

Diplomarbeit

**Untersuchung des Einflusses des verwendeten
Airwaydevices auf die Inzidenz von postoperativer
Übelkeit und Erbrechen (PONV)**

eingereicht von

Jana Puttins

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Drⁱⁿ. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinikum für Anästhesiologie und Intensivmedizin

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für Allgemeine Anästhesie, Notfall- und
Intensivmedizin 1**

unter der Anleitung von

Drⁱⁿ. med. univ. Lioba Heuschneider

und

Univ. OA Priv.-Doz. Dr. med. univ. Dr. scient. med. DESA Paul Zajic

Graz, 15.09.2025

Eidesstattliche Erklärung

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

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 15.09.2025

Jana Puttins eh.

Danksagungen

Die erste Person, der ich danken möchte, ist meine Betreuerin, Frau Drⁱⁿ. med. univ. Lioba Heuschneider. Ohne dich, deine fachliche Expertise und konstruktive Kritik wäre diese Arbeit definitiv nicht gelungen. Vielen Dank für deine inhaltliche und organisatorische Betreuung und Beantwortung all meiner Fragen!

Ein weiteres Dankeschön geht an meine Freunde, die mir während der gesamten Studienzzeit mit motivierenden Gesprächen beistanden und ein besonderes Verständnis für herausfordernde Phasen entgegenbrachten.

Meiner Familie – insbesondere meinen Eltern – möchte ich dafür danken, dass sie mir dieses Studium und damit die Erfüllung meines Traums ermöglicht haben. Dank euch und eurer kontinuierlichen Unterstützung konnte ich dieses Studium so sorgenfrei wie nur möglich beenden. Danke, dass ihr immer an mich geglaubt habt.

Nicht zuletzt gilt mein Dank meinem Partner und damit wichtigsten Motivator. Danke, dass du immer für mich da bist und stets mein verlässlicher Rückhalt warst, wann immer ich ihn gebraucht habe. Von der Vorbereitung für den Aufnahmetest bis zum Ende des Studiums warst und bist du mein größter Ruhepol.

Zusammenfassung

HINTERGRUND:

Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) stellen weiterhin eine der am häufigsten und als äußerst belastend empfundenen Komplikationen nach operativen Eingriffen dar (1–3). Dies hat eine hohe Relevanz sowohl für Wohlbefinden und Zufriedenheit von Patient*innen als auch aus ökonomischer Betrachtung (4,5). Folglich kommt der Identifizierung von potentiellen Risikofaktoren für das Auftreten von PONV eine hohe klinische Bedeutung zu. Aufgrund der multifaktoriellen und noch nicht gänzlich geklärten Genese von PONV könnte die Auswahl des Airwaydevices einen Einfluss auf die Inzidenz von PONV ausüben.

METHODE:

In einer retrospektiven Datenanalyse wurde der Einfluss des verwendeten Airwaydevices auf die Entstehung von PONV untersucht. Dazu wurden die Anästhesieprotokolle von 354 Patient*innen ausgewertet, die an der Medizinischen Universität Graz eine endoprothetische Operation der unteren Extremität im Zeitraum von März 2018 bis Oktober 2019 durchführen ließen. Das Auftreten von PONV wurde neben PONV-bezogener Freitexteingaben im Anästhesie- und Aufwachraumprotokoll als die postoperative Gabe von Antiemetika definiert.

ERGEBNISSE:

Die PONV-Rate liegt in dieser Studienpopulation bei 14,7%. Das Auftreten von PONV wurde nicht signifikant durch das verwendete Airwaydevice beeinflusst (PONV_{ET}: 16,3% vs. PONV_{LM}: 10,4%; $p = 0.166$). Allerdings konnte eine signifikant längere Narkosedauer ($M_{ET} = 127$ Minuten vs. $M_{LM} = 117$ Minuten; $p = 0.046$) und erhöhte postoperative Opioidgabe (ET: 87,2% vs. LM 72,9%; $p = 0.001$) bei Gebrauch eines Endotrachealtubus nachgewiesen werden. Im Rahmen dieser Studie konnte kein signifikant höheres PONV-Risiko durch eine längere Narkosedauer ($p = 0.78$), postoperative Opioidgabe ($p = 0.502$) oder fehlende Durchführung der medikamentösen PONV-Prophylaxe ($p = 0.274$) bestätigt werden. Das Auftreten von PONV führte zu einer signifikant längeren Beobachtungszeit im Aufwachraum ($Mdn_{PONVja} = 144$ Minuten vs. $Mdn_{PONVnein} = 128$ Minuten; $p = 0.001$).

DISKUSSION:

Die vorliegenden Studienergebnisse konnten die initiale Annahme, dass das verwendete Airwaydevice einen Einfluss auf die PONV-Inzidenz hat, nicht verifizieren. Es zeigte sich jedoch ein Zusammenhang zwischen der Verwendung eines Endotrachealtubus und einer verlängerten Narkosedauer sowie vermehrter postoperativen Opioidgabe. Daraus resultierend könnte ein Einfluss auf das Auftreten von PONV bestehen, den es in zukünftigen Studien noch zu untersuchen gilt.

Abstract

BACKGROUND:

Postoperative nausea and vomiting (PONV) is still one of the most common and unwelcome anesthesia related complications (1–3). Avoidance of PONV is therefore extremely relevant for a patient's well-being and comfort as well as from an economic perspective (4,5). Hence, identifying potential risk factors for occurrence of PONV is of great clinical importance.

The origin of PONV is multifactorial and not yet fully understood, so the choice of airway device could also have an influence on the incidence of PONV.

MATERIAL AND METHODS:

A retrospective data analysis was conducted to investigate the influence of the airway device on the development of PONV. For this purpose, anesthesia protocols of 354 patients undergoing endoprosthetic surgery of the lower extremities at the Medical University of Graz between March 2018 and October 2019 were analysed. Occurrence of PONV was defined as PONV-related comments in the anesthesia protocols or as the postoperative use of antiemetics.

RESULTS:

The incidence of PONV in this trial was 14,7%. The occurrence of PONV was not influenced significantly by the choice of airway device (PONV_{ET}: 16,3% vs. PONV_{LM}: 10,4%; $p = 0.166$). However, when using an endotracheal tube, there was a significantly longer duration of anesthesia ($M_{ET} = 127$ minutes vs. $M_{LM} = 117$ minutes; $p = 0.046$) and postoperative use of opioids (ET: 87,2% vs. LM 72,9%; $p = 0.001$) detected. In this study the risk of PONV was not increased significantly due to longer duration of anesthesia ($p = 0.78$), postoperative use of opioids ($p = 0.502$) or lack of PONV prophylaxis ($p = 0.274$). Occurrence of PONV led to a statistically significant longer observation period in the recovery room ($Mdn_{PONV_{yes}} = 144$ minutes vs. $Mdn_{PONV_{no}} = 128$ minutes; $p = 0.001$)

DISCUSSION:

The results of this study could not confirm the hypothesis that the choice of airway device has an impact on the incidence of PONV. However, there was a correlation between the use of an endotracheal tube and a longer duration of anesthesia as well as a higher postoperative use of opioids. Therefore, there could be a small effect on the occurrence of PONV, which needs to be examined in future studies.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung.....	1
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung.....	5
1.1 Problemstellung und Relevanz	5
1.2 Grundlagen der Anästhesie.....	6
1.3 Atemwegsmanagement in der Anästhesie.....	9
1.4 Physiologie der Atmung	13
1.4.1 Zentraler Atemantrieb.....	13
1.4.2 Atemmechanik.....	14
1.4.3 Gasaustausch	15
1.5 Effekte und Nebenwirkungen von Allgemeinanästhesie und maschineller Beatmung auf Atmung und Kreislauf.....	16
1.5.1 Zentraler Atemantrieb.....	16
1.5.2 Atemmechanik und Gasaustausch	17
1.5.3 Extrapulmonale Effekte.....	18
1.6 Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV).....	19
1.6.1 Physiologische Grundlagen	19
1.6.2 Risikofaktoren von PONV.....	21
1.6.3 Prophylaxe und Therapie von PONV	22
2 Fragestellung und Hypothese	25
3 Material und Methoden	25
3.1 Votum der Ethikkommission.....	25
3.2 Studiendesign.....	26
3.3 Zielsetzung.....	27
3.4 Patient*innenkollektiv	27
3.4.1 Einschlusskriterien.....	27
3.4.2 Ausschlusskriterien.....	27
3.5 Zielgrößen.....	28
3.5.1 Hauptzielgröße.....	28
3.5.2 Nebenzielgrößen.....	28
3.6 Potentielle Bias und Limitationen	28
3.7 Statistische Methoden.....	29
4 Ergebnisse.....	30
4.1 Beschreibung der Studienpopulation.....	30
4.2 Einflüsse des Airwaydevices	32
4.2.1 Einfluss des Airwaydevices auf die Inzidenz von PONV	32
4.2.2 Einfluss des Airwaydevices auf die Narkosedauer.....	33
4.2.3 Einfluss des Airwaydevices auf die postoperative Opioidgabe.....	34
4.2.4 Einfluss des Airwaydevices auf die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum ...	36
4.3 Weitere Einflussfaktoren auf PONV	37
4.3.1 Einfluss der Narkosedauer auf die Inzidenz von PONV	37
4.3.2 Einfluss von postoperativer Opioidgabe auf die Inzidenz von PONV	38
4.3.3 Einfluss der PONV-Prophylaxe auf die Inzidenz von PONV.....	39
4.3.3.1 Einfluss der einzelnen Antiemetika auf die Inzidenz von PONV	41
4.4 Auswirkungen von PONV.....	42
4.4.1 Auswirkungen von PONV auf die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum	42

4.4.2	Verwendete Antiemetika als PONV-Therapie	43
5	Diskussion	45
5.1	Interpretation der Ergebnisse	45
5.1.1	Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV).....	45
5.1.2	Airwaydevice: Larynxmaske vs. Endotrachealtubus.....	47
5.2	Empfehlung für den klinischen Alltag.....	49
5.3	Limitationen.....	50
5.4	Perspektiven und Anregungen für weiterführende Arbeiten	50
5.5	Conclusio	51
	Literaturverzeichnis	53
	Anhang.....	59

Abkürzungen und deren Erklärung

ASA	American Society of Anesthesiologists
AWD	Airwaydevice
AWR	Aufwachraum
BIS	Bispektralindex™
BMI	Body Mass Index
ca.	circa
cm	Zentimeter
cmH ₂ O	Zentimeter-Wassersäule
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COPD	chronic obstructive lung disease (= Chronisch obstruktive Lungenerkrankung)
CTZ	Chemorezeptor-Triggerzone
D ₂ -Rezeptor	Dopaminrezeptor 2
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
EEG	Elektroenzephalogramm
EKG	Elektrokardiogramm
engl.	englisch
ET	Endotrachealtubus
FiO ₂	fraction of inspired oxygen (= inspiratorische Sauerstofffraktion)
FRC	functional residual capacity (= Funktionelle Residualkapazität)
GCS	Glasgow Coma Scale
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
H ₁ -Rezeptor	Histamin-H ₁ -Rezeptor
HNO	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
ID	Innendurchmesser in Millimeter
kg	Kilogramm
kg/m ²	Kilogramm pro Quadratmeter
LM	Larynxmaske
M	Mittelwert
M ₁ -Rezeptor	muskarinischer Acetylcholinrezeptor 1
m ²	Quadratmeter
MAC	minimale alveoläre Konzentration
Mdn	Median
min	Minuten
Mm.	Musculi
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
N.	Nervus
Ncl.	Nucleus
NK ₁ -Rezeptor	Neurokinin-1-Rezeptor
O ₂	Sauerstoff
OP	Operation
s	Sekunde
SD	Standardabweichung
TIVA	totale intravenöse Anästhesie

V/Q-Verhältnis	Ventilations-Perfusions-Verhältnis (Q = Perfusion)
vs.	versus
pCO ₂	Kohlenstoffdioxid-Partialdruck
PEEP	positive endexpiratory pressure (= positive endexpiratorische Druck)
pO ₂	Sauerstoff-Partialdruck
PONV	postoperative nausea and vomiting (= postoperative Übelkeit und Erbrechen)
p _{peak}	Atemwegsspitzendruck
z.B.	zum Beispiel
δ	Delta
μ	Mikro
μm	Mikrometer
5-HT ₃ -Rezeptor	5-Hydroxytryptamin-3 (= Serotonin-)Rezeptor
%	Prozent

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zitiert nach Watcha et al. (1992) (30). Rezeptor-Agonisten und -Antagonisten in der Chemorezeptor-Triggerzone sowie Effekte auf das Brechzentrum	24
Abbildung 2: PONV-Inzidenz in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske	33
Abbildung 3: Verteilung der postoperativen Opioidgabe in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske	35
Abbildung 4: Inzidenz von PONV in Abhängigkeit der postoperativen Opioidgabe	39
Abbildung 5: PONV-Inzidenz in Abhängigkeit von der antiemetischen Prophylaxe	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vereinfachte Risiko-Scores für PONV nach Apfel und Koivuranta (2,44)	22
Tabelle 2: Basisdaten der Patient*innen im Überblick.....	31
Tabelle 3: Inzidenz von PONV in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske	32
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Narkosedauer in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske	34
Tabelle 5: Postoperative Gabe von Opioiden in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske	35
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Aufenthaltsdauer im Aufwachraum in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske.....	36
Tabelle 7: Deskriptive Statistik der Narkosedauer differenziert nach Auftreten von PONV	37
Tabelle 8: Postoperative Gabe von Opioiden in Abhängigkeit des Auftretens von PONV	38
Tabelle 9: PONV-Inzidenz in Abhängigkeit von der antiemetischen Prophylaxe	40
Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung der Antiemetika und Auftreten von PONV	42
Tabelle 11: Deskriptive Statistik für de Aufenthaltsdauer im Aufwachraum differenziert nach Auftreten von PONV	43
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der antiemetischen PONV-Therapie.....	44

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz

Postoperative Übelkeit und Erbrechen („postoperative nausea and vomiting“ [PONV]) bezeichnet das Auftreten von Übelkeit und/oder Erbrechen innerhalb von 24 bis 48 Stunden und zählt zu den häufigsten anästhesiologischen Komplikationen nach chirurgischen Eingriffen. Die durchschnittliche Inzidenz von PONV liegt bei etwa 30% aller Vollnarkosen, kann jedoch in Abhängigkeit individueller Risikofaktoren und eingesetzten Präventionsmaßnahmen erheblich variieren. (6)

Aus Patient*innensicht stellen Übelkeit und Erbrechen im Rahmen des postoperativen Verlaufs neben Schmerzen eine der zentralen und belastendsten Beschwerden im Aufwachraum dar (3). Zudem kann das Auftreten von PONV mit einem erhöhten Risiko für weitere, teils schwerwiegenden Komplikationen assoziiert sein. Hierzu zählen unter anderem ein gesteigertes Stressempfinden und Unbehagen der Patient*innen, verstärkte Schmerzen, Störungen des Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalts sowie ein erhöhtes Risiko einer Aspiration von Erbrochenem mit potentieller Entwicklung einer Aspirationspneumonie (7–9). Folglich kann dies zu einer verlängerten Krankenhausliegedauer, einer höheren Personalbelastung und zu Mehrkosten für zusätzliche therapeutische Maßnahmen führen (4).

Durch Identifizierung verschiedener Risikofaktoren und Einsatz wirksamer therapeutischer Interventionen konnte das PONV-Risiko in der modernen Medizin kontinuierlich gesenkt werden (10). Dennoch liegt die PONV-Rate in Hochrisikogruppen nach wie vor bei bis zu 80% (2). Vor diesem Hintergrund gewinnt die präoperative Risikoabschätzung und individualisierte Prophylaxestrategie zunehmend an Bedeutung.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Inzidenz von PONV in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren mit besonderem Fokus auf das eingesetzte Airwaydevice zu analysieren. Durch diese Untersuchung sollen praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen und mögliche Optimierungspotentiale für die klinische Versorgung abgeleitet werden.

1.2 Grundlagen der Anästhesie

Vor Beginn eines operativen Eingriffs erfolgt die anästhesiologische Vorbereitung, einschließlich der Patient*innenidentifikation, der Überprüfung der schriftlichen Einwilligung sowie der Auswahl eines geeigneten Anästhesieverfahrens. Grundsätzlich wird zwischen Regional- bzw. Lokalanästhesie und Allgemeinanästhesie unterschieden.

Bei einer Regionalanästhesie werden Lokalanästhetika in die unmittelbare Umgebung von Nerven oder Nervenwurzeln injiziert. Diese Lokalanästhetika unterbrechen die Erregungsleitung durch unselektive reversible Hemmung der spannungsabhängigen Natriumkanäle in den Nervenzellen. Dadurch werden an der Injektionsstelle keine weiteren Aktionspotentiale in den Nervenzellen ausgelöst und die afferenten Reize für Schmerz, Sensibilität oder Temperaturempfinden nicht an das zentrale Nervensystem weitergeleitet. Das Bewusstsein sowie die Respiration bleiben bei korrekter Anwendung weitestgehend unbeeinflusst, sodass keine Atemwegssicherung notwendig ist. (11)

Im Vergleich dazu sind die Ziele der Allgemeinanästhesie – auch „Vollnarkose“ genannt – die zeitlich begrenzte und vorübergehende Hypnose (Bewusstlosigkeit) mit Amnesie (Verlust der Erinnerung) und Ausschaltung vegetativer Reaktionen. Dieser durch Hypnotika, Analgetika (im Rahmen von Operationen in erster Linie Opioide) und bei Bedarf auch Muskelrelaxantien ausgelöste Zustand geht mit einem temporären Verlust der Spontanatmung der Patient*innen einher. (11,12)

Die Allgemeinanästhesie gliedert sich in drei Phasen: die Narkoseeinleitung, die Narkoseaufrechterhaltung und die Narkoseausleitung. Bei der Narkoseeinleitung wird zunächst präoxygeniert und anschließend Opioide, Hypnotika sowie gegebenenfalls Muskelrelaxantien verabreicht. Danach erfolgt die Atemwegssicherung (z.B. mittels Endotrachealtubus oder Larynxmaske). Bei Bedarf werden zusätzliche Monitoring-Maßnahmen wie die Anlage eines zentralvenösen Katheters oder einer arteriellen Blutdruckmessung vorgenommen.

Während der Narkoseaufrechterhaltung ist die Stabilität der Vitalparameter hinsichtlich Hämodynamik, Ventilation und Thermoregulation ebenso zu gewährleisten wie eine adäquate Narkosetiefe (11–13). Hierfür werden die relevanten klinischen sowie absoluten Parameter des Monitorings interpretiert.

Das Basismonitoring umfasst die Überwachung des Herz-Kreislauf-Systems mittels nicht-invasiver Blutdruckmessung und des Elektrokardiogramms (EKG), die Pulsoxymetrie zur Detektion der peripheren kapillären Sauerstoffsättigung sowie das respiratorische Monitoring am Narkosegerät. Die Überwachung der maschinellen Beatmung umfasst unter anderem die Analyse der inspiratorischen und expiratorischen Konzentration von Atemgasen (Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid), der Atemfrequenz, der Beatmungsdrücke sowie des Atemminutenvolumens. (11,13,14)

Für die Aufrechterhaltung der Narkose bestehen grundsätzlich zwei pharmakologische Konzepte: die balancierte Anästhesie und die totale intravenöse Anästhesie (TIVA).

Eine balancierte Anästhesie kombiniert die Gabe intravenöser Medikamente und Inhalationsanästhetika. Die Vorteile dieser Narkoseführung resultierten insbesondere aus der guten Steuerbarkeit der Narkosetiefe sowie der durch volatile Anästhetika induzierten Bronchodilatation und supportiven Muskelrelaxation. Zu den negativen Aspekten zählt ein erhöhtes Risiko sowohl für das Auftreten von PONV als auch maligner Hyperthermie. (11,12,15)

Im Unterschied dazu werden bei einer TIVA ausschließlich intravenös verabreichte Medikamente eingesetzt und auf volatile Anästhetika vollständig verzichtet. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere für Situationen, in denen eine Anwendung volatiler Anästhetika kontraindiziert oder technisch nicht möglich ist – etwa bei Patient*innen mit Prädisposition für maligne Hyperthermie oder während eines Transports im Rettungsdienst. Im Vergleich zur balancierten Narkose weist die TIVA mehrere Vorteile auf: Das Risiko für PONV ist nachweislich reduziert und das postoperative Erwachen erfolgt schneller, mit rascherer Wiedererlangung der Vigilanz und kognitiven Klarheit bei gleichzeitig stabilem Allgemeinzustand (13).

Um die oben genannten Ziele einer Allgemeinanästhesie intraoperativ zu gewährleisten, wird die Narkosetiefe überwacht. Eine unzureichende Narkosetiefe und folglich ungewollte Wachheit der Patient*innen mit postoperativer Erinnerung an die Ereignisse wird als Awareness (engl. „Bewusstsein“) bezeichnet (16). Für balancierte Anästhesien kann die Narkosetiefe über den MAC₅₀-Wert gesteuert werden. Dieser Wert beschreibt die minimale alveoläre Konzentration (MAC) eines Inhalationsanästhetikums, bei denen 50% der Patient*innen nicht mehr motorisch auf einen Schmerzreiz reagieren (17). Bei einer TIVA

kommt die Messung des Bispektralindex™ (BIS) zum Einsatz. Dies stellt ein Verfahren dar, bei dem über ein Elektroenzephalogramm (EEG) die elektrische Hirnaktivität mithilfe eines maschinellen Algorithmus in eine dimensionslose Zahl übersetzt wird, mit welcher das Niveau der Sedierung und Hypnose abgeschätzt werden kann (18,19). (11–13)

Die dritte und abschließende Phase der Narkoseausleitung beginnt nach Beendigung der Operation. Zunächst wird mittels Relaxometrie überprüft, ob eine Restwirkung der zuvor applizierten Muskelrelaxantien besteht. Falls erforderlich, erfolgt die Antagonisierung mit spezifischen Medikamenten zur Aufhebung der muskelrelaxierenden Wirkung. Alternativ muss die Narkose bis zum Abklingen der neuromuskulären Blockade im Sinne einer Nachbeatmung fortgeführt werden.

Anschließend wird die Gabe der intravenösen Hypnotika bzw. der Inhalationsanästhetika beendet. Vor Entfernung des Airwaydevices müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu gehören das Vorhandensein einer ausreichenden Spontanatmung mit einem Atemzugvolumen von circa 400 bis 500 Milliliter und einer Atemfrequenz von mindestens zehn Atemzügen pro Minute, von Schutzreflexen (z.B. Husten- oder Schluckreflex) sowie von stabilen Kreislaufverhältnissen. (12,13,20)

Schließlich erfolgt die Verlegung der Patient*innen in den Aufwachraum. Dort erfolgt postoperativ eine kontinuierliche und bedarfsabhängige Überwachung für einige Stunden, um anhand des klinischen Erscheinungsbildes und des kardiorespiratorischen Monitorings operations- oder anästhesiologische Komplikationen frühzeitig zu entdecken und im Bedarfsfall schnell intervenieren zu können. Zu den häufigsten postoperativen Zwischenfällen gehören die postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) sowie postoperativer Akutschmerz. Zu den Kompetenzen des Personals im Aufwachraum zählt die Durchführung entsprechender lindernder Gegenmaßnahmen und therapeutischer Interventionen gegen die genannten Krankheitsbilder.

Sobald die Patient*innen kardiorespiratorisch stabil, wach und orientiert sind, erfolgt die Verlegung aus dem Aufwachraum auf die Bettenstation. (13)

1.3 Atemwegsmanagement in der Anästhesie

Die in der Allgemeinanästhesie bezweckte Ausschaltung des Bewusstseins und die Verwendung von Opioiden führt bei den Patient*innen zum Verlust der Spontanatmung und der Schutzreflexe. Dies macht häufig eine Atemwegssicherung notwendig, zumeist durch eine Larynxmaske oder einen Endotrachealtubus.

Die Larynxmaske gehört zu den „oropharyngealen Tuben“ (12) und wird auch „Kehlkopfmaske“ genannt. Sie besteht aus einer ovalen Basis, die sich anatomisch dem Hypopharynx anpasst. Diese Basis ist – bei den meisten Modellen – von einer aufblasbaren Manschette umhüllt und besitzt eine Ventilationsöffnung. Über einen an der Basis befestigten Schlauch kann die Larynxmaske mit dem Beatmungssystem verbunden werden. (11–13)

Vor dem Einsetzen der Larynxmaske muss eine ausreichende Narkosetiefe sichergestellt sein, da dies andernfalls mit dem Auftreten von Abwehrreaktionen bis hin zum Laryngospasmus assoziiert sein kann. Als Erstes wird für eine korrekte Platzierung der Larynxmaske der Kopf rekliniert. Danach wird die Maske mit der Ventilationsöffnung nach vorne zeigend und ohne Umknicken der Maskenspitze flach und mit leichtem Druck in Richtung des harten Gaumens über den Mesopharynx in den Hypopharynx vorgeschoben, bis ein federnder Widerstand spürbar ist. Nun wird der Cuff mit ausreichend – aber maximal bis zu einem Cuffdruck von 60 cmH₂O – Luftvolumen aufgefüllt, sodass sich die Manschette entfalten und den Kehlkopf gegen die oberen Atemwege hin abdichten kann. Damit positioniert sich die Larynxmaske oftmals automatisch in die korrekte Lage: mit der Ventilationsöffnung gegenüber der Glottis und dem distalen Ende am oberen Ösophagussphinkter. (11–13)

Die Larynxmaske stellt eine gute Alternative dar, sofern keine endotracheale Intubation erforderlich ist. Üblicherweise kann – im Gegensatz zur endotrachealen Intubation – auf eine neuromuskuläre Blockade verzichtet werden, da die Larynxmaske supraglottisch platziert wird. Weitere Vorteile entstehen vor allem aus dem gewebeschonenden Einbringen der Larynxmaske. Dies führt zu einer geringeren Inzidenz von laryngealer und trachealer Reizung sowie zu weniger Verletzungen der Atemwege, des Weichteilgewebes und der Zähne. Zudem erfolgt das Platzieren einer Larynxmaske oft schneller und unkomplizierter

auch für weniger erfahrene Anwender*innen, weshalb sie für Notfallsituationen mit Indikation zur sofortigen Atemwegssicherung eingesetzt werden kann. (11–13,21–26)

Die Verwendung der Larynxmaske unterliegt jedoch gewissen Limitationen. Bei Patient*innen mit erhöhtem Aspirationsrisiko (z.B. durch Nicht-Nüchternheit, fortgeschrittene Schwangerschaft, Adipositas, Ileus, gastrointestinale Paralyse) oder zu erwartenden hohen Beatmungsdrücken (z.B. bei Patient*innen mit Asthma bronchiale, COPD, Adipositas) ist die Verwendung einer Larynxmaske nur eingeschränkt möglich oder sogar kontraindiziert. Bei Operationen, welche in Bauch- oder Seitenlage erfolgen oder eine Ein-Lungen-Ventilation erfordern, ist der Einsatz einer Larynxmaske üblicherweise ebenfalls nur begrenzt umsetzbar. Weiters ist zu berücksichtigen, dass Positionsveränderungen des Körpers sowie des Narkosegeräts zu Undichtigkeiten führen können, weshalb eine Überprüfung der korrekten Lage der Larynxmaske jederzeit möglich sein muss. (11–13,21,22)

Obwohl das Einbringen der Larynxmaske verglichen mit der endotrachealen Intubation weniger traumatisch ist, besteht ein geringes Risiko für Komplikationen (1 pro 60.000 (12)). Dazu zählt beispielsweise die Entstehung eines Laryngospasmus, vor allem bei unzureichender Narkosetiefe. Eine ungünstige Lage des Atemwegsdevices sowie eine prolongierte Atemwegsdauer können die Bildung von Ödemen an Glottis und Epiglottis sowie Nervenverletzungen (insbesondere N. lingualis, N. hypoglossus, N. recurrens) mit zumeist intermittierender Heiserkeit, Stridor und Halsschmerzen bedingen. (11–13,21,22)

Sobald die Anwendung einer Larynxmaske aufgrund bereits genannter Kontraindikationen nicht möglich oder eine präventive Intubation erforderlich ist, wird ein Endotrachealtubus verwendet.

Die endotrachealen Tuben werden in zahlreichen Formen, Größen und Materialien hergestellt und nach entsprechenden Anforderungen eingesetzt. Im Wesentlichen bestehen sämtliche Endotrachealtuben aus einem proximal gelegenen Außenkonus aus Hartplastik zur Konnektion an das Beatmungsgerät, einem verbindenden Schlauch aus Weichplastik mit rundem Querschnitt und einer abgeschrägten Tubusspitze. Zumeist befindet sich am distalen Tubusende eine seitliche Öffnung, das „Murphy-Auge“, welches eine komplette Obstruktion bei ungünstiger Tubuslage oder Sekretansammlung an der Tubusspitze verhindern und somit den Atemfluss sicherstellen soll. Ein Tubus kann sowohl mit als auch ohne Blockmanschette

(Cuff) produziert werden. Über das Ventil am Pilotballon und den dünnen Cuffschlauch kann die Blockmanschette mit Luft gefüllt werden, sodass eine vollständige Abdichtung der Trachea und infolgedessen ein Aspirationsschutz generiert wird. Zu hohe Anpressdrücke auf das Trachealflimmerepithel führen zu ischämischen Nekrosen mit konsekutiver Trachealstenose, weshalb der Druck im geblockten Cuff unterhalb des Kapillarperfusionssdrucks von 25-35 mmHg – idealerweise 25-30 cmH₂O (\approx 18-22 mmHg) – liegen sollte. (11–13,22)

Zur Vorbereitung auf die Intubation ist zunächst die Bestimmung der richtigen Tubusgröße erforderlich. Entsprechend des Hagen-Poiseuille-Gesetzes, bei dem der Radius exponentiell zur vierten Potenz berücksichtigt wird, beeinflusst maßgeblich der Innendurchmesser (ID) den Beatmungswiderstand, während die Tubuslänge sowie der äußere Durchmesser von sekundärer Bedeutung sind. Folglich sollte der Tubus mit dem größtmöglichen Innendurchmesser gewählt werden, der leicht und komplikationsfrei einzuführen ist. Für die orale Intubation gilt bei Frauen die Richtgröße von 7,0-7,5 mm und bei Männern die Richtgröße von 8,0-8,5 mm Innendurchmesser. (11,12)

Die endotracheale Intubation erfolgt üblicherweise als direkte Laryngoskopie mit einem Laryngoskop oder durch eine indirekte Laryngoskopie mittels Videolaryngoskop, bei dem eine im Spatel installierte Kamera den Larynx und die Glottis auf einen Monitor überträgt. Ein klassisches analoges Laryngoskop ist ein Handgriff mit integrierter Batterie, in dem ein Spatel im rechten Winkel angebracht wird und an dessen Spitze sich eine Lichtquelle befindet. Die Spatel werden kategorisiert in gebogene (Macintosh) und gerade (Miller, Foregger) Spatel. Beide Formen bezwecken das Verdrängen des Weichteilgewebes im Mund-Rachen-Raum und ermöglichen die Sicht auf die Stimmbandebene. Üblicherweise wird bei Erwachsenen der Macintosh-Spatel verwendet, der sich durch seine gebogene Form der adulten Rachenanatomie besser anpasst. Mit dem gebogenen Spatel wird der Zungengrund entlang bis zur Plica glossoepiglottica verfolgt, um dann durch Druck gegen den Zungengrund und gleichzeitigem Zug am Ligamentum hyoepiglotticum die Epiglottis auf- und die Stimmbänder darzustellen. Im Gegensatz dazu wird bei der Intubation mit einem geraden Spatel die Epiglottis aufgeladen und verdrängt. Dies kann insbesondere bei Neugeborenen sowie Kleinkindern und bei einem schwierigen Atemweg hilfreich sein, ist jedoch mit einem höheren Risiko für Zahnschäden verbunden. (11–13,22)

Vor der Durchführung einer Intubation erfolgt die Präoxygenierung. Dabei wird 100%iger Sauerstoff mit hohem Frischgasfluss über eine Gesichtsmaske verabreicht, um Stickstoff aus der funktionellen Residualkapazität zu verdrängen und die Sauerstoffsättigung sowie Apnoe-Toleranz der Patient*innen zu maximieren. Anschließend erfolgt die Medikamentengabe – inklusive der Muskelrelaxantien – wodurch die Spontanatmung der Patient*innen aussetzen kann und entweder eine Maskenbeatmung oder Atemwegssicherung obligat wird. Sobald die Wirkung des Muskelrelaxans eintritt, wird der Kopf für optimale Intubationsbedingungen in die sogenannte Jackson-Position gelagert. Diese auch als „Schnüffelposition“ bezeichnete Lagerung beschreibt eine Rückenlage, bei der der Kopf um etwa sieben bis zehn Zentimeter höher gelegt und zeitgleich im Atlantookzipitalgelenk rekliniert wird. Dadurch werden die oberen Atemwege offen gehalten und es entsteht eine annähernd gerade Intubationsachse von der Mundhöhle über Pharynx und Larynx in die Trachea. Anschließend wird mit der rechten Hand der Mund geöffnet, während die linke Hand das Laryngoskop einführt und die Glottis darstellt. Der Endotrachealtubus wird nun mit der rechten Hand unter Sicht durch die Stimmritze vorgeschoben bis der Cuff unterhalb der Stimmbänder liegt und geblockt werden kann. Die Tubusspitze muss vor der trachealen Bifurkation positioniert werden, da sonst die Gefahr einer unbeabsichtigten einseitigen Ventilation besteht. Die Länge des Tubus ist auf diesem abzulesen und sollte vom Mundwinkel ausgehend bei Frauen 20-22 cm und bei Männern 22-24 cm Tubustiefe betragen. Anschließend erfolgt eine Lagekontrolle mittels pulmonaler Auskultation, visueller Überprüfung der Thoraxexkursionen und Kapnometrie. Die Kapnometrie visualisiert den Kohlenstoffdioxid-Gehalt in der Expirationsluft und stellt das einzig sichere Zeichen einer intratrachealen Lage dar. (11–13)

Verglichen mit der Anwendung einer Larynxmaske ist die endotracheale Intubation technisch anspruchsvoller und unter Umständen traumatischer für das umliegende Gewebe. Dadurch besteht ein erhöhtes Risiko für Schäden am Larynx, den Stimmbändern, der Trachea und der Bronchien (z.B. Ödeme, Schleimhaut- und Nervenläsionen, Hämatome). Zudem können aufgrund der anatomischen Nähe zum Nervus vagus im Rahmen der Intubation unbeabsichtigt autonome Reflexe wie eine Bradykardie bis hin zur Asystolie sowie Laryngo- oder Bronchospasmen ausgelöst werden. Zusätzlich kann eine zu flache Narkose verstärkte vegetative Reaktionen wie Tachykardie, Hypotonie und Würgen auslösen. (11–13,21,23)

1.4 Physiologie der Atmung

1.4.1 Zentraler Atemantrieb

Die Spontanatmung des Menschen läuft unbewusst durch zentralnervöse Steuerungen ab und wird über verschiedene Atemreize moduliert. Hierbei spielen vor allem die Chemorezeptoren eine übergeordnete Rolle. (11,12,27)

Die peripheren Chemorezeptoren liegen im Bereich der großen zervikalen und thorakalen Gefäße – hauptsächlich um die Arteria carotis und den Aortenbogen. Diese Rezeptoren sind besonders sensibel für die Abnahme des Sauerstoff-Partialdrucks (pO_2), den Anstieg des Kohlenstoffdioxid-Partialdrucks (pCO_2) sowie für pH-Veränderungen im arteriellen Blut. Sobald die genannten Veränderungen detektiert werden, erfolgt die Weiterleitung über Afferenzen des N. glossopharyngeus und N. vagus zu den Neuronen des Ncl. tractus solitarius.

Dieser viszerosensorische Hirnnervenkern ist im zentralen Atemzentrum in der Formatio reticularis der Medulla oblongata lokalisiert. Dort befinden sich außerdem die zentralen Chemorezeptoren im Bereich des Ncl. retrotrapezoideus, welche in erster Linie auf Veränderungen des pCO_2 im Liquor reagieren. Zusätzlich wird insbesondere bei Fieber, Schmerz oder körperlicher Belastung der Atemantrieb über supramedulläre Efferenzen unter anderem aus dem Kortex oder Hypothalamus stimuliert. Durch die Übertragung efferenter Signale an das Zwerchfell und die respiratorische Muskulatur des Thorax erfolgt schließlich die Inspiration.

Für die präzise Regulierung der Atmung sind negative Feedback-Mechanismen erforderlich, um den Atemantrieb auch in Ruhelage wieder abzuschwächen. Dazu zählt beispielsweise der Hering-Breuer-Reflex, bei dem eine pulmonale Überdehnung durch Lungendehnungsrezeptoren registriert und die Beendigung der Inspiration initiiert wird, um eine Protektion der Alveolen zu gewährleisten. Während ein Anstieg des pCO_2 üblicherweise den stärksten Atemantrieb darstellt, so bewirkt ein zu hoher CO_2 -Partialdruck (ab 70 mmHg) eine Atemdepression im Sinne einer sogenannten CO_2 -Narkose. (11,12,27)

1.4.2 Atemmechanik

Der Atemreiz bewirkt eine Kontraktion der Inspirationsmuskulatur, wodurch sich das Diaphragma nach kaudal ausdehnt, die Rippen angehoben werden und infolgedessen das Volumen im Thorax zunimmt. Da die Lunge über die Pleura visceralis mit der Pleura parietalis der Thoraxwand, des Zwerchfells und Mediastinums verschieblich verbunden ist, passt sich diese dem vergrößerten Thoraxvolumen an. Daraus resultiert eine Reduktion des intrapulmonalen Drucks bis hin zum Unterdruck, woraufhin die Luft passiv bis zum Erreichen des Atmosphärendrucks in die Lunge eingesogen wird. Anschließend erfolgt die Expiration passiv über die elastischen Rückstellkräfte der Lunge und des Thorax. Dabei nehmen die Volumina von Lunge und Thorax erneut ab, sodass sich der intrapulmonale Druck erhöht und die Luft aus der Lunge ausströmt. Zwischen In- und Expiration liegt die Atemruhelage, bei der der alveoläre Druck dem Umgebungsdruck entspricht. (11,12,27)

Die beschriebene Atemmechanik wird maßgeblich durch die Compliance und Resistance der Lunge und des Thorax beeinflusst.

Die elastische Dehnbarkeit der Lunge wird als Compliance bezeichnet und ist für die Inspiration von wesentlicher Bedeutung, denn sie beschreibt das Verhältnis zwischen der Volumenänderung pro Druckänderung. Die Compliance des Atmungsapparates setzt sich zusammen aus der Compliance des Thorax und der Compliance der Lunge. Im Rahmen des Atemzyklus kommt es zu dynamischen Veränderungen der Compliance, sodass diese beispielsweise bei maximaler Inspiration extrem abfällt. Bei Erreichen dieser starken Dehnung würde jede weitere Druckzunahme nicht zu einer Volumensteigerung, sondern zu Lungenschädigung durch Überdehnung führen.

Reziprok der Compliance ist die sogenannte Elastance, welche das Maß für die Rückstellkräfte von Thorax und Lunge beschreibt. Eine verminderte Compliance beziehungsweise eine erhöhte Elastance zeigen sich bei restriktiven Lungenerkrankungen wie der Lungenfibrose, bei der die elastischen Fasern bindegewebig umgebaut werden. Den Strömungswiderstand, den die Atemluft beim Durchqueren der Atemwege aufwenden muss, wird als Resistance definiert. Sie ist ein Parameter dafür, wie viel Druck notwendig ist, um einen bestimmten Luftfluss durch die Atemwege zu generieren, und ist klinisch insbesondere für die Expiration relevant. Hierbei unterliegt die Resistance primär dem vegetativen Nervensystem, welches die Bronchialmuskulatur innerviert. Ein erhöhter Sympathikotonus bewirkt eine Bronchodilatation und folglich eine Reduktion der Resistance, während die

Aktivierung des Parasympathikus zu einer Bronchokonstriktion mit begleitender Steigerung der Resistance führt. (11,12,27)

1.4.3 Gasaustausch

Ein ungestörter Gasaustausch stellt ebenfalls eine grundlegende Voraussetzung für die physiologische Atmung dar. Der Gasaustausch beschreibt im engeren Sinne den Mechanismus an der Blut-Luft-Schranke der Alveole, wo vorbeifließendes Blut fortwährend oxygeniert und decarboxyliert wird. Das Blut wird hierbei mit Sauerstoff (O_2) angereichert und von Kohlenstoffdioxid (CO_2) befreit. Dies kann nur unter der Prämisse einer suffizienten Ventilation und Perfusion der Alveolen sowie einer adäquaten Diffusion an der alveolokapillären Membran erfolgen. (12,27,28)

Die Ventilation beschreibt die Belüftung des Atemapparates, welche inspiratorisch für die Sauerstoffzufuhr sowie expiratorisch für den Kohlenstoffdioxidabstrom sorgt. Hierbei wird zwischen Alveolarraum und funktionellem Totraum differenziert. Der funktionelle Totraum ist dasjenige Volumen, welches zwar belüftet wird, aber nicht am Gasaustausch beteiligt ist und sich aus dem anatomischen Totraum (luftleitende Atemwege bis zu den Bronchioli terminales) und dem alveolären Totraum (Alveolen, die ventiliert, aber nicht perfundiert sind) zusammensetzt.

Die Perfusion beschreibt die Durchblutung der Lunge und ist notwendig für den Transport von CO_2 und O_2 zur Alveole. Die Lungenarterie liefert CO_2 -reiches Blut an die Alveole, während nach erfolgreichem Gasaustausch die Lungenvene O_2 -reiches Blut in den Körperkreislauf einspeist. Zwischen Ventilation und Perfusion besteht im Respirationstrakt eine besondere Beziehung: das Ventilations-Perfusions-Verhältnis (V/Q-Verhältnis). Physiologisch bedingt die Anatomie und Gravitation, dass nicht alle Lungenabschnitte gleich belüftet und durchblutet werden. Dementsprechend wird im Stehen die Lungenspitze zwar besser belüftet, aber schlechter perfundiert und die Lungenbasis vice versa. In den mittleren Lungenabschnitten sowie für das V/Q-Verhältnis der Lunge in Summe ergibt sich im Mittel ein Verhältnis von ca. 0,8-1,0.

Der Gasaustausch erfolgt an der alveolokapillären Membran über passive Diffusion, deren treibende Kraft die Partialdruckdifferenzen der Atemgase darstellt. Der pO_2 beträgt in der Alveole etwa 100 mmHg und in der Kapillare ca. 40 mmHg. Folglich diffundiert Sauerstoff entlang der Partialdruckdifferenz von der Alveole in die Kapillare, wodurch das

vorbeifließende Blut oxygeniert wird. Bezüglich des $p\text{CO}_2$ verhält sich der genannte Prozess genau umgekehrt: in der Kapillare beträgt der $p\text{CO}_2$ etwa 46 mmHg und in der Alveole nur 40 mmHg, sodass Kohlenstoffdioxid in die Alveole diffundiert und schließlich abgeatmet werden kann. Die Effizienz des Gasaustausches wird bestimmt durch die Größe der Diffusionsfläche (ca. 80-120 m^2), der zu überwindenden Diffusionsstrecke (ca. 0,1-1 μm) und der Kontaktzeit zwischen dem Blut und der Alveole (ca. 0,5-1 s). (12,27,28)

1.5 Effekte und Nebenwirkungen von Allgemeinanästhesie und maschineller Beatmung auf Atmung und Kreislauf

1.5.1 Zentraler Atemantrieb

Der zentrale Atemantrieb unterliegt während der Allgemeinanästhesie veränderten Bedingungen. Die für eine Narkose eingesetzten Opioide binden an μ - und δ -Opioidrezeptoren, welche teilweise im Atemzentrum lokalisiert sind. Bei Bindung an diese Rezeptoren führt dies sowohl zu einer verminderten CO_2 -Empfindlichkeit im Atemzentrum als auch zu einer verminderten Sensibilität gegenüber niedrigen Sauerstoff-Partialdrücken. Infolgedessen bewirkt die Anwendung von Opioiden eine Atemdepression mit geringer Atemfrequenz, verlängerte Pausen zwischen den Atemzyklen sowie eine Reduktion des Tidalvolumens. Auch die meisten Inhalations- und Injektionsanästhetika bewirken eine reduzierte Ansprechbarkeit des Atemzentrums auf eine Hyperkapnie und/oder Hypoxie. Zusätzlich werden – insbesondere für Intubationsnarkosen – üblicherweise Muskelrelaxantien eingesetzt, die die neuromuskuläre Signalübertragung an der motorischen Endplatte hemmen, sodass die für die Inspiration notwendige Atemmuskulatur nicht oder nur unzureichend kontrahiert werden kann. (12)

Demzufolge unterliegt die Atmung während einer Allgemeinanästhesie oft nicht der autonomen Regulation, sondern wird über die am Beatmungsgerät eingestellten Parameter gesteuert. Bei der Auswahl nicht adäquater Beatmungsparameter kann dies mit Schädigungen der Lunge einhergehen. In der Absicht dies zu vermeiden, werden mehrere Strategien für eine möglichst lungenprotektive Beatmung in der Literatur beschrieben.

1.5.2 Atemmechanik und Gasaustausch

Durch die Allgemeinanästhesie in Rückenlage können einige Veränderungen der Atemmechanik und des Gasaustausches auftreten.

Das Zwerchfell kann sich durch die Anwendung muskelrelaxierender Substanzen und die konsekutiv deutlich schwächere bis fehlende Muskelspannung bis zu vier Zentimeter nach kranial verlagern (12). Dies hat eine Reduktion der pulmonalen und thorakalen Compliance zur Folge, insbesondere in den dorsobasalen Abschnitten. Zeitgleich werden ebendiese Bereiche gravitationsbedingt besser perfundiert, sodass das V/Q-Verhältnis reduziert wird. Diese Effekte – ergänzt um die Kompression auf dorsobasale Partien durch das Lungeneigengewicht – führen zu vermehrter Atelektasebildung. In atelektatischen Arealen der Lunge befinden sich Alveolen, die zwar perfundiert, aber nicht ausreichend ventiliert sind. Dadurch gelangt mehr nicht-oxygeniertes Blut in den Körperkreislauf, vermischt sich mit dem oxygenierten Blut und es entsteht ein funktioneller Rechts-Links-Shunt. Um diesen Effekt zu limitieren, führt der Euler-Lijstrand-Mechanismus physiologisch zu einer hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion. Im Zuge dessen wird das zirkulierende Blutvolumen auf die besser ventilierten Bereiche umverteilt und das Shuntvolumen minimal gehalten.

Um intraoperative Hypoxien zu vermeiden, wird bei einer Allgemeinanästhesie zumeist eine höhere inspiratorische Sauerstofffraktion (FiO_2) gewählt als die in der Umgebungsluft vorkommenden 21%. Die intraoperative FiO_2 kann je nach Patient*in und Situation zwischen 40% und 100% dosiert werden. Jedoch sollte hierbei berücksichtigt werden, dass die inspiratorische Sauerstoffkonzentration intraoperativ, wenn möglich, nicht dauerhaft über 50% liegen sollte, um die Ausbildung von Resorptionsatelektasen zu minimieren. (11–13,28)

Ein weiterer Effekt der Allgemeinanästhesie ist die Reduktion der funktionellen Residualkapazität (FRC) um etwa 20%. Die funktionelle Residualkapazität ist jenes Volumen, das sich in Atemruhelage nach normaler Expiration noch in der Lunge befindet. Es dient als „Puffer“ gegenüber den Schwankungen der Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxid-Partialdrücke und kann als Kennzahl für die effektive Oberfläche des pulmonalen Gasaustauschs genutzt werden (12). Die Abnahme der FRC entsteht zum einen durch eine Verringerung des Lungenvolumens aufgrund der Zwerchfellverlagerung nach thorakal, zum anderen durch die vermehrte Ausbildung von (Resorptions-)Atelektasen mit nachfolgender Obstruktion kleinerer Atemwege durch Kollaps oder Sekretansammlung. Diese Obstruktion

sowie der verminderte Atemwegsdurchmesser durch die Verwendung eines Airwaydevices (z.B. Endotrachealtubus) führen außerdem zu einer Erhöhung des Atemwegswiderstands. (11,12,28)

Die unterdrückte Spontanatmung während einer Allgemeinanästhesie verlangt eine maschinelle Beatmung oder Atemunterstützung. Jede Form der maschinellen Beatmung weist mechanisch gravierende Unterschiede zur physiologischen Atmung auf.

Im Gegensatz zur Spontanatmung, bei der ein Wechsel zwischen den positiven und negativen intrapulmonalen Drücken den Gasfluss gewährleistet, stellt eine maschinelle Beatmung eine kontinuierliche Überdruckbeatmung dar. Die Atemgase werden dementsprechend nicht passiv eingesogen, sondern aktiv durch das Beatmungsgerät mit Druck in die Lunge gepresst. Der maximale Druck in den Atemwegen wird als Atemwegsspitzen-Druck (p_{peak}) bezeichnet und sollte idealerweise nicht mehr als 30 cmH₂O betragen. Der positive endexpiratorische Druck (PEEP) wird regulär zwischen fünf und acht cmH₂O (in Abhängigkeit der klinischen Gesamtsituation) gewählt. Durch den PEEP wird das permanent anliegende intrathorakale Druckniveau festgelegt, was dazu beitragen kann, die funktionelle Residualkapazität und folglich die effektive Gasaustauschfläche sowie das Lungenvolumen zu optimieren. Zusätzlich werden kollapsgefährdete Alveolen besser offengehalten und somit das Ventilations-Perfusions-Verhältnis sowie der arterielle pO_2 erhöht und der intrapulmonale Rechts-Links-Shunt verringert. (12,13,28)

1.5.3 Extrapulmonale Effekte

Die maschinelle Beatmung wirkt sich nicht nur auf Atmung und Lunge, sondern auf die gesamte Homöostase des Körpers aus.

Durch die konstante Positivdruck-Beatmung steigt der intrathorakale Druck. Dies hat neben den oben genannten respiratorischen Vorteilen zur Folge, dass der venöse Rückfluss zum Herzen vermindert wird. Daraus resultiert eine reduzierte Vorlast für den rechten Ventrikel, was dazu führen kann, dass das Herz-Minuten-Volumen sowie der arterielle Blutdruck sinken. Auch der renale Blutfluss kann dadurch eingeschränkt werden und mit einer Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems einhergehen. Des Weiteren kann es dadurch zu einer Reduktion der glomerulären Filtrationsrate (GFR) sowie Natrium- und Urinausscheidung kommen. Ein reduzierter venöser Rückfluss kann zudem eine Einflussstauung in die Lebervenen verursachen, die eine Einschränkung der Durchblutung

mit konsekutiver Organdysfunktion und potentiell hämorrhagischen Folgekomplikationen bedingen kann. Einflusstauungen im Bereich der Vena cava superior können den zerebralen venösen Abfluss beeinträchtigen. Dies kann im Rahmen eines Schädel-Hirn-Traumas zum Anstieg des intrakraniellen Drucks führen. Zusätzlich kann die oben genannte arterielle Hypotonie durch Überdruckbeatmung die zerebrale Perfusion verschlechtern, wenn der mittlere arterielle Blutdruck nicht ausreicht, um einen adäquaten zerebralen Perfusionsdruck aufrechtzuerhalten. (12,13,27,28)

1.6 Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV)

1.6.1 Physiologische Grundlagen

Übelkeit ist eine subjektive Empfindung, welche das unangenehme Gefühl beschreibt, Erbrechen zu müssen, und wird aus diesem Grund auch als „Breachreiz“ bezeichnet. Erbrechen selbst ist eine reflektorische schwallartige Entleerung des Mageninhalts über die Speiseröhre und den Mund nach außen. Im phylogenetischen Sinne stellen Übelkeit und Erbrechen einen Schutzmechanismus des Körpers dar, der entweder die Aufnahme toxischer Substanzen verhindern oder bereits aufgenommene Giftstoffe wieder aus dem Körper befördern soll. Da Übelkeit und Erbrechen im medizinischen Kontext nicht zwangsläufig durch verdorbene Nahrung oder andere ingestierte Substanzen bedingt sind, lässt sich die Symptomatik oft nicht allein durch die Entleerung des Mageninhalts beheben. Vielmehr kann die zugrundeliegende Ursache weiterhin bestehen, sodass die Symptome darüber hinaus persistieren. (29,30)

Die Entstehung von Übelkeit erfordert die Übertragung emetogener Reize an das Brechzentrum. Dieses liegt als Teil der *Formatio reticularis* im Hirnstamm in der *Medulla oblongata* und setzt sich aus der *Area postrema* und dem *Nucleus tractus solitarius* zusammen. Die afferenten Signale gelangen aus den kortikalen Arealen, dem Vestibulärsystem und dem Gastrointestinaltrakt sowie der Chemorezeptor-Triggerzone an das emetische Zentrum. (3,10,12,27,29–32)

Im Kortex kann Übelkeit beispielsweise durch Ekel, Angst oder Schmerzen ausgelöst werden. Im Zerebellum liegt das vestibuläre System, welches über das Innenohr Bewegungen registriert und bei bestimmten Bewegungsreizen Übelkeit über H₁- und M₁-Rezeptoren vermitteln kann. Der *Ncl. tractus solitarius* erhält über den *N. vagus* viszerale

Afferenzen aus dem Gastrointestinaltrakt bei sensorischer und chemischer Reizung, Druck oder Fremdkörpern. Diese emetogenen Informationen werden über D₂-, NK₁-, 5-HT₃-, M₁- und H₁-Rezeptoren registriert, an das Brechzentrum übertragen und führen dort zur Initiierung des Brechreflexes. (3,10,12,27,29–32)

Die im Rahmen einer Allgemeinanästhesie mutmaßlich relevanteste Region für das Auslösen von Übelkeit wird über die Chemorezeptor-Triggerzone (CTZ) induziert. Diese liegt in der Area postrema am Boden des vierten Ventrikels und ist außerhalb der Blut-Hirn-Schranke lokalisiert. An dieser Stelle ist das Gefäßendothel permeabler, damit potentiell toxische Substanzen im Blut unmittelbar erkannt und sofort mittels Erbrechens eliminiert werden können. Unterstützt wird dieser Schutzmechanismus durch die dort bestehende hohe Dichte an Rezeptoren, die bei Aktivierung Übelkeit und Erbrechen auslösen. Die CTZ erhält außerdem viszerale Afferenzen aus den verschiedenen Organsystemen des Thorax und Abdomens sowie des Blutkreislaufs, die über mechano- und chemorezeptive Sensoren stimuliert und z.B. durch Medikamente oder metabolische Veränderungen induziert werden können. Hierbei werden serotonerge, dopaminerge, histaminerge, cholinerge und Neurokinin-1-Rezeptoren in der CTZ stimuliert. Anschließend erfolgt die Weiterleitung dieser afferenten Signale an das Brechzentrum. (3,10,12,27,29–33)

Das Erbrechen selbst wird in drei Phasen gegliedert: die Präejektions-, die Ejektions- und die Postejektionsphase. (3,30)

Die erste Phase ist durch das Einsetzen der Übelkeit gekennzeichnet. Hierbei können zusätzlich Frühsymptome wie Kaltschweißigkeit, Hypersalivation sowie Tachykardie auftreten. Sympathisch vermittelte Reize bewirken außerdem eine Unterbrechung der Verdauung mit Stillstand des Magens und Dünndarms, damit aufgenommene Toxine nicht weiter resorbiert werden. Die Ejektionsphase setzt sich zusammen aus Würgen und Erbrechen. Das Würgen wird eingeleitet durch eine tiefe Inspiration, wodurch das Diaphragma nach kaudal gedrückt wird und die Stimmritze sowie der Nasopharynx geschlossen werden. Als nächstes erfolgt die Kontraktion des Pylorus während sich der Fundus ventriculi und der untere Ösophagusphinkter entspannen. Bei gleichzeitiger Zunahme des Muskeltonus im Duodenum und proximalem Jejunum können durch eine retrograde Riesenkontraktion („retrograde giant contraction“ (29)) Galle und unverdaute Speisereste aus dem Dünndarm in den Magen befördert werden. Die anschließenden

rhythmischen Kontraktionen des Zwerchfells, der Atemhilfs- und Bauchmuskulatur bewirken eine Erhöhung des intraabdominellen Drucks. Letztlich resultiert daraus eine Kompression des Magens und führt zum Erbrechen. Im Anschluss tritt die postemetische Phase ein, in der die vegetative Symptomatik in der Regel abnimmt und den Körper zur Regeneration veranlasst, wobei die Übelkeit noch andauern kann. (3,10,12,27,29–32)

1.6.2 Risikofaktoren von PONV

Angesichts der hohen klinischen Relevanz wurde in mehreren Studien versucht, Risikofaktoren für postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) zu identifizieren. Diese lassen sich in patient*innenbezogene und operations- bzw. anästhesiebezogene Parameter einteilen. Erstere liegen außerhalb des medizinischen Einflussbereichs und umfassen das weibliche Geschlecht, PONV oder Kinetosen in der Anamnese, Lebensalter <50 Jahre sowie den Nichtraucherstatus (34–37). Diese Risikofaktoren werden ergänzt durch medizinische Einflussgrößen. Das PONV-Risiko steigt mit einer Operationsdauer über zwei bis drei Stunden (13), der Durchführung einer Allgemeinanästhesie insbesondere mit dem Einsatz volatiler Anästhetika und Lachgas sowie einer postoperativen Opioidgabe. Darüber hinaus wirkt sich die Art des chirurgischen Eingriffs ebenfalls auf die PONV-Inzidenz aus, wobei primär urologische, gynäkologische, laparoskopische und HNO-Operationen mit einem erhöhten PONV-Risiko assoziiert sind. (2,3,10–13,30,32,35,38–41)

Zur Objektivierung des PONV-Risikos und Identifizierung von Risikopatient*innen wurden verschiedene Risiko-Scores etabliert. Im klinischen Alltag wird hierfür überwiegend der Risiko-Score nach Apfel verwendet. Bei dieser Risikoabschätzung werden Punkte für weibliches Geschlecht, Nichtraucher*innen, PONV- oder Reisekrankheitsanamnese sowie postoperative Gabe von Opioiden vergeben. Die Summe der Punkte korreliert mit dem in nachfolgender Tabelle 1 genannten Risiko für das Auftreten von postoperativer Übelkeit und Erbrechen. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass die PONV-Inzidenz auch bei nicht vorhandenem Risikofaktor nach dem Apfel-Score bereits bei zehn Prozent liegt. Ab einem Punkt liegt das PONV-Risiko bei 20% und steigt mit jedem weiteren Risikofaktor um jeweils etwa 20%.

Ergänzend dazu kann der Risiko-Score nach Koivuranta herangezogen werden. Im Wesentlichen sind diese beiden Risikoklassifizierungen sehr ähnlich, jedoch wird nach Koivuranta die Operationszeit länger als 60 Minuten anstatt der postoperativen Opioidgabe

berücksichtigt und zwischen dem Risiko für Übelkeit und dem für Erbrechen unterschieden. (2,11,12,35–37,39,40,42,43)

Tabelle 1: Vereinfachte Risiko-Scores für PONV nach Apfel und Koivuranta (2,44)

<i>Risikofaktor</i>	<i>Punkte</i>						
	Apfel-Score			Koivuranta-Score			
Weibliches Geschlecht	1			1			
Nichtraucher*in	1			1			
PONV und/oder Kinetose	1			1	1		
Postoperative Opioidgabe	1			-			
OP-Dauer >60 Minuten	-			1			
Gesamtpunkte							
		0	1	2	3	4	5
Apfel	PONV-Risiko	10%	21%	39%	61%	79%	-
Koivuranta	Risiko für Übelkeit	18%	20%	40%	55%	75%	90%
	Risiko für Erbrechen	7%	7%	17%	25%	38%	61%

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting, OP = Operation

1.6.3 Prophylaxe und Therapie von PONV

Neben der medikamentösen Prophylaxe der postoperativen Übelkeit existieren zusätzlich nicht-medikamentöse Präventionsmaßnahmen. Beispielsweise kann – sofern der operative Eingriff dies zulässt – eine Regional- oder Lokalanästhesie anstatt einer Allgemeinanästhesie durchgeführt werden, um die Verabreichung emetogener Wirkstoffe wie z.B. Opioid-Analgetika zu vermeiden oder reduzieren. Ist die Allgemeinanästhesie unumgänglich, sollte hierbei die Verwendung einer total intravenösen Anästhesie (TIVA) gegenüber volatilen Anästhetika oder Lachgas bevorzugt werden. (11,12,35,38,39,41,42,45) Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass das PONV-Risiko durch das verwendete Atemwegsdevice beeinflusst werden kann, was im Rahmen dieser Diplomarbeit evaluiert wird.

Medikamentöse Interventionen im Sinne einer Antiemetika-Gabe können über eine Blockierung der Dopamin-, Serotonin-, Histamin-, Neurokinin- und Muskarinrezeptoren

sowohl prophylaktisch zur Vermeidung der Entstehung von Übelkeit als auch therapeutisch bei Aufkommen von Übelkeit und/oder Erbrechen eingesetzt werden.

Zu den Serotonin-Rezeptor-Antagonisten zählen beispielsweise Ondansetron oder Granisetron. Einerseits blockieren sie periphere 5-HT₃-Rezeptoren im Darm, sodass die afferenten Fasern des N. vagus keine emetogenen Reize erhalten, andererseits hemmen sie die 5-HT₃-Rezeptoren in der Chemorezeptor-Triggerzone und im Ncl. tractus solitarius, wodurch die zentrale Weiterleitung der Übelkeit unterbrochen wird. Diese Wirkstoffgruppe senken in erster Linie das Risiko für Erbrechen und weniger das Empfinden von Übelkeit. Anticholinergika – beispielsweise Scopolamin – wirken ähnlich wie 5-HT₃-Rezeptor-Antagonisten, werden jedoch weitaus seltener in der klinischen Praxis als PONV-Prophylaxe oder -Therapie eingesetzt. Die NK₁-Rezeptor-Antagonisten wie Aprepitant und Fosaprepitant wirken über eine kompetitive Bindung des NK₁-Rezeptors und verhindern so, dass Substanz P an diese Rezeptoren dockt. Dadurch wird die Signalübertragung, die Übelkeit und Erbrechen induziert, unterbrochen. Dimenhydrinat und Diphenhydramin werden den H₁-Rezeptor-Antagonisten zugeordnet, die über eine zentrale Hemmung im Vestibularorgan die Entstehung von Übelkeit unterbinden. Dopamin-Antagonisten wie Droperidol und Metoclopramid wirken über eine Hemmung der D₂-Rezeptoren in der Chemorezeptor-Triggerzone und im Ncl. tractus solitarius antiemetisch und außerdem im Gastrointestinaltrakt prokinetisch, indem sie die Magenmotilität steigern. Diese Zusammenhänge werden in der unten angeführten Abbildung 1 visualisiert.

Neben diesen Rezeptor-Antagonisten wird außerdem Dexamethason als Glukokortikoid erfolgreich zur PONV-Prophylaxe eingesetzt, wobei insbesondere die Kombination mit 5-HT₃-Rezeptor-Antagonisten eine additive antiemetische Wirkung zeigt (11,35,46). Der antiemetische Wirkmechanismus der Glukokortikoide ist bisher nicht vollständig erfasst und weiterhin Gegenstand aktueller Forschung. (3,10–12,29,30,32,35,38,39,41,45–48)

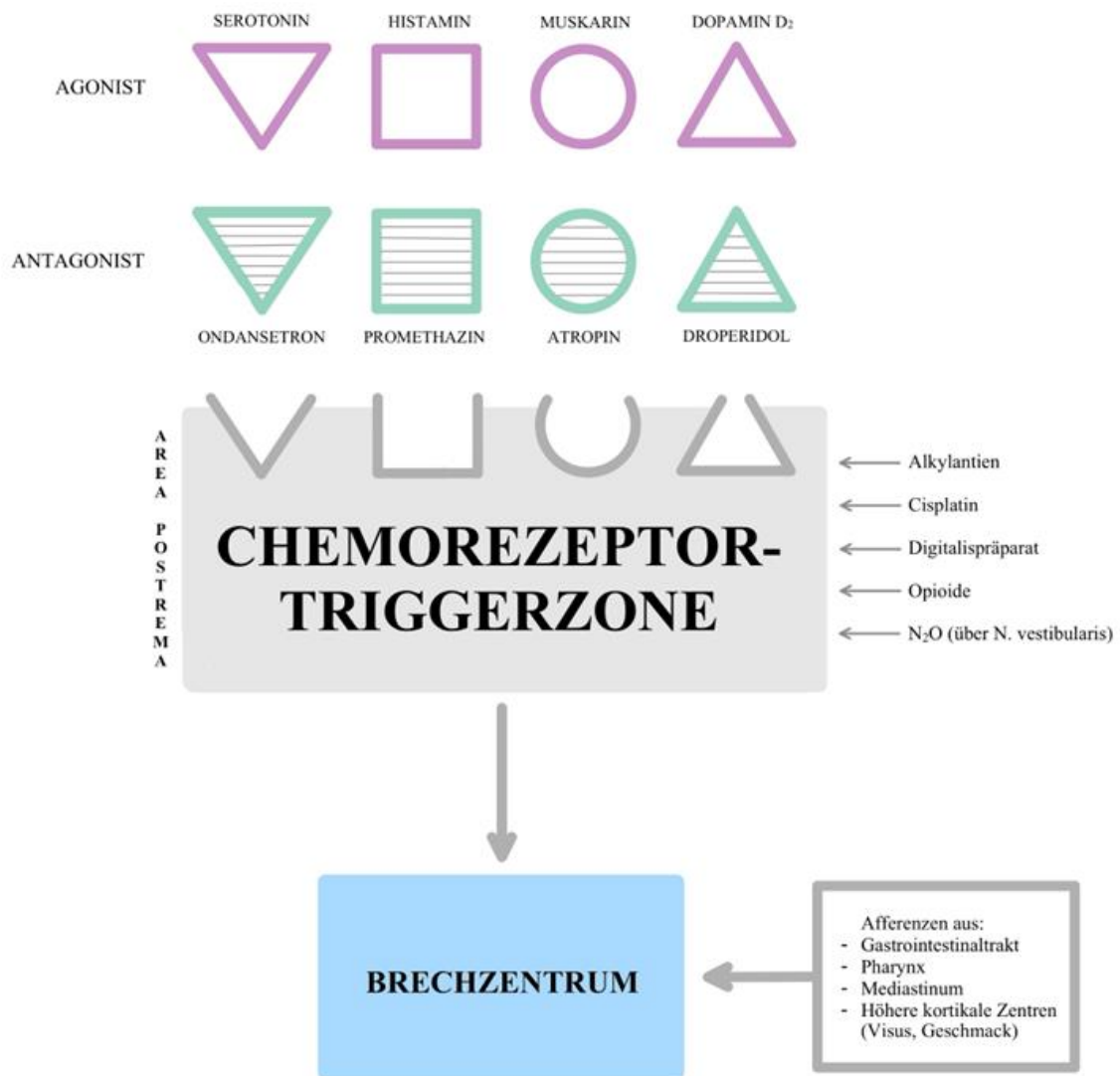


Abbildung 1: Zitiert nach Watcha et al. (1992) (30). Rezeptor-Agonisten und -Antagonisten in der Chemorezeptor-Triggerzone sowie Effekte auf das Brechzentrum

Derzeit existiert keine Leitlinie bezüglich der PONV-Prophylaxe und -Therapie seitens der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI), jedoch gibt es einige internationale konsensbasierte Handlungsempfehlungen (41,49–51). Die Österreichische Fachgesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) verweist offiziell auf die internationale Leitlinie der American Society for Enhanced Recovery (ASER) und der Society for Ambulatory Anesthesia (50). Aus diesen Empfehlungen ergibt sich – neben nicht-medikamentöser Präventionsmaßnahmen – ein tendenziell großzügiger Einsatz von prophylaktischen Antiemetika, selbst bei fehlenden oder unklaren Risikofaktoren. In der klinischen Routine erfolgt üblicherweise die Gabe von

Dexamethason nach Narkoseeinleitung sowie von 5-HT₃-Rezeptor-Antagonisten vor Ende der Operation. Bei multiplen Risikofaktoren kann die Therapie um eine dritte und vierte Substanz anderer Wirkstoffklassen erweitert werden. (30,35,41,49–51)

2 Fragestellung und Hypothese

PONV wird bedingt durch eine multifaktorielle Genese und kann teilweise auch durch die Beatmungsform und -parameter beeinflusst werden (52–57). Davon ausgehend, dass beide Verfahren der Atemwegssicherung sich hinsichtlich ihrer Invasivität, der mechanischen Reizung von Rachenstrukturen sowie der erforderlichen Medikamentengabe unterscheiden, besteht auch ein möglicher Einfluss auf das Auftreten von PONV.

Die derzeitige Studienlage zu dieser Thematik ist begrenzt und zeigt widersprüchliche Ergebnisse. Während in einigen Studien kein signifikanter Unterschied zwischen den eingesetzten Atemwegshilfen beschrieben wird (58–61), zeigen andere Untersuchungen wiederum, dass bei Gebrauch einer Larynxmaske im Vergleich zum Endotrachealtubus die PONV-Inzidenz geringer ausfällt (53,54,56,57,62,63).

Unter der Annahme, dass die Intubation eine verstärkte Reizung im Pharynx und Larynx verursacht (24–26) und durch Reizung der Rachenhinterwand potentiell den Würgereflex auslösen kann (64), lässt sich die begründete Hypothese aufstellen, dass der Einsatz einer Larynxmaske das Risiko für PONV reduzieren kann. Diese Hypothese wird im Rahmen dieser Diplomarbeit überprüft.

3 Material und Methoden

3.1 Votum der Ethikkommission

Für die Erhebung patient*innenbezogener Daten wurde ein Votum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz eingeholt. Das positive Votum (1038/2024) ist im Anhang zu finden.

3.2 Studiendesign

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Datenanalyse zur Untersuchung der PONV-Inzidenz in Relation zum verwendeten Airwaydevice. Ausgewertet wurden pseudonymisierte Daten aus Operations- und Aufwachraumprotokollen aus dem Jahr 2018 und 2019. Die Resultate basieren auf den Daten von 354 Patient*innen, bei denen im oben genannten Zeitraum eine endoprothetische Operation der unteren Extremität an der Medizinischen Universität Graz durchgeführt wurde. Es wurden ausschließlich Patient*innen berücksichtigt, die mindestens 18 Jahre alt waren und anästhesiologisch mit einer Vollnarkose und einer Atemwegssicherung mittels Larynxmaske oder Endotrachealtubus versorgt wurden.

Im Rahmen des Anästhesieprotokolls wurden folgende Daten erhoben und für diese Diplomarbeit verwendet: patient*innenbezogene Daten (Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, BMI, ASA-Klassifikation), operativer Eingriff, Narkosebeginn und -ende sowie Narkosedauer, Übergabe in und Entlassung aus dem Aufwachraum sowie dortige Aufenthaltsdauer, verwendetes Airwaydevice (Larynxmaske oder Endotrachealtubus), Gabe von Antiemetika (Dexamethason, Ondansetron (Zofran®), Droperidol (Xomolix®, Ponveridol®), Metoclopramid (Paspertin®)) intra- sowie postoperativ, die postoperative Verabreichung von Opioiden (Piritramid (Dipidolor®)) und Freitext-Angaben bezüglich PONV (z.B. „Würgen“, „Brechen“, „Übelkeit“).

Die Datenerhebung erfolgte lediglich aus den dokumentierten Routedaten. Eine präoperative PONV-Risikoklassifizierung sowie ein PONV-spezifisches Interview wurde nicht durchgeführt. Als PONV-Prophylaxe wurde die prä- oder intraoperative Gabe von Antiemetika definiert entsprechend der Dokumentation in den vorliegenden Anästhesie- und Aufwachraumprotokollen. Die Erfassung von PONV gestaltete sich schwierig hinsichtlich nicht einheitlicher Dokumentation und nicht zuletzt der Tatsache, dass PONV ein subjektives Empfinden darstellt. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit sowohl PONV-assoziierte Freitext-Angaben als auch die postoperative Gabe von Antiemetika als das Auftreten von PONV definiert. Berücksichtigt wurde außerdem nur das Vorkommen von PONV im Aufwachraum, da nach Entlassung auf die Normalstation keine weitere Dokumentation im Anästhesieprotokoll stattfindet.

3.3 Zielsetzung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, den Einfluss des verwendeten Airwaydevices auf die Inzidenz von PONV zu analysieren. Hierfür wurde überprüft, ob die Verwendung einer Larynxmaske im Vergleich zum Endotrachealtubus mit einer geringeren PONV-Rate assoziiert ist. Außerdem wurden weitere Zusammenhänge zwischen perioperativen Faktoren wie der Narkosedauer, Gabe einer PONV-Prophylaxe sowie der postoperativen Opioidgabe untersucht. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, Optimierungspotentiale in der Strategie der klinischen Prophylaxe zu identifizieren und bestenfalls spezifische Handlungsmöglichkeiten und -empfehlungen zu eruieren.

3.4 Patient*innenkollektiv

3.4.1 Einschlusskriterien

In die Studienpopulation aufgenommen wurden Patient*innen, die mindestens 18 Jahre alt waren und zwischen 03/2018 und 10/2019 mit einer elektiven endoprothetischen Operation der unteren Extremität an der Medizinischen Universität Graz behandelt wurden. Weitere Voraussetzung war die Durchführung einer Vollnarkose und Verwendung einer Larynxmaske oder eines Endotrachealtubus. Für alle eingeschlossenen Fälle lagen vollständige Datensätze hinsichtlich des verwendeten Airwaydevices (Endotrachealtubus oder Larynxmaske), der postoperativen Übelkeit und/oder Erbrechen (PONV) sowie der verabreichten Antiemetika und Analgetika vor.

3.4.2 Ausschlusskriterien

Nicht in das Zielkollektiv aufgenommen wurden Patient*innen, die das 18. Lebensjahr noch nicht erreicht hatten und bei denen andere Operationen oder Notfalleingriffe durchgeführt wurden. Sobald die postoperative Betreuung außerhalb des Aufwachraums wie beispielsweise auf der Intensivstation erfolgte, wurden diese Patient*innen von der Datenerhebung ausgeschlossen.

3.5 Zielgrößen

3.5.1 Hauptzielgröße

Die Hauptzielgröße dieser statistischen Auswertung war das Auftreten von PONV im Aufwachraum. Dabei wurde PONV als jede dokumentierte Episode von Übelkeit und/oder Erbrechen sowie die postoperative Gabe von Antiemetika definiert. Die Auswertung erfolgte dichotom (PONV ja/nein). Hierbei wurde spezifisch untersucht, ob und in welchem Ausmaß das verwendete Airwaydevice das Auftreten von PONV begünstigt oder reduziert.

3.5.2 Nebenzielgrößen

Zusätzlich wurden weitere Einflussfaktoren für das Auftreten von PONV analysiert. Dazu zählen die Narkosedauer (in Minuten), die antiemetische Prophylaxe (in Art und Anzahl) und die postoperative Verabreichung von Opioiden (ja/nein). Außerdem wurde untersucht, ob das verwendete Airwaydevice einen Einfluss auf die Narkosedauer, die postoperative Opioidgabe und die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum ausübt.

Durch die Analyse dieser Nebenzielgrößen soll ein umfassenderes Verständnis der multifaktoriellen Genese von PONV gewonnen und mögliche Interaktionseffekte identifiziert werden.

3.6 Potentielle Bias und Limitationen

Die vorliegende Diplomarbeit unterliegt, wie jede wissenschaftliche Untersuchung, bestimmten Verzerrungen und Limitationen, die die Validität der Ergebnisse beeinflussen können. Ein Bias wird als systematischer, demnach nicht zufälliger, Fehler definiert, der im Rahmen der Planung, Durchführung oder Auswertung einer Studie entstehen kann. Er führt potentiell dazu, dass die ermittelten Ergebnisse vom tatsächlichen Wert der Zielgröße abweichen. (65)

Innerhalb dieser Diplomarbeit besteht das Risiko für Bias durch den Aufbau als retrospektive Studie, da die Daten nicht primär im Sinne der Fragestellung und somit möglicherweise unvollständig, uneinheitlich oder fehlerhaft dokumentiert wurden. Dadurch ist der Umfang und die Qualität dieser Daten limitiert auf die Genauigkeit der Routinedokumentation. Außerdem erfolgte keine randomisierte Zuteilung des Atemwegsmanagements, weshalb diese Entscheidung im Ermessen der behandelnden Ärzt*innen lag. Hierbei könnte bereits eine Beeinflussung durch patient*innen- und eingriffsbezogene Faktoren und damit eine

mögliche Vorselektierung stattgefunden haben. Bedingt dadurch, dass PONV ein subjektives Gefühl darstellt und unter Umständen – insbesondere bei milder Symptomatik – unterschiedlich beurteilt oder dokumentiert wurde, ergibt sich auch ein potentieller Informationsbias durch Fehlklassifikation oder Untererfassung von PONV. Dies wird ergänzt durch den Umstand, dass der Beobachtungs- und Dokumentationszeitraum nicht den gesamten Zeitraum, der laut Literatur etwa 24 bis 48 Stunden postoperativ mit PONV assoziiert sein kann (66), inkludiert.

Es wurde keine Differenzierung zwischen Hoch- und Niedrigrisiko-Patient*innen vorgenommen. Des Weiteren wird die Patient*innenselektion dieser Studie begrenzt durch die isolierte Berücksichtigung orthopädischer Operationen, welche im Vergleich zu anderen Operationen mit einem niedrigeren PONV-Risiko verbunden sind (2,3,10–13,30,32,35,38–41).

3.7 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mithilfe des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics (Version 30.0. 0.)

Zuerst erfolgte für nominale Variablen (z.B. Auftreten von PONV, Art des Airwaydevices) eine deskriptive Analyse mittels Kreuztabellen zur Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten. Hierbei wurde das Auftreten von PONV, das Verabreichen von Antiemetika oder Opioiden als „ja“ gewertet, andernfalls als „nein“. Zur Überprüfung möglicher Zusammenhänge zwischen dichotomen, nominalen Variablen wurde ein Chi-Quadrat-Test angewendet. Sobald eine erwartete Fallzahl unter fünf vorlag, kam der exakte Test nach Fisher zum Einsatz. Die Stärke des Zusammenhangs wurde zusätzlich über Cramér's-V bzw. Phi-Koeffizient angegeben.

Für die Analyse kontinuierlicher Variablen (Narkosedauer und Aufenthaltsdauer im Aufwachraum in Minuten) wurden zunächst Mittelwert, Standardabweichung, Median und Interquartilsabstand berechnet sowie Minimum und Maximum angegeben. Anschließend wurde graphisch und rechnerisch mittels Kolmogorov-Smirnow-Test auf Normalverteilung überprüft. Bei fehlender Normalverteilung bei allen untersuchten Fragestellungen wurde auf den Mann-Whitney-U-Test zurückgegriffen.

Für alle Berechnungen wurde von einem signifikanten Zusammenhang ausgegangen, sobald der p-Wert unter 0.05 lag.

Je nach Fragestellung wurde in unterschiedliche Gruppen kategorisiert wie z.B. „PONV ja“ und „PONV nein“, „postoperative Opioidgabe ja“ und „postoperative Opioidgabe nein“ oder bei den Antiemetika nach Einzel-, Zwei-, Drei- oder Vierfachtherapie.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung der Studienpopulation

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden insgesamt die Daten von 354 Patient*innen analysiert, deren Charakteristika in Tabelle 2 dargestellt werden. Davon waren 225 Personen (63,56%) weiblich und 129 Personen (36,44%) männlich, womit sich eine ungleiche Verteilung der Geschlechter präsentiert mit einem Verhältnis von etwa 1,7:1 zugunsten der Patientinnen. Das mediane Alter dieser Studienpopulation beträgt 74 Jahre (IQR = 65-79). Im Studienkollektiv zeigt sich im Mittel ein Gewicht von 81 kg (SD = 17,7 kg) und eine durchschnittliche Körpergröße von 169 cm (SD = 11 cm). Der mediane Body Mass Index (BMI) liegt bei 27,5 kg/m² (IQR = 24,6-31,3). Die Patient*innen wurden am häufigsten mit ASA III klassifiziert (48,9%). In die ASA-Klasse I wurden lediglich 2 Patient*innen (0,56%) eingestuft, in die ASA-Klasse II 135 Patient*innen (38,2%) und weitere 12,4% der Personen (n = 44) in die ASA-Klasse IV. Für diese Studie wurden ausschließlich orthopädische Operationen berücksichtigt. Die häufigste durchgeführte Operation war der Einsatz einer Totalendoprothese des Hüftgelenks (43,5%), gefolgt von einem Einsatz einer Totalendoprothese des Kniegelenks (40,4%). Weitere 32 Patient*innen (9%) erhielten eine Teilendoprothese des Hüftgelenks und 25 Personen (7,1%) eine Teilendoprothese des Kniegelenks.

Tabelle 2: Basisdaten der Patient*innen im Überblick

Patient*innenkollektiv	
Geschlecht	
Männlich	129 (36,44%)
Weiblich	225 (63,56%)
Alter [in Jahren]	
Median (25., 75. Perzentile)	74 (65; 79)
Mittelwert (SD)	72 (10)
Gewicht [in kg]	
Mittelwert (SD)	81 (18)
Median (25., 75. Perzentile)	80 (70; 90)
Größe [in cm]	
Mittelwert (SD)	169 (11)
Median (25., 75. Perzentile)	170 (163; 176)
BMI (in kg/m²)	
Median (25., 75. Perzentile)	27.45 (24.6; 31.3)
Mittelwert (SD)	29.4 (24.1)
Operativer Eingriff	
Teilendoprothese eines Kniegelenks	25 (7,1%)
Totalendoprothese eines Kniegelenks	143 (40,4%)
Teilendoprothese eines Hüftgelenks	32 (9%)
Totalendoprothese eines Hüftgelenks	154 (43,5%)
ASA-Klassifikation	
Median	ASA III
ASA I	2 (0,56%)
ASA II	135 (38,2%)
ASA III	173 (48,9%)
ASA IV	44 (12,4%)

Anmerkung. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl.

Abkürzungen. ASA = American Society of Anesthesiologists, BMI = Body Mass Index, cm = Zentimeter, kg = Kilogramm, kg/m² = Kilogramm pro Quadratmeter, SD = Standardabweichung

4.2 Einflüsse des Airwaydevices

4.2.1 Einfluss des Airwaydevices auf die Inzidenz von PONV

In der nachfolgenden Tabelle 3 wird die absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von PONV differenziert nach verwendetem Airwaydevice dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass lediglich 52 von 354 Patient*innen (14,7%) von PONV betroffen waren. Außerdem wird deutlich, dass das Verhältnis von eingesetzten Endotrachealtuben zu Larynxmasken mit 2,7:1 ungleich zugunsten des Endotrachealtubus ausfällt. Von den 354 Patient*innen wurden 258 (72,9%) endotracheal intubiert und 96 (27,1%) erhielten eine Larynxmaske. Das Vorkommen von PONV zeigt eine minimal geringere Ausprägung in der Larynxmasken-Gruppe als in der Endotrachealtubus-Gruppe (10,4% vs. 16,3%).

Tabelle 3: Inzidenz von PONV in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

	PONV ja	PONV nein	Gesamt (AWD)*
Endotrachealtubus (ET)	42 (16,3%)	216 (83,7%)	258 (72,9%)
Larynxmaske (LM)	10 (10,4%)	86 (89,6%)	96 (27,1%)
Gesamt (PONV)	52 (14,7%)	302 (85,3%)	354 (100%)

Anmerkungen. *Prozentangaben = Spaltenprozent; übrige Prozentangaben = Zeilenprozent

Abkürzungen. AWD = Airwaydevice, ET = Endotrachealtubus, LM = Larynxmaske, PONV = postoperative nausea and vomiting

In Abbildung 2 werden diese Zusammenhänge graphisch dargestellt. Die Analyse zeigt, dass 61% der Patient*innen endotracheal intubiert wurden und keine Hinweise für PONV zeigten. Weitere 24,3% der Patient*innen erhielten eine Larynxmaske und blieben ebenfalls symptomfrei. Dagegen trat bei 11,9% der Fälle mit einem Endotrachealtubus und 2,8% der Studienpopulation mit einer Larynxmaske PONV auf.

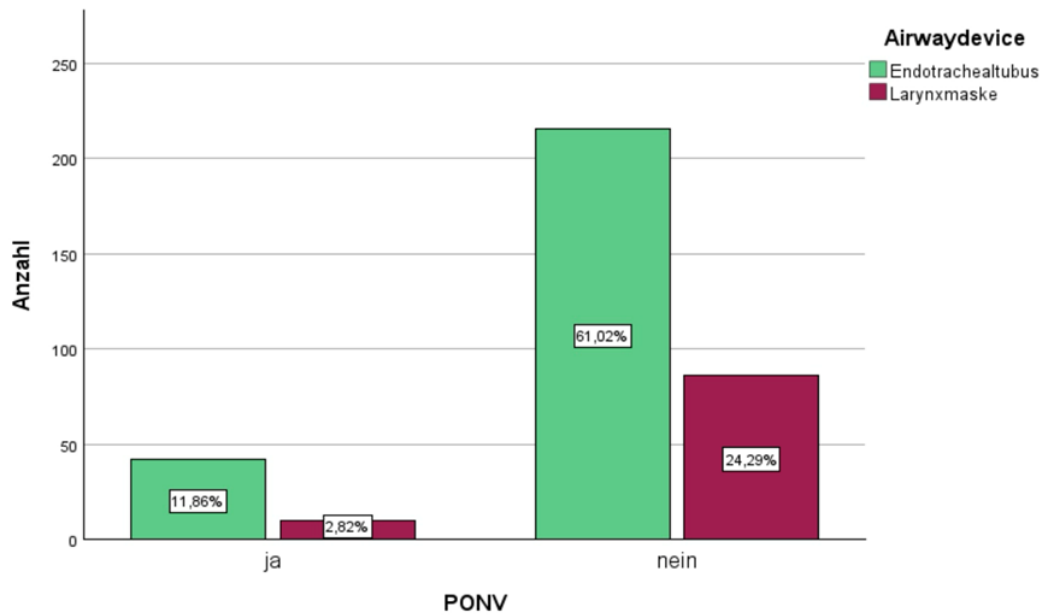


Abbildung 2: PONV-Inzidenz in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

Anmerkung. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl.

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

Zur Überprüfung eines signifikanten Unterschieds wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt und ergab: $\chi^2(1) = 1.919$, $p = 0.166$, $\phi = -0.074$. Demzufolge besteht **kein signifikanter Zusammenhang** zwischen dem verwendeten Airwaydevice und dem Auftreten von PONV.

4.2.2 Einfluss des Airwaydevices auf die Narkosedauer

Tabelle 4 veranschaulicht den Zusammenhang der Narkosedauer und dem verwendeten Atemwegsdevice. Diese Auswertung zeigt, dass Vollnarkosen in der Endotrachealtubus- und Larynxmasken-Gruppe im Median ungefähr gleich lang waren ($Mdn_{ET} = 122$ Minuten vs. $Mdn_{LM} = 117$ Minuten; $IQR_{ET} = 104-145$ Minuten vs. $IQR_{LM} = 96-132$ Minuten). Die längste Narkosedauer war in der Endotrachealtubus-Gruppe mit 452 Minuten mehr als doppelt so lang wie in der Larynxmasken-Gruppe (197 Minuten). Die kürzeste Narkosedauer trat ebenfalls in der Endotrachealtubus-Gruppe auf und betrug 25 Minuten, während die minimale Narkosedauer in der Larynxmasken-Gruppe 55 Minuten war.

Die Untersuchung auf Normalverteilung anhand des Kolmogorov-Smirnov-Tests ergab für die Larynxmasken-Gruppe keine signifikante Abweichung von der Normalverteilung ($p = 0.200$), während für die Endotrachealtubus-Gruppe eine signifikante Abweichung festgestellt wurde ($p = <0.001$). Dementsprechend erfolgte die Überprüfung einer Signifikanz zwischen der Narkosedauer und des verwendeten Airwaydevices mittels Mann-Whitney-U-Test. Dieser zeigt, dass die Narkosedauer bei Vollnarkosen mit Endotrachealtubus verglichen mit Larynxmasken **grenzwertig signifikant** länger ist ($U = 10674.5$, $Z = -1.997$, $p = 0.046$).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Narkosedauer in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

<i>Narkosedauer</i>	<i>Endotrachealtubus (ET)</i>	<i>Larynxmaske (LM)</i>
Median (Mdn)	122	117
25. Perzentile	104	96
75. Perzentile	145	132
Minimum	25	55
Maximum	452	197

Anmerkungen. Zahlenangaben in Minuten

Abkürzungen. ET = Endotrachealtubus, LM = Larynxmaske, Mdn = Median

4.2.3 Einfluss des Airwaydevices auf die postoperative Opioidgabe

Die Verteilung der postoperativen Opioidgabe hinsichtlich des verwendeten Airwaydevices wird in Tabelle 5 sowohl absolut als auch relativ dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei einer deutlichen Mehrheit der Patient*innen postoperativ Opioid eingesetzt wurden ($n = 296$; $83,3\%$), während nur ein geringer Anteil ($n = 59$; $16,7\%$) im Aufwachraum keine opioid-basierte Schmerztherapie erhielt. Folglich besteht eine ungleichmäßige Verteilung von 5:1 zugunsten der Gruppe, denen postoperativ Opioid gegeben wurden. Im Rahmen dieser Auswertung wird deutlich, dass der postoperative Opioidbedarf in der Endotrachealtubus-Gruppe höher ausfällt als in der Larynxmasken-Gruppe: In der ET-Gruppe erhielten 225 von 258 Personen ($87,2\%$) und in der LM-Gruppe 70 von 96 Patient*innen ($72,9\%$) postoperativ Opioid.

Tabelle 5: Postoperative Gabe von Opioiden in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

	postop. Opioid ja	postop. Opioid nein	Gesamt (AWD)*
Endotrachealtubus (ET)	225 (87,2%)	33 (12,8%)	258 (72,9%)
Larynxmaske (LM)	70 (72,9%)	26 (27,1%)	96 (27,1%)
Gesamt (postop. Opioid)	295 (83,3%)	59 (16,7%)	354 (100%)

Anmerkungen. *Prozentangaben = Spaltenprozent; übrige Prozentangaben = Zeilenprozent

Abkürzungen. AWD = Airwaydevice, ET = Endotrachealtubus, LM = Larynxmaske, postop. = postoperativ

In der nachfolgenden Abbildung 3 wird der Einfluss des Airwaydevices auf die postoperative Gabe von Opioiden präsentiert. Diese Darstellung verdeutlicht, dass vor allem diejenigen eine opioid-basierte Schmerztherapie benötigten, die endotracheal intubiert wurden (63,56%). Lediglich 19,77% der Patient*innen mit Larynxmaske erhielten postoperativ Opioid. In der Gruppe derjenigen ohne postoperative Opioidgabe ist das Verhältnis zwischen Endotrachealtubus (9,32%) und Larynxmaske (7,34%) annähernd gleich.

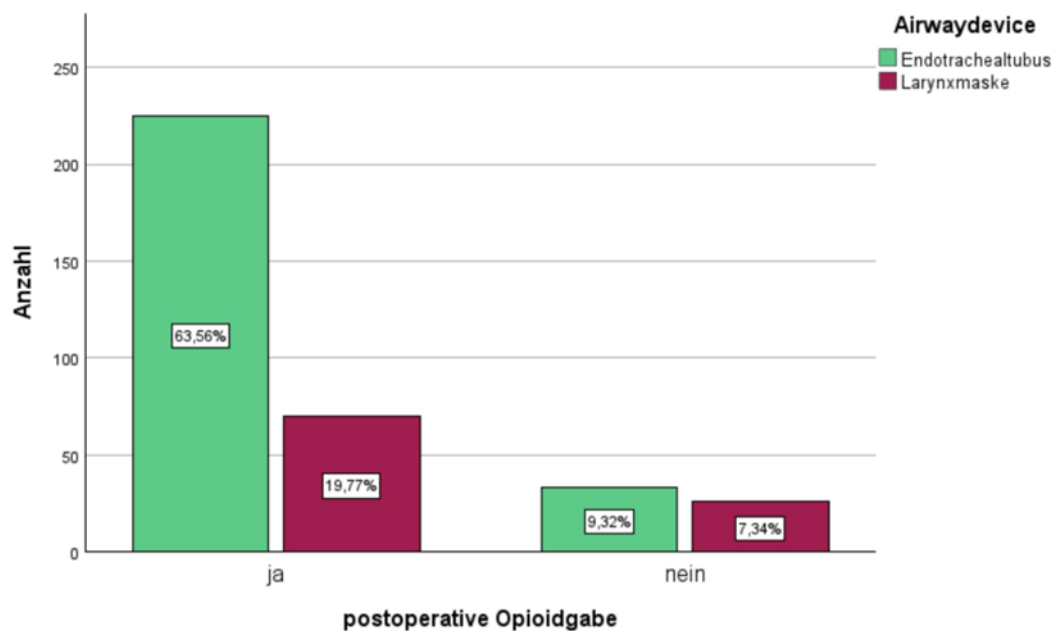


Abbildung 3: Verteilung der postoperativen Opioidgabe in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

Anmerkung. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl.

Ein Chi-Quadrat-Test zur Überprüfung eines signifikanten Zusammenhangs ergab: $\chi^2(1) = 10.291$, $p = 0.001$, $\phi = -0.170$. Demzufolge war der Opioidbedarf bei denjenigen, die endotracheal intubiert wurden, **signifikant höher** als bei denen, die mit einer Larynxmaske versorgt wurden.

4.2.4 Einfluss des Airwaydevices auf die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum

Aus den Daten der nachfolgenden Tabelle 6 geht hervor, dass die mittlere und mediane Aufenthaltsdauer im Aufwachraum in beiden Gruppen annähernd gleich war ($M_{ET} = 148$ Minuten vs. $M_{LM} = 139$ Minuten; $Mdn_{ET} = 129$ Minuten vs. $Mdn_{LM} = 130$ Minuten). Der Interquartilsabstand betrug in der Endotrachealtubus-Gruppe 109 bis 166 Minuten und in der Larynxmasken-Gruppe 110 bis 153 Minuten. Die Aufenthaltsdauer in der Gruppe des Endotrachealtubus zeigt sowohl die kürzeste Aufenthaltsdauer von 38 Minuten als auch die längste Dauer von 607 Minuten. In der Gruppe der Larynxmaske blieben die Patient*innen mindestens 71 Minuten im Aufwachraum. Die längste Aufenthaltsdauer in Larynxmasken-Gruppe ist mit 309 Minuten etwa halb so lang wie in der Vergleichsgruppe.

Bei der Überprüfung auf Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test wurde bewiesen, dass für beide Gruppen eine signifikante Abweichung besteht ($p = <0.001$). Daraufhin wurde zur Evaluierung eines signifikanten Unterschieds zwischen der Aufenthaltsdauer im Aufwachraum und dem verwendeten Airwaydevice ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt, welcher **keinen signifikanten Zusammenhang** zeigte ($U = 11949.5$, $Z = -.508$, $p = 0.612$).

Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Aufenthaltsdauer im Aufwachraum in den Gruppen Endotrachealtubus und Larynxmaske

<i>Aufenthaltsdauer im AWR</i>	<i>Endotrachealtubus (ET)</i>	<i>Larynxmaske (LM)</i>
Median (Mdn)	129	130
25. Perzentile	109	110
75. Perzentile	166	153
Minimum	38	71
Maximum	607	309

Anmerkungen. Zahlenangaben in Minuten

Abkürzungen. AWR = Aufwachraum, ET = Endotrachealtubus, LM = Larynxmaske, Mdn = Median

4.3 Weitere Einflussfaktoren auf PONV

4.3.1 Einfluss der Narkosedauer auf die Inzidenz von PONV

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Auftretens von PONV in Abhängigkeit der Narkosedauer beschrieben und tabellarisch dargestellt (siehe Tabelle 7). Die mittlere und mediane Narkosedauer war in der Gruppe mit PONV-Ereignissen verglichen mit denen ohne PONV annähernd gleich ($M_{\text{PONVja}} = 122$ Minuten vs. $M_{\text{PONVnein}} = 125$ Minuten; $Mdn_{\text{PONVja}} = 123$ Minuten vs. $Mdn_{\text{PONVnein}} = 120$ Minuten). Der Interquartilsabstand liegt in der PONV-Gruppe bei 100 bis 131 Minuten, während er sich in der Gruppe ohne PONV zwischen 103 und 141 Minuten erstreckt. In der Gruppe mit Eintreten von PONV war die kürzeste Narkosedauer deutlich höher als in der Vergleichsgruppe ($Min_{\text{PONVja}} = 76$ Minuten vs. $Min_{\text{PONVnein}} = 25$ Minuten). Die längste Narkosedauer wurde in der Gruppe ohne PONV mit 452 Minuten dokumentiert und lag damit deutlich über dem Maximalwert der Gruppe mit PONV, bei der die längste Narkosedauer 186 Minuten betrug.

Die Testung auf Normalverteilung durch einen Kolmogorov-Smirnov-Test zeigte keine Normalverteilung der Daten ($p = <0.001$), sodass zur Beurteilung eines signifikanten Zusammenhangs zwischen der Narkosedauer und dem Auftreten von PONV ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt wurde. Dieser wies **keinen signifikanten Unterschied zwischen den geprüften Gruppen** auf ($U = 7661.5$, $Z = -0.28$, $p = 0.78$)

Tabelle 7: Deskriptive Statistik der Narkosedauer differenziert nach Auftreten von PONV

<i>Narkosedauer</i>	<i>PONV</i>	<i>PONV</i>
	<i>ja</i>	<i>nein</i>
Median (Mdn)	123	120
25. Perzentile	100	103
75. Perzentile	131	141
Minimum (Min)	76	25
Maximum (Max)	186	452

Anmerkungen. Zahlenangaben in Minuten

Abkürzungen. Max = Maximum, Mdn = Median, Min = Minimum, PONV = postoperative nausea and vomiting

4.3.2 Einfluss von postoperativer Opioidgabe auf die Inzidenz von PONV

In Tabelle 8 wird der Zusammenhang zwischen der postoperativen Opioidgabe und des Auftretens von PONV veranschaulicht. Bei 295 von 354 Patient*innen (83,3%) erfolgte postoperativ eine opioid-basierte Schmerztherapie, bei 59 Personen (16,7%) hingegen nicht. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass die Mehrheit der Patient*innen postoperativ Opioide erhielt, sodass eine ungleichmäßige Gruppierung entstanden ist. Die PONV-Inzidenz war in der Opioid-Gruppe im Vergleich zur Gruppe ohne Opioide moderat erhöht (15,3% vs. 11,9%).

Tabelle 8: Postoperative Gabe von Opioiden in Abhängigkeit des Auftretens von PONV

	PONV ja	PONV nein	Gesamt (postop. Opioide)*
postop. Opioide ja	45 (15,3%)	250 (84,7%)	295 (83,3%)
postop. Opioide nein	7 (11,9%)	52 (88,1%)	59 (16,7%)
Gesamt (PONV)	52 (14,7%)	302 (85,3%)	354 (100%)

Anmerkungen. *Prozentangaben = Spaltenprozent; übrige Prozentangaben = Zeilenprozent

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting, postop. = postoperativ

Abbildung 4 präsentiert den Einfluss der postoperativen Opioidgabe auf das Vorkommen von PONV bezogen auf die gesamte Studienpopulation. Aus den dargestellten Daten ergibt sich, dass 70,62% der Patient*innen postoperativ Opioide erhielten ohne Hinweise für PONV zu zeigen. Außerdem blieben weitere 14,69% der Personen frei von PONV ohne postoperativ Opioide bekommen zu haben. In der Gruppe derjenigen, bei denen PONV dokumentiert wurde, erfolgte bei 12,71% der Fälle eine opioid-basierte Schmerztherapie und bei 1,96% der Patient*innen nicht.

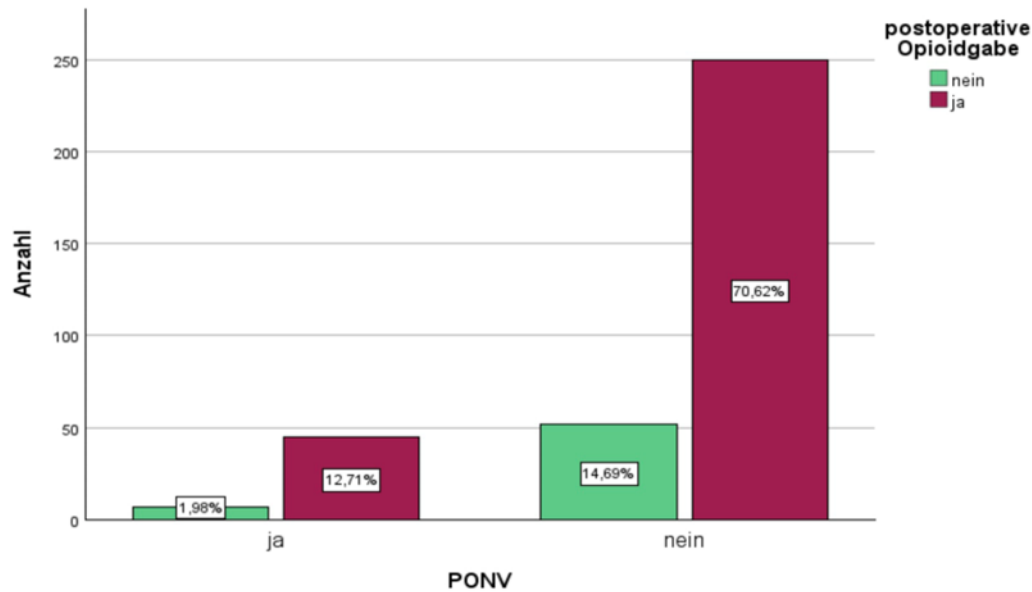


Abbildung 4: Inzidenz von PONV in Abhängigkeit der postoperativen Opioidgabe

Anmerkung. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl.

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

Bei der Untersuchung eines signifikanten Zusammenhangs zwischen der postoperativen Opioidgabe und des Auftretens von PONV anhand eines Chi-Quadrat-Tests konnte in dieser Studienpopulation **kein signifikanter Zusammenhang** festgestellt werden ($\chi^2(1) = 0.451$, $p = 0.502$, $\phi = .036$).

4.3.3 Einfluss der PONV-Prophylaxe auf die Inzidenz von PONV

Die Häufigkeit der durchgeführten PONV-Prophylaxe im Zusammenhang mit Auftreten von PONV wird in Tabelle 9 sowohl absolut als auch relativ dargestellt. Von 354 Patient*innen erhielten 140 Personen (39,5%) eine PONV-Prophylaxe und 214 Patient*innen (60,5%) nicht. Dementsprechend erfolgte in einem höheren Anteil der Fälle keine Prophylaxe, mit einem Verhältnis von etwa 1,5:1 zugunsten der Nichtmedikation. Das Auftreten von PONV war in der Gruppe ohne Prophylaxe moderat erhöht (16,4% vs. 12,1%).

Tabelle 9: PONV-Inzidenz in Abhängigkeit von der antiemetischen Prophylaxe

	PONV ja	PONV nein	Gesamt (PONV-Prophylaxe)*
PONV-Prophylaxe nein	35 (16,4%)	179 (83,6%)	214 (60,5%)
PONV-Prophylaxe ja	17 (12,1%)	123 (87,9%)	140 (39,5%)
Gesamt (PONV)	52 (14,7%)	302 (85,3%)	354 (100%)

Anmerkungen. *Prozentangaben = Spaltenprozent; übrige Prozentangaben = Zeilenprozent

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

Die Daten dieser Auswertung sind in Abbildung 5 dargestellt und zeigen, dass der Großteil der Patient*innen (50,56%) ohne PONV-Prophylaxe symptomfrei blieb. Bei weiteren 34,75% der Patient*innen wurde kein PONV dokumentiert, jedoch prä- oder intraoperativ eine antiemetische Prophylaxe durchgeführt. Bei denjenigen, die unter PONV litten, erhielten 9,89% der Fälle keine Prophylaxe. Trotz PONV-Prophylaxe wiesen 4,8% der Personen Symptome von PONV auf.

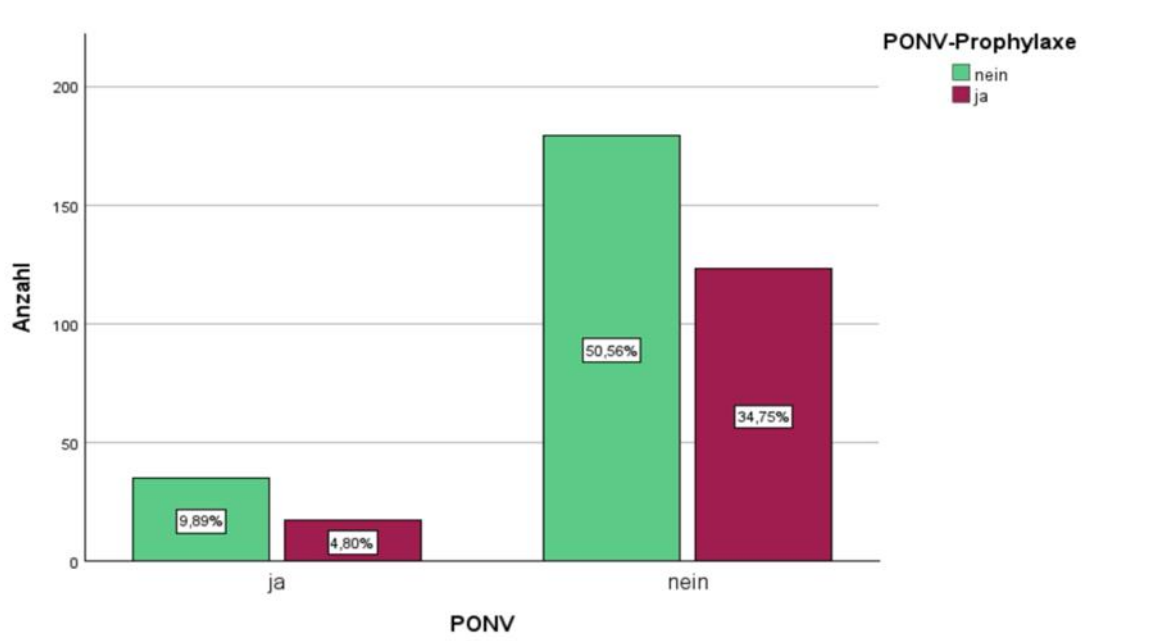


Abbildung 5: PONV-Inzidenz in Abhängigkeit von der antiemetischen Prophylaxe

Anmerkung. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl.

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

Ein Chi-Quadrat-Test zur Überprüfung eines signifikanten Zusammenhangs ergab: $\chi^2(1) = 1.198$, $p = 0.274$, $\phi = -0.058$. Demzufolge besteht in dieser Zielpopulation **kein signifikanter Zusammenhang** zwischen der Gabe einer PONV-Prophylaxe und dem Auftreten von PONV.

4.3.3.1 Einfluss der einzelnen Antiemetika auf die Inzidenz von PONV

Die Tabelle 10 veranschaulicht wie häufig ein bestimmtes Antiemetikum oder eine Kombination dieser verabreicht wurde und wie sich darunter das Vorkommen von PONV verhält. Insgesamt erhielten 140 Patient*innen eine PONV-Prophylaxe, von denen 17 Personen (12,1%) unter PONV litten und 123 Patient*innen (87,9%) keine Hinweise für PONV zeigten.

Am häufigsten wurde eine Monotherapie mit Dexamethason ($n = 43$; 30,7%) oder eine Monotherapie mit Ponveridol ($n = 43$; 30,7%) durchgeführt. In diesen beiden Gruppen verteilt sich das Auftreten von PONV annähernd gleich: In der Dexamethason-Gruppe litten vier von 43 Patient*innen (9,3%) und in der Ponveridol-Gruppe fünf von 43 Patient*innen (11,6%) an PONV. Die am zweithäufigsten durchgeführte Prophylaxe stellte die Kombination von Dexamethason und Ondansetron dar ($n = 16$; 11,4%) oder die Zweifachtherapie mit Dexamethason und Ponveridol ($n = 15$; 10,7%). Es zeigte sich eine höhere Inzidenz von PONV in der Gruppe, die Dexamethason und Ondansetron erhielt (25%), im Vergleich zur Gruppe mit Dexamethason und Ponveridol (13,3%). Bei elf von 140 Patient*innen (7,85%) wurde eine Monotherapie mit Ondansetron durchgeführt, bei denen alle frei von PONV blieben. Eine Dreifachkombination wurde bei vier Patient*innen (2,9%) und eine Vierfachtherapie in einem Fall (0,7%) umgesetzt, bei denen alle Patient*innen symptomfrei blieben.

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung der Antiemetika und Auftreten von PONV

<i>Wirkstoff</i>	<i>PONV ja</i>	<i>PONV nein</i>	<i>Gesamt (PONV- Prophylaxe)*</i>
Dexamethason	4 (9,3%)	39 (90,7%)	43 (30,7%)
Ondansetron	0	11 (100%)	11 (7,85%)
Ponveridol	5 (11,6%)	38 (88,4%)	43 (30,7%)
Paspertin	0	1 (100%)	1 (0,7%)
Dexamethason + Ondansetron	4 (25%)	12 (75%)	16 (11,4%)
Dexamethason + Ponveridol	2 (13,3%)	13 (86,7%)	15 (10,7%)
Ondansetron + Ponveridol	2 (33,3%)	4 (66,7%)	6 (4,3%)
Dexamethason + Ondansetron + Ponveridol	0	4 (100%)	4 (2,9%)
Dexamethason + Ondansetron + Paspertin + Ponveridol	0	1 (100%)	1 (0,7%)
Gesamt (PONV)	17 (12,1%)	123 (87,9%)	140 (100%)

*Anmerkungen. *Prozentangaben = Spaltenprozent; übrige Prozentangaben = Zeilenprozent. Es wurden nur jene Patient*innen berücksichtigt, die eine PONV-Prophylaxe erhielten.*

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

Zur Überprüfung eines signifikanten Zusammenhangs bezüglich des verwendeten Antiemetikums und dem Auftreten von PONV wurde ein exakter Test nach Fisher durchgeführt. Dieser zeigte **keine Signifikanz** ($p = 0.465$, Cramér-V = 0.157). Jedoch gilt zu beachten, dass bei mehreren untersuchten Gruppen die Fallzahl kleiner als fünf ausfiel, sodass das Ergebnis nur eingeschränkt interpretierbar ist.

4.4 Auswirkungen von PONV

4.4.1 Auswirkungen von PONV auf die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Aufenthaltsdauer im Aufwachraum in Abhängigkeit des Vorkommens von PONV tabellarisch dargestellt (siehe Tabelle 11). In diesem Zusammenhang lässt sich erkennen, dass die mittlere und mediane Dauer bei denjenigen, die Hinweise für PONV lieferten, deutlich länger ist als bei denjenigen ohne PONV ($M_{PONV_{ja}} = 172$ Minuten vs. $M_{PONV_{nein}} = 141$ Minuten; $Mdn_{PONV_{ja}} = 144$ Minuten vs.

Mdn_{PONVnein} = 128 Minuten). Der Interquartilsabstand in der Gruppe mit PONV liegt zwischen 120 und 211 Minuten und in der Gruppe ohne PONV zwischen 109 und 156 Minuten. Bei denjenigen, die unter PONV litten, war die minimale Aufenthaltsdauer im Aufwachraum 80 Minuten, während die kürzeste Dauer bei denen ohne PONV bei 38 Minuten lag.

Anhand eines Kolmogorov-Smirnov-Tests wurde bewiesen, dass eine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung besteht ($p = <0.001$), sodass für die statistische Auswertung ein Mann-Whitney-U-Test angewandt wurde. Dieser ergab einen **statistisch signifikanten Zusammenhang** zwischen dem Auftreten von PONV und der Aufenthaltsdauer im Aufwachraum ($U = 5663.5$, $Z = -3.211$, $p = 0.001$).

Tabelle 11: Deskriptive Statistik für die Aufenthaltsdauer im Aufwachraum differenziert nach Auftreten von PONV

<i>AWR-Dauer</i>	<i>PONV ja</i>	<i>PONV nein</i>
Median (Mdn)	144	128
25. Perzentile	120	109
75. Perzentile	211	156
Minimum (Min)	80	38
Maximum (Max)	449	607

Anmerkungen. Zahlenangaben in Minuten

Abkürzungen. AWR = Aufwachraum, Max = Maximum, Mdn = Median, Min = Minimum, PONV = postoperative nausea and vomiting

4.4.2 Verwendete Antiemetika als PONV-Therapie

Die Verteilung der antiemetischen Therapie bei PONV-Eintreten wird in Tabelle 12 sowohl absolut als auch relativ dargestellt. Dabei wird deutlich, dass das bevorzugte Medikament der Wahl Ondansetron darstellt (82,7%). Andere Wirkstoffe wie Ponveridol oder die Kombination mehrerer Antiemetika (z.B. Ondansetron und Ponveridol) wurden seltener verabreicht (1,9% bis 5,8%). Bei insgesamt 5 von 52 Patient*innen (9,6%) war eine Zweifachtherapie und in einem Fall (1,9%) eine Kombination aus drei Antiemetika notwendig.

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der antiemetischen PONV-Therapie

<i>Medikament</i>	<i>Häufigkeit</i>	<i>Prozent</i>
Ondansetron	43	82,7%
Ponveridol	2	3,8%
Paspertin	1	1,9%
Dexamethason + Ondansetron	2	3,8%
Ondansetron + Ponveridol	3	5,8%
Dexamethason + Ondansetron + Ponveridol	1	1,9%
Gesamt	52	100%

*Anmerkungen. Prozentangaben = Spaltenprozent. Es wurden nur jene Patient*innen berücksichtigt, bei denen PONV dokumentiert wurde.*

Abkürzungen. PONV = postoperative nausea and vomiting

5 Diskussion

5.1 Interpretation der Ergebnisse

5.1.1 Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV)

Das Auftreten und die Vermeidung von PONV gewinnt in der modernen Medizin eine immer größere Bedeutung. Dabei spielen nicht nur wirtschaftlich motivierte Faktoren eine Rolle, sondern in erster Linie die Sicherheit sowie Zufriedenheit der Patient*innen. Um dies zu gewährleisten und idealerweise zu optimieren, sind weiterhin Untersuchungen zur Detektion der Risikofaktoren von PONV erforderlich, dessen Entstehung einer multifaktoriellen Genese zugrunde liegt. Im Sinne der Unterstützung des wissenschaftlichen Fortschritts wurde die vorliegende Diplomarbeit verfasst.

Im Rahmen der Datenanalyse wurde festgestellt, dass die PONV-Rate in der von uns untersuchten Population mit insgesamt 14,7% verglichen mit den in der Literatur beschriebenen 20-30% (1,2) überraschend gering ist, obwohl die meisten Patient*innen (60,5%) keinerlei PONV-Prophylaxe erhielten.

Diese niedrige Inzidenz wird höchstwahrscheinlich sowohl auf das höhere Durchschnittsalter der untersuchten Patient*innen ($Mdn_{\text{Alter}} = 74$ Jahre) als auch die untersuchten durchgeführten chirurgischen Eingriffe (endoprothetische Eingriffe der unteren Extremität) zurückzuführen sein.

Obwohl eine PONV-Rate von 14,7% erstrebenswert scheint, stellt sie gleichzeitig eine große Limitation für die Auswertung der vorliegenden Daten dar. 52 Patient*innen waren in der vorliegenden Studienpopulation nach unseren festgelegten Kriterien nachweislich von PONV betroffen, was eine vergleichsweise geringe Fallzahl ergibt.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass sogar validierte Risikofaktoren wie eine längere Narkosedauer und die postoperative Opioidgabe in dieser Analyse keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die PONV-Rate hatten. Auch der gesicherte protektive Faktor der medikamentösen PONV-Prophylaxe konnte aufgrund der geringen Fallzahl in dieser Auswertung nicht statistisch nachgewiesen werden. (2,36,44,67)

Die initiale Hypothese, dass eine Larynxmaske das PONV-Risiko senken könnte, wurde in dieser Diplomarbeit statistisch nicht bestätigt. In der Endotrachealtubus-Gruppe wurde eine PONV-Inzidenz von 16,3% und in der Gruppe mit Larynxmaske von 10,4% erfasst.

Dies stellt zwar einen absoluten, jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied dar ($p = 0.166$). Diese Ergebnisse stehen damit im Einklang mit den Studien von Allahyari et al. (2021), Kim et al. (2021), Griffiths et al. (2013) und Yu et al. (2010). Allerdings wurde bei der Datenerhebung nicht auf eine gleichmäßige Verteilung zwischen den Gruppen des Airwaydevices geachtet, sodass die Studienpopulation, die eine Larynxmaske erhielt, mit 96 Patient*innen verhältnismäßig klein ausfällt.

Hinsichtlich der medikamentösen PONV-Prophylaxe wird deutlich, dass der Großteil der Patient*innen keine Antiemetika prä- oder intraoperativ erhielt (60,5%). Bei denjenigen Patient*innen, denen eine PONV-Prophylaxe verabreicht wurde, war die Monotherapie mit Dexamethason oder Ponveridol am gebräuchlichsten (jeweils 30,7%). Eine Kombinationstherapie aus mindestens zwei verschiedenen Antiemetika wurde vergleichsweise seltener eingesetzt (siehe Tabelle 10). Aktuelle Guidelines, wie beispielsweise die von Gan et al. (50), empfehlen bereits bei Vorhandensein eines Risikofaktors die Gabe von zumindest zwei verschiedenen antiemetischen Wirkstoffklassen. Hierbei konnte eine größere Effektivität zur Vermeidung von PONV im Vergleich zur Monotherapie nachgewiesen werden (50).

Aus den vorliegenden Daten geht keine präoperative Risikoklassifizierung für PONV hervor. Daher bleibt unklar, ob in den Fällen der Nichtmedikation und Monotherapie tatsächlich keine oder nur wenige Risikofaktoren vorlagen, oder ob keine konsequente PONV-Prophylaxe entsprechend dieser Handlungsempfehlung durchgeführt wurde. Da allerdings die meisten Patient*innen weiblich waren (63,6%) und postoperativ Opioide erhielten (83,3%) scheint die Wahrscheinlichkeit für wenigstens zwei Risikofaktoren verhältnismäßig hoch.

Bei Auftreten von postoperativer Übelkeit oder Erbrechen wurde im Aufwachraum fast ausschließlich Ondansetron als sogenanntes „Rescue-Medikament“ verabreicht (82,7%). Dies entspricht auch den aktuellen Handlungsempfehlungen, wonach zur Therapie von Übelkeit und Erbrechen ein Antiemetikum aus einer anderen Substanzklasse eingesetzt werden soll als bei der zuvor durchgeführten Prophylaxe (50,68).

Die vorliegenden Datensätze erreichen nicht die benötigte Fallzahl, um eine Antwort auf die Wirksamkeit der einzelnen Antiemetika als PONV-Prophylaxe oder -Therapie liefern zu können, und sind eher als explorativ und Bestandserhebung der üblichen klinischen Praxis zu werten.

Obwohl die PONV-Inzidenz bei dieser Datenanalyse relativ gering ist, sind die Konsequenzen nicht weniger bedeutsam. Viele Patient*innen leiden stark unter dem Gefühl der postoperativen Übelkeit, wodurch Wohlbefinden und Zufriedenheit sowie potentiell der Regenerationsprozess erheblich eingeschränkt werden können (3). Ausgehend von den Ergebnissen dieser Diplomarbeit kann zusätzlich von einem wirtschaftlichen Nachteil bei Auftreten von PONV ausgegangen werden. Es zeigte sich, dass die Patient*innen mit PONV statistisch signifikant länger im Aufwachraum verblieben als die Vergleichsgruppe ($Mdn_{PONVja} = 144$ Minuten vs. $Mdn_{PONVnein} 128$ Minuten). Folglich ist anzunehmen, dass ein relevanter Mehraufwand von Personal sowie Verbrauch von Ressourcen und demnach auch erhöhte Kosten bei Auftreten von PONV entstehen (4).

5.1.2 Airwaydevice: Larynxmaske vs. Endotrachealtubus

Die klinische Bedeutung der Larynxmaske hat mit zunehmendem Fortschritt der Medizin kontinuierlich zugenommen, sodass bestimmte Arten von Larynxmasken heutzutage auch bei Operationen eingesetzt werden, bei denen früher eine definitive Indikation zur Intubation galt. So werden beispielsweise Larynxmasken der 2. Generation vereinzelt auch bei laparoskopischen Eingriffen eingesetzt, da einige Studien keinen Nachteil gegenüber der Intubation und kein erhöhtes Aspirationsrisiko nachweisen konnten (21,63,69,70). Zusätzlich bietet die Larynxmaske einige Vorteile für den Patient*innenkomfort. Im Vergleich zum Endotrachealtubus ist die Häufigkeit postoperativer Halsschmerzen, Husten und Heiserkeit signifikant geringer, das Einbringen birgt weniger Verletzungsrisiko und gewährleistet eine stabilere Hämodynamik (54,61,63,71,72). Nichtsdestotrotz hat die Sicherheit der Patient*innen oberste Priorität: Wenn bei einer individuelle Nutzen-Risiko-Abschätzung die Indikation für einen Endotrachealtubus gestellt wird, sollte dieser unabhängig der Vorteile anderer Airwaydevices verwendet werden.

In dieser Studienpopulation wurden wesentlich mehr Personen mit einem Endotrachealtubus als mit einer Larynxmaske versorgt (ET: 72,9% vs. LM: 27,1%). Für dieses Ergebnis können mehrere Gründe in Betracht kommen.

Durch die alleinige Berücksichtigung orthopädischer Operationen mit Gelenkersatz der unteren Extremität werden zwangsweise eher ältere Patient*innen über 65 Jahren in die Zielpopulation aufgenommen. Das mediane Alter dieser Studienpopulation lag entsprechend

bei 74 Jahren. Deshalb ist davon auszugehen – auch wenn im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht explizit untersucht – dass viele Patient*innen durch das höhere Alter an häufig vertretenen Vorerkrankungen leiden (z.B. COPD und andere pulmonale Erkrankungen, Herz- und/oder Niereninsuffizienz, Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie). Je nach Ausmaß der Operation und individuellem Risiko könnte daher die Sicherung des Atemwegs mittels Endotrachealtubus öfter indiziert gewesen sein.

Ergänzt wird dies durch potentielle operationsspezifische Ursachen. Dazu zählt beispielsweise die notwendige Lagerung auf speziellen Operationstischen und die zum Teil ruckartigen Bewegungen an den Patient*innen beim Einbringen und Reponieren einer Hüftgelenksprothese. Diese Umstände erschweren die Verwendung einer Larynxmaske aufgrund möglicher immer wiederkehrender Undichtigkeiten. Außerdem besteht je nach Operation und Patient*in das Risiko für einen erhöhten intraoperativen Blutverlust, insbesondere bei hüftgelenksnahen Eingriffen. Abhängig von der Art der Operation und der verwendeten Prothese kommt beim Einbau Knochenzement für eine bessere Fixierung zum Einsatz. Dadurch ergibt sich das Risiko für das Auftreten eines sogenannten Knochenzement-Implantations-Syndroms. Als Folge dessen kann es zu milden Blutdruckabfällen und Herzrhythmusstörungen bis hin zum irreversiblen Herzstillstand sowie Hypoxie kommen. Obwohl die Inzidenz dieses Syndroms vergleichsweise gering und überwiegend eher mild ausgeprägt ist, scheint die Verwendung eines Endotrachealtubus sinnvoll zu sein, um adäquat auf die beschriebene Symptomatik reagieren zu können. (73)

Zwar konnte durch das ausgewählte Airwaydevice kein direkter Einfluss auf das Auftreten von PONV nachgewiesen werden, allerdings zeigten sich Auffälligkeiten bezüglich der Narkosedauer und der postoperativen Opioidgabe.

Vollnarkosen, bei denen endotracheal intubiert wurde, waren im Vergleich zur Larynxmaske statistisch signifikant länger ($M_{ET} = 127$ Minuten vs. $M_{LM} = 117$ Minuten). Bei der Verwendung einer Larynxmaske kann der Bedarf an Narkosemitteln zur Toleranz des Atemwegsdevices geringer ausfallen, sodass die Narkoseeinleitung sowie -ausleitung zügiger ablaufen können. Zusätzlich gelingt die erfolgreiche Anlage einer Larynxmaske zumeist schneller als die endotracheale Intubation. (23,74,75)

Darüber hinaus zeigte sich ein statistisch signifikant höherer Bedarf einer postoperativen Opioidtherapie (87,2% vs. 72,9%) bei Patient*innen, die einen Endotrachealtubus erhielten, was bereits in früheren Studien beschrieben wird (54,63,72). Im Rahmen dieser Analyse ist

jedoch davon auszugehen, dass aufgrund klinischer Standards bei einem erheblichen Anteil der Patient*innen der Larynxmaske-Gruppe zusätzlich zur Vollnarkose regionalanästhesiologische Maßnahmen durchgeführt wurden (z.B. Nervenblockaden des Nervus femoralis oder Nervus ischiadicus). Dies beeinflusst höchstwahrscheinlich die Höhe der postoperativ verabreichten Opiodmenge.

Unter Beachtung der Tatsache, dass eine verlängerte Narkosedauer und die postoperative Opioidgabe validierte Risikofaktoren für das Auftreten von PONV darstellen, könnte die Larynxmaske potentiell einen indirekten Vorteil zur Reduktion der PONV-Inzidenz beitragen.

5.2 Empfehlung für den klinischen Alltag

Für eine optimale Strategie zur Reduktion der PONV-Inzidenz sollte eine systematische präoperative Risikoklassifizierung erfolgen, anhand derer das individuelle PONV-Risiko abgeschätzt werden kann. Zu diesem Zweck eignen sich insbesondere die oben beschriebenen Risikoscores nach Apfel oder Koivuranta. Dadurch können Risikopatient*innen frühzeitig identifiziert und entsprechende Prophylaxe-Maßnahmen getroffen werden. Diese Herangehensweise konnte nachweislich die PONV-Rate senken (67,76).

Während das Vorgehen bei Hochrisikopatient*innen recht eindeutig beschrieben wird, gibt es für Patient*innen mit niedrigerem Risikoprofil keine einheitlichen Handlungsempfehlungen. Für diese Personen muss evaluiert werden, ob ein potentiell unerkanntes Risiko besteht und eine PONV-Prophylaxe sinnvoll ist, oder ob eine unnötige Medikation vermieden werden kann (47,50). Auch wenn das Auftreten von Nebenwirkungen bei den gebräuchlichen Antiemetika eher selten und in milder Ausprägung vorkommt, so können dennoch in vereinzelt Fällen – beispielsweise für Ondansetron und Droperidol – schwerwiegendere Komplikationen wie eine Verlängerung der QTc-Zeit mit anschließender Herzrhythmusstörung auftreten (77,78). Aus einer wirtschaftlichen Betrachtung heraus scheint selbst eine großzügige Antiemetika-Prophylaxe kostengünstiger als der Verzicht auf diese und den daraus resultierenden Zusatzkosten für erhöhten Personalaufwand und Behandlungen der PONV-assoziierten Komplikationen (5,79).

Bei Vorhandensein von ein bis zwei Risikofaktoren empfiehlt eine aktuelle Guideline von Gan et al. (50) die Gabe von zwei Antiemetika aus verschiedenen Substanzgruppen.

Für Patient*innen mit einem sehr hohen Risiko (≥ 3 Risikofaktoren) wird je nach Literatur eine Kombinationstherapie von zumindest drei bis vier Antiemetika empfohlen (1,49,50). Über die medikamentöse Prophylaxe hinaus können bei allen Patient*innen zusätzlich protektive Maßnahmen durchgeführt werden wie beispielsweise die Bevorzugung einer Regionalanästhesie anstelle der Vollnarkose, Nutzung einer TIVA statt Inhalationsanästhetika, ausreichende intraoperative Flüssigkeitstherapie sowie ein multimodales Konzept der Schmerztherapie zur Reduktion des Opioidbedarfs (1,47,50,80). Ob die Wahl des Airwaydevices zukünftig ebenfalls Bestandteil einer Präventionsstrategie sein wird, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

5.3 Limitationen

Wie bereits angeführt ist vor allem die Dokumentation und Erfassung von PONV aus retrospektiven Routinedaten ein stark limitierender Faktor für eine statistische Analyse. Obwohl in dieser Diplomarbeit die postoperative Gabe eines Antiemetikums als das Auftreten von PONV definiert wurde, so gibt es keine Informationen über das Ausmaß der Übelkeit oder die Häufigkeit von Erbrechen. Daher ist nicht auszuschließen, dass leichte Übelkeit überhaupt nicht detektiert wurde, da eventuell keine medikamentöse Behandlung benötigt wurde oder die Patient*innen keine Rückmeldung gegeben haben. Außerdem wurde nur ein unvollständiger Zeitabschnitt des potentiellen Zeitraums für das Auftreten von PONV berücksichtigt. Je nach Literatur schwanken die Angaben zwischen 24 und 48 Stunden (6,34,36), von denen in dieser Untersuchung im Median nur etwa zwei Stunden betrachtet wurden. Infolgedessen kann eine relevante Untererfassung von PONV nicht ausgeschlossen werden und könnte eine Erklärung dafür sein, dass validierte Zusammenhänge im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht statistisch bestätigt werden konnten.

5.4 Perspektiven und Anregungen für weiterführende Arbeiten

Trotz hochfrequenter Untersuchungen zum Thema PONV zeigt die bisherige Datenlage nur geringe und widersprüchliche Ergebnisse bezüglich des Einflusses durch das verwendete Airwaydevice. Zusätzlich sind diese Ergebnisse überwiegend sekundäre Resultate und nicht expliziter Forschungsinhalt gewesen. Für zukünftigen Studien bietet sich daher ein prospektives und randomisiertes Vorgehen mit ausreichender Fallzahl an, sodass die Erfassung von PONV explizit erfragt (z.B. durch spezifische PONV-Interviews) und

dokumentiert werden kann. Außerdem sollte der Beobachtungszeitraum mindestens 24 Stunden umfassen und gegebenenfalls auf bis zu 48 Stunden verlängert werden, um PONV-Ereignisse auf weiterbetreuenden Normalstationen zu detektieren.

Dies könnte langfristig dazu beitragen, eine individuellere und evidenzbasierte Anästhesieplanung zu ermöglichen, bei der nicht nur medizinische Aspekte, sondern auch patient*innenrelevante Outcomes wie PONV Berücksichtigung finden.

5.5 Conclusio

Dank der fortschrittlichen Medizin sind lebensbedrohliche Komplikationen bei der Durchführung einer Allgemeinanästhesie glücklicherweise immer seltener geworden. Auf diese Weise wurde es möglich, auch weniger akut gefährdende Aspekte und die Patient*innenzufriedenheit in den Vordergrund unserer täglichen Bemühungen in Forschung und klinischer Arbeit zu rücken.

Obwohl im Rahmen dieser Diplomarbeit die PONV-Inzidenz relativ gering ausfiel, so beträgt sie im Allgemeinen entsprechend aktueller Literatur nach wie vor durchschnittlich etwa 30% bei allen Vollnarkosen (1,2). Damit zählt PONV noch immer zu einer der häufigsten postoperativen Komplikationen, welche außerdem von Patient*innen als stark störend empfunden wird (3,81). Deshalb sind weitere Untersuchungen bezüglich möglicher prädisponierender und protektiver Faktoren unerlässlich, um die Sicherheit und nicht zuletzt auch das Wohl der Patient*innen kontinuierlich zu optimieren.

Diese Diplomarbeit sollte einen Teil dazu beitragen und herausfinden, ob das verwendete Airwaydevice einen Einfluss auf die Entstehung von PONV ausübt. Dafür wurden retrospektiv insgesamt 354 Datensätze aus bestehenden Anästhesieprotokollen von orthopädischen Operationen mit Gelenkersatz der unteren Extremität im Zeitraum von März 2018 bis Oktober 2019 untersucht.

Von diesen 354 Personen litten lediglich 52 Patient*innen (14,7%) an PONV. Da ausschließlich auf Narkoseprotokolle zurückgegriffen wurde und PONV neben eindeutiger Freitext-Kennzeichnung als die postoperative Gabe von Antiemetika definiert wurde, könnte im Rahmen dieser Untersuchung eine Untererfassung der PONV-Ereignisse stattgefunden haben.

Wie bereits angeführt erschwerte die kleine Studienpopulation von 52 Patient*innen mit PONV die statistische Beantwortung verschiedener Forschungsfragen bezüglich der Entstehung von PONV, wodurch viele Ergebnisse nicht statistisch signifikant ausfielen und somit teilweise im Widerspruch zu validierter Literatur stehen. Bezüglich der Auswirkung auf die PONV-Inzidenz durch das verwendete Airwaydevice konnte innerhalb dieser Datenanalyse kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Es zeigte sich allerdings eine statistisch signifikant längere Narkosedauer und vermehrte postoperative Opioidgabe bei Verwendung eines Endotrachealtubus, sodass dies eventuell klinisch einen indirekten Einfluss auf die Entwicklung von PONV nehmen könnte.

Damit eine allgemeingültige Aussage hierzu getroffen werden kann, sollten jedoch noch weitere Untersuchungen entsprechend den oben genannten Kriterien stattfinden.

Für die tägliche Praxis ist die konsequente Durchführung einer Risikoeinschätzung für das Auftreten von PONV bei allen Patient*innen auch zukünftig essentiell, um das bestmögliche individualisierte Prophylaxe-Konzept für die*den einzelnen Patient*in auswählen zu können.

Literaturverzeichnis

1. Rüscher, D., Eberhart, L. H., Wallenborn, J., & Kranke, P. (2010). Nausea and vomiting after surgery under general anesthesia: an evidence-based review concerning risk assessment, prevention, and treatment. *Deutsches Arzteblatt international*, 107(42), 733–741. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0733>.
2. Apfel CC, Heidrich FM, Jukar-Rao S, Jalota L, Hornuss C, Whelan RP, et al. Evidence-based analysis of risk factors for postoperative nausea and vomiting. In: *British Journal of Anaesthesia*. Oxford University Press; 2012. p. 742–53.
3. Simanski Ch, Waldvogel HH, Neugebauer E. Postoperative Nausea und Emesis (PONV) Klinische Bedeutung, Grundlagen, Prophylaxe und Therapie.
4. Pueyo FJ, López-Olaondo L, Sanchez-Ledesma MJ, Ortega A, Carrascosa F. Cost-effectiveness of three combinations of antiemetics in the prevention of postoperative nausea and vomiting. *Br J Anaesth*. 2003 Oct 1;91(4):589–92.
5. Dzwonczyk R, Weaver TE, Puente EG, Bergese SD. Postoperative nausea and vomiting prophylaxis from an economic point of view. *Am J Ther*. 2012;19(1):11-15. doi:10.1097/MJT.0b013e3181e7a512.
6. Pierre S, Whelan R. Nausea and vomiting after surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain*. 2013;13(1):28–32.
7. Soltani E, Jangjoo A, Afzal Aghaei M, Dalili A. Effects of preoperative administration of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. *J Tradit Complement Med*. 2018 Jul 1;8(3):387–90.
8. Sizemore DC, Singh A, Dua A, Singh K, Grose BW. StartPearls. 2022. Postoperative Nausea.
9. Shaikh S, Nagarekha D, Hegade G, Marutheesh M. Postoperative nausea and vomiting: A simple yet complex problem. *Anesth Essays Res*. 2016;10(3):388.
10. Kovac AL. Prevention and Treatment of Postoperative Nausea and Vomiting.
11. Larsen R, Fink T, Müller-Wolff T. *Larsens Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege*. Larsens Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege. Springer Berlin Heidelberg; 2021.
12. Rossaint R, Werner Bernhard Zwißler Hrsg C. *Springer Reference Medizin Die Anästhesiologie 4. Auflage* [Internet]. Available from: www.springerreference.de.
13. Schulte am Esch J, Standl T, Bischoff P, Rümelin A, Gottschalk A, Wagner KK. Thieme: *Duale Reihe Anästhesie*. 2011.
14. Töpfer L. Monitoring. In: Töpfer L, editor. *BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie* [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 48–52. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B978343742308600019X>
15. Töpfer L. Volatile Anästhetika und Lachgas. In: Töpfer L, editor. *BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie* [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 22–3. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437423086000085>
16. Warner DS, Mashour GA, Orser BA, Avidan MS, Ch B. Canada Research Chair in Anesthesia; Staff Anesthesiologist, Sunnybrook Health Science Centre [Internet]. Vol. 114, *Anesthesiology*. 2011. Available from: www.anesthesiology.org.
17. Aranake A, Mashour GA, Avidan MS. Minimum alveolar concentration: ongoing relevance and clinical utility. *Anaesthesia*. 2013;68(5):512-522. doi:10.1111/anae.12168.
18. Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MTV. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: The B-Aware randomised controlled trial. *Lancet*. 2004 May 29;363(9423):1757–63.

19. Punjasawadwong Y, Phongchiewboon A, Bunchungmongkol N. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. Vol. 2017, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2014.
20. Töpfer L. Ablauf einer Vollnarkose. In: Töpfer L, editor. BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 60–1. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B978343742308600022X>
21. Piepho T, Kriege M, Byhahn C, Cavus E, Dörger V, Ilper H, et al. S1 Leitlinie Atemwegsmanagement 2023.
22. Töpfer L. Atemwegssicherung. In: Töpfer L, editor. BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 46–7. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437423086000188>
23. Brimacombe J. The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: a meta-analysis.
24. Lee SK, Hong KH, Choe H, Song HS. Comparison of the effects of the laryngeal mask airway and endotracheal intubation on vocal function. *Br J Anaesth.* 1993;71(5):648–50.
25. Tanaka A, Isono S, Ishikawa T, Nishino T. Laryngeal Reflex before and after Placement of Airway Interventions: Endotracheal Tube and Laryngeal Mask Airway™ [Internet]. Vol. 102, *Anesthesiology.* 2005. Available from: www.anesthesiology.org.
26. Lykoudis EG, Seretis K. Tapia's syndrome: An unexpected but real complication of rhinoplasty: Case report and literature review. Vol. 36, *Aesthetic Plastic Surgery.* 2012. p. 557–9.
27. Brandes R, Lang F, Schmidt Hrsg RF. *Physiologie des Menschen.*
28. Töpfer L. Atmung und Beatmung. In: Töpfer L, editor. BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 4–5. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437423086000024>
29. Andrews PLR. Physiology of nausea and vomiting. Vol. 69, *British Journal of Anaesthesia.* 1992.
30. Watcha MF, White PF. Postoperative Nausea and Vomiting Its Etiology, Treatment, and Prevention.
31. Clarke RSJ. Nausea and vomiting. *Br J Anaesth.* 1984;56(1):19–28.
32. Shaikh S, Nagarekha D, Hegade G, Marutheesh M. Postoperative nausea and vomiting: A simple yet complex problem. *Anesth Essays Res.* 2016;10(3):388.
33. Cavaye J, Dai B, Gurunathan K, Weir RM, Yerkovich S, Gurunathan U. NK1 receptor antagonists versus other antiemetics in the prevention of postoperative nausea and vomiting following laparoscopic surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. Vol. 38, *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology.* Wolters Kluwer Medknow Publications; 2022. p. 35–47.
34. Apfel CC, Philip BK, Cakmakkaya OS, Shilling A, Shi YY, Leslie JB, et al. Who Is at Risk for Postdischarge Nausea and Vomiting after Ambulatory Surgery? [Internet]. 2012. Available from: www.anesthesiology.org.
35. Gan TJ, Diemunsch P, Habib AS, Kovac A, Kranke P, Meyer TA, et al. Consensus guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting. Vol. 118, *Anesthesia and Analgesia.* 2014. p. 85–113.
36. Apfel CC, Lä E, Koivuranta M, Greim CA, Roewer N. A Simplified Risk Score for Predicting Postoperative Nausea and Vomiting Conclusions from Cross-validations between Two Centers. Vol. 91, *Anesthesiology.* 1999.
37. Stephenson C, Mohabbat A, Raslau D, Gilman E, Wight E, Kashiwagi D. Management of Common Postoperative Complications. Vol. 95, *Mayo Clinic Proceedings.* Elsevier Ltd; 2020. p. 2540–54.

38. Horn CC, Wallisch WJ, Homanics GE, Williams JP. Pathophysiological and neurochemical mechanisms of postoperative nausea and vomiting. Vol. 722, *European Journal of Pharmacology*. 2014. p. 55–66.
39. Becker DE. Nausea, Vomiting, and Hiccups: A Review of Mechanisms and Treatment.
40. Töpfer L. Präoperative Visite. In: Töpfer L, editor. *BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie* [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 58–9. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437423086000218>
41. Kienbaum P, Schaefer MS, Weibel S, Schlesinger T, Meybohm P, Eberhart LH, et al. Update on PONV—What is new in prophylaxis and treatment of postoperative nausea and vomiting?: Summary of recent consensus recommendations and Cochrane reviews on prophylaxis and treatment of postoperative nausea and vomiting. Vol. 71, *Anaesthesist*. Springer Medizin; 2022. p. 123–8.
42. White PF, Elvir-Lazo OL, Yumul R, Cruz Eng H. Management strategies for the treatment and prevention of postoperative/postdischarge nausea and vomiting: An updated review. Vol. 9, *F1000Research*. F1000 Research Ltd; 2020.
43. Choy R, Pereira K, Silva SG, Thomas N, Tola DH. Use of Apfel Simplified Risk Score to Guide Postoperative Nausea and Vomiting Prophylaxis in Adult Patients Undergoing Same-day Surgery. *Journal of Perianesthesia Nursing*. 2022 Aug 1;37(4):445–51.
44. Koivuranta M LESLASA survey of postoperative nausea and vomiting. *Anaesthesia* 1997 M 9. doi: 10. 1111/j. 1365 2044. 1997. 117 az0113. x. P 9165963. 9165963 2.
45. Bennett AMD, Emery PJ. A significant reduction in paediatric post-tonsillectomy vomiting through audit. *Ann R Coll Surg Engl*. 2008 Apr;90(3):226–30.
46. Culy CR, Bhana N, Plosker GL, Scuderi PE. Ondansetron A Review of its Use as an Antiemetic in Children.
47. White PF, Elvir-Lazo OL, Yumul R, Cruz Eng H. Management strategies for the treatment and prevention of postoperative/postdischarge nausea and vomiting: An updated review. Vol. 9, *F1000Research*. F1000 Research Ltd; 2020.
48. Töpfer L. Sonstige Komplikationen und Zwischenfälle. In: Töpfer L, editor. *BASICS Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie* [Internet]. 6. Auflage. 2022. p. 97–9. Available from: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437423086000371>
49. Schlesinger T, Becke-Jakob K, Eich CB, Gottschaldt U, Kretz FJ, Krösche J, et al. Postoperative nausea and vomiting – recommendations for its prevention and therapy in paediatric medicine. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*. 2023 Jan 1;64(1):30–40.
50. Gan TJ, Belani KG, Bergese S, Chung F, Diemunsch P, Habib AS, et al. Fourth Consensus Guidelines for the Management of Postoperative Nausea and Vomiting. *Anesth Analg* [Internet]. 2020;131(2). Available from: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2020/08000/fourth_consensus_guidelines_for_the_management_of.16.aspx
51. Gómez-Arnau JI, Aguilar JL, Bovaira P, Bustos F, De Andrés J, de la Pinta JC, et al. Recomendaciones de prevención y tratamiento de las náuseas y vómitos postoperatorios y/o asociados a las infusiones de opioides. *Rev Esp Anestesiología y Reanimación* [Internet]. 2010;57(8):508–24. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034935610707118>
52. Altay N, Yalçın S, Aydoğan A, Küçük A, Yüce HH. Effects of end tidal CO₂ and venous CO₂ levels on postoperative nausea and vomiting in paediatric patients.
53. Aydogmus MT, Turk HSY, Oba S, Unsal O, Smikoglu SN. Can supreme™ laryngeal mask airway be an alternative to endotracheal intubation in laparoscopic surgery? *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*. 2014 Jan;64(1):66–70.

54. Hohlrieder M, Brimacombe J, von Goedecke A, Keller C. Postoperative nausea, vomiting, airway morbidity, and analgesic requirements are lower for the ProSeal laryngeal mask airway than the tracheal tube in females undergoing breast and gynaecological surgery. *Br J Anaesth*. 2007;99(4):576–80.
55. Holst JM, Klitholm MP, Henriksen J, Vallentin MF, Jessen MK, Bolther M, et al. Intraoperative respiratory and hemodynamic strategies for reducing nausea, vomiting, and pain after surgery: Systematic review and meta-analysis. Vol. 66, *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 1051–60.
56. Kang SH, Park MH. Comparison of early postoperative recovery between laryngeal mask airway and endotracheal tube in laparoscopic cholecystectomy: A randomized trial. *Medicine*. 2019 Jun 1;98(25):e16022.
57. Porhomayon J, Wendel PK, Defranks-Anain L, Leissner KB, Nader ND. DO THE CHOICES OF AIRWAY AFFECT THE POST-ANESTHETIC OCCURRENCE OF NAUSEA AFTER KNEE ARTHROPLASTY? A COMPARISON BETWEEN ENDOTRACHEAL TUBES AND LARYNGEAL MASK AIRWAYS. Vol. 22, *J. ANESTH*.
58. Allahyari E, Azimi A, Zarei H, Bamdad S. Comparison of endotracheal intubation, laryngeal mask airway, and I-gel in children undergoing strabismus surgery. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2021 Jan 1;26(1).
59. Kim D, Park S, Kim JM, Choi GS, Kim GS. Second generation laryngeal mask airway during laparoscopic living liver donor hepatectomy: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2021 Dec 1;11(1).
60. Griffiths J, Griffiths JD, Nguyen M, Lau H, Grant S, Williams DL. A prospective randomised comparison of the LMA ProSeal™ versus endotracheal tube on the severity of postoperative pain following gynaecological laparoscopy. Vol. 41, *Anaesthesia and Intensive Care*. 2013.
61. Yu SH, Beirne OR. Laryngeal mask airways have a lower risk of airway complications compared with endotracheal intubation: A systematic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2010;68(10):2359–76.
62. de Carvalho CC, Kapsokalyvas I, El-Boghdadly K. Second-Generation Supraglottic Airway Devices Versus Endotracheal Intubation in Adults Undergoing Abdominopelvic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anesth Analg* [Internet]. 2025;140(2). Available from: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2025/02000/second_generation_supraglottic_airway_devices.7.aspx
63. Hohlrieder, M., Brimacombe, J., Eschertzhuber, S., Ulmer, H., & Keller, C. (2007). A study of airway management using the ProSeal LMA laryngeal mask airway compared with the tracheal tube on postoperative analgesia requirements following gynaecological laparoscopic surgery. *Anaesthesia*, 62(9), 913–918. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2007.05142.x>.
64. Kulig K, Rumack BH, Rosen P. GAG REFLEX IN ASSESSING LEVEL OF CONSCIOUSNESS. Vol. 319, *The Lancet*. 1982. p. 565.
65. Oiseth S, Jones L, Maza E. Systematische Fehler (Bias) in der Statistik.
66. Melton MS, Klein SM, Gan TJ. Management of postdischarge nausea and vomiting after ambulatory surgery. *Current Opinion in Anesthesiology* [Internet]. 2011;24(6). Available from: https://journals.lww.com/co-anesthesiology/fulltext/2011/12000/management_of_postdischarge_nausea_and_vomiting.7.aspx
67. Pierre S, Benais H, Pouymayou J. Apfel's simplified score may favourably predict the risk of postoperative nausea and vomiting. 2002;

68. Choi YS, Sohn HM, Do SH, Min KT, Woo JH, Baik HJ. Comparison of ramosetron and ondansetron for the treatment of established postoperative nausea and vomiting after laparoscopic surgery: A prospective, randomized, double-blinded multicenter trial. *Ther Clin Risk Manag.* 2018 Mar 26;14:601–6.
69. Maltby JR, Bchir MB, Frcpc F, Beriault MT, Watson NC, Frcpc MB, et al. The LMA-ProSeal™ is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy [Le LMA-ProSeal™ remplace efficacement l'intubation endotrachéale pendant la cholécystectomie laparoscopique]. *RESPIRATION AND AIRWAY.*
70. Ho, B. Y., Skinner, H. J., & Mahajan, R. P. (1998). Gastro-oesophageal reflux during day case gynaecological laparoscopy under positive pressure ventilation: laryngeal mask vs. tracheal intubation. *Anaesthesia*, 53(9), 921–924. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.1998.00461.x>.
71. Jaensson, M., Gupta, A., & Nilsson, U. (2014). Gender differences in sore throat and hoarseness following endotracheal tube or laryngeal mask airway: a prospective study. *BMC anesthesiology*, 14, 56. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-56>.
72. Cork RC, Depa RM, Standen JR. Prospective Comparison of Use of the Laryngeal Mask and Endotracheal Tube for Ambulatory Surgery. *Anesth Analg* [Internet]. 1994;79(4). Available from: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/1994/10000/prospective_comparison_of_use_of_the_laryngeal.18.aspx
73. Olsen F, Kotyra M, Houltz E, Ricksten SE. Bone cement implantation syndrome in cemented hemiarthroplasty for femoral neck fracture: Incidence, risk factors, and effect on outcome. *Br J Anaesth.* 2014 Nov 1;113(5):800–6.
74. Miller DM, Sa F, Camporota L, Mrcp MD. CANADIAN JOURNAL OF ANESTHESIA Advantages of ProSeal™ and SLIPA™ airways over tracheal tubes for gynecological laparoscopies [Les avantages des canules ProSeal™ et SLIPA™ sur les tubes endotrachéaux pour les laparoscopies gynécologiques] [Internet]. Available from: www.slipa.com
75. Lim, Y., Goel, S., & Brimacombe, J. R. (2007). The ProSeal laryngeal mask airway is an effective alternative to laryngoscope-guided tracheal intubation for gynaecological laparoscopy. *Anaesthesia and intensive care*, 35(1), 52–56. <https://doi.org/10.1177/0310057X0703500106>.
76. Pierre S, Corno G, Benais H, Apfel CC. A risk score-dependent antiemetic approach effectively reduces postoperative nausea and vomiting--a continuous quality improvement initiative. *Can J Anaesth.* 2004;51(4):320-325. doi:10.1007/BF03018235.
77. Charbit B, Albaladejo P, Funck-Brentano C, Legrand M, Samain E, Marty J. Prolongation of QTc Interval after Postoperative Nausea and Vomiting Treatment by Droperidol or Ondansetron. *Anesthesiology* [Internet]. 2005;102(6). Available from: https://journals.lww.com/anesthesiology/fulltext/2005/06000/prolongation_of_qtc_interval_after_postoperative.5.aspx
78. Krammes SK, Jacobs T, Clark JM, Lutes RE. Effect of Intravenous Ondansetron on the QT Interval of Patients' Electrocardiograms. *Pediatr Emerg Care* [Internet]. 2018;34(1). Available from: https://journals.lww.com/pec-online/fulltext/2018/01000/effect_of_intravenous_ondansetron_on_the_qt.9.aspx
79. Lee YH, Seo JH, Min KT, et al. Population pharmacokinetics and prophylactic anti-emetic efficacy of ramosetron in surgical patients. *Br J Clin Pharmacol.* 2016;82(3):762-772. doi:10.1111/bcp.13010.
80. Apfel CC, Kranke P, Katz MH, Goepfert C, Papenfuss T, Rauch S, et al. Volatile anaesthetics may be the main cause of early but not delayed postoperative vomiting: A randomized controlled trial of factorial design. *Br J Anaesth.* 2002;88(5):659–68.

81. Kapur PA. Editorial: The Big “Little Problem.” *Anesth Analg* [Internet]. 1991;73(3). Available from: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/1991/09000/editorial__the_big__little_problem_.1.aspx

Anhang



Ethikkommission
der Medizinischen
Universität Graz

Neue Stiftingtalstraße 6 West, Eingang Q
A-8010 Graz
ethikkommission@medunigraz.at
<https://ecs2.medunigraz.at>

Votum:

EK Nr: 1038/2024

Projekttitle: Retrospektive Untersuchung bezüglich des Zusammenhangs zwischen dem Auftreten von postoperativem Übelkeit und Erbrechen (PONV) und dem intraoperativ verwendeten Atemwegsdevice

Antragsteller/in: Frau Lioba Heuschneider

Institution: Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin -Abteilung 1

Sponsor: UK für Anästhesiologie und Intensivmedizin -Abteilung 1

Art des Projektes:

- **Retrospektive Datenauswertung**

Teilnehmende Prüfzentren:

Ethik-Kommission	Prüfzentrum	Prüfärztin/arzt
Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz	KA für Anästhesiologie und Intensivmedizin Abteilung 1	Herr Priv-Doz DDr Paul Zajic DESA

Die Stellungnahme der Ethik-Kommission erfolgt aufgrund folgender eingereichter Unterlagen:

Cover Letter

Name	Version	Datum
Coverletter130524U	--	13.05.2024

Lebenslauf (CV)

Name	Version	Datum
CV_Heuschneider	--	13.05.2024
zajic_lebenslauf	--	13.05.2024



Seite 1/2

Sonstige

Name	Version	Datum
AntragPONV_13.05.24U	--	13.05.2024
Bearbeitungsgebühr 130524U	--	13.05.2024

Studienprotokoll (Prüfplan)

Name	Version	Datum
Protokoll PONV 13.05.24	1	13.05.2024

Unterschriftenseite

Name	Version	Datum
ethikantrag ponv	.	05.06.2024

Die Kommission fasst folgenden Beschluss (mit X markiert):

<input checked="" type="checkbox"/>	Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie.
-------------------------------------	--

Ergänzende Kommentare der Sitzung am 10.06.2024:

Unterschriften am ECS Antragsformular nachreichen (Zur Information: Die Unterschriften werden nur am Original-Antrag - generiert im EC-System - akzeptiert. Der unterschriebene Antrag bzw. die Unterschriftenseiten sind im EC-System hochzuladen).

Die aktuelle Mitgliederliste der Ethik-Kommission ist unter folgender Adresse abrufbar:

<https://ecs2.medunigraz.at>

Mitglieder der Ethik-Kommission, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher laut Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung/Abstimmung nicht teilgenommen haben: **keine**

Dieses Dokument ist für berechnigte Benutzer/innen in digitaler Form unter folgender Adresse abrufbar:

<https://ecs2.medunigraz.at/vote/188/download/>





Unterzeichner	Hans Peter Dimai
Datum/Zeit-UTC	2024-08-21T07:10:38Z
Prüfinformation	Informationen zur Prüfung der elektronischen Signatur finden Sie unter: https://www.signaturpruefung.gv.at