

Anaesthesist 2018 · 67:568–583  
<https://doi.org/10.1007/s00101-018-0460-3>  
 Eingegangen: 27. Dezember 2017  
 Überarbeitet: 23. April 2018  
 Angenommen: 3. Mai 2018  
 Online publiziert: 29. Juni 2018  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018



C. Eichelsbacher<sup>1</sup> · H. Ilper<sup>2</sup> · R. Noppens<sup>3</sup> · J. Hinkelbein<sup>4</sup> · T. Loop<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, Deutschland

<sup>2</sup>Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt a.M., Deutschland

<sup>3</sup>Anesthesia & Perioperative Medicine, University Hospital, London, Kanada

<sup>4</sup>Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR), Köln, Deutschland

<sup>5</sup>Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg im Breisgau, Deutschland

# „Rapid sequence induction and intubation“ beim aspirationsgefährdeten Patienten

## Handlungsempfehlungen für das praktische anästhesiologische Management

### Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s00101-018-0460-3>) enthält weitere Tabellen: Suchstrategie, Evidenzkriterien des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine und Handlungsempfehlungen. Beitrag und Zusatzmaterial stehen Ihnen im elektronischen Volltextarchiv auf <http://www.springermedizin.de/der-anaesthesist> zur Verfügung. Sie finden das Zusatzmaterial am Beitragsende unter „Supplementary Material“.

### Einleitung

Der Begriff „rapid sequence induction“ (RSI; Synonyme „Ileus“-„Crush“-„Blitz“-„Nichtnüchtern“- oder „Notfalleinleitung“) bezeichnet ein nichtevidenzbasiertes Verfahren zur Einleitung einer Allgemeinanästhesie, bei dem vom sonst üblichen Prozedere abgewichen wird. Ziel der im Rahmen einer RSI durchgeführten Maßnahmen ist es, eine Aspiration durch die schnelle endotracheale Intubation und den Verzicht auf eine Zwischenbeatmung zu verhindern. Daher erscheint der Begriff „rapid se-

quence induction and intubation (RSII)“ zielführender und wird im Folgenden verwendet.

Als Aspiration wird das Einatmen/-dringen von oropharyngealen, ösophagealen oder gastralen Substanzen in den unteren Respirationstrakt bezeichnet [1]. Prinzipiell ist die Aspiration verschiedener Stoffe von säurehaltiger Flüssigkeit oder Nahrung aus dem Magen möglich, was erstmalig 1946 durch Mendelson bei der Allgemeinanästhesie von 66 Schwangeren beschrieben wurde [2]. Die Erstbeschreibungen eines Vorgehens zur Verhinderung einer Aspiration bei nichtnüchternen Patienten erfolgten in den Jahren 1967 und 1970, deren Empfehlungen wie die Anlage einer Magensonde vor Anästhesieeinleitung, Präoxygenierung, Oberkörperhochlagerung, keine Zwischenbeatmung und Krikoiddruck noch heute in weiten Teilen umgesetzt werden, aber möglicherweise aufgrund neuer Erkenntnisse reevaluiert werden müssen [3, 4].

Seit dieser Zeit werden kontroverse Diskussionen über das traditionelle Vorgehen, wie die verwendeten Medikamente (Hypnotika, depolarisierende vs. nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien, Opioide, Anxiolytika) sowie die

Reihenfolge deren Applikation geführt als auch die über einzelnen Schritte des Vorgehens (z. B. Anwendung von Maskenbeatmung als Test für die Möglichkeit einer Oxygenierung bei fehlgeschlagener Intubation, Kopftief- vs. Oberkörperhochlagerung), geführt. Weder in Deutschland noch in Europa existiert bisher eine spezifische Leitlinie, und nur wenige europäische Länder besitzen eine Handlungsempfehlung zur RSII [5].

### Methodik

Eine systematische, modifizierte und mehrstufige RAND („Research AND Development“)-Delphi-Methode wurde angewandt, um einen kontrollierten Prozess der Meinungsbildung durch die Autoren für die Empfehlungen zu gewährleisten [6, 7]. Im Rahmen der Manuskripterstellung bestand die mehrstufige RAND-Delphi-Methode aus der Erstellung eines Fragenkatalogs (insgesamt 100 Fragen jeweils im Rahmen der aktuellen und perspektivischen Bedeutung mit den ordinalen Antwortmöglichkeiten 1: sehr wichtig, 2: wichtig, 3: unwesentlich, 4: unwichtig und 5: wirkungslos), systematischer Literaturrecherche, individueller, mehrfacher Befragung per Mail,

J. Hinkelbein und T. Loop teilen die Autorenschaft durch gleichen Beitrag.

Einschätzung und Bewertung durch 2 Konsensuskonferenzen mit Diskussion, Auswertung und finaler gemeinsamer Reihung mit Bestimmung der Mittelwerte und Präsentation der Ergebnisse, bei der die Möglichkeit bestand, die Antworten zu überdenken oder zu verfeinern. Dabei wurde eine Suche in der Metadatenbank *PubMed* ([www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)) nach den Kriterien der Cochrane Collaboration durchgeführt (Zusatzmaterial online: ESM1). Die einzelnen Empfehlungen für die verschiedenen Interventionen sind nach den Evidenzstufen wie in der Übersicht „Evidenzkriterien des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine“ (Zusatzmaterial online: ESM2) klassifiziert.

Die Empfehlungsgrade („grade of recommendation“, GoR) werden wie folgt unterteilt:

- Grad A, „Soll“-Empfehlung (stark): zumindest eine randomisierte kontrollierte Studie von insgesamt guter Qualität und Konsistenz, die sich direkt auf die jeweilige Empfehlung bezieht und nicht extrapoliert wurde (Evidenzstufen Ia und Ib);
- Grad B, „Sollte“-Empfehlung: gut durchgeführte, aber nichtrandomisierte klinische Studien mit direktem Bezug zur Empfehlung (Evidenzstufe II oder III) oder Extrapolation von Evidenzebene I, falls der Bezug zur spezifischen Fragestellung fehlt;
- Grad C, „Kann“-Empfehlung (offen): Berichte von Expertenkreisen oder Expertenmeinung und/oder klinische Erfahrung anerkannter Autoritäten (Evidenzkategorie IV) oder Extrapolation von Evidenzebene IIa, IIb oder III, wenn keine direkt anwendbaren klinischen Studien von guter Qualität verfügbar war.

## Aspiration

Eine Aspiration ist nach Definition die Inhalation von oropharyngealem oder gastralem Sekret oder Material in den Larynx und die Lungen und kann je nach Ausmaß klinisch folgenlos bleiben oder selten zu gravierenden Folgen wie einem Lungenversagen („acute respiratory distress syndrome“, ARDS) führen und stellt die häufigste Todesursache im Zu-

sammenhang mit anästhesiebedingtem Atemwegsmanagement dar [8]. Daher müssen gefährdete Patienten und solche mit einer aufgetretenen Aspiration früh erkannt, angemessen therapiert und im Idealfall vor einer Aspirationspneumonie bewahrt werden. Da eine Aspiration sowohl vor der Intubation (häufiger) als auch nach der Extubation möglich ist, sind je nach Indikation für die RSII u. U. unterschiedliche Maßnahmen indiziert.

Trotz des bekannten Zusammenhangs tritt die Aspiration immer noch bei 3–10 Fällen/10.000 Operationen mit Allgemeinanästhesie auf, wobei in der Mehrzahl Schwangere und Kinder betroffen sind [9, 10]. Für den Bereich der Notfall- und Intensivmedizin ist die Inzidenz an Aspirationen durch das Auftreten von akuten Ereignissen 30- bis 60-fach erhöht, da unter diesen Bedingungen, anders als bei elektiven Einleitungen im Operationssaal, oftmals keine Zeit für eine geordnete Vorbereitung vorhanden ist [8]. Präoperative Nahrungskarenz wird zur Minimierung des Risikos einer perioperativen pulmonalen Aspiration angestrebt, und die Leitlinien empfehlen 2 (klare Flüssigkeiten), 4 (Muttermilch), 6 (leichte Mahlzeiten, nichtklare Flüssigkeiten, inkl. Säuglingsformula) und 8 h (frittierte, besonders fettreiche oder fleischhaltige Mahlzeiten) [11, 12].

Falls ein erhöhtes Aspirationsrisiko schon alleine durch die Flachlagerung besteht oder eine Bauchlage erforderlich wird, sollte ein Regionalanästhesieverfahren zumindest diskutiert werden, aber im Zweifel einer geordneten Vorbereitung und Anästhesieeinleitung nicht vorgezogen werden. Für einen erforderlichen Verfahrenswechsel sind dann ebenfalls die Handlungsschritte der RSII indiziert. Die gefährdeten Patientengruppen und Indikationen zur RSII sind in den Handlungsempfehlungen (Zusatzmaterial online: ESM3) aufgeführt [10, 13, 14].

Das Risiko einer Aspiration steigt mit der zeitlichen Dauer der Phase ohne Schutzreflexe und ohne gesicherten Atemweg, daher auch bei Patienten mit erschwertem Atemwegsmanagement [13]. Eine sorgfältige Evaluation der Atemwege des Patienten anhand der gängigen Leitlinien der Deutschen

Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und European Society of Anaesthesiology (ESA) für den europäischen Raum soll daher erfolgen [15, 16]. Darüber hinaus soll der verantwortliche Anästhesist auf den unerwartet schwierigen Atemweg vorbereitet sein. Die Mindestanforderungen der DGAI und des Bundes deutscher Anästhesisten (BDA) an den anästhesiologischen Arbeitsplatz und das entsprechende Material sind einzuhalten [17].

In der präoperativen Einschätzung der Präsenz und Menge von Mageninhalt könnte die „Point-of-care“-Diagnostik mittels sonographischer Detektion von Mageninhalt (fest/flüssig/Luft) zukünftig eine größere Rolle einnehmen [18–20]. Das basale und für eine Aspiration unkritische Flüssigkeitsvolumen liegt wohl zwischen 0,5 ml/kg und 1,5 ml/kg Körpergewicht [21–23]. Die Antworten auf die Fragen, wann wer wie das Magenvolumen evaluiert und störende Luft interpretiert, müssen noch durch klinische Untersuchungen geklärt werden.

## Empfehlungen.

- Jeder Patient soll vor einer RSII entsprechend den Empfehlungen der DGAI zur präoperativen Evaluation untersucht und aufgeklärt werden
- Eine RSII sollte bei jedem Patienten durchgeführt werden
  - *der keine 2h Flüssigkeitskarenz und keine 6h Nahrungskarenz eingehalten hat oder*
  - *der unter akutem Erbrechen leidet oder*
  - *der unter einem Subileus oder Ileus leidet*
- Eine RSII sollte bei jedem Patienten durchgeführt werden, der fehlende Schutzreflexe hat
- Eine RSII sollte bei jedem Patienten durchgeführt werden, der unter einer Magen-Darm-Passagestörung leidet
- Eine RSII kann bei Patienten durchgeführt werden, die unter einer Hiatushernie leiden
- Eine RSII kann bei beschwerdefreien und sollte bei symptomatischen Patienten durchgeführt werden, die unter gastroösophagealem Reflux leiden
- RSII in der Schwangerschaft

C. Eichelsbacher · H. Ilper · R. Noppens · J. Hinkelbein · T. Loop

## „Rapid sequence induction and intubation“ beim aspirationsgefährdeten Patienten. Handlungsempfehlungen für das praktische anästhesiologische Management

### Zusammenfassung

**Ziel der Arbeit.** Die Abweichung von der Standard-Anästhesieeinleitung bei aspirationsgefährdeten Patienten führt potenziell zu einem Anstieg des Risikos für Komplikationen. Da aktuell keine evidenzbasierte Leitlinie zu dieser Thematik existiert, finden unterschiedliche Vorgehensweisen für die sogenannte RSI („rapid rapid sequence induction“) Verwendung. Ziel der vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit ist es, die derzeitige Evidenz zusammenzufassen und eine Entscheidungsgrundlage für ein praktisches Management darzustellen.

**Material und Methoden.** Mehrstufige RAND-Delphi-Methode aus systematischer Literaturrecherche, individueller Einschätzung und Bewertung, Konsensuskonferenzen und finaler Reihung.

**Ergebnisse und Diskussion.** Die Berücksichtigung aller praktischen, innerklinischen Maßnahmen beim aspirationsgefährdeten Patienten stellt eine wirksame Prävention pulmonaler Aspirationen während der Anästhesieeinleitung dar. Dazu gehören die optimale medikamentöse Vorbehandlung, mit Antazida bei stark aspirationsgefährdeten und Protonen-

pumpenhemmer oder H<sub>2</sub>-Blocker. Jeder Patient soll vor einer RSI entsprechend untersucht und aufgeklärt werden. Eine RSI soll nur durchgeführt werden, wenn keine 2 h Flüssigkeits- und keine 6 h Nahrungskarenz eingehalten worden sind, der Patient unter akutem Erbrechen, einem Subileus oder Ileus leidet, fehlende Schutzreflexe oder eine Magen-Darm-Passagestörung besitzt. Desweiteren sollte eine RSI bei jeder Schwangeren ab dem 3. Trimenon und unter der Geburt durchgeführt werden. Die genaue Absprache und Kompetenz der ärztlichen Kollegen vor und während der RSI über die jeweilige Aufgabenverteilung minimiert ebenso das Risiko der Aspiration, wie die adäquate apparative Ausstattung, sowie eine optimierte Oberkörperhochlagerung des Patienten. Eine konsequente Präoxygenierung mit einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 1,0 und einem Sauerstofffluss > 10 l/min über eine komplett abdichtende Beatmungsmaske mit Kapnographie sollte 3–5 min betragen. Ein schnelles Erreichen einer tiefen Anästhesie und Muskelrelaxation, um Husten und Würgen zu vermeiden, ist durch eine Kombination von Opioid, Hypnotikum und Muskelrelaxanz zu erreichen. Neben

dem Opioid der Wahl können als Hypnotikum Propofol, Thiopental, Etomidate und Ketamin und als Muskelrelaxans Rocuronium mit der Verfügbarkeit von Sugammadex verwendet werden. Bei fehlenden Kontraindikationen kann auch Succinylcholin als Muskelrelaxans verwendet werden. Statt einer RSI soll beim erwarteten schwierigen Atemweg eine wach fiberoptische Intubation erfolgen, bei einem unerwarteten schwierigem Atemweg sollte eine supraglottische Atemwegshilfe der 2. Generation verwendet werden. Bei einer Regurgitation oder Aspiration soll je nach Schweregrad eine intensivmedizinische Überwachung und eine fiberoptische Bronchoskopie durchgeführt werden und bei Beschwerden ein Röntgenthoraxbild oder eine CT durchgeführt werden. Drei Faktoren reduzieren das Risiko einer Aspiration: Erfahrung, Unterstützung durch einen erfahrenen Anästhesisten und Überwachung eines unerfahrenen Anästhesisten.

### Schlüsselwörter

Allgemeinanästhesie · Aspiration · Ileuseinleitung/„rapid sequence induction“

## Rapid sequence induction and intubation in patients with risk of aspiration. Recommendations for action for practical management of anesthesia

### Abstract

**Background.** Induction of general anesthesia in patients with risk for aspiration needs special considerations to avoid the incidence and severity of complications. Since no evidence-based guidelines support the challenge for anesthesiologists various practical recommendations exist in clinical practice for rapid sequence induction and intubation (RSI). The aim of this systematic review is, to summarize the evidence and recommend a decision making process.

**Material and methods.** Multilevel RAND-delphi-method (RAND: Research and Development) combined with systematic literature research, individual assessment and evaluation, consensus conferences and final common sequence.

**Results and discussion.** The consideration of all practical, clinical procedures in patients at risk for aspiration represents an effective prevention of pulmonary aspiration during the induction of anesthesia. These include the optimal drug pre-treatment with antacids (e. g. sodium citrate) for highly aspiration-endangered

and proton pump inhibitors or H<sub>2</sub> blockers in other patients the evening before. Each patient should be examined and explained prior to RSI according to the recommendations of the National German Society of Anesthesiology for preoperative evaluation. A RSI should be performed in patients with no 2h liquid and no 6h food fasting or acute vomiting, subileus or ileus, or no protective reflexes or a gastrointestinal passenger disorder. In addition, RSI should be performed in pregnant women after the 3rd trimester and during birth. The expertise and competence of the physician before and during rapid sequence induction and intubation about the respective task distribution minimizes the risk of aspiration, as does the adequate equipment, as well as an optimized upper body elevation of the patient. Consistent pre-oxygenation with an F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> of 1.0 (Fe<sub>I</sub>O<sub>2</sub>-concentration > 0.9) and an oxygen flow > 10 l/min using a completely sealing respiratory mask with capnography should take 3–5 minutes. Fast enough deep anesthesia and muscle relaxation to avoid coughing and

choking can be achieved by a combination of opioid, hypnotic and muscle relaxation. In addition, an opioid of choice, propofol, thiopental, etomidate and ketamine can be used as hypnotic and rocuronium with the availability of sugammadex should be used as muscle relaxant. If there are no contraindications, succinylcholine can also be used as a muscle relaxant. In case of an unexpected difficult airway, a 2nd generation extraglottic airway device should be used. During regurgitation or aspiration, intensive medical monitoring and fiber-optic bronchoscopy should be performed, depending on the degree of severity and an X-ray thorax image or a CT scan should be performed if symptoms arise. Three factors reduce the risk of aspiration: expertise, support from an experienced anesthesiologist and close monitoring of an inexperienced anesthesiologist.

### Keywords

General anesthesia · Respiratory aspiration · Rapid sequence induction

- Eine RSII soll bei jeder Patientin durchgeführt werden, die unter der Geburt eine Allgemeinanästhesie benötigt und sollte bei jeder Schwangeren ab dem 3. Trimenon durchgeführt werden und kann bei jeder Schwangeren durchgeführt werden
- Eine RSII kann bei jedem Patienten durchgeführt werden, der unter einer Schluckstörung leidet

Nach Regurgitation und potenzieller Aspiration werden üblicherweise spezifische Maßnahmen durchgeführt, für die es andererseits aber keine wissenschaftliche Evidenz gibt. Entsprechend dem Konsens bei den Autoren werden nachfolgende Techniken empfohlen. Wichtig ist, dass bei Regurgitation von Mageninhalt dieser im Oropharynx erkannt wird und unverzüglich abgesaugt wird. Die weitere Akuttherapie besteht in der Sicherung des Atemwegs und „blindem“ endotrachealen Absaugen. Anschließend sollte eine Bronchoskopie mit Bergung von festen Nahrungsbestandteilen und einer Objektivierung des Ausmaßes der Kontamination erfolgen. In einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 1975 wird im Falle einer Aspiration empfohlen, eine Trendelenburg-Lagerung durchzuführen und den Kopf zur rechten Seite zu drehen [24]. Unabhängig vom Schweregrad der Aspiration kann eine intensivmedizinische/„Intermediate-care“-Überwachung der Vitalfunktionen und des Gasaustausches indiziert sein. Diese sollte – wenngleich keine verwertbaren randomisierten Studien vorliegen – großzügig indiziert werden. Ein Zulassen oder Verschieben des operativen Eingriffs hängt von der Dringlichkeit der Indikation ab. Eine postoperative Nachbeatmung des Patienten ist nur bei eingeschränktem Gasaustausch notwendig [25]. Nicht empfohlen sind Lavagieren (säurehaltige Flüssigkeit könnte in die Peripherie der Lungen verschleppt werden) und eine antibiotische Prophylaxe. Antibiotika werden nur bei einer Aspirationspneumonie eingesetzt. Aspiration von säurehaltigem Mageninhalt hat in der Regel ein

Aspirationssyndrom zur Folge, jedoch keine Pneumonien. Bei einer beobachteten Aspiration von Stuhl oder Eiter ist die Indikation zur Antibiotikatherapie sicher frühzeitig zu stellen. Basierend auf den wenigen klinischen Studien ist die Gabe von Steroiden ebenfalls nicht empfohlen [25]. Unmittelbar postoperativ soll ein Röntgenthoraxbild oder eine Computertomographie des Thorax zur Diagnose einer stattgefundenen, pulmonalen Aspiration durchgeführt werden [26].

## Management der Magensonde

Durch die Verwendung einer Magensonde im Rahmen einer RSII soll bereits vor Beginn der Narkoseeinleitung beim wachen Patienten Mageninhalt abgesaugt werden. Bisher existieren hierzu keine Leitlinien oder wissenschaftlich fundierte Empfehlungen, ob ein Patient vor einer RSII mit einer Magensonde versorgt werden soll [27]. Weiterhin besteht kein Konsensus, ob eine bereits liegende Magensonde abgesaugt und belassen oder entfernt werden sollte [27]. In einer aktuellen Übersichtsarbeit postulieren Saleem et al., dass eine bereits einliegende Magensonde abgesaugt und belassen werden sollte, da sie während der Intubation unter Sog gehalten werden kann und damit möglicherweise das Aspirationsrisiko senkt [27].

Es liegen nur wenige randomisierte kontrollierte Studien oder Metaanalysen vor, die wiederum nicht die Patientenkohorte mit dem höchsten Aspirationsrisiko untersucht haben. In den betreffenden Studien wurden Traumapatienten [28], gesunde Freiwillige [29] oder Patienten, die sich einer elektiven Laparotomie unterziehen mussten, eingeschlossen [30], sodass sich die vorhandene Evidenz lediglich auf Expertenmeinungen und Einzelfälle beschränkt. Es ist darüber hinaus fraglich, ob mit einer einliegenden Magensonde überhaupt der gesamte (flüssige) Inhalt des Magens abgesaugt werden kann oder ob gar feste Bestandteile nicht absaugfähig sind.

Die Anlage einer „therapeutischen“ Magensonde zur Entlastung von Magensaft wie bei Ileus, Blut oder der Entfernung weiterer Stoffe aus dem Ma-

gen sollte, wenn möglich, nasogastral erfolgen, wenn das erwartete oder sonographisch evaluierte Magenrestvolumen 200–300 ml überschreitet [31, 32]. Für die Anlage einer korrekt platzierten Magensonde, die für die RSII in einer großlumigen (18G), belüfteten Sonde mit mehreren Lumen bestehen sollte, sprechen mehrere Vorteile [33]:

- Eine vollständige Entleerung des Magens senkt den intragastralen Druck und das Aspirationsrisiko.
- Die Induktion der Anästhesie senkt den Tonus des unteren Ösophagus-sphinkters, und der intragastrale Druck übersteigt den Druck im Ösophagus.
- Die offene Magensonde lässt einen Druckausgleich zu, welcher das Aspirationsrisiko senkt.
- Bei allgemein- und herzchirurgischen Patienten sinkt durch die eingelegte Magensonde die Inzidenz für postoperative Übelkeit und Erbrechen und damit der postoperativen Aspiration [34, 35].

Die Nachteile der Magensonde umfassen folgende Punkte:

- erhöhtes Aspirationsrisiko, wenn die Anlage bei Patienten mit neurologischem Defizit oder Sedation erfolgt;
- keine vollständige Vermeidung der Aspiration auch bei korrekter Lage;
- Reduktion des unteren und oberen Ösophagus-sphinktertonus als natürliche Barriere;
- mögliche intrakranielle (*Cave*: offenes Schädel-Hirn-Trauma mit Schädelbasisfraktur stellt eine Kontraindikation für die nasale Anlage einer Magensonde dar), sinusoidale, tracheale, orale oder nasale Fehllagen und Fehlfunktion mit zusätzlicher Gefährdung des Patienten;
- vermehrtes Husten und Würgen als Auslöser für kardiale Instabilität;
- möglicherweise erschwerte Laryngoskopie;
- Gesichtsmaske zur Präoxygenierung/Beatmung bei frustriertem Intubationsversuch ist schwerer abzudichten;
- möglicherweise schwierige Maskenbeatmung und Laryngoskopie.

Aus diesen Vor- und Nachteilen lässt sich das Fazit ziehen, dass man keine generelle Empfehlung zur Anlage einer Magensonde bei allen Patienten geben kann, sondern dass eine individualisierte, patienten- und situationsbezogene Entscheidung erfolgen muss (s. Empfehlungen). Eine liegende Magensonde sollte während der RSII belassen werden und muss nicht in den Ösophagus zurückgezogen werden [10, 27, 36].

Für die Verwendung eines einfach gewinkelten Yankauer-Saugers, mit abgerundeter Saugspitze und 4 lateralen Öffnungen, die ein effektives Absaugen ermöglichen, oder eines anderen großlumigen Saugers hat die Literaturrecherche keinerlei Ergebnis erbracht. Es erscheint aus praktischen Erwägungen heraus sinnvoll, einen möglichst großlumigen Sauger zu vorzuziehen, weil damit einfach und effektiv Sekret abgesaugt werden kann. Obwohl keine Studien zu dieser Thematik existieren, empfehlen die Autoren jedoch die Verwendung eines flexiblen, großlumigen Saugers (z. B. OP-Sauger oder Yankauer) im Rahmen der RSII, bei dem eine extra große Saugspitze mit Seitenaugen für traumareduziertes Saugen Vorteile bietet.

### Empfehlungen.

- Eine Regionalanästhesie soll einer RSII vorgezogen werden
- Es sollen 2 voneinander unabhängige Absaugungen vorgehalten werden
- Eine liegende Magensonde soll abgesaugt und kann entfernt werden
- Eine nasale Magensonde sollte einer oralen Magensonde vorgezogen werden
- Es sollte ein großlumiger Sauger (z. B. OP-Sauger oder Yankauer) vorgehalten werden
- Bei Patienten mit hohem Aspirationsrisiko wie Ileus oder anderen intraabdominalen Passagestörungen soll eine Magensonde präoperativ gelegt werden
- Bei Patienten mit niedrigerem Aspirationsrisiko, bei denen eine RSII indiziert ist
  - kann eine Magensonde gelegt werden oder

- kann eine belüftete Bilumensonde eingelegt werden oder
  - kann eine einliegende Magensonde zur Einleitung belassen werden oder
  - kann eine einliegende Magensonde in den Ösophagus zurückgezogen werden, um den Tonus des unteren Ösophagussphinkters nicht zu reduzieren oder
  - kann eine liegende Ernährungs- sonde belassen werden
- Bei einer Regurgitation oder Aspiration
    - soll je nach Schweregrad eine intensivmedizinische Überwachung durchgeführt werden
    - sollte eine fiberoptische Bronchoskopie durchgeführt werden und
    - sollte ein Antibiotikum bei Nachweis einer Pneumonie gegeben werden und
    - bei Beschwerden ein Thoraxröntgenbild oder eine CT durchgeführt werden
    - kann der Kopf zur Seite gedreht bzw. der Patient in Trendelenburg-Lagerung verbracht werden und
    - kann eine mikrobiologische Anzüchtung des Sekrets erfolgen

### Medikamente

Die pharmakologische Vorbehandlung aspirationsgefährdeter Patienten soll die Acidität des Magensafts vermindern, die Magenentleerung beschleunigen und damit den Mageninhalt reduzieren. Darüber hinaus soll eine Emesis vermieden werden. Um diese Wirkungen zu erzielen, ist die Applikation von H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten, Protonenpumpenhemmern, Antacida, Prokinetika, Antiemetika und Anticholinergika möglicherweise sinnvoll.

In der Auswahl der Einleitungsmedikamente muss das Ziel verfolgt werden, die durch die endotracheale Intubation vermittelten hämodynamischen Nebenwirkungen und Atemwegskomplikationen zu vermeiden. Dabei spielt neben der konkreten Wahl die Dosis des jeweiligen Opioids, Hypnotikums und Muskelrelaxans die entscheidende Rolle. Eine ideale Kombination der Substanzen für alle RSII-Situationen existiert allerdings nicht.

### Pharmakologische Vorbehandlung

Die H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten Cimetidin und Ranitidin reduzieren zuverlässig und mit unterschiedlicher Wirkdauer die Acidität und das Volumen im Magen [37, 38]. Es sind bislang keine Studien durchgeführt worden, die einen Einfluss dieser Medikamente auf das Aspirationsrisiko während der Anästhesie zeigen. Die Gabe von Protonenpumpenhemmern ist im Rahmen der Sectio caesarea als Einzeldosis als inadäquat bewertet worden, während die Kombination mit Natriumziträt und Metoclopramid effektiv zu sein scheint [39, 40].

Die alleinige präoperative Gabe (90 min) von Metoclopramid begünstigt die Magenentleerung [41]. Diese prokinetische Wirkung wird durch die opioidbedingte (in dem Fall Morphin) Hemmung der Magenentleerung allerdings nahezu aufgehoben [42]. Da der Einfluss von prokinetischen Substanzen auf Regurgitationen und Aspirationen bislang nicht untersucht wurde und sie nicht verhindert, kann aus Expertensicht auch keine Empfehlung zur routinemäßigen präoperativen Applikation gegeben werden [43, 44].

Obwohl keine klinischen Untersuchungen eine Reduktion der Inzidenz pulmonaler Aspirationen und der damit verbundenen Morbidität nach der Gabe von Antacida zeigen konnten, sind sie seit Langem Bestandteil der Empfehlungen zur routinemäßigen Applikation bei Risikopatienten, insbesondere in der notfallmäßigen geburtshilflichen Anästhesie [11, 12, 45]. Das liegt auch daran, dass schon ein Volumen von 15 ml Natriumziträt (0,3M) p. o. ausreicht, den Magensaft-pH für etwa 1 h auf fast Neutralwerte (pH > 4) anzuheben [46]. Dabei scheint die Zunahme des Mageninhalts keine nachteiligen Auswirkungen zu haben [47].

Sowohl Anticholinergika wie Glycopyrrrolat als auch Antiemetika wie Metoclopramid erscheinen grundsätzlich als präoperative Gabe sinnvoll, da sie Mageninhalt, -saftacidität, Übelkeit und Erbrechen und damit das Aspirationsrisiko reduzieren können [48–52]. Eine Kombination von H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten (wie Ranitidin) mit Metoclopramid ver-

mindert den Mageninhalt und steigert den gastralen pH und senkt damit das Aspirationsrisiko [52].

Das Fazit und die Empfehlungen zur pharmakologischen Vorbehandlung aspirationsgefährdeter Patienten konzentrieren sich auf die Vorbehandlung mit Substanzen, die den Mageninhalt und die -saftacidität reduzieren. Die präoperative Gabe von Prokinetika, Anticholinergika und Antiemetika bei der RSII zur Verringerung des Aspirationsrisikos wird nicht empfohlen. Die routinemäßige Gabe eines H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten wie Ranitidin oder eines Protonenpumpenhemmers wie Omeprazol sollte bei Patienten mit einem hohen Aspirationsrisiko wie bei morbider Adipositas appliziert werden. Der Zeitpunkt der Einnahme sollte idealerweise 6–12 h präoperativ und zusätzlich mindestens 30 min vor der Anästhesieeinleitung sein. Eine einmalige Gabe von Ranitidin reduziert die Acidität, in Kombination mit Metoclopramid das Volumen des Magens. Die routinemäßige Gabe von 30 ml Natriumzitat 0,3 M, welches den gastralen pH-Wert signifikant anhebt, soll für die RSII bei Patienten mit einer hohen Aspirationsgefährdung wie bei notfallmäßigen, geburtshilflichen Eingriffen durchgeführt werden.

## Opioide

Es sollte vor der RSII ein Opioid appliziert werden, da die Dosis kreislaufwirksamer Hypnotika (insbesondere Propofol) und die hämodynamische Stimulation bei der Intubation reduziert werden können [53, 54]. Beispielweise führt die Applikation von Fentanyl (2 µg/kg) vor der Gabe von Thiopental, Propofol oder Etomidat (plus Succinylcholin) zu einer stabileren Kreislaufsituation als ohne Fentanyl [53]. Alfentanil und Remifentanil besitzen eine schnellere Anschlagszeit und sind damit in der Reduktion der intubationsbedingten hämodynamischen Stimulation noch effektiver [55, 56]. Opioide erleichtern darüber hinaus die Intubationsbedingungen sowohl bei Rocuronium und Succinylcholin [57]. Diese Praxis ist bedeutsam, da bei der RSII das Hypnotikum in einer fixen Dosierung appliziert werden muss und die kardiovaskuläre Reak-

tion des einzelnen Patienten nicht vorhersehbar ist.

## Hypnotika

Ein ideales Hypnotikum zur Induktion der Anästhesie bei der RSII existiert nicht. Die Auswahl des einzelnen Hypnotikums ist prinzipiell für das Erreichen optimaler Intubationsbedingungen zweitrangig und kann durchaus patientenbezogen oder in der Kombination mit dem Muskelrelaxans gewählt werden. Die Entscheidung für eine höhere oder niedrigere Dosierung hat jeweils Vor- und Nachteile. Für eine höhere Dosierung in der Kombination mit Muskelrelaxanzien spricht, dass man zügig gute Intubationsbedingungen schafft und damit den Zeitraum für eine mögliche Aspiration minimiert. Das Problem ist möglicherweise, dass man damit vermehrt kardiovaskuläre Nebenwirkungen wie Hypotensionen und Bradykardien induziert, die bei einer geringeren Dosis des Hypnotikums weniger häufig sind. Allerdings steigen durch das verlangsamte Einschlafen das Aspirationsrisiko und die stressinduzierten, sympathikoadrenergen Nebenwirkungen. Die Festlegung der Dosis sollte nach einer Abwägung des kardiovaskulären Risikos (kardiovaskuläre Depression vs. Stimulation) gegen das Aspirationsrisiko getroffen werden.

Wenn das kardiovaskuläre Risiko größer ist als die Aspirationsgefahr, dann sollten die Indikation zur RSII infrage gestellt werden und die prophylaktische Applikation von Sympathikomimetika erwogen werden. Unter Umständen ist auch eine Titration des Hypnotikums mit Zwischenbeatmung indiziert [36].

Besteht dagegen ein hohes Aspirationsrisiko, dann sollte auch bei kardial eingeschränkten Patienten die Dosierung des Hypnotikums nicht wesentlich reduziert werden, um so rasch und komplikationslos intubieren zu können. In diesen Fällen können die Verwendung von Ketamin und/oder die prophylaktische Gabe eines kardiovaskulär aktiven Medikaments das Risiko einer Kreislaufdepression reduzieren.

Besonders bei diesen kardiovaskulär instabilen Patienten ist die Verwendung

von Etomidat wegen seiner relativ geringen Auswirkungen auf den Kreislauf und trotz der relevanten Auswirkungen auf die Nebennierenrindenfunktion nach wie vor populär. Diese Auffassung muss jedoch kritisch hinterfragt werden. Aufgrund dieser Nebenwirkung wird Etomidat in den Richtlinien der Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (SSAI) zur Narkoseführung bei Notfalleingriffen nicht erwähnt [36].

Auch wenn das ideale Einleitungshypnotikum für die RSII nicht existiert, sind, verglichen mit den anderen Substanzen, die Intubationsbedingungen durch die effektivere Unterdrückung laryngealer und pharyngealer Reflexe bei Propofol erheblich besser [58]. Nicht nur in der Einschätzung der Autoren sollte Propofol bei kreislaufstabilen Patienten bevorzugt als Hypnotikum eingesetzt werden, die Entscheidung für andere Substanzen sollte nach patientenbezogenen Faktoren und der Komorbidität getroffen werden [59, 60]. Thiopental kann grundsätzlich als Alternative bei hypotoniegefährdeten Patienten in Betracht gezogen werden. Propofol (1–3 mg/kg) induziert im Vergleich zu Thiopental (2–5 mg/kg) einen stärkeren kreislaufdepressiven Effekt [61–63].

## Muskelrelaxanzien

Traditionell war das depolarisierende Muskelrelaxans Succinylcholin wegen seiner kurzen Anschlagszeit und Wirkdauer und hinsichtlich optimaler Intubationsbedingungen bei der RSI das Mittel der Wahl [36, 64]. Aufgrund der mit den zahlreichen und teilweise lebensbedrohlichen Nebenwirkungen verknüpften Kontraindikationen wird das nichtdepolarisierende Muskelrelaxans Rocuronium, welches bei erhöhter Dosierung (2- bis 3-fache ED<sub>95</sub>) eine vergleichbare Anschlagszeit wie Succinylcholin besitzt, zunehmend favorisiert [64, 65]. Andere Substanzen wie Vecuronium oder Atracurium sollten wegen einer deutlich längeren Anschlagszeit bei RSII keine Anwendung finden [66].

Um die Frage zu beantworten, ob die Intubationsbedingungen bei beiden Substanzen vergleichbar sind, ist der Zeit-

punkt der Beurteilung entscheidend. Neben einer Metaanalyse mit 37 Studien kommt auch eine neuere klinische Untersuchung zu dem Fazit, dass nach 1 min die Verhältnisse zu endotrachealen Intubation ohne signifikanten Unterschied sind, wenn hochdosiertes Rocuronium (0,9–1,2 mg/kg) zur Anwendung kommt [67, 68]. Succinylcholin erzeugt in dem Zeitraum <60 s bessere Intubationsbedingungen als Rocuronium [67].

Es existiert keine vergleichende klinische Untersuchung zum Nebenwirkungsprofil beider Substanzen – lediglich Übersichtsarbeiten und Editorials [69]. Der mögliche Vorteil der kurzen Wirkdauer von Succinylcholin erscheint im Zeitalter von Sugammadex relativ und kann sich umgekehrt bei einem zweiten Intubationsversuch als nachteilig erweisen.

Bei der Auswahl und Entscheidung für das jeweilige Muskelrelaxans sollte durchaus berücksichtigt werden, dass das Auftreten einer Hypoxie nach Gabe von Succinylcholin aufgrund der Muskelfaszikulationen signifikant früher eintritt als nach der Applikation von Rocuronium [70, 71].

Die Dosierungsempfehlungen für Succinylcholin liegen bei 1,0–1,5 mg/kgKG, bei Rocuronium bei 0,9–1,2 mg/kgKG. Grundsätzlich kann man im Einzelfall überlegen, ob man eine RSII ohne Muskelrelaxans durchführt. Untersuchungen, in denen ganz auf die Gabe von Muskelrelaxanzien verzichtet wird, beschreiben nach sequenzieller Gabe von Propofol (2 mg/kgKG) und hohen Dosen von Remifentanyl (4 µg/kgKG) gute Intubationsbedingungen [72]. Einige Studien weisen bei dieser Praxis auf eine höhere Komplikationsrate (z. B. Stimmbandschäden) hin [73].

Das Konzept einer „Präkurarisierung“ (Gabe von 10 % der 2-fachen ED<sub>95</sub> eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans vor Gabe von Succinylcholin) [74] als auch das eines „priming“ (Gabe von 10 % der 2-fachen ED<sub>95</sub> eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans, gefolgt von der Intubationsdosis desselben nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans) [75–77] sollte aus Sicherheitsgründen und fraglicher Wirksamkeit nicht praktiziert werden [43, 74, 77–79].

### Empfehlungen.

- Routinemäßig soll ein Opioid zur Einleitung (Ausnahme Sectio caesarea) verabreicht werden
- Es soll Rocuronium als Muskelrelaxans mit der Verfügbarkeit von Sugammadex verwendet werden
- Es soll eine Kombination von Opioid, Hypnotikum und Muskelrelaxans zur Vermeidung hämodynamischer und atemwegsbezogener Komplikationen gegeben werden
- Vor der Einleitung sollten bei stark aspirationsgefährdeten und können bei anderen Patienten Antacida (Beispiel: Natriumzitat) verabreicht werden
- Protonenpumpenhemmer sollten am Vorabend und H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten sollten am Vorabend und vor der Einleitung verabreicht werden
- Vor der Einleitung können Protonenpumpenhemmer verabreicht werden
- Auf die Gabe von Prokinetika am Vorabend oder präoperativ kann verzichtet werden
- Als Opioid können sowohl Sufentanyl als auch Fentanyl und Remifentanyl verwendet werden
- Als Hypnotikum können sowohl Propofol als auch Thiopental und Ketamin für die Einleitung verwendet werden
- Bei fehlenden Kontraindikationen kann Succinylcholin als Muskelrelaxans verwendet werden

### Präoxygenierung

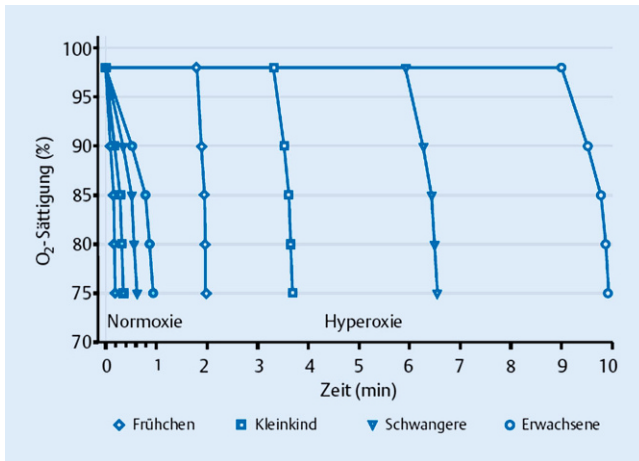
Die suffiziente Präoxygenierung und Denitrogenisierung über eine dicht sitzende Maske stellt ein einfaches und kostengünstiges Verfahren dar, um die Zeit bis zum Einsetzen einer Hypoxämie zu verlängern. Wenn es die Zeit erlaubt, sollte sie vor allen Narkoseeinleitungen durchgeführt werden. Bei der RSII wird nach der Induktion der Anästhesie auf eine Maskenventilation verzichtet, außer die Patienten sind von einer potenziellen Hypoxie bedroht [80–83].

Die Zielsetzung einer Präoxygenierung mit einer hohen inspiratorischen Sauerstofffraktion (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>) ist es, die Sau-

erstoffreserven des Körpers zu erhöhen, um bei unerwartet auftretenden Atemwegsproblemen zusätzliche Zeit für die notwendige endotracheale Intubation zu erlangen. Die mit Sauerstoff gefüllten Alveolen und die funktionelle Residualkapazität (FRC, 20–30 ml/kgKG) können hierbei für kurze Zeit als Diffusionsreservoir dienen, das Auftreten einer Hypoxie vermeiden und somit die Sicherheit für den Patienten erhöhen [84, 85].

Während der Atmung mit Raumluftatmosphäre befindet sich in der funktionellen Residualkapazität (FRC) der Lungen ein Sauerstoffvolumen von 150 ml bis 250 ml. Dieses kann durch eine adäquate Präoxygenierung auf 2100 ml bis 2500 ml Sauerstoff gesteigert werden. Der Endpunkt einer maximalen Präoxygenierung und Denitrogenisierung ist definiert als eine endtidale O<sub>2</sub>-Konzentration von 90 % (F<sub>et</sub>O<sub>2</sub> > 0,9) und eine endtidale N<sub>2</sub>-Konzentration von 5 % [86, 87]. Bei einem physiologischen Sauerstoffverbrauch von 3 ml/kgKG pro Minute verlängert sich die Apnoetoleranz nach adäquater Präoxygenierung somit zumindest in der Theorie auf über 8 min [81, 84, 88–91].

Für eine adäquate Präoxygenierung sollen die Patienten spontan, in Oberkörperhochlage, über einen Zeitraum von 3 min bis 5 min reinen Sauerstoff atmen [92–94]. Dies geschieht über eine vollständig abdichtende Beatmungsmaske und einen Sauerstofffluss von mehr als 10 l/min unter Verwendung einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 1,0. Der korrekte Sitz der Beatmungsmaske kann hierbei anhand der Kapnographie kontrolliert werden. Patienten, bei denen eine Oberkörperhochlage nicht möglich ist (z. B. spinales Trauma), profitieren von einer Anti-Trendelenburg-Lagerung. Durch die Oberkörperhochlage des Patienten vergrößert sich die funktionelle Residualkapazität und die Verwendung einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 1,0 führt, gegenüber einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 0,4, zu einer verlängerten Apnoetoleranz [81]. Ebenso konnte bei einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 0,4 keine verminderte Atelektasenbildung nachgewiesen werden [94]. Das Volumen der FRC unterscheidet sich nach der Narkoseeinleitung in beiden Gruppen (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> 0,4 vs. 1,0) somit nicht. Die Verwendung eines „contin-



**Abb. 1** ◀ Änderung der pulsoxy-metrisch gemessenen arteriellen Sauerstoffsättigung (in Prozent) als Funktion der Zeit nach Apnoebeginn für Erwachsene, Schwangere, Kleinkinder oder Frühgeborene. (Zander [96])

uous positive airway pressure“ (CPAP) von 5 cm H<sub>2</sub>O bis 10 cm H<sub>2</sub>O während der Präoxygenierung vermindert zusätzlich die Atelektasenbildung [94]. Sogar für die alleinige Anwendung eines CPAP, unabhängig der F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>, konnte eine Verlängerung der Apnoetoleranz gezeigt werden ([95]; ■ Abb. 1).

Kooperative Patienten können aufgefordert werden, insgesamt 8 Atemzüge mit dem Volumen der Vitalkapazität durchzuführen. Hierbei kann die Präoxygenierung bis auf 60 s verringert werden [36, 81, 84, 89, 91, 97–102]. Während der Apnoephase im Rahmen einer RSII kommt es aufgrund der unterschiedlichen Löslichkeit und Affinität zum Hämoglobin von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid innerhalb der Alveolen zu einem geringfügig subatmosphärischen Druck. Hieraus resultiert ein Gasfluss zwischen Pharynx und Alveolen, welcher als „apnoische Oxygenierung“ bezeichnet wird. Mehrere Studien zeigen eine verlängerte Apnoetoleranz bei der Applikation von Sauerstoff über eine Nasensonde auch ohne Ventilation des Patienten. Auch die Applikation von Sauerstoff über eine Beatmungsmaske, unter der Verwendung eines CPAP, ist bei manuellem Offenhalten der Atemwege ebenfalls effektiv [84, 91, 103–105].

#### Empfehlung.

- Es soll eine F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 1,0 mit einem Sauerstoff-Flow > 10 l/min verwendet werden
- Es soll eine adäquate Präoxygenierung mit dem Erreichen einer F<sub>et</sub>O<sub>2</sub>-

Konzentration > 0,9 durchgeführt werden

- Es soll der Oberkörper des Patienten zur Präoxygenierung hochgelagert werden
- Es soll eine komplett abdichtende Beatmungsmaske zur Präoxygenierung verwendet werden
- Während der Präoxygenierung soll eine Kapnographie erfolgen
- Die Dauer sollte 3–5 min betragen, wenn keine etO<sub>2</sub>-Konzentration gemessen wird
- Eine Präoxygenierung kann mit CPAP durchgeführt werden, wenn es für den Patienten tolerabel ist
- Zur Präoxygenierung können 8 (Vitalkapazität-)Atemzüge über 60 s durchgeführt werden

### Atemwegsmanagement – Wahl des Verfahrens und Alternativen

Für die Atemwegssicherung bei der RSII ist, trotz der Entwicklung von Larynxmasken mit gastralem Zugang, die endotracheale Intubation der Goldstandard [106–109]. Die Durchführung der Atemwegssicherung während der RSII ist in der innerklinischen Situation ein effektives und sicheres Verfahren. Multiple Intubationsversuche gehen jedoch mit einem erhöhten Risiko an unerwünschten Ereignissen und Komplikationen einher. Die endotracheale Intubation sollte daher von erfahrenen Anästhesisten resp. unter deren Supervision durchgeführt werden. Vor allem im Umfeld von elektiven, chirurgischen Eingriffen sind eine sorgfältige

Vorbereitung und das Erkennen eines schwierigen Atemwegs unabdingbar [36, 110–115].

Zum aktuellen Zeitpunkt existieren keine großen, randomisierten Untersuchungen, die den Stellenwert eines Videolaryngoskops zur RSII untersuchen. In zahlreichen Studien konnte jedoch bei konventionellen Narkoseeinführungen eine hohe Erfolgsrate bei der Verwendung eines Videolaryngoskops gezeigt werden. Vor allem bei einer unerwartet schwierigen Intubation konnten Erfolgsraten zwischen 81 % und 100 % erzielt werden [116–121]. Im Gegensatz hierzu zeigen weitere Studien jedoch eine deutlich schlechtere Performance gegenüber der direkten Laryngoskopie [122–124]. Die initial als sehr steil beschriebene Lernkurve für die Videolaryngoskopie konnte zudem am Patienten nicht immer bestätigt werden, sodass vor einer suffizienten Anwendung eine ausreichende Routine erreicht werden muss [125–127].

Prinzipiell muss jedoch bedacht werden, dass die Bezeichnung „Videolaryngoskop“ nur einen Überbegriff für verschiedene Instrumente darstellt. So können Videolaryngoskope in 3 Gruppen eingeteilt werden [15]:

- Instrumente mit Macintosh-ähnlichem Spatel,
- Instrumente mit stärker gebogenem Spatel,
- Instrumente mit Endotrachealtubusführung.

Diese Unterteilung ist insofern wichtig, da Lernkurve und Erfolgsrate je nach Spateltyp sehr unterschiedlich ausfallen kann. So kann die Verwendung eines stärker gebogenen Spatels im Vergleich zur direkten Laryngoskopie mit einer verlängerten Intubationszeit einhergehen [124, 128–130]. Weiterhin ist die Verwendung eines Videolaryngoskops nicht automatisch mit einer höheren Erfolgsrate assoziiert [128–132].

Ein Vorteil bei der Anwendung von Videolaryngoskopen mit Macintosh-ähnlichen Spateln ist allerdings, dass jederzeit zwischen videolaryngoskopischer Sicht und direkter Laryngoskopie gewechselt werden kann, ohne dass ein Wechsel des Instruments nötig ist. Bei



Hier steht eine Anzeige.



Hier steht eine Anzeige.



der RSII kann somit ein Videolaryngoskop verwendet werden, jedoch sollte der Anwender eine ausreichende klinische Routine im Umgang mit Videolaryngoskopen besitzen.

Supra- und extraglottische Atemwegshilfen (SGA, EGA) mit gastralem Zugang zeigen ein immer breiter werdendes Indikationsspektrum. Der Einsatz bei nichtnüchternen Patienten oder Patienten mit gastroösophagealem Reflux ist kontraindiziert [133]. Die EGA mit gastralem Drainagekanal bieten bei korrekt platzierter Lage mit Positionierung innerhalb des oberen Ösophagusphinkters einen guten Aspirationsschutz bei stattfindender Regurgitation [134–136]. Bei inkorrekt er Lage, z. B. Positionierung der LMA-Spitze im trachealen Eingang, ist eine Ventilation möglich, der Aspirationsschutz dennoch nicht gegeben und ihr Einsatz daher bei einer RSI nicht empfohlen [133].

Ungeachtet von Kontraindikationen sollen bei einem unerwartet schwierigen Atemweg während einer RSI frühzeitig EGA der zweiten Generation mit gastralem Zugang eingesetzt werden. Auch bei schwieriger Maskenbeatmung oder frustrierender Laryngoskopie ist eine erfolgreiche Platzierung häufig, und eine drohende Hypoxie kann verhindert werden. Eine nachfolgende endotracheale Intubation ist dennoch indiziert [15, 137].

Aktuell existieren keine Studien, welche die konventionelle RSII mit der fiberoptischen Wachintubation in Bezug auf das Aspirationsrisiko vergleichen. Eine Studie aus dem Jahr 1989 zeigte, dass bei Patienten mit erhöhtem Aspirationsrisiko die fiberoptische Wachintubation eine sichere Methode zur Atemwegesicherung darstellt [138]. Bei Vorliegen von prädiktiven Faktoren für einen schwierigen Atemweg muss die Indikation zur fiberoptischen Wachintubation somit großzügig gestellt werden.

Die Verwendung von starren Intubationsendoskopen wie dem Bonfils stellt ebenfalls eine Alternative zur konventionellen und indirekten Laryngoskopie dar, sofern sie sicher angewendet werden können. Für die Entscheidung des zu benutzenden Instruments sind somit die manuellen Fähigkeiten des Anwenders essenziell.

## Krikoiddruck

Die Anwendung des Krikoiddrucks wird kontrovers diskutiert und bleibt aktuell umstritten [36, 139, 140]. Beim Krikoiddruck wird Druck auf den Ringknorpel des Kehlkopfes ausgeübt, um eine Regurgitation durch manuellen Verschluss des Ösophagus zu verhindern. Bei korrekter Durchführung ist die Kompression des Ösophagus möglich, und eine stattfindende Regurgitation kann verringert werden [141, 142]. Da der Krikoiddruck jedoch häufig technisch nicht korrekt angewendet wird, ist ein zuverlässiger Verschluss des Ösophagus nicht gegeben. Weiterhin kann der Tonus des unteren Ösophagusphinkters herabgesetzt werden. Darüber hinaus kann die Anwendung des Krikoiddrucks die Laryngoskopie und auch eine evtl. Maskenbeatmung erschweren [143–145]. Somit ist die Frage, ob der Krikoiddruck wirklich das Risiko einer pulmonalen Aspiration verringert oder ob er eine unnötige, möglicherweise risikoreiche Technik darstellt, nicht beantwortet [79, 146].

Aufgrund der nichtvorhandenen, wissenschaftlichen Evidenz für eine Reduktion der Aspiration durch die Anwendung des Krikoiddrucks sowie der erheblichen, potenziell schädigenden Nebenwirkungen und der negativen Beeinflussung der Sicht auf die Epiglottis sollte der Krikoiddruck nicht angewandt werden.

## Unerwartet schwieriger Atemweg

Bei Vorliegen eines unerwartet schwierigen Atemwegs ist der Patient aufgrund der fehlenden Maskenbeatmung akut hypoxiegefährdet. In diesem Fall muss eine druckbegrenzte Zwischenbeatmung oder eine maschinelle druckkontrollierte Beatmung durchgeführt werden, um hohe Beatmungsdrücke zu vermeiden [147]. Die Verwendung eines maximalen Spitzendrucks von 15 mbar führt hierbei zu einer deutlich verminderten gastralen Insufflation [147]. Um die Situation eines unerwartet schwierigen Atemwegs beherrschen zu können, sind eine sorgfältige Vorbereitung und Planung der Anästhesieeinleitung unabdingbar, und es soll an dieser Stelle auf die S1-Leitlinie

Atemwegsmanagement verwiesen werden [15]. Als Alternative soll der frühzeitige Einsatz von EGA der zweiten Generation mit gastralem Zugang in Erwägung gezogen werden.

## Patientenlagerung während der Laryngoskopie

Sowohl Umfragen zum praktischen Vorgehen bei RSII als auch bestehende Empfehlungen berücksichtigten die Patientenlagerung nicht [36, 59, 60]. Um sowohl eine zügige und sichere Atemwegsicherung, insbesondere bei aspirationsgefährdeten Patienten, zu gewährleisten als auch den jeweiligen Ausgangsbedingungen gerecht zu werden, ist die Lagerung des Patienten ein wichtiger Aspekt und muss dem Patienten und der Situation angepasst sein. Eine mögliche Regurgitationsprophylaxe und effektivere Präoxygenierung während der RSII bietet die Anti-Trendelenburg-Lagerung. Aufgrund des erschwerten Aufsteigens von Mageninhalt bis zur Trachea geht sie möglicherweise mit einem reduzierten Risiko einer pulmonalen Aspiration einher. Bei Patienten mit stark aufgetriebenem Abdomen, Adipositas per magna oder eingeschränkter kardiorespiratorischer Reserve wird eine Trendelenburg-Lagerung oder selbst eine Rückenlage möglicherweise schlecht toleriert, und die Oberkörperhochlagerung ist dann die Wahl. Liegen derartige Probleme nicht vor, so spricht nichts gegen die aus dem Alltag bekannte routinierte Handhabung während Rückenlage zur Ileuseinleitung, die eine rasche und komplikationsfreie Intubation ermöglicht.

Als Alternative wird eine Oberkörper-tiefelage (Trendelenburg-Lagerung) diskutiert, mit dem Ziel, eine stattfindende Regurgitation aufgrund der Schwerkraft von der Larynxebene fernzuhalten. Da eine Oberkörper-tiefelage die Präoxygenierung und die Intubationsbedingungen erschwert, kann diese Lagerung nicht generell für die RSII empfohlen werden.

Aufgrund fehlender klinischer Studien, die eine der beiden Lagerungen mit einem reduzierten Risiko einer Regurgitation und pulmonalen Aspiration von Mageninhalt assoziiert, kann es auch keine generell gültige Empfehlung geben. Auf-

grund der beschriebenen Vorteile während der Präoxygenierung und der Atemwegsicherung sollten Patienten während einer RSII mit erhöhtem Oberkörper oder in Rückenlage gelagert werden.

## Extubation

Neben der Narkoseeinleitung können auch während der Narkoseausleitung gravierende Atemwegsprobleme mit der Möglichkeit einer Aspiration auftreten. So finden sich ein Drittel aller beschriebenen Atemwegskomplikationen während der Extubationsphase [148].

Die Anästhesieausleitung sollte daher nach Meinung der Autoren analog zur Narkoseeinleitung in Oberkörperhochlage und nach Absaugen einer liegenden Magensonde durchgeführt werden. Weiterhin muss der Patient neben einer suffizienten Spontanatmung auch kreislaufstabile Verhältnisse sowie eine Normothermie aufweisen. Zwingend muss vor der Extubation eine neuromuskuläre Restblockade ausgeschlossen sein.

### Empfehlung.

- Bei der elektiven RSII soll der Höchstqualifizierte/Erfahrenste und sollte ein Facharzt intubieren.
- Es sollte die direkte Supervision von Nichtfachärzten durch die Anwesenheit eines Facharztes erfolgen.
- Die Intubation kann unter direkter oder mittels indirekter (Video-)Laryngoskopie erfolgen.
- Der Oberkörper sollte während der Intubation hoch gelagert werden.
- Bei unerwartet schwierigem Atemweg sollte eine EGA der 2. Generation verwendet werden.
- Statt einer RSII soll beim erwarteten schwierigen Atemweg eine wach-fiberoptische Intubation erfolgen.
- Die Intubation kann mittels eines starren Intubationsendoskops erfolgen.
- Bei unerwartet schwierigem Atemweg kann eine schlafende fiberoptische Intubation oder mittels indirekter (video-)Laryngoskopie erfolgen.

## „Rapid sequence induction and intubation“ unter besonderen Bedingungen

### RSII bei bariatrischen Eingriffen

Bei Adipositas („Body Mass Index“ [BMI]\* > 30; BMI = Gewicht (kg)/Körpergröße (m)<sup>2</sup>) ohne weitere, das Aspirationsrisiko erhöhende Faktoren, sollte eine „normale“ Einleitungssequenz (keine RSII) in Oberkörperhochlagerung durchgeführt.

### RSII bei Sectio caesarea

Für Schwangere ist in der Literatur ein bis zu 3-fach erhöhtes Aspirationsrisiko im Vergleich zu den sonstigen Patienten beschrieben, welches möglicherweise auf einen erhöhten gastralen Druck am Ende der Schwangerschaft zurückzuführen ist [9]. Ferner ist die Mortalität im Vergleich zu nichtschwangeren erwachsenen Patienten nach Aspiration signifikant erhöht (3,5 % vs. 12 %) [9–11, 149]. Neben verschiedenen anderen Faktoren hat der Wechsel von Allgemeinanästhesie zum rückenmarknahen Regionalverfahren im Rahmen der Geburtshilfe die mütterliche Mortalität in den vergangenen Jahrzehnten deutlich gesenkt [11, 12]. Auch aus diesem Grund sollte bei Patienten, die aspirationsgefährdet sind, im Idealfall auf ein Regionalverfahren ohne zusätzliche Sedierung zurückgegriffen werden [13].

Die besondere Beachtung bei den Schwangeren trägt der Tatsache Rechnung, dass einige Autoren der Meinung sind, dass bereits vor der 12. Schwangerschaftswoche ein erhöhtes Aspirationsrisiko vorliegt, da Sodbrennen und Verlagerung des Magens nach kranial erfolgen. Bisher konnte dieses erhöhte Aspirationsrisiko lediglich für die akute Geburt nachgewiesen werden, da hier eine Magenentleerungsstörung und eine intraabdominelle Druckerhöhung vorliegen. Darüber hinaus gelten die Hinweise zur Refluxerkrankung, unter der bis zu 30–80 % der Schwangeren leiden (s. Abschn. „Aspiration“) [11–13].

Die Allgemeinanästhesie im Rahmen der Sectio caesarea ist heutzutage meistens der Notsectio vorbehalten oder falls rückenmarknahe Verfahren technisch

scheitern oder aufgrund einer Antikoagulation kontraindiziert sind. Das ist der Tatsache Rechnung getragen, dass etwa 1–2 % der mütterlichen Todesfälle direkt oder indirekt der Anästhesie zugeordnet werden können [149]. Die Aspirationsgefährdung von Schwangeren am Geburtstermin kann nicht durch eine verzögerte Magenentleerung erklärt werden, welches die Nüchternheitsgrenze bei Elektivpatientinnen für klare Flüssigkeiten erklärt [150, 151]. Sowohl die präoperative Gabe von Antacida, H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten oder Protonenpumpenhemmern heben den gastralen pH > 2,5 an. Als Einzelprophylaxe erweisen sich Antacida wie Natriumziträt als überlegen [152]. In der Kombination mit H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten kann eine Aspirationspneumonie möglicherweise verhindert werden [152].

Bei der Wahl des Einleitungshypnotikums ist, historisch bedingt, Thiopental oft noch das Mittel der Wahl, obwohl Propofol eine gute und möglicherweise die bessere Alternative darstellt [153, 154]. Bezüglich Opioid und Muskelrelaxans sowie auch der Anwendung des Krikoiddrucks und des Atemwegsmanagements sind keine ergänzenden Empfehlungen zu den oben genannten zu formulieren.

### RSII bei Säuglingen und Kleinkindern

Säuglinge und Kleinkinder sind bei einer RSII aufgrund verschiedener Ursachen hypoxiegefährdeter (z. B. erhöhter Sauerstoffverbrauch, erniedrigte FRC, erhöhte „closing capacity“, schwierige Präoxygenierung bei mangelnder Kooperation) als Erwachsene [155–157]. Das Risiko, bei einer Narkoseinduktion eine Hypoxie zu erleiden, wird höher als das Aspirationsrisiko eingeschätzt [158]. Eine Aspiration im Kleinkindalter verläuft in der Regel weniger schwer als beim Erwachsenen. Aufgrund dieser Tatsache haben sich Konzepte etabliert, die eine „kontrollierte RSII“ bei Kindern praktizieren, die eine behutsame Maskenbeatmung bis zur Wirkung des nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans erlauben und Komplikationen wie eine Hypoxie vermeiden [158–161].

In der Regel wird folgendermaßen (und teilweise analog zum Erwachsenen) vorgegangen:

- bei liegender Magensonde: absaugen und entfernen,
- Präoxygenierung, falls vom Kind toleriert,
- rasche i. v.-Induktion einer tiefen Anästhesie (Hypnotikum und Opioid),
- Muskelrelaxation mit einem nicht-depolarisierenden Relaxans (3-fache ED<sub>95</sub>),
- Etablieren einer suffizienten Maskenbeatmung mit kleinen Zugvolumina, Beatmungsdruck maximal 10–13 cm H<sub>2</sub>O,
- Oxygenierung mittels PCV-Beatmung (13/PEEP 3–5 cm H<sub>2</sub>O) bis zur suffizienten Muskelrelaxierung,
- Intubation durch einen mit Kindernarkosen erfahrenen Facharzt oder unter dessen Supervision und Verantwortung (unter Abwägung der Risiken).

Bei besonders hohem Aspirationsrisiko (Ileus mit prallem Bauch oder Trauma innerhalb der üblichen Nüchternheitskarenzzeiten) kann unter individueller Abwägung aller Umstände auch auf eine Zwischenbeatmung verzichtet und eine RSII vom Typ „Ileus“-RSII durchgeführt werden.

Die Präoxygenierungszeiten sind bei Kindern geringer. Als Anhalt gelten für Säuglinge und Kleinkinder 1 min, für Schulkinder bis 10 Jahren 2 min.

Die Succinylcholidosis beträgt, wenn man die Gabe der Substanz in Erwägung zieht, bei Säuglingen und Kleinkindern infolge des höheren Verteilungsvolumens 1,5–2 mg/kg.

### Schlussfolgerungen

Die Abweichung von der „Standard“-Anästhesieeinleitung bei aspirationsgefährdeten Patienten führt zu einem Anstieg des Risikos für Komplikationen. Da aktuell keine evidenzbasierte Leitlinie zu dieser Thematik existiert, aber auch keine kontrollierten klinischen Untersuchungen vorliegen, die zeigen konnten, dass eine RSII per se zu einer Abnahme pulmonaler Aspirationen führt [65], finden welt-, europa- und deutschlandweit un-

terschiedliche Vorgehensweisen für die „RSI“ Verwendung. Ziel der vorliegenden Übersichtsarbeit ist es, die derzeitige Evidenz im Sinne der Patientensicherheit zusammenzufassen und eine Entscheidungshilfe für das praktische anästhesiologische Management zu leisten.

Die Berücksichtigung aller praktischen, innerklinischen Maßnahmen beim aspirationsgefährdeten Patienten stellt eine wirksame Prävention pulmonaler Aspirationen während der Anästhesieeinleitung dar. Dazu gehören die optimale medikamentöse Vorbehandlung mit Antacida (Beispiel: Natriumzitat) bei stark aspirationsgefährdeten und Protonenpumpenhemmern oder H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten bei anderen Patienten am Vorabend. Jeder Patient soll vor einer RSII entsprechend den Empfehlungen der DGAI zur präoperativen Evaluation untersucht und aufgeklärt werden, und eine RSII sollte durchgeführt werden, wenn keine 2 h Flüssigkeits- und keine 6 h Nahrungskarenz eingehalten worden sind, der Patient unter akutem Erbrechen, einem Subileus oder Ileus leidet, fehlende Schutzreflexe oder eine Magen-Darm-Passagestörung besitzt. Eine RSII sollte bei jeder Schwangeren ab dem 3. Trimenon und unter der Geburt durchgeführt werden. Die genaue Absprache und Kompetenz der ärztlichen Kollegen (der Höchstqualifizierte/ Erfahrenste/Facharzt sollte intubieren) vor und während der RSII über die jeweilige Aufgabenverteilung minimiert ebenso das Risiko der Aspiration wie die adäquate apparative Ausstattung (z. B. großlumige Absauger, Intubations- und Atemwegshilfen), eine den Umständen angepasste optimierte Oberkörperhochlagerung des Patienten. Eine konsequente Präoxygenierung mit einer F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> von 1,0 (F<sub>e</sub>tO<sub>2</sub>-Konzentration > 0,9) und einem Sauerstoff-Flow > 10 l/min über eine komplett abdichtende Beatmungs- maske mit Kapnographie sollte 3–5 min betragen. Ein schnelles Erreichen einer genügend tiefen Anästhesie und Muskelrelaxation, um Husten und Würgen während der Einleitung zu vermeiden, ist durch eine Kombination von Opioid, Hypnotikum und Muskelrelaxans zu erreichen. Als Opioid können sowohl Sufentanil als auch Fentanyl und Remi-

fentanil verwendet werden, als Hypnotikum Propofol, Thiopental, Etomidat und Ketamin, und als Muskelrelaxans soll Rocuronium mit der Verfügbarkeit von Sugammadex verwendet werden. Bei fehlenden Kontraindikationen kann auch Succinylcholin als Muskelrelaxans verwendet werden. Statt einer RSII soll beim erwarteten schwierigen Atemweg eine wach fiberoptische Intubation erfolgen, bei einem unerwarteten schwierigen Atemweg sollte eine EGA der 2. Generation verwendet werden. Bei einer Regurgitation oder Aspiration sollen je nach Schweregrad eine intensivmedizinische Überwachung und eine fiberoptische Bronchoskopie durchgeführt werden und sollte ein Antibiotikum sowohl bei Nachweis einer Pneumonie gegeben werden und bei Beschwerden ein Thoraxröntgenbild oder eine CT durchgeführt werden [43].

### Fazit für die Praxis

**Ganz allgemein reduzieren 3 Faktoren das Risiko einer Aspiration:**

- Erfahrung,
- Unterstützung durch einen erfahrenen Anästhesisten und
- engmaschige Überwachung eines unerfahrenen Anästhesisten.

### Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. med. T. Loop**  
Klinik für Anästhesiologie  
und Intensivmedizin,  
Universitätsklinikum Freiburg  
Hugstetter Straße 55,  
79106 Freiburg im Breisgau,  
Deutschland  
torsten.loop@uniklinik-  
freiburg.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C. Eichelsbacher, H. Ilper, R. Noppens, J. Hinkelbein und T. Loop geben an, dass kein Interessenkonflikt und keine Geschäftsbeziehungen mit Herstellern der genannten Medikamente oder Geräte bestehen.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

- Janda M, Scheeren TW, Noldge-Schomburg GF (2006) Management of pulmonary aspiration. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 20:409–427
- Mendelson CL (1946) The aspiration of stomach contents into the lungs during obstetric anaesthesia. *Am J Obstet Gynecol* 52:191–205
- Stept WJ, Safar P (1970) Rapid induction-intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesth Analg* 49:633–636
- Woodbridge PD (1967) "Crash induction" for tracheal intubation. *JAMA* 202:845
- Wetsch WA, Hinkelbein J (2014) Current national recommendations on rapid sequence induction in Europe. How standardised is the standard of care? *Eur J Anaesthesiol* 31:443–444
- Fink A, Kosecoff J, Chassin M et al (1984) Consensus methods: characteristics and guidelines for use. *Am J Public Health* 74:979–983
- Jeffs L, Law MP, Straus S et al (2013) Defining quality outcomes for complex-care patients transitioning across the continuum using a structured panel process. *BMJ Qual Saf* 22:1014–1024
- Woodall N, Frerk C, Cook TM (2011) Can we make airway management (even) safer?—lessons from national audit. *Anaesthesia* 66(Suppl 2):27–33
- Borland LM, Sereika SM, Woelfel SK et al (1998) Pulmonary aspiration in pediatric patients during general anaesthesia: incidence and outcome. *J Clin Anesth* 10:95–102
- Ng A, Smith G (2001) Gastroesophageal reflux and aspiration of gastric contents in anesthetic practice. *Anesth Analg* 93:494–513
- Smith I, Kranke P, Murat I et al (2011) Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 28:556–569
- American Society of Anesthesiologists Committee (2011) 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: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters. *Anesthesiology* 114:495–511
- Warner MA, Warner ME, Weber JG (1993) Clinical significance of pulmonary aspiration during the perioperative period. *Anesthesiology* 78:56–62
- Cote CJ (1990) NPO after midnight for children—a reappraisal. *Anesthesiology* 72:589–592
- Piepho T, Cavus E, Noppens R et al (2015) S1 guidelines on airway management: guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anaesthesist* 64:27–40
- De Hert S, Imberger G, Carlisle J et al (2011) Preoperative evaluation of the adult patient undergoing non-cardiac surgery: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 28:684–722
- BDA EdDud (2013) Mindestanforderungen für den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästhesiol Intensivmed* 54:1–4
- Lucas DN, Elton CD (2016) Through a glass darkly—ultrasound imaging in obstetric anaesthesia. *Anaesthesia* 71:617–622
- Kruisselbrink R, Arzola C, Endersby R et al (2014) Intra- and interrater reliability of ultrasound assessment of gastric volume. *Anesthesiology* 121:46–51
- Dupont G, Gavory J, Lambert P et al (2017) Ultrasonographic gastric volume before unplanned surgery. *Anaesthesia* 72:1112–1116. <https://doi.org/10.1111/anae.13963>
- Perlas A, Davis L, Khan M et al (2011) Gastric sonography in the fasted surgical patient: a prospective descriptive study. *Anesth Analg* 113:93–97
- Perlas A, Mitsakakis N, Liu L et al (2013) Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gastroscopic examination. *Anesth Analg* 116:357–363
- Arzola C, Perlas A, Siddiqui NT et al (2015) Bedside gastric ultrasonography in term pregnant women before elective cesarean delivery: a prospective cohort study. *Anesth Analg* 121:752–758
- McCormick PW (1975) Immediate care after aspiration of vomit. *Anaesthesia* 30:658–665
- Raghavendran K, Nemzek J, Napolitano LM et al (2011) Aspiration-induced lung injury. *Crit Care Med* 39:818–826
- Marik PE (2011) Pulmonary aspiration syndromes. *Curr Opin Pulm Med* 17:148–154. <https://doi.org/10.1097/MCP.0b013e32834397d6>
- Salem MR, Khorasani A, Saatee S et al (2014) Gastric tubes and airway management in patients at risk of aspiration: history, current concepts, and proposal of an algorithm. *Anesth Analg* 118:569–579
- Satiani B, Bonner JT, Stone HH (1978) Factors influencing intraoperative gastric regurgitation: a prospective random study of nasogastric tube drainage. *Arch Surg* 113:721–723
- Dotson RG, Robinson RG, Pingleton SK (1994) Gastroesophageal reflux with nasogastric tubes. Effect of nasogastric tube size. *Am J Respir Crit Care Med* 149:1659–1662
- Manning BJ, Winter DC, McGreal G et al (2001) Nasogastric intubation causes gastroesophageal reflux in patients undergoing elective laparotomy. *Surgery* 130:788–791
- Perlas A, Chan VW, Lupu CM et al (2009) Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 111:82–89
- Demaret C, David JS, Piriou V (2011) When should a nasogastric tube be inserted before a rapid sequence induction? Look at the x-rays! *Can J Anaesth* 58:662–663
- Hardy JF, Plourde G, Lebrun M et al (1987) Determining gastric contents during general anaesthesia: evaluation of two methods. *Can J Anaesth* 34:474–477
- Cheatham ML, Chapman WC, Key SP et al (1995) A meta-analysis of selective versus routine nasogastric decompression after elective laparotomy. *Ann Surg* 221:469–476
- Lavi R, Katznelson R, Cheng D et al (2011) The effect of nasogastric tube application during cardiac surgery on postoperative nausea and vomiting—a randomized trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 25:105–109
- Jensen AG, Callesen T, Hagemo JS et al (2010) Scandinavian clinical practice guidelines on general anaesthesia for emergency situations. *Acta Anaesthesiol Scand* 54:922–950. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2010.02277.x>
- Hodgkinson R, Glassenberg R, Joyce TH 3rd et al (1983) Comparison of cimetidine (Tagamet) with antacid for safety and effectiveness in reducing gastric acidity before elective cesarean section. *Anesthesiology* 59:86–90
- Toung T, Cameron JL (1980) Cimetidine as a preoperative medication to reduce the complications of aspiration of gastric contents. *Surgery* 87:205–208
- Orr DA, Bill KM, Gillon KR et al (1993) Effects of omeprazole, with and without metoclopramide, in elective obstetric anaesthesia. *Anaesthesia* 48:114–119
- Rocke DA, Rout CC, Gouws E (1994) Intravenous administration of the proton pump inhibitor omeprazole reduces the risk of acid aspiration at emergency cesarean section. *Anesth Analg* 78:1093–1098
- Adelhoff B, Petring OU, Pedersen NO et al (1985) Metoclopramide given pre-operatively empties the stomach. *Acta Anaesthesiol Scand* 29:322–325
- McNeill MJ, Ho ET, Kenny GN (1990) Effect of i.v. metoclopramide on gastric emptying after opioid premedication. *Br J Anaesth* 64:450–452
- Kluger MT, Short TG (1999) Aspiration during anaesthesia: a review of 133 cases from the Australian Anaesthetic Incident Monitoring Study (AIMS). *Anaesthesia* 54:19–26
- [Anonym]. 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: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting. *Anesthesiology* 1999; 90:896–905
- Taylor G, Pryse-Davies J (1966) The prophylactic use of antacids in the prevention of the acid-pulmonary-aspiration syndrome (Mendelson's syndrome). *Lancet* 1:288–291
- Ormezzano X, Francois TP, Viaud JY et al (1990) Aspiration pneumonia prophylaxis in obstetric anaesthesia: comparison of effervescent cimetidine-sodium citrate mixture and sodium citrate. *Br J Anaesth* 64:503–506
- Schmidt JF, Schierup L, Banning AM (1984) The effect of sodium citrate on the pH and the amount of gastric contents before general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 28:263–265
- Dewan DM, Wheeler AS, James FM 3rd et al (1982) Antacid anticholinergic regimens in patients undergoing elective caesarean section. *Can Anaesth Soc J* 29:27–30
- Manchikanti L, Hawkins JM, McCracken JE et al (1984) Effects of pre-anaesthetic glycopyrrolate and cimetidine on gastric fluid acidity and volume in children. *Eur J Anaesthesiol* 1:123–131
- Manchikanti L, Roush JR (1984) Effect of pre-anesthetic glycopyrrolate and cimetidine on gastric fluid pH and volume in outpatients. *Anesth Analg* 63:40–46
- Salem MR, Wong AY, Mani M et al (1976) Premedication drugs and gastric juice pH and volume in pediatric patients. *Anesthesiology* 44:216–219
- Mahajan V, Hashmi J, Singh R et al (2015) Comparative evaluation of gastric pH and volume in morbidly obese and lean patients undergoing elective surgery and effect of aspiration prophylaxis. *J Clin Anesth* 27:396–400
- Harris CE, Murray AM, Anderson JM et al (1988) Effects of thiopentone, etomidate and propofol on the haemodynamic response to tracheal intubation. *Anaesthesia* 43(Suppl):32–36
- Lavazais S, Debaene B (2001) Choice of the hypnotic and the opioid for rapid-sequence induction. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 23:66–70
- Miller DR, Martineau RJ, O'Brien H et al (1993) Effects of alfentanil on the hemodynamic and catecholamine response to tracheal intubation. *Anesth Analg* 76:1040–1046
- O'Hare R, McAtamney D, Mirakhor RK et al (1999) Bolus dose remifentanyl for control of haemodynamic response to tracheal intubation during rapid sequence induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 82:283–285
- Sparr HJ, Giesinger S, Ulmer H et al (1996) Influence of induction technique on intubating conditions

- after rocuronium in adults: comparison with rapid-sequence induction using thiopentone and suxamethonium. *Br J Anaesth* 77:339–342
58. McKeating K, Bali IM, Dundee JW (1988) The effects of thiopentone and propofol on upper airway integrity. *Anaesthesia* 43:638–640
  59. Morris J, Cook TM (2001) Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia* 56:1090–1097
  60. Koerber JP, Roberts GE, Whitaker R et al (2009) Variation in rapid sequence induction techniques: current practice in Wales. *Anaesthesia* 64:54–59
  61. Lindgren L, Yli-Hankala A, Randell T et al (1993) Haemodynamic and catecholamine responses to induction of anaesthesia and tracheal intubation: comparison between propofol and thiopentone. *Br J Anaesth* 70:306–310
  62. Wilmot G, Bhimsan N, Rocke DA et al (1993) Intubating conditions and haemodynamic changes following thiopentone or propofol for early tracheal intubation. *Can J Anaesth* 40:201–205
  63. Brossy MJ, James MF, Janicki PK (1994) Haemodynamic and catecholamine changes after induction of anaesthesia with either thiopentone or propofol with suxamethonium. *Br J Anaesth* 72:596–598
  64. Rohsbach C, Wirth S, Lenz K et al (2013) Survey on the current management of rapid sequence induction in Germany. *Minerva Anestesiol* 79:716–726
  65. Neillipovitz DT, Crosby ET (2007) No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anaesth* 54:748–764
  66. Doenicke AW, Czeslick E, Moss J et al (1998) Onset time, endotracheal intubating conditions, and plasma histamine after cisatracurium and vecuronium administration. *Anesth Analg* 87:434–438
  67. Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA et al (2008) Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002788.pub2>
  68. Sorensen MK, Bretlau C, Gatke MR et al (2012) Rapid sequence induction and intubation with rocuronium-sugammadex compared with succinylcholine: a randomized trial. *Br J Anaesth* 108:682–689
  69. Hinkelbein J (2016) Notfallnarkose beim Erwachsenen: Immer mit Rocuronium! *Notfall Rettungsmed* 19:289–291
  70. Taha SK, El-Khatib MF, Baraka AS et al (2010) Effect of suxamethonium vs rocuronium on onset of oxygen desaturation during apnoea following rapid sequence induction. *Anaesthesia* 65:358–361
  71. Tang L, Li S, Huang S et al (2011) Desaturation following rapid sequence induction using succinylcholine vs. rocuronium in overweight patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 55:203–208
  72. Erhan E, Ugur G, Alper I et al (2003) Tracheal intubation without muscle relaxants: remifentanyl or alfentanil in combination with propofol. *Eur J Anaesthesiol* 20:37–43
  73. Masso E, Sabate S, Hinojosa M et al (2006) Lightwand tracheal intubation with and without muscle relaxation. *Anesthesiology* 104:249–254
  74. Kopman AF, Khan NA, Neuman GG (2001) Precurarization and priming: a theoretical analysis of safety and timing. *Anesth Analg* 93:1253–1256
  75. Foldes F (1984) Rapid tracheal intubation with non-depolarizing neuromuscular blocking drugs: the priming principle. *Br J Anaesth* 56:663
  76. Jones RM (1989) The priming principle: how does it work and should we be using it? *Br J Anaesth* 63:1–3
  77. Han TH, Martyn JA (2009) Onset and effectiveness of rocuronium for rapid onset of paralysis in patients with major burns: priming or large bolus. *Br J Anaesth* 102:55–60
  78. Mencke T, Schreiber JU, Becker C et al (2002) Pretreatment before succinylcholine for outpatient anesthesia? *Anesth Analg* 94:573–576
  79. El-Orbany M, Connolly LA (2010) Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg* 110:1318–1325
  80. Benumof JL (1999) Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency. *Anesthesiology* 91:603–605
  81. Tanoubi I, Drolet P, Donati F (2009) Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anaesth* 56:449–466
  82. Heck Z, Stegmann JU, Lorenz C et al (2001) Acceptance of preoxygenation in clinical routine by patients and by anaesthesiologists. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 36:471–475
  83. Timmermann A, Eich C, Russo SG et al (2006) Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 70:179–185
  84. Weingart SD, Levitan RM (2012) Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Ann Emerg Med* 59:165–175 (e161)
  85. Reber A, Engberg G, Wegenius G et al (1996) Lung aeration. The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia* 51:733–737
  86. Campbell IT, Beatty PC (1994) Monitoring preoxygenation. *Br J Anaesth* 72:3–4
  87. Berry CB, Myles PS (1994) Preoxygenation in healthy volunteers: a graph of oxygen “wash-in” using end-tidal oxymetry. *Br J Anaesth* 72:116–118
  88. Zander R, Martin E, Larsen R (1994) The intrapulmonary oxygen store. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 29:222–223
  89. Kanaya A, Satoh D, Kurosawa S (2013) Higher fraction of inspired oxygen in anesthesia induction does not affect functional residual capacity reduction after intubation: a comparative study of higher and lower oxygen concentration. *J Anesth* 27:385–389
  90. Baillard C, Depret F, Levy V et al (2014) Incidence and prediction of inadequate preoxygenation before induction of anaesthesia. *Ann Fr Anesth Reanim* 33:e55–e58
  91. Weingart SD (2011) Preoxygenation, reoxygenation, and delayed sequence intubation in the emergency department. *J Emerg Med* 40:661–667
  92. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI et al (1992) Preoxygenation of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. *Anesth Analg* 75:757–759
  93. Russell EC, Wrench I, Feast M et al (2008) Preoxygenation in pregnancy: the effect of fresh gas flow rates within a circle breathing system. *Anaesthesia* 63:833–836
  94. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ (2017) Preoxygenation: physiologic basis, benefits, and potential risks. *Anesth Analg* 124:507–517
  95. Hardman JG, Wills JS, Aitkenhead AR (2000) Factors determining the onset and course of hypoxemia during apnea: an investigation using physiological modelling. *Anesth Analg* 90:619–624
  96. Zander R (2005) Physiology and clinical relevance of hyperoxygenation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 40:616–623
  97. Ramkumar V, Umesh G, Philip FA (2011) Preoxygenation with 20 masculine head-up tilt provides longer duration of non-hypoxic apnea than conventional preoxygenation in non-obese healthy adults. *J Anesth* 25:189–194
  98. Harbut P, Gozdzik W, Stjernfalt E et al (2014) Continuous positive airway pressure/pressure support pre-oxygenation of morbidly obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 58:675–680
  99. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR et al (2005) Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 102:1110–1115
  100. Murphy C, Wong DT (2013) Airway management and oxygenation in obese patients. *Can J Anaesth* 60:929–945
  101. McGowan P, Skinner A (1995) Preoxygenation—the importance of a good face mask seal. *Br J Anaesth* 75:777–778
  102. Mort TC, Waberski BH, Clive J (2009) Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. *Crit Care Med* 37:68–71
  103. Zander R, Mertzluft F (1994) Oxygen supply despite respiratory arrest. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 29:223–227
  104. Frumin MJ, Epstein RM, Cohen G (1959) Apneic oxygenation in man. *Anesthesiology* 20:789–798
  105. Teller LE, Alexander CM, Frumin MJ et al (1988) Pharyngeal insufflation of oxygen prevents arterial desaturation during apnea. *Anesthesiology* 69:980–982
  106. Deakin CD, Nolan JP, Soar J et al (2010) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2010 section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 81:1305–1352
  107. Dunham CM, Barraco RD, Clark DE et al (2003) Guidelines for emergency tracheal intubation immediately after traumatic injury. *J Trauma* 55:162–179
  108. Paal P, Herff H, Mitterlechner T et al (2010) Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. *Resuscitation* 81:148–154
  109. Bernhard M, Matthes G, Kanz KG et al (2011) Emergency anaesthesia, airway management and ventilation in major trauma. Background and key messages of the interdisciplinary S3 guidelines for major trauma patients. *Anaesthesist* 60:1027–1040
  110. Sakles JC, Chiu S, Mosier J et al (2013) The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. *Acad Emerg Med* 20:71–78
  111. Mort TC (2004) Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg* 99:607–613 (table of contents)
  112. Martin LD, Mhyre JM, Shanks AM et al (2011) 3,423 emergency tracheal intubations at a university hospital: airway outcomes and complications. *Anesthesiology* 114:42–48
  113. Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T et al (2008) Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 34:1835–1842
  114. Stephens CT, Kahntroff S, Dutton RP (2009) The success of emergency endotracheal intubation in trauma patients: a 10-year experience at a major adult trauma referral center. *Anesth Analg* 109:866–872
  115. Schmidt UH, Kumwilaisak K, Bittner E et al (2008) Effects of supervision by attending anaesthesiologists on complications of emergency tracheal intubation. *Anesthesiology* 109:973–977

116. Asai T, Liu EH, Matsumoto S et al (2009) Use of the Pentax-AWS in 293 patients with difficult airways. *Anesthesiology* 110:898–904
117. Aziz MF, Healy D, Kheterpal S et al (2011) Routine clinical practice effectiveness of the Glidescope in difficult airway management: an analysis of 2,004 glidescope intubations, complications, and failures from two institutions. *Anesthesiology* 114:34–41
118. Cavus E, Neumann T, Doerges V et al (2011) First clinical evaluation of the C-MAC D-Blade videolaryngoscope during routine and difficult intubation. *Anesth Analg* 112:382–385
119. Malin E, Montblanc J, Ynineb Y et al (2009) Performance of the airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* 53:858–863
120. Noppens RR, Mobus S, Heid F et al (2010) Evaluation of the McGrath Series 5 videolaryngoscope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 65:716–720
121. Piepho T, Fortmueller K, Heid FM et al (2011) Performance of the C-MAC video laryngoscope in patients after a limited glottic view using Macintosh laryngoscopy. *Anaesthesia* 66:1101–1105
122. Trimmel H, Kreutziger J, Fertsak G et al (2011) Use of the airtraq laryngoscope for emergency intubation in the prehospital setting: a randomized controlled trial. *Crit Care Med* 39:489–493
123. Frohlich S, Borovickova L, Foley E et al (2011) A comparison of tracheal intubation using the McGrath or the Macintosh laryngoscopes in routine airway management. *Eur J Anaesthesiol* 28:465–467
124. Ilyas S, Symons J, Bradley WP et al (2014) A prospective randomised controlled trial comparing tracheal intubation plus manual in-line stabilisation of the cervical spine using the Macintosh laryngoscope vs the McGrath(R) Series 5 videolaryngoscope. *Anaesthesia* 69:1345–1350
125. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C et al (2009) Learning curves of the Glidescope, the McGrath and the Airtraq laryngoscopes: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol* 26:554–558
126. Piepho T, Weinert K, Heid FM et al (2011) Comparison of the McGrath(R) Series 5 and GlideScope(R) Ranger with the Macintosh laryngoscope by paramedics. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 19:4
127. Cortellazzi P, Caldiroli D, Byrne A et al (2015) Defining and developing expertise in tracheal intubation using a GlideScope(R) for anaesthetists with expertise in Macintosh direct laryngoscopy: an in vivo longitudinal study. *Anaesthesia* 70:290–295
128. Teoh WH, Saxena S, Shah MK et al (2010) Comparison of three videolaryngoscopes: Pentax Airway Scope, C-MAC, Glidescope vs the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation. *Anaesthesia* 65:1126–1132
129. Russell T, Slinger P, Roscoe A et al (2013) A randomised controlled trial comparing the GlideScope(R) and the Macintosh laryngoscope for double-lumen endobronchial intubation. *Anaesthesia* 68:1253–1258
130. Yeatts DJ, Dutton RP, Hu PF et al (2013) Effect of video laryngoscopy on trauma patient survival: a randomized controlled trial. *J Trauma Acute Care Surg* 75:212–219
131. Vassiliadis J, Tzannes A, Hitos K et al (2015) Comparison of the C-MAC video laryngoscope with direct Macintosh laryngoscopy in the emergency department. *Emerg Med Australas* 27:119–125
132. Cavus E, Thee C, Moeller T et al (2011) A randomised, controlled crossover comparison of the C-MAC videolaryngoscope with direct laryngoscopy in 150 patients during routine induction of anaesthesia. *BMC Anesthesiol* 11:6
133. Timmermann A, Nickel EA, Puhlinger F (2015) Second generation laryngeal masks: expanded indications. *Anaesthesist* 64:7–15
134. Schmidbauer W, Bercker S, Volk T et al (2009) Oesophageal seal of the novel supralaryngeal airway device I-Gel in comparison with the laryngeal mask airways Classic and ProSeal using a cadaver model. *Br J Anaesth* 102:135–139
135. Bercker S, Schmidbauer W, Volk T et al (2008) A comparison of seal in seven supraglottic airway devices using a cadaver model of elevated esophageal pressure. *Anesth Analg* 106:445–448 (table of contents)
136. Mark DA (2003) Protection from aspiration with the LMA-ProSeal after vomiting: a case report. *Can J Anaesth* 50:78–80
137. Timmermann A (2011) Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesthesia* 66(Suppl 2):45–56
138. Ovassapian A, Krejcie TC, Yelich SJ et al (1989) Awake fiberoptic intubation in the patient at high risk of aspiration. *Br J Anaesth* 62:13–16
139. Mushambi MC, Kinsella SM, Popat M et al (2015) Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 70:1286–1306
140. Piepho T, Cavus E, Noppens R et al (2015) S1-Leitlinie Atemwegsmanagement. *Anaesthesist* 64:859–873
141. Zeidan AM, Salem MR, Mazoit JX et al (2014) The effectiveness of cricoid pressure for occluding the esophageal entrance in anesthetized and paralyzed patients: an experimental and observational glidescope study. *Anesth Analg* 118:580–586
142. Rice MJ, Mancuso AA, Gibbs C et al (2009) Cricoid pressure results in compression of the postcricoid hypopharynx: the esophageal position is irrelevant. *Anesth Analg* 109:1546–1552
143. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G et al (2003) Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 99:60–64
144. Garrard A, Campbell AE, Turley A et al (2004) The effect of mechanically-induced cricoid force on lower oesophageal sphincter pressure in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 59:435–439
145. Hocking G, Roberts FL, Thew ME (2001) Airway obstruction with cricoid pressure and lateral tilt. *Anaesthesia* 56:825–828
146. Ellis DY, Harris T, Zideman D (2007) Cricoid pressure in emergency department rapid sequence tracheal intubations: a risk-benefit analysis. *Ann Emerg Med* 50:653–665
147. Lawes EG, Campbell I, Mercer D (1987) Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 59:315–318
148. Cook TM, Woodall N, Frerk C et al (2011) Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 106:617–631
149. Frolich MA, Banks C, Brooks A et al (2014) Why do pregnant women die? A review of maternal deaths from 1990 to 2010 at the University of Alabama at Birmingham. *Anesth Analg* 119:1135–1139
150. Wong CA, McCarthy RJ, Fitzgerald PC et al (2007) Gastric emptying of water in obese pregnant women at term. *Anesth Analg* 105:751–755
151. American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia (2007) Practice guidelines for obstetric anesthesia: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia. *Anesthesiology* 106:843–863
152. Paranjthy S, Griffiths JD, Broughton HK et al (2014) Interventions at caesarean section for reducing the risk of aspiration pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004943.pub3>
153. Murdoch H, Scrutton M, Laxton CH (2013) Choice of anaesthetic agents for caesarean section: a UK survey of current practice. *Int J Obstet Anesth* 22:31–35
154. Devroe S, Van de Velde M, Rex S (2015) General anaesthesia for caesarean section. *Curr Opin Anaesthesiol* 28:240–246
155. Gencorelli FJ, Fields RG, Litman RS (2010) Complications during rapid sequence induction of general anaesthesia in children: a benchmark study. *Paediatr Anaesth* 20:421–424
156. Hardman JG, Wills JS (2006) The development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *Br J Anaesth* 97:564–570
157. Neuhaus D, Schmitz A, Gerber A et al (2013) Controlled rapid sequence induction and intubation—an analysis of 1001 children. *Paediatr Anaesth* 23:734–740
158. Weiss M, Gerber AC (2008) Rapid sequence induction in children—it's not a matter of time! *Paediatr Anaesth* 18:97–99. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2007.02324.x>
159. Becke K, Schmidt J (2007) Rapid sequence induction in pediatric anaesthesia. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 42:624–631
160. Jahr M (2007) Anaesthesia for the child with a full stomach. *Curr Opin Anaesthesiol* 20:201–203
161. Eich C, Timmermann A, Russo SG et al (2009) A controlled rapid-sequence induction technique for infants may reduce unsafe actions and stress. *Acta Anaesthesiol Scand* 53:1167–1172