

Diplomarbeit

**Die Larynxmaske im Vergleich zum endotrachealen
Tubus bei Sectio Cesarea unter
Allgemeinanästhesie**

eingereicht von

Jana Smigaj

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

Univ.-Ass. Priv.-Doz. Dr. med. univ. et scient. med.

Helmar Bornemann-Cimenti MSc

Graz, am 30. Dezember 2017

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, am 30. Dezember 2017

Jana Smigaj eh

Danksagung

Mit diesen Worten möchte ich mich bei meinem Hauptbetreuer Herrn Dr. Helmar Bornemann-Cimenti für die Erstbetreuung und Unterstützung bei der Verfassung meiner Diplomarbeit auf der Anästhesie bedanken. Dabei stand er mir von der Themenfindung bis hin zur endgültigen Version mit Rat und Tat zur Seite und hat mir den für mich anfangs bestehenden Unmut vor der Diplomarbeit durch seine Herangehensweise und Ratschläge nehmen und mir Freude an der wissenschaftlichen Arbeit vermitteln können.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, die mir das Studium erst ermöglicht und an mich geglaubt hat, dass ich mein Ziel erreichen werde. Vielen Dank dafür, dass ihr mich in Momenten der Zweifel bestärkt und mein Ziel niemals aus den Augen verlieren habt lassen.

Aus größtem Herzen möchte ich meinem Freund danken, der mir sowohl in guten als auch in schlechten Zeiten zur Seite steht und mein Leben zu etwas ganz Besonderem macht.

Ein letzter Dank geht an meine Freunde, die mein Studium zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben.

Zusammenfassung

Einführung

Lange Zeit als das Goldstandardverfahren bei Sectio Cesarea bekannt, wurde die Allgemeinanästhesie mittels Rapid-Sequence-Induction immer mehr durch regionale Anästhesieverfahren abgelöst. Dennoch stellt die Allgemeinanästhesie bei gleichzeitig abnehmender Erfahrung mit dem Atemwegsmanagement der schwangeren Patientin immer noch ein unabdingliches Verfahren dar. Supraglottische Atemwegshilfen wie die Larynxmaske werden in den Guidelines zur geburtshilflichen Anästhesie zwar als Atemwegsinstrument bei gescheiterter endotrachealer Intubation genannt, sind aber bisher keine direkte Alternative dazu.

Material und Methoden

In der Diplomarbeit wird die Larynxmaske mit dem endotrachealen Tubus bei Sectio Cesarea unter Allgemeinanästhesie hinsichtlich des Outcomes verglichen. Die seit dem Jahr 2000 zu dem Thema relevanten Studien mit Originaldaten wurden mithilfe der Datenbanken PubMed und Google Scholar gefunden. Die Gesamtpopulation der Larynxmaske beträgt 4853, die des endotrachealen Tubus 4777 Patientinnen. Als Vergleichspunkte dienen verschiedene Parameter wie die effektive Ventilation, Regurgitation und Aspiration.

Ergebnisse

Für die Larynxmaske wurde bei insgesamt 4846 Patientinnen (99,9 %), für den endotrachealen Tubus bei 4769 Patientinnen (99,8 %) eine effektive Ventilation erreicht. Es gab keine Evidenz für das Auftreten einer Aspiration unter Verwendung der Larynxmaske, zur Regurgitation kam es in einem Fall (0,02 %) bei direkter Entwicklung des Kindes. Bei einer Patientin (0,02 %) mit dem endotrachealen Tubus kam es zur Aspiration, bei 8 Patientinnen (0,7 %) zur Regurgitation.

Diskussion

Zusammenfassend präsentiert sich die Larynxmaske als effizientes Atemwegsinstrument bei Sectio Cesarea ohne Evidenz für eine Aspiration. Zur Überprüfung, ob die Larynxmaske eine direkte Alternative zum endotrachealen Tubus bei Sectio Cesarea darstellt, sind weitere große prospektive Studien notwendig.

Abstract

Introduction

In current practice, there has been a significant shift from general anaesthesia with rapid sequence induction towards regional anaesthesia as the standard procedure for Cesarean Section. This has resulted in a reduction in the incidence of obstetric airway. Nevertheless, general anaesthesia is still of fundamental importance in the airway management patients. Obstetric guidelines recommend the use of supraglottic airway devices such as the laryngeal mask airway in cases of failed intubation, but are still not a direct alternative for the endotracheal tube.

Methods

The thesis aims to compare the outcome for laryngeal mask airway with endotracheal tube for Cesarean Section in general anaesthesia. The relevant published studies since the year 2000 with original data were found by the database PubMed and Google Scholar. There were a total of 4853 patients included in the laryngeal mask airway group and 4777 in the endotracheal tube group. Different parameters such as effective ventilation, regurgitation and aspiration are used for the comparison.

Results

An effective airway with laryngeal mask airway use was obtained in 4846 patients (99,9 %), for the endotracheal tube in 4769 patients (99,8 %). There were no reported episodes of aspiration in the laryngeal mask airway cohort, although regurgitation occurred in one case (0,02 %) at the delivery of the neonate while applying fundal pressure. There was one episode (0,02 %) of aspiration in the endotracheal tube group, while regurgitation occurred in eight patients (0,7 %).

Discussion

In conclusion, the laryngeal mask airway is an efficient tool in the airway management of obstetric patients undergoing Cesarean Section in general anaesthesia. For further evaluation of the safety of the laryngeal mask airway as a direct alternative to the endotracheal tube, additional large prospective studies should be conducted.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	II
Danksagung.....	III
Zusammenfassung	IV
Abstract.....	V
Inhaltsverzeichnis	VI
Glossar und Abkürzungen	IX
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XII
1 Einleitung	1
1.1 Physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft	1
1.1.1 Respirationstrakt.....	1
1.1.2 Gastrointestinaltrakt	1
1.1.3 Kardiovaskuläres System	2
1.2 Sectio Cesarea.....	3
1.3 Anästhesiologische Verfahren bei Sectio	4
1.3.1 Epidemiologie	4
1.3.2 Allgemeinanästhesie.....	5
1.3.2.1 Nachteile	7
1.3.2.2 Vorteile	7
1.3.3 Regionalanästhesie	7
1.3.3.1 Spinalanästhesie.....	7
1.3.3.2 Epiduralanästhesie.....	8
1.3.3.3 Nachteile	8
1.3.3.4 Vorteile	8

1.4	Eigenschaften der Larynxmaske	9
1.4.1	Aufbau	9
1.4.2	Modifikationen der Larynxmaske	10
1.4.3	Indikationen.....	11
1.4.4	Kontraindikationen	12
1.4.5	Stellung im Vergleich zur Maskenbeatmung.....	13
1.4.6	Stellung im Vergleich zum Endotrachealtubus.....	13
1.4.7	Stellung bei schwierigem Atemweg	15
1.4.8	Positionierung	17
1.4.8.1	Sellick-Handgriff	21
1.4.8.2	Lagekontrolle.....	22
1.4.8.3	Fehllagen der Larynxmaske	23
1.4.9	Perioperative Parameter	25
1.4.9.1	Beatmungsdruck	25
1.4.9.2	Oropharyngeal leak pressure	25
1.4.9.3	Cuffvolumen	25
1.4.10	Grenzbereiche	26
1.4.10.1	Dauer der Anwendung der Larynxmaske	26
1.4.10.2	Laparoskopische Operationen	27
1.4.10.3	Larynxmaske bei adipösen PatientInnen	28
1.4.10.4	Operationen mit Larynxmaske in Bauchlage	28
1.4.10.5	Larynxmaske bei Patientinnen in der Schwangerschaft	29
1.5	Fragestellung der Arbeit	30
2	Material und Methoden	31
3	Ergebnisse	33
3.1	Studienpopulation.....	33
3.2	Indikationen.....	34

3.3	Prophylaxe	34
3.4	Larynxmaske	35
3.5	Effektiver Atemweg	35
3.6	Aspiration und Regurgitation	37
3.7	Postoperative Beschwerden.....	39
3.8	Laryngospasmus und Bronchospasmus	40
4	Diskussion.....	41
5	Conclusio	45
	Literaturverzeichnis.....	46
	Anhang	58

Glossar und Abkürzungen

A

AF.....Atemfrequenz
AMV..... Atemminutenvolumen
ASASiehe American Society of Anaesthesiologists
Asphyxie altgriechisch für Aufhören des Pulsschlages; allgemein für Atemdepression
Azidose.....lateinisch acidum "Säure", Abfall des pH-Wertes unter 7,35
AZV..... Atemzugvolumen

B

BMI Body Mass Index, Indexwert aus Körpergröße und Körpergewicht zur Erfassung von Unter-
oder Übergewicht
Bondingenglisch erster Kontakt zwischen Mutter und Kind nach der Geburt
Bubble englisch für Bläschen
bzwbeziehungsweise

C

cm..... Zentimeter, Größeneinheit
cmH₂O Zentimeter Wassersäule, Einheit für Druck
CO₂..... Chemische Summenformel für Kohlenstoffdioxid
COPD englisch chronic obstructive pulmonary disease, chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CTG.....englisch Cardiotocography, Kardiotokographie zur Überwachung der mütterlichen
Wehentätigkeit und der fetalen Herzfrequenz

D

DM..... Diabetes Mellitus

E

elektiver lateinisch eligere, ausgewählt
ETI Endotracheale Intubation
ETT Endotrachealer Tubus

F

FRC englisch functional residual capacity; Funktionelle Residualkapazität

G

GERD englisch gastroesophageal reflux disease, gastroösophageale Refluxkrankheit
ggf.....gegebenenfalls
graviden..... lateinisch graviditas Schwangerschaft

H

HELLP-SyndromSymptomenkomplex aus Hämolyse, Erhöhung der Leberenzyme und
Thrombozytopenie
HF.....Herzfrequenz
HSV Herpes-Simplex-Virus
Hypoxämie..... Sauerstoffmangel im arteriellen Blut

I

i. d. R.in der Regel
i.v lateinisch intra venös, Medikamentenapplikation über die Vene
ILMA Intubationslarynxmaske

K

kg/m²..... Einheitsangabe aus Körpergewicht und Körpergröße, Verwendung bei BMI

L

LMA Larynxmaske

M

MBMaskenbeatmung
mg..... Milligramm, Gewichtseinheit
ml Milliliter, Volumeneinheit
MMV Maximum Minute Ventilation
Mortalität.....Sterblichkeitsrate

O

O₂.....Chemische Summenformel für Sauerstoff
OLPenglisch Oropharyngeal Leak Pressure
OSAS..... Obstruktives Schlafapnoesyndrom

P

p.o..... lateinisch per os, per oral; Medikamentenapplikation über den Mund
pAVKperiphere arterielle Verschlusskrankheit
PLMA.....LMA Proseal, LMA der zweiten Generation
PPI.....Protonen-Pumpen-Inhibitor
PPV englisch positive pressure ventilation, positive Druckbeatmung

R

Rapid-Sequence-Induction..... englisch für Blitzeinleitung bei nicht-nüchternen PatientInnen

S

SADenglisch supraglottic airway device, supraglottische Atemwegshilfe
Sectio Cesarea lateinisch Kaiserschnitt
SLMA..... LMA Supreme, LMA der zweiten Generation

U

Uterus Gebärmutter

Z

ZNSZentralnervensystem

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: KLASSISCHE LMA AUS (24).....	9
ABBILDUNG 2: ELLIPSOIDE MASKENSCHALE MIT VENTRALER ÖFFNUNG UND SICHTBAREN STEGEN ZUR VERHINDERUNG DER ATEMWEGSVERLEGUNG DURCH DIE EPIGLOTTIS AUS (25)	10
ABBILDUNG 3: LMA PROSeal MIT INSUFFLIERTEM CUFF AUS (28)	10
ABBILDUNG 4: I-GEL AUS (30)	11
ABBILDUNG 5: CHANDY-MANÖVER, ANSICHT IM SAGITTALSCHNITT. A: DER CUFF DER ILMA WIRD IN DEN PHARYNX BIS ZUM MAXIMAL DICHTEN SITZ EINGEFÜHRT. B: VOR DURCHFÜHRUNG DER BLINDEN INTUBATION WIRD DER GRIFF DER ILMA ANGEHOBBEN, JEDOCH NICHT GEKIPPT, UM EIN ABHEBEN DIESER VON DER POSTERIOREN PHARYNXWAND ZU BEWIRKEN UND DAMIT EINE BEHINDERUNG DURCH DEN STELLKNORPEL DES LARYNX ZU VERHINDERN. MODIFIZIERT AUS (58).....	16
ABBILDUNG 6: POSITIONIERUNG DES KOPFES. A: NEUTRALPOSITION. B: ANHEBEN DES KOPFES FÜHRT ZU ANNÄHERUNG DER LARYNGEALEN UND PHARYNGEALEN ACHSE. C: SCHNÜFFELPOSITION MIT ANNÄHERUNG DER LARYNGEALEN UND PHARYNGEALEN ACHSE AN DIE ORALE ACHSE. MODIFIZIERT AUS (63).....	19
ABBILDUNG 7: INSERTION DER LMA IN VERSCHIEDENEN SCHRITTEN. A: POSITIONIERUNG DES KOPFES IN SCHNÜFFELPOSITION. B: DIE LMA ZWISCHEN DAUMEN UND ZEIGEFINGER AM ÜBERGANG VON TUBUS ZU MASKE HALTEND, WIRD DIESE ENTLANG DES HARTEN GAUMENS EINGEFÜHRT. C: UNTER ZUNAHME DER HILFE DES ZEIGEFINGERS, KANN DIE LMA MIT DIESEM ENTLANG DER POSTERIOREN PHARYNXWAND IN DEN PALATOPHARYNGEALEN RAUM GEBRACHT WERDEN OHNE DABEI MÖGLICHSST SCHWIERIGKEITEN MIT DER ZUNGE, EPIGLOTTIS ODER GLOTTIS ZU BEKOMMEN. D: BIS ZUR WAHRNEHMUNG EINES WIDERSTANDES IST DIE LMA, OHNE DABEI VIEL KRAFT ZU VERWENDEN, MIT HILFE DES ZEIGEFINGERS WEITER VORZUSCHIEBEN. DIE LMA HAT NUN DEN HYPOPHARYNX ERREICHT. E: UNTER SCHIENUNG DER LMA MIT DER ANDEREN HAND, WIRD DIE IM MUND BEFINDLICHE HAND VORSICHTIG ENTFERNT. F: DIE SCHWARZE LINIE DES TUBUS SOLLTE MIT DER OBEREN LIPPE IN EINER HÖHE LIEGEN. NUN KANN DER CUFF MIT DER DAFÜR VORGESEHENEN MENGE AUFGEBLASEN WERDEN OHNE DABEI DIE LMA FIXIEREN ZU MÜSSEN. MODIFIZIERT AUS (61)	20
ABBILDUNG 8: VERSCHIEDENE LAGEN DER LMA. A: KORREKTE LAGE. B: LMA IST NICHT TIEF GENUG VORGESCHOBEN, LAGE IM MITTLEREN LARYNGOPHARYNX. C: SPITZE LIEGT INNERHALB DER GLOTTIS. D: SPITZE DER LMA IST UMGESCHLAGEN. MODIFIZIERT AUS (88)	24
ABBILDUNG 9: FLUSSDIAGRAMM ANALOG ZUR STUDIENRECHERCHE	32

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: WICHTIGSTE PHYSIOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN IN DER SCHWANGERSCHAFT.....	3
TABELLE 2: RISIKOFAKTOREN IM HINBLICK AUF DIE ENTBINDUNG PER SECTIO.....	3
TABELLE 3: ASA-KLASSIFIKATION (MODIFIZIERT AUS DEM DEUTSCHEN ÄRZTEBLATT) AUS (18)	6
TABELLE 4: ABSOLUTE UND RELATIVE KONTRAINDIKATIONEN ZUR VERWENDUNG DER LMA.....	13
TABELLE 5: KRITERIEN FÜR DIE GRÖßENAUSWAHL DER LMA (NACH (3)).....	17
TABELLE 6: HÄUFIGSTE INDIKATIONEN ZUR SECTIO CESAREA	34
TABELLE 7: PRÄMEDIKATION MIT DOSIERUNG UND APPLIKATIONSART.....	35
TABELLE 8: EFFEKTIVER ATEMWEG UND INSERTIONSVERSUCHE DER LMA	35
TABELLE 9: ALTERNATIVES ATEMWEGSMANAGEMENT MIT ETI BEI ERFOLGLOSER VERWENDUNG DER LMA	36
TABELLE 10: EFFEKTIVER ATEMWEG UND INTUBATIONSVERSUCHE DES ETT	36
TABELLE 11: ALTERNATIVES ATEMWEGSMANAGEMENT MIT LMA BEI ERFOLGLOSER ETI	37
TABELLE 12: VORKOMMEN VON ASPIRATION, REGURGITATION UND BLUT BEI EXTUBATION BEI VERWENDUNG DER LMA	38
TABELLE 13: VORKOMMEN VON ASPIRATION, REGURGITATION UND BLUT BEI EXTUBATION BEI VERWENDUNG DES ETT	38
TABELLE 14: POSTOPERATIVE BESCHWERDEN NACH LMA	39
TABELLE 15: POSTOPERATIVE BESCHWERDEN NACH ETT	39
TABELLE 16: LARYNGO- UND BRONCHOSPAMUS BEI ETT.....	40
TABELLE 17: ÜBERSICHT ÜBER DIE INHALTE DER STUDIEN MIT LMA.....	58
TABELLE 18: ÜBERSICHT ÜBER DIE INHALTE DER STUDIEN MIT ETT	59
TABELLE 19: DEFINITIONEN DER ASPIRATION	60
TABELLE 20: DEFINITIONEN DER REGURGITATION	60
TABELLE 21: DEFINITIONEN DES EFFEKTIVEN ATEMWEGES	61
TABELLE 22: DEFINITIONEN DER MAGENINSUFFLATION	61
TABELLE 23: DEFINITIONEN VON LARYNGO- UND BRONCHOSPASMUS.....	62
TABELLE 24: DEFINITIONEN DES APGARS.....	62
TABELLE 25: DEFINITIONEN DER INSERTIONSVERSUCHE	63
TABELLE 26: DEFINITIONEN VON GALLENFLÜSSIGKEIT UND BLUT AM ATEMWEGSINSTRUMENT	64
TABELLE 27: DEFINITIONEN VON HALSSCHMERZEN UND HEISERKEIT	64

1 Einleitung

1.1 Physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft

1.1.1 Respirationstrakt

Zu den grundlegenden anatomischen Veränderungen in der Schwangerschaft gehört die Ausbildung von Ödemen im oberen Respirationstrakt. Diese entstehen durch eine vermehrte Durchblutung der Schleimhäute und der sich daraus entwickelnden Schwellung, welche sich über den Pharynx und den Larynx hin ausbreiten kann. Daraus resultieren erschwerte Bedingungen für eine Allgemeinanästhesie, da eine Atemwegsobstruktion und Blutung der gereizten Schleimhäute die Atemwegsicherung verschlechtern können (1).

Die Verlagerung des Zwerchfells durch den graviden Uterus nach kranial sowie die verminderte Bewegungsfähigkeit des Atemmuskels am Ende des dritten Trimesters bedingen eine Veränderung der respiratorischen Parameter. Es kommt zu einer Abnahme der funktionellen Residualkapazität (FRC) von ca. 20 %. Dadurch kann es trotz Präoxygenierung zu einem schnelleren Sättigungsabfall bei der Narkoseeinleitung kommen (1). Den physiologischen Veränderungen im respiratorischen System der schwangeren Frauen zugrundeliegend sind erhöhte Progesteronspiegel. Durch eine Zunahme von Atemfrequenz (AF) und Atemzugvolumen (AZV) kommt es zu einem Anstieg des Atemminutenvolumens (AMV). Daraus resultiert eine physiologische Hyperventilation, die auf den erhöhten Sauerstoffbedarf in der Schwangerschaft zurückzuführen ist. Auch die Alveolarventilation, welche Grundvoraussetzung für den Gasaustausch ist, steigt in diesem Zusammenhang. Der Sauerstoffverbrauch (O_2) und die Kohlenstoffdioxid-Produktion (CO_2) sind gegen Ende der Schwangerschaft doppelt so hoch wie bei nichtschwangeren Frauen (1).

1.1.2 Gastrointestinaltrakt

Aufgrund der Größenzunahme des Uterus kommt es zu einer intraabdominellen Druckerhöhung und dadurch zu einer Verlagerung der Magenachse. Dies hat eine erniedrigte Motilität und ein erhöhtes Magenvolumen mit einer folglich verlangsam-

ten Entleerung des Magens während der Geburt zur Folge. Ein weiterer Faktor, vermittelt durch die Wirkung des Progesterons, ist die insuffiziente Funktion des gastroösophagealen Sphinkters durch Reduktion des unteren Sphinktertonus. Diese Veränderungen sind begünstigende Faktoren für das Auftreten eines gastroösophagealen Refluxes, unter welchem bei Geburtstermin bis zu 80 % der Frauen leiden. Schwangere Frauen haben somit ein erhöhtes Risiko für eine Aspiration. Bei einer Allgemeinanästhesie kommt es durch die Lagerung der Patientin auf den Rücken zu einer Verstärkung des Refluxes und durch die Narkose zu einer Funktionsreduktion des oberen Ösophagussphinkters. Die Faktoren für das erhöhte Aspirationsrisiko der Frau bei der Geburt müssen im Hinblick auf eine Allgemeinanästhesie bei Sectio Cesarea durch die/den AnästhesistIn bedacht werden (1).

1.1.3 Kardiovaskuläres System

Durch gesteigerte Östrogen- und Progesteronproduktion kommt es zu einer Vasodilatation und in Folge daraus zu einem erniedrigten peripheren Gefäßwiderstand. Das Resultat ist eine Reduktion des systolischen und diastolischen Blutdrucks mit einem gleichzeitig reflektorischen Anstieg der Herzfrequenz (HF) (1). Im dritten Trimester kann es in Rückenlage durch das Gewicht des graviden Uterus zu einem Vena-Cava-Kompressionssyndrom mit den Zeichen eines Volumenmangelschocks oder sogar einer aortocavalen Kompression mit Minderdurchblutung des Uterus kommen. Hierbei ist die Lagerung der Schwangeren in Linksseitenlage wichtig, damit die Kompression dieser Gefäße durch das Gewicht des Uterus verhindert wird (2,3). Die bei schwangeren Frauen verminderten Blutdruckwerte sollten im Rahmen der Allgemeinanästhesie frühzeitig berücksichtigt werden. Die wichtigsten Veränderungen in der Schwangerschaft sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Wichtigste physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft

Respirationstrakt	Gastrointestinaltrakt	Kardiovaskuläres System
Ödembildung mit möglicher Obstruktion	Intrabdominelle Druckerhöhung	Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes
Blutung der gereizten Schleimhäute	Abnahme der Magenmotilität	Hypotension
Abnahme der FRC	Zunahme des Magenvolumens	Anstieg der HF
Zunahme von AF und AZV	Tonusreduktion des gastroösophagealen Sphinkters	Vena-Kava-Kompressionsyndrom
Anstieg des AMV		
Erhöhte Alveolarventilation		
Erhöhter O ₂ -Verbrauch		
Erhöhte CO ₂ -Produktion		

1.2 Sectio Cesarea

Die Sectio Cesarea ist das Verfahren der operativen Beendigung der Schwangerschaft durch Laparotomie und Hysterotomie. Diese kann elektiv oder im Rahmen einer dringenden Indikation als Notfalleingriff durchgeführt werden (4). Aus anästhesiologischer Perspektive kann der Eingriff in Allgemein- oder Regionalanästhesie, dazu gehören die Spinal- und die Periduralanästhesie, vorgenommen werden. Dabei finden dringende Eingriffe zumeist aus Zeitmangel in Allgemeinanästhesie statt (5). Die häufigsten absoluten und relativen Indikationen für eine Sectio Cesarea sind in Tabelle 2 aufgelistet (6).

Tabelle 2: Risikofaktoren im Hinblick auf die Entbindung per Sectio

Absolute Indikationen	Relative Indikationen
Schädel-Becken-Missverhältnis	Pathologische Kardiotokographie (CTG)
Amnioninfektionssyndrom	Geburtsstillstand
Eklampsie und HELLP-Syndrom	Vorausgegangene Sectio Cesarea
Fetale Asphyxie oder Azidose	
Nabelschnurvorfall	
Plazenta Praevia	
Lageanomalien des Fetus	
Uterusruptur	
Erstinfektion mit HSV im 3. Trimester	

Die Geburt des Kindes per Sectio hat nicht nur mehr Bedeutung als Verfahren bei dringender Indikation, sondern auch immer mehr an Wichtigkeit als elektiver Eingriff gewonnen. Das liegt einerseits an einer verbesserten Diagnostik hinsichtlich bereits vor Geburtstermin diagnostizierter medizinischer Indikationen, aber vor allem auch an dem gestiegenen Wunsch der Patientinnen. So hat die elektive Sectio Cesarea ohne das Vorliegen geburtshilflicher Komplikationen oder Vorerkrankungen der Mutter im klinischen Alltag immer mehr an Akzeptanz gefunden (7,8). Hinsichtlich der Wahl im elektiven Szenario sollte immer eine ausgewogene Risiko-Nutzen-Analyse erfolgen, da im Vergleich zur vaginalen Geburt das Verfahren immer noch – wenn auch bei gesunden Müttern gering – mit einer erhöhten Mortalität der Mutter verbunden ist (9). Auch für den Fetus besteht unabhängig des Gestationsalters ein erhöhtes Risiko für Komplikationen (10,11).

Das Vorgehen bei Sectio Cesarea ist aus anästhesiologischer Sicht eine Herausforderung, bei der die Risiken sowohl für die Mutter als auch für den Fetus in Betracht gezogen werden müssen. Die/Der betreuende AnästhesistIn muss sowohl die geburtshilflichen als auch anästhesiologischen Faktoren berücksichtigen. Einerseits muss gerade im Notfall der Eingriff und damit die Geburt des Kindes so schnell wie möglich erfolgen, um weitere Schäden abzuhalten, andererseits sollten die anästhesiologischen Risiken für die Mutter dabei möglichst geringgehalten werden. Abhängig von den jeweiligen Vorgaben der Klinik, dortigen vorhandenen Ressourcen und individuellem Erfahrungsgrad wird so oft das weitere Vorgehen bestimmt.

1.3 Anästhesiologische Verfahren bei Sectio

1.3.1 Epidemiologie

Wie oben bereits erwähnt, kann die Sectio Cesarea in Allgemeinanästhesie oder in Regionalanästhesie erfolgen. Stamer et al. konnten 2004 in einer Umfrage in Deutschland zeigen, dass Sectios im Vergleich zu den Vorjahren vermehrt in Regionalanästhesie durchgeführt wurden. Das dabei präferierte Verfahren ist das der Spinalanästhesie. In dringenderen Fällen und bei Notfällen ist die Zahl der Regionalanästhesie jedoch gesunken (12). Jenkins und sein Kollege konnten ebenso einen Anstieg der Geburtenrate per Sectio für Großbritannien innerhalb der Jahre

1992 bis 2002 zeigen. Im Jahr 2002 sind bereits 94,9 % der elektiven Fälle in Regionalanästhesie durchgeführt worden, davon 86,6 % in Spinalanästhesie. Auch die Zahl für die Verwendung einer Regionalanästhesie bei Notfällen ist dabei angestiegen (13). Bezüglich der demographischen Eigenschaften ist die Tendenz bezüglich Alter und Gewicht der Mütter bei gleichzeitiger Zunahme der Komplexität der Fälle steigend. (14,15)

1.3.2 Allgemeinanästhesie

Voraussetzung für die Entbindung mittels Sectio Cesarea in Allgemeinanästhesie ist eine adäquate Narkose. Diese umfasst einen durch Medikamente induzierten Schlafzustand unter Ausschaltung des Bewusstseins und der Schmerzempfindung (5). Im Allgemeinen kann die Beatmung bei Narkose prinzipiell entweder unter Verwendung einer Maskenbeatmung (MB), mithilfe eines endotrachealen Tubus (ETT) oder mit supraglottischen Atemwegshilfen (SAD) erfolgen. Für die Verwendung der Letzteren bei Sectio Cesarea ist die Evidenzlage in der Literatur jedoch gering; in Lehrbüchern wird sogar oftmals davon abgeraten (3).

Zur Abschätzung des individuellen Risikos der Patientin für das operative Verfahren hat sich die ASA-Klassifikation bewährt. Dabei wird präoperativ vor elektiven Eingriffen eine ausführliche Anamnese und ein somatischer Status von der/dem AnästhesistIn erhoben. Die genaue Einstufung ist in Tabelle 3 dargestellt.

Die Prämedikation im Rahmen einer Allgemeinanästhesie umfasst einerseits die Medikation mit dem Ziel der Anxiolyse und Sedierung. Zu den am häufigsten angewandten Substanzgruppen gehören Benzodiazepine, Neuroleptika, Sympathikolytika und Zolpidem aus der Gruppe der GABA-Agonisten mit gleichem Wirkmechanismus wie Benzodiazepine (3). In der geburtshilflichen Anästhesie wird aufgrund der Plazentagängigkeit der Medikamente zugunsten des Kindes auf die Prämedikation zur Anxiolyse verzichtet. Die Symptomatik beim Neugeborenen kann sich durch eine Anpassungsstörung mit Sedierung, Hypotonie und postpartaler Atemdepression äußern und selten in einem „floppy infant syndrome“ mit Lethargie, Entzugssymptomatik, Hypothermie und Atemproblemen resultieren (16).

Darüber hinaus können Arzneistoffe mit dem Ziel der Reduktion des Regurgitations- und damit des Aspirationsrisikos verwendet werden. Dies wird in der Literatur je-

doch kontrovers diskutiert. Zur Anwendung können verschiedene Substanzgruppen, welche das Volumen und den Säuregehalt der Magensäure reduzieren sollen, kommen. Dazu gehören die H₂-Rezeptorantagonisten, wie z. B. Ranitidin, die eine Blockade der Histaminrezeptoren vom Typ 2 bewirken sowie Protonen-Pumpen-Inhibitoren (PPI), welche eine Hemmung der Magensäuresekretion zur Folge haben. Außerdem können Dopamin-Antagonisten wie z. B. Metoclopramid, welches normalerweise als Antiemetikum eingesetzt wird, zum Gebrauch kommen. Diese bewirken eine Förderung der Magenmotilität (17).

Tabelle 3: ASA-Klassifikation (modifiziert aus dem Deutschen Ärzteblatt) aus (18)

ASA	Beispiele	Tauglichkeit für Sedierung
I Normaler, gesunder PatientIn	Unauffällige Anamnese und Untersuchung	Keine Einschränkung
II PatientIn mit leichten systemischen Erkrankungen ohne funktionelle Einschränkung	Kind mit kontrollierter reaktiver Atemwegserkrankung	i. d. R. keine Einschränkungen
III PatientIn mit schweren systemischen Erkrankungen und definitiven funktionellen Einschränkungen	Kind mit Asthma und deutlichem Stridor (Giemen)	Mit Einschränkungen, eine Nutzen-Risiko-Erwägung sollte erfolgen
IV PatientIn mit schweren lebensbedrohlichen Erkrankungen	Kind im Status asthmaticus	Massive Einschränkungen, meist Nutzen < Risiko
V Moribunder PatientIn, der nicht ohne Operation überleben würde	Kind im kardiogenen Schock, vorgesehen für Herztransplantation	Nicht geeignet

Das Goldstandardverfahren bei Sectio Cesarea in Allgemeinanästhesie ist die Rapid-Sequence-Induction mit dem Barbiturat Thiopental und dem depolarisierenden Muskelrelaxans Succinylcholin. In neueren Studien wird die Verwendung von Rocuronium statt Succinylcholin besprochen, welches in hohen Dosen ebenso schnell wirkt und dessen Wirkung durch das Antidot Suggamadex bei unmöglicher Intubation und Ventilation wieder aufgehoben werden kann (19).

1.3.2.1 Nachteile

Zu den Risiken einer Allgemeinanästhesie gehört das Aspirationsrisiko, vor allem bei nicht nüchternen PatientInnen, intraoperative Wachheit bei insuffizienter Narkosetiefe, Fehlintubationen und Probleme bei der Ventilation mit daraus resultierenden möglichen Folgen für Mutter und Kind (5).

1.3.2.2 Vorteile

Die Narkose bietet den Regionalverfahren gegenüber den Vorteil, dass sie deutlich schneller eingeleitet werden kann und somit in sehr dringenden Fällen einen Zeitvorteil bietet, um das Neugeborene so schnell wie möglich zu entbinden und einer weiteren Behandlung zuzuführen (5).

1.3.3 Regionalanästhesie

Das Verfahren der Regionalanästhesie umfasst die reversible Funktionshemmung der jeweiligen Nervenbahn zur Schmerzausschaltung in einer begrenzten Lokalisation des Körpers. Der Patient selbst hat die Möglichkeit bei diesem Verfahren bei Bewusstsein zu sein (5).

1.3.3.1 Spinalanästhesie

Bei der Spinalanästhesie wird das Lokalanästhetikum in den kaudalen Liquorraum des Rückenmarks injiziert. Es kann sich daraufhin im Liquor cerebrospinalis verteilen und seine Wirkung entfalten. Damit werden ausgewählte Segmente der unteren Körperhälfte reversibel gehemmt und es kommt zu einer Sympathikolyse, Analgesie, Anästhesie und Paralyse (3,20).

1.3.3.2 Epiduralanästhesie

Bei der Epiduralanästhesie wird das Lokalanästhetikum mittels eines Katheters in den Periduralraum der Wirbelsäule eingebracht. Dadurch kommt es zur Schmerzausschaltung in den für den jeweiligen Eingriff gewünschten Segmenten (3,20).

1.3.3.3 Nachteile

Die mitunter am bedeutsamste Nebenwirkung der regionalen Verfahren ist ein Blutdruckabfall, durch welchen sowohl die Mutter als auch der Fetus gefährdet werden können. Dieser Umstand kann folglich sowohl in einer hämodynamischen Unterversorgung der Mutter als auch der Plazenta und damit des Fetus resultieren. Kommt es zusätzlich zum Auftreten von Blutungskomplikationen bei der Patientin, kann dies schwere Folgen haben. Auch kann es bei der Spinalanästhesie durch Verletzung von Nervenfasern zu postoperativem Auftreten von Kopfschmerzen kommen, was jedoch im Rahmen der Verwendung von speziellen Nadeln reduziert wurde (5,20). Außerdem gilt es bei diesem Verfahren die Kontraindikationen zu beachten. Diese Formen der Leitungsanästhesie sind bei lokalen oder systemischen Infektionen, Volumenmangel, erhöhtem intrakraniellen Druck, Erkrankungen des ZNS und bei Gerinnungsstörungen kontraindiziert (3,5).

1.3.3.4 Vorteile

Während die Nachteile der Regionalanästhesie stets in Betracht zu ziehen sind, bietet diese Methode auch Vorteile. Ein bedeutender Vorteil ist, dass die bei der Allgemeinanästhesie im Rahmen des Atemwegsmanagements bestehenden Risiken umgangen werden können. Dennoch sollte die Notwendigkeit der Einleitung einer Allgemeinanästhesie bei Auswahl des Regionalverfahrens niemals gänzlich ausgeschlossen werden. Außerdem ist die Mutter während der Prozedur bei Bewusstsein und kann so ihr Neugeborenes früher in Empfang nehmen, was zu einem früheren Bonding zwischen Mutter und Kind führt (5).

1.4 Eigenschaften der Larynxmaske

Die Entwicklung der Larynxmaske (LMA) als SAD durch den britischen Anästhesisten Archie Brain war ein wichtiger Schritt in der Geschichte der Atemwegssicherung. Die einzige Möglichkeit zum Atemwegsmanagement war früher neben der endotrachealen Intubation (ETI) die Maskenbeatmung (MB). Aufgrund der mit der ETI verbundenen Risiken fiel die Wahl für die anästhesiologische Atemwegssicherung nicht selten auf die MB. Die Patientensicherheit war hierbei jedoch hinsichtlich des Aspirationsschutzes deutlich eingeschränkt und zusätzlich war die/der AnästhesistIn durchgehend an den/die PatientIn gebunden und konnte somit viele Aufgaben nicht selbst durchführen. Zusätzlich konnten wichtige anatomische Strukturen des Larynx, die Stimmbänder sowie die Trachea bei der ETI traumatisiert werden. Dies war ein weiterer Anreiz für Brain zur Entwicklung einer schonenderen Atemwegssicherung (21). Die erste Publikation zu diesem Thema wurde durch Brain selbst Anfang der 1980er Jahre veröffentlicht (22). Seither wurde die LMA weiterentwickelt und gilt mittlerweile als Standardverfahren in der Allgemeinanästhesie (21).

1.4.1 Aufbau

Ein konvex gebogener Tubus und eine ellipsoide Maskenschale am distalen Ende bilden die Grundlage der LMA. Die Maske verfügt über einen Cuff, welcher über einen von außen zugänglichen Schlauch aufgeblasen werden kann (siehe Abbildung 1). Der Cuff kommt vor dem Kehlkopfeingang zu liegen, formt sich um diesen herum und gewährleistet so eine prä-laryngeale Abdichtung. Die Spitze der LMA liegt im Ösophaguseingang. Im Bereich der Maskenöffnung befinden sich zwei elastische Stege, welche eine Atemwegsverlegung durch die Epiglottis verhindern sollen (siehe Abbildung 2) (23).



Abbildung 1: Klassische LMA aus (24)

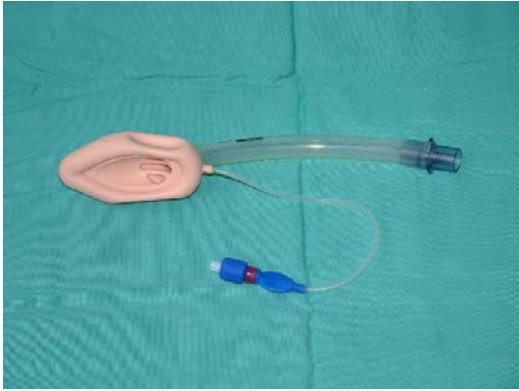


Abbildung 2: Ellipsoide Maskenschale mit ventraler Öffnung und sichtbaren Stegen zur Verhinderung der Atemwegsverlegung durch die Epiglottis aus (25)

1.4.2 Modifikationen der Larynxmaske

Durch eine Weiterentwicklung der LMA wird diese in eine Atemwegshilfe der ersten und der zweiten Generation aufgeteilt. Unter Atemwegshilfe der ersten Generation wird die klassische LMA verstanden. LMAs der zweiten Generation haben eine Trennung von Gastrointestinal- und Atemwegstrakt (26). Diese kennzeichnen sich durch eine verbesserte oropharyngeale Dichtheit mit der Möglichkeit zur Verwendung höherer Beatmungsdrücke. Ein weiteres Merkmal ist ein separater ösophagealer Drainagekanal zum Einlegen einer Magensonde für einen verbesserten Schutz vor Regurgitation und Aspiration (27). Zu den LMAs der zweiten Generationen gehören die LMA ProSeal (PLMA, siehe Abbildung 3), die LMA Supreme (SLMA) und die i-gel (siehe Abbildung 4) als Variante mit festem Cuff. Eine weitere Variante sind sogenannte RT-LMAs (reinforced tube). Bei diesem Modell ist eine Metallspirale für ein erhöhtes Maß an Flexibilität mit inbegriffen und kann bei Operationen in Seitenlage zum Einsatz kommen (3).



Abbildung 3: LMA ProSeal mit insuffliertem Cuff aus (28)



Abbildung 4: i-gel aus (30)

Die Intubationslarynxmaske (ILMA) bietet die Möglichkeit der kontinuierlichen Beatmung und der ETI bei unerwartetem oder erwartetem schwierigem Atemweg. Mithilfe der ILMA besteht beim blinden Intubationsverfahren in Abhängigkeit von der Erfahrung des Anwenders eine große Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen ETI auch ohne die zusätzliche Verwendung von Hilfsmitteln (27).

1.4.3 Indikationen

Das Indikationsspektrum der LMA ist breit gefächert und zeigt in der Literatur zahlreiche Variationen hinsichtlich der Verwendung. Somit ist die Entscheidung neben der Berücksichtigung der Kontraindikationen im klinischen Alltag von der jeweiligen Lehrmeinung der Klinik und dem persönlichen Erfahrungsstand der/des AnästhesistIn abhängig (32).

Seit der Einführung der LMA in den 1980er Jahren hat sich diese als Atemwegssicherung für elektive Eingriffe, speziell bei erwarteter kurzer Operationsdauer, in den verschiedensten Fachbereichen bewährt. Bei elektiven Prozeduren wird von einem/einer nüchternen PatientIn ausgegangen. Somit wird bei geplanten Eingriffen von einem geringeren Aspirationsrisiko als bei Notfalloperationen ausgegangen. Grenzbereiche sind Operationen in Bauchlage, laparoskopische Operationen, PatientInnen mit Adipositas und Patientinnen mit fortgeschrittener Schwangerschaft (23,27). Bei zunehmender Durchführung von Laparoskopien und steigender Prävalenz von übergewichtigen PatientInnen im Krankenhaus stellt diese Kombination

operativ eine besondere Herausforderung dar (33,34). Eine weitere wichtige Indikation zur Verwendung der LMA ist die Sicherung des Atemweges bei erfolgloser Intubation. So ist die LMA im Szenario der schwierigen Intubation ein fester Bestandteil der Guidelines (35,36). Auch im präklinischen Bereich repräsentieren SADs einen wichtigen Teil zur Atemwegssicherung. Für Notfallsanitäter und Notärzte mit einer mangelnden Erfahrung und fehlender Routine zur Anwendung der ETI stellen sowohl die LMA als auch der Larynxtubus eine realistische Alternative dar (37). Grundsätzliche Überlegungen zum Verfahren des Atemwegsmanagements sollten das maximale Maß an Sicherheit bei gleichzeitig möglichst minimaler Invasivität inkludieren.

1.4.4 Kontraindikationen

Generell ist die LMA bei PatientInnen mit erhöhtem Aspirationsrisiko, bei Notwendigkeit erhöhter Atemwegsdrücke, Pathologien im Kopf-Hals-Bereich, die bei der Insertion der LMA hindernd sein könnten, sowie bei Interferenz mit dem Operationsfeld kontraindiziert (32). Zu den absoluten Kontraindikationen sowohl im elektiven Bereich als auch im Notfall gehören PatientInnen mit einer Mundöffnung kleiner 2 cm und PatientInnen mit Entzündungen, Tumoren, Blutungen und ausgeprägten Obstruktionen in den oberen Atemwegen, welche eine insuffiziente Lage zur Folge haben würden.

Zu den relativen Kontraindikationen gehören PatientInnen mit Adipositas, fortgeschrittener Schwangerschaft im dritten Trimester, fehlender Nüchternheit und oberer gastrointestinaler Blutung. Ein weiteres Kriterium als relative Kontraindikation sind erwartete Beatmungsdrücke oberhalb des individuellen OLP (oropharyngeal leak pressure). Bei all diesen Szenarien können während des Eingriffs erhöhte Beatmungsdrücke erwartet werden, welche immer ein Risiko hinsichtlich einer Regurgitation des Mageninhalts und folglich einer Aspiration darstellen. Außerdem ausgeschlossen sind PatientInnen mit ausgeprägtem gastroösophagealen Reflux, symptomatischer Hiatus- und Zwerchfellhernie und Ileus, da auch hier ein erhöhtes Aspirationsrisiko für die PatientInnen besteht. Weiters ist die LMA nicht verwendbar bei Notwendigkeit eines regelmäßigen trachealen Zugangs sowie bei Ein-Lungen-Ventilation, da die jeweiligen Lungenhälften mit der LMA nicht getrennt voneinander

beatmet werden können (27). Die Kontraindikationen sind nochmals zur Übersicht in Tabelle 4 aufgelistet.

Auch sind die Komplikationen, die bei Verwendung der LMA auftreten können, zu beachten. Wie bereits im Kapitel 1.4.6 erwähnt, ist das Aspirationsrisiko durch fehlende Absicherung der Trachea eines der meist diskutierten Komplikationen der LMA. Bei mangelnder Narkosetiefe kann es zu einem Laryngospasmus kommen (26,27). Unter Verwendung der LMA wurde auch schon das Auftreten von Nervenschäden des Nervus lingualis und Nervus hypoglossus beschrieben (38–40).

Tabelle 4: Absolute und relative Kontraindikationen zur Verwendung der LMA

Absolute Indikationen	Relative Indikationen
Mundöffnung kleiner 2cm	Adipositas
Entzündungen der oberen Atemwege	Schwangerschaft im 3. Trimenon
Tumore der oberen Atemwege	Nicht-nüchterne PatientInnen
Blutungen der oberen Atemwege	Ausgeprägter gastroösophagealer Reflux
Ausgeprägte Obstruktionen in den oberen Atemwegen	Symptomatische Hiatus- und Zwerchfellhernien
	Erwartete Beatmungsdrücke oberhalb des OLP

1.4.5 Stellung im Vergleich zur Maskenbeatmung

In der Praxis präsentierte sich die LMA im Vergleich zur MB mit diversen Vorteilen. Zum einen ist die Mageninsufflation geringer, der Aspirationsschutz ist überlegen und die Durchführung der Ventilation weist eine höhere Effektivität auf, da eine durchgängige MB mit dichtem Sitz Erfahrung voraussetzt. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, die LMA an ein Beatmungsgerät anzuschließen (27).

1.4.6 Stellung im Vergleich zum Endotrachealtubus

Das besondere Augenmerk bei der Verwendung der LMA liegt auf dem Vergleich zu den Vor- und Nachteilen des ETT. Das bewährte Verfahren zur Atemwegssicherung bietet eine enorme Sicherheit bei maximalem Aspirationsschutz, setzt jedoch auch mehr Erfahrung voraus und ist invasiver als die LMA. Hier liegt die Kernfrage in der Praxis: In welchen Szenarien kann die LMA trotz geringerer Invasivität dennoch ausreichend Sicherheit bieten und stellt so eine Alternative zur ETI dar?

Ein bedeutender Vorteil der LMA gegenüber der ETI ist die geringere Atemwegsmorbidität (27). Voraussetzung dafür ist ein möglichst niedriger Cuff-Druck, der bei maximal 60 cmH₂O liegt (41–45). Seet konnte zeigen, dass die Inzidenz von Halsschmerzen, Schluckbeschwerden und Heiserkeit um bis zu 70 % unter Kontrolle und Anpassung des Cuff-Drucks verringert werden konnte (44). Das Erlernen der Anwendung weist eine steilere Lernkurve auf, was bedeutet, dass die Platzierung der LMA im Vergleich schneller erlernt werden kann als die ETI (46,47). Bei der Platzierung ist keine einseitige oder ösophageale Lage möglich. Aus der anästhesiologischen Perspektive betrachtet bietet die LMA gleich mehrere Nutzen: eine erhöhte hämodynamische und respiratorische Stabilität bei gleichzeitig verringertem Narkosemittelbedarf und fehlender Notwendigkeit einer neuromuskulären Blockade während der Narkoseeinleitung (27,41,48). Dies resultiert letztendlich trotz höherer Materialkosten in einer Reduktion der Gesamtkosten aufgrund von Arzneimitteleinsparungen und Prozessoptimierung durch schnellere Ein- und Ausleitungszeiten sowie durch eine kürzere Verweildauer im Aufwachraum (27,49,50). Ein weiterer Vorteil ist die verbesserte mukoziliäre Clearance (51).

Trotz der großen Anzahl an Vorteilen müssen auch die Nachteile der LMA in Betracht gezogen werden. Einer der bedenklichsten Nachteile ist das Aspirationsrisiko der LMA gegenüber dem ETT bei suboptimaler Lage. Dieser Tatsache liegt ein fehlender Cuff zur Absicherung der Trachea zugrunde. Brimacombe hat in einer Metaanalyse das Aspirationsrisiko mit 0,012 % ermittelt (41). Das Resultat ist vergleichbar mit dem Aspirationsrisiko eines ETT, da die Mehrheit der Aspirationen während der Laryngoskopie und der Ausleitungsphase, nicht aber perioperativ, auftreten (52,53). Neben der inadäquaten Auswahl an PatientInnen und Operationsverfahren im Rahmen der Indikationsstellung und einer insuffizienten Narkosetiefe muss die unerkannte Fehllage der LMA als Hauptursache für eine Aspiration in Betracht gezogen werden (52). Außerdem besteht bei inadäquater Narkosetiefe das Risiko eines Laryngospasmus. Letztendlich ist das in der Literatur beschriebene Indikationsspektrum, wie oben bereits genannt, aufgrund einer mangelnden Studienlage begrenzt (27).

1.4.7 Stellung bei schwierigem Atemweg

Es gibt verschiedene Argumente, die für die Verwendung der LMA bei schwierigem Atemweg sprechen. Eine erschwerte MB und laryngoskopische Intubation sind kein Hindernis für die Verwendung einer LMA. Im Gegenteil: Die LMA hat sich innerhalb der letzten Jahrzehnte im klinischen Alltag etabliert und ist somit eine weit verbreitete Technik mit guter Expertise bei gleichzeitiger Funktion als Instrument zur Ventilation und als Hilfsmittel zur Intubation. Im Vergleich zu mehrmaligen laryngoskopischen Intubationsversuchen ist die Positionierung der LMA mit weniger traumatischen Schäden verbunden und hält dennoch die Möglichkeit der videoassistierten Intubation offen (27,54). Ist die Ventilation der/des PatientIn gesichert, ist die Intubation über alternative Verfahren ohne Zeitdruck möglich (55). Bei Notwendigkeit der Intubation stellt die ILMA eine Möglichkeit dar. Für die korrekte Platzierung des ETT ist die richtige Einführtechnik, die vorherige Positionierung der ILMA nach minimaler oropharyngealer Leckage und die Durchführung des sogenannten „Chandy-Manövers“ (56–58) von außerordentlicher Bedeutung. Dabei wird eine Positionsveränderung der Epiglottis durch ein Anheben des im Hypopharynx gelegenen Cuffs erzeugt. Dies wird durch ein leichtes Anheben des Griffes der ILMA bewirkt (siehe Abbildung 5). Dieses Manöver hat verbesserte Bedingungen für eine nicht optisch unterstützte Intubation zur Folge. Ist trotz der Durchführung der blinden Intubation mithilfe der ILMA keine erfolgreiche ETI möglich, so kann immer noch auf die flexible Fiberoptik zurückgegriffen werden, welche auch unter dringenderen Bedingungen eine höhere Intubationswahrscheinlichkeit erzielt (27). Eine andere Variante ist die Intubation unter fiberoptischer Sicht mithilfe eines Aintree-Katheters. Ist die Intubation nach erfolgtem Einführen der LMA notwendig, so kann der Katheter auf das Endoskop aufgefädelt und unter Sicht in der Trachea platziert werden, analog zur Verwendung eines Tubuswechslers (27,59).

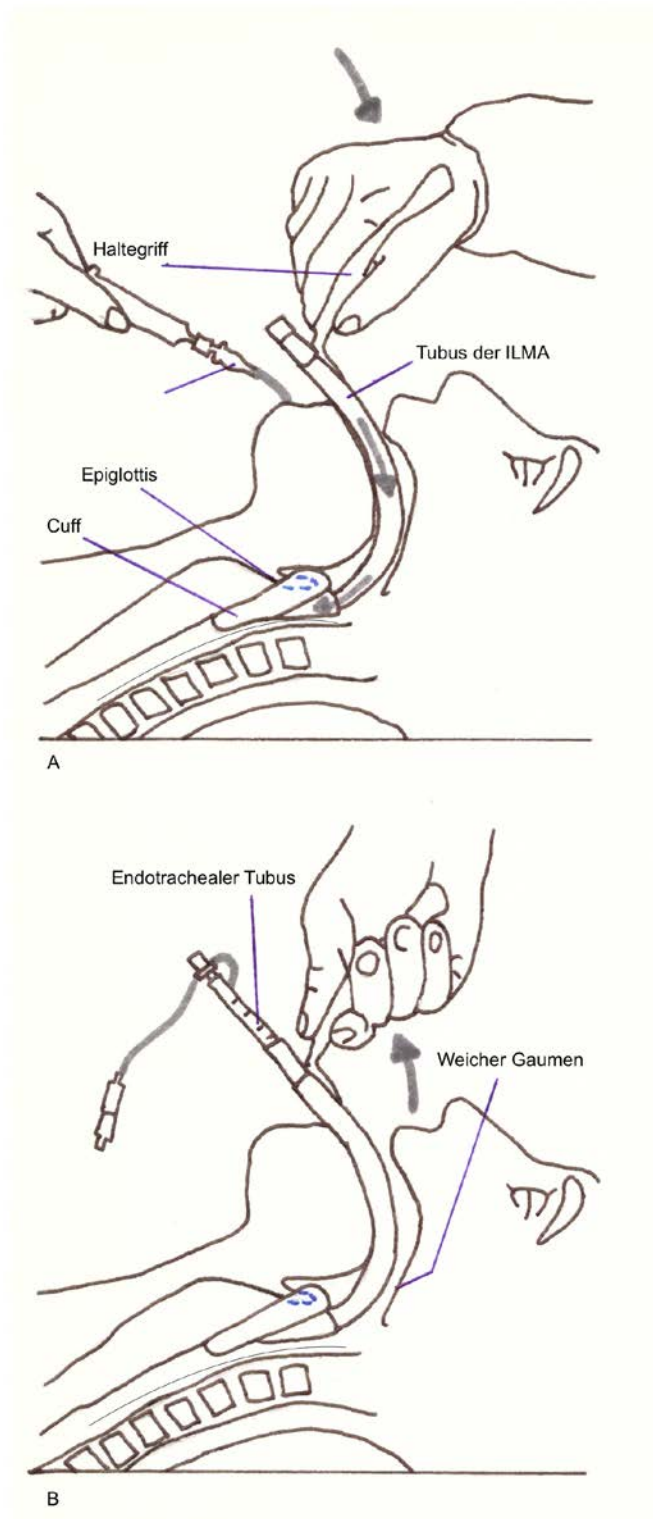


Abbildung 5: Chandy-Manöver, Ansicht im Sagittalschnitt. A: Der Cuff der ILMA wird in den Pharynx bis zum maximal dichten Sitz eingeführt. B: Vor Durchführung der blinden Intubation wird der Griff der ILMA angehoben, jedoch nicht gekippt, um ein Abheben dieser von der posterioren Pharynxwand zu bewirken und damit eine Behinderung durch den Stellknorpel des Larynx zu verhindern. Modifiziert aus (58)

1.4.8 Positionierung

Bevor die LMA an der/dem PatientIn verwendet werden kann, ist der Arbeitsplatz mit den notwendigen Materialien vorzubereiten. Dazu gehören die LMA in geeigneter Größe für die/den PatientIn, die Spritze in passender Größe zum Aufblasen des Cuffs, wasserlösliches Gleitmittel, eine Beatmungsmaske mit Sauerstoffanschluss, eine Absaugung mit ständiger Absaugungsbereitschaft, eine Kapnometrie und für den Fall einer erfolglosen Insertion ein Intubationskit. Die Größe der LMA kann anhand einer Tabelle des jeweiligen Herstellers für das entsprechende Modell bestimmt werden. Der dabei bestimmende Faktor ist das Körpergewicht der/des PatientIn (siehe Tabelle 5).

Nach Auswahl der passenden LMA sollte sie auf Beschädigungen überprüft werden. Wenn sichtbare Defekte ausgeschlossen werden können und der Cuff auf Dichtheit kontrolliert und alle Luft aus diesem entfernt wurde, kann das distale Ende der LMA, genauer die geschlossene Oberfläche der Maskenschale, mit dem wasserlöslichen Gleitmittel versehen und die LMA bereitgelegt werden (61). Außerdem von grundlegender Bedeutung neben der Vorbereitung des Arbeitsplatzes vor der Einleitung ist die Organisation alternativer Atemwegsinstrumente und die Absprache des Personals für den Ablauf bei möglichen Komplikationen.

Tabelle 5: Kriterien für die Größenauswahl der LMA (nach (3))

Körpergewicht [kg]	Größe LMA	Länge Tubus [cm]	Innendurchmesser [cm]	Maximales Volumen zum Blocken des Cuffs [ml]
< 5	1	8	5,25	4
5-10	1,5	10	6,1	7
10-20	2	11	7	10
20-30	2,5	12,5	8,4	14
30-50	3	16	10	20
50-70	4	16	10	30
70-100	5	18	10	40
> 100	6	18	11,5	50

Im Rahmen der Einleitung, insofern die Zeit vorhanden ist, sollte die/der PatientIn ausreichend mit 100 % Sauerstoff präoxygeniert werden. Danach erfolgt die Sedierung der/des PatientIn, eine Muskelrelaxation ist nicht notwendig. Die optimale Position des Kopfes zum Einführen der LMA ist die Schnüffelposition (siehe Abbildung 6) (61,62).

Nach Öffnen des Mundes sollte die LMA mit der Maskenöffnung in Richtung des harten Gaumens ausgerichtet in der dominanten Hand am Übergang von Tubus zur Maske gehalten werden. Dabei wird die Maske so lange entlang des harten Gaumens mit leichtem Druck gegen diesen vorgeschoben, bis ein federnder Widerstand spürbar ist. Dies soll verhindern, dass die Spitze der Maske sich verdrehen und mit der Zunge interferieren kann. Dabei kann eine Führung mit dem Zeigefinger am Schaft der Maske zur Stabilisierung hilfreich sein. Als Hilfestellung kann eine zweite Person den Unterkiefer beim Einführen der LMA nach unten drücken. Während der Positionierung der LMA kann der Kopf mit der nicht-dominanten Hand stabilisiert werden. Im Hypopharynx mit der distalen Spitze den oberen Ösophagus sphinkter berührend zum Liegen gekommen, merkbar durch den federnden Widerstand, wird der Cuff der Maske mit der auf der Spritze gekennzeichneten Menge an Luft aufgeblasen. Die LMA braucht dabei nicht mit der Hand fixiert zu werden, damit sie eine natürliche Position einnehmen kann. Dabei sollte beachtet werden, dass keine Leckage bei der Beatmung auftritt und die minimal nötige Menge zum sicheren Sitz der LMA insuffliert wurde. Zum Ablauf der Platzierung der LMA siehe Abbildung 7. Im nächsten Schritt sollte der Cuffdruck mittels Manometer bestimmt werden. Er sollte zur Vermeidung von druckbedingten Defekten im Larynx 60 cmH₂O nicht überschreiten (41–45).

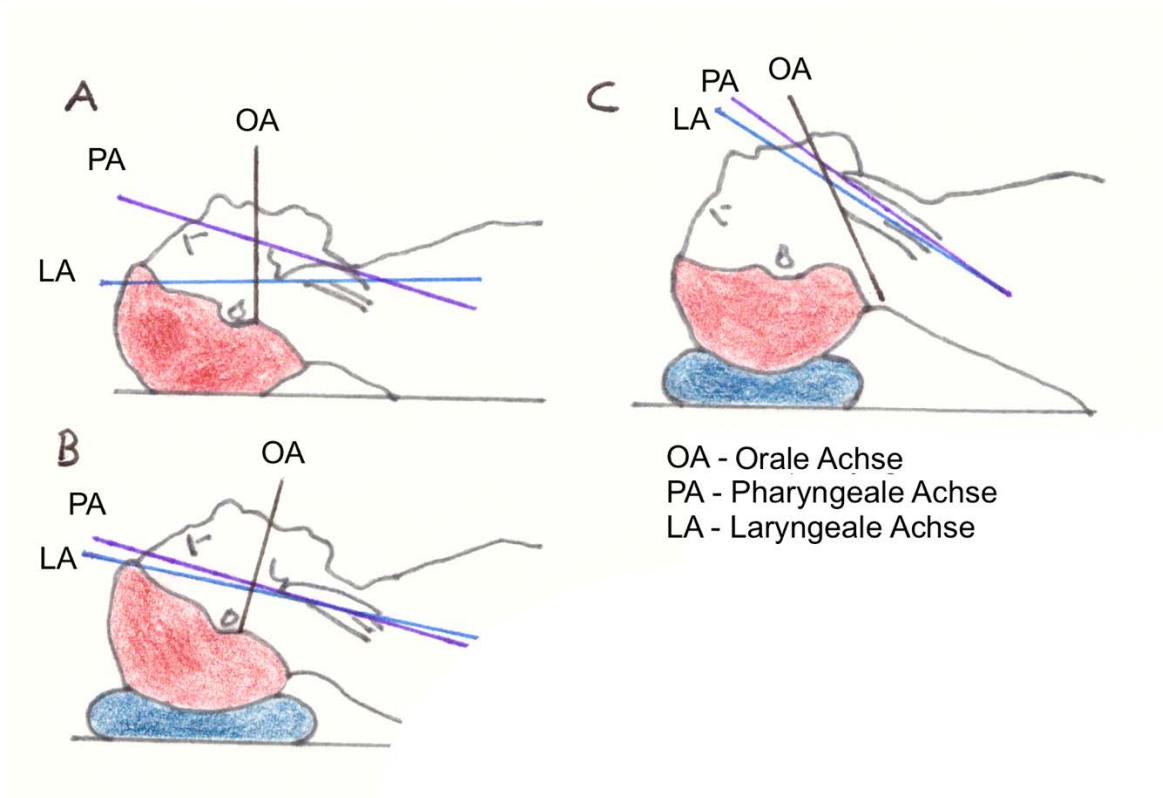


Abbildung 6: Positionierung des Kopfes. A: Neutralposition. B: Anheben des Kopfes führt zu Annäherung der laryngealen und pharyngealen Achse. C: Schnüffelposition mit Annäherung der laryngealen und pharyngealen Achse an die orale Achse. Modifiziert aus (63)

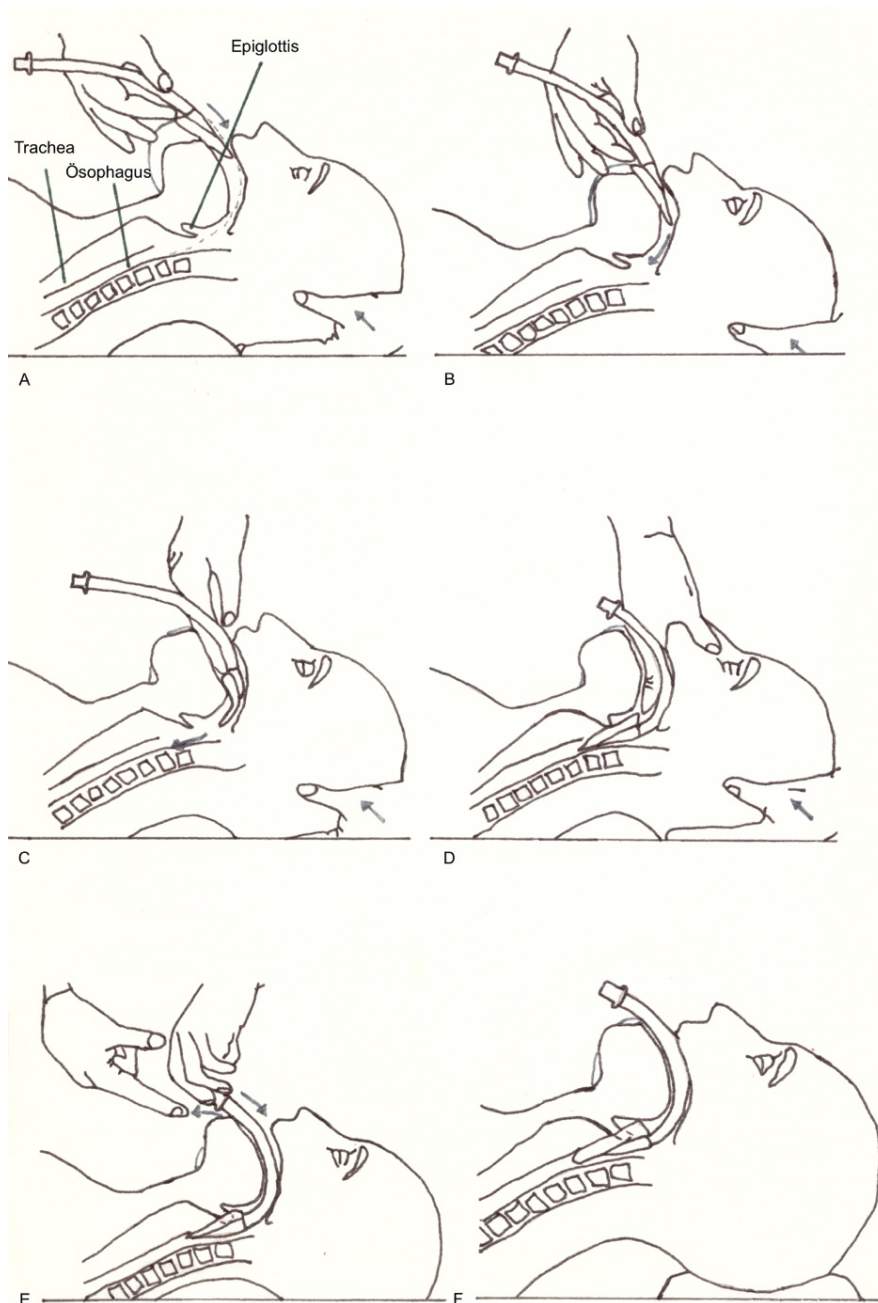


Abbildung 7: Insertion der LMA in verschiedenen Schritten. A: Positionierung des Kopfes in Schnüffelposition. B: Die LMA zwischen Daumen und Zeigefinger am Übergang von Tubus zu Maske haltend, wird diese entlang des harten Gaumens eingeführt. C: Unter Zunahme der Hilfe des Zeigefingers, kann die LMA mit diesem entlang der posterioren Pharynxwand in den palatopharyngealen Raum gebracht werden ohne dabei möglichst Schwierigkeiten mit der Zunge, Epiglottis oder Glottis zu bekommen. D: Bis zur Wahrnehmung eines Widerstandes ist die LMA, ohne dabei viel Kraft zu verwenden, mithilfe des Zeigefingers weiter vorzuschieben. Die LMA hat nun den Hypopharynx erreicht. E: Unter Schienung der LMA mit der anderen Hand, wird die im Mund befindliche Hand vorsichtig entfernt. F: Die schwarze Linie des Tubus sollte mit der oberen Lippe in einer Höhe liegen. Nun kann der Cuff mit der dafür vorgesehene Menge aufgeblasen werden ohne dabei die LMA fixieren zu müssen. Modifiziert aus (61)

1.4.8.1 Sellick-Handgriff

Der Sellick-Handgriff ist eine Methode zur Reduktion des Auftretens der Regurgitation und damit des Aspirationsrisikos in der Einleitungsphase der Anästhesie. Dabei wird von außen mit der Hand Druck gegen den Ringknorpel zum Verschluss der oberen Ösophagusenge ausgeübt. Verwechselt werden sollte dieser nicht mit dem sogenannten BURP-Manöver. BURP steht für *backward upward and rightward pressure* und ist eine Maßnahme zur Unterstützung der ETI. Dabei wird der Druck nicht wie bei dem Sellick-Handgriff auf den Ringknorpel, sondern auf den Schildknorpel appliziert, um die Sicht auf die Stimmritze zu verbessern (64).

Erstmals 1961 durch Sellick beschrieben (65), hat sich der Sellick-Handgriff in den weiteren Jahren für die Intubation mittels Rapid-Sequence-Induction bei der/dem nicht nüchternen PatientIn etabliert (66). Die sogenannte Blitzeinleitung ist eine anästhesiologische Einleitungsmethode, bei der die/der PatientIn nach suffizienter Präoxygenierung und nachfolgender Einleitung der Narkose mit Muskelrelaxation ohne weitere Zwischenbeatmung rasch intubiert wird. Dieses Verfahren kommt bei PatientInnen mit einem erhöhten Aspirationsrisiko und einer fehlenden Nüchternheit zur Anwendung. Auch bei Verwendung der LMA wird der Sellick-Handgriff oftmals verwendet (67–69). Der klinische Nutzen des Krikoiddrucks ist jedoch umstritten und wurde in der Literatur im Rahmen von Reviews und Case Reports sowohl im Allgemeinen als auch im Speziellen für die geburtshilfliche Anästhesie in Frage gestellt (70–72). Mit zunehmender Bedeutung der LMA im klinischen Alltag stellt sich die Frage, welchen Stellenwert der Sellick-Handgriff bei Verwendung dieser einnimmt. Gründe für die zunehmende Kritik sind unter anderem die vorwiegend falsche Anwendung des Griffes (26). Ein weiterer Grund ist der anatomische Konflikt, den Brimacombe in diesem Zusammenhang beschreibt. Dieser besteht in der Kompression des Hypopharynx und der jedoch dort gewünschten Platzierung der LMA. Zu diesem Sachverhalt findet sich weitere Evidenz in der Literatur (73–77). In einer Metaanalyse kommt Brimacombe zu dem Ergebnis, dass der Krikoiddruck sowohl die erfolgreiche Positionierung der LMA als auch die Erfolgsrate für die Intubation bei zuvor platzierter LMA reduziert. So kommt er zu der Schlussfolgerung, dass der Sellick-Handgriff bei Schwierigkeiten umgehend unterbrochen werden sollte (78). Weiters wird in den Guidelines der All India Airway Association von 2016 empfohlen, dass die Applikation des Druckes bei Auftreten von Schwierigkeiten im Rahmen der

Platzierung der LMA bei Schwangeren unterlassen werden sollte (17). In einigen Studien wird sogar gezeigt, dass der Krikoiddruck die Ventilation mittels LMA behindert (74,79). Ellis et al. ziehen den Schluss, dass die PatientInnen sorgfältig ausgewählt werden und die LMA nur bei PatientInnen mit einem hohen Aspirationsrisiko verwendet werden sollte (80).

1.4.8.2 Lagekontrolle

Um die Wahrscheinlichkeit der oben genannten Komplikationen zu minimieren, ist es von grundlegender Bedeutung die Position der LMA nach dem Einführen zu überprüfen. Dazu können verschiedene Tests angewendet werden. Der wichtigste Parameter ist jedoch auch synchron zur Intubation das Vorhandensein einer endexpiratorischen CO₂-Kurve in der Kapnometrie. Außerdem sollte bei der Auskultation der Lunge ein beidseitiges vesikuläres Atemgeräusch ohne Geräusche im Epigastrium sowie das sichtbare Heben und Senken der Brust der/des PatientInnen vernehmbar sein (81).

Der *Bubble Test* wurde als klinischer Test zur Lagekontrolle der PLMA und SLMA beschrieben. Zum Ausführen dieses Tests wird der Drainagekanal der LMA mit einer geringen Menge eines wasserlöslichen, sterilen Gleitgels verschlossen. Bei nicht adäquater Platzierung kommt es am Eingang des Drainagekanals aufgrund des beatmungssynchronen, retrograden Luftflusses aus diesem zur Bildung von Bläschen (engl. „Bubbles“) (27,82–85).

Eine weitere Überprüfung zur Lagekontrolle kann anhand des *Supra Sternal Notch Tests* erfolgen. Auch bei diesem Test wird der Drainagekanal mit einem Tropfen Gel verschlossen und das Jugulum mit einem leichten Druck durch den Finger der/des AnästhesistIn versehen. Bei gleichzeitig synchroner Bewegung des Gels mit dem applizierten Druck ist die Lage der LMA korrekt. Dieses Phänomen resultiert aus der Komprimierung der Spitze der LMA durch den Druck und der dadurch entstehenden Luftsäulenbewegung mit anschließender Bewegung des Gels (27,86).

Bei den LMAs der zweiten Generation kann über den Drainagekanal eine Magensonde eingeführt werden. Kann diese ohne weitere Umstände gastrisch platziert werden, kann ein Umschlagen der LMA-Spitze sicher ausgeschlossen werden (26,27,86).

1.4.8.3 Fehllagen der Larynxmaske

Korrekt positioniert, sollte die Spitze der LMA dorsokaudal der Aryknorpel im Hypopharynx zum Liegen kommen. Dabei wird weder die Epiglottis eingefaltet noch der Eingang zum Larynx obstruiert. Dieser selbst ist nicht komprimiert und frei einsehbar (siehe Abbildung 8a) (27).

Im Weiteren werden die häufigsten und meist unerkannten Fehllagen beschrieben (26,27). Eine Möglichkeit ist die Lage der LMA-Spitze im Eingang des Larynx, welche in Abbildung 8b dargestellt wird. Die Inzidenz für dieses Ereignis wurde mit ca. 6% ermittelt (87). In diesem Fall ist eine Beatmung, oft in Kombination mit erhöhtem Atemwegsdruck, möglich, die Atemwegsmorbidität ist dabei jedoch erhöht (26,27). Zur Differenzierung ob die LMA nicht weit genug inseriert wurde oder diese sich im Glottisbereich befindet, kann die Position durch tieferes Einführen korrigiert werden. Bei letzterer Fehlposition wird keine Besserung eintreten, somit ist ein erneutes Einführen notwendig (88).

Ist die LMA bei der Positionierung nicht weit genug vorgeschoben worden, wie in Abbildung 8c dargestellt, so kommt die Spitze dieser nicht wie vorgesehen in der Postcricoidregion zum Liegen, sondern weiter kranial. Die LMA ist somit nicht tief genug in den Hypopharynx eingeführt worden, eine Beatmung ist jedoch in den meisten Fällen ohne weitere Probleme möglich (26,27). Bei inadäquater Beatmung kann die LMA entweder vorgeschoben oder reinseriert werden (88).

Ein weiteres Problem beim Einführen der LMA kann das Umschlagen der Spitze sein, diese Lage ist in Abbildung 8d zu sehen. Auch hier ist meist eine Beatmung möglich, aber meist unter der Voraussetzung einer erhöhten Atemwegsmorbidität und fehlendem Aspirationsschutz (26,27). Aufgrund eines fehlenden Aspirationsschutzes durch die Fehllage ist das Aspirationsrisiko hierbei erhöht. Das Erkennen und die Korrektur dieser Malpositionierung sind von außerordentlicher Bedeutung. Ist das Vorschieben der Magensonde durch den dafür vorgesehenen Kanal möglich, kann ein Umschlagen der LMA-Spitze ausgeschlossen werden (88).

Das grundsätzliche Problem bei der inkorrekten Platzierung der LMA ist nicht die inadäquate Ventilation, sondern der insuffiziente Aspirationsschutz. Studien mit Bildgebung und fiberoptischer Technik konnten zeigen, dass trotz Fehllage zumeist eine effiziente Ventilation möglich ist (89). Dennoch ist der Schutz vor Aspiration in

diesem Fall nicht gegeben. Bei den beiden zuletzt genannten Fehllagen wirkt der Atemwegsdruck direkt auf den oberen Ösophagussphinkter. Dadurch kann es durch Mageninsufflation zu einer Ventilationsabnahme kommen. Bei nachfolgender Reurgitation kann der Mageninhalt nicht mehr auf pharyngealem Wege abfließen, da dieser durch die LMA versperrt ist (26,27,90).

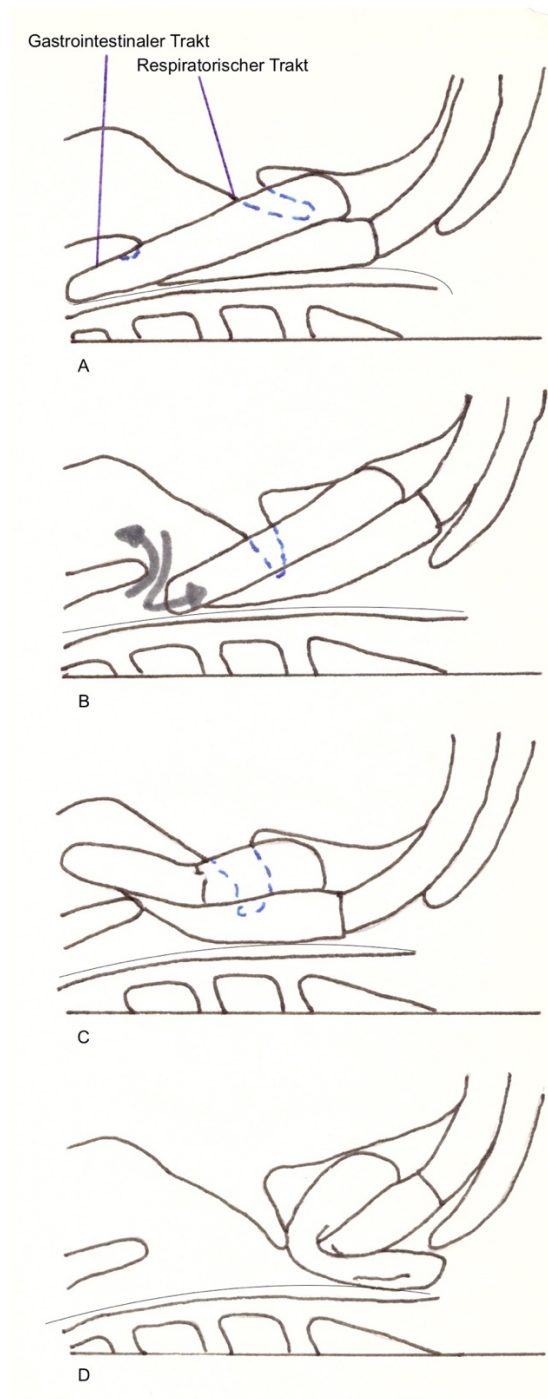


Abbildung 8: Verschiedene Lagen der LMA. A: Korrekte Lage. B: LMA ist nicht tief genug vorgeschoben, Lage im mittleren Laryngopharynx. C: Spitze liegt innerhalb der Glottis. D: Spitze der LMA ist umgeschlagen. Modifiziert aus (88)

1.4.9 Perioperative Parameter

1.4.9.1 Beatmungsdruck

Erhöhte Atemwegsdrücke bei Verwendung der LMA bilden einen Grenzbereich, da der Druck des oberen Ösophagussphinkters zur Verhinderung einer Mageninsufflation nicht überschritten werden sollte (27). Der Beatmungsdruck sollte normalerweise während der Beatmung in der Inspiration 20 cmH₂O nicht überschreiten. Dieser Druck entspricht dem Verschlussdruck des Ösophagus. Bei Überschreiten dieses Werts kann es analog zur MB zur Insufflation des Magens kommen (3). LMAs der zweiten Generation haben im Vergleich zur klassischen LMA den Vorteil eines höheren OLP von bis zu 28 – 29 cmH₂O. So ist meist eine Beatmung mit positiven Beatmungsdrücken über 20 cmH₂O möglich. Grund dafür ist die Anbringung eines zusätzlichen posterioren Cuffs bei der PLMA. Aufgrund einer verbesserten Cuffform bei der SLMA konnte hier auf diesen verzichtet werden (26,42,82,91).

1.4.9.2 Oropharyngeal leak pressure

Der OLP beschreibt den Atemwegsdruck, an dem unter der Beatmung gerade eine Leckage über dem Mund wahrnehmbar ist. Dieser sollte einen Mindestwert von 25 cmH₂O betragen, da unter den Bedingungen des laparoskopischen Verfahrens obere Atemwegsdrücke von bis zu 23 – 24 cmH₂O erreicht werden können (92,93). Um den OLP zu messen, gibt es verschiedene Methoden: das Wahrnehmen eines akustischen Geräusches über dem Mund der/des PatientIn, eine oropharyngeale Kapnographie, die Auskultation eines Geräusches im Bereich des Halses und Nackens und die Manometrie (94).

1.4.9.3 Cuffvolumen

Bei der Insufflation des Cuffs sollte mit minimal notwendigem Volumen eine effektive Abdichtung des respiratorischen und gastrointestinalen Trakts erreicht werden. Sowohl bei Unter- als auch bei Überschreitung des Cuff-Volumens kann es zum Auftreten von Komplikationen kommen.

Bei Überschreitung der maximal empfohlenen Menge ist kein maßgeblicher Anstieg der effizienten Dichte mehr gegeben, im Gegenteil kann sogar eine Reduktion nachweisbar sein. Im Vergleich zur Abdichtung des gastrointestinalen Trakts mit dem respiratorischen Trakt sind zwar höhere Volumina notwendig, dennoch steigt analog

zur Volumenerhöhung das Risiko der Insufflation des Magens. Wenn über die maximale Menge hinausgegangen wird, kann der Tonus des oberen Ösophagussphinkters reduziert werden (61,95). Außerdem kann es zu druckbedingten Schäden im Larynx und postoperativen Komplikationen wie Halsschmerzen und Heiserkeit kommen (42,43). Falls die LMA mit dem Operationsbereich interferiert, kann diese bei zu hoher Insufflation des Cuffs zu einer Dislokation der zu operierenden Pathologie und chirurgischer Fehldiagnose führen (61).

Bei sehr niedrigen Cuff-Volumina kann es zu einer inadäquaten Abdichtung mit dem respiratorischen Trakt bei positive pressure ventilation (PPV) und einer reduzierten Atemwegssicherheit bei verminderter Dichte mit dem gastrointestinalen Trakt und daraus möglich resultierender Insufflation des Magens und Regurgitation kommen (61).

Zum Erreichen einer effizienten Abdichtung sollte dem Cuff bis zum Auftreten eines Lecks, unter der Einstellung der gewünschten Beatmungsparameter, Luft entzogen und daraufhin so lange wieder Volumen hinzugefügt werden, bis dieses Leck verschwindet. Zur Verwendung des Beatmungsmodus PPV sind mindestens 10 bis 15 ml Luft notwendig. Das Cuff-Volumen sollte sowohl die minimale als auch zwei Drittel der maximal empfohlenen Menge nicht überschreiten. Burgard et al. konnten zeigen, dass die kontinuierliche perioperative Kontrolle des Cuff-Drucks die Inzidenz pharyngolaryngealer Komplikationen deutlich reduziert (61,96,97). In der Praxis ist der OLP für die PLMA höher als für die klassische LMA (94).

1.4.10 Grenzbereiche

1.4.10.1 *Dauer der Anwendung der Larynxmaske*

Gerade die Grenzbereiche machen den Einsatz der LMA bei erweiterten Indikationen zu einer Herausforderung. Die Operationsdauer für die Verwendung der LMA wird in vielen Quellen und Lehrbüchern mit einer Gesamtdauer von unter zwei Stunden angegeben. So wird die LMA vor allem für kurze Eingriffe bevorzugt (27). Goldman und seine Mitarbeiter haben 2007 im Rahmen eines Tierversuchs gezeigt, dass die Einlage einer LMA bis zu acht Stunden ohne Komplikationen wie Mukosadruckschäden möglich ist (98). Shah et al. zeigten 2017, dass die LMA im Rahmen einer lang andauernden Operation, in diesem Falle eine Koronararterienbypass-Operation, eine realistische Alternative für den ETT darstellt (99). Moser et al. konnten

2017 in sieben verschiedenen Case Reports die Verwendung der LMA in unterschiedlichsten klinischen Szenarios für eine Operationsdauer von mindestens fünf bis elf Stunden ohne signifikante Komplikationen zeigen (100). In einer Metaanalyse von Brimacombe konnte gezeigt werden, dass die klassische LMA für Verfahren von einer Dauer von zwei bis vier Stunden in Betracht gezogen werden kann, eine geringe Evidenzlage für den Gebrauch bei einer Dauer von vier bis acht Stunden und eine nicht ausreichende Evidenz für eine Dauer von mehr als acht Stunden. Bei Verwendung der LMA für länger andauernde Eingriffe empfiehlt Brimacombe unter anderem als wichtige Grundvoraussetzung die regelmäßige Kontrolle des Cuffdruckes sowie die Anwendung durch eine/n AnästhesistIn mit Erfahrung. Außerdem wird angeraten, eine Magensonde mit regelmäßiger Absaugung und den Beatmungsmodus PPV zu verwenden. Bei Eingriffen, die unerwartet länger als zwei Stunden andauern, ist ein Wechsel zum ETT weniger wahrscheinlich notwendig (101).

1.4.10.2 Laparoskopische Operationen

Bei laparoskopischen Verfahren besteht aus anästhesiologischer Perspektive bei Verwendung der LMA die Schwierigkeit in einem erhöhten Atemwegsdruck durch das Kapnoperitoneum, die Gasinsufflation von Kohlenstoffdioxid während der Laparoskopie. Zusätzlich kann es im Rahmen der Insufflation zu einer Resorption des Gases kommen. Eine weitere Herausforderung stellt die mögliche Kopftieflage dar, die für manche Eingriffe – etwa bei gynäkologischen oder Leistenhernienoperationen notwendig ist (27). Bei Verwendung der LMA kann es außerdem bei laparoskopischen Eingriffen zu einer Engstellung der Glottis kommen (82). Eine Möglichkeit zur Aufrechterhaltung der suffizienten Ventilation und zur Feststellung einer Engstelle der Glottis ist der Maximale-Minuten-Volumen-Test (MMV) (102,103).

All diese Kriterien müssen bei der Verwendung der LMA in diesem klinischen Szenario bedacht werden. Das Spektrum an laparoskopischen Verfahren nimmt jedoch zu und bisher beschränkt sich die Literatur zur Anästhesie mit LMA auf Gallenblasenentfernungen, gynäkologische Eingriffe sowie Leistenhernienoperationen (26,27,104).

1.4.10.3 Larynxmaske bei adipösen PatientInnen

Eine Studie des Robert-Koch-Instituts zeigt eine zunehmende Prävalenz von Übergewicht in Deutschland, vor allem bei jungen Erwachsenen. Adipositas stellt somit eine immer dringlicher werdende Herausforderung im klinischen Alltag dar (33). Gerade die Komorbiditäten wie das metabolische Syndrom bestehend aus arteriellem Hypertonus, Adipositas, Hyperlipidämie und DM Typ II und andere Begleiterkrankungen wie die COPD, OSAS, pAVK und GERD erschweren die Allgemeinnästhesie (105). So muss die Auswahl eines geeigneten Narkoseverfahrens nach individueller Evaluation und Risikoabwägung erfolgen, wobei vor allem die adipositas-spezifischen Komplikationen bezüglich pulmonalem System und Hämodynamik in Betracht gezogen werden müssen. Im Vergleich zum ETT bietet die LMA Vorteile, da hier auf Muskelrelaxantien verzichtet werden kann. Ein besonderes Augenmerk liegt hier auf der respiratorischen Funktion in der postoperativen Phase, da die/der PatientIn früh in die Spontanatmung überführt werden kann (27). Zoremba und seine Mitarbeiter konnten zeigen, dass die ermittelten respiratorischen Parameter bei PatientInnen mit einem BMI mit einer Spannweite von 30-35 unmittelbar am Operationsende sowie bis einschließlich 24 Stunden postoperativ signifikant weniger abnahmen als bei PatientInnen, welche mit einem ETT versorgt wurden (27,106). Eine weitere Schwierigkeit bei adipösen PatientInnen ist die Aufrechterhaltung der erhöhten Atemwegsdrücke. Da der OLP mit zunehmenden BMI zunimmt, was Brain und seine Mitarbeiter sowohl für die klassische LMA als auch für die PLMA nachweisen konnten, sollte ein adäquater OLP bei Adipositas möglich sein (27,42).

1.4.10.4 Operationen mit Larynxmaske in Bauchlage

Eine schwierige Situation ist die Anwendung der LMA in Bauchlage, da die Anwendung ungewohnt ist und der Ablauf für den Fall von Komplikationen zuvor genau festgelegt werden muss. Die selbstständige Lagerung der/des PatientIn vor der Narkoseeinleitung zur potentiellen Prävention von Druck-, Nerven- und Lagerungsschäden ist ein immenser Vorteil bei Verwendung der LMA (27). Olsen und seine Mitarbeiter konnten zeigen, dass bei Verwendung einer LMA ein Zeitersparnis von bis zu fünf Minuten im Vergleich zum ETT möglich ist (107). Bei einer Analyse der bis

2012 publizierten Studien von sowohl retrospektivem als auch prospektivem Charakter konnten López und Valero eine erfolgreiche Einlage der LMA in allen Fällen demonstrieren. Zusätzlich wurde die LMA hier in einigen Fällen als erfolgreiches Notfallverfahren bei versehentlicher Extubation und anderen Atemwegskomplikationen verwendet. Unter Einhaltung der allgemeinen Maßnahmen und Vorkehrungen beim Atemwegsmanagement mit der LMA bei erweiterten Indikationen bewerten die Autoren die Verwendung der LMA in Bauchlage als sicher (108). López et al. konnten die sichere Anwendung in einer weiteren Studie bestätigen (109).

1.4.10.5 Larynxmaske bei Patientinnen in der Schwangerschaft

Trotz der Etablierung der LMA in verschiedenen klinischen Szenarios, präsentiert die Geburtshilfe einen Grenzbereich mit einer nicht eindeutigen Indikationsstellung und mangelnden Studienlage, vor allem zur Verwendung der LMA bei Patientinnen mit fortgeschrittener Schwangerschaft. Die meisten mit der Anästhesie zusammenhängenden Todesfälle bei schwangeren Patientinnen resultieren aus Komplikationen des Atemwegsmanagements während der Allgemeinanästhesie (9,110). Bei diesen Patientinnen ist die Inzidenz für eine schwierige Laryngoskopie und eine misslungene ETI erhöht (111). Außerdem steigt das Risiko in dieser Patientengruppe, innerhalb eines kurzen Zeitraums eine Hypoxämie zu entwickeln (112). Hinsichtlich der physiologischen Veränderungen des weiblichen Körpers in der Schwangerschaft, aus denen ein schwieriger Atemweg resultieren kann, ist die Regionalanästhesie, vor allem im elektiven Bereich, eine sichere Alternative (1,104). Dennoch ist gerade in dringenderen Situationen eine Sectio Cesarea in Allgemeinanästhesie aufgrund des Zeitvorteils oft unumgänglich. Die hier verwendete Standardtechnik ist die Rapid-Sequence-Induction unter Verwendung eines ETT (113). Der in der Geburtshilfe erwartete schwierige Atemweg ist in Kombination mit steigendem Alter und Gewicht der Patientinnen und weiteren Komorbiditäten ein schwieriges Intubationsszenario. So sollte die LMA mit ihren zahlreichen Vorteilen gegenüber der ETI beim Atemwegsmanagement als Alternative zum ETT in Betracht gezogen werden (104). Besondere Anforderungen in dieser Situation sind das Aspirationsrisiko und zu erwartende hohe Atemwegsdrücke aufgrund des erhöhten intraabdominellen Drucks (1). Bisher hat die LMA bei Sectio Cesarea in Allgemeinanästhesie fast ausschließlich Anwendung im Szenario des schwierigen

Atemwegs gefunden (104). Kranz und Edwards und Olson et al. haben für die Inzidenz der Aspiration bei intubierten Patientinnen bei Sectio Cesarea eine Wahrscheinlichkeit von 0,228 % bzw. 0,15 % ermittelt. Hier wurden sowohl elektive als auch Notfalleingriffe miteingeschlossen (104,114). Außerdem bietet die LMA gegenüber dem ETT einen Vorteil hinsichtlich der hämodynamischen Stabilität und postoperativen Atemwegsmorbidität (104).

1.5 Fragestellung der Arbeit

Lange Zeit als das Goldstandardverfahren bei Sectio Cesarea bekannt, wurde die Allgemeinanästhesie mittels Rapid-Sequence-Induction innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte immer mehr durch regionale Anästhesieverfahren abgelöst. Mittlerweile die präferierte Vorgehensweise bei Sectio Cesarea, steht vor allem die Vermeidung von mütterlichen und fetalen Komplikationen bei der Auswahl des Anästhesieverfahrens im Vordergrund, da schwangere Patientinnen einem höheren Risiko für Atemwegskomplikationen ausgesetzt sind. Trotzdem stellt die Allgemeinanästhesie ein unabdingliches Verfahren bei dringender Sectio-Indikation dar und hat, wenn auch gering, immer noch einen Stellenwert bei elektiven Eingriffen. Bei sinkender Rate dieser fehlt jungen AnästhesistInnen oft die Erfahrung des Atemwegsmanagements bei geburtshilflichen Patientinnen. So sind SADs wie die LMA mittlerweile als Alternative bei ETI fester Bestandteil der Guidelines, aber trotz vorhandener Vorteile gegenüber dem ETT immer noch ein umstrittenes Atemwegsinstrument.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Studienlage zu diesem Thema darzustellen und hinsichtlich des Outcomes zu vergleichen. Dabei berücksichtigte Parameter umfassen das Aspirations- und Regurgitationsrisiko, den effektiven Atemweg und postoperative Komplikationen. Die Anzahl der seit 2000 publizierten Studien mit Originaldaten ist gering und nur wenige dieser Studien betrachten zusätzlich im Vergleich bei der Verwendung der LMA die ETI.

2 Material und Methoden

Im Rahmen der Diplomarbeit werden Studien hinsichtlich der Verwendung einer LMA und eines ETT bei Sectio Cesarea unter Allgemeinanästhesie verglichen.

Zur Studiensuche werden die Meta-Datenbank Pubmed mit Zugriff auf die Datenbanken MEDLINE, OLDMEDLINE und Pubmed Central sowie die Suchmaschine Google Scholar verwendet. Anhand der englischsprachigen Schlagwörter in folgender Kombination wurden im September 2017 137 Ergebnisse gefunden: „(Laryngeal mask airway OR LMA) AND (caesarean OR cesarean OR section)“. Eine der verwendeten Studien war nur auf Google Scholar auffindbar.

Als Einschlusskriterien gelten Studientyp, Erscheinungsdatum, Sprache, Spezies sowie Geschlecht. Somit kommt es nur zur Auswahl von Studien mit Menschen und weiblicher Studienpopulation. Studien, welche vor 2000 publiziert wurden und nicht auf Englisch oder Deutsch verfügbar sind, werden nicht berücksichtigt. Im Weiteren werden Reviews, Comments oder Case Reports ausgeschlossen. Die verbliebenen Studien werden hinsichtlich Titel und Abstract überprüft. Die Ergebnisse der Recherche sind in einem Flussdiagramm dargestellt (siehe Abbildung 9).

Als Vergleichsgruppe dient die Population aus Studien mit ETI bei Sectio Cesarea. Die Studienrecherche dazu erfolgt in den gleichen Datenbanken unter folgenden Suchbegriffen: General anesthesia, endotracheal intubation, endotracheal tube, caesarean, cesarean, section.

Die Studien werden anhand verschiedener Parameter wie Population, Ausschlusskriterien, verwendetes Modell der LMA sowie präoperative Prophylaxe verglichen. Dabei werden insgesamt die Populationen der einzelnen Studien für ein Atemwegs-instrument als eine Gesamtpopulation betrachtet. Ein besonderes Augenmerk wird auf primäres und sekundäres Outcome der jeweiligen Studien gelegt.

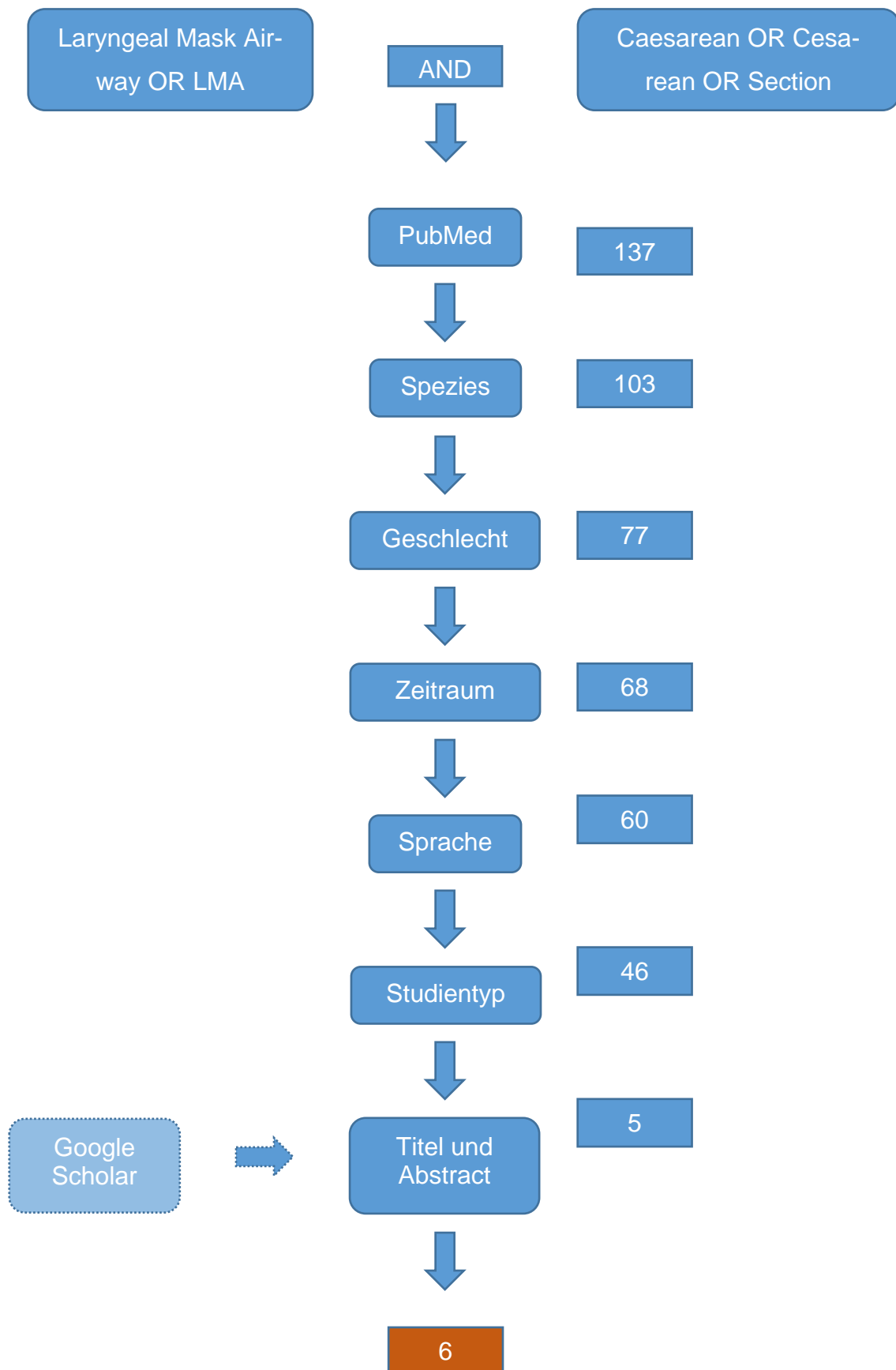


Abbildung 9: Flussdiagramm analog zur Studienrecherche

3 Ergebnisse

3.1 Studienpopulation

Die Studienpopulation umfasst in allen Studien gebärende Patientinnen, welche für eine elektive oder dringende Sectio Cesarea unter Allgemeinanästhesie geplant sind. Einige Studien betrachten jedoch ausschließlich elektive Eingriffe (67,68,115). Die Größe der ausgewählten Studienpopulationen variiert stark und reicht bei den Studien zur LMA von 30 bis 3000 Patientinnen, bei den Studien zur ETI von 30 bis 1636 Patientinnen. Insgesamt sind in den zur LMA näher betrachteten Studien 4853 Patientinnen inkludiert. Die Gesamtpopulation bei ETI umfasst 4777 Patientinnen. Eine direkte Vergleichsgruppe des ETT zur LMA findet sich lediglich in den Studien von Geng et al. und Saini et al. (113,115) und wird in die jeweilige Gesamtpopulation inkludiert.

Im Rahmen der Abschätzung des perioperativen Risikos findet die Risikoklassifikation der ASA Anwendung. Einige Studien haben neben Patientinnen der Schweregrade ASA I und II auch höhere Grade in ihre Studien inkludiert (14,15,113,116,117).

Als Ausschlusskriterien gelten ein BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ vor der Schwangerschaft, ein voraussehbarer schwieriger Atemweg und Symptome des gastroösophagealen Reflux. Weitere Kriterien sind eine Regionalanästhesie, bereits bestehende Wehentätigkeit, intrauteriner Fruchttod, arterielle Hypertonie und eine Mundöffnung $< 2,5 \text{ cm}$. Eine Nüchternheit von weniger als 4 bis 6 Stunden führt zum Ausschluss. In den Studien zur ETI ohne Vergleichsgruppe werden keine Exklusionkriterien genannt (14,15,116,117).

Eine Übersicht über die Gesamtinhalte der Studien findet sich im Anhang (siehe Tabelle 17 und 18).

3.2 Indikationen

Die häufigsten Indikationen aus den betrachteten Studien zur Entwicklung des Kindes mittels Sectio Cesarea sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Häufigste Indikationen zur Sectio Cesarea

Studie	Häufigste Indikationen
I Geng et al.	Kontraindikation für Regionalanästhesie 51,1 % (n=92) Misslungene Regionalanästhesie 29,4 % (n=53)
II Rajagopalan et al.	Dringender Eingriff 86,5 % (n=402) Elektiver Eingriff 26,2 % (n=122) Misslungene Regionalanästhesie 34,4 % (n=160)
III Saini et al.	Steißlage 30 % (n=18) Schädel-Becken-Missverhältnis 26,7 % (n=16)
IV Nafisi et al.	Wurde dokumentiert, aber nicht genauer angegeben
V Tao et al.	Mütterlicher Wunsch Mütterliche Faktoren Sepsis Kontraindikation für Regionalanästhesie Thrombozytopenie/Koagulopathie
VI Yao et al.	/
VII McDonnell et al.	Unmittelbare Entwicklung des Kindes notwendig 43 % (n=471) Geburtshilfliche Dringlichkeit 29 % (n=321) Kontraindikation für Regionalanästhesie 25 % (n=272) Mütterlicher Wunsch 24 % (n=260) Hämodynamische Instabilität 21 % (n=231)
VIII Halaseh et al.	/
IX Kan et al.	Mütterlicher Wunsch 45,9 % (n=336) Mütterliche und/oder fetale Komplikation 21,3 % (n=156) Misslungene Regionalanästhesie 16 % (n=117) Kontraindikation für Regionalanästhesie 4,1 % (n=30)
X Han et al.	Vorherige Sectio Cesarea 48,8 % (n=521) Schädel-Becken-Missverhältnis 38,4 % (n=410) Steißlage 5,8 % (n=62) Misslungene Regionalanästhesie 0,9 % (n=10)

3.3 Prophylaxe

Im Rahmen der Studien wird ein nüchterner Zustand von mindestens 6 bis 8 Stunden bei elektivem und 4 bis 6 Stunden bei dringendem Eingriff vorausgesetzt. Als

Prämedikation kommen Ranitidin, Metoclopramid und Natriumcitrat zur Verwendung. Hinsichtlich Dosierung und Applikationsart siehe Tabelle 7. In einigen Studien werden keine Maßnahmen zur Prophylaxe erwähnt (15,113,117,118).

Tabelle 7: Prämedikation mit Dosierung und Applikationsart

Medikament	Dosierung	Applikationsweg
Ranitidin	50 mg 150 mg	i.v. p.o.
Metoclopramid	10 mg	i.v.
Natriumcitrat	30 ml	p.o.

3.4 Larynxmaske

Zur Verwendung kommen fast ausschließlich SADs der zweiten Generation, die PLMA und die SLMA (14,68,69,113,115). In einer Studie wird außerdem die ILMA verwendet (14). In der zeitlich am weitesten zurückliegenden Studie kommt es zur Anwendung der LMA der ersten Generation, der Classic LMA, diese wird zusätzlich auch noch 2008 verwendet (14,67).

3.5 Effektiver Atemweg

Die korrekte Platzierung der LMA ist bei Vorliegen eines effektiven Atemweges bestätigt. Dieser liegt bei Vorhandensein verschiedener Kriterien vor: CO₂-Kurve in der Kapnometrie, beidseitiges vesikuläres Atemgeräusch bei Auskultation, sichtbare Thoraxbewegungen und ein Atemzugvolumen von 6 – 8 ml/kg KG innerhalb von 180 Sekunden.

Tabelle 8: Effektiver Atemweg und Insertionsversuche der LMA

Studie	Effektiver Atemweg	Insertionsversuch I	Insertionsversuch II/III
I Geng et al.	100 % (n=56)	98,21 % (n=55)	1,79 % (n=1)
II Saini et al.	100 % (n=30)	96,7 % (n=29)	3,33 % (n=1)
III Yao et al.	100 % (n=700)	98 % (n=686)	2 % (n=14)
IV Halaseh et al.	100 % (n=3000)	99,7 % (n=2992)	0,3 % (n=8)
V Han et al.	99 % (n=1060)	98 % (n=1051)	1 % (n=9)
Gesamt	99,9 % (n=4846)	99,2 % (n=4813)	0,7 % (n=33)

Eine effektive Ventilation mittels LMA wird bei 4846 Patientinnen (99,9 %) erreicht. Han berichtet in seiner Studie, dass 7 von 1067 Patientinnen aufgrund eines insuffizienten Atemweges bei fehlender Effektivität der LMA notfallmäßig intubiert werden mussten und stellen 0,1 % der Gesamtpopulation dar (siehe Tabelle 9) (67). Bei insgesamt 33 Patientinnen (0,7 %) ist die korrekte Position der LMA und damit die effektive Ventilation erst nach dem zweiten bzw. dritten Einführungsversuch gesichert. Die Gesamtansicht der Ergebnisse zur effektiven Ventilation mit LMA findet sich in Tabelle 8.

Tabelle 9: Alternatives Atemwegsmanagement mit ETI bei erfolgloser Verwendung der LMA

Studie	ETI notwendig
I Geng et al.	0
II Saini et al.	0
III Yao et al.	0
IV Halaseh et al.	0
V Han et al.	0,7 % (n=7)
Gesamt	0,1 % (n=7)

Bei der ETI wird bei insgesamt 4769 Patientinnen (99,6 %) eine effektive Ventilation erreicht, davon bei 4673 Patientinnen (96,3 %) bei dem ersten Versuch und bei 96 Patientinnen (3,3 %) erst nach dem zweiten oder dritten Versuch (siehe Tabelle 10). Die LMA wurde in insgesamt 12 Fällen (0,3 %) erfolgreich als alternatives Atemwegsmanagement bei erfolgloser ETI verwendet (siehe Tabelle 11).

Tabelle 10: Effektiver Atemweg und Intubationsversuche des ETT

Studie	Effektiver Atemweg	Intubationsversuch I	Intubationsversuch II/III
I Geng et al.	100 % (n=124)	99,2 % (n=123)	0,8 % (n=1)
II Saini et al.	100 % (n=30)	93,3 % (n=28)	6,7 % (n=2)
III Rajagopalan et al.	99,6 % (n=692)	94 % (n=654)	5,6 % (n=38)
IV Nafisi et al.	99,8 % (n=464)	97,9 % (n=455)	1,9 % (n=9)
V Tao et al.	100 % (n=1636)	99,6 % (n=1630)	0,4 % (n=6)
VI McDonnell et al.	99,6 % (n=1091)	96,3 % (n=1055)	3,3 % (n=36)
VII Kan et al.	100 % (n=732)	99,5 % (n=728)	0,5 % (n=4)
Gesamt	99,8 % (n=4769)	97,8 % (n=4673)	2 % (n=96)

Tabelle 11: Alternatives Atemwegsmanagement mit LMA bei erfolgloser ETI

Studie	LMA notwendig
I Geng et al.	0
II Saini et al.	0
III Rajagopalan et al.	0,4 % (n=3)
IV Nafisi et al.	/
V Tao et al.	0,2 % (n=4)
VI McDonnell et al.	0,4 % (n=4)
VII Kan et al.	/
Gesamt	0,3 % (n=12)

3.6 Aspiration und Regurgitation

Die Aspiration wird anhand des pH-Wertes mittels Lackmuspapier oder pH-Meter ermittelt. Gemessen wird dieser an der Innenseite des Cuffs. Als Grenzwert gilt ein pH von < 4 bzw. $< 2,5$ (68,69,115). Weiterhin wird zum Nachweis von Gallenflüssigkeit die fiberoptische Endoskopie sowie ein postoperatives Thoraxröntgen benutzt. Diese Verfahren kommt jedoch nur bei vorausgegangener Bestätigung von Regurgitation zur Anwendung (67,113). Das Auftreten einer perioperativen Hypoxämie, Keuchen, Husten, einer hörbaren Krepitation bei Auskultation oder postoperativer Dyspnoe sind außerdem klinische Parameter für eine mögliche Aspiration (69). In keiner der Studien kommt es zur Evidenz einer Aspiration.

Die Regurgitation als retrograder Rückfluss von Speisebrei und Flüssigkeiten aus dem Magen und Ösophagus in den Mund wird durch eine Examination der Mundhöhle und der LMA überprüft. Teilweise wird auch hier der pH-Wert ermittelt (68,69). Nach Entfernung der LMA wird diese sowie nochmals die Mundhöhle auf sichtbaren Speisebrei und Blut überprüft.

Es kommt in einem Fall (0,02 %) unmittelbar während der Entwicklung des Kindes bei Ausübung von Druck auf den Fundus zur Regurgitation. Der Druck wird unterbrochen, die Flüssigkeit abgesaugt und im weiteren Verlauf sind keine respiratorischen Komplikationen dadurch entstanden. Die Ermittlung des pH-Wertes des Cuffs ergibt keinen Wert < 4 und im bildgebenden Verfahren 24 Stunden postoperativ werden keine Zeichen von Aspiration gefunden (68).

Blut bei Extubation kann bei insgesamt 23 Patientinnen (0,5 %) nachgewiesen werden (67,69,115). Halaseh erwähnt das Vorkommen von Blut bei Extubation, gibt dazu jedoch keine genaueren Angaben (68). Zur Ansicht der Ergebnisse siehe Tabelle 12.

Bei Verwendung des ETT kommt es bei einer Patientin (0,02 %) zur Aspiration, bei acht Patientinnen (0,2 %) zur Regurgitation von Mageninhalt. Dabei sind vier Fälle (0,1 %) davon während der Einleitungs- und fünf Fälle (0,1 %) während der Extubationsphase betroffen, wobei es bei einer Patientin (0,02 %) sowohl in der Induktions- als auch in der Ausleitungsphase zur Regurgitation kommt. Bei zwei der Patientinnen (0,04 %) kommt es zum Auftreten der Komplikation im Rahmen eines elektiven Eingriffes (14). Blut bei Extubation wird bei insgesamt zwei Patientinnen (0,04 %) nachgewiesen (siehe Tabelle 13).

Tabelle 12: Vorkommen von Aspiration, Regurgitation und Blut bei Extubation bei Verwendung der LMA

Studie	Aspiration	Regurgitation	Blut bei Extubation
I Geng	0 % (n=0)	0 % (n=0)	/
II Saini	0 % (n=0)	0 % (n=0)	6,7 % (n=2)
III Yao	0 % (n=0)	0 % (n=0)	2,6 % (n=18)
IV Halaseh	0 % (n=0)	0,03 % (n=1)	/ (ist vorgekommen, aber keine genaueren Angaben)
V Han	0 % (n=0)	0 % (n=0)	0,3 % (n=3)
Gesamt	0 % (n=0)	0,02 % (n=1)	0,5 % (n=23)

Tabelle 13: Vorkommen von Aspiration, Regurgitation und Blut bei Extubation bei Verwendung des ETT

Studie	Aspiration	Regurgitation	Blut bei Extubation
I Geng et al.	0 % (n=0)	0 % (n=0)	/
II Saini et al.	0 % (n=0)	0 % (n=0)	6,7 % (n=2)
III Rajagopalan et al.	0 % (n=0)	0 % (n=0)	/
IV Nafisi et al.	/	/	/
V Tao et al.	0 % (n=0)	/	/
VI McDonell et al.	0,1 % (n=1)	0,7 % (n=8)	/
VII Kan et al.	0 % (n=0)	/	/
Gesamt	0,02 % (n=1)	0,2 % (n=8)	0,04 % (n=2)

3.7 Postoperative Beschwerden

Die Patientinnen werden innerhalb von 24 Stunden nach der Operation befragt, ob sie Halsschmerzen verspüren bzw. ob eine Dysphonie vorliege. Ein Großteil der Studien macht zu den postoperativen Beschwerden keine Angaben (14,15,113,117,118). Das Auftreten von Heiserkeit wird nur in zwei Studien betrachtet (68,116).

Es kommt bei insgesamt 52 Patientinnen (1,1%) nach dem Eingriff mit LMA zum Auftreten von Halsschmerzen, bei einer Patientin (0,02 %) zum Auftreten von Heiserkeit (siehe Tabelle 14) (67–69,115).

Das Auftreten von Halsschmerzen wird nach Verwendung des ETT in 22 Fällen (0,5 %) beobachtet, Heiserkeit tritt nicht auf (siehe Tabelle 15).

Tabelle 14: Postoperative Beschwerden nach LMA

Studie	Halsschmerzen	Heiserkeit
I Geng et al.	/	/
II Saini et al.	6,7 % (n=2)	/
III Yao et al.	3,4 % (n=24)	/
IV Halaseh et al.	0,7 % (n=21)	0,03 % (n=1)
V Han et al.	0,5 % (n=5)	/
Gesamt	1,1 % (n=52)	0,02 % (n=1)

Tabelle 15: Postoperative Beschwerden nach ETT

Studie	Halsschmerzen	Heiserkeit
I Geng et al.	/	/
II Saini et al.	73,3 % (n=22)	/
III Rajagopalan et al.	/	/
IV Nafisi et al.	/	/
V Tao et al.	/	0 % (n=0)
VI McDonnell et al.	/	/
VII Kan et al.	/	/
Gesamt	0,5 % (n=22)	0 % (n=0)

3.8 Laryngospasmus und Bronchospasmus

In keiner der Studien kommt es unter Verwendung der LMA zum Auftreten eines Laryngo- oder Bronchospasmus (67–69,113).

Unter der Anwendung des ETT wird in 9 Fällen (0,2%) von dem Auftreten eines Laryngospasmus und in 19 Fällen (0,4 %) von dem Auftreten eines Bronchospasmus berichtet (14,118). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass Kan et al. in ihrer Studie nicht zwischen Laryngo- und Bronchospasmus differenzieren (118). Das führt dazu, dass die Ergebnisse aus dieser Studie sowohl unter Broncho- als auch unter Laryngospasmus aufgeführt werden und somit doppelt betrachtet werden (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Laryngo- und Bronchospasmus bei ETT

Studie	Laryngospasmus	Bronchospasmus
I Geng et al.	0 % (n=0)	0 % (n=0)
II Saini et al.	/	/
III Rajagopalan et al.	/	/
IV Nafisi et al.	/	/
V Tao et al.	/	/
VI McDonell et al.	0,3 % (n=3)	1 % (n=13)
VII Kan et al.	0,8 % (n=6) Gemeinsam erwähnt	0,8 % (n=6) Gemeinsam erwähnt
Gesamt	0,2 % (n=9)	0,4 % (n=19)

4 Diskussion

Die Herausforderung in der geburtshilflichen Anästhesiologie liegt für die/den AnästhesistIn darin, sowohl auf die Mutter als auch auf das ungeborene Kind acht zu geben, auch wenn die Priorität auf der Sicherheit der Mutter liegt (119). So können vor allem bei dringender Indikation zur Sectio Cesarea die für das jeweilige Individuum notwendigen therapeutischen Maßnahmen in Kontrast zueinanderstehen. Obwohl das Verfahren der Regionalanästhesie die in vielen Ländern präferierte Vorgehensweise im Rahmen einer Sectio Cesarea ist, so hat die Allgemeinanästhesie immer noch einen wichtigen Stellenwert bei diesem Eingriff. Ein besonderes Augenmerk liegt hier auf Notfallsituationen, bestehenden Kontraindikationen für eine Regionalanästhesie und einer erfolglosen Durchführung des Regionalverfahrens. Aufgrund der abnehmenden Häufigkeit der Allgemeinanästhesie bei schwangeren Patientinnen besteht Sorge darin, dass junge ÄrztInnen in Ausbildung nicht mehr ausreichend für das Atemwegsmanagement bei geburtshilflichen Patientinnen trainiert werden (14,119). Doch gerade für die Allgemeinanästhesie bei Sectio Cesarea besteht ein höheres Risiko für Komplikationen als bei dem regionalen Verfahren. So resultiert die Mehrheit der anästhesiebedingten mütterlichen Todesfälle aus Komplikationen des Atemwegsmanagements im Rahmen einer Hypoxämie aufgrund einer Atemwegsobstruktion oder einer ösophagealen Intubation (14,17,119). Dies kann nicht nur schwerwiegende Folgen für die Mutter haben, sondern auch in einer erhöhten fetalen Mortalität resultieren. Die mütterliche Sterblichkeitsrate bei Sectio Cesarea im Rahmen einer erfolglosen Intubation wurde mit 2,3/100.000 Fälle (ein Todesfall pro 90 erfolglose Intubationen) ermittelt (113,120). Die Inzidenz in der geburtshilflichen Anästhesie für eine erschwerte Intubation wurde mit 1/30 Fälle (3,3 %), die für eine gescheiterte Intubation mit 1/274 Fälle (0,36 %) ermittelt und ist damit vergleichbar mit Statistiken aus den USA und dem Vereinigten Königreich (14). Rajagopalan et al. haben in ihrer Studie eine Inzidenz von 1/232 Fällen für eine erfolglose Intubation bei Sectio Cesarea unter Allgemeinanästhesie errechnet (117). Bereits schon lange Bestandteil der Guidelines für einen schwierigen Atemweg bei nicht geburtshilflichen PatientInnen, ist in diesem Zusammenhang die LMA als Bestandteil der aktuellen Guidelines der All India Difficult Airway Association von 2016 und der Obstetrics Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society des

Vereinigten Königreichs von 2015 zu erwähnen (17,119). Die Guidelines gehen speziell auf das schwierige Atemwegsmanagement für die geburtshilfliche Anästhesie ein, in denen mittlerweile auch hier der SAD bei gescheiterter Intubation als Atemwegsinstrument zur weiteren Atemwegssicherung einen wichtigen Grundstein bildet. So ist die LMA zwar ein fester Bestandteil in Guidelines bei schwierigem Atemweg von schwangeren Patientinnen, aber zur direkten Anwendung statt eines ETT wird weiterhin Abstand genommen (17,119). Ein effektiver Atemweg konnte für den ETT bei 4769 von insgesamt 4777 Patientinnen (99,8 %) erreicht werden, dabei bei 96 Fällen (2 %) erst bei dem zweiten oder dritten Intubationsversuch. Für die LMA gelang in 4846 von 4853 Fällen (99,9 %) eine effektive Ventilation, davon bei 33 Patientinnen (0,7 %) erst nach dem zweiten oder dritten Insertionsversuch. Bei 12 Patientinnen diente die LMA zur weiteren Atemwegssicherung bei erfolgloser ETI. Somit zeigt sich, dass bei einem hohen Anteil der schwangeren Patientinnen eine suffiziente Ventilation mit LMA möglich ist.

Das größte Bedenken bei der LMA betrifft den Aspirationsschutz. Nach Entwicklung der LMA der zweiten Generation mit einem separaten ösophagealen Drainagekanal wurde bereits ein wichtiger Schritt zur Verbesserung des Schutzes vor Regurgitation getan (27). Dennoch gilt die schwangere Patientin unter Geburt aufgrund der physiologischen Veränderungen während der Schwangerschaft und den durch das operative Verfahren erhöhten intraabdominellen Druck als Risikopatientin für eine mögliche Aspiration. Das Aspirationsrisiko für geburtshilfliche Patientinnen wurde mit einer Inzidenz von 1:667 ermittelt (69), das Aspirationsrisiko für chirurgische PatientInnen mit LMA beträgt laut einer Studie 0,02 % und ist damit vergleichbar mit dem für eine ETI mit 0,03 % (113). Laut Brimacombe ist das Risiko für eine Aspiration mit LMA unter vorheriger Gabe von Prophylaxe mit 0,012 % sogar noch geringer (52). Bei den näher betrachteten Studien unter Verwendung der LMA gab es keine Evidenz für eine Aspiration, es kam bei einer Patientin (0,03 %) zur Regurgitation ohne weitere Folgen. Die Regurgitation trat direkt bei Entwicklung des Kindes, für die die ChirurgnInnen einen erhöhten Druck auf den Fundus ausgeübt haben, auf (68). Im Vergleich dazu kam es unter Verwendung des ETT in einem Fall zur Aspiration (0,1 %), in acht (0,7 %) Fällen zur Regurgitation (14). Von grundlegender Bedeutung zur Risikominimierung einer Aspiration bei LMA ist die suffiziente Platzierung. Die korrekte Position der LMA sollte anhand der Beatmungsparameter und

klinischen Tests unmittelbar nach dem Einführen überprüft werden. Da meistens trotz insuffizienter Lage eine effektive Ventilation möglich ist, sollte bei bestehendem Zweifel die Position reevaluiert und ggf. angepasst werden. Wenn als Ressource vorhanden, wird empfohlen die Lage mit entsprechenden Hilfsmitteln, wie die fiberoptische Technik, zu überprüfen (61,82). So bietet die LMA im Vergleich zum ETT den Vorteil, dass meistens trotz Fehllage eine effiziente Ventilation möglich ist. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer Hypoxie für die Patientin minimiert und die/der AnästhesistIn hat mehr Zeit, die Position der LMA zu korrigieren bzw. ein weiteres Atemwegsmanagement durchzuführen. Eine wichtige Voraussetzung bei insuffizienter Lage ist aufgrund des fehlenden Aspirationsschutzes die ständige Absaugbereitschaft. In einer in vivo-Studie konnte durch Einbringen von dem Färbemittel Methylenblau in den Hypopharynx durch den Drainagekanal gezeigt werden, dass bei korrekter Position und damit ausreichender Dichte die Flüssigkeit nicht in die Atemwege eintreten konnte (121). Neben der unerkannten Fehllage stellen außerdem eine inadäquate Patientenauswahl und eine insuffiziente Narkosetiefe die Hauptursachen für eine Aspiration dar (52). Als eine weitere Maßnahme zur Prävention der Aspiration wird in den aktuellen Guidelines weiterhin die Gabe einer Prämedikation mit H₂-Antagonisten, PPI und Dopamin-Antagonisten empfohlen (17,119). In den ASA-Guidelines wird allgemein für elektive Eingriffe eine Nüchternheit von mindestens sechs Stunden für Essen empfohlen, klare Flüssigkeiten können bis zu zwei Stunden vor der Operation konsumiert werden (122). Die zuvor genannte Prämedikation wird im elektiven Setting nur für PatientInnen mit einem erhöhten Aspirationsrisiko empfohlen. Für die geburtshilfliche Anästhesie finden sich sowohl für die Prämedikation als auch für die Nüchternheit keine expliziten Empfehlungen (17,119,122).

Bei dem Vergleich und der Auswertung der Studien ergeben sich einige Limitationen, die bei möglichen Schlussfolgerungen in Betracht gezogen werden sollten.

Die Ausarbeitung einer Meta-Analyse war nicht möglich, da den gleichen Outcome-Parametern jeweils eine unterschiedliche Definition zugrunde liegt. So wird z. B. die Aspiration in einer Studie ab einem pH-Wert von kleiner 4 angegeben, in einer anderen Studie erst ab einem pH-Wert von kleiner 2,5 (68,69,115). Außerdem werden bestimmte Parameter in den Studien ohne genauere Erläuterung erhoben oder aber

gar nicht berücksichtigt. So kann es sein, dass für das Vorliegen mancher Ereignisse, wie z. B. den postoperativen Beschwerden, nur eine geringe Evidenz vorliegt, da diese in den meisten Studien nicht berücksichtigt wurden und das Ergebnis dann fälschlicherweise niedrig ausfällt.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich im Rahmen der ausgewählten Studienpopulation. Die Größe der Population variiert in einer großen Bandbreite und so können gerade bei einer kleinen Studienpopulation seltene Ereignisse wie die Aspiration statistisch nicht erfasst werden. Weiterhin werden verschiedene Ausschlusskriterien verwendet, was zu einer unterschiedlich demografischen Verteilung der Studienteilnehmerinnen führt. So werden beispielsweise in manchen Studien Risikopatientinnen mit einem hohen BMI oder einem voraussehbaren schwierigen Atemweg ausgeschlossen. Zusätzlich werden nicht in allen Studien sowohl elektive als auch Notfalleingriffe miteingeschlossen. Dies führt dazu, dass Patientinnen mit einem hohen Risiko aus anästhesiologischer Sicht nicht inkludiert wurden. So wäre aber gerade das Outcome für die Verwendung der LMA bei Hochrisikopatientinnen ausschlaggebend für eine weiterführende Aussage hinsichtlich des Risikoprofils.

Bei der Auswahl des Studientyps findet sich eine weitere Limitation. Viele der Studien sind retrospektiv und weisen so deutliche Nachteile hinsichtlich der Aussagekraft auf. Dabei sollte bedacht werden, dass die Qualität der erhobenen Daten mangelhaft sein kann und Kausalitätszusammenhänge nicht immer endgültig geklärt werden können. Ein Problem bei der Durchführung einer prospektiven Studie könnte die Zulassung im Rahmen der Ethikkommission sein. Auch findet nur bei wenigen Studien ein direkter Vergleich der LMA mit dem ETT durch eine Vergleichsgruppe statt. Bei einer multizentrischen Studie besteht außerdem eine mögliche Bias durch unterschiedliche klinische Standards und ein unterschiedliches Vorgehen in dem jeweiligen Krankenhaus. So könnten die Ergebnisse z. B. unterschiedlich ausfallen abhängig davon ob ein/e junge/r AnästhesistIn oder ein/e erfahrene/r KollegIn die Technik anwendet.

Verschiedene Kriterien zu den bereits oben genannten Faktoren könnten zur optimalen Vorbereitung einer Studie zu diesem Thema hilfreich sein. Die Studie sollte prospektiven Charakters sein und eine große Studienpopulation mit sowohl Hochrisikopatientinnen als auch elektiven und dringenden Eingriffen umfassen. Zusätzlich sollte eine direkte Vergleichsgruppe des ETT mit der LMA eingeplant werden. Ein

genaues Studienprotokoll sollte festgehalten und die Definition der Parameter zuvor festgelegt werden. Bei der Planung mehrere Kliniken und Standorte in die Studie miteinzuschließen, sollte zuvor eine Kommunikation hinsichtlich der dortigen Standards und Durchführung der jeweiligen Technik erfolgen. Es könnte zusätzlich hilfreich sein die Daten durch einen unabhängigen Beobachter erfassen zu lassen.

5 Conclusio

Abschließend lässt sich sagen, dass die LMA eine mögliche Alternative zur ETT in der geburtshilflichen Anästhesie bei Sectio Cesarea darstellt. Von grundlegender Bedeutung bei der Anwendung der LMA ist eine sorgfältige Auswahl der Patientinnen und die Überprüfung der Position, damit ein dichter Sitz und damit ein größtmöglicher Schutz vor Regurgitation und Aspiration gegeben sind. Außerdem sollte eine gute Vorbereitung des Arbeitsplatzes und des Personals gewährleistet und mögliche Hilfsmittel im Falle eines schwierigen Atemweges rechtzeitig verfügbar sein. In den Studien gab es keine Evidenz für eine Aspiration und es konnte in fast allen Fällen eine effektive Ventilation erreicht werden. Die LMA hat bereits einen festen Platz in den Guidelines des Atemwegsmanagements der geburtshilflichen Patientin bei erfolgloser ETI, ob diese sich zur direkten Anwendung anstelle des ETT eignet sollte in weiteren großen prospektiven Studien, die sowohl elektive als auch dringliche Indikationen miteinschließen, überprüft werden.

Literaturverzeichnis

1. Heidemann BH, McClure JH. Changes in maternal physiology during pregnancy. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain*. 2003;3(3):65–8.
2. Bamber JH, Dresner M. Aortocaval Compression in Pregnancy: The Effect of Changing the Degree and Direction of Lateral Tilt on Maternal Cardiac Output. *Anesth Analg*. 2003;97:256–8.
3. Striebel HW. *Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin Für Studium und Ausbildung*. Stuttgart: Schattauer GmbH; 2017.
4. Maass N, Weigel MT. Sectio caesarea (Kaiserschnitt). In: *Klinikmanual Gynäkologie und Geburtshilfe* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 358–63. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-540-78375-6_46
5. Afolabi BB, Lesi AF, Merah NA. Regional versus general anaesthesia for caesarean section. In: Afolabi BB, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2006 [cited 2017 Sep 5]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004350.pub2>
6. Mylonas I, Friese K. Indications for and Risks of Elective Cesarean Section. *Dtsch Ärzteblatt Int* [Internet]. 2015;112(29–30):489–95. Available from: </pmc/articles/PMC4555060/?report=abstract>
7. National Institutes of Health Consensus Development Panel. National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement. *Pediatrics* [Internet]. 2001;108(6):972–82. Available from: <http://dx.doi.org/>
8. Betrán AP, Merialdi M, Lauer JA, Bing-Shun W, Thomas J, Van Look P, et al. Rates of caesarean section: analysis of global, regional and national estimates. *Paediatr Perinat Epidemiol* [Internet]. 2007 Mar 1 [cited 2017 Sep 5];21(2):98–113. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3016.2007.00786.x>
9. Liu S, Liston RM, Joseph KS, Heaman M, Sauve R, Kramer MS. Maternal mortality and severe morbidity associated with low-risk planned cesarean delivery versus planned vaginal delivery at term. *Cmaj*. 2007;176(4):455–60.
10. Kolås T, Saugstad OD, Daltveit AK, Nilsen ST, Øian P. Planned cesarean versus planned vaginal delivery at term: Comparison of newborn infant outcomes. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2006 Dec [cited 2017 Sep 5];195(6):1538–43. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002937806006077>

11. Zanardo V, Simbi A, Franzoi M, Soldá G, Salvadori A, Trevisanuto D. Neonatal respiratory morbidity risk and mode of delivery at term: influence of timing of elective caesarean delivery. *Acta Paediatr* [Internet]. 2004 May 1 [cited 2017 Sep 5];93(5):643–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1651-2227.2004.tb02990.x>
12. Stamer UM, Wiese R, Stüber F, Wulf H, Meuser T. Change in anaesthetic practice for Caesarean section in Germany. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49(2):170–6.
13. Jenkins JG, Khan MM. Anaesthesia for Caesarean section: a survey in a UK region from 1992 to 2002. *Anaesthesia* [Internet]. 2003 Nov 1 [cited 2017 Sep 5];58(11):1114–8. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2044.2003.03446.x>
14. McDonnell NJ, Paech MJ, Clavisi OM, Scott KL. Difficult and failed intubation in obstetric anaesthesia: an observational study of airway management and complications associated with general anaesthesia for caesarean section. *Int J Obstet Anesth* [Internet]. 2008;17(4):292–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijoa.2008.01.017>
15. Nafisi S, Darabi ME, Rajabi M, Afshar M. General anesthesia in cesarean sections: A prospective review of 465 Cesarean sections Performed under general Anesthesia. *Middle East J Anesthesiol*. 2014;22(4):377–84.
16. Iqbal MM, Sobhan T, Ryals T. Effects of Commonly Used Benzodiazepines on the Fetus, the Neonate, and the Nursing Infant. *Psychiatr Serv* [Internet]. 2002;53(1):39–49. Available from: <http://psychiatryonline.org/doi/abs/10.1176/appi.ps.53.1.39>
17. Pawar DK, Rajan J, Raveendra US, Ramesh S, Shetty SR, Divatia JV, et al. All India difficult airway association 2016 guidelines for the management of unanticipated difficult tracheal intubation in paediatrics. *Indian J Anaesth*. 2016;60(12):906–14.
18. Neuhäuser C, Wagner B, Heckmann M, Weigand M a, Zimmer K-P. Analgesia and sedation for painful interventions in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int*. 2010;107(14):241–247, I–II, I.
19. Asai T. Airway management in patients undergoing emergency Cesarean section. *J Anesth*. 2015;29(6):927–33.
20. Esch, Jochen Schulte; Bause, Hanswerner; Kochs E et al. Verschiedene Regionalanästhesieverfahren. In: Esch, Jochen Schulte; Bause, Hanswerner; Kochs E et al., editor. *Duale Reihe Anästhesie*. Stuttgart: Thieme Verlagsgruppe; 2011. p. 195–220.
21. Van Zundert TCR V, Brimacombe JR, Ferson DZ, Bacon DR, Wilkinson DJ. Archie Brain: Celebrating 30 years of development in laryngeal mask airways. *Anaesthesia*. 2012;67(12):1375–85.

22. Brain a I. The laryngeal mask--a new concept in airway management. *Br J Anaesth* [Internet]. 1983;55(8):801–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6349667>
23. Bein B, Francksen H, Steinfath M. Atemwegsmanagement: Supraglottische Atemwegshilfen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmedizin Schmerztherapie*. 2011;46(9):598–607.
24. Laryngeal Mask Airway [Internet]. Available from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LMA_Adult_size_4.JPG
25. LMA with aperture bars. University of California, San Francisco.
26. Timmermann A. Modernes Atemwegsmanagement: Aktuelle Konzepte für mehr Patientensicherheit. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmedizin Schmerztherapie*. 2009;44(4):246–56.
27. Cremer S, Timmermann A. Larynxmasken – Indikationen und Kontraindikationen. 2014;(40):41–7.
28. Laryngeal Mask Airway ProSeal [Internet]. Available from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ProSeal_Laryngeal_Mask_Airway_inflated_001.jpg
29. LMA Supreme - Teleflex [Internet]. Available from: https://ems.pgpic.com/LMA_North_America_LMA_Supreme_2.jpg
30. i-gelTM - Teleflex.
31. LMA FastrachTM - Teleflex [Internet]. Available from: http://www.teleflexarcatalog.com/images/products/airway/hi-res/AR_136060.jpg
32. Brimacombe JR. Pre-anesthesia phase. In: *Laryngeal mask anesthesia: Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 177–90.
33. Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C. Übergewicht und Adipositas in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* [Internet]. 2013;56(5):786–94. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1656-3>
34. Cuschieri A. Laparoscopic surgery: Current status, issues and future developments. *Surg* [Internet]. 2005 Jun [cited 2017 Sep 6];3(3):125–38. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1479666X05800320>
35. Keul W, Bernhard M, Völkl A, Gust R, Gries A. Methoden des Atemwegsmanagements in der präklinischen Notfallmedizin. *Anaesthesist* [Internet]. 2004;53(10):978–92. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00101-004-0734-9>

36. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Döriges V, Zwissler B TA. S1 - Leitlinie Atemwegsmanagement [Internet]. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI). 2015. p. 1–42. Available from: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-028.html>
37. Ruetzler K, Roessler B, Potura L, Priemayr A, Robak O, Schuster E, et al. Performance and skill retention of intubation by paramedics using seven different airway devices—A manikin study. *Resuscitation* [Internet]. 2011 May [cited 2017 Sep 6];82(5):593–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957211000505>
38. Laxton CH, Kipling R. Lingual nerve paralysis following the use of the laryngeal mask airway. *J Assoc Anaesth Gt Britain Irel* [Internet]. 1996;51(9):869–70. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2044.1996.tb12621.x/full>
39. Ahmad N.S. YSM. Laryngeal mask airway and lingual nerve injury. *J Assoc Anaesth Gt Britain Irel* [Internet]. 1996;51(July):707–708. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2044.1996.tb07865.x/full>
40. Majumder S, Hopkins PM. Bilateral lingual nerve injury following the use of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* [Internet]. 1998 Feb 1 [cited 2017 Aug 30];53(2):184–6. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2044.1998.00313.x>
41. BRIMACOMBE, AJ. The proseal laryngeal mask airway for ventilation and airway protection. *Laryngeal mask Anesth Princ Pract* [Internet]. 2005 [cited 2017 Aug 29];505–38. Available from: <http://ci.nii.ac.jp/naid/10027265363/en/>
42. Brain AJ, Verghese C, Strube PJ. The LMA “ProSeal”—a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* [Internet]. 2000;84(5):650–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10844848>
43. Keller C, Brimacombe J. Mucosal pressure and oropharyngeal leak pressure with the ProSeal versus laryngeal mask airway in anaesthetized paralysed patients. *Br J Anaesth*. 2000;85(2):262–6.
44. Seet E, Rajeev S, Firoz T, Yousaf F, Wong J, Wong DT, et al. Safety and efficacy of laryngeal mask airway Supreme versus laryngeal mask airway ProSeal: a randomized controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2010;27(7):602–7.
45. Brimacombe J, Holyoake L, Keller C, Barry J, Mecklem D, Blinco A, et al. Emergence characteristics and postoperative laryngopharyngeal morbidity with the laryngeal mask airway: a comparison of high versus low initial cuff volume. *Anaesthesia* [Internet]. 2000 Apr [cited 2017 Aug 30];55(4):338–43. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2044.2000.01285.x>

46. BERNHARD M, MOHR S, WEIGAND MA, MARTIN E, WALTHER A. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2012 Feb 1 [cited 2017 Aug 29];56(2):164–71. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-6576.2011.02547.x>
47. Mohr S, Weigand MA, Hofer S, Martin E, Gries A, Walther A, et al. Developing the skill of laryngeal mask insertion. *Anaesthesist* [Internet]. 2013 Jun;62(6):447–52. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00101-013-2185-7>
48. Russo SG, Goetze B, Troche S, Barwing J, Quintel M, Timmermann A. LMA-ProSeal for elective postoperative care on the intensive care unit: a prospective, randomized trial. *Anesthesiology*. 2009;111(1):116–21.
49. Todd DW. A comparison of endotracheal intubation and use of the laryngeal mask airway for ambulatory oral surgery patients. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2002 Jan [cited 2017 Aug 29];60(1):2–4. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278239102090262>
50. Junger A, Klasen J, Hartmann B, Benson M, Röhrig R, Kuhn D, et al. Shorter discharge time after regional or intravenous anaesthesia in combination with laryngeal mask airway compared with balanced anaesthesia with endotracheal intubation. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2002 Feb 16 [cited 2017 Aug 29];19(2):119. Available from: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0265021502000212
51. Keller C, Brimacombe J. Bronchial mucus transport velocity in paralyzed anesthetized patients: a comparison of the laryngeal mask airway and cuffed tracheal tube. *Anesth Analg* [Internet]. 1998;86(6):1280–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9620520>
52. Brimacombe JR. Pathophysiology. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 105–36.
53. Brimacombe JR, Berry A. The incidence of aspiration associated with the laryngeal mask airway: A meta-analysis of published literature. *J Clin Anesth* [Internet]. 1995 Jun [cited 2017 Sep 7];7(4):297–305. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/095281809500026E>
54. Brimacombe JR. *The Laryngeal Mask Airway: A Review and Practical Guide* [Internet]. W B Saunders Co Ltd; 2005. Available from: https://www.amazon.de/Laryngeal-Mask-Airway-Review-Practical/dp/0702023213/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1504779927&sr=8-1&keywords=9780702027000
55. Timmermann A. Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesthesia* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2017 Aug 29];66(s2):45–56. Available

from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2011.06934.x>

56. Ferson D, Chi TL. Developments in General Airway Management. *Thorac Surg Clin* [Internet]. 2005 Feb [cited 2017 Aug 31];15(1):39–53. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S154741270400177X>
57. Ferson DZ, Rosenblatt WH, Johansen MJ, Osborn I, Ovassapian a. Use of the intubating LMA-Fastrach in 254 patients with difficult-to-manage airways. *Anesthesiology*. 2001;95(5):1175–81.
58. Brimacombe JR. Conduit to the respiratory and gastrointestinal tracts. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice* [Internet]. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 153–76. Available from: <https://www.aerzteblatt.de/bilder/cache/00/00/03/76/img-37628-250-0.GIF>
59. Cook TM, Silsby J, Simpson TP. Airway rescue in acute upper airway obstruction using a ProSeal™ Laryngeal mask airway and an Aintree Catheter™: a review of the ProSeal™ Laryngeal mask airway in the management of the difficult airway. *Anaesthesia* [Internet]. 2005 Nov 1 [cited 2017 Aug 31];60(11):1129–36. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2005.04370.x>
60. van Zundert TC, Wong DT van ZA. The LMA-Supreme™ as an intubation conduit in patients with known difficult airways: a prospective evaluation study. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2013;57(1):77–81. Available from: https://www.researchgate.net/publication/233736378_The_LMA-Supreme_TM_as_an_intubation_conduit_in_patients_with_known_difficult_airways_a_prospective_evaluation_study
61. Brimacombe JR. Placement phase. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 191–240.
62. Pollack C V. The laryngeal mask airway: A comprehensive review for the Emergency Physician. *J Emerg Med* [Internet]. 2001 Jan [cited 2017 Aug 30];20(1):53–66. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0736467900002730>
63. Stone DJ GT. Evaluation and Recognition of the Difficult Airway. In: *Anesthesia, editor. Airway Management*. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2000. p. 1419.
64. Knill RL. Difficult laryngoscopy made easy with a “BURP”. *Can J Anaesth* [Internet]. 1993;40(3):279–82. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03037041>
65. Sellick BA. CRICOID PRESSURE TO CONTROL REGURGITATION OF STOMACH CONTENTS DURING INDUCTION OF ANÆSTHESIA. *Lancet* [Internet]. 1961 Aug [cited

- 2017 Sep 4];278(7199):404–6. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673661924850>
66. Stept WJ, Safar P. Rapid Induction/Intubation for Prevention of Gastric-Content Aspiration. *Anesth Analg*. 1970;49(4):633–6.
 67. Han T-H, Brimacombe J, Lee E-J, Yang H-S. The laryngeal mask airway is effective (and probably safe) in selected healthy parturients for elective Cesarean section: a prospective study of 1067 cases. *Can J Anesth* [Internet]. 2001;48(11):1117–21. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03020379>
 68. Halaseh BK, Sukkar ZF, Haj Hassan L, Sia ATH, Bushnaq WA, Adarbeh H. The use of ProSeal laryngeal mask airway in caesarean section - Experience in 3000 cases. *Anaesth Intensive Care*. 2010;38(6):1023–8.
 69. Yao WY, Li SY, Sng BL, Lim Y, Sia ATH. The LMA Supreme™ in 700 parturients undergoing Cesarean delivery: An observational study. *Can J Anesth*. 2012;59(7):648–54.
 70. Butler J, Sen A. Cricoid pressure in emergency rapid sequence induction. *Emerg Med J* [Internet]. 2005 Oct 21;22(11):815 LP-816. Available from: <http://emj.bmj.com/content/22/11/815.abstract>
 71. Priebe H-J. Cricoid pressure: an alternative view. *Semin Anesth Perioper Med Pain* [Internet]. 2005 Jun [cited 2017 Sep 4];24(2):120–6. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277032605000164>
 72. Benhamou D. Cricoid pressure is unnecessary in obstetric general anaesthesia. *Int J Obstet Anesth* [Internet]. 1995 Jan [cited 2017 Sep 4];4(1):30–1. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0959289X9582226Z>
 73. Ansermino JM, Blogg CE. Cricoid pressure may prevent insertion of the laryngeal mask airway. *Br J Anaesth*. 1992;69(5):465–7.
 74. Asai T, Barclay K, McBeth C, Vaughan RS. Cricoid pressure applied after placement of the laryngeal mask prevents gastric insufflation but inhibits ventilation. *Br J Anaesth* [Internet]. 1996;76(6):772–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8679347>
 75. Asai T, Barclay K, Power I, Vaughan RS. Cricoid pressure impedes placement of the laryngeal mask airway and subsequent tracheal intubation through the mask. *Br J Anaesth* [Internet]. 1994;72(1):47–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8110549>
 76. Brimacombe J, White A, Berry A. Effect of cricoid pressure on ease of insertion of the laryngeal mask airway. *Br J ...* [Internet]. 1993;71(6):800–2. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8280541>
<http://bj.oxfordjournals.org/content/71/6/800.short>

77. Brimacombe J. Cricoid pressure and the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* [Internet]. 1991 Nov 1 [cited 2017 Sep 4];46(11):986–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.1991.tb09871.x>
78. Brimacombe JR. Difficult airway. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 297–355.
79. Aoyama K, Takenaka I, Sata T, Shigematsu A. Cricoid pressure impedes positioning and ventilation through the laryngeal mask airway. *Can J Anaesth* [Internet]. 1996;43(10):1035–40. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03011906>
80. Ellis DY, Harris T, Zideman D. Cricoid Pressure in Emergency Department Rapid Sequence Tracheal Intubations: A Risk-Benefit Analysis. *Ann Emerg Med*. 2007;50(6):653–65.
81. Takeda T, Tanigawa K, Tanaka H, Hayashi Y, Goto E, Tanaka K. The assessment of three methods to verify tracheal tube placement in the emergency setting. *Resuscitation* [Internet]. 2003 Feb [cited 2017 Sep 7];56(2):153–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957202003453>
82. Timmermann A, Cremer S, Eich C, Kazmaier S, Bräuer A, Graf BM, et al. Prospective clinical and fiberoptic evaluation of the Supreme laryngeal mask airway. *Anesthesiology*. 2009;110(2):262–5.
83. Brimacombe J, Keller C. Prime the ProSeal drain tube with lube from a tube! *Can J Anesth* [Internet]. 2005;52(3):338. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03016079>
84. Cook TM, Lee G, Nolan JP. The ProSeal™ laryngeal mask airway: a review of the literature. *Can J Anesth* [Internet]. 2005 Aug;52(7):739. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03016565>
85. O'Connor CJ Jr SM. Bubble Solution Diagnoses ProSeal™ Insertion into the Glottis. *Anesth Analg*. 2002;94(6):1671–2.
86. O'Connor CJ, Jr. BC and SM. Assessing ProSeal Laryngeal Mask Positioning: The Suprasternal Notch Test. *Anesth Analg* [Internet]. 2002;94(5):1374–5. Available from: http://journals.lww.com/anesthesia-analgnesia/Citation/2002/05000/Assessing_ProSeal_Laryngeal_Mask_Positioning__The.82.aspx
87. O'Connor CJ, Stix MS, Valade DR. Glottic insertion of the ProSeal™ LMA occurs in 6% of

- cases: A review of 627 patients. *Can J Anesth* [Internet]. 2005 Feb;52(2):199. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03027729>
88. Brimacombe JR. ProSeal LMA for ventilation and airway protection. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 505–37.
 89. Brimacombe JR. Anatomy. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 73–104.
 90. Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, Kubilis PS, Band R, Williams JL, et al. Respiratory system compliance decreases after cardiopulmonary resuscitation and stomach inflation: impact of large and small tidal volumes on calculated peak airway pressure. *Resuscitation* [Internet]. 1998 Aug [cited 2017 Sep 7];38(2):113–8. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957298000951>
 91. Joseph Brimacombe, M.B., Ch.B., F.R.C.A., M.D.; Christian Keller MD. The ProSeal Laryngeal Mask Airway: A Randomized, Crossover Study with the Standard Laryngeal Mask Airway in Paralyzed, Anesthetized Patients. *Anesthesiology*. 2000;93(7):104–9.
 92. Teoh WHL, Lee KM, Suhitharan T, Yahaya Z, Teo MM, Sia ATH. Comparison of the LMA Supreme vs the i-gel™ in paralysed patients undergoing gynaecological laparoscopic surgery with controlled ventilation. *Anaesthesia* [Internet]. 2010 Dec 1 [cited 2017 Sep 1];65(12):1173–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2010.06534.x>
 93. Beleña JM, Núñez M, Anta D, Carnero M, Gracia JL, Ayala JL, et al. Comparison of Laryngeal Mask Airway Supreme and Laryngeal Mask Airway Proseal with respect to oropharyngeal leak pressure during laparoscopic cholecystectomy. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2013;30(3):119–23. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003643-201303000-00006>
 94. Brimacombe JR. Seal with the respiratory and gastrointestinal tracts. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 137–52.
 95. Keller C, Pühringer F, Brimacombe JR. Influence of cuff volume on oropharyngeal leak pressure and fiberoptic position with the laryngeal mask airway. *Br J Anaesth*. 1998;81(2):186–7.
 96. Gerald Burgard TM. The effect of laryngeal mask cuff pressure on postoperative sore throat incidence. *J Clin Anesth* [Internet]. 1996 May 1 [cited 2017 Oct 15];8(3):198–201. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0952818095002294>
 97. Asai T, Brimacombe J. Cuff volume and size selection with the laryngeal mask. *Anaesthesia*.

2000;55(12):1179–84.

98. Goldmann K, Dieterich J, Rössler M. Laryngopharyngeal mucosal injury after prolonged use of the ProSeal™ LMA in a porcine model: A pilot study. *Can J Anesth* [Internet]. 2007;54(10):822. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03021710>
99. Shah K. ProSeal laryngeal mask airway as an alternative to standard endotracheal tube in securing upper airway in the patients undergoing beating-heart coronary artery bypass grafting. *Ann Card Anaesth* [Internet]. 2017;20(1):61–6. Available from: <http://myaccess.library.utoronto.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rzh&AN=120611254&site=ehost-live>
100. Moser B, Brimacombe J, Sharma B, Dutta A, Sood J, Kumra VP, et al. Prolonged Use of the Laryngeal Mask Airway ProSeal™ : A Report of Seven Cases Lasting 5-11 h. 2017;(April). Available from: <https://www.omicsonline.org/open-access/prolonged-use-of-the-laryngeal-mask-airway-proseal-tm-a-report-of-sevencases-lasting-511-h-2155-6148-1000717.pdf>
101. Brimacombe JR. Maintenance phase. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 241–63.
102. Stix MS, O'Connor CJ. Maximum minute ventilation test for the ProSeal laryngeal mask airway. *Anesth Analg* [Internet]. 2002;95(6):1782–7, table of contents. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=emed5&AN=2002442235%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12456459>
103. SANDERS JC, OLOMU PN, FURMAN JR. Detection, frequency and prediction of problems in the use of the proSeal laryngeal mask airway in children. *Pediatr Anesth* [Internet]. 2008 Oct 1 [cited 2017 Sep 1];18(12):1183–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1460-9592.2008.02784.x>
104. Brimacombe JR. Surgery. In: *Laryngeal mask anesthesia : Principles and Practice*. 2nd ed. Saunders (Elsevier Limited); 2005. p. 411–44.
105. Hamann A. Klinische Aspekte der Adipositas. In: Herpertz S, de Zwaan M, Zipfel S, editors. *Handbuch Essstörungen und Adipositas* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 271–9. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-540-76882-1_44
106. ZOREMBA M, AUST H, EBERHART L, BRAUNECKER S, WULF H. Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2009 Apr 1 [cited 2017 Sep 1];53(4):436–42. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-6576.2008.01882.x>
107. Olsen KS, Petersen JT, Pedersen NA, Røvsing L. Self-positioning followed by induction of

- anaesthesia and insertion of a laryngeal mask airway versus endotracheal intubation and subsequent positioning for spinal surgery in the prone position. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2014;31(5):259–65. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003643-201405000-00004>
108. López AM, Valero R. Use of supraglottic airway devices in patients positioned other than supine. *Trends Anaesth Crit Care* [Internet]. 2012 Apr [cited 2017 Sep 1];2(2):65–70. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210844012000263>
 109. López AM, Valero R, Brimacombe J. Insertion and use of the LMA Supreme™ in the prone position. *Anaesthesia* [Internet]. 2010 Feb 1 [cited 2017 Sep 7];65(2):154–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2009.06185.x>
 110. Enohumah KO, Imarengiaye CO. Factors associated with anaesthesia-related maternal mortality in a tertiary hospital in Nigeria. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2006 Feb 1 [cited 2017 Oct 15];50(2):206–10. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-6576.2006.00945.x>
 111. Quinn AC, Milne D, Columb M, Gorton H, Knight M. Failed tracheal intubation in obstetric anaesthesia: 2 yr national case-control study in the UK. *Br J Anaesth*. 2013;110(1):74–80.
 112. Lesage S. Cesarean delivery under general anesthesia: Continuing Professional Development. *Can J Anesth Can d'anesthésie* [Internet]. 2014;61(5):489–503. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0125-x>
 113. Geng Z-Y, Wang D-X. Laryngeal Mask Airway for Cesarean Delivery: A 5-Year Retrospective Cohort Study. *Chin Med J (Engl)* [Internet]. 2017;130(4):404. Available from: <http://www.cmj.org/text.asp?2017/130/4/404/199833>
 114. Ezri T, Szmuk P, Stein A, Konichezky S, Hagai T, Geva D. Peripartum general anesthesia without tracheal intubation: incidence of aspiration pneumonia. *Anaesthesia* [Internet]. 2000;55(5):421–426. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com.offcampus.lib.washington.edu/doi/10.1046/j.1365-2044.2000.01267.x/abstract%5Cnhttp://onlinelibrary.wiley.com.offcampus.lib.washington.edu/store/10.1046/j.1365-2044.2000.01267.x/asset/j.1365-2044.2000.01267.x.pdf?v=1&t=hb3rxs>
 115. Saini S, Ahuja S, Guleria K. To evaluate the use of ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing elective lower segment cesarean section under general anesthesia: A prospective randomized controlled study. *J Obstet Anaesth Crit Care* [Internet]. 2016;6(1):16. Available from: <http://www.joacc.com/text.asp?2016/6/1/16/181059>

116. Tao W, Edwards JT, Tu F, Xie Y, Sharma SK. Incidence of unanticipated difficult airway in obstetric patients in a teaching institution. *J Anesth.* 2012;26(3):339–45.
117. Rajagopalan S, Suresh M, Clark SL, Serratos B, Chandrasekhar S. Airway management for cesarean delivery performed under general anesthesia. *Int J Obstet Anesth [Internet].* 2017;29(December 2013):64–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijoa.2016.10.007>
118. Kan RK, Lew E, Yeo SW, Thomas E. General anesthesia for cesarean section in a Singapore maternity hospital: A retrospective survey. *Int J Obstet Anesth.* 2004;13(4):221–6.
119. Mushambi MC, Kinsella SM, Popat M, Swales H, Ramaswamy KK, Winton AL, et al. Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia [Internet].* 2015 Nov 1 [cited 2017 Nov 23];70(11):1286–306. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/anae.13260>
120. Kinsella SM. WAL. MMC. RK. SH. QAC. PM. Failed tracheal intubation during obstetric general anaesthesia: a literature review. *Int J Obstet Anesth [Internet].* 2015 Nov 1 [cited 2017 Nov 23];24(4):356–74. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959289X15000916>
121. Evans NR, Gardner S V, James MFM. ProSeal laryngeal mask protects against aspiration of fluid in the pharynx². *Br J Anaesth.* 2002;88(4):584–7.
122. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures. *Anesthesiology [Internet].* 2011;114(3):495–511. Available from: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/Article.aspx?doi=10.1097/ALN.0b013e3181fcbfd9>

Anhang

Tabelle 17: Übersicht über die Inhalte der Studien mit LMA

Studie	Population	Exklusion	LMA	Prophylaxe	Primäres Outcome	Sekundäres Outcome
Laryngeal Mask Airway for Cesarean Delivery: A 5-Year Retrospective Cohort Study Geng 2017 China	Obstetric patients under general anesthesia for Cesarean Delivery In total: 192	Parturients with intrauterine dead fetus	LMA Supreme™ with a gastric drain tube in comparison to ET group	Not mentioned	Number of LMA & ET Emergent delivery rate Preoperative status (maternal diseases, ASA grade, Mallampati)	Regurgitation (definition: gastric content in the mouth during the procedure or at extubation) Aspiration (definition: bile-stained fluid in the lungs diagnosed by fiber-optic endoscopy or by postoperative radiological evidence) -> no evidence
To evaluate the use of ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing elective lower segment cesarean section under general anesthesia: A prospective randomized controlled study Salni 2016 India	Elective cesarean section under general anesthesia ASA I - II In total: 60 parturients	fasting < 6h; known/ predicted difficult airway; symptoms of pharyngeal reflux or gastroesophageal reflux disease; BMI > 30; history of hypertensive disorder	ProSeal™ (PLMA) with drainage tube for GI in comparison to ETT (endotracheal tube)	Fasted for at least 6 hrs Premedication: ranitidine 50 mg i.v. and metoclopramide 10 mg i.v. 30 min prior to induction of anesthesia	Insertion characteristics (definition: "easy" at first attempt within 30 - 40 s; "difficult" > 3 attempt; "failed" when airway could not be secured by the device even after 2 attempts -> difference statistically not significant Hemodynamic changes (definition: mean arterial pressure (MAP) & heart rate (HR) at the time of insertion of airway device and follow-up then every 5 - 10 min) -> statistically significant between both groups for insertion/intubation same as removal/extubation	Regurgitation & aspiration (definition: fluid in the airway/drain tube by intraoral examination & after removal examination of soiling on the bowl of cuff -> no evidence of regurgitation or aspiration Postoperatively (definition: sore throat by direct questioning after 24 hrs) -> no complaints of nausea or vomiting; statistically significance due to sore throat between PLMA & ETT
The LMA Supreme™ in 700 parturients undergoing Cesarean delivery: an observational study Yao 2012 China	Parturients ASA I - II Scheduled for elective Cesarean delivery In total: 700 parturients	Regional anesthesia; in labour; fasting < 4 hrs	LMA Supreme™ (SLMA) with orogastric tube	Elective surgery: fasted for at least 6 hrs Urgent surgery: from 4 - 6 hrs Premedication: sodium citrate 30 ml + ranitidine 150 mg p.o.	Incidence of aspiration (definition: gastric contents on the inner bowl of the SLMA with pH < 4) -> no evidence	Anesthetic - Incidence of regurgitation - Number of insertion attempts - Time to effective ventilation - Seal pressure/oesophageal leak pressure - Ventilatory parameters - Amount and pH of gastric aspirate Obstetric - Neonatal weight - Neonatal APGAR - Umbilical venous cord pH Maternal - Parturient satisfaction - Presence of sore throat - Presence of blood on the SLMA
The use of ProSeal laryngeal mask airway in caesarean section - experience in 3000 cases Halaseh 2010 Japan	Parturients ASA I - II Scheduled for elective Cesarean delivery and general anesthesia In total: 3000 parturients	Symptoms of gastroesophageal reflux; difficult airway; mouth opening < 2.5 cm; prepregnant BMI > 30	ProSeal™ (PLMA) with drainage tube for GI	Fasted for at least 8 hrs Premedication: ranitidine 50 mg i.v. one hour before surgery	Regurgitation and pulmonary aspiration (definition: gastric content with a pH < 4 into the mouth; aspiration: pH of the inner bowl of the PLMA < 4) -> one case of regurgitation during delivery (fundal pressure)	Rate of successful insertion -> all patients Establishment of an effective airway -> 8 patients needed a larger PLMA Need for rescue intubation -> no evidence Incidence of side-effects (oxygen saturation (SpO ₂), >93%, coughing, laryngospasm) Postoperatively (sore throat or dysphagia (by direct questioning); dysphonia (2 hrs after removal of PLMA))
Difficult and failed intubation in obstetric anaesthesia: an observational study of airway management and complications associated with general anaesthesia for caesarean section McDonell 2008 Australia	Cesarean section under general anesthesia Over 18 years In total: 1095 parturients	Not mentioned	ProSeal™ Classic™ ILMA™ (Intubating laryngeal mask) -> 4 failed intubations with the use of LMA (3 of them urgent)	Elective surgery: 94 % of elective cases Urgent surgery: 64 % of category 1 cases Antacid prophylaxis: sodium citrate, ranitidine, both, metoclopramide	Incidence of difficult and failed intubation: (definition: difficult as immediate abandonment of the initial attempt at intubation, more than one attempt or classified by anaesthetist; failed as inability to intubate the trachea and abandonment of intubation) -> 4 failed intubations, 51 predicted to be difficult	Aspiration (definition: possible or confirmed by typical signs and symptoms with or without bronchoscopic or x-ray findings) -> 4 possible cases, one confirmed case Airway complications - bronchospasm: 13 cases - laryngospasm: 3 cases
The laryngeal mask airway is effective (and probably safe) in selected healthy parturients for elective Cesarean section: a prospective study of 1067 cases Han 2001 Korea	Cesarean section under general anesthesia ASA I - II In total: 1067 parturients	Symptoms of pharyngeal reflux; prepregnancy BMI > 30; known/predicted difficult airway	Classic™ (according to study I)	Fasted for 6 hrs Premedication: ranitidine 50 mg i.v. one hour before surgery; sodium citrate 30 ml p.o. immediately before surgery	Effective airway (definition: chest wall movement and a square wave capnograph trace) -> effective airway in 1060 patients, 1051 at the first attempt, 8 at the second/third attempt Regurgitation (definition: clear or bile stained fluid seen during the procedure or at LMA removal) -> no evidence	Aspiration (definition: fiberoptic endoscopy with the result of bile-stained fluid in the lungs or postoperative radiological evidence) Laryngospasm (definition: characteristic sound associated with partial airway obstruction, relieved by suxamethonium) Bronchospasm (definition: auscultation of the lungs) Gastric insufflation (definition: auscultation of the epigastrium) -> no evidence of all

Tabelle 18: Übersicht über die Inhalte der Studien mit ETT

Studie mit Erstautor, Jahr, Land	Population	Exklusion	Prophylaxe	Primäres Outcome	Sekundäres Outcome
Laryngeal Mask Airway for Cesarean Delivery: A 5-Year Retrospective Cohort Study Geng 2017 China	Obstetric patients under general anesthesia for Cesarean Delivery In total: 192 ETT: 124 LMA: 56 Exklusion: Sedation with propofol or fentanyl → 12	Parturients with Intrauterine dead fetus	Not mentioned	Number of LMA & ET Emergent delivery rate Preoperative status (maternal diseases, ASA grade, Mallampati)	Regurgitation (definition: gastric content in the mouth during the procedure or at extubation) Aspiration (definition: bile-stained fluid in the lungs diagnosed by fiber-optic endoscopy or by postoperative radiological evidence) → no evidence
To evaluate the use of ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing elective lower segment cesarean section under general anesthesia: A prospective randomized controlled study Saini 2016 India	Elective cesarean section under general anesthesia ASA I - II In total: 60 ETT: 30 LMA: 30	fasting < 6h; known/ predicted difficult airway; symptoms of pharyngeal reflux or gastroesophageal reflux disease; BMI > 30; history of hypertensive disorder	Fasted for at least 6 hrs Premedication: ranitidine 50 mg i.v. and metoclopramide 10 mg i.v. 30 min prior to induction of anesthesia	Insertion characteristics (definition: "easy" at first attempt within 30 - 40 s; "difficult" > 1 attempt; "failed" when airway could not be secured by the device even after 2 attempts → difference statistically not significant Hemodynamic changes (definition: mean arterial pressure (MAP) & heart rate (HR) at the time of insertion of airway device and follow-up then every 5 - 10 min) → statistically significant between both groups for insertion/intubation same as removal/extubation	Regurgitation & aspiration (definition: fluid in the airway/drain tube by intraoral examination & after removal examination of soiling on cuff; aspiration: pH < 2,5 tested with litmus paper on the bowl of cuff → no evidence of regurgitation or aspiration Postoperatively (definition: sore throat by direct questioning after 24 hrs) → no complaints of nausea or vomiting; statistically significance due to sore throat between PLMA & ETT
Airway management for cesarean delivery performed under general anesthesia Rajagopalan 2016 USA	Women undergoing CD in GA (elective and urgent) In total: 695 ETT: 695 LMA: 3 as a rescue device for failed intubation	Not mentioned	Not mentioned	Indications for CD in GA → 57,8 % (n=402) emergency → 23 % failed neuromuscular block (n=23) → 17,5 % (n=122) elective → 1,5 % (n=11) intraoperative conversion Failed tracheal intubation (definition: inability to secure the airway after a single dose of succinylcholine and no more than two attempts at intubation using a conventional laryngoscope or an alternative airway device) → 94 % intubated on first attempt → 5,6 % (n=38) intubated on second attempts → 0,4 % (n=3) failed intubations rescued with LMA	
General anesthesia in Cesarean sections: a prospective review of 465 Cesarean sections performed under General anesthesia Nafisi 2014 Iran	Women undergoing Cesarean section (elective and urgent) In total: 465 ETT: 465	Not mentioned	Not mentioned	Incidence of difficult intubation (definition: Grade 1 (Easy intubation); Grade 2 (Some difficulty); Grade 3 (Very difficult); Grade 4 (Failed intubation) → 9 cases (1,9%) of difficult intubation → 1 case of failed intubation → overall incidence of 1 in 465 (0,2 %)	Risk factors associated with difficult intubation (Protruding maxillary, Incisor, Short Neck, Obesity, Facial Edema, Swollen tongue, Receding mandible) → no evidence
Incidence of unanticipated difficult airway in obstetric patients in a teaching institution Tao 2012 USA	Cesarean delivery in elective and urgent cases In total: 1636 Emergency: 1026 Elective: 610 ETT: 1636 LMA: 2	Not mentioned	30 ml sodium citrate orally	Identification of possible contributing factors to the difficult airway experience → difficult airway in 6 cases (emergency 4; elective: 2) with no statistical difference for emergent and elective CD → not enough evidence to suggest that any particular preoperative variable was related to a difficult airway → intubation via ILMA in 1 case → fiberoptic intubation via ILMA in 1 case → ventilation through ILMA in 2 cases without further intubation → intubation at 3rd attempt in 2 case	Aspiration → no evidence Maternal or fetal complications related to respiration → no evidence Postoperative complications (e.g. hoarseness) → no evidence
Difficult and failed intubation in obstetric anaesthesia: an observational study of airway management and complications associated with general anaesthesia for caesarean section McDonnell 2008 Australia	Cesarean section under general anaesthesia Over 18 years In total: 1095 ETT: 1095 LMA: Rescue device in 4 cases	Not mentioned	Elective surgery: 94 % of elective cases Urgent surgery: 64 % of category 1 cases Antacid prophylaxis: sodium citrate, ranitidine, both, metoclopramid	Incidence of difficult and failed intubation (definition: difficult as immediate abandonment of the initial attempt at intubation, more than one attempt or classified by anaesthetist; failed as inability to intubate the trachea and abandonment of intubation) → 4 failed intubations, 61 predicted to be difficult	Aspiration (definition: possible or confirmed by typical signs and symptoms with or without bronchoscopic or x-ray findings) → 4 possible cases, one confirmed case Airway complications - bronchospasm: 13 cases - laryngospasm: 3 cases
General anesthesia for cesarean section in a Singapore maternity hospital: a retrospective survey Tan 2004 Singapore	Cesarean section under general anesthesia for elective and urgent cases In total: 732 ETT: 732	Not mentioned	Not mentioned	Indications for GA Incidence of failed regional block	Complications of GA → broncho-/laryngospasm in 6 cases (0,8 %) → difficult intubation in 4 cases (0,5 %) → no aspiration → maternal death in 1 case due to amniotic fluid embolism

Tabelle 19: Definitionen der Aspiration

Study	Aspiration
Geng et al.	Bile-stained fluid in the lungs diagnosed by fiber-optic endoscope or by postoperative radiological evidence
Saini et al.	pH < 2,5 tested with litmus paper on the bowl of the cuff
Yao et al.	Gastric contents on the inner bowl with pH < 4 AND perioperative hypoxemia, wheezing or crepitation of lungs by auscultation
Halaseh et al.	pH of the inner bowl < 4
Han et al.	Fibreoptic endoscopy or postoperative radiological evidence
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonnell et al.	Confirmed by typical signs and symptoms, with or without bronchoscopic or x-ray findings and with the exclusion of alternative diagnoses
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 20: Definitionen der Regurgitation

Study	Regurgitation
Geng et al.	Gastric content in the mouth during the procedure or at extubation
Saini et al.	Fluid in the airway or drain tube by intraoral examination and after removal examination with soiling on the cuff
Yao et al.	Gastric contents identified in the mouth with pH < 4
Halaseh et al.	Gastric content with a pH < 4 in to the mouth
Han et al.	Clear or bile-stained in the mouth during the procedure or at LMA removal
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonnell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 21: Definitionen des effektiven Atemweges

Study	Effective Airway
Geng et al.	Not mentioned
Saini et al.	Auscultation for bilateral equal air entry and square-wave capnography
Yao et al.	Square-wave capnography tracing and auscultation
Halaseh et al.	Appropriate placement confirmed by square-wave capnogram, adequate chest movement and an expired volume of 6 to 8 ml/kg within 180 seconds
Han et al.	Chest wall movement and a square-wave capnograph
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 22: Definitionen der Mageninsufflation

Study	Gastric insufflation
Geng et al.	Not mentioned
Saini et al.	Not mentioned
Yao et al.	Not mentioned
Halaseh et al.	Not mentioned
Han et al.	Auscultation of the epigastrium
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 23: Definitionen von Laryngo- und Bronchospasmus

Study	Laryngospasm/Bronchospasm
Geng et al.	Not mentioned
Saini et al.	Not mentioned
Yao et al.	Not mentioned
Halaseh et al.	Incidence of side-effects: coughing and laryngospasm
Han et al.	Characteristic sound associated with partial airway obstruction and relieved by suxamethonium AND auscultation of the lungs
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonnell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 24: Definitionen des APGARs

Study	APGAR
Geng et al.	APGAR at 1 and 5 minutes
Saini et al.	Not mentioned
Yao et al.	APGAR at 1 and 5 minutes
Halaseh et al.	Not mentioned
Han et al.	APGAR at 1 and 5 minutes
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonnell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 25: Definitionen der Insertionsversuche

Study	Insertion attempts
Geng et al.	Not mentioned
Saini et al.	“easy” at first attempt within 30 – 40 s; “difficult” > 1 attempt; “failed” when airway not secured by the device after 2 attempts
Yao et al.	Number of insertion attempts and time to effective airway placement (interval from when the device was picked up until appearance of the first end-tidal carbondioxide waveform)
Halaseh et al.	Rate of successful insertion
Han et al.	Not directly mentioned, s. Results & Discussion: effective airway in 98 % at the first attempt, no effective airway with removal and reinsertion
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	<p>grade 1 = easy intubation at the first attempt, no difficulty</p> <p>grade 2 = some difficulty, insertion of tracheal tube not achieved on the first attempt but successful after adjustment of laryngoscope blade and/ or adjustment of head position but not requiring additional equipment, removal, and reinsertion of the laryngoscope</p> <p>grade 3 = very difficult, requiring removal of the laryngoscope, further oxygenation by mask ventilation and subsequent intubation with or without the use of an introducing stylet, an alternative laryngoscope blade</p> <p>grade 4 = failed intubation, failure to pass tracheal tube after several attempts, or unrecognized esophageal intubation</p>
Tao et al.	Not mentioned
McDonell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 26: Definitionen von Gallenflüssigkeit und Blut am Atemwegsinstrument

Study	Bile-stained fluid/blood on the device
Geng et al.	Gastric content in the mouth at extubation
Saini et al.	Presence or absence of both after removal
Yao et al.	Presence of blood after removal
Halaseh et al.	Not directly mentioned; just inspection of oral cavity after removal
Han et al.	Presence or absence of both after removal
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Not mentioned
McDonnell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned

Tabelle 27: Definitionen von Halsschmerzen und Heiserkeit

Study	Sore throat and dysphonia
Geng et al.	Not mentioned
Saini et al.	Sore throat by direct questioning after 24 hours
Yao et al.	Presence of sore throat assessed by an independent assessor prior to discharge
Halaseh et al.	Sore throat by direct questioning; dysphonia 2 hours after removal
Han et al.	Presence of sore throat
Rajagopalan et al.	Not mentioned
Nafisi et al.	Not mentioned
Tao et al.	Presence of sore throat
McDonnell et al.	Not mentioned
Kan et al.	Not mentioned