

## Ileuseinleitung – was tun, was lassen?

H.-J. Priebe

### Zusammenfassung

Keine Untersuchung konnte bisher zeigen, dass eine Ileuseinleitung per se zu einer Abnahme pulmonaler Aspirationen führt. Das traditionelle Vorgehen ist deshalb auch wiederholt in Frage gestellt worden. Bei insgesamt niedrigen Inzidenzen einer pulmonalen Aspiration bei Ileuseinleitungen müssten allerdings Tausende von Patienten untersucht werden, um eine klinisch relevante, statistisch abgesicherte Aussage zum Einfluss einer der Komponenten der Ileuseinleitung auf die Häufigkeit einer Aspiration zu erhalten. Man muss deshalb davon ausgehen, dass es zur Beantwortung der Frage, ob irgendeine Komponente der Ileuseinleitung die Häufigkeit von Aspirationen reduziert, nie eine genügend große, randomisierte, kontrollierte Studie geben wird. Man kann aber davon ausgehen, dass nicht die Konzentration auf einen einzelnen Aspekt der Ileuseinleitung, sondern nur die gleichwertige Berücksichtigung aller Komponenten einer Ileuseinleitung eine wirksame Prävention pulmonaler Aspirationen während der Anästhesieeinleitung aspirationsgefährdeter Patienten darstellt. Dazu gehören die optimale medikamentöse Vorbehandlung, die genaue Absprache vor der Einleitung über die jeweilige Aufgabenverteilung während der Einleitung, die Bereitstellung adäquater technischer Ausstattung (z.B. großlumige Absaugvorrichtung, in den Endotrachealtubus eingeführter Führungsstab, Intubations- und Atemweghilfen), eine den Umständen angepasste optimierte Lagerung des Patienten, eine konsequente Präoxygenierung und ein schnelles Erreichen einer genügend tiefen Anästhesie und Muskelrelaxation, um Husten und Würgen während der Einleitung zu vermeiden und rasch optimale Intubationsbedingungen zu schaffen. Ganz allgemein reduzieren drei Faktoren das Risiko einer Aspiration: Erfahrung, Unterstützung durch einen erfahrenen Anästhesisten und engmaschige Überwachung eines unerfahrenen Anästhesisten.

### Einleitung

Der Begriff der Ileuseinleitung beschreibt eine anästhesiologische Einleitungstechnik, bei der ein Hypnotikum und ein schnell wirkendes Muskelrelaxanz unmittelbar nacheinander verabreicht werden, um bei Patienten mit vermeintlich erhöhtem Risiko für eine pulmonale Aspiration von regurgitiertem Mageninhalt so rasch wie möglich Bewusstlosigkeit und motorische Blockade zur endotrachealen Intubation zu erzeugen. Die Technik zielt darauf ab, das Zeitintervall zwi-

schen dem Verlust der protektiven Atemwegsreflexe während der Anästhesieeinleitung und der endotrachealen Intubation mit einem blockbaren Endotrachealtubus so kurz wie möglich zu halten. Synonyme für den Begriff der Ileuseinleitung sind Schnelleinleitung, Blitzeinleitung, Blitz-Intubation, „Rapid-Sequence Induction“ (RSI) und „Rapid-Sequence Induction and Intubation“ (RSII). Die früher im angelsächsischen bzw. im deutschen Sprachgebrauch benutzen Ausdrücke „Crash-Induction“ bzw. „Crush-Induction“ oder „Crush-Intubation“ werden kaum noch verwendet. Da bei Erwachsenen nicht die rasche Anästhesieeinleitung sondern die rasche endotracheale Intubation im Vordergrund steht, sind Blitz-Intubation und RSII die wesentlich zutreffenderen Begriffe. Im Folgenden verwende ich den Begriff der Ileuseinleitung im Sinne der RSII, die nicht nur auf die Anästhesieeinleitung bei Patienten mit Ileus abzielt, sondern auf alle Situationen, in denen eine rasche Intubation aufgrund eines erhöhten Risikos für eine pulmonale Aspiration von Mageninhalt indiziert ist.

Die meisten Anästhesisten halten die Ileuseinleitung für den Vorgehensstandard („Standard of Care“) bei der Anästhesieeinleitung von Patienten, bei denen ein erhöhtes Risiko für eine Regurgitation von Mageninhalt während der Anästhesieeinleitung angenommen wird [1]. Die traditionellen Komponenten der Ileuseinleitung beinhalten die Präoxygenierung, die rasche Gabe eines Hypnotikums, unmittelbar gefolgt von der Injektion von Succinylcholin, die Ausübung von Krikoiddruck unmittelbar nach Injektion des Hypnotikums oder unmittelbar nach Verlust des Bewusstseins und die Vermeidung einer positiven Druckbeatmung bis zur Sicherung des Atemwegs durch einen geblockten Endotrachealtubus. Dabei haben sich die Ansichten zu einigen der traditionellen Komponenten der Ileuseinleitung während der letzten Jahre teilweise beträchtlich verändert [2]. Die unterschiedlichen Ansichten reflektieren das Fehlen genügend großer randomisierter Studien zu diesem Thema. Als Folge variiert die Praxis der Ileuseinleitung sowohl national als auch international beträchtlich [1-3]. In der nachfolgenden Übersicht werde ich auf die am häufigsten kontrovers diskutierten Aspekte bei der Ileuseinleitung und auf die derzeitige Datenlage eingehen. Dies beinhaltet die Indikationsstellung für die Ileuseinleitung, die pharmakologische Vorbehandlung, das Management der Magensonde, die Patientenlagerung, die Präoxygenierung, Wahl und Dosierung des Hypnotikums und des Muskelrelaxanz und den Krikoiddruck.

April 2013 · Nürnberg

### Indikationsstellung

Eine Ileuseinleitung sollte bei allen Patienten durchgeführt werden, die nicht nüchtern sind, die ein erhöhtes Aspirationsrisiko aufweisen oder bei denen diesbezüglich Zweifel bestehen [4]. Als Patienten mit hohem Risiko für eine Regurgitation und pulmonale Aspiration von Mageninhalt gelten diejenigen mit Ileus, Subileus, Darmobstruktion, Schwangerschaft (älter als 20 Wochen, einschließlich 24 h post partum), Hiatushernie, gastro-ösophagealem Reflux, Übelkeit oder präoperativem Erbrechen (z.B. im Zusammenhang mit einer kürzlich begonnenen Opioidtherapie oder erhöhtem Hirndruck) [4]. Als Patienten mit möglicherweise erhöhtem Regurgitations- und Aspirationsrisiko gelten u.a. extrem Übergewichtige (Body-Mass-Index, BMI, >35 kg/m<sup>2</sup>) und Diabetiker (erhöhtes Risiko einer Gastroparese).

Die Indikation zur Ileuseinleitung bei gastro-ösophagealer Refluxerkrankung (GERD) wird kontrovers diskutiert. GERD ist eine Erkrankung, die sich entwickelt, wenn Reflux von Mageninhalt störende Symptome und/oder Komplikationen verursacht [5]. Dabei wird unterschieden zwischen ösophagealen und extra-ösophagealen Syndromen. Die *ösophagealen* Syndrome werden wiederum unterteilt in symptomatische Syndrome (typisches Refluxsyndrom und nicht kardialer Brustschmerz) und in Syndrome mit ösophagealer Schädigung (Refluxösophagitis, Refluxstrikturen, Barrett-Ösophagus, ösophageales Adenokarzinom). Die *extra-ösophagealen* Syndrome werden unterteilt in etablierte Assoziationen (Reflux-assoziiierter Husten, Laryngitis, Asthma, Zahnerosionen) und vorgeschlagene Assoziationen (Pharyngitis, Sinusitis, idiopathische Lungenfibrose, rezidivierende Otitis media) [5]. Typische Anästhesie-relevante Anomalien bei GERD sind ein verminderter Ruhetonus des unteren Ösophagussphinkters, der zu einer verminderten Druckbarriere zwischen Magen und Ösophagus führt; spontane, bis zu mehrere Minuten anhaltende, nicht mit dem Schluckakt assoziierte Abnahmen des Tonus des unteren Ösophagussphinkters, eine verzögerte Magenentleerung (in ca. 25%), eine verminderte Ösophagusmotilität und Hiatushernien (Typ I in 50-95% der Fälle).

Obwohl es dazu keine randomisierten kontrollierten Studie gibt, ist davon auszugehen, dass das Aspirationsrisiko abhängig von Art und Ausmaß der GERD sein muss, dass nicht alle Patienten mit einer GERD-Diagnose grundsätzlich aspirationsgefährdet sind, und dass damit auch keine Notwendigkeit zur Durchführung einer Ileuseinleitung bei grundsätzlich allen Patienten mit GERD besteht, zumal mit den Protonenpumpenhemmern und H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten wirksame Medikamente zur Verfügung stehen. Bei fehlender Evidenz für den Nutzen einer Ileuseinleitung bei GERD und gleichzeitigen Hinweisen für negative Auswirkungen einer Ileuseinleitung bei GERD [6] ist ein individuelles Vorgehen indiziert.

Die folgenden Vorschläge zum Vorgehen bei GERD basieren auf keinen Evidenz-basierten Daten. Aus meiner Sicht besteht keine Indikation für eine Ileuseinleitung, wenn der Patient

unter einer Medikation mit einem Protonenpumpenhemmer und/oder H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten asymptomatisch ist oder nur gelegentlich über Sodbrennen oder Aufstoßen nach Mahlzeiten berichtet. Bei kardiovaskulär und respiratorisch stabilen Patienten ist die Indikation für eine Ileuseinleitung vertretbar, wenn der Patient über häufigeres essens- und lagerungsunabhängiges Sodbrennen, Aufstoßen oder Schluckbeschwerden klagt, eine Hiatushernie Typ I oder jegliche Hiatushernie unbekanntens Typs vorliegt und wenn bei anamnestisch gesicherter GERD keine zuverlässige Kommunikation mit dem Patient möglich ist. Bei kardiovaskulär und/oder respiratorisch stark eingeschränkten Patienten mit GERD sollte nur dann eine Ileuseinleitung durchgeführt werden, wenn im individuellen Fall das Aspirationsrisiko mit hoher Wahrscheinlichkeit größer ist als das mit einer Ileuseinleitung verbundene erhöhte kardiovaskuläre und respiratorische Risiko.

### Pharmakologische Vorbehandlung

Ziel der pharmakologischen Vorbehandlung sind beschleunigte Magenentleerung, Antiemese und Reduzierung von Mageninhalt und -azidität. In diesem Zusammenhang wird der Einsatz von Prokinetika, Antiemetika, Anticholinergika, H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten, Protonenpumpenhemmern und Antazida diskutiert. Die präoperative Gabe von Metoclopramid begünstigt die Magenentleerung [7]. Wie nicht anders zu erwarten schließt eine Vorbehandlung mit Prokinetika eine Aspiration von Mageninhalt nicht aus [8]. Die H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten Cimetidin [9,10] und Ranitidin [11] verringern Mageninhalt und -azidität, wobei Ranitidin die längere Wirkdauer aufweist. Nur wenige Minuten nach Gabe von 30 mL Natriumziträt 0,3 M kann mit einem Anstieg des Magen-pH auf fast Neutralwerte gerechnet werden [12]. Allerdings hält diese Wirkung nur für 1 Stunde an. Dabei scheint die Zunahme des Mageninhalts keine nachteiligen Auswirkungen zu haben. Glycopyrrolat reduziert Mageninhalt und -azidität (allerdings weniger zuverlässig als H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten und Protonenpumpenhemmer) [13-16]. Da es jedoch gleichzeitig den Tonus des unteren Ösophagussphinkters vermindert [17], ist damit theoretisch das Refluxrisiko erhöht.

Bei der Bewertung der nachfolgenden Empfehlungen ist zu berücksichtigen, dass es keine Untersuchungen gibt, die eine Reduzierung von Inzidenz oder Schwere einer pulmonalen Aspiration aufgrund der Vorbehandlung mit einem dieser Medikamente gezeigt hat. Die Empfehlungen basieren im Wesentlichen auf Untersuchungen zur Wirksamkeit der Substanzen auf Mageninhalt und -azidität. Die routinemäßige Verwendung von Prokinetika, Anticholinergika und Antiemetika bei der Ileuseinleitung zur Verringerung des Aspirationsrisikos wird nicht empfohlen [4]. Dagegen wird der routinemäßige Einsatz eines H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten (z.B. Ranitidin) oder eines Protonenpumpenhemmers (z.B. Omeprazol) bei Patienten mit einem hohen Aspirationsrisiko empfohlen. Idealerweise sollte das Medikament 6-12 h präoperativ und nochmals mindestens

30 min vor Anästhesieeinleitung verabreicht werden, um sowohl die Azidität als auch das Volumen des Magens zu reduzieren. Eine Einzelgabe von Ranitidin reduziert die Azidität, nicht aber das Volumen des Magens. Die routinemäßige perorale Gabe von 30 mL Natriumzitat 0.3 M wird nur für die Ileuseinleitung bei Patienten mit einem hohen Aspirationsrisiko empfohlen (z.B. bei geburtshilflichen Notfalleingriffen).

### Management einer Magensonde

Die Datenlage erlaubt keine eindeutigen Empfehlungen zur Handhabung einer Magensonde vor einer Ileuseinleitung, weder hinsichtlich Legens oder Nicht-Legens noch hinsichtlich Belassens oder Entfernens einer liegenden Magensonde. Eine Ileuseinleitung ist *per se* sicherlich keine absolute Indikation zur präoperativen Anlage einer Magensonde. Die präoperative Anlage einer oralen oder nasalen Magensonde (vorzugsweise groß- und doppellumig mit Seitenöffnungen) [18] zur präoperativen Absaugung flüssigen Mageninhalts ist allerdings obligat bei Patienten mit gastro-intestinaler Obstruktion. Vor der Anästhesieeinleitung sollte soviel Mageninhalt wie möglich abgesaugt werden. Absolute Kontraindikationen für das Legen einer Magensonde sind Ösophagusvarizen und Mittelgesichts- und Schädelbasisfrakturen; relative Kontraindikationen sind fehlende Schutzreflexe und erhöhter intrakranieller Druck.

Bei gesunden Freiwilligen führt das kurzzeitige Einlegen einer Magensonde bis zu einer Größe von 12 F zu keinem vermehrten Reflux von Mageninhalt [19,20]. Dagegen zeigten Patienten mit einer perioperativ gelegten Magensonde, die sich einer elektiven Laparotomie unterzogen, häufiger Reflux von Mageninhalt als die ohne Magensonde [21]. Die klinische Relevanz dieser Befunde im Zusammenhang mit der Diskussion um das Belassen oder die Entfernung einer Magensonde ist unklar. Sowohl für das Belassen als auch für die Entfernung der Magensonde vor der Anästhesieeinleitung gibt es Gründe. Das Belassen der Magensonde mag bei schwierigen Laryngoskopieverhältnissen der Orientierung dienen. Es dient der kontinuierlichen Entlastung des Magens, und es vermeidet die möglichen Schwierigkeiten und Komplikationen beim erneuten Legen der Magensonde. Andererseits kann das Belassen der Magensonde die Präoxygenierung erschweren, die Laryngoskopie und Intubation behindern und möglicherweise die Funktion des unteren Ösophagussphinkters einschränken. Bei der unklaren Datenlage ist es nicht erstaunlich, dass die Empfehlungen zur Handhabung einer liegenden Magensonde vor Anästhesieeinleitung weit auseinander gehen. Die Richtlinien („Guidelines“) der Skandinavischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (SSAI) zur Narkoseführung bei Notfalleingriffen empfehlen, die Magensonde während der Anästhesieeinleitung zu belassen [4]. Dagegen empfiehlt der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), bei Kleinkindern eine liegende Magensonde „in jedem Fall“ vor der Narkoseeinleitung zu entfernen und sie nach erfolgter Intubation wieder einzuführen [22].

### Patientenlagerung

Es gibt überzeugte Verfechter sowohl der Oberkörperhochlagerung bzw. Anti-Trendelenburg-Lagerung, als auch der Oberkörpertieflagerung (Trendelenburg-Lagerung) oder Rückenlage während einer Ileuseinleitung. Die Verfechter der *Oberkörperhochlagerung* bzw. *Anti-Trendelenburg-Lagerung* begründen ihr Vorgehen mit einer in Einzelfällen effektiveren Präoxygenierung und dem reduzierten Risiko einer pulmonalen Aspiration bei passiver Regurgitation, weil das Aufsteigen von Mageninhalt bis zur Larynxebene erschwert ist. Die Gegner dieser Lagerung argumentieren mit den technisch schwierigeren Intubationsbedingungen und dem erhöhten Aspirationsrisiko bei aktivem Erbrechen, weil dann Erbrochenes den Larynx erreicht und der Schwerkraft folgend in die Trachea gelangt.

Die Verfechter der *Oberkörpertieflagerung (Trendelenburg-Lagerung)* begründen ihr Vorgehen mit dem reduzierten Aspirationsrisiko, weil die Schwerkraft regurgitierten oder erbrochenen Mageninhalt vom Eintritt in die Trachea fernhält. Die Gegner dieser Lagerung führen die ineffektivere Präoxygenierung, die technisch schwierigeren Intubationsbedingungen und die erleichterte Regurgitation durch Absenkung der Larynxebene unter die des unteren Ösophagussphinkters ins Feld. Schließlich argumentieren die Verfechter der *Rückenlage*, dass unter dieser Lagerung die gewohnten und in den meisten Fällen auch technisch besten Intubationsbedingungen vorliegen und die jeweiligen Nachteile einer Anti- oder Trendelenburg-Lagerung vermieden werden. Die Anhänger der Anti- oder Trendelenburg-Lagerung bemängeln das mit dieser Lagerung verbundene Ausbleiben der jeweiligen Vorteile einer Anti- oder Trendelenburg-Lagerung.

Interessanterweise sind frühere Umfragen zum Vorgehen bei Ileuseinleitung dem Aspekt der Patientenlagerung nicht nachgegangen [1,3]. Auch die Richtlinien der SSAI [4] gehen mit keinem Wort auf die Patientenlagerung ein. Da es keine Untersuchung gibt, die gezeigt hat, dass eine bestimmte Patientenlagerung das Risiko einer Regurgitation und pulmonalen Aspiration von Mageninhalt grundsätzlich reduziert, kann es auch keine generell gültige Empfehlung für eine bestimmte Patientenlagerung geben. Die Lagerung muss den jeweiligen Ausgangsbedingungen angepasst werden. Es ist selbstredend, dass Patienten mit stark aufgetriebenem Abdomen, großem Übergewicht oder respiratorischer oder kardialer Einschränkung eine Trendelenburg-Lagerung oder selbst eine Rückenlage nicht tolerieren werden und die Oberkörperhochlagerung die Lagerung der Wahl sein muss. Liegen derartige Probleme allerdings nicht vor, so spricht die technisch leichtere Handhabung für die Rückenlage während einer Ileuseinleitung; denn in den meisten Fällen ist die zügige, komplikationsfreie Intubation das oberste Gebot einer Ileuseinleitung.

April 2013 · Nürnberg

### Präoxygenierung

Da üblicherweise die Lungen während einer Ileuseinleitung bis zum Nachweis einer endotrachealen Intubation nicht beatmet werden, und da in den meisten Fällen Schwierigkeiten bei der Intubation unvorhersehbar sind, ist eine effektive Präoxygenierung essentiell. Geht man von einer alveolären Sauerstofffraktion ( $F_{A}O_2$ ) von 0,87 aus (was eine konsequente Präoxygenierung voraussetzt), so muss mit einer kritischen Ent-sättigung des Hämoglobins auf 80% bei einem gesunden 70 kg schweren Erwachsenen nach durchschnittlich 8,7 min, bei einem mäßig kranken 70 kg schweren Erwachsenen nach 5,5 min, bei einem gesunden 10 kg schweren Kind nach 3,7 min und bei einem 127 kg schweren Erwachsenen nach 3,1 min gerechnet werden [23]. Diese Daten unterstreichen die Bedeutung einer konsequenten Präoxygenierung.

Über die effektivste Methode der Präoxygenierung ist viel diskutiert worden. Die Beurteilung der Effektivität der Präoxygenierung anhand der end-expiratorischen Sauerstofffraktion ( $F_{E}O_2$ ) ist sicherlich die zuverlässigste und objektivste Methode [24,25]. Eine Tidalvolumenatmung für 3-5 min oder 5-8 tiefe Atemzüge über 60 s mit einem Sauerstofffluss von mindestens 10 L/min unter Vermeidung eines Lecks zwischen Maske und Gesicht ermöglichen eine effektive Präoxygenierung [4,26]. Wenn dem Patienten vor Aufsetzen der Gesichtsmaske die Methode und der Grund für die Notwendigkeit einer dicht aufliegenden Gesichtsmaske detailliert erklärt werden, dann kooperieren die Patienten fast ausnahmslos.

Der Einfluss der Lagerung auf die Präoxygenierung ist unterschiedlich. Bei gesunden Freiwilligen bewirkte eine Präoxygenierung in 45° Oberkörperhochlagerung im Vergleich zur Flachlagerung keine verbesserte Gewebsoxygenierung [27]. Dagegen verlängerte bei Adipösen eine Oberkörperhochlagerung von 25° im Vergleich zur Flachlagerung die sichere Apnoezeit [28,29]. Während Schwangere keine längere Apnoezeit nach Präoxygenierung bei einer Oberkörperhochlagerung von 45° aufwiesen, war dies bei nicht schwangeren Frauen dagegen der Fall [30].

Die allgemeine Lehrmeinung besagt, Patienten mit einer Indikation für eine Ileuseinleitung vor nachgewiesener endotrachealer Intubation *nicht* zu beatmen, weil die Maskenbeatmung den Magen aufblähen könnte und damit das Risiko einer Regurgitation von Mageninhalt ansteigen würde. Zwei ältere, nicht randomisierte Untersuchungen stellen dieses Konzept allerdings in Frage. Eine Beatmung mit Drücken von unter 15 cmH<sub>2</sub>O führte zu keiner Insufflation des Magens [31,32]. Bei gesunden Patienten führten erst Atemwegsdrücke von über 20 cmH<sub>2</sub>O zum Übertritt von Luft in den Magen [32]. Es könnte daher vertretbar sein, selbst Patienten mit einer Indikation zur Ileuseinleitung vor endotrachealer Intubation zu beatmen, solange die Beatmungsdrücke unter 20 cmH<sub>2</sub>O gehalten werden [4].

Bei Kleinkindern und Säuglingen verhindert die mangelnde Kooperation in den meisten Fällen eine effektive Präoxygenierung. Die niedrige funktionelle Residualkapazität (FRC) und der höhere Sauerstoffverbrauch pro m<sup>2</sup> Körperoberfläche

führen bei Kleinkindern und Säuglingen zu einer ausgesprochen kurzen Apnoezeit. Deshalb empfiehlt der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI die Zwischenbeatmung bei Kindern: „Eine sanfte Zwischenbeatmung nach Narkoseeinleitung mit einem Druck von höchstens 10-20 cm H<sub>2</sub>O führt zu keiner Luftinsufflation in den Magen, stellt eine optimale Oxygenierung sicher und garantiert damit optimale Intubationsbedingungen“ [22].

### Wahl und Dosierung des Hypnotikums und des Opioids

Wahl und Dosierung des Hypnotikums und Opioids hängen u.a. davon ab, ob primär die Intubationsbedingungen oder die hämodynamischen Auswirkungen einer Intubation im Vordergrund stehen. Kann man von optimalen Intubationsbedingungen ausgehen (wie nach der Gabe von Succinylcholin), dann zielen Wahl und Dosierung nicht primär auf die Qualität der Intubationsbedingungen ab. Dagegen hat bei der Verwendung von Rocuronium das Hypnotikum hinsichtlich Intubationsbedingungen einen höheren Stellenwert als unter Succinylcholin. In diesem Fall ist dem Propofol der Vorzug zu geben [4]. Liegen keine Kontraindikationen vor, so sollte vor der Einleitung ein Opioid gegeben werden, da dies eine niedrigere Dosierung Kreislauf-depressiver Hypnotika erlaubt und die durch Laryngoskopie und Intubation ausgelöste hämodynamische Stimulation reduziert [4].

Eines der Dilemmata der klassischen Ileuseinleitung besteht darin, dass man das Hypnotikum nicht nach Wirkung titrieren kann, sondern dass man sich auf eine fixe Dosierung des Hypnotikums festlegen muss, ohne zu wissen, wie der individuelle Patient hämodynamisch auf die Dosierung reagieren wird. Sowohl die Festlegung auf eine höhere als auch die auf eine niedrigere haben ihre Vor- und Nachteile. Die Vorteile einer eher höheren Dosierung liegen in den kürzeren Einschlafzeiten und den möglicherweise (abhängig von Wahl und Dosierung des Muskelrelaxanz) besseren Intubationsbedingungen. Dies verkürzt den Zeitraum zwischen dem Verlust der Schutzreflexe und der Intubation und reduziert theoretisch das Aspirationsrisiko. Der Nachteil einer höheren Dosierung liegt in der ausgeprägteren kardiovaskulären Depression. Unter einer niedrigeren Dosierung ist zwar das Risiko einer Kreislaufdepression geringer, dafür aber das einer Kreislaufstimulation (mit den möglichen Folgen Hypertonie, Tachykardie, Arrhythmien, Myokardischämie) erhöht. Zudem sind die Einschlafzeiten länger und die Intubationsbedingungen möglicherweise (wiederum abhängig von Wahl und Dosierung des Muskelrelaxanz) schlechter, was seinerseits den Zeitraum zwischen dem Verlust der Schutzreflexe und der Intubation verlängert und damit das Aspirationsrisiko erhöht. Deshalb sind einige grundsätzliche Überlegungen vor jeder Ileuseinleitung angebracht.

Zunächst sollte geklärt sein, ob für den Patienten eher die kardiovaskuläre Depression oder die Stimulation das höhere Risiko darstellt, denn dies wird Wahl (z. B. Propofol vs. Thiopental vs. Ketamin) und Dosierung (höher vs. niedriger) des

Hypnotikums beeinflussen. Als Nächstes müssen das kardiovaskuläre und das Aspirationsrisiko gegeneinander abgewogen werden. Ist das kardiovaskuläre Risiko wesentlich höher als das Aspirationsrisiko, dann sollte die Indikation für eine traditionelle Ileuseinleitung überdacht werden. Eventuell sollte sogar eine Titrierung des Hypnotikums und eine Zwischenbeatmung in Erwägung gezogen werden. 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 kardiovaskulär instabilen Patienten ist die Verwendung von Etomidate wegen seiner relativ geringen Auswirkungen auf den Kreislauf nach wie vor populär. Dies basiert auf der gängigen Auffassung, eine einmalige Gabe von Etomidate habe keine klinisch relevanten Auswirkungen auf die Nebennierenrindenfunktion. Diese Auffassung muss jedoch kritisch hinterfragt werden. Bereits die einmalige Bolusgabe von Etomidate führt zu einer sofortigen Nebennierenrindendysfunktion für 12-48 Stunden [33-35], zu einem Abfall der Kortisolkonzentration um ca. 50% [36] und zu einer Nebennierenrindendysfunktion für mindestens 24 h bei Kindern mit Meningokokkensepsis [37]. Bei hauptsächlich elektiven Routineeingriffen führte die einmalige Bolusgabe von Etomidate zur Einleitung der Anästhesie zwar zu einer deutlichen Nebennierenrindendysfunktion, nicht aber zu einer erhöhten Letalität [38]. Eine systematische Auswertung von 14 Studien ergab, dass nach Gabe von Etomidate das Risiko für eine Nebennierenrindensuffizienz um durchschnittlich 64%, und das Risiko, innerhalb von 28 Tagen zu versterben, um 19% erhöht ist [39]. Etomidate wird in den Richtlinien der SSAI zur Narkoseführung bei Notfallmaßnahmen nicht erwähnt [4].

### Muskelrelaxanzien

Wegen der zuverlässig kurzen Anschlagszeit und (in den meisten Fällen) kurzen Wirkdauer ist Succinylcholin bei Ileuseinleitung traditionell das Muskelrelaxanz der Wahl gewesen. Allerdings hat diese Substanz zahlreiche, teilweise lebensbedrohliche Nebenwirkungen und mehrere Kontraindikationen. Seit der Einführung von Rocuronium wird deshalb die Stellung des Succinylcholins als Muskelrelaxanz der Wahl zunehmend in Frage gestellt.

Hoch dosiertes Rocuronium ist das einzige nicht-depolarisierende Muskelrelaxanz mit einer ähnlich kurzen Anschlagszeit wie Succinylcholin. Zahlreiche Untersuchungen haben die Intubationsbedingungen unter Succinylcholin und Rocuronium miteinander verglichen. Bei der Bewertung der Studienergebnisse ist der Zeitpunkt der Beurteilung der Intubationsbedingungen von Bedeutung. Liegt der Zeitpunkt später als 1 Minute nach Gabe des Muskelrelaxanz, dann sind die Intubationsbedingungen unter Succinylcholin (1-1,5 mg/kg)

und hoch dosiertem Rocuronium (0,9-1,2 mg/kg) ähnlich [40] oder sogar vergleichbar gut [41]. Wird allerdings bis spätestens 1 min nach Gabe des Muskelrelaxanz intubiert, so ist die Wahrscheinlichkeit ausgezeichneter Intubationsbedingungen unter Succinylcholin höher als unter Rocuronium [40]. Bei der Wahl des Muskelrelaxanz sollte aber auch berücksichtigt werden, dass die Zeitspanne bis zur Desaturierung nach Gabe von Succinylcholin kürzer war als nach der von Rocuronium, sowohl bei Normalgewichtigen [42] als auch Übergewichtigen [43]. Dies ist sehr wahrscheinlich auf den höheren Sauerstoffverbrauch durch die Succinylcholin-ausgelösten Faszikulationen zurückzuführen. Dies sollte bei der Wahl des Muskelrelaxanz bei respiratorisch stark eingeschränkten Patienten oder jenen mit niedriger FRC berücksichtigt werden. Wegen einer deutlich längeren Anschlagszeit ist von der Verwendung von Vecuronium bei einer Ileuseinleitung abzusehen [44,45].

Trotz des günstigeren Nebenwirkungsprofils von Rocuronium wird bei fehlenden Kontraindikationen dem Succinylcholin in einer Dosierung von 1,0-1,5 mg/kg wegen der gelegentlich besseren Intubationsbedingungen nach wie vor der Vorzug eingeräumt [4]. Bei Kontraindikationen für Succinylcholin wird Rocuronium in einer Dosierung von 0,9-1,2 mg/kg allerdings als akzeptable Alternative gewertet [4]. Steht Sugammadex zur Verfügung, kann hoch dosiertes Rocuronium auch bei kurzen Eingriffen bedenkenlos eingesetzt werden [46]. Ist dies nicht der Fall, dann lassen sich durch die sequentielle Gabe von Remifentanyl 4 µg/kg and Propofol 2 mg/kg auch ohne Verwendung eines Muskelrelaxanz ausgezeichnete Intubationsbedingungen erreichen [47]. Sollte in Ausnahmefällen eine Intubation ohne Muskelrelaxanz angestrebt werden, so sollte die Dosierung des Remifentanyls mindestens 4 µg/kg betragen, Propofol sollte dem Thiopental der Vorzug gegeben werden, und Propofol sollte wegen der längeren Anschlagszeit vor dem Remifentanyl injiziert werden.

Sowohl von einer „Präkurarisierung“ (Gabe von 10% der zweifachen ED<sub>95</sub> eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanz vor Gabe von Succinylcholin) [48] als auch vom „Priming“ (Gabe von 10% der zweifachen ED<sub>95</sub> eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanz, gefolgt von der Intubationsdosis desselben nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanz) [49-51] und „Timing“ (Gabe eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanz, gefolgt von der Gabe desselben nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanz bei den ersten klinischen Anzeichen einer motorischer Schwäche) [52-56] wird aus Sicherheitsgründen und fraglicher Wirksamkeit abgeraten [2,48,51,57,58].

### Krikoiddruck

Die Ausübung von Krikoiddruck bleibt umstritten [59-66]. Noch 2009 wurde die Meinung vertreten, dass eine Einleitungstechnik ohne Krikoiddruck nicht als RSI bezeichnet werden kann [3]. Die unterstellte Harmlosigkeit und Effektivität und die anhaltende Ausübung von Krikoiddruck werden allerdings zunehmend hinterfragt [59,67]. Obwohl es nicht eine einzige randomisierte kontrollierte Studie gibt, die eine Abnahme

April 2013 · Nürnberg

pulmonaler Aspirationen aufgrund der Ausübung von Krikoiddruck gezeigt hat, scheinen viele Anästhesisten die zahlreichen und potentiell bedrohlichen klinischen Nebenwirkungen dieser Technik zu akzeptieren. Zwar ist letztendlich nicht auszuschließen, dass die inkorrekte Applikation von Krikoiddruck die Ursache für den mangelnden Nachweis der Effektivität ist; doch ist ebenfalls nicht auszuschließen, dass die Technik *per se* zur Aspiration beitragen kann, weil sie bei frühzeitiger Anwendung während der Anästhesieeinleitung Würgen und Erbrechen auslösen kann [68], aufgrund schlechterer Laryngoskopie- und Intubationsbedingungen [66-75] zur verzögerten Intubation führen kann und durch Abnahme des Tonus des unteren Ösophagussphinkters [76-78] die Regurgitation von Mageninhalt in den Ösophagus begünstigt [76-78]. Viele, wenn nicht alle Anästhesisten haben mehrmals unter Krikoiddruck mit der Sicht auf die Glottis gekämpft, um dann nach Aufhebung des Krikoiddrucks eine völlig uneingeschränkte Sicht auf die Glottis zu erhalten. Die entscheidende Frage bleibt, ob Krikoiddruck wirklich das Risiko einer pulmonalen Aspiration verringert, oder ob er eine unnötige, möglicherweise risikoreiche Technik darstellt [2,79].

Die Richtlinien der SSAI erkennen keine wissenschaftliche Evidenz für die Anwendung von Krikoiddruck und sehen dessen Anwendung deshalb als nicht obligat an [4]. Allerdings überlassen sie die letztendliche Entscheidung individuellem Ermessen. Die Richtlinien merken an, dass diejenigen, die sich für die Anwendung von Krikoiddruck entscheiden, darauf achten müssen, den Krikoiddruck korrekt auszuüben und ihn aufzuheben, wenn sich Beatmung oder Laryngoskopie und Intubation schwierig gestalten. Dabei stellt sich die Frage, wie man objektiv weiß, ob man den Krikoiddruck korrekt ausübt. In den Empfehlungen der DGAI zur Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe wird interessanterweise der Krikoiddruck bei der Auflistung der Komponenten einer RSI in Klammern gesetzt (80). Es wird lediglich darauf verwiesen, dass die Richtlinien („Guidelines“) des *National Institute for Health and Clinical Excellence* (NICE) den Krikoiddruck empfiehlt (81). Die 2004 Richtlinien („Guidelines“) der *Difficult Airway Society* (DAS) empfehlen für die Ileuseinleitung bei nicht schwangeren Erwachsenen ohne vorhersehbare Atemwegsschwierigkeiten mit leichtem („light“) Krikoiddruck schon vor dem Bewusstseinsverlust zu beginnen [82].

Während der postulierte Nutzen des Krikoiddrucks (Verhinderung des Übertritts von in den Ösophagus regurgitiertem Mageninhalt in den Pharynx) größtenteils potentieller und theoretischer Natur ist, sind die Nebenwirkungen und Komplikationen real und klinisch relevant. „Wir müssen nachweisen, dass richtig ausgeübter Krikoiddruck eine Regurgitation effektiv verhindert, oder wir müssen ihn weglassen. Es ist Zeit, über das, was wir tun, Bilanz zu ziehen und es besser zu machen. Das schulden wir unseren Patienten“ („*We need to prove that properly applied cricoid pressure is effective at preventing regurgitation or discard it. It is time to take stock of what we do and do it better. We owe it to our patients.*“) [62]. Die

vorliegende Datenlage berechtigt zu der Empfehlung, auf die generelle Anwendung von Krikoiddruck während einer Ileuseinleitung zu verzichten. Eine Revision der diesbezüglichen Empfehlungen sollte deshalb in Betracht gezogen werden.

### Zusammenfassung

Keine Untersuchung konnte bisher zeigen, dass eine Ileuseinleitung *per se* zu einer Abnahme pulmonaler Aspirationen führt [83]. Das traditionelle Vorgehen ist deshalb auch wiederholt in Frage gestellt worden [84]. Bei insgesamt niedrigen Inzidenzen einer pulmonalen Aspiration bei Ileuseinleitungen müssten allerdings Tausende von Patienten untersucht werden, um eine klinisch relevante, statistisch abgesicherte Aussage zum Einfluss einer der Komponenten der Ileuseinleitung auf die Häufigkeit einer Aspiration zu erhalten. Man muss deshalb davon ausgehen, dass es zur Beantwortung der Frage, ob irgendeine Komponente der Ileuseinleitung die Häufigkeit von Aspirationen reduziert, nie eine genügend große, randomisierte, kontrollierte Studie geben wird. Man kann aber davon ausgehen, dass nicht die Konzentration auf einen einzelnen Aspekt der Ileuseinleitung, sondern nur die gleichwertige Berücksichtigung aller Komponenten einer Ileuseinleitung eine wirksame Prävention pulmonaler Aspirationen während der Anästhesieeinleitung aspirationsgefährdeter Patienten darstellt. Dazu gehören die optimale medikamentöse Vorbehandlung, die genaue Absprache vor der Einleitung über die jeweilige Aufgabenverteilung während der Einleitung, die Bereitstellung adäquater technischer Ausstattung (z.B. großlumige Absaugvorrichtung, in den Endotrachealtubus eingeführter Führungsstab, Intubations- und Atemwegshilfen), eine den Umständen angepasste optimierte Lagerung des Patienten, eine konsequente Präoxygenierung und ein schnelles Erreichen einer genügend tiefen Anästhesie und Muskelrelaxation, um Husten und Würgen während der Einleitung zu vermeiden und rasch optimale Intubationsbedingungen zu schaffen. Ganz allgemein reduzieren drei Faktoren das Risiko einer Aspiration: Erfahrung, Unterstützung durch einen erfahrenen Anästhesisten und engmaschige Überwachung eines unerfahrenen Anästhesisten [8].

### Literatur

1. Morris J and Cook TM. Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia* 2001;56:1090-115
2. El-Orbany M and Connolly LA. Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg* 2010;110:1318-25
3. Koerber JP, Roberts GEW, Whitaker R, Thorpe CM. Variation in rapid sequence induction techniques: current practice in Wales. *Anaesthesia* 2009;64:54-9
4. Jensen AG, Callesen T, Hagemo JS, Hreinsson K, Lund V, Nordmark J. Scandinavian clinical practice guidelines on general anaesthesia for emergency situations. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:922-50
5. Vakili N, van Zanten SV, Kahrilas P, Dent J, Jones R, the Global Consensus Group. The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based Consensus. *Am J Gastroenterol* 2006;101:1900-20

6. Chung F, Mezei G, Tong D. Pre-existing medical conditions as predictors of adverse events in day-case surgery. *Br J Anaesth* 1999;83:262-70
7. Adelhoff B, Petring OU, Pedersen NO, Andersen RD, Busch P, Vestergaard AS. Metoclopramide given pre-operatively empties the stomach. *Acta Anaesthesiol Scand* 1985;29:322-5
8. Kluger MT, Short TG. Aspiration during anaesthesia: a review of 133 cases from the Australian Anaesthetic Incident Monitoring Study (AIMS). *Anaesthesia* 1999;54:19-26
9. Toung T, Cameron JL. Cimetidine as a preoperative medication to reduce the complications of aspiration of gastric contents. *Surgery* 1980;87:205-8
10. Hodgkinson R, Glassenberg R, Joyce TH III, Coombs DW, Osteimer GW, Gibbs CP. Comparison of cimetidine (Tagamet) with antacid for safety and effectiveness in reducing gastric acidity before elective cesarean section. *Anesthesiology* 1983;59:86-90
11. Andrews AD, Brock-Utne JG, Downing JW. Protection against pulmonary acid aspiration with ranitidine. A new histamine H<sub>2</sub>-receptor antagonist. *Anaesthesia* 1982;37:22-5
12. Schmidt JF, Schierup L, Banning AM. The effect of sodium citrate on the pH and the amount of gastric contents before general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984;28:263-5
13. Salem MR, Wong AY, Mani M, Bennett EJ, Toyama T. Premedication drugs and gastric juice pH and volume in pediatric patients. *Anesthesiology* 1976;44:216-9
14. Dewan DM, Wheeler AS, James FM III, Floyd HM, Rhyne L. Antacid anticholinergic regimens in patients undergoing elective caesarean section. *Can Anaesth Soc J* 1982;29:27-30
15. Manchikanti L, Roush JR. Effect of preanesthetic glycopyrrolate and cimetidine on gastric fluid pH and volume in outpatients. *Anesth Analg* 1984;63:40-6
16. Manchikanti L, Hawkins JM, McCracken JE, Roush JR. Effects of pre-anaesthetic glycopyrrolate and cimetidine on gastric fluid acidity and volume in children. *Eur J Anaesthesiol* 1984;1:123-31
17. Brock-Utne JG, Rubin J, Welman S, Dimopoulos GE, Moshal MG, Downing JW. The effect of glycopyrrolate (Robinul) on the lower oesophageal sphincter. *Can Anaesth Soc J* 1978;25:144-6
18. Adelhoff B, Petring OU, Hagelsten JO. Inaccuracy of perianesthetic gastric intubation for emptying liquid stomach contents. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;30:41-3
19. Nagler R, Wolfson AW, Lowman RM, Spiro HM. Effect of gastric intubation on the normal mechanisms preventing gastroesophageal reflux. *N Engl J Med* 1960; 262:1325-6
20. Kuo B, Castell DO. The effect of nasogastric intubation on gastroesophageal reflux: a comparison of different tube sizes. *Am J Gastroenterol* 1995;90:1804-7
21. Manning BJ, Winter DC, McGreal G, Kirwan WO, Redmond HP. Nasogastric intubation causes gastroesophageal reflux in patients undergoing elective laparotomy. *Surgery* 2001;130:788-91
22. Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA). *Anästh Intensivmed* 2007;48:S88-93
23. Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997;87:979-82
24. Berry CB, Myles PS. Pre-oxygenation in healthy volunteers – a graph of oxygen “washin” using end tidal oxygraphy. *Br J Anaesth* 1994; 72: 116-8
25. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anesth* 2009; 56: 449-66
26. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Salem MR, Joseph NJ, Wafai Y, Crystal GJ, El-Orbany MI. Preoxygenation with tidal volume and deep breathing techniques: the impact of duration of breathing and fresh gas flow. *Anesth Analg* 2001;92:1337-41
27. Smith SJ, Harten JM, Jack E, Carter R, Kinsella J. Pre-oxygenation in healthy volunteers: a comparison of the supine and 45° seated positions. *Anaesthesia* 2010;65:980-3
28. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, Laurie CP, O'Brien PE. 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* 2005;102:1110-5
29. Altermatt FR, Munoz HR, Delfino AE, Cortinez LI. Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. *Br J Anaesth* 2005;95:706-9
30. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI, Nawfal MF, Sibai AA, Yazbeck VG, Khoury NI, Karam KS. Preoxygenation of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. *Anesth Analg* 1992;75:757-9
31. Ruben H, Knudsen EJ, Carugati G. Gastric inflation in relation to airway pressure. *Acta Anaesthesiol Scand* 1961;5:107-14
32. Lawes EG, Campbell I, Mercer D. Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 1987;59:315-8
33. Absalom A, Pledger D, Kong A. Adrenocortical function in critically ill patients 24 h after a single dose of etomidate. *Anaesthesia* 1999;54: 861-7
34. Schenarts CL, Burton JH, Riker RR. Adrenocortical dysfunction following etomidate induction in emergency department patients. *Acad Emerg Med* 2001;8:1-7
35. Vinclair M, Broux C, Faure P, Brun J, Genty C, Jacquot C, Chabre O, Payen J-F. Duration of adrenal inhibition following a single dose of etomidate in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2008;34:714-9
36. den Brinker M, Joosten KFM, Liem O, Frank H, de Jong FH, Hop WCJ, Hazelzet JA, van Dijk M, Hokken-Koelega ACS. Adrenal insufficiency in meningococcal sepsis: bioavailable cortisol levels and impact of interleukin-6 levels and intubation with etomidate on adrenal function and mortality. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:5110-7
37. den Brinker M, Hokken-Koelega AC, Hazelzet JA, de Jong FH, Hop WC, Joosten KF. One single dose of etomidate negatively influences adrenocortical performance for at least 24h in children with meningococcal sepsis. *Intensive Care Med* 2008;34:163-8
38. Hohl CM, Kelly-Smith CH, Yeung TC, Sweet DD, Doyle-Waters MM, Schulzer M. The effect of a bolus dose of etomidate on cortisol levels, mortality, and health services utilization: a systematic review. *Ann Emerg Med* 2010;56:105-13
39. Albert SG, Ariyan S, Rather A. The effect of etomidate on adrenal function in critical illness: a systematic review. *Intens Care Med* 2011;37:901-10
40. Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2008:002788
41. Sørensen MK, Bretlau C, Gätke MR, Sørensen AM, Rasmussen LS. Rapid sequence induction and intubation with rocuronium-sugammadex compared with succinylcholine: a randomized trial *Br J Anaesth* 2012;108:682-9
42. Taha SK, El-Khatib MF, Baraka AS, Haidar YA, Abdallah FW, Zbeidy RA, Siddik-Sayyid SM: Effect of suxamethonium vs

April 2013 · Nürnberg

- rocuronium on onset of oxygen desaturation during apnoea following rapid sequence induction. *Anaesthesia* 2010;65:358-61
43. Tang L, Li S, Huang S, Ma H, Wang Z: Desaturation following rapid sequence induction using succinylcholine vs. rocuronium in overweight patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;55:203-8
  44. Martin C, Bonneru JJ, Brun JP, Albanese J, Gouin F. Vecuronium or suxamethonium for rapid sequence intubation: which is better? *Br J Anaesth* 1987;59:1240-4
  45. Magorian T, Flannery KB, Miller RD. Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 1993;79:913-8
  46. Srivastava A, Hunter JM. Reversal of neuromuscular block. *Br J Anaesth* 2009;103:115-29
  47. Erhan E, Ugur G, Alper I, Gunusen I, Ozyar B. Tracheal intubation without muscle relaxants: remifentanyl or alfentanil in combination with propofol. *Eur J Anaesthesiol* 2003;20:37-43
  48. Kopman AF, Khan NA, Neumann GG. Precurarization and priming: a theoretical analysis of safety and timing. *Anesth Analg* 2001;93:1253-6
  49. Folds F. Rapid tracheal intubation with non-depolarizing neuromuscular blocking drugs: the priming principle. *Br J Anaesth* 1984;56:663
  50. Jones RM. The priming principle: how does it work and should we be using it? *Br J Anaesth* 1989;63:1-3
  51. Han TH, Martyn JA. Onset and effectiveness of rocuronium for rapid onset of paralysis in patients with major burns: priming or large bolus. *Br J Anaesth* 2009;102:55-60
  52. Culling RD, Middaugh RE, Menk EJ. Rapid tracheal intubation with vecuronium: the timing principle. *J Clin Anesth* 1989; 1:422-5
  53. Sieber TJ, Zbinden AM, Curatolo M, Shorten GD. Tracheal intubation with rocuronium using the "timing principle". *Anesth Analg* 1998;86: 1137-40
  54. Culling RD, Middaugh RE, Menk EJ. Rapid tracheal intubation with vecuronium: Timing principle. *J Clin Anesth*. 1989;1:422-5
  55. Koh KF, Chen FG. Rapid tracheal intubation with atracurium: the timing principle. *Can J Anaesth* 1994;41:688-93
  56. Silverman SM, Culling RD, Middaugh RE. Rapid-sequence orotracheal intubation: a comparison of three techniques. *Anesthesiology* 1990;73:244-8
  57. Mencke T, Schreiber JU, Becker C, Bolte M, Fuchs-Buder T. Pretreatment before succinylcholine for outpatient anesthesia? *Anesth Analg* 2002;94:573-6
  58. Mak PH and Irwin MG. The effect of cisatracurium and rocuronium on cis-atracurium precurarization and the priming principle. *J Clin Anesth* 2004;16:83-7
  59. Sultan P. Is cricoid pressure needed during rapid sequence induction? *Br J Hosp Med (Lond)* 2008;69:177
  60. Fenton PM, Reynolds F. Life-saving or ineffective? An observational study of the use of cricoid pressure and maternal outcome in an African setting. *Int J Obstet Anesth* 2009;18:106-10
  61. Ovassapian A, Salem MR. Sellick's maneuver: to do or not do. *Anesth Analg* 2009;109:1360-2
  62. Lerman J. On cricoid pressure: "May the force be with you". *Anesth Analg* 2009;109:1363-6
  63. Priebe H-J. Cricoid pressure: an expert's opinion. *Minerva Anesthesiol* 2009;75:710-4
  64. Steinmann D, Priebe H-J. Krikoiddruck. *Anästhesist* 2009; 58:695-707
  65. de Souza DG, Doar LH, Metha SH. Aspiration prophylaxis and rapid sequence induction for elective caesarean delivery: time to reassess old dogma? *Anesth Analg* 2010;110:1503-5
  66. Priebe H-J. Use of cricoid pressure during rapid sequence induction: facts and fiction. *Trends Anaesth Crit Care* 2012;2:123-8
  67. Gobindram A, Clarke S. Cricoid pressure: should we lay off the pressure? *Anaesthesia* 2008;63:1258-9
  68. Vanner RG, Pryle BJ. Regurgitation and oesophageal rupture with cricoid pressure: a cadaver study. *Anaesthesia* 1992;47:732-5
  69. Georgescu A, Miller JN, Lecklitner ML. The Sellick maneuver causing complete airway obstruction. *Anesth Analg* 1992; 74:457-9
  70. Allman KG. The effect of cricoid pressure application on airway patency. *J Clin Anesth* 1995;7:197-9
  71. Hartsilver EL, Vanner RG. Airway obstruction with cricoid pressure. *Anaesthesia* 2000;55:208-11
  72. MacG Palmer JH, Ball DR. The effect of cricoid pressure on the cricoids cartilage and vocal cords: an endoscopic study in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 2000;55:263-8
  73. Hocking G, Roberts FL, Thew ME. Airway obstruction with cricoid pressure and lateral tilt. *Anaesthesia* 2001;56:825-8
  74. Haslam N, Parker L, Duggan JE: Effect of cricoid pressure on the view at laryngoscopy. *Anaesthesia* 2005;60:41-7
  75. Walker RWM, Ravi R, Haylett K. Effect of cricoid force on airway calibre in children: a bronchoscopic assessment. *Br J Anaesth* 2010;104:71-4
  76. Tournadre J-P, Chassard D, Berrada KR, Bouletreau P. Cricoid pressure decreases lower esophageal sphincter tone. *Anesthesiology* 1997;86:7-9
  77. Garrard A, Campbell AE, Turley A, Hall JE. The effect of mechanically-induced cricoid force on lower oesophageal sphincter pressure in anaesthetized patients. *Anaesthesia* 2004;59:435-9
  78. Thorn K, Thorn SE, Wattwil M. The effects of cricoid pressure, remifentanyl, and propofol on esophageal motility and the lower esophageal sphincter. *Anesth Analg* 2005;100:1200-3
  79. Ellis DY, Harris T, Zideman D. Cricoid pressure in emergency department rapid sequence tracheal intubations: a risk-benefit analysis. *Ann Emerg Med* 2007;50:653-65
  80. Gogarten W, Van Aken H, Kessler P, Wulf H, Vetter K, Marcus MAE, Bremerich D. Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe. *Anästhesist* 2009;50:S502-7
  81. Wee MYK, Brown H, Reynolds F. The National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) guidelines for Caesarean sections: implications for the anaesthetist. *Int J Obstet Anesth* 2005;14:147-58
  82. <http://www.das.uk.com/guidelines/rsi.html> (aufgerufen am 13.12.2012)
  83. Neilipovitz DT, Crosby ET (2007) No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anaesth* 54:748-764
  84. Meek T (2006) Traditional rapid sequence induction is an outmoded technique for Caesarean section and should be modified. *Opposed*. *Int J Obstet Anesth* 15:229-232