittlerer Effektstärke ($r=0,14-0,24$). Zudem zeigte sich, dass Anästhesisten mit einer Arbeitserfahrung von weniger als drei Monaten in allen Gruppenvergleichen mehr Zeit bis zur Atemwegssicherung benötigten. Diese Unterschiede waren in sieben von neun Fällen statistisch signifikant bei mittlerer Effektstärke ($r=0,12-0,24$).

Gruppe 1	Gruppe 2	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δt
OA, LOA, IL	AA 7.-12. Monat	0,878	1,000		
OA, LOA, IL	AA 2. Jahr	0,735	1,000		
OA, LOA, IL	AA >5 Jahre	0,407	1,000		
OA, LOA, IL	FA & stv. OA	0,082	1,000		
OA, LOA, IL	AA 3. Jahr	0,066	1,000		
OA, LOA, IL	AA 5. Jahr	0,064	1,000		

Ergebnisse

OA, LOA, IL	AA 4. Jahr	0,131	1,000		
OA, LOA, IL	AA 3.-6. Monaten	0,009	0,426	0,14	0:02
OA, LOA, IL	AA <3 Monaten	0,000	0,002	0,24	0:04
AA 7.-12. Monat	AA 2. Jahr	0,846	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA >5 Jahre	0,460	1,000		
AA 7.-12. Monat	FA & stv. OA	0,079	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3. Jahr	0,067	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 5. Jahr	0,066	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 4. Jahr	0,145	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3.-6. Monaten	0,007	0,336	0,13	0:02
AA 7.-12. Monat	AA <3 Monaten	0,000	0,001	0,23	0:04
AA 2. Jahr	AA >5 Jahre	0,543	1,000		
AA 2. Jahr	FA & stv. OA	0,086	1,000		
AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	0,076	1,000		
AA 2. Jahr	AA 5. Jahr	0,075	1,000		
AA 2. Jahr	AA 4. Jahr	0,166	1,000		
AA 2. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,007	0,320	0,12	0:01
AA 2. Jahr	AA <3 Monaten	0,000	0,000	0,22	0:03
AA >5 Jahre	FA & stv. OA	0,473	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3. Jahr	0,324	1,000		
AA >5 Jahre	AA 5. Jahr	0,307	1,000		
AA >5 Jahre	AA 4. Jahr	0,345	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3.-6. Monaten	0,092	1,000		
AA >5 Jahre	AA <3 Monaten	0,001	0,046	0,19	0:04
FA & stv. OA	AA 3. Jahr	0,625	1,000		
FA & stv. OA	AA 5. Jahr	0,584	1,000		
FA & stv. OA	AA 4. Jahr	0,548	1,000		
FA & stv. OA	AA 3.-6. Monaten	0,166	1,000		
FA & stv. OA	AA <3 Monaten	0,001	0,030	0,14	0:02
AA 3. Jahr	AA 5. Jahr	0,945	1,000		
AA 3. Jahr	AA 4. Jahr	0,764	1,000		
AA 3. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,510	1,000		
AA 3. Jahr	AA <3 Monaten	0,016	0,737	0,12	0:02
AA 5. Jahr	AA 4. Jahr	0,802	1,000		
AA 5. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,576	1,000		
AA 5. Jahr	AA <3 Monaten	0,024	1,000	0,13	0:03
AA 4. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,925	1,000		
AA 4. Jahr	AA <3 Monaten	0,214	1,000		
AA 3.-6. Monaten	AA <3 Monaten	0,054	1,000		

AA= Assistenzarzt; OA= Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter; stv. OA= stellvertretender Oberarzt; FA= Facharzt; Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind markiert. Δt : Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.; (siehe 8.7.2)

Tabelle 12 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – 2019-2020

4.3.5 Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2005-2020

Es ergaben sich mit im Mittel 14 Minuten die kürzesten Einleitungszeiten für die Gruppe der Oberärzte, leitenden Oberärzte und Institutsleiter. Die längsten mittleren Einleitungszeiten wurden für Assistenzärzte mit weniger als drei beziehungsweise mit drei bis sechs Monaten Arbeitserfahrung ermittelt (17 Minuten). Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten des Datensatzes FOI 2005-2020 in Abhängigkeit vom Erfahrungsgrad des Anästhesisten ist in Tabelle 13 dargestellt.

	AA <3 Mon.	AA 3.-6. Mon	AA 7.- 12. Mon.	AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	AA 4. Jahr	AA 5. Jahr	AA >5 Jahre	FA & stv. OA	OA, LOA, IL
n	164	359	560	534	377	289	261	389	926	462
Mittelwert	0:17	0:17	00:16	0:15	0:16	0:16	0:15	0:15	0:15	0:14
Median	0:16	0:15	00:14	0:14	0:15	0:15	0:14	0:15	0:14	0:12
Modus	0:10	0:16	00:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:15	0:10	0:10
Std.- Abweichung	0:08	0:08	00:08	0:09	0:08	0:11	0:07	0:08	0:08	0:10
Minimum	0:03	0:01	00:01	0:01	0:01	0:01	0:01	0:01	0:01	0:01
Maximum	0:41	1:03	01:30	1:44	1:05	1:51	1:00	1:25	1:27	1:50

Einleitungsdauer in [hh:mm] AA= Assistenzarzt; Mon.= Monat; FA= Facharzt; stv. OA=stellvertretender Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter

Tabelle 13 - Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2005-2020

Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – FOI 2005-2020

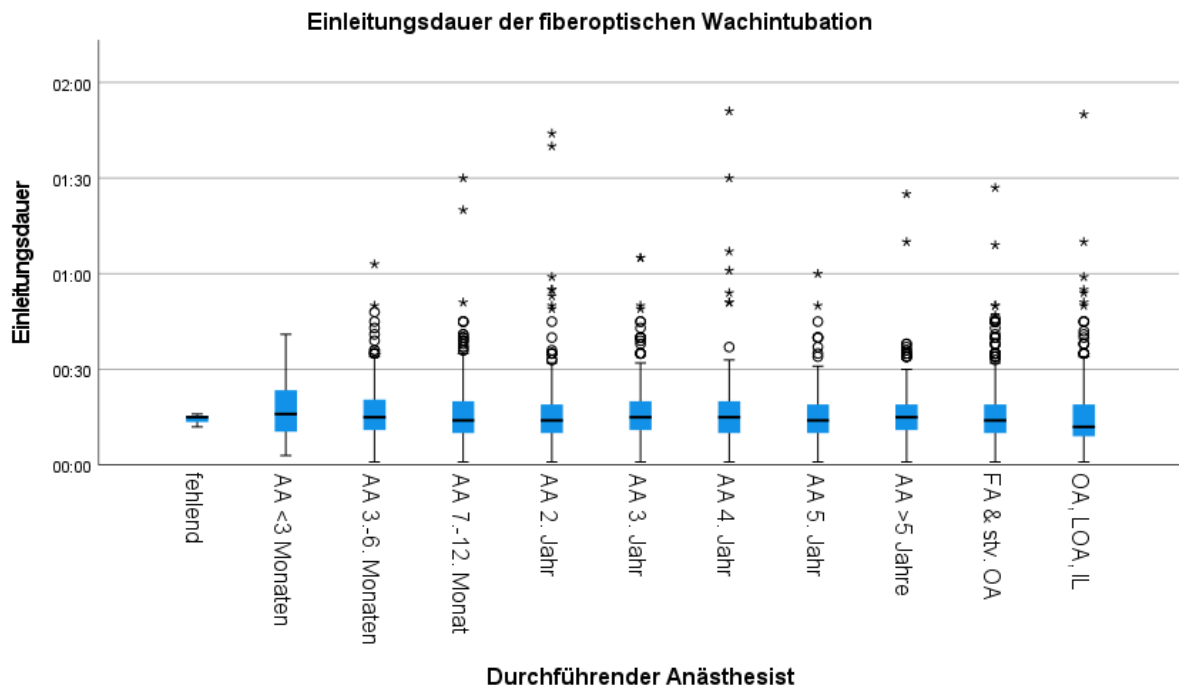


Abbildung 13: Grafik Zeit – verglichen nach Anästhesisten – 2005-2020

Einleitungsdauer im Format [hh:mm]; AA= Assistenzarzt; FA= Facharzt; stv. OA=stellvertretender Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2005-2020

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit vom durchführenden Anästhesisten. Um weiter spezifizieren zu können, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede bestehen, sind zusätzlich paarweise Vergleiche durchgeführt worden und in Tabelle 14 aufgelistet. Bei signifikanten Unterschieden wurden zusätzlich die Effektstärke und die Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen angegeben.

Es zeigte sich eine signifikant kürzere Einleitungsdauer für die Gruppe der Oberärzte, leitenden Oberärzte und Institutsleiter gegenüber jeder Vergleichsgruppe. In der weiteren Analyse ließen sich schwache bis mittlere Effektstärken ($r = 0,07-0,2$) ermitteln. Die maximale zeitliche Differenz lag bei drei Minuten im Vergleich zu Assistenzärzten mit bis zu drei beziehungsweise mit drei bis sechs Monaten Arbeitserfahrung. Die minimale zeitliche Differenz lag bei einer Minute im Vergleich zur Gruppe der stellvertretenden Oberärzte und Fachärzte, sowie im Vergleich zu Assistenzärzten im zweiten und fünften Ausbildungsjahr. Zudem zeigte sich, dass Anästhesisten mit einer Arbeitserfahrung von weniger als drei beziehungsweise von drei bis sechs Monaten in allen Gruppenvergleichen mehr Zeit bis zur Atemwegssicherung benötigten. Diese Unterschiede waren teilweise statistisch signifikant bei niedriger bis mittlerer Effektstärke ($r=0,07-0,18$).

Gruppe 1	Gruppe 2	Sig.	Anp. Sig. ^a	Effektstärke	Δ t
OA, LOA, IL	FA & stv. OA	0,005	0,300	0,07	0:01
OA, LOA, IL	AA 2. Jahr	0,009	0,522	0,08	0:01
OA, LOA, IL	AA 5. Jahr	0,022	1,000	0,08	0:01
OA, LOA, IL	AA 4. Jahr	0,010	0,550	0,18	0:02
OA, LOA, IL	AA >5 Jahre	0,000	0,011	0,16	0:01
OA, LOA, IL	AA 7.-12. Monat	0,000	0,002	0,13	0:02
OA, LOA, IL	AA 3. Jahr	0,000	0,000	0,17	0:02
OA, LOA, IL	AA 3.-6. Monaten	0,000	0,000	0,20	0:03
OA, LOA, IL	AA <3 Monaten	0,000	0,000	0,18	0:03
FA & stv. OA	AA 2. Jahr	0,904	1,000		
FA & stv. OA	AA 5. Jahr	0,792	1,000		
FA & stv. OA	AA 4. Jahr	0,605	1,000		
FA & stv. OA	AA >5 Jahre	0,105	1,000		
FA & stv. OA	AA 7.-12. Monat	0,063	1,000		
FA & stv. OA	AA 3. Jahr	0,003	0,141	0,08	0:01
FA & stv. OA	AA 3.-6. Monaten	0,000	0,003	0,11	0:02
FA & stv. OA	AA <3 Monaten	0,002	0,113	0,09	0:02
AA 2. Jahr	AA 5. Jahr	0,875	1,000		
AA 2. Jahr	AA 4. Jahr	0,698	1,000		
AA 2. Jahr	AA >5 Jahre	0,170	1,000		
AA 2. Jahr	AA 7.-12. Monat	0,124	1,000		
AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	0,008	0,454	0,09	0:01
AA 2. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,000	0,021	0,11	0:02
AA 2. Jahr	AA <3 Monaten	0,004	0,238	0,10	0:02
AA 5. Jahr	AA 4. Jahr	0,847	1,000		
AA 5. Jahr	AA >5 Jahre	0,321	1,000		

Ergebnisse

AA 5. Jahr	AA 7.-12. Monat	0,279	1,000		
AA 5. Jahr	AA 3. Jahr	0,040	1,000	0,08	0:01
AA 5. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,005	0,255	0,11	0:02
AA 5. Jahr	AA <3 Monaten	0,015	0,815	0,12	0:02
AA 4. Jahr	AA >5 Jahre	0,417	1,000		
AA 4. Jahr	AA 7.-12. Monat	0,371	1,000		
AA 4. Jahr	AA 3. Jahr	0,056	1,000		
AA 4. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,007	0,374	0,10	0:01
AA 4. Jahr	AA <3 Monaten	0,021	1,000	0,11	0:01
AA >5 Jahre	AA 7.-12. Monat	0,979	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3. Jahr	0,232	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3.-6. Monaten	0,039	1,000	0,08	0:02
AA >5 Jahre	AA <3 Monaten	0,079	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3. Jahr	0,204	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3.-6. Monaten	0,027	1,000	0,07	0:01
AA 7.-12. Monat	AA <3 Monaten	0,069	1,000		
AA 3. Jahr	AA 3.-6. Monaten	0,381	1,000		
AA 3. Jahr	AA <3 Monaten	0,410	1,000		
AA 3.-6. Monaten	AA <3 Monaten	0,895	1,000		

AA= Assistenzarzt; OA= Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter; stv. OA= stellvertretender Oberarzt; FA= Facharzt; Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind markiert. Δ t: Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.; (siehe 8.7.4)

Tabelle 14 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – 2005-2020

4.3.6 Zeit – verglichen nach Erkrankungen Reflux und obstruktives Schlafapnoe Syndrom – FOI 2019-2020

Für Patienten mit Reflux-Erkrankung konnten keine verlängerten mittleren Einleitungszeiten ermittelt werden. Bei Patienten mit Reflux-Erkrankung war die mittlere Einleitungszeit mit 17 Minuten um durchschnittlich zwei Minuten kürzer. Bei Patienten mit OSAS lag die mittlere Einleitungszeit bei 20 Minuten und war damit durchschnittlich um zwei Minuten länger. Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten in Abhängigkeit von Reflux-Erkrankung und OSAS ist in Tabelle 15 dargestellt.

	fehlend	Reflux opB	Reflux		fehlend	OSAS opB	OSAS
n	6	1656	246		6	1747	155
Mittelwert	0:19	0:19	0:17		0:19	0:18	0:20
Median	0:18	0:16	0:15		0:18	0:16	0:16
Modus	0:13	0:10	0:10		0:13	0:10	0:13
Std.-Abweichung	0:05	0:12	0:10		0:05	0:12	0:14
Minimum	0:13	0:01	0:01		0:13	0:01	0:01
Maximum	0:26	2:45	1:15		0:26	2:45	1:39

Einleitungsdauer in [hh:mm]; opB= ohne pathologischen Befund; OSAS= Obstruktives Schlafapnoe Syndrom

Tabelle 15 - Zeit – verglichen nach Erkrankungen Reflux und obstruktives Schlafapnoe Syndrom – 2019-2020

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: Reflux – FOI 2019-2020

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Reflux-Erkrankung (siehe 8.8.1).

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: OSAS – FOI 2019-2020

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit vom Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms (siehe 8.8.2).

4.3.7 Zeit – verglichen nach BMI – FOI 2019-2020

Es ergaben sich mit im Mittel 18 Minuten die kürzesten Einleitungszeiten für die Gruppen BMI 18,5-24,9 und 25-29,9. Die längsten mittleren Einleitungszeiten wurden für Patienten mit einem BMI >40 ermittelt. Die weitere deskriptive Analyse der Einleitungszeiten des Datensatzes FOI 2019-2020 in Abhängigkeit vom BMI ist in Tabelle 16 dargestellt.

	fehlend	<18,4	18,5-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	>40
n	36	99	758	585	246	94	90
Mittelwert	0:20	0:19	0:18	0:18	0:19	0:19	0:21
Median	0:17	0:18	0:16	0:15	0:15	0:16	0:19
Modus	0:16	0:13	0:10	0:10	0:10	0:12	0:10
Std.-Abweichung	0:10	0:11	0:10	0:12	0:14	0:14	0:12
Minimum	0:07	0:04	0:01	0:01	0:01	0:01	0:03
Maximum	0:45	1:19	1:17	2:45	1:37	1:21	1:05
Einleitungsdauer in [hh:mm]; BMI in kg/m ²							

Tabelle 16 - Zeit – verglichen nach BMI – 2019-2020

Grafik Zeit – verglichen nach BMI – FOI 2019 -2020

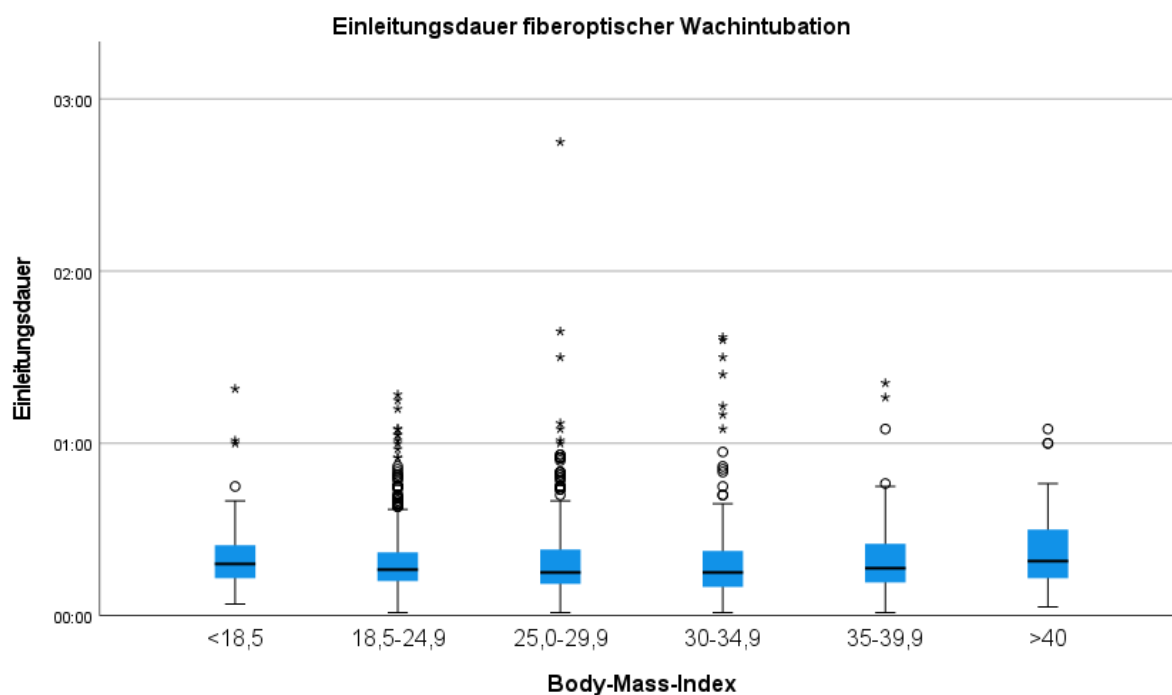


Abbildung 14: Grafik Zeit – verglichen nach BMI – 2019 -2020

Einleitungsdauer im Format [hh:mm]; BMI in kg/m²

Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom BMI – FOI 2019-2020

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied in Bezug auf das benötigte Zeitintervall zur Anästhesieeinleitung in Abhängigkeit vom BMI des Patienten. Um genauer zu untersuchen, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede bestehen, sind zusätzlich paarweise Vergleiche durchgeführt worden und in Tabelle 17 aufgelistet. Bei signifikanten Unterschieden wurden zusätzlich die Effektstärke und die Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen angegeben.

Für Patienten mit Adipositas Grad III (BMI >40 kg/m²) wurden im Vergleich mit jeder anderen Gruppe längere Einleitungszeiten ermittelt. Diese Unterschiede waren in vier von fünf Fällen statistisch signifikant bei einer zeitlichen Differenz von bis zu drei Minuten und niedriger bis mittlerer Effektstärke (r=0,09-0,15).

Gruppe 1	Gruppe 2	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δ t
30-34,9	25,0-29,9	0,840	1,000		
30-34,9	18,5-24,9	0,547	1,000		
30-34,9	35-39,9	0,690	1,000		
30-34,9	<18,5	0,081	1,000		
30-34,9	>40	0,005	0,074	0,15	0:02
25,0-29,9	18,5-24,9	0,599	1,000		
25,0-29,9	35-39,9	0,767	1,000		
25,0-29,9	<18,5	0,077	1,000		
25,0-29,9	>40	0,003	0,052	0,11	0:03
18,5-24,9	35-39,9	0,970	1,000		

18,5-24,9	<18,5	0,126	1,000		
18,5-24,9	>40	0,007	0,100	0,09	0:02
35-39,9	<18,5	0,268	1,000		
35-39,9	>40	0,043	0,647	0,15	0:02
<18,5	>40	0,340	1,000		

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind markiert. Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; BMI in kg/m²; Δ t: Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen; (siehe 8.7.3)

Tabelle 17 - Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom BMI – 2019-2020

4.4 Komplikationen bei endoskopischer Wachintubation

In der Studienpopulation FOI 2019-2020 wurden 94,2% der endoskopischen Wachintubationen als problemlos beschrieben. Bei 82 Patienten (4,4%) wurde die Prozedur als erschwert gekennzeichnet, ohne dass ein Wechsel der Intubationstechnik erforderlich war. Die Atemwegssicherung konnte ohne weitere Maßnahmen erfolgreich durchgeführt werden. In 22 Fällen (1,1%) war lediglich ein Wechsel des Tubus zur erfolgreichen Atemwegssicherung erforderlich. In acht Fällen (0,4%) konnte nur durch Wechsel beziehungsweise Hinzunahme eines weiteren Intubationsverfahrens (in fünf Fällen durch Videolaryngoskopie, in einem Fall durch konventionelle Laryngoskopie) oder durch Tracheotomie (zwei Fälle) eine Atemwegssicherung erreicht werden.

Komplikationen und gescheiterte FOI	FOI 2019-2020 n=1916
Problemlose FOI	1804 (94,2%)
Schwierige FOI mit Komplikationen	82 (4,4%)
- Viel Sekret	17 (0,9%)
- Wechsel der Optik	3 (0,2%)
- Patient agitiert	26 (1,4%)
- Nicht näher bezeichnet	36 (1,9%)
Wechsel des Tubus	22 (1,1%)
Gescheiterte FOI und Alternative	
- Videolaryngoskopie	5 (0,3%)
- Chirurgische Tracheotomie	2 (0,1%)
- Narkose und konventionelle Laryngoskopie	1 (0,1%)

Tabelle 18 Komplikationen und gescheiterte FOI

4.5 Gescheiterte endoskopische Wachintubationen

Bei insgesamt acht gescheiterten endoskopischer Wachintubationen der Studienpopulation FOI 2019-2020 handelt es sich um fünf Männer und drei Frauen. Die Indikation zur wachen Atemwegssicherung bestand in drei Fällen in einer Neoplasie mit möglicher Beeinträchtigung des Atemwegs. In einem Fall war eine Entzündung im Kopf-Hals-Bereich ursächlich. In drei Fällen war ein schwieriger Atemweg zu erwarten und in einem Fall ein schwieriger Atemweg bereits in der Anamnese des Patienten bekannt.

Ergebnisse

Bei genauerer Betrachtung der gescheiterten endoskopischen Wachintubationen ließen sich zwei übergeordnete Ursachen für den Abbruch der Prozedur finden. In der Hälfte der Fälle führte eine mechanische Verlegung der Atemwege zu der Entscheidung, eine alternative Methode zur Atemwegssicherung zu wählen.

In zwei dieser Fälle gelang eine Passage des Larynx mit dem Endoskop problemlos, ein Einführen des Tubus konnte jedoch nicht erreicht werden. Dabei handelte es sich in einem Fall um einen bekannten schwierigen Atemweg und einem weiteren Fall um eine unmögliche Passage aufgrund ausgedehnter Tumormasse.

In zwei Fällen ließ sich der Larynx mit dem Endoskop einstellen, eine Passage der Glottis war jedoch bereits mit dem Endoskop nicht mehr möglich. Als Ursache für die blockierte Glottis wurde in einem Fall Tumormasse bei Larynxkarzinom beschrieben. Im anderen Fall handelte es sich um eine verschlossene Glottis, möglicherweise durch unzureichende Sedierung.

In zwei der vier Fälle mit mechanischer Verlegung der Atemwege konnte durch die Hinzunahme beziehungsweise den Wechsel auf eine Videolaryngoskopie eine Intubation erreicht werden. In den anderen zwei Fällen war eine Intubation nicht möglich, da ein Tumor im Halsbereich den Atemweg verlegte. Es wurde jeweils eine Tracheotomie durchgeführt.

Bei der anderen Hälfte der Fälle, in denen eine Hinzunahme oder ein Wechsel der Technik zur Atemwegssicherung erforderlich war, wurde die endoskopische Wachintubation durch den Patienten nicht ausreichend toleriert und dadurch keine genügende Kooperation erreicht. In unserem Kollektiv erfolgte in zwei Fällen eine progrediente Sedierung bis zum Verlust der Spontanatmung. In einem dritten Fall musste die Prozedur aufgrund von unzureichender Kooperation des Patienten bei Husten- und Würgereiz abgebrochen werden. In einem Fall konnten aufgrund einer Allergie keine Lokalanästhetika eingesetzt werden. Ein Versuch der endoskopischen Wachintubation ohne Lokalanästhesie wurde durch die Patientin nicht toleriert. In diesen vier Fällen konnte durch einen Wechsel auf eine direkte Laryngoskopie oder Videolaryngoskopie eine komplikationslose Atemwegssicherung erreicht werden.

Im Folgenden werden alle acht Fälle der Jahre 2019 und 2020, bei denen eine Atemwegssicherung nicht allein durch eine endoskopische Wachintubation zu erreichen war, detailliert dargestellt.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 1

Datum Prozedur	30.07.2019
Alter	85
Geschlecht	Männlich
ASA	3
BMI	25,47 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	II
Reklination	Unauffällig
Kinn-Hals-Abstand	Unauffällig
Reflux	opB
OSAS	opB
Route	Oral
Tubusgröße	7,5 mmID
Klinik	Unfallchirurgie
Anästhesist	Facharzt oder stellvertretender Oberarzt
Indikation	Bekannter schwieriger Atemweg
Medikamente	Sufentanil & Propofol

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei bekanntem schwierigem Atemweg in der Anamnese gestellt. Es wurde eine problemlose Einstellung und Passage des Larynx mit dem Endoskop beschrieben. Ein Verschieben des Tubus war jedoch nicht möglich. Unter Zuhilfenahme eines Videolaryngoskops wurde eine Tubus-Passage-Schwierigkeit an den Cartilagine arytaenoideae erkannt. Durch mechanische Einwirkung mit dem Videolaryngoskop wurde ein Überwinden ermöglicht. Durch Kombination von Endoskop und Videolaryngoskop war diese Intubation erfolgreich.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 2

Datum Prozedur	28.07.2020
Alter	24
Geschlecht	Männlich
ASA	2
BMI	38,78 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	I
Reklination	Unauffällig
Kinn-Hals-Abstand	Fraglich
Reflux	opB
OSAS	opB
Route	Nasal
Tubegröße	6,5 mmID
Klinik	Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
Anästhesist	Oberarzt, leitender Oberarzt, Institutsleiter
Indikation	Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung
Medikamente	Sufentanil & Esketamin

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei retinierten Zähnen, Mund-Antrum-Verbindung und Übergewicht bei einem BMI von 38,78 kg/m² gestellt. Es handelte sich um einen autistischen Patienten. Aufgrund mangelnder Kooperation erfolgt eine progrediente Sedierung bis zum Verlust der Spontanatmung, worauf die Entscheidung zur Narkoseeinleitung mit konventioneller Intubation getroffen wurde. Es wurde keine Komplikation in Bezug auf die konventionelle Atemwegssicherung beschrieben.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 3

Datum Prozedur	24.03.2020
Alter	72
Geschlecht	Weiblich
ASA	3
BMI	20,82 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	II
Reklination	Unauffällig
Kinn-Hals-Abstand	Unauffällig
Reflux	opB
OSAS	opB
Route	Wechsel von nasal auf oral
Tubusgröße	k.A.
Klinik	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Anästhesist	Assistenzarzt < 3 Monaten
Indikation	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie
Medikamente	Sufentanil & Propofol

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei bösartiger Neubildung der Schilddrüse gestellt. Die endoskopische Wachintubation wurde primär nasal durchgeführt. Es wurde ein problemloses Vorschieben der Optik bis zur Carina tracheae beschrieben. Das Einführen des Tubus war aufgrund der Tumormasse nicht möglich. Ein zweiter oraler Intubationsversuch zeigte eine erhebliche Schwellung der Schleimhaut. Nach erneutem Abbruch der Prozedur wurde die Entscheidung zur Verwendung eines Tracheoskops nach Kleinsasser getroffen. Hierdurch ließ sich ebenfalls keine Sicherung der Atemwege erreichen. Im letzten Schritt entschied man sich für eine Tracheotomie, welche durch einen Chirurgen der Hals-Nasen-Ohren-Klinik durchgeführt wurde. Bei einem Abfall der Sauerstoffsättigung auf 20% erfolgte eine 1,5 Minuten andauernde kardiopulmonale Reanimation. Postoperativ zeigte die orientierende neurologische Untersuchung keinen pathologischen Befund.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 4

Datum Prozedur	24.03.2020
Alter	56
Geschlecht	Männlich
ASA	IV
BMI	37,40 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	III
Reklination	Fraglich
Kinn-Hals-Abstand	Pathologisch
Reflux	opB
OSAS	Ja
Route	Wechsel von nasaler zu oraler Route
Tubusgröße	7,5 mmID
Klinik	Augenchirurgie
Anästhesist	Facharzt oder stellvertretender Oberarzt
Indikation	Erwarteter schwieriger Atemweg
Medikamente	Sufentanil & Propofol

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei erwartetem schwierigem Atemweg durch Prädiktoren wie Mallampati III, pathologischen Kinn-Hals-Abstand und fragliche Reklination gestellt. Beschrieben wurde ein Schwanken des Patienten zwischen Apnoe und Agitation. Es wurde sowohl ein nasaler als auch oraler Intubationsversuch abgebrochen. Im Anschluss wurde erfolgreich eine Intubation mit einem Videolaryngoskop durchgeführt. Bei dem Patienten wurde im Rahmen einer vorangegangenen Operation eine als komplikationslos beschriebene endoskopische Wachintubation durchgeführt.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 5

Datum Prozedur	25.06.2020
Alter	82
Geschlecht	Männlich
ASA	3
BMI	27,38 kg/m ²
Zahnstatus	Vollprothese
Mallampati	IV
Reklination	Pathologisch
Kinn-Hals-Abstand	Fraglich
Reflux	opB
OSAS	opB
Route	Oral
Tubusgröße	7,5 mmID
Klinik	Orthopädie
Anästhesist	Assistenzarzt im 3.-6. Monat
Indikation	Erwarteter schwieriger Atemweg
Medikamente	Sufentanil & Propofol

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei erwartetem schwierigem Atemweg durch Prädiktoren wie Mallampati IV, fraglichem Kinn-Hals-Abstand und pathologischer Reklination gestellt. Beschrieben wurde eine problemlose Darstellung der Glottis. Die Passage war aufgrund einer als Laryngospasmus beschriebenen Verlegung nicht möglich. Daraufhin wurde entschieden, eine Narkoseeinleitung und Intubation mittels Videolaryngoskop durchzuführen. Durch das alternative Verfahren war eine problemlose Atemwegssicherung möglich. Bei dem Patienten wurde im Rahmen einer vorangegangenen Operation eine als komplikationslos beschriebene endoskopische Wachintubation durchgeführt.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 6

Datum Prozedur	29.07.2020
Alter	78
Geschlecht	Weiblich
ASA	3
BMI	21,09 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	I
Reklination	Unauffällig
Kinn-Hals-Abstand	Unauffällig
Reflux	Ja
OSAS	opB
Route	Oral
Tubusgröße	6,0 mmID
Klinik	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Anästhesist	Assistenzarzt 3.-6. Monat
Indikation	Nase-Rachen-Kopf-Hals-Neoplasie
Medikamente	Sufentanil & Etomidate

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei Malignom des Hypopharynx gestellt. Die endoskopische Atemwegssicherung wurde abgebrochen, da bei vermehrtem Husten- und Würgereiz keine ausreichende Kooperation der Patientin zu erreichen war. Eine Narkoseeinleitung und Intubation mittels Videolaryngoskop waren problemlos möglich. Bei der Patientin wurde im Rahmen einer vorangegangenen Operation eine als komplikationslos beschriebene endoskopische Wachintubation durchgeführt.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 7

Datum Prozedur	07.01.2020
Alter	67
Geschlecht	Männlich
ASA	3
BMI	21,30 kg/m ²
Zahnstatus	Vollprothese
Mallampati	III
Reklination	Unauffällig
Kinn-Hals-Abstand	Unauffällig
Reflux	opB
OSAS	opB
Route	k.A.
Tubusgröße	k.A.
Klinik	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Anästhesist	Assistenzarzt über 5 Jahre
Indikation	Nase-Rachen-Kopf-Hals-Neoplasie
Medikamente	Sufentanil & Propofol

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei Malignom des Larynx gestellt. Es wurden mehrere frustrane Intubationsversuche mit dem Endoskop beschrieben. Daraufhin wurde die Entscheidung getroffen, eine Tracheotomie in Lokalanästhesie durchzuführen.

Gescheiterte endoskopische Wachintubation: Fall 8

Datum Prozedur	17.02.2020
Alter	68
Geschlecht	Weiblich
ASA	3
BMI	30,09 kg/m ²
Zahnstatus	opB
Mallampati	III
Reklination	Pathologisch
Kinn-Hals-Abstand	Fraglich
Reflux	Ja
OSAS	opB
Route	Oral
Tubusgröße	7,0 mmID
Klinik	Gynäkologie
Anästhesist	Assistenzarzt < 3 Monate
Indikation	Erwarteter schwieriger Atemweg
Medikamente	Sufentanil & Esketamin

Die Indikation zur endoskopischen Wachintubation wurde bei erwartetem schwierigem Atemweg durch Prädiktoren wie Mallampati III, fraglichen Kinn-Hals-Abstand und bei pathologischer Reklination gestellt. Es bestand eine Allergie der Patientin gegen Lokalanästhetika. Ein Versuch der endoskopischen Wachintubation ohne Lokalanästhesie wurde durch die Patientin nicht toleriert. Es folgte eine Narkoseeinleitung und Intubation mittels Videolaryngoskop, sowie Endoskop in Bereitschaft. Die Intubation mittels Videolaryngoskopie erfolgte problemlos.

5 Diskussion

5.1 Zusammenfassung der Hauptergebnisse

Wir konnten in der vorliegenden retrospektiven Datenanalyse einer großen Studienpopulation zeigen, dass es sich bei der endoskopischen Wachintubation um eine mit akzeptablem zeitlichem Mehraufwand und sehr selten mit Komplikationen einhergehende Methode handelt. Im Vergleich mit einem Kollektiv, in dem konventionelle Intubationen durchgeführt wurden, lag die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung im Mittel bei 15 Minuten und damit bei lediglich sechs Minuten mehr. Obgleich dieser Unterschied statistisch signifikant ist, wurde in der weiteren Analyse nur eine geringe Effektstärke ermittelt. Zudem ist die ermittelte Differenz in Anbetracht der Untersuchung eines speziellen Patientenkollektivs, in dem die Atemwegssicherung voraussichtlich grundsätzlich schwerer zur erreichen ist, aus unserer Sicht als geringfügig anzusehen.

Bezüglich des Einflusses der Indikation für die endoskopische Wachintubation auf die mittlere Zeit bis zur Atemwegssicherung zeigte sich, dass Frakturen im Halswirbelsäulenbereich zu längeren Intubationszeiten führten. War der Grund für die Entscheidung zur Endoskopie jedoch eine entzündliche Erkrankung, war dies mit signifikant kürzeren Zeiten verbunden.

Unsere Studie konnte zudem in der Tendenz zeigen, dass mit zunehmender Arbeitserfahrung der Anästhesisten die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung abnahm. Hierbei zeigten sich insbesondere für Ärzte mit langjähriger Berufserfahrung wie (leitende) Oberärzte und Institutsleiter signifikant kürzere Zeiten bei geringer bis mittlerer Effektstärke.

Bei der Analyse des Einflusses von Komorbiditäten ließ sich weder in Bezug auf das Vorliegen einer Reflux-Erkrankung noch eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms ein signifikanter Einfluss auf die benötigte Zeit zur Atemwegssicherung mittels endoskopischer Wachintubation erkennen. In Bezug auf den Body-Mass-Index ergaben sich bei Patienten mit Adipositas Grad III (BMI >40kg/m²) signifikant verlängerte Zeiten bis zur erfolgreichen endoskopischen Wachintubation, wobei die mittlere Zeit um lediglich zwei bis drei Minuten abwich und sich eine eher niedrige Effektstärke ermitteln ließ.

Erfreulicherweise bestätigte sich unsere Erwartung einer außerordentlich geringen Rate an Komplikationen und gescheiterten endoskopischen Wachintubationen. Im intensiver untersuchten Patientenkollektiv FOI 2019-2020 gab es insgesamt 82 Fälle (4,4%) mit dokumentierten Hinweisen auf Komplikationen. Keine dieser beschriebenen Schwierigkeiten führte dabei zu einem Abbruch der Prozedur oder gar zu einem Schaden des Patienten. In lediglich 8 von 1916 Fällen war ein Wechsel der Technik erforderlich, um eine erfolgreiche Atemwegssicherung zu erreichen, welche in jeder Situation möglich war.

5.2 Diskussion der Methoden

5.2.1 Studiendesign und erhobene Zeitmarken

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenerhebung. Um die für eine endoskopische Wachintubation benötigte Zeit zu ermitteln, wurde somit nicht für jede Prozedur unter kontrollierten Bedingungen systematisch gemessen, sondern das Zeitintervall retrospektiv anhand vorliegender Dokumentationen rekonstruiert.

Hierbei mussten wir uns auf die Genauigkeit der Dokumentation im klinischen Alltag verlassen. Die Zeitpunkte werden händisch dokumentiert und lediglich auf die Minute genau eingetragen. Dass es bei der Dokumentation der Zeiten in wenigen Fällen zu möglicherweise erheblichen Abweichungen gekommen ist, zeigen nicht plausibel erscheinende Einleitungszeiten von unter 5 oder über 60 Minuten. Etwaige Unsicherheiten gelten jedoch für alle untersuchten Gruppen und gleichen sich somit aus. Zudem haben wir uns in der statistischen Analyse für den Kruskal-Wallis- und den Mann-Whitney-U-Test entschieden. Beide Tests bilden Rangfolgen aus allen untersuchten Fällen und vergleichen diese anschließend. Dadurch sind sie robust gegenüber Ausreißern. Mögliche Fehldokumentation fallen daher statistisch weniger ins Gewicht.

Aufgrund der Unmöglichkeit einer exakteren Eingrenzung der Intubationszeit wurde die Zeit bis zur OP-Freigabe berechnet. Die angegebene Zeitmarke bildet somit nicht die tatsächlich für die Atemwegssicherung benötigte Zeit ab, sondern die gesamte anästhesiologische Einleitung. In der Studienpopulation FOI 2005-2020 erfolgte ein Ausschluss von allen Fällen, bei denen zusätzliche die Einleitung verzögernde Prozeduren, wie das Legen eines zentralvenösen oder arteriellen Zugangs oder ein regionalanästhesiologisches Verfahren, durchgeführt wurden.

Es muss jedoch kritisch festgestellt werden, dass beispielsweise bei der Betrachtung der benötigten Zeit in Abhängigkeit vom Erfahrungsgrad des Anästhesisten die Analysen zur Studienpopulation FOI 2005-2020 deutlich aussagekräftiger sind als diejenigen zur Studienpopulation FOI 2019-2020. In letzterer wurden Narkoseeinleitungen, bei denen zusätzliche Maßnahmen angewandt wurden, nicht ausgeschlossen. Somit dürften sich in diesem Vergleich Unterschiede in der für die Einleitung benötigten Zeit stärker ausprägen. Es ist davon auszugehen, dass für Anästhesisten mit nur wenigen Monaten oder Jahren Berufserfahrung beispielsweise das Legen eines Gefäßzugangs mehr Zeit beansprucht oder auch allgemeine Unsicherheiten im perioperativen Management die Narkoseeinleitung verzögern.

5.2.2 Fehlender differenzierter Vergleich mit einer Kontrollgruppe

Bei der Planung der Studie wurde zunächst versucht, die Gruppe der endoskopischen Wachintubationen mit einem geeigneten Kollektiv konventioneller Intubationen zu vergleichen. In Erwägung gezogen wurde hierfür, zunächst durch paarweise Fallzuordnung eine Kontrollgruppe zu generieren. Ein solches „propensity matching“ wurde in einer ähnlichen Studie von Joseph et al. durchgeführt (Joseph et al., 2016). Jedoch merkten die Autoren in ihrer Studie kritisch an, dass auch sie durch das „propensity matching“ keine Faktoren kontrollieren konnten, die sich auf Atemwegsfaktoren beziehungsweise die Indikation für die endoskopische Wachintubation beziehen. Beispielsweise wurde bei Patienten mit den Atemweg beeinflussenden Tumoren grundsätzlich eine

endoskopische Intubation durchgeführt, sodass es für dieses Merkmal keine passenden Patienten in der gematchten Kontrollgruppe geben konnte. Auch weitere Merkmale wie der Mallampati Score konnten wegen unzureichender Dokumentation in der digitalen Patientenakte nicht bei der Zuordnung berücksichtigt werden. Aufgrund eben solcher Faktoren war ein „propensity matching“ in unserer Studie nicht sinnvoll umsetzbar. Hierbei erwies sich als problematisch und letztlich nicht lösbar, dass im DAQ-Dokumentationssystem der Universitätsmedizin Mainz für eine Selektion der Patienten bislang zu wenige Patientendaten prospektiv digital erfasst werden. So konnten keine geeigneten Fälle im Sinne eines passenden Patientenprofils vor einzelner Sichtung durch uns digital ausgewählt werden. Daher ließ sich keine passende Kontrollgruppe erstellen, die nicht einer Verzerrung durch die individuelle Auswahl der Patienten unterlegen hätte.

Aufgrund dieser Problematik entschieden wir uns, zumindest einen groben Vergleich zwischen den endoskopischen Wachintubationen und den konventionellen Intubationen der Jahre 2005 bis 2020 anzustellen. In beiden Gruppen erfolgte ein Ausschluss von allen Fällen, bei denen zusätzliche, die Einleitung verzögernde Prozeduren durchgeführt wurden. Dies war durch die erfolgte digitale Kodierung möglich. Zusätzliche Analysen waren jedoch aufgrund fehlender Vergleichbarkeit nicht realisierbar beziehungsweise inhaltlich sinnvoll.

5.2.3 Repräsentativität aufgrund von Ausschlusskriterien

Bei der Betrachtung der endoskopischen Wachintubationen der Jahre 2005 bis 2020 wurden alle Patienten ausgeschlossen, bei denen verzögernde Prozeduren, wie das Legen eines zentralvenösen oder arteriellen Zugangs oder regionalanästhesiologische Verfahren, durchgeführt wurden (siehe 3.2). In der Gruppe der endoskopischen Wachintubationen wurden hierdurch von ursprünglich 18334 Patienten 14010 ausgeschlossen. Somit wurde die analysierte Kohorte um 76,42% auf 4324 Patienten reduziert.

Es muss kritisch hinterfragt werden, inwiefern dieser Teil der Patienten noch repräsentativ ist. Möglicherweise handelte es sich bei Patienten, bei denen im Rahmen der Einleitung komplexere Verfahren zusätzlich angewandt wurden, um Fälle, bei denen auch eine höhere Wahrscheinlichkeit für Komplikationen zu erwarten war. Ob es sich hierbei jedoch um Fälle handelt, bei denen die Indikation für zusätzliche Maßnahmen mit der Erwartung eines erschwerten Atemwegsmanagements in Zusammenhang steht oder ob vielmehr Faktoren wie Allgemeinzustand, Grund- oder schwere Begleiterkrankungen ausschlaggebend waren, ist unmöglich nachzuvollziehen. Demnach ist auch nicht eruierbar, inwiefern dies zu einer Verzerrung der erhobenen Zeiten und eher zu kürzerer Intubationsbeziehungsweise Einleitungsdauer führte.

Insgesamt gleichen sich auch diese Aspekte im Gruppenvergleich aus. Nichtsdestotrotz muss die allgemeine Repräsentativität der erhobenen Zeiten in diesem Kontext verstanden werden.

5.2.4 Definition einer Komplikation durch Bemerkung des Anästhesisten

Durch die retrospektive Auswertung der handschriftlich geführten Narkoseprotokolle ist teilweise schwer nachvollziehbar, ob die Bewertung von Komplikationen im Rahmen der Einleitung einheitlich erfolgte. In einigen Protokollen fand sich der Hinweis auf eine „schwierige“ oder „anspruchsvolle“ endoskopische Intubation, ohne dass sich hierfür eine nachvollziehbare Begründung finden ließ. Es muss davon

ausgegangen werden, dass sowohl die Bewertung als auch die Dokumentation der möglicherweise als Komplikation eingeschätzten Situation subjektiv ist und abhängig vom einzelnen Anästhesisten unterschiedlich gehandhabt wird. Da das DAQ-System keine Dokumentation von Komplikationen vorsieht, konnte eine solche Auswertung im Datensatz FOI 2005-2020 nicht durchgeführt werden.

5.2.5 Fehlender Ausschluss gescheiterter endoskopischer Wachintubationen im Studienkollektiv FOI 2005-2020

Anders als das Studienkollektiv FOI 2019-2020, in welchem jeder Fall manuell geprüft und auf mögliche dokumentierte Komplikationen untersucht wurde, unterlag das Studienkollektiv FOI 2005-2020 keiner individuellen Prüfung.

Es ist nicht auszuschließen, dass in Einzelfällen trotz Wechsel der Methode zur Atemwegssicherung lediglich die endoskopische Wachintubation kodiert und in das DAQ-System eingefügt wurde. Diese Fälle sind somit im Datensatz FOI 2005-2020 enthalten. Möglicherweise können weiterhin Fälle mit abgebrochener endoskopischer Wachintubation und Wechsel der Intubationsmethode im Datensatz enthalten sein und bei mutmaßlich längerer Einleitungsdauer die gemessenen Zeiten bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung verfälschen.

Die gewählten statistischen Tests nach Kruskal-Wallis und Mann-Whitney-U sind durch Bildung von Rangfolgen relativ robust gegenüber Ausreißern. Berechnete Mittelwerte sind anfälliger für Ausreißer, können aufgrund der hohen Fallzahl jedoch trotzdem adäquat interpretiert werden.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

5.3.1 Zeitlicher Aufwand der endoskopischen Wachintubation

Die endoskopische Wachintubation scheint gegenüber der konventionellen direkten Laryngoskopie unter Klinikern als zeitintensives Verfahren eingeschätzt zu werden. Hierfür gibt es verschiedene Erklärungsansätze.

Möglicherweise stellt die Verfügbarkeit der Optik bereits eine erste verzögernde Ursache dar. In Kliniken ohne Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde oder Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie ist ein entsprechendes Endoskop gegebenenfalls nicht unmittelbar verfügbar. Zudem könnte der Einsatz bei mehrfach verwendbaren Geräten, die einer speziellen Reinigung bedürfen, anhand der Anzahl der im Haus verfügbaren Instrumente limitiert sein. Allein der Aufwand, ein Gerät gegebenenfalls von anderen Abteilungen wie der Intensivstation oder einer endoskopischen Abteilung auszuleihen, kann als im Alltag deutlich verzögernder Faktor, der Personalressourcen bindet, wahrgenommen werden.

Außerdem kann fehlende Routine im Umgang mit dem Equipment bei nur sporadisch durchgeführter endoskopischer Wachintubation aufgrund strenger Indikation eine zusätzliche Verzögerung im Ablauf mit sich bringen. Die „S1-Leitlinie Atemwegsmanagement“ der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin empfiehlt daher eine fundierte Ausbildung und ein regelmäßiges Training der Atemwegssicherung bei schwierigem Atemweg unter Einsatz von Instrumenten und Techniken, die auch bei elektiven Patienten regelmäßig eingesetzt werden (Piepho et al., 2015). Auch Ahmad et al. propagieren in den Leitlinien für Wachintubationen der „Difficult Airway Society“ das

Erlangen und Aufrechterhalten der Fähigkeiten in den zur Atemwegssicherung genutzten Methoden durch alle beteiligten Fachabteilungen. Hierfür kann möglicherweise nach ausführlicher Aufklärung des Patienten auch aus Trainingsgründen die Indikation zur Wachintubation gestellt werden. Für diese Empfehlung wird jedoch lediglich ein Evidenzgrad D angegeben, welcher auf einer Expertenmeinung beruht, für die keine oder sehr inkonsistente Studien vorliegen (Ahmad et al., 2020).

Im Rahmen des Zeitmanagements der endoskopischen Wachintubation ist weiterhin relevant, dass die Maßnahme beim noch nicht narkotisierten Patienten durchgeführt wird und eine ausreichende Compliance erfordert. Hierfür ist einerseits eine topische Anästhesie erforderlich, bei der die Einwirkzeit des Lokalanästhetikums einzukalkulieren ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Atemwege möglicherweise etappenweise passiert werden und für den nächsten Abschnitt jeweils eine erneute Applikation von Lokalanästhetika notwendig ist. Somit ist von kumulierten Einwirkzeiten auszugehen. Andererseits wird dies durch eine Analgosedierung erreicht, welche eine zusätzliche systemische Analgesie und eine adäquate Sedierung herbeiführen soll, ohne die Spontanatmung des Patienten zu gefährden. Der balancierte Einsatz der hierfür benötigten Analgetika und Sedativa kann sich dabei aufgrund des individuellen Ansprechens des Patienten als zeitintensiv herausstellen.

Insgesamt ist bei Patienten mit schwierigem Atemweg eine Atemwegssicherung, egal in welcher Form, komplexer und zeitaufwändiger. Unweigerlich wird in diesen Fällen häufiger eine endoskopische Wachintubation indiziert und durchgeführt, sodass das Verfahren von Klinikern als zeitintensiv eingeschätzt wird.

In unserer Studie hat die Auswertung der 4324 Fälle der endoskopischen Wachintubationen der Jahre 2005 bis 2020 in Bezug auf die benötigte Zeit zur Atemwegssicherung mittels endoskopischer Wachintubation eine mittlere Dauer von 15 Minuten (Standardabweichung: 8 Minuten) ergeben. Die mediane Dauer lag bei 14 Minuten.

In einer ähnlichen retrospektiven Untersuchung von Joseph et al. wurde bei 1055 durchgeführten endoskopischen Wachintubationen ein Mittelwert von 26 und ein Median von 24 Minuten ermittelt (Joseph et al., 2016). Das untersuchte Zeitintervall wurde als Abstand zwischen den Zeitmarken „Patient betritt den Operationssaal“ bis zur erfolgreichen Sicherung der Atemwege definiert. Ein weiterer Aspekt dieser Studie legt nahe, dass der zeitliche Mehraufwand einer endoskopischen Wachintubation bei Patienten mit schwierigem Atemweg überschätzt wird. Die Autoren führten eine Umfrage unter 84 Chirurgen und 110 Anästhesisten durch. Hierbei überschätzten 77% der Chirurgen und 60% der Anästhesisten die zur Atemwegssicherung zusätzlich benötigte Zeit. In dieser Studie wurde ein tatsächlicher zeitlicher Mehraufwand von acht Minuten ermittelt. 48% der Chirurgen und 11% der Anästhesisten schätzten die Verzögerung auf mehr als 20 Minuten, 29% der Chirurgen und 49% der Anästhesisten auf 11-20 Minuten.

In einer in Dänemark durchgeführten multizentrischen randomisierten Studie von Rosenstock et al. wurden Patienten zufällig einer wachen Videolaryngoskopie oder endoskopischen Wachintubation zugeführt (Rosenstock et al., 2012). Die Zeit bis zur erfolgreichen Intubation wurde durch unabhängige Gutachter während der Prozedur gemessen und musste daher nicht anhand sekundär erfasster Zeitmarken rekonstruiert werden. Das gemessene Intervall wurde als Zeit ab Passage der Zahnreihe

bis zur positiven Kapnographie definiert. Für die endoskopische Wachintubation wurden hier im Median Intubationszeiten von 80 Sekunden gemessen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen die Autoren einer weiteren prospektiven randomisierten Studie von Mahran et al. (Mahran and Hassan, 2016). In dieser Untersuchung wurden 54 Patienten mit oropharyngealen Tumorerkrankungen randomisiert und entweder einer endoskopischen oder videolaryngoskopischen Wachintubation zugeführt. Aufgrund des prospektiven Studiendesigns konnte auch hier das Zeitintervall ab dem Einführen des Endoskops bis zur positiven Kapnographie gemessen werden. Es ergab sich hierbei eine mittlere Dauer von 90 Sekunden bis zur endoskopischen Atemwegssicherung.

Bei adipösen Patienten mit erwartetem schwierigen Atemweg untersuchten Abdellatif et al. in einer prospektiven randomisierten Studie das benötigte Zeitintervall bis zur Atemwegssicherung mittels endoskopischer oder videolaryngoskopischer Wachintubation (Abdellatif and Ali, 2014). Bei 64 Patienten ergab sich in der Gruppe der endoskopischen Intubationen eine mittlere Intubationsdauer von 84 Sekunden.

Somit erklären sich große Abweichungen in der Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung zwischen verschiedenen Studien durch grundsätzliche Unterschiede in der Methodik. Schon die Definition, welches gemessene Zeitintervall als repräsentativ für die erfolgreiche Intubation angesehen wird, ist entscheidend. Es muss davon ausgegangen werden, dass der Vergleich der Zeiten zwischen den Studien nur begrenzt aussagekräftig ist. Möglicherweise ist hier der inhaltliche Vergleich der Untergruppen je Studie sinnvoller.

5.3.2 Unterschied zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020

Der Vergleich der Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung mittels endoskopischer Wachintubation gegenüber der Zeit bis zur konventionellen Intubation ergab für die Endoskopie einen mittleren zeitlichen Mehraufwand von sechs Minuten. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant bei geringer Effektstärke.

Eine ähnliche Zeitdifferenz ergab sich in der Studie von Joseph et al. (Joseph et al., 2016). Es wurde eine mittlere Differenz von acht Minuten zwischen der endoskopischen Wachintubation (Mittelwert 26 Minuten, Median 24 Minuten) und der konventionellen Intubation beim schlafenden Patienten (Mittelwert 18 Minuten, Median 16 Minuten) ermittelt.

5.3.3 Benötigte Zeit in Abhängigkeit von der Indikation – FOI 2019-2020

Untersucht wurde außerdem, inwiefern die Indikation für die endoskopische Wachintubation die Zeit bis zur Atemwegssicherung beeinflusst. Es zeigte sich, dass Frakturen im Halswirbelsäulenbereich zu längeren Intubationszeiten führten. Dies könnte mit einer besonders herausfordernden schonenden Lagerung des Patienten bei instabiler Fraktur während der Atemwegssicherung zu begründen sein.

War der Grund für die Entscheidung zur Endoskopie jedoch eine entzündliche Erkrankung, war dies mit signifikant kürzeren Zeiten verbunden. Zu beachten ist, dass es sich hierbei um eine heterogene Gruppe handelt, die Patienten mit inflammatorischem Prozess, Zysten und Hämatomen im Hals-, Nasopharynx- oder Oropharynxbereich einschließt. Möglicherweise ist in diesen Fällen der Atemweg tendenziell

leichter passierbar. Denkbar ist auch, dass es sich bei diesen Fällen um Patienten mit weniger Komorbiditäten handelt und die Einleitungsdauer dadurch kürzer ist. Die zur Atemwegssicherung benötigte Zeit in Abhängigkeit von der Indikation bei endoskopischen Wachintubationen haben wir in dieser Form erstmalig untersucht.

5.3.4 Benötigte Zeit in Abhängigkeit vom Anästhesisten

Für die sichere und routinierte Anwendung der endoskopischen Wachintubation, welche letztlich auch zu einer größtmöglichen zeitlichen Effektivität führt, sind die Ausbildung und das regelmäßige Training des Verfahrens essenziell. Verglichen mit der Videolaryngoskopie, bei der die Handhabung des Geräts und das Vorgehen der alltäglichen direkten Laryngoskopie ähnelt, unterscheidet sich die endoskopische Wachintubation deutlich. Zusätzlich stellt die Balance aus topischer Anästhesie, Sedierung und systemischer Analgesie bei Erhalten der Spontanatmung des häufig komplex vorerkrankten Patienten insbesondere für Berufsanfänger eine besondere Herausforderung dar.

Der Ausbildungsplan der Klinik für Anästhesiologie an der Universitätsmedizin Mainz sieht vor, junge Anästhesisten frühzeitig mit dem Verfahren der endoskopischen Wachintubation vertraut zu machen. Diese frühzeitige Einarbeitung kann als Erklärung für die sich schon nach sechs Monaten Arbeitserfahrung annähernden Einleitungszeiten in Betracht gezogen werden. Zudem ist denkbar, dass Patienten, bei denen die endoskopische Intubation erwartbar besonders schwierig wird, eher fortgeschrittenen Assistenten zugeteilt werden. Möglich ist außerdem, dass Assistenzärzte mit weniger Erfahrung bei der Prozedur durch einen Fach- oder Oberarzt unterstützt werden und sich hierdurch wiederum eine Annäherung der Zeitdifferenzen ergibt.

Die maximale Differenz von drei Minuten im Vergleich der Gruppen nach Ausbildungsstand zeigt aus unserer Sicht, dass es sich bei der endoskopischen Wachintubation um eine durch gute Ausbildung sicher und zügig erlernbare Prozedur handelt.

Hinsichtlich der Lernkurve zeigte eine Untersuchung von Johnson und Roberts, dass nach der zehnten endoskopischen Wachintubation eine Erfolgsrate von >90% erreicht werden kann (Johnson and Roberts, 1989). In Abhängigkeit von Schwerpunkten der Klinik, jedoch auch von Institutskultur und unterschiedlich großzügigem Ausweichen auf Alternativen und der damit einhergehenden Häufigkeit von endoskopischen Wachintubationen, ist es möglich, dass eine Schulung und Aufrechterhaltung der Kompetenz mitunter schwer zu realisieren ist. Langfristig kann dies zu einem Dilemma führen, da die erforderliche Expertise nicht mehr aufrechterhalten und weitergegeben werden kann.

In einer prospektiven Studie von El-Boghdadly et al. wurden Ärzte unterschiedlichen Ausbildungsstands bei der Durchführung endoskopischer Wachintubationen bei 600 Patienten beobachtet (El-Boghdadly et al., 2017). Es wurde nicht die Dauer der Intubation bestimmt, sondern die Komplikationsrate analysiert. Es zeigte sich bei einer Erfolgsrate von 99% keine Korrelation zwischen der Häufigkeit von Komplikationen und dem Ausbildungsstand des Anästhesisten nach Jahren. Trotzdem ergab sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Anzahl der durch den Anästhesisten bereits durchgeführten endoskopischen Wachintubationen und der Wahrscheinlichkeit einer Komplikation.

Da es in unserer Untersuchung nur sehr wenige gescheiterte endoskopische Wachintubationen gab, war eine statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Ausbildungsstand des Anästhesisten und der Erfolgsrate nicht valide und es wurde davon abgesehen.

5.3.5 Benötigte Zeit in Abhängigkeit von Erkrankungen: Reflux und OSAS – FOI 2019-2020

Die Analyse der Beeinflussung durch Komorbiditäten der Patienten konnte in Bezug auf das Vorliegen einer Reflux-Erkrankung keinen signifikanten Einfluss auf die benötigte Zeit zur Atemwegssicherung mittels endoskopischer Wachintubation zeigen ($p=0,096$). Auch in Bezug auf das Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms ließ sich kein signifikanter Einfluss auf die benötigte Zeit zur Atemwegssicherung ermitteln ($p=0,434$).

Hiremath et al. untersuchten, inwiefern das Krankheitsbild des obstruktiven Schlafapnoe Syndroms mit einer erschwerten konventionellen Intubation assoziiert ist (Hiremath et al., 1998). Es wurden 15 Patienten mit beschriebener erschwerter Intubation und eine Kontrollgruppe erneut einbestellt und untersucht. Es erfolgte eine klinische Untersuchung, eine Erhebung der Mallampati-Klassifikation und die Bestimmung des thyromentalen Abstands, des Halsumfangs und der Kopfreklination. Zudem wurden bei allen Patienten eine Polysomnographie und ein Röntgen des Schädels durchgeführt. In der statistischen Analyse zeigte sich ein starker Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms und einer erschwerten Intubation.

Dies unterstützt das gängige Vorgehen an der Universitätsmedizin Mainz, bei Patienten mit erwartetem schwierigem Atemweg, zum Beispiel aufgrund eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms oder aufgrund anatomischer Faktoren, die Indikation zur endoskopischen Wachintubation großzügig zu stellen.

Uns sind keine Studien bekannt, welche den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe Syndroms oder einer Reflux-Erkrankung und der für eine endoskopische Wachintubation benötigten Zeit untersuchten.

5.3.6 Benötigte Zeit in Abhängigkeit vom BMI – FOI 2019-2020

In unserer Studie zeigten sich bei Patienten mit Adipositas Grad III ($\text{BMI} >40 \text{ kg/m}^2$) signifikant längere Zeiten bis zur erfolgreichen endoskopischen Intubation. Jedoch wich die im Mittel benötigte Zeit um lediglich zwei bis drei Minuten ab und es ließ sich eine niedrige bis mittlere Effektstärke ($r=0,09-0,15$) ermitteln.

Auch in einer vergleichbaren Studie, in der der Einfluss des BMI auf die Zeit bis zur Atemwegssicherung bei endoskopischer Wachintubation untersucht wurde, zeigte sich ein signifikanter Einfluss des BMI (Joseph et al., 2016). In der weiteren Analyse wurde ein zeitlicher Aufwand von 7 Sekunden/ kg/m^2 berechnet. Der Unterschied wurde von den Autoren aufgrund der auch in dieser Untersuchung geringen Zeitdifferenz als für wenig relevant im klinischen Alltag eingeschätzt.

Somit stimmen unsere Ergebnisse mit der verglichenen Studie überein. Wir konnten zeigen, dass es bei endoskopischen Wachintubationen nur bei massiv erhöhtem BMI zu einer geringen Zeitverzögerung kommt. Zu beachten ist auch, dass sich durch einen höheren BMI nicht generell verlängerte Einleitungsdauern ergaben. Im klinischen Alltag wird der Einfluss eines erhöhten BMI auf die Einleitungsdauer mutmaßlich eher überschätzt.

Da es in der durch uns untersuchten Studienpopulation nur sehr wenige Komplikation und Abbrüche der Prozedur mit Wechsel der Intubationstechnik gab, war eine statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen Übergewicht und Komplikationsrate nicht valide. Daher wurde davon abgesehen.

In einer Untersuchung von El-Boghdadly et al. war die Beurteilung des Komplikationsrisikos im Rahmen endoskopischer Wachintubationen bei Patienten mit erhöhtem BMI ein sekundärer Aspekt der Auswertung (El-Boghdadly et al., 2017). Dabei wurden Patienten mit Grad I Adipositas (30,0-34,9 kg/m²), Grad II Adipositas (35,0-39,9 kg/m²), Grad III Adipositas (>39,9 kg/m²) und Patienten mit normalem Gewicht oder nur mäßigem Übergewicht (<30 kg/m²) verglichen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass sich keine Korrelation zwischen der Ausprägung der Adipositas und der Komplikationsrate zeigte ($r=0.011$).

5.3.7 Diskussion der Komplikationen

Eine Annahme, die wir in unserer Untersuchung bestätigen konnten, ist die niedrige Rate an Komplikationen. Von 1916 endoskopischen Wachintubationen in der Studienpopulation FOI 2019-2020 wurden 1804 (94,2%) als problemlos beschrieben.

Damit liegt die durch uns ermittelte Komplikationsrate zwischen einer vergleichbaren Studie von Law et al. mit 15,7% bei 1554 Wachintubationen (Law et al., 2015), 11% bei 660 Wachintubationen in der Studie von El Boghdadly et al. (El-Boghdadly et al., 2017) und 1,6% bei 1085 Wachintubationen in der Studie von Joseph et al. (Joseph et al., 2016).

Die unterschiedlichen Komplikationsraten lassen sich dadurch erklären, dass verschiedene Kriterien für die Definition einer Komplikation gewählt wurden. Die Studie von Law et al. bezog bereits einen zweiten Intubationsversuch oder einen einzelnen Hustenreiz des Patienten in die Rate mit ein. Hingegen definierten Joseph et al., dass eben solche kleineren Auffälligkeiten nicht in die Komplikationsrate aufgenommen wurden.

5.3.8 Diskussion gescheiterter endoskopischer Wachintubationen

Die Analyse der Abbrüche der Prozedur in der Studienpopulation FOI 2019-2020 ergab mit acht Fehlschlägen eine Rate von 0,4%. In jedem der Fälle war eine Atemwegssicherung durch Wechsel beziehungsweise Hinzunahme eines weiteren Intubationsverfahrens möglich. In einem Fall kam es im Rahmen der Intubation zu einer erfolgreichen Reanimation. Kein Patient verstarb im unmittelbaren Zusammenhang mit der Narkoseeinleitung. Die Rate an gescheiterten endoskopischen Wachintubationen deckt sich hierbei mit ähnlichen Studien.

In der retrospektiven Untersuchung von Law et al. lag die Ursache für einen Abbruch der Prozedur bei einer Abbruchrate von 2% (31 von 1554 endoskopischen Wachintubationen) vor allem in agitierten oder unkooperativen Patienten, sowie in einer mechanischen Verlegung der Atemwege (Law et al., 2015). In 13 Fällen handelte es sich um Patienten mit vermehrtem Husten- oder Würgereiz, in neun Fällen wurde eine generelle Unkooperativität des Patienten beschrieben. Die dargestellten mechanischen Hindernisse gliedern sich, wie auch in unserer Untersuchung, in eine generelle unmögliche Visualisierung der Glottis, sowie in Komplikationen beim Vorschieben des Endotrachealtubus. In allen

Fällen konnte der Atemweg alternativ gesichert werden. Hierzu erfolgten drei Tracheotomien in Lokalanästhesie, eine Tracheotomie in Allgemeinanästhesie, 24 endotracheale Intubationen oder Beatmungen mithilfe supraglottischer Atemwegshilfen und in zwei Fällen der Verzicht auf eine Allgemeinanästhesie mit einem Wechsel auf Regional- oder Lokalanästhesie. Bei einem Patienten kam es nach Applikation der Lokalanästhetika im Bereich des Larynx zur Verlegung der Atemwege. Diese Komplikation konnte durch eine Notfalltracheotomie behoben werden.

In der Studie von Joseph et al. wurden bei einer Abbruchrate von 1% ausschließlich mechanische Komplikationen als Ursache der gescheiterten endoskopischen Wachintubation beschrieben (Joseph et al., 2016). In acht von zehn gescheiterten Fällen lagen nach problemloser Passage des Endoskops Hindernisse beim Einführen des Endotrachealtubus vor. In zwei Fällen konnte die Glottis mit dem Endoskop nicht dargestellt werden. Die Autoren vermuteten, dass eine erschwerte oder gescheiterte Intubation aufgrund fehlender Kooperation von Patienten auch in ihrem Studienkollektiv relevant gewesen sein könnte, hierfür jedoch keine Möglichkeit im verwendeten Dokumentationssystem vorgehalten wird.

Karlsen et al. untersuchten 833 endoskopische Wachintubationen, bei denen es zu 29 Fehlschlägen kam (3,5%) (Karlsen et al., 2023). Hauptgründe für das Scheitern der Intubation waren in acht Fällen eine akzidentelle Dislokation des Tubus nach Narkoseinduktion, in fünf Fällen Unwohlsein des Patienten und in drei Fällen eine Blutung der Atemwege. In fünf Fällen war keine Tubuspassage möglich. Die Situationen wurden primär durch Intubation unter direkter Laryngoskopie mit oder ohne Zuhilfenahme eines Bougie oder durch videolaryngoskopische Intubation gelöst. Bei vier Patienten wurde eine Tracheotomie durchgeführt.

In einer Metaanalyse mit 37 eingeschlossenen Studien, in denen Cabrini et al. 2045 Patienten untersuchten, konnten insgesamt zwölf gescheiterte endoskopische Wachintubationen identifiziert werden (Cabrini et al., 2019). Alle Fehlschläge konnten erfolgreich mit einer alternativen Atemwegssicherung versorgt werden und führten laut den Autoren zu keinem permanenten Schaden oder zum unmittelbaren Versterben des Patienten. Bei insgesamt 2045 Patienten und zwölf Fehlschlägen ergibt sich somit eine Abbruchrate von 0,59%.

6 Zusammenfassung

Die Sicherung der Atemwege bei schwierigem Atemweg stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Herausforderung manifestiert sich in klinischen Szenarien, in welchen qualifizierten Anästhesisten Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung, der endotrachealen Intubation oder beidem begegnen (Apfelbaum et al., 2013). Um größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten, ist die präinterventionelle Identifikation von Patienten mit schwierigem Atemweg sowie das Beherrschen spezieller Techniken zur Atemwegssicherung unerlässlich. Das Hauptziel ist dabei, die Atemwegssicherung unter Erhalt der Spontanatmung zu erreichen. Die endoskopische Wachintubation gilt hierfür als Goldstandard und wird an der Universitätsmedizin Mainz seit fast 40 Jahren routinemäßig angewandt.

Diese Studie analysiert retrospektiv die endoskopischen Wachintubationen der Jahre 2005 bis 2020. Es wurde untersucht, wie sich die Zeit bis zur erfolgreichen Atemwegssicherung zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation unterscheidet. Zudem wurden Faktoren wie die Indikation für die Intubation, der Erfahrungsgrad des Anästhesisten, Vorerkrankungen der Patienten (wie Reflux-Erkrankung oder obstruktives Schlafapnoe Syndrom) und der Body-Mass-Index auf ihre Auswirkung auf die Intubationszeit untersucht. Komplikationen und gescheiterte Intubationen wurden ebenfalls analysiert.

Die Patientenauswahl erfolgte über das Data Acquisition and Accounting-System der Universitätsmedizin Mainz für die Jahre 2005-2020. Zusätzliche detaillierte Informationen wurden aus den Anästhesieprotokollen der Jahre 2019-2020 manuell extrahiert. Die Daten wurden deskriptiv analysiert und mittels statistischer Tests wie dem Mann-Whitney-U- und Kruskal-Wallis-Test ausgewertet, unter Berücksichtigung der Effektstärke nach Cohen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die endoskopische Wachintubation eine effektive Methode mit seltenen Komplikationen ist. Im Vergleich zur konventionellen Intubation dauert sie im Durchschnitt nur etwa sechs Minuten länger. Die Analyse zeigte signifikant längere Intubationszeiten bei bestimmten Indikationen wie Halswirbelsäulenfrakturen. Erfahrenere Anästhesisten benötigten tendenziell weniger Zeit für die Atemwegssicherung. Komorbiditäten wie Reflux-Erkrankung oder obstruktive Schlafapnoe hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Intubationszeit, während ein höherer Body-Mass-Index nur bei Adipositas Grad III zu einer signifikant längeren Intubationszeit führte.

Die Rate an Komplikationen und gescheiterten Intubationen war gering (4,4%), wobei in wenigen Fällen ein Wechsel der Technik erforderlich war, um die Atemwegssicherung zu erreichen. Es kam zu keinen permanenten Schäden oder Todesfällen durch die Prozedur. Insgesamt zeigt die Studie, dass die endoskopische Wachintubation an der Universitätsmedizin Mainz eine sichere Methode mit akzeptablem zeitlichem Mehraufwand für Patienten mit schwierigem Atemweg ist. Eine kontinuierliche Ausbildung ist entscheidend, um die Expertise in diesem Verfahren aufrechtzuerhalten, insbesondere in Zeiten, in denen alternative Verfahren wie die Videolaryngoskopie ebenfalls zur Verfügung stehen.

7 Literaturverzeichnis

- ABDELLATIF, A. A. & ALI, M. A. 2014. GlideScope videolaryngoscope versus flexible fiberoptic bronchoscope for awake intubation of morbidly obese patient with predicted difficult intubation. *Middle East J Anaesthesiol*, 22, 385-92.
- ADNET, F., RACINE, S. X., BORRON, S. W., CLEMESSY, J. L., FOURNIER, J. L., LAPOSTOLLE, F. & CUPA, M. 2001. A survey of tracheal intubation difficulty in the operating room: a prospective observational study. *Acta Anaesthesiol Scand*, 45, 327-32.
- AHMAD, I., EL-BOGHADADLY, K., BHAGRATH, R., HODZOVIC, I., MCNARRY, A. F., MIR, F., O'SULLIVAN, E. P., PATEL, A., STACEY, M. & VAUGHAN, D. 2020. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults. *Anaesthesia*, 75, 509-528.
- APFELBAUM, J. L., HAGBERG, C. A., CAPLAN, R. A., BLITT, C. D., CONNIS, R. T., NICKINOVICH, D. G., HAGBERG, C. A., CAPLAN, R. A., BENUMOF, J. L., BERRY, F. A., BLITT, C. D., BODE, R. H., CHENEY, F. W., CONNIS, R. T., GUIDRY, O. F., NICKINOVICH, D. G. & OVASSAPIAN, A. 2013. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*, 118, 251-70.
- CABRINI, L., BAIARDO REDAELLI, M., BALL, L., FILIPPINI, M., FOMINSKIY, E., PINTAUDI, M., PUTZU, A., VOTTA, C. D., SORBELLO, M., ANTONELLI, M., LANDONI, G., PELOSI, P. & ZANGRILLO, A. 2019. Awake Fiberoptic Intubation Protocols in the Operating Room for Anticipated Difficult Airway: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesth Analg*, 128, 971-980.
- CALDER, I. 2010. Murphy P. A fibre-optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia* 1967; 22: 489-91. *Anaesthesia*, 65, 1133-6.
- COHEN, J. 1992. A power primer. *Psychol Bull*, 112, 155-9.
- COLLINS, J. S., LEMMENS, H. J., BRODSKY, J. B., BROCK-UTNE, J. G. & LEVITAN, R. M. 2004. Laryngoscopy and morbid obesity: a comparison of the "sniff" and "ramped" positions. *Obes Surg*, 14, 1171-5.
- CORMACK, R. S. & LEHANE, J. 1984. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*, 39, 1105-11.
- DÖRGES, V. B., CHRISTIAN; KRIER, CLAUDE 2010. Atemwegsmanagement. *Memorix AINS.9*. Stuttgart, New York, Delhi, Rio: Thieme Verlagsgruppe.
- EL-BOGHADADLY, K., ONWOCHEI, D. N., CUDDIHY, J. & AHMAD, I. 2017. A prospective cohort study of awake fibreoptic intubation practice at a tertiary centre. *Anaesthesia*, 72, 694-703.
- HEIDEGGER, T. 2021. Management of the Difficult Airway. *N Engl J Med*, 384, 1836-1847.
- HIREMATH, A. S., HILLMAN, D. R., JAMES, A. L., NOFFSINGER, W. J., PLATT, P. R. & SINGER, S. L. 1998. Relationship between difficult tracheal intubation and obstructive sleep apnoea. *Br J Anaesth*, 80, 606-11.
- JOHNSON, C. & ROBERTS, J. T. 1989. Clinical competence in the performance of fiberoptic laryngoscopy and endotracheal intubation: a study of resident instruction. *J Clin Anesth*, 1, 344-9.
- JOSEPH, T. T., GAL, J. S., DEMARIA, S., JR., LIN, H.-M., LEVINE, A. I. & HYMAN, J. B. 2016. A Retrospective Study of Success, Failure, and Time Needed to Perform Awake Intubation. *Anesthesiology*, 125, 105-114.
- KARLSEN, K. A. H., GISVOLD, S. E., NORDSETH, T. & FASTING, S. 2023. Incidence, causes, and management of failed awake fibreoptic intubation—A retrospective study of 833 procedures. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 67, 1341-1347.
- KHETERPAL, S., HAN, R., TREMPER, K. K., SHANKS, A., TAIT, A. R., O'REILLY, M. & LUDWIG, T. A. 2006. Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology*, 105, 885-91.
- KHETERPAL, S., HEALY, D., AZIZ, M. F., SHANKS, A. M., FREUNDLICH, R. E., LINTON, F., MARTIN, L. D., LINTON, J., EPPS, J. L., FERNANDEZ-BUSTAMANTE, A., JAMESON, L. C., TREMPER, T. & TREMPER, K. K. 2013. Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology*, 119, 1360-9.
- KLEEMANN, P. P. 1997. *Fiberoptische Intubation. Anwendung fiberendoskopischer Geräte in Anästhesie und Intensivmedizin.*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag.

- KLEEMANN, P. P., DICK, W. & SCHEUNEMANN, H. 1985. [Intubation with the new ultra thin flexible fiberoptic scope in small children with congenital ankylosis of the temporomandibular joints]. *Anaesthesist*, 34, 694-7.
- KNAPP, J. & HENLE, S. 2018. Fiberoptische Wachintubation. *Notfall + Rettungsmedizin*, 21, 701-703.
- KRONSCHWITZ, H. 1969. [Nasotracheal intubation with an intubation fiberscope]. *Anaesthesist*, 18, 58-9.
- LANGERON, O., MASSO, E., HURAU, C., GUGGIARI, M., BIANCHI, A., CORIAT, P. & RIOU, B. 2000. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology*, 92, 1229-36.
- LARSEN, R. 2007. Anästhesie und Intensivmedizin. *Anästhesie und Intensivmedizin*. 7 ed, 174-175. Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
- LAVERY, G. G. & MCCLOSKEY, B. V. 2008. The difficult airway in adult critical care. *Crit Care Med*, 36, 2163-73.
- LAW, J. A., MORRIS, I. R., BROUSSEAU, P. A., DE LA RONDE, S. & MILNE, A. D. 2015. The incidence, success rate, and complications of awake tracheal intubation in 1,554 patients over 12 years: an historical cohort study. *Can J Anaesth*, 62, 736-44.
- MAHRAN, E. A. & HASSAN, M. E. 2016. Comparative randomised study of GlideScope(®) video laryngoscope versus flexible fibre-optic bronchoscope for awake nasal intubation of oropharyngeal cancer patients with anticipated difficult intubation. *Indian J Anaesth*, 60, 936-938.
- MALLAMPATI, S. R., GATT, S. P., GUGINO, L. D., DESAI, S. P., WARAKSA, B., FREIBERGER, D. & LIU, P. L. 1985. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation; a prospective study.
- MURPHY, P. 1967. A fibre—optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia*, 22, 489-491.
- NØRSKOV, A. K., WETTERSLEV, J., ROSENSTOCK, C. V., AFSHARI, A., ASTRUP, G., JAKOBSEN, J. C., THOMSEN, J. L. & LUNDSTRØM, L. H. 2017. Prediction of difficult mask ventilation using a systematic assessment of risk factors vs. existing practice - a cluster randomised clinical trial in 94,006 patients. *Anaesthesia*, 72, 296-308.
- PIEPHO, T., CAVUS, E., NOPPENS, R., BYHAHN, C., DÖRGES, V., ZWISSLER, B. & TIMMERMANN, A. 2015. [S1 guidelines on airway management]. *Anaesthesist*, 64, 859-73.
- PIEPHO, T., KRIEGE, M., BYHAHN, C., CAVUS, E., DÖRGES, V., ILPER, H., KEHL, F., LOOP, T., RAYMONDOS, K., SUJATTA, S., TIMMERMANN, A., ZWIßLER, B. & NOPPENS, R. 2023. S1 Leitlinie Atemwegsmanagement 2023. In: (DGAI), D. G. F. A. U. I. (ed.). AWMF online.
- ROSENSTOCK, C. V., THØGERSEN, B., AFSHARI, A., CHRISTENSEN, A. L., ERIKSEN, C. & GÄTKE, M. R. 2012. Awake fiberoptic or awake video laryngoscopic tracheal intubation in patients with anticipated difficult airway management: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*, 116, 1210-6.
- ROSSAINT, R., CHRISTIAN, W. & BERNHARD, Z. 2020. *Die Anästhesiologie*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.
- ROTH, D., PACE, N. L., LEE, A., HOVHANNISYAN, K., WARENITS, A. M., ARRICH, J. & HERKNER, H. 2019. Bedside tests for predicting difficult airways: an abridged Cochrane diagnostic test accuracy systematic review. *Anaesthesia*, 74, 915-928.
- SCHENK, A., MARKUS, C. K. & KRANKE, P. 2014. [Awake fiberoptic intubation - gold standard for the anticipated difficult airway]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 49, 92-9.
- SCHERHAG, A., KLEEMANN, P. P., JANTZEN, J. P. & DICK, W. 1990. [A universally applicable mask attachment for fiberoptic intubation. The Mainz Universal Adapter]. *Anaesthesist*, 39, 66-8.
- STRIEBEL 2019a. Die Anästhesie. 4. Auflage ed, 213-214. Thieme Verlag.
- STRIEBEL 2019b. Die Anästhesie. 4. Auflage ed, 713. Thieme Verlag.
- STRIEBEL 2019c. Die Anästhesie. 4. Auflage ed, 208. Thieme Verlag.
- STRIEBEL 2019d. Die Anästhesie. 4. Auflage ed, 704. Thieme Verlag.
- STRIEBEL 2019e. Die Anästhesie. 4. Auflage ed, 26-28. Thieme Verlag.

8 **Anhang**

8.1	Prädiktion des schwierigen Atemwegs	1
8.1.1	Cormack – Lehane	1
8.1.2	Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung in alphabetischer Reihenfolge.	1
8.1.3	Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche direkte Laryngoskopie und Intubation in alphabetischer Reihenfolge.....	2
8.1.4	Mallampati Klassifikation	3
8.1.5	Thyromentaler Abstand	3
8.2	SOP: Endoskopische Intubation unter Spontanatmung der Unimedizin Mainz	4
8.3	DAQ-System-Bildschirmmaske	8
8.4	Flowchart Dateneinschluss und Datenausschluss	11
8.5	Anästhesieprotokoll	12
8.6	Test-Tabellen – Kruskal-Wallis-Tests	14
8.6.1	Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von der Indikation – FOI 2019-2020	14
8.6.2	Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2019-2020	16
8.6.3	Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom BMI – FOI 2019-2020.....	17
8.6.4	Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2005-2020	18
8.7	Test-Tabellen - Mann-Whitney-U-Tests	20
8.7.1	Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: Reflux – FOI 2019-2020	20
8.7.2	Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: OSAS – FOI 2019-2020.....	21
8.7.3	Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020	21

8.1 Prädiktion des schwierigen Atemwegs

8.1.1 Cormack – Lehane

Die Einteilung nach Cormack-Lehane wird nach direkter Laryngoskopie narkotisierter Patienten vorgenommen. Sie beschreibt die Sichtbarkeit anatomischer Strukturen bei direkter Laryngoskopie und dient der Einschätzung der Schwierigkeit der Atemwegssicherung bei zukünftigen Intubationen. Beurteilt werden die Einsehbarkeit der Stimmritze, der Epiglottis und der hinteren Kommissur (Cormack and Lehane, 1984).

<i>Klasse:</i>	<i>Einsehbarkeit anatomischer Strukturen</i>
I	Gesamte Stimmritze einsehbar
II	Hintere Kommissur sichtbar
III	Stimmritze nicht einsehbar, nur Epiglottis sichtbar
IV	Epiglottis nicht einsehbar, nur Zungengrund sichtbar

8.1.2 Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung in alphabetischer Reihenfolge

(Piepho et al., 2023)

- Bestrahlung oder Tumor im Bereich der Halsregion
- Body-Mass-Index >30 kg/m²
- Desolater Zahnstatus, Zahnlosigkeit
- Deutlich* eingeschränkte Protrusion des Unterkiefers
- Makroglossie und andere pathologische Zungenveränderungen
- Mallampati Grad III oder IV
- Narben, Tumoren, Entzündungen, Verletzungen von Lippe und Gesicht
- Pathologische Veränderungen von Pharynx, Larynx und Trachea
- Schnarchanamnese bzw. obstruktive Schlaf-Apnoe
- Unzureichende Narkosetiefe
- Verringerter thyreoentaler Abstand (<6-7 cm)
- Vollbarträger

*Unterkiefer kann nicht so weit vorgeschoben werden, dass eine Berührung von Zähnen bzw. Zahnfleisch des Unterkiefers mit Zähnen bzw. Zahnfleisch des Oberkiefers möglich ist.

8.1.3 Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche direkte Laryngoskopie und Intubation in alphabetischer Reihenfolge

(Piepho et al., 2023)

Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko einer schwierigen oder unmöglichen direkten Laryngoskopie.

- Eingeschränkte Mundöffnung (<3,5 cm)
- Eingeschränkte Reklination des Kopfes
- Inspiratorischer Stridor
- Kurzer oder umfangreicher Hals
- Makroglossie
- Mallampati Grad III oder IV
- Mandibulo- und maxillofaziale Dysostosen
- Obstruktive Schlaf-Apnoe
- Pathologischer „upper lip bite“ Test
- Progenie, Dysgnathie
- Raumfordernde Struma
- Schwangerschaft
- Schwierige Intubation in der Anamnese
- Subglottische Stenose, Trachealstenose, Trachealverlagerung
- Tumoren, Abszesse im Kopf-Hals- oder Mediastinalbereich
- Unzureichende Narkosetiefe, fehlende muskuläre Blockade
- Verringerter thyreomentaler Abstand (<6-7cm)
- Zustand nach Bestrahlung im Kopf-Hals-Bereich
- Zustand nach Operationen am Larynx/Pharynx

8.1.4 Mallampati Klassifikation

Bei der Mallampati Klassifikation handelt es sich um eine Methode zur präoperativen Einschätzung der Schwierigkeit einer endotrachealen Intubation. Die vorgenommene Einteilung geht auf eine Publikation von Seshagiri Mallampati von 1985 zurück, in welcher der Zusammenhang von Intubationsschwierigkeiten und der Einsehbarkeit verschiedener Rachenstrukturen beschrieben wurde (Mallampati et al., 1985). Bis heute ist diese Klassifikation aufgrund ihres geringen Aufwands und der dennoch validen Vorhersage potenzieller Schwierigkeiten weit verbreitet. Dabei kann eine Einschätzung bereits im Rahmen des Narkoseaufklärungsgesprächs, aber auch direkt vor der Narkoseeinleitung vorgenommen werden. Die Beurteilung erfolgt in sitzender Position bei neutraler Kopfposition mit maximaler Mundöffnung, die Zunge soll stimmlos herausgestreckt werden. Der Untersucher klassifiziert anhand der folgenden Kriterien:


Klasse:	Einsehbarkeit anatomischer Strukturen
I	Volle Sichtbarkeit des weichen Gaumens, der Uvula und der seitlichen Gaumenbögen
II	Seitliche Gaumenbögen und Uvulaspitze nicht mehr einsehbar
III	Weicher und harter Gaumen sichtbar
IV	Nur harter Gaumen sichtbar

8.1.5 Thyromentaler Abstand

Der thyromentale Abstand, wie er beim Patil-Test erhoben wird, bezeichnet die Distanz von der Kinnschuppe bis zur Vorderseite des Schildknorpels unter Überstrecken des Kopfes. Normalerweise beträgt die thyromentale Distanz >6,5cm (Dörges, 2010). Misst sie weniger, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer schwierigen Atemwegssicherung.

8.2 SOP: Endoskopische Intubation unter Spontanatmung der Unimedizin Mainz

Anästhesiologie/Bereichsübergreifende Dokumente
SOP endoskopische Intubation unter Spontanatmung (D49020)
Es gilt die aktuelle elektronische Version



UNIVERSITÄTSMEDIZIN
MAINZ

Ziel / Zweck: Standardisierte Planung und Durchführung einer Intubation unter Spontanatmung

Geltungsbereich: Klinik für Anästhesiologie

Verantwortlichkeiten: Durchführendes Anästhesiepersonal, Bereichsaufsicht

Dokumentation: Narkoseprotokoll

Prozessverantwortlich: Direktor der Klinik für Anästhesiologie

Inhaltsverzeichnis

1. Definition 1
2. Anwendung 1
3. Vorbereitung 2
 - 3.1. Personal 2
 - 3.2. Equipment 2
4. Durchführung 3
5. Dokumentation 6
6. Praktisches Vorgehen bei Extubation 6

1. Definition

Die flexible endoskopische Intubation unter Spontanatmung (FOI) hat gegenüber anderen Techniken zur Atemwegssicherung eine hohe Erfolgsrate, ein geringes Risikoprofil und stellt daher den Goldstandard im Atemwegsmanagement für den erwarteten schwierigen Atemweg dar [1,2].

Ziele der FOI sollen sein:

- Sicherere Intubation unter Erhalt der Spontanatmung
- Vermeidung einer Hypoxämie
- Beachtung eines möglichst hohen Patientenkomforts

2. Anwendung

Eine FOI soll durchgeführt werden:

- Anamnese eines schwierigen Atemwegs (Patientenanamnese, Anästhesieausweis)
- Eingeschränkte Mundöffnung (< 2cm)
- Tumore und / oder Radialtie im Kopf-/ Halsbereich
- Mediastinal-Mass Syndrom [4]


Eine FOI sollte durchgeführt werden:

- Unmöglichkeit HWS Reklination (z.B. Frakturen/Instabilität an der HWS)
- Einer oder mehrere Prädiktoren für einen erwarteten schwierigen Atemweg gemäß Anästhesieprotokoll

Eine FOI kann durchgeführt werden:

- Adipositas per magna und Prädiktoren für schwierige Maskenbeatmung [5]

Anästhesiologie/Bereichsübergreifende Dokumente
SOP endoskopische Intubation unter Spontanatmung (D49020)
Es gilt die aktuelle elektronische Version



UNIVERSITÄTSMEDIZIN
MAINZ

3. Vorbereitung

3.1. Personal

- Bei kritisch kranken Patienten oder Säuglingen bzw. Kleinkindern soll ein 2. Anästhesist anwesend sein
- Ein in der Technik erfahrener Anästhesist soll die Prozedur durchführen oder überwachen
- Vor Beginn der FOI soll eine sorgfältige Planung und enge Kommunikation mit der anwesenden Pflegekraft über die Vorbereitung und Durchführung erfolgen


3.2. Equipment

Zusätzlich zum Standard Equipment und Monitoring sollen folgende Materialien vorgehalten werden:

Materialien zur Atemwegssicherung

- Flexibles Endoskop (Größe nach Zugangsweg, Eingriff, Tubusgröße und Patientalter)
- Antibeschlag für Mehrwegoptik + Endoegel
- Geschützter Guedel-Tubus (VBM® Bronchoscope Airway™)
- Lichtquelle (Mehrwegoptik) oder Ambu™ Monitor für Einmaloptik
- Einmalendoskope werden nach separater Handlungsanweisung der Klinikleitung verwendet (z.B. Fehlen einer Mehrwegoptik)
- Sauerstoffbrille / Nasensonde mit O₂-Sprüder zur Anfeuchtung
- Endoskopiemaske nach Frey (VBM®) für Oxygenierung bei kritisch kranken Patienten
- Spiral-Tubus (Rüsch® Rüschflex™) in verschiedenen Größen (Bedenke: Patient, Art der OP und Größe des Endoskops). Bei ≤ 4,5 mm vorzugsweise MicroCuff-Tuben
- Atemwegswegen in der Einleitung
 - Erwäge kritisch kranke Patienten mit einem gesicherten schwierigen Atemweg in Tracheotomie Bereitschaft (HNO, MKG oder in der Tracheotomie versierter Arzt) zu versorgen

Anästhesiologie/Bereichsübergreifende Dokumente
SOP endoskopische Intubation unter Spontanatmung (D49020)
Es gilt die aktuelle elektronische Version



UNIVERSITÄTSMEDIZIN
MAINZ

Charakteristika Nasal – oraler Zugangsweg

E: HHzc, Eric für Kötger M., HHzc E. P: HHzc, Eric für Schenck, Pitsch, Steiner
Datum: 07.07.2021 Version: 2

F: HHzc, Eric für Werner, C 01.06.2021
Seite: 2 von 7

Endoskopaußendurchmesser (mm)	2,2	2,8	3,3	3,6	4,9	5,2	5,6
Max. Größe des aScope (Größe – Einmalendoskop)	-	-	-	3,8	3,8	5,0	5,0/5,8
Max ETT mm ID	2,5-	3,5	4	5	5,5	6/6,5	7-8,5
	3						

Abkürzungen: ETT = Endotrachealtubus; ID= Innendurchmesser

Cave: Die Relation Endoskop Außendurchmesser und Tubusinnenlumen (I.D.) sollte nur in Ausnahmefällen < 1 mm betragen. Die Kompatibilität des Endoskops mit dem jeweiligen ETT soll immer vor der FOI getestet werden. Mehrwegendoskope mit Veränderung des Faser-/Chipkanals (z.B. durch Aufrollen der äußeren Schicht) können das Gleiten des aufgefädelten ETT behindern.

Bei entsprechender Körpergröße / Halsbeschaffenheit mit Einengung der oberen Atemwege kann ein überlanger Woodbridge oder Mallinckrodt Tubus mit kleinerem I.D. verwendet werden. Diese werden z.B. im MKG-OP (PACU) oder HNO-OP (Anästhesie Lager) bevorratet.

Basismedikamente

- o 1 ml Lidocain 2% mit Phenylephrin 0,25% je Nasenloch
- o Lidocain-Spray 10% mit Einweg-Sprinkanüle
- o Sufentanil
- o Lidocain 2% für Spray as you go
- o Bei starker Salivation: Glycopyrroniumbromid

Erweiterte Medikamente:

- o Remifentanyl
- o Dexmedetomidin
- o Ketamin
- o Propofol
- o Etomidate
- o Verfügbarkeit von Naloxon (Antagonisierung von Sufentanil)

4. Durchführung

- o Jeder elektive Patient soll vor einer FOI entsprechend den allgemeinen Empfehlungen der DGAI zur präoperativen Evaluation untersucht und aufgeklärt werden
- o Erträge Sonographie der Hals Anatomie (ggf. Evaluation Anatomie im CT Hals)
- o Monitoring-Anlage (Besonders Atemfrequenz und SpO2 Monitoring)
- o Anlage eines sicheren peripher venösen Zuganges
- o Applikation von Nasentropfen (Xylometazolin)
- o Topische Anästhesie mit Lidocain-Spray 10% (Höchstdosisierung beachten)
- o 2x 10ml Spitze mit jeweils 5ml Lidocain 2% und 5ml Raumluft

Cave: Die Höchstdosis von Lidocain (topisch) beträgt **9 mg/kgKG** Lean Body Weight (LBW).

1 Sprühstoß von Xyllocain® entspricht 10mg. Die Höchstdosis bei einem 70 kg (56kg [LBW]) Patient entspricht 504mg/24h.
 Bei jeweils 100 mg Lidocain für supraglottische und subglottische topische Anästhesie, können max. **30 Sprühstöße Xyllocain** (300mg) für eine suffiziente topische Anästhesie appliziert werden.

- o bei oraler und nasaler FOI werden pro Nasenloch eine Phiole mit Lidocain/Phenylephrine zur Risikoreduktion von Epistaxis verabreicht
- o Lagerung:
 - o Oberkörperhochlage (Anti-Trendelenburg Lagerung)
 - o bei BMI > 40 kg/m² kann der Patient in eine RAMP-Position gebracht werden
 - o eine periprozedurale Sauerstoffapplikation muss bei jeder Analgosedierung erfolgen:
 - o O2 Therapie via Nasenbrille/Nasensonde vor systemischer Opioid Gabe oder Sedierung [2,7]
 - o bei kritisch kranken Patienten kann die FOI unter Nicht-invasiver Ventilation via Endoskopiemaske nach Frey (oraler Zugangsweg) oder HFNO mit 40-60l Flow (Optiflow) erfolgen
- o Analgosedierung
 - o Ziel sollte eine ausreichende Anxiolyse mit Dämpfung von Husten-/Würgereflex sein.
 - o Sufentanil
 - Dosierung: 5 µg i.v. (TBW 50-70 kg); 7,5 µg (TBW 70-100kg); 10 µg (TBW > 100 kg)
 - die aufgeführten Dosierungen gelten als Richtwerte und können individuell nach Patienten und Situation verändert werden
 - o Dexmedetomidin (Perfusor mit 200 µg ad 50ml NaCl 0,9%)
 - Dosierung: 1 µg/kgkg über 10 Minuten gefolgt von 0,5 µg/kgkg/h
 - o Remifentanyl (Perfusor mit 2mg ad 50 ml NaCl 0,9%)
 - Dosierung: 1 µg/kgkg über 4 Minuten und anschließend 0,08-0,1 µg/kgkg/min
 - o Etomidate
 - Dosierung 0,1-0,2 mg/kgKG (vor Verschieben des ETT über das liegende Endoskop)
- o Patientenzugang und Positionierung des Anästhesisten
 - o Der Patientenzugang (oral/nasal) wird in Abhängigkeit der anatomischen Gegebenheiten und des chirurgischen Zuganges/Intervention gewählt.
 - o Die Positionierung des Anästhesisten bieten sich zwei Möglichkeiten an:
 - hinter dem Kopf des Patienten (Vorteil: Anatomie vertraut (Epiglottis bei 12 Uhr); Nachteil: nicht ergonomische Arbeitsposition
 - seitlich neben dem Patienten (Vorteil: Endoskop muss bogenförmig gekrümmt werden – besser Manövrierung; Nachteil: Orientierung ungewohnt)
- o Endoskopie
 - o Ggf. Abdunkeln der Einleitung (bessere Kontrastierung des Monitors, Einschleifatmosfera für den Patienten)

- Generell Vorschub nur unter Sicht (Landmarken) – **Ausnahme:** kurze kontrollierte Passagen mit verminderter Sicht und anschließender genauer Lagekontrolle der Optik
- Vorsichtige Insertion (nasal bzw. oral)
- Um die Passage des Zungengrundes zu erleichtern, kann man den Patienten auffordern, die Zunge nach vorne zu strecken
- Aufsuchen der Epiglottis
- Identifikation der Stimmbandebene
- Lokalanästhesie der Stimmblätter mit Lidocain 2% 5 ml plus 5 ml Luft Vorsichtiges Einspritzen der LA, weniger Husten, Verteilung
- LA-Applikation nach Aufforderung zur forcierten Einatmung (gewünschte Aspiration des LA)
- Entfernen des Endoskops aus Mundraum und 2min. warten, bei nasalem Vorgehen vor Ort belassen, da Nasenpassage unangenehm und immer ein Blutungsrisiko besteht
- Danach erneute Insertion und anschließende Passage der Stimmbandebene
- Erneute topische Anästhesie mit Lidocain 2% 5 ml plus 5 ml Luft der Trachea
- Rückzug des Endoskops supraglottisch und erneut 2min. warten
- Danach erneut Endoskop vorschleiben bis kurz vor die Carina
- Intubation und Allgemeinanästhesie
 - Applikation von Gießelgel in das passierte Nasenloch (nasaler Zugangsweg)
 - Vorschleiben des ETT durch Endoskopierenden (Endoskop als Leitlinie), Hinweis an Patienten: Sprechen jetzt nicht mehr möglich
 - Dislokation des ETT unbedingt vermeiden. Kontinuierliche Visualisierung der Trachea / Carina (sichere Identifikation der tracheobronchialen Anatomie)
 - Bei Widerstand:
 - kurzer Rückzug und/oder sanfte Rotation des ETT
 - Patienten um weites Mundöffnen und Phonation bitten
 - Reklination bzw. Inklination des Kopfes
 - Esmarch Handgriff
 - Cave: kein gewaltsames Vorschleiben des ETT erzwingen
 - Tubusdurchmesser überprüfen, kleinere Größe erwägen
 - Entfernung des Endoskops
 - Konnektion an das Beatnungsgerät
 - Erneute Lagekontrolle anhand Kapnographie
 - Einleiten der Allgemeinanästhesie
 - Cuff des ETT blocken
 - Tubusfixierung (Mittig oder seitlich: siehe Eingriff-SOP)
 - 2 Punkte Regel zur Verifizierung einer sicheren Tubuspositionierung (beide Punkte müssen erfüllt sein)
 - Endoskopische Lagekontrolle und Identifizierung der Carina/Trachealspangen
 - Lagekontrolle durch Visualisierung des ETT in der Trachea (Tiefenkontrolle durchführen: Endoskopspitze unmittelbar vor Carina (Kontakt unbedingt vermeiden), Endoskop-Rückzug bis Tubusspitze sichtbar, Abstand Carina zu Tubusspitze ca. 5 cm beim Erwaachsenen.
 - Anstieg des endtidalen CO₂ am Respiратор

- 5. **Dokumentation**
- Die Dokumentation der Atemwegsicherung soll auf dem Anästhesieprotokoll erfolgen, um eine detaillierte Auskunft über Technik und Schwierigkeiten zu geben. Aus der Dokumentation sollen folgende Punkte hervorgehen:

1. Topische Anästhesie und systemische Analgosedierung
2. Zugangsweg (oral/nasal)
3. Laryngeale Sicht unter fiberoptische Führung (Epiglottis/Glottis/Aryknorpel Sicht)
4. Lage des Trachealtubus (Tubus-Carina Abstand)
5. Bei nasaler FOI (Markierung des ETT am Naseneingang sowie Nasenloch)
6. Bei oraler FOI (Markierung des ETT Mundwinkel/Zahnreihe)
7. Komplikationen

6. Praktisches Vorgehen bei Extubation

- Präoxygenierung mit dem Ziel eiO₂ > 90%
- Absaugen Mund-Rachen-Raum und evtl. Magen
- Oberkörperhochlagerung (entsprechend Einleitungslagerung)
- Zurückziehen des ETT (nasaler Lage) in tiefe Wendeposition (ETT Cuff supraglottisch)
- Bei Verdacht auf schwierige Extubation (Schwellung oder andere Verlegung der oberen Atemwege):
 - Erwäge: Nebenatmungsversuch (cuff leak Test). Klinische Beurteilung, ob beim Intubieren, spontan atmenden Patienten eine schwellungsbedingte Atemwegsverengung vorliegt (bspw. Larynxödem). Beim qualitativen Nebenatmungsversuch wird der Endotrachealtubus nach Entblocken des Cuffs mit dem Daumen verschlossen. Das hörbare Entweichen von Ausatemluft als gilt positives Extubationskriterium. Beim quantitativen Nebenatmungsversuch bleibt der Endotrachealtubus nach Entblocken des Cuffs mit dem Beatmungsgerät verbunden. Ein angezeigtes Nebenluftvolumen von >110 ml innerhalb der ersten sechs Atemzüge ist mit einem geringen Risiko für das Vorliegen eines klinisch signifikanten Larynxödems assoziiert.
- Erwäge: Cook® Staged Extubation Set
- Im operativen Setting: Erwäge Koniotomie/Tracheotomie-Bereitschaft (Equipment und Personal, z.B. HNO, MKG)

Referenzen:

1. Piepko, T., et al. S1 guidelines on airway management : Guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. * Der Anaesthesist 2015; 64: 27-40.
2. Ahmad, I., et al. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATT) in adults. * Anaesthesia 2019; 75:509-29.
3. Hagberg, C. A. (2017). *Bennuruf and Hagberg's airway management*. 4th Edition. Elsevier Health Sciences.
4. Erdős, G., et al. Anästhesiologisches Management bei mediastinaler Raumforderung. Aktuelle Konzepte der perioperativen Versorgung. *Der Anaesthesist* 2015; 54: 1215-28.
5. Murphy, C., Wong DT. Airway management and oxygenation in obese patients. *Can J Anaesth.* 2013; 6:929-945
6. El-Bohirdy K, Omwochoi DN, Cuddihy J, Ahmad I. A prospective cohort study of awake fiberoptic intubation practice at a tertiary centre. *Anaesthesia*. 2017;72:694-703.

Es gilt die aktuelle elektronische Version!

7. J. Apfelbaum, CA Hagberg, RA Caplan, et al.: Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013, 118:251-270 2013

Konsensus-Einstufung

Empfehlungen wurden als Expertenkonsens der Arbeitsgruppe beschlossen. Die Stärke der Empfehlung ergibt sich aus der verwendeten Formulierung (soll / sollte / kann) entsprechend der Abstufung:

Empfehlung „soll“ / „soll nicht“ - starke Empfehlung

Empfehlung „sollte“ / „sollte nicht“ - Empfehlung

Empfehlung „kann“ / „kann nicht“ - Empfehlung offen

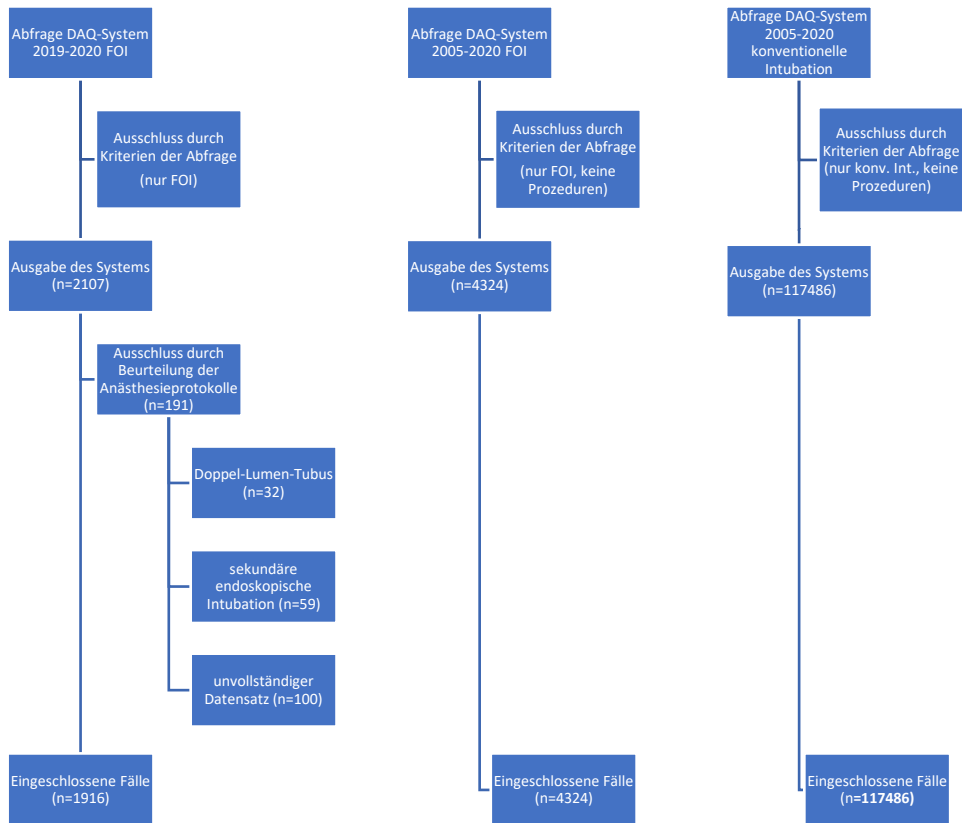
AVB: Tabelle = LeifAVB_V8

AVB 1 Art	Schweregrad	Zeitpunkt
9999 Kein AVB		
AVB 2 Art	Schweregrad	Zeitpunkt
AVB 3 Art	Schweregrad	Zeitpunkt
AVB 4 Art	Schweregrad	Zeitpunkt
AVB 5 Art	Schweregrad	Zeitpunkt

Postanästh. Visite: Tabelle = LeifPost_V8

Datum postanästhesiologischen Visite		Anästhesist
<input type="checkbox"/> Keine Postanästhesiologische Visite	22.09.2008	
AVB 1 Art	Schweregrad	
AVB 2 Art	Schweregrad	
AVB 3 Art	Schweregrad	
AVB 4 Art	Schweregrad	
AVB 5 Art	Schweregrad	

8.5 Flowchart Dateneinschluss und Datenausschluss



8.6 **Anästhesieprotokoll**

BTM eingetragen

▼ Bitte vor Trennung des Satzes an dieser Linie falzen ▼

UNIVERSITÄTSmedizin. Klinik für Anästhesiologie MAINZ Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Christian Werner		Kopf-Reklination + ? - nb Kinnspitze-Kehik + ? - nb Mallampati I II III IV nb Mundöffnung > 3cm < 3cm diff. Airway nein JA		Patientenricket	
		Klinik d. OP			
Größe	cm	Vorläufige Diagnose		Geplanter Eingriff	
Gewicht	kg				
BMI					
Pulsfrequenz /min		Blutdruck / mmHG		Sauerstoffsättigung %	
<input type="checkbox"/> PONV		<input type="checkbox"/> MH-Disposition		<input type="checkbox"/> OSAS	
<input type="checkbox"/> Zahnstatus		<input type="checkbox"/> saniert/fest		<input type="checkbox"/> Prothet. versorgt	
<input type="checkbox"/> Frühere Anästhesien		<input type="checkbox"/> keine		<input type="checkbox"/> opB	
Labor		Na		K	
yGT		CRP		Quick/NR	
<input type="checkbox"/> opB		<input type="checkbox"/> art. Hypertonie		<input type="checkbox"/> Arrhythmie	
<input type="checkbox"/> Belastung > 4 MET		<input type="checkbox"/> Belastung ≤ 4 MET		<input type="checkbox"/> perm./parox. VHF	
<input type="checkbox"/> EKG		<input type="checkbox"/> KHK I II III IV		<input type="checkbox"/> NYHA I II III IV	
<input type="checkbox"/> KHK		<input type="checkbox"/> Infarkt		<input type="checkbox"/> EF %	
<input type="checkbox"/> UKG; Datum				Revised Cardiac Risk Index:	
<input type="checkbox"/> Vitium		<input type="checkbox"/> Auskult.		<input type="checkbox"/> komp. Nierenins. Krea > 2mg/dl	
<input type="checkbox"/> opB		<input type="checkbox"/> Raucher		<input type="checkbox"/> COPD nach Gold I II III IV	
<input type="checkbox"/> Auskult.				<input type="checkbox"/> Asthma	
<input type="checkbox"/> opB		<input type="checkbox"/> NIDDM		<input type="checkbox"/> IDDM	
<input type="checkbox"/> Hepatopathie/Child		<input type="checkbox"/> Gravidität/SSW		<input type="checkbox"/> Immobilisation	
<input type="checkbox"/> opB		<input type="checkbox"/> Z. n. Insult		<input type="checkbox"/> Residualsymptome	
<input type="checkbox"/> Sonstiges		<input type="checkbox"/> LuFu:		<input type="checkbox"/> Krampfleiden	
<input type="checkbox"/> keine		<input type="checkbox"/> β-Blocker		<input type="checkbox"/> Kalziumantagonist	
<input type="checkbox"/> Diuretikum		<input type="checkbox"/> Antidiabetika		<input type="checkbox"/> Analgetikum/Opiat	
<input type="checkbox"/> Antikonvulsiva		<input type="checkbox"/> Sonstige		<input type="checkbox"/> Antikoagulans	
<input type="checkbox"/> keine bekannt		<input type="checkbox"/> Latex		<input type="checkbox"/> Antibiotika	
<input type="checkbox"/> Sonstiges				<input type="checkbox"/> Kontrastmittel	
<input type="checkbox"/> Status nach ASA		I II III IV V H		<input type="checkbox"/> Wahleingriff	
<input type="checkbox"/> ITN		<input type="checkbox"/> FOI		<input type="checkbox"/> SPA	
<input type="checkbox"/> Regionales Verfahren		<input type="checkbox"/> th. PDA		<input type="checkbox"/> lumb. PDA	
<input type="checkbox"/> Nüchternheit		<input type="checkbox"/> akt. Labor		<input type="checkbox"/> Gerinnung	
<input type="checkbox"/> spez. Untersuchungen				<input type="checkbox"/> SD-Werte	
<input type="checkbox"/> Blutprodukte		<input type="checkbox"/> EK		<input type="checkbox"/> FFP	
<input type="checkbox"/> Freigabe nach WV		Name		Datum	
<input type="checkbox"/> Bemerkungen					
Datum		Dauer der PM		Unterschrift, Name Anästhesist	
verabreicht um:		von		Unterschrift:	
Prämedikation		Vorabend:		001004012	
Operationstag		Zeit		Appl.	
		Medikament		Dosis	

Vertreter für AN bei WL-Patient:
 UKM 18-302 V 01-2022
 Version: 1.00 (2019)
 Dr. Walter Frank
 01-2022

8.7 Test-Tabellen – Kruskal-Wallis-Tests

8.7.1 Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit von der Indikation – FOI 2019-2020

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
	Die Verteilung von EinlDauer [min] ist über die Kategorien von Indikation identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	<0,001	Nullhypothese ablehnen
a. Das Signifikanzniveau ist 0,05; b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.				

Zusammenfassung des Kruskal-Wallis-Tests bei unabhängigen Stichproben	
Gesamtzahl	1908
Teststatistik	66,393 ^a
Freiheitsgrad	7
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<0,001
a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.	

Kruskal-Wallis-Test - Paarweise Vergleiche in Abhängigkeit von Indikation FOI 2019-2020								
Gruppe 1	Gruppe 2	Teststatistik	Standardfehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δ t
Diagnostische Pan-endoskopie	Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	28,966	176,595	0,164	0,870	1,000		
Diagnostische Pan-endoskopie	Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	120,950	179,236	0,675	0,500	1,000		
Diagnostische Pan-endoskopie	erwarteter schwieriger Atemweg	124,446	177,120	0,703	0,482	1,000		
Diagnostische Pan-endoskopie	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	129,746	174,985	0,741	0,458	1,000		
Diagnostische Pan-endoskopie	bekannter schwieriger Atemweg	207,136	183,254	1,130	0,258	1,000		
Diagnostische Pan-endoskopie	Fraktur Halswirbelsäule	511,658	182,292	2,807	0,005	0,140	0,26289964	0:13
Diagnostische Pan-endoskopie	Andere	823,250	426,308	1,931	0,053	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	-91,984	52,267	-1,760	0,078	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	erwarteter schwieriger Atemweg	95,480	44,474	2,147	0,032	0,890	0,08608686	0:02

Anhang

Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung-Nase	Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	100,780	35,016	2,878	0,004	0,112	0,08107846	0:03
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	bekanntes schwieriger Atemweg	178,170	64,719	2,753	0,006	0,165	0,061937193	0:05
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Fraktur Halswirbelsäule	-482,692	61,943	-7,793	0,000	0,000	0,37	0:12
Nase-Rachen-Kopf-Hals Entzündung	Andere	794,284	390,314	2,035	0,042	1,000	0,11020143	0:14
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	erwarteter schwieriger Atemweg	3,496	54,014	0,065	0,948	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	8,796	46,537	0,189	0,850	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	bekanntes schwieriger Atemweg	86,186	71,611	1,204	0,229	1,000		
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht-	Fraktur - Halswirbelsäule	-390,708	69,112	-5,653	0,000	0,000	0,345	0:11
Fraktur Mund-Kiefer-Gesicht	Andere	702,300	391,515	1,794	0,073	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	-5,300	37,573	-0,141	0,888	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	bekanntes schwieriger Atemweg	82,689	66,137	1,250	0,211	1,000		
erwarteter schwieriger Atemweg	Fraktur Halswirbelsäule	-387,211	63,423	-6,105	0,000	0,000	0,31	0:10
erwarteter schwieriger Atemweg	Andere	698,804	390,551	1,789	0,074	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	bekanntes schwieriger Atemweg	77,390	60,186	1,286	0,198	1,000		
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	Fraktur Halswirbelsäule	-381,912	57,190	-6,678	0,000	0,000	0,20858568	0:09
Nase-Rachen-Kopf-Hals Neoplasie	Andere	693,504	389,588	1,780	0,075	1,000		
bekanntes schwieriger Atemweg	Fraktur Halswirbelsäule	-304,522	78,950	-3,857	0,000	0,003	0,275	0:07
bekanntes schwieriger Atemweg	Andere	616,114	393,371	1,566	0,117	1,000		
Fraktur Halswirbelsäule	Andere	311,592	392,924	0,793	0,428	1,000		

Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede (p < 0,05) sind markiert. Effektstärke r > 0,3 dunkel markiert. Δ t: Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.

8.7.2 Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2019-2020

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
	Die Verteilung von EinlDauer [min] ist über die Kategorien von 1. Anä Klass Ziffer identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	<0,001	Nullhypothese ablehnen
a. Das Signifikanzniveau ist 0,05; b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.				

Zusammenfassung des Kruskal-Wallis-Tests bei unabhängigen Stichproben	
Gesamtzahl	1908
Teststatistik	32,995 ^a
Freiheitsgrad	9
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<0,001
a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.	

Kruskal-Wallis-Test - Paarweise Vergleiche - in Abhängigkeit vom durchführenden Anästhesist FOI 2019-2020									
Gruppe 1	Gruppe 2	Teststatistik	Standardfehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δ t	
OA, LOA, IL	AA 7.-12. Monat	9,562	62,227	0,154	0,878	1,000			
OA, LOA, IL	AA 2. Jahr	19,871	58,619	0,339	0,735	1,000			
OA, LOA, IL	AA >5 Jahre	55,249	66,623	0,829	0,407	1,000			
OA, LOA, IL	FA & stv. OA	93,538	53,819	1,738	0,082	1,000			
OA, LOA, IL	AA 3. Jahr	118,083	64,136	1,841	0,066	1,000			
OA, LOA, IL	AA 5. Jahr	122,454	66,157	1,851	0,064	1,000			
OA, LOA, IL	AA 4. Jahr	146,750	97,239	1,509	0,131	1,000			
OA, LOA, IL	AA 3.-6. Monaten	155,467	59,916	2,595	0,009	0,426	0,1361 9007	0:02	
OA, LOA, IL	AA <3 Monaten	265,337	64,318	4,125	0,000	0,002	0,2389	0:04	
AA 7.-12. Monat	AA 2. Jahr	-10,309	53,113	-0,194	0,846	1,000			
AA 7.-12. Monat	AA >5 Jahre	-45,687	61,834	-0,739	0,460	1,000			
AA 7.-12. Monat	FA & stv. OA	-83,976	47,763	-1,758	0,079	1,000			
AA 7.-12. Monat	AA 3. Jahr	-108,521	59,146	-1,835	0,067	1,000			
AA 7.-12. Monat	AA 5. Jahr	-112,892	61,332	-1,841	0,066	1,000			
AA 7.-12. Monat	AA 4. Jahr	-137,189	94,023	-1,459	0,145	1,000			
AA 7.-12. Monat	AA 3.-6. Monaten	145,906	54,541	2,675	0,007	0,336	0,1316 3657	0:02	
AA 7.-12. Monat	AA <3 Monaten	255,775	59,343	4,310	0,000	0,001	0,231	0:04	
AA 2. Jahr	AA >5 Jahre	-35,378	58,201	-0,608	0,543	1,000			
AA 2. Jahr	FA & stv. OA	-73,668	42,957	-1,715	0,086	1,000			
AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	-98,212	55,338	-1,775	0,076	1,000			

AA 2. Jahr	AA 5. Jahr	-102,583	57,668	-1,779	0,075	1,000		
AA 2. Jahr	AA 4. Jahr	-126,880	91,675	-1,384	0,166	1,000		
AA 2. Jahr	AA 3.-6. Monaten	135,597	50,386	2,691	0,007	0,320	0,1227 072	0:01
AA 2. Jahr	AA <3 Monaten	245,466	55,548	4,419	0,000	0,000	0,217	0:03
AA >5 Jahre	FA & stv. OA	-38,289	53,364	-0,718	0,473	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3. Jahr	62,834	63,755	0,986	0,324	1,000		
AA >5 Jahre	AA 5. Jahr	67,205	65,787	1,022	0,307	1,000		
AA >5 Jahre	AA 4. Jahr	91,502	96,988	0,943	0,345	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3.-6. Monaten	100,219	59,507	1,684	0,092	1,000		
AA >5 Jahre	AA <3 Monaten	210,088	63,938	3,286	0,001	0,046	0,1894	0:04
FA & stv. OA	AA 3. Jahr	24,545	50,225	0,489	0,625	1,000		
FA & stv. OA	AA 5. Jahr	28,916	52,781	0,548	0,584	1,000		
FA & stv. OA	AA 4. Jahr	53,212	88,683	0,600	0,548	1,000		
FA & stv. OA	AA 3.-6. Monaten	61,929	44,710	1,385	0,166	1,000		
FA & stv. OA	AA <3 Monaten	171,798	50,457	3,405	0,001	0,030	0,136	0:02
AA 3. Jahr	AA 5. Jahr	-4,371	63,268	-0,069	0,945	1,000		
AA 3. Jahr	AA 4. Jahr	-28,668	95,297	-0,301	0,764	1,000		
AA 3. Jahr	AA 3.-6. Monaten	37,385	56,709	0,659	0,510	1,000		
AA 3. Jahr	AA <3 Monaten	147,254	61,342	2,401	0,016	0,737	0,1215 5602	0:02
AA 5. Jahr	AA 4. Jahr	24,297	96,669	0,251	0,802	1,000		
AA 5. Jahr	AA 3.-6. Monaten	33,014	58,985	0,560	0,576	1,000		
AA 5. Jahr	AA <3 Monaten	142,883	63,452	2,252	0,024	1,000	0,1291 5069	0:03
AA 4. Jahr	AA 3.-6. Monaten	8,717	92,510	0,094	0,925	1,000		
AA 4. Jahr	AA <3 Monaten	118,586	95,420	1,243	0,214	1,000		
AA 3.-6. Monaten	AA <3 Monaten	109,869	56,915	1,930	0,054	1,000		

AA= Assistenzarzt; OA= Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter; stv. OA= stellvertretender Oberarzt; FA= Facharzt; Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede (p< 0,05) sind markiert. Δ t: Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.

8.7.3 Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom BMI – FOI 2019-2020

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
	Die Verteilung von EinlDauer [min] ist über die Kategorien von BMI-Klasse identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	0,039	Nullhypothese ablehnen
a. Das Signifikanzniveau ist 0,05.				
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.				

Zusammenfassung des Kruskal-Wallis-Tests bei unabhängigen Stichproben	
Gesamtzahl	1872
Teststatistik	11,706 ^a

Freiheitsgrad	5
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	0,039
a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.	

Kruskal-Wallis-Test - Paarweise Vergleiche in Abhängigkeit vom BMI FOI 2019-2020								
Gruppe 1	Gruppe 2	Teststatistik	Standardfehler	Standard-teststatistik	Sig.	Anp. Sig.	Effektstärke	Δt
30-34,9	25,0-29,9	8,261	41,033	0,201	0,840	1,000		
30-34,9	18,5-24,9	23,873	39,622	0,603	0,547	1,000		
30-34,9	35-39,9	-26,074	65,476	-0,398	0,690	1,000		
30-34,9	<18,5	112,130	64,269	1,745	0,081	1,000		
30-34,9	>40	-187,128	66,520	-2,813	0,005	0,074	0,15323387	0:02
25,0-29,9	18,5-24,9	15,612	29,717	0,525	0,599	1,000		
25,0-29,9	35-39,9	-17,814	60,002	-0,297	0,767	1,000		
25,0-29,9	<18,5	103,870	58,682	1,770	0,077	1,000		
25,0-29,9	>40	-178,868	61,140	-2,926	0,003	0,052	0,11243735	0:03
18,5-24,9	35-39,9	-2,201	59,047	-0,037	0,970	1,000		
18,5-24,9	<18,5	88,257	57,705	1,529	0,126	1,000		
18,5-24,9	>40	-163,255	60,203	-2,712	0,007	0,100	0,09295794	0:02
35-39,9	<18,5	86,056	77,763	1,107	0,268	1,000		
35-39,9	>40	-161,054	79,634	-2,022	0,043	0,647	0,148260233	2:02
<18,5	>40	-74,998	78,644	-0,954	0,340	1,000		

Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind markiert. BMI=Body-Mass-Index in (kg/m²). Δt : Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.

8.7.4 Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede in Abhängigkeit vom Anästhesisten – FOI 2005-2020

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
	Die Verteilung von EinlDauer [min] ist über die Kategorien von 1. Anä Klass Ziffer identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen
a. Das Signifikanzniveau ist ,050.				
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.				

Zusammenfassung des Kruskal-Wallis-Tests bei unabhängigen Stichproben	
Gesamtzahl	1908
Teststatistik	32,995 ^a
Freiheitsgrad	9
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<0,001
a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.	

Kruskal-Wallis-Test - Paarweise Vergleiche in Abhängigkeit vom durchführenden Anästhesist FOI 2005-2020								
Gruppe 1	Gruppe 2	Teststatistik	Standard fehler	Standard- teststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a	Effektstärke	Δ t
OA, LOA, IL	FA & stv. OA	197,264	70,993	2,779	0,005	0,300	0,07458302	0:01
OA, LOA, IL	AA 2. Jahr	205,397	79,192	2,594	0,009	0,522	0,08218284	0:01
OA, LOA, IL	AA 5. Jahr	220,244	96,510	2,282	0,022	1,000	0,08487172	0:01
OA, LOA, IL	AA 4. Jahr	240,757	93,475	2,576	0,010	0,550	0,18247813	0:02
OA, LOA, IL	AA >5 Jahre	319,300	85,766	3,723	0,000	0,011	0,15894292	0:01
OA, LOA, IL	AA 7.-12. Monat	321,456	78,335	4,104	0,000	0,002	0,12836338	0:02
OA, LOA, IL	AA 3. Jahr	426,861	86,504	4,935	0,000	0,000	0,17036138	0:02
OA, LOA, IL	AA 3.-6. Monaten	507,310	87,690	5,785	0,000	0,000	0,20190806	0:03
OA, LOA, IL	AA <3 Monaten	522,854	113,289	4,615	0,000	0,000	0,18446073	0:03
FA & stv. OA	AA 2. Jahr	8,133	67,724	0,120	0,904	1,000		
FA & stv. OA	AA 5. Jahr	22,980	87,346	0,263	0,792	1,000		
FA & stv. OA	AA 4. Jahr	43,493	83,981	0,518	0,605	1,000		
FA & stv. OA	AA >5 Jahre	122,036	75,306	1,621	0,105	1,000		
FA & stv. OA	AA 7.-12. Monat	124,192	66,720	1,861	0,063	1,000		
FA & stv. OA	AA 3. Jahr	229,597	76,145	3,015	0,003	0,141	0,08353198	0:01
FA & stv. OA	AA 3.-6. Monaten	310,046	77,490	4,001	0,000	0,003	0,11161715	0:02
FA & stv. OA	AA <3 Monaten	325,590	105,592	3,083	0,002	0,113	0,09339567	0:02
AA 2. Jahr	AA 5. Jahr	-14,848	94,132	-0,158	0,875	1,000		
AA 2. Jahr	AA 4. Jahr	-35,361	91,018	-0,389	0,698	1,000		
AA 2. Jahr	AA >5 Jahre	-113,904	83,081	-1,371	0,170	1,000		
AA 2. Jahr	AA 7.-12. Monat	116,059	75,386	1,540	0,124	1,000		
AA 2. Jahr	AA 3. Jahr	-221,464	83,842	-2,641	0,008	0,454	-0,08751474	0:01

AA 2. Jahr	AA 3.-6. Monaten	301,913	85,065	3,549	0,000	0,021	0,11876915	0:02
AA 2. Jahr	AA <3 Monaten	317,457	111,270	2,853	0,004	0,238	0,10798839	0:02
AA 5. Jahr	AA 4. Jahr	20,513	106,428	0,193	0,847	1,000		
AA 5. Jahr	AA >5 Jahre	-99,056	99,726	-0,993	0,321	1,000		
AA 5. Jahr	AA 7.-12. Monat	101,212	93,412	1,084	0,279	1,000		
AA 5. Jahr	AA 3. Jahr	206,616	100,361	2,059	0,040	1,000	0,08150612	0:01
AA 5. Jahr	AA 3.-6. Monaten	287,066	101,385	2,831	0,005	0,255	0,11371352	0:02
AA 5. Jahr	AA <3 Monaten	302,609	124,193	2,437	0,015	0,815	0,11819271	0:02
AA 4. Jahr	AA >5 Jahre	-78,543	96,791	-0,811	0,417	1,000		
AA 4. Jahr	AA 7.-12. Monat	80,699	90,273	0,894	0,371	1,000		
AA 4. Jahr	AA 3. Jahr	186,104	97,446	1,910	0,056	1,000		
AA 4. Jahr	AA 3.-6. Monaten	266,553	98,500	2,706	0,007	0,374	0,10630639	0:01
AA 4. Jahr	AA <3 Monaten	282,096	121,849	2,315	0,021	1,000	0,10877406	0:01
AA >5 Jahre	AA 7.-12. Monat	2,156	82,264	0,026	0,979	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3. Jahr	107,560	90,077	1,194	0,232	1,000		
AA >5 Jahre	AA 3.-6. Monaten	188,010	91,217	2,061	0,039	1,000	0,07536257	0:02
AA >5 Jahre	AA <3 Monaten	203,553	116,041	1,754	0,079	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3. Jahr	-105,405	83,033	-1,269	0,204	1,000		
AA 7.-12. Monat	AA 3.-6. Monaten	185,854	84,268	2,206	0,027	1,000	0,07275322	0:01
AA 7.-12. Monat	AA <3 Monaten	201,397	110,662	1,820	0,069	1,000		
AA 3. Jahr	AA 3.-6. Monaten	80,449	91,911	0,875	0,381	1,000		
AA 3. Jahr	AA <3 Monaten	95,993	116,587	0,823	0,410	1,000		
AA 3.-6. Monaten	AA <3 Monaten	15,544	117,470	0,132	0,895	1,000		

AA= Assistenzarzt; OA= Oberarzt; LOA=leitender Oberarzt; IL=Institutsleiter; stv. OA= stellvertretender Oberarzt; FA= Facharzt; Sig. = Signifikanz; Anp. Sig. = Angepasste Signifikanz; Signifikante Unterschiede (p< 0,05) sind markiert. Δ t: Zeitdifferenz der Mittelwerte beider Untergruppen.

8.8 Test-Tabellen - Mann-Whitney-U-Tests

8.8.1 Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: Reflux – FOI 2019-2020

Ränge				
	Reflux	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EinlDauer [min]	opB	1656	959,58	1589068,50
	Reflux	246	897,09	220684,50
	Gesamt	1902		

Teststatistiken^a	
	EinlDauer [min]
Mann-Whitney-U-Test	190303,500
Wilcoxon-W	220684,500
Z	-1,667
Asymp. Sig. (2-seitig)	0,096
a. Gruppenvariable: Reflux	

8.8.2 Unterschiede in Abhängigkeit von Vorerkrankungen: OSAS – FOI 2019-2020

Ränge				
	OSAS	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EinlDauer [min]	opB	1747	948,57	1657148,00
	OSAS	155	984,55	152605,00
	Gesamt	1902		

Teststatistiken^a	
	EinlDauer [min]
Mann-Whitney-U-Test	130270,000
Wilcoxon-W	1657148,000
Z	-,783
Asymp. Sig. (2-seitig)	0,434
a. Gruppenvariable: OSAS	

8.8.3 Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen endoskopischer Wachintubation und konventioneller Intubation – 2005-2020

Ränge				
	FOI*	n	Mittlerer Rang	Rangsumme
Einleitungsdauer [min]	Nein	117486	60381,89	7094027301,50
	Ja	4324	75132,20	324871653,50
	Gesamt	121810		

Teststatistiken^a	
	Einleitungsdauer [min]
Mann-Whitney-U-Test	192488460,500
Wilcoxon-W	7094027301,500
Z	-27,180
Asymp. Sig. (2-seitig)	<0,001
Effektstärke r	0,07787678
Δt	0:06
a. Gruppenvariable: FOI	

9 Danksagung

Mein Dank gilt zuerst meiner Betreuerin für die hervorragende Betreuung und den wissenschaftlichen Austausch in den letzten Jahren.

Meiner Doktormutter danke ich für die Möglichkeit, diese Arbeit unter ihrer Leitung durchzuführen.

Ebenso danke ich dem Direktor der Klinik für Anästhesiologie für die Förderung meiner wissenschaftlichen Tätigkeit.

Ich danke auch meinem statistischen Berater für die kompetente statistische Beratung und dem Informatiker der Klinik für Anästhesiologie für die Bereitstellung der Datensätze aus dem DAQ-System der Universitätsmedizin Mainz.

Mein besonderer Dank gilt meiner Frau. Ohne ihre unerschütterliche Unterstützung, Geduld und Motivation wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Ich danke auch meinen Eltern, die mich stets bedingungslos unterstützt und an mich geglaubt haben.