Anaesthesist 2018 · 67:305–320
https://doi.org/10.1007/s00101-018-0416-7
Online publiziert: 5. März 2018
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018


© bfw tailormade communication GmbH

Online teilnehmen

3 Punkte sammeln auf CME.SpringerMedizin.de

Teilnahmemöglichkeiten
Die Teilnahme an diesem zertifizierten Kurs ist für 12 Monate auf CME.SpringerMedizin.de möglich. Den genauen Teilnahmeschluss erfahren Sie dort.
Teilnehmen können Sie:
– als Abonnent dieser Fachzeitschrift,
– als e.Med-Abonnent.

Zertifizierung
Diese Fortbildungseinheit ist zertifiziert von der Ärztekammer Nordrhein gemäß Kategorie D und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Es werden 3 Punkte vergeben.

Anerkennung in Österreich und der Schweiz
Gemäß Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die auf CME.SpringerMedizin.de erworbenen Fortbildungspunkte von der Österreichischen Ärztekammer 1:1 als fachspezifische Fortbildung angerechnet (§26(3) DFP Richtlinie).
Die Schweizerische Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation vergibt 1 Credit für die Zertifizierte Fortbildung in *Der Anaesthesist.*

Kontakt
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

T. Mencke · A. Zitzmann · D. A. Reuter
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsmedizin Rostock, Rostock, Deutschland

Sichere und kontroverse Komponenten der „rapid sequence induction“

Zusammenfassung
Die „rapid sequence induction“ (RSI) ist eine Technik der Narkoseeinleitung bei erhöhtem Risiko für eine pulmonale Aspiration. Zwar ist die Inzidenz des akuten Lungenversagens (ARDS) nach Aspiration extrem selten, dennoch ist das ARDS für 10–30 % der anästhesiebedingten Todesfälle verantwortlich. Die vor fast 50 Jahren erstbeschriebene *klassische* RSI (Oberkörperhochlagerung, Verzicht auf Zwischenbeatmung und Verwendung von Succinylcholin) wird heute noch so angewendet. *Modifizierte RSI* beinhalten Maskenbeatmung vor endotrachealer Intubation bzw. Verwendung nichtdepolarisierender Muskelrelaxanzien. Für vergleichbare Intubationsbedingungen sollten 1,0 mg/kgKG Succinylcholin oder 1,0–1,2 mg/kgKG Rocuronium gegeben werden. Effektivität und korrekte Durchführung des Krikoiddrucks, der nach seiner Einführung 1961 bald ein Eckpfeiler der RSI war, werden seit einiger Zeit kontrovers diskutiert. Bei Ileus und Passage-/Entleerungsstörung ist vor Narkoseeinleitung die Magenentleerung mithilfe einer Sonde zwingend.

Schlüsselwörter
Ileus · Rocuronium · Succinylcholin · Krikoiddruck · Atemwegsmanagement

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags …

- **können Sie die Haupt- und Nebenkomponenten der klassischen sowie der modifizierten „rapid sequence induction" (RSI) beschreiben.**
- **kennen Sie Indikationen für die RSI und die modifizierte RSI.**
- **wissen Sie, welche Hypnotika und Muskelrelaxanzien zur Anwendung kommen.**
- **kennen Sie Risiken der RSI.**
- **sind Sie in der Lage, die Besonderheiten bei der Narkoseeinleitung eines Patienten mit Ileus zu erklären.**

Einleitung

Bei der RSI wird auf die sonst übliche Zwischenbeatmung verzichtet

Die RSI (Synonym: Ileuseinleitung, „crash induction", „rapid sequence intubation") ist eine Sonderform der Narkoseeinleitung. Hierbei wird die normale Abfolge („sequence") der Intubation verkürzt und auf die sonst übliche Zwischenbeatmung verzichtet. Die Indikation besteht für Patienten mit erhöhtem Risiko für eine **pulmonale Aspiration**, was insbesondere für folgende Patienten/Situationen gilt [1]:

- nichtnüchterne Patienten (Notfalleingriffe),
- Patienten mit erhöhter Regurgitationsneigung (erhöhter intraabdominaler Druck, z. B. im Rahmen von Schwangerschaft oder extremer Adipositas, neurologische Erkrankungen) sowie
- Patienten mit Passage- bzw. Entleerungsstörungen der Gastrointestinaltrakts (akutes Abdomen, Ileus, Polytrauma).

Einzelne RSI-Komponenten wurden schon 1951 nach Auswertung von 43 Todesfällen im Rahmen von Vollnarkosen vorgeschlagen

Daten aus Frankreich zeigen, dass die anästhesiebedingte Letalität nach ungeplanten Operationen (mit einem hohen Anteil an nichtnüchternen Patienten) 4,5-fach höher im Vergleich zu geplanten Operationen war [2]. Die Komponenten der RSI wurden teilweise schon 1951 durch Morton und Wylie nach Auswertung von 43 Todesfällen im Rahmen einer Vollnarkose vorgeschlagen [3]. Bei der Untersuchung dieser Todesfälle stellten die Autoren fest, dass die Aspiration nicht nur während der Narkoseeinleitung, sondern auch während der Operation und nach Extubation auftreten kann [3].

Certain and controversial components of "rapid sequence induction"

Abstract

Rapid sequence induction (RSI) is a specific technique for anesthesia induction, which is performed in patients with an increased risk for pulmonary aspiration (e.g. intestinal obstruction, severe injuries and cesarean section). The incidence of acute respiratory distress syndrome (ARDS) is very low but 10–30% of anesthesia-related deaths are caused by the consequences of ARDS. The classical RSI with its main components (i.e. head-up position, avoidance of positive pressure ventilation and administration of succinylcholine) was published nearly 50 years ago and has remained almost unchanged. The modified RSI consists of mask ventilation before endotracheal intubation is performed or the use of non-depolarizing muscle relaxants. Succinylcholine 1.0 mg/kg or rocuronium 1.0–1.2 mg/kg should be administered to achieve excellent intubation conditions. The use of cricoid pressure was a cornerstone of RSI after its introduction in 1961; however, after controversial discussions in recent years, cricoid pressure has lost its importance. Before surgery gastric emptying with a nasogastric tube is mandatory in patients with ileus and passage or defecation disorders.

Keywords

Ileus · Rocuronium · Succinylcholine · Cricoid pressure · Airway management

Die RSI mit ihren Hauptkomponenten (Oberkörperhochlagerung, keine Zwischenbeatmung, Verwendung von Succinylcholin) wurde 1970 von Stept und Safar beschrieben und ist grundsätzlich bis heute so geblieben [4]. Für viele Maßnahmen der RSI gibt es keine evidenzbasierte Studienlage, was an der niedrigen Inzidenz des postoperativen Lungenversagens („acute respiratory distress syndrome", ARDS) liegt und daran, dass sich aus nachvollziehbaren ethischen Gründen keine prospektiven, randomisierten Untersuchungen bei aspirationsgefährdeten Patienten durchführen lassen [5]. Viele Maßnahmen sind historisch gewachsen und ergeben einen pathophysiologischen Sinn. Einige davon, wie die Gabe von Succinylcholin und die Applikation des Krikoiddrucks, sind in den letzten Jahrzehnten immer wieder hinterfragt worden [6].

Für viele Maßnahmen der RSI fehlt eine evidenzbasierte Studienlage

Neben der klassischen RSI werden heute vielfach modifizierte Formen angewendet; diese „modifizierten RSI"umfassen die Zwischenbeatmung (mit geringstmöglichen Beatmungsspitzendruck) und/oder die Verwendung von nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien (zumeist Rocuronium) anstatt von Succinylcholin.

Bei modifizierten RSI werden nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien verabreicht

Weltweit kommen unterschiedliche **Hypnotika** und Muskelrelaxanzien zum Einsatz; auch hier ist die Evidenzlage für den Vorteil eines spezifischen Medikaments niedrig. Pharmakokinetische und -dynamische Eigenschaften und letztlich auch nationale „Gewohnheiten" sind ursächlich für den Einsatz während der RSI. Dazu kommt, dass Hypnotika, Opioide und Muskelrelaxanzien für eine tiefe Narkose zur endotrachealen Intubation unterschiedlich kombiniert werden können [7]; allerdings sind der kurze Wirkeintritt und die maximale neuromuskuläre Blockade die entscheidenden Anforderungen an die verwendeten Pharmaka. Gerade im Zusammenhang mit kurzen Eingriffen beobachtet man in der Klinik, dass insbesondere bei den Muskelrelaxanzien auf hohe Dosen (für Rocuronium z. B. >0,9 mg/kgKG) verzichtet wird, um einen **Relaxansüberhang** zu vermeiden. Die spontane Erholung („time is nontoxic") dauert häufig zu lang für die geforderten klinischen Abläufe und ist mit zusätzlichem apparativem und personellem Bedarf verbunden [8]. Zwar steht hier prinzipiell **Sugammadex** zur schnellen Reversierung der Rocuroniumwirkung zur Verfügung. Dessen breitflächiger Einsatz stellt aber einerseits auch derzeit noch einen erheblichen Kostenfaktor dar; andererseits kommt Succinylcholin in Deutschland mehrheitlich in den Krankenhäusern nicht mehr zum Einsatz [9].

Kurzer Wirkeintritt bei maximaler neuromuskulärer Blockade sind entscheidende Anforderungen an die verabreichten Pharmaka

Rationale und daraus resultierende Indikationen

Rationale für die „rapid sequence induction"

Das Ziel der RSI besteht in der Vermeidung der pulmonalen Aspiration, die im schlimmsten Fall zum ARDS führt. Dabei ist die Inzidenz der schweren Aspiration extrem selten und wird mit 1,4–5/10.000 Narkosen angegeben [1]; allerdings werden 10–30 % der anästhesiebedingten Todesfälle einer Aspiration zugeschrieben. Ätiologisch sind die Aspirationen in 14,2 % für ein ARDS verantwortlich [10]. Folgende Mechanismen können zu einer pulmonalen Aspiration führen:

Aspirationen sind in 14,2 % der Fälle für ein ARDS ätiologisch verantwortlich

- *Regurgitation*: passiver Austritt von Mageninhalt in den Rachenraum,
- *Erbrechen*: aktiver Austritt von Mageninhalt, durch Kontraktion der Magenmuskulatur, in den Rachenraum.

Die RSI hat zum Ziel, diese beiden Mechanismen zu verhindern oder zumindest die Wahrscheinlichkeit dafür zu minimieren. Außerdem soll bei erfolgter Regurgitation oder erfolgtem Erbrechen die Aspiration verhindert oder die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung eines Lungenversagens minimiert werden.

Indikationen

Grundsätzlich kann zwischen absoluten und relativen Indikationen für eine RSI unterschieden werden.

Absolute Indikationen

Die Narkoseeinleitung bei Ileus und Passage-/Entleerungsstörung sollte immer mit einer RSI erfolgen; dabei wird die klassische RSI durchgeführt. Absolute Indikationen sind:

- Patienten mit Ileus oder/und Stenosen im oberen Gastrointestinaltrakt,
- Patienten mit einem akuten Abdomen,
- Patienten mit einem Platzbauch,
- komatöse Patienten und polytraumatisierte Patienten,
- Schwangere (Beginn 2. Trimenon bis 24 h nach Entbindung).

Relative Indikationen

Bei Vorliegen relativer Indikationen kommt oft eine modifizierte RSI zum Einsatz

Ganz so klar ist die Indikation der RSI für relative Indikationen nicht. Hier kommt oft eine modifizierte RSI zum Einsatz. Allerdings wird in der Klinik auch oft eine „normale" Narkoseeinleitung bei diesen Begleiterkrankungen durchgeführt; z. T. wird sogar der Atemweg mithilfe der Larynxmaske gesichert. Da die Inzidenz der Aspiration extrem selten ist, ist die Wertigkeit einzelner Maßnahmen wissenschaftlich nicht belegbar. Allerdings ist weiterhin die **endotracheale Intubation** der Goldstandard der Atemwegssicherung bei Patienten mit erhöhtem Aspirationsrisiko [5, 11, 12, 13, 14]. Relative Indikationen sind:

- nichtnüchterne Patienten, also Patienten, die nicht mindestens 6 h nach der letzten Mahlzeit bis zur Narkoseeinleitung gewartet haben;
- Adipositas (ab einem Body-Mass-Index; BMI ≥35 kg/m^2), insbesondere bei unklarer Nüchternheit; dazu zählen auch Patienten nach bariatrischer Chirurgie;
- gastroösophagealer Reflux; hier geht es v. a. um Patienten mit symptomatischem Reflux und ohne Therapie mit Protonenpumpenhemmern;
- Hiatushernie und Zenker-Divertikel;
- Gastropathie (Diabetes mellitus, terminale Nieren- und Leberinsuffizienz);
- nichtpolytraumatisierte Patienten mit schmerzhaftem Trauma.

Die modifizierte RSI ist indiziert bei Patienten mit leichten bis moderaten Aspirationsrisiko

Die modifizierte RSI ist indiziert bei Patienten mit leichten bis moderaten Aspirationsrisiko. Da adipöse Patienten eine eingeschränkte Sauerstoffreserve haben, ist bei ihnen eine vorsichtige, mit geringstmöglichem **Beatmungsspitzendruck** durchgeführte Maskenbeatmung möglich, um eine Hypoxie während der „Wartezeit" zu vermeiden. Natürlich ist auch hier die ausreichende Narkosetiefe und Muskelrelaxation Voraussetzung für die Intubation, wobei die pharmakokinetischen und pharmakodynamischen Besonderheiten zu beachten sind (Dosierung der Medikamente nach idealem, fettfreien oder absolutem Körpergewicht).

Nüchternheit und dringliche Eingriffe

Grundsätzlich wird zwischen elektiven, dringlichen und Notfalloperationen unterschieden. Wenn nichtnüchterne Patienten für eine elektive Operation geplant sind, dann reicht es, die Operation zu verschieben, um eine Nahrungskarenz von 6 h zu erzielen; dann besteht kein erhöhtes Aspirationsrisiko [15]. *Notfall*-Operationen müssen trotz eines erhöhten Aspirationsrisikos stattfinden; eine Verschiebung ist – meist – nur um wenige Stunden möglich, was das Aspirationsrisiko nicht relevant reduziert. Wie ist es aber bei *dringlichen* Operationen, z. B. nach einem Unfall mit Femurfraktur? Ist das Aspirationsrisiko nach 6 h normal?

Bei Schmerzen kann die Magenentleerung deutlich über 6 h hinaus verlängert sein

Auch zu dieser Frage existieren keine randomisierten Studien. Risikofaktoren sind Adipositas und Gastropathie bei diabetischen Patienten [16]. Die Magenentleerung wird durch Stress, Schmerzen und Opioidgabe verzögert; dann ist nicht sicher, ob Nüchternheit über 6 h hinaus tatsächlich den entleerten Magen garantieren kann [2, 16].

In einer kürzlich durchgeführten Studie wurde mithilfe der **Sonographie** die Fläche des Antrums bei ungeplanten Eingriffen gemessen; es hatten 35 % der Patienten noch nach 16 h (Median) einen vollen Magen [2]. Das würde bedeuten, dass erst am nächsten oder übernächsten Tag, wenn der Patient „elektiv" zur Operation ansteht, ein normales Aspirationsrisiko besteht. Alternativ könnte die Magenfüllung individuell sonographisch bestimmt werden [2]. Bei gebrechlichen Patienten („frailty") mit einer peripheren Sauerstoffsättigung unter 90 % muss an die **stille Aspiration** – vor Narkoseeinleitung – gedacht werden. Feuchte Rasselgeräusche können hinweisend sein. Kann die Operation nicht verschoben werden, sollte nach Narkoseeinleitung fiberoptisch bronchoskopiert werden. Dabei können das Ausmaß der Aspiration abgeschätzt sowie Material für die mikrobiologische Analyse gewonnen werden; eine Lavage sollte nicht durchgeführt werden [1].

Bei Verdacht auf pulmonale Aspiartion soll fiberoptisch bronchoskopiert werden

Komponenten

Bei der *klassischen RSI* werden Haupt- und Nebenkomponenten unterschieden. Die Hauptkomponenten sind für eine RSI zwingend erforderlich; bei den Nebenkomponenten kann im Einzelfall abgewichen werden.

Hauptkomponenten

Die Hauptkomponenten sind fester Bestandteil jeder klassischen RSI. Ihre Beteiligung an der RSI hat sich historisch entwickelt; die Komponenten sind erstmals 1970 durch Stept und Safar beschrieben worden [4]. Danach wurden einzelne Komponenten hinzugefügt oder adaptiert.

Die Hauptkomponenten sind fester Bestandteil jeder klassischen RSI

Lagerung

Die Flachlagerung zur Narkoseeinleitung war Standard im klinischen Alltag bis 1951. Nachdem 43 Todesfälle nach Narkosen ausgewertet wurden, empfahl die Association of Anaesthetists in England die Oberkörperhochlagerung, um die **Regurgitation** zu reduzieren. Parallel wurden andere Maßnahmen, wie die Vorhaltung eines Absaugers oder die Einhaltung von Nüchternheitszeiten, empfohlen [3]. Die Empfehlungen für verschiedene Lagerungen, d. h. Oberkörperhochlagerung, -tieflagerung und Flachlagerung, entstanden aus pathophysiologischen Vorstellungen. Sie wurden nie wissenschaftlich untersucht.

Empfehlungen zur Lagerung des Patienten beruhen auf pathophysiologischen Vorstellungen

Oberkörperhochlagerung. Die Oberkörperhochlagerung, **Anti-Trendelenburg-Lagerung**, bzw. die halbsitzende Lagerung wurden bereits 1951 vorgeschlagen, allerdings nur mit 20 %iger Neigung [3]. Die halbsitzende Positionierung des Patienten hat den Vorteil, dass der venöse Rückstrom, der mit einem Abfall des Schlagvolumens einhergeht, nicht zu stark reduziert wird. Schon 1959 wurde eine Neigung von 40 % vorgeschlagen, da der Larynx dann 20 cm über der Kardia liegt; damit würde die Gefahr der Regurgitation reduziert [17]. Andererseits kann nach erfolgtem Erbrechen der Mageninhalt wegen der Schwerkraft leichter pulmonal aspiriert werden [12]. In Deutschland ist die Oberkörperhochlagerung (Anti-Trendelenburglagerung) oder halbsitzende Lagerung am populärsten [9]; einige Anästhesisten nutzen diese Lagerung nur für adipöse Patienten.

In Deutschland ist die Oberkörperhochlagerung am weitesten verbreitet

Kopftieflagerung. Weniger verbreitet ist in Deutschland die **Trendelenburg-Lagerung** (Kopftieflagerung); dann fließt der Mageninhalt heraus. Nach Narkoseeinleitung ist der Blutdruckabfall geringer ausgeprägt, und der venöse Rückstrom ist bei dieser Lagerung am größten, was bei Vorliegen eines hypovolämischen Schocks vorteilhaft wäre. Nachteile sind die schlechte laryngoskopische Sicht und schwierigere laryngoskopische Einstellung. Außerdem dürfte die **Desoxygenierung** eines adipösen Patienten nach Narkoseeinleitung schnell eintreten (funktionelle Residualkapazität [FRC] reduziert) und eine notwendige Zwischenbeatmung wenig effektiv sein [12, 18]. Allerdings haben Patienten mit abdominellen Kompartmentsyndrom beim akuten Abdomen bzw. beim Ileus per se eine reduzierte FRC.

Nachteilig ist die schwierige laryngoskopische Einstellung des Patienten

Bei beobachteter Aspiration im Rahmen der Narkoseeinleitung sollte der Patient in die Trendelenburg-Lagerung gebracht werden. So kann das regurgitierte oder erbrochene Material nicht in die Atemwege fließen [1].

Flachlagerung. Andere Anästhesisten bevorzugen die Flachlagerung – wie sie bei der **Sectio caesarea** meist vorgenommen wird [13]. Bei einer Umfrage in Deutschland im Jahr 2009 gaben 13 % der Anästhesisten an, diese Lagerung zur RSI anzuwenden [9].

In Deutschland wird in Lehrbüchern meist die Oberkörperhochlagerung beschrieben und von über 75 % der Anästhesisten angewendet [9, 19, 20].

Magensonde und Absauggerät

Die Anlage einer Magensonde vor Narkoseeinleitung bei **Passage-/Entleerungsstörungen** ist ein Muss (**Abb. 1**); idealerweise sollte sie schon auf der chirurgischen Station erfolgen. Da diese Maßnahme häufig unterbleibt, muss die Magensonde zwingend unmittelbar vor Einleitung der Narkose appliziert werden. Hierauf wird allerdings zuweilen verzichtet – um den Patienten Unangenehmes zu ersparen –, obwohl ein hohes **intragastrales Volumen** ein klarer Risikofaktor

Beim Ileus ist das Einlegen einer Magensonde vor Narkoseeinleitung obligat

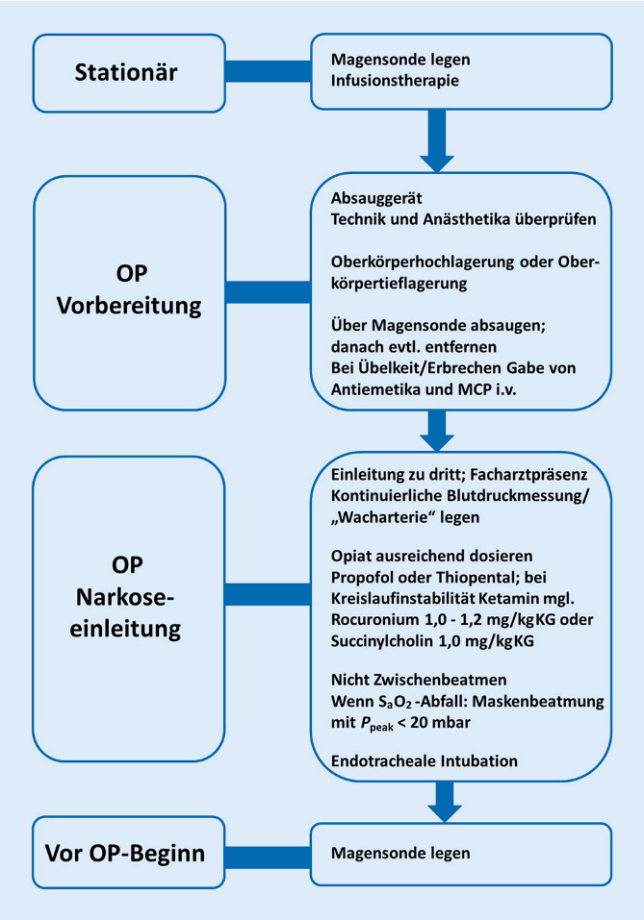


Abb. 1 ◀ Algorithmus für die „rapid sequence induction" bei einem Patienten mit Ileus. *MCP* Metoclopramid, *Op.* Operation, p_{peak} Beatmungsspitzendruck, S_aO_2 arterielle Sauerstoffsättigung

für das Auftraten einer Regurgitation ist. Eine gute Aufklärung über das Vorgehen wird auch hier beim Patienten Akzeptanz hervorrufen. Da die Magensonde als Schiene wirken und den Ösophagussphinkter undicht werden lassen kann, wird empfohlen, diese vor Einleitung wieder zu entfernen [19]; skandinavische Richtlinien empfehlen, diese zu belassen [16]. Feste Bestandteile werden mit einer Magensonde nicht entfernt. Sollte kurz zuvor ein Magenhochzug erfolgt oder ein Darminterponat – bei Ösophaguskarzinom – angelegt worden sein, ist die Rücksprache mit dem Operateur zu empfehlen, ob und welche Magensonde gelegt werden darf.

Neben der Magensonde ist eine betriebsfähige **Absaugeinrichtung**, d. h. ein großlumiger (Operations-)Absaugschlauch, notwendig. Der Absauger muss am Kopfende des Betts bereitliegen und bereits saugen, wenn mit der Narkoseeinleitung begonnen wird.

Präoxygenierung

Über eine dichtsitzende Maske atmet der Patient Sauerstoff mit einem Fluss von mindesten 10 l/min

Da bei der klassischen RSI nicht zwischenbeatmet wird und die Patienten oft kritisch krank sind oder/und eine **reduzierte Sauerstoffreserve** haben, ist die Präoxygenierung von außerordentlicher Bedeutung. Über eine dichtsitzende Maske atmet der Patient Sauerstoff mit einem Fluss von mindesten 10 l/min. Die Dichtigkeit der Maske ist wichtig, damit die Patienten auch bei den (gewollt) **tiefen Atemexkursionen** während der Präoxygenierung nicht sauerstoffarme und stickstoffreiche Raumluft atmen (Denitrogenisierung). Wenn dies passiert, muss mit der Präoxygenierung neu gestartet werden.

Bei adipösen Patienten ist ein CPAP-Wert von 5–10 mbar zur Erhöhung der FRC sinnvoll

Acht tiefe Atemzüge (Vitalkapazität; VC) in 60 s sind effektiver als 3 min Atmung mit normalem Atemzugvolumen (AZV); die Effektivität der Denitrogenisierung kann anhand des exspiratorischen Sauerstoffanteils überwacht werden. Bei adipösen Patienten und Patienten mit akutem Abdomen ist ein „Continuous-positive-airway-pressure"(CPAP)-Wert von 5–10 mbar zur Erhöhung der FRC sinnvoll; bei Intensivpatienten wurde „High-flow"-Sauerstoff (bis 60 l/min) mit Erfolg eingesetzt [21].

Assistenz

Die Narkoseeinleitung sollte bei einer RSI, wenn immer möglich, zu dritt erfolgen; Erfahrungsgemäß ist bei jeder entstehenden Komplikation – und die RSI beim ernsthaft aspirationsgefährdeten Patienten ist eine **Hochrisikoprozedur** – eine zusätzliche Assistenz sehr wertvoll. Das gilt besonders für Patienten mit Ileus und bei zu erwartenden Atemwegsproblemen. Zusätzliche Assistenz bei eingetretenen Notfällen kann die perioperative Morbidität und Letalität reduzieren [22]. Wann immer möglich, sollte dies daher auch im Bereitschaftsdienst so durchgeführt werden. Eine klare, **zielgerichtete Kommunikation**, d. h. insbesondere eine vorherige, genaue Absprache über das Vorgehen innerhalb des Teams, die idealerweise auch als schriftliche Handlungsanweisung („standard operating procedure", SOP) geregelt ist, wird dadurch selbstverständlich nicht ersetzt.

Zusätzliche Assistenz bei eingetretenen Notfällen kann die perioperative Morbidität und Letalität reduzieren

Anästhetika und Intubation

Die Anästhetika sollen schnell appliziert werden („im Schuss"; „fast"). Allerdings gibt es auch die Variante der langsamen, **titrierenden Gabe** („slow", [23]). Die titrierende Gabe hat den Vorteil, dass weniger Blutdruckabfall auftritt; allerdings verlängert sich die Zeit des nichtgesicherten Atemwegs. Die endotracheale Intubation erfolgt nach Gabe einer hohen Dosis von Rocuronium (1,0–1,2 mg/kgKG) oder Succinylcholin (1,0 mg/kgKG; ohne Präkurarisierung).

Die Anästhetika sollen schnell appliziert werden

Prinzipiell ist unbedingt eine ausreichend tiefe Narkose anzustreben. Der Verzicht auf ein Opioid, der früher als Eckpfeiler der RSI galt, ist mit Ausnahme bei Sectio caesarea in der heutigen Zeit nicht mehr zu rechtfertigen. Empfehlungen für oder gegen ein spezielles Opioid können nicht ausgesprochen werden. Das Opioid sollte, wenn es die Zeit erlaubt, im ausreichenden Intervall vor Applikation des Induktionsnarkotikums gegeben werden, sodass die analgetische Wirkung auch während der Intubation vorliegt. Ebenso ist die **langsame Applikation** zu empfehlen, um mögliche Nebenwirkungen wie eine opioidinduzierte Übelkeit oder einen Hustenreiz, die beide die Regurgitationsgefahr erhöhen würden, zu vermeiden.

Das Opioid ist möglichst im ausreichenden Intervall vor Applikation des Induktionsnarkotikums zu geben

Auch eine Empfehlung für oder gegen ein spezifisches Hypnotikum lässt sich nicht aussprechen. Propofol und Thiopental sind die an häufigsten verwendeten Hypnotika; bei hämodynamisch instabilen Patienten, z. B. bei Vorliegen eines Ileus und einer Sepsis, wird Ketamin empfohlen [16]. Wird Rocuronium verwendet, verbessert Propofol im Vergleich zu Thiopental die Intubationsbedingungen. Bei mehrmaliger Anwendung von Etomidat ist das Risiko der Induktion einer Nebennierenrindeninsuffizienz zu beachten; für septische Patienten wird allerdings auch die einmalige Gabe als kritisch betrachtet und sollte diesen nicht gegeben werden [5, 24]. Wichtig ist, um einen schnellen Wirkungseintritt zu gewährleisten, dass alle Anästhetika während einer laufenden Infusion appliziert werden. Alternativ wird mit 20–30 ml Infusionslösung „nachgespült".

Wichtig ist die Gewährleistung des schnellen Wirkungseintritts

Hier gilt:

Der Zeitpunkt der Intubation nach Applikation der Induktionsmedikamente ist eine Gratwanderung. Prinzipiell gilt, die Zeit des ungesicherten Atemwegs möglichst kurz zu halten. Auf der anderen Seite sollte natürlich auch die Wirkungsentfaltung des Muskelrelaxans abgewartet werden, um die Bedingungen für die Intubation zu optimieren und Traumata so gering wie möglich zu halten. Da die Wirkung von nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien sehr variabel ist, kann qualitatives **neuromuskuläres Monitoring** (NMM) helfen, den optimalen Intubationszeitpunkt festzustellen; dieser ist beim Erlöschen der Reizantworten gegeben. Quantitatives NMM (Akzeleromyographie) kann ebenfalls genutzt werden, allerdings wird – um keine Zeit zu verlieren – dann eher nichtkalibriert stimuliert [25].

Historisch wird die Laryngoskopie nach 50 s bei Verwendung von 1,0 mg/kgKG Succinylcholin empfohlen; dies hängt mit den pharmakodynamischen Eigenschaften des Succinylcholins zusammen. Nach dieser Zeitspanne kann bei 80 % der Patienten von exzellenten Intubationsbedingungen (keine Stimmbandbewegungen, kein Pressen, keine Abwehrreaktionen) ausgegangen werden. Diese geringe interindividuelle Variabilität ist übrigens eine besondere Eigenschaft von Succinylcholin und gerade für die RSI von Vorteil.

Fünfzig Sekunden nach Verabreichung von 1,0 mg/kgKG Succinylcholin kann laryngoskopiert werden

Nebenkomponenten

Die Nebenkomponenten einer RSI werden im Folgenden dargestellt. Auch hier gilt: Auch wenn alle diese Maßnahmen aus pathophysiologischer Rationale gut begründbar sind, ist die Evi-

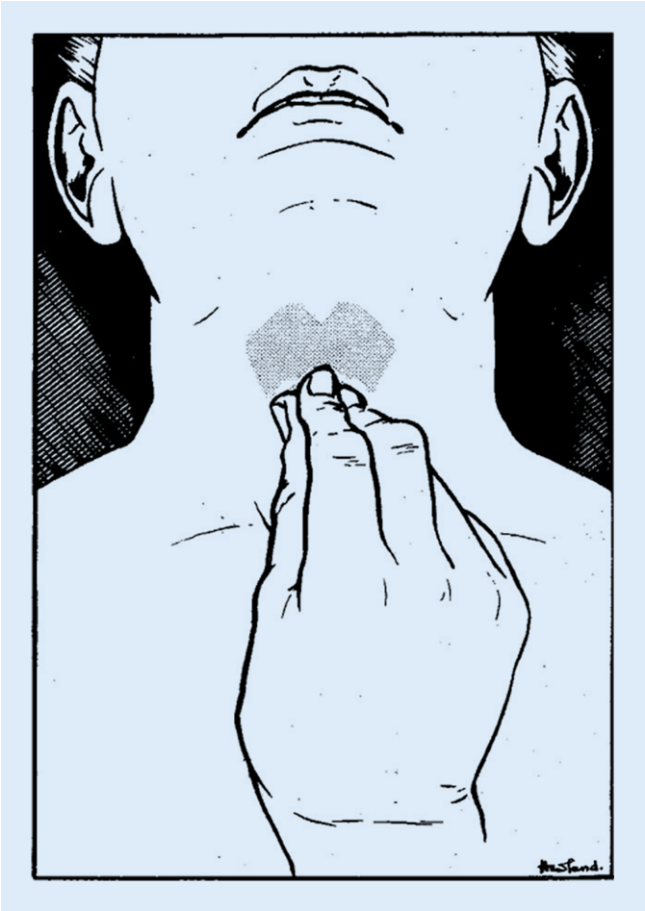


Abb. 2 ◀ Sellick-Handgriff. (Zeichnung aus der Originalarbeit von Sellick in *Lancet*, 1961 [26]; mit freundl. Genehmigung von Elsevier)

denz für deren protektiven Effekt aus bereits erwähnten Gründen niedrig. Eine situative und **patientenindividuelle Adaptation** des Vorgehens ist daher erforderlich.

Krikoiddruck

Durch Druck auf den Krikoidknorpel wird der Ösophagus nach hinten verschlossen

Aufgrund des potenziellen Schadens bei falscher Anwendung ist der Krikoiddruck umstritten

Der Krikoiddruck wird nach seinem Erstbeschreiber auch Sellick-Manöver oder **Sellick-Handgriff** genannt; diese Maßnahme wurde erstmals 1961 in *Lancet* publiziert [26]. Hierbei wird der Ösophagus durch Druck, den eine Assistenzperson auf den Krikoidknorpel ausübt, nach hinten verschlossen (◘ **Abb. 2**; [19, 26]). Ziel ist es, so eine Regurgitation zu verhindern.

Die Anwendung des Krikoiddrucks, der ein Eckpfeiler der Ileuseinleitung bei der Erstbeschreibung der RSI von Stept und Safar im Jahr 1970 war, wird seit ca. 10 bis 15 Jahren kontrovers beurteilt [4, 6, 16, 27]. Allerdings wendeten ihn im Jahr 2014 92 % der Anästhesisten in Großbritannien an. In Deutschland gaben 2009 ca. 30 % der befragten Anästhesisten an, den Krikoiddruck nie zu nutzen; fast 60 % hielten ihn nicht für notwendig bei einer RSI [9, 28]. In Frankreich wiederum wird der Krikoiddruck kaum angewendet, ohne dass eine erhöhte Inzidenz an Aspirationen beschrieben wurde. Die Kontroverse wurde in den letzten Jahren und wird aktuell sehr emotional geführt; eine Ursache ist sicherlich, dass es Einzelfallberichte gibt, in denen der Krikoiddruck eine Regurgitation verhindert haben könnte. Andererseits gibt es diese auch für die Fälle, in denen trotz Krikoiddruck eine Regurgitation ausgelöst wurde oder die Intubation darunter erschwert war. Daher sollen die Vorteile (Pro-Faktoren) und die Nachteile (Kontra-Faktoren) des Krikoiddrucks im Folgenden dargestellt werden:

Argumente für die Anwendung.

- Sellick wies den Verschluss des oberen Ösophagus 1961 mithilfe seitlicher Röntgenaufnahmen nach [26].

- Die Analyse der Untersuchung von Todesfällen nach Sectio caesarea in Großbritannien (Confidential Enquiry into Maternal Deaths) zeigte eine Reduktion der mütterlichen Mortalität, evtl. durch Anwendung des Krikoiddrucks [6].
- Videolaryngoskopisch konnte die Effektivität des Krikoiddrucks durch Zeidan et al. nachgewiesen werden; außerdem konnte die Magensonde bei appliziertem Krikoiddruck nicht gelegt werden; dies entspricht einem Ösophagusschluss [29].
- Es konnte ein geschlechtsspezifischer Unterschied festgestellt werden, d. h., bei Männern betrug die für den erfolgreichen Krikoiddruck erforderliche Kraft ca. 31 N (entspricht ca. 3 kg), bei Frauen nur 19 N (entspricht ca. 2 kg; [30]). Damit könnte das Risiko für eine Atemwegsobstruktion bei Frauen reduziert werden.
- Der Krikoiddruck ermöglicht die manuelle Optimierung der Intubationsbedingungen im Sinne eines BURP-Manövers (BURP: „backward, upward and rightward pressure“).
- Bei Anwendung des Krikoiddrucks kann die Magensonde im Patienten belassen werden; die Magensonde verschließt sogar die seitlichen Anteile der Speiseröhre, in denen der Krikoiddruck nicht wirkt; damit verstärkt sie sozusagen die Effektivität des Manövers [6, 16, 31].
- Nach erfolgtem Training der Kraftwirkung von 3 kg am Simulator oder an der Waage ist die Wirksamkeit deutlich besser.

Argumente gegen die Anwendung.

- Die korrekte Anwendung ist generell schwierig, da sehr hohe Drücke notwendig sind; beim narkotisierten Patienten soll eine Kraft von 30 N (entspricht 3 kg) aufgebaut werden; ohne Übung ist der Krikoiddruck ineffektiv [32].
- Bei wachen oder noch nicht narkotisierten Patienten kann Erbrechen ausgelöst werden [33].
- Der Muskeltonus des unteren Ösophagussphinkters wird reduziert, wenn der Krikoiddruck appliziert wird [13].
- Die notwendige Maskenbeatmung bei Hypoxie bzw. im Rahmen der modifizierten RSI kann verschlechtert sein; außerdem der Grad in der Cormack-Lehane-Klassifikation. Ursache ist eine Obstruktion des Atemwegs [6].
- Soll bei Intubationsproblemen eine Larynxmaske eingesetzt werden, muss erst der Krikoiddruck gelöst werden [16].
- Präklinisch war unter Anwendung des Krikoiddrucks die Inzidenz für Atemwegsverletzungen signifikant höher; allerdings ist die Pathophysiologie noch unklar [27, 34].
- Bei Erbrechen kann theoretisch eine Ösophagusruptur ausgelöst werden (Einzelfälle beschrieben).

Zusammenfassend gilt, dass der Krikoiddruck bei falscher Anwendung Komplikationen auslösen kann. Interessant sind Untersuchungen, die zeigten, dass **ungeübte Fachkräfte** Drücke anwenden, die 1 bis 5 kg entsprechen; auf der anderen Seite kann diese weite Spanne der Krafteinwirkung durch Training am Modell verbessert werden [32]. Problematisch ist, dass Anästhesisten und Pflegepersonal praktisch nie den Sellick-Handgriff am Modell üben. Eine interessante Kontrollmöglichkeit ist die Verwendung einer Waage, auf der die Assistenzperson steht. Wenn die Assistenzperson senkrecht nach unten den Krikoiddruck ausübt, wird ihr Gewicht bei optimalem Druck um 3 kg reduziert [6]. Wichtig ist, dass die Schulung des Krikoiddrucks erfolgt, um das Gefühl für die Kraftwirkung von 3 kg zu erlernen; nur so ist ein Verschluss des Ösophagus zu erwarten.

Nur der geübte Anwender kann einen effektiven Verschluss des Ösophagus mithilfe des Krikoiddrucks erzielen

Zwischenbeatmung

Der Verzicht auf die Zwischenbeatmung soll die **Sauerstoffinsufflation** in den Magen mit nachfolgendem Anstieg des intragastralen Drucks (IGP) verhindern. Allerdings ist eine Hypoxie unter allen Umständen zu vermeiden. Auch sollte ein Intubationsversuch an einem Patienten in un- oder partiell relaxiertem Zustand möglichst vermieden werden: Zum einen erhöht sich das Risiko einer Regurgitation und nachfolgenden Aspiration erheblich, wenn ein Würgereiz ausgelöst wird. *Cave*: Auf keinen Fall also zu früh intubieren. Zum anderen sind auch die Gefahren einer **Atemwegstraumatisierung** deutlich erhöht.

Ein Intubationsversuch am Patienten in un- oder partiell relaxiertem Zustand soll vermieden werden

Kommt es während der Narkoseeinleitung zum Abfall der **peripheren Sauerstoffsättigung** unter 92 %, sollte, wenn vertretbar, bis zum Erreichen der maximalen neuromuskulären Blockade

Bei einsetzender Hypoxie wird mit der Maske beatmet (p_{peak} 15–20 cm H_2O)

vorsichtig die Maskenbeatmung erfolgen. Ob dies manuell oder maschinell im „Pressure-control-ventilation"(PCV)-Modus umgesetzt wird, kann nicht eindeutig empfohlen werden. Es sollte jedoch unbedingt ein maximaler Beatmungsspitzendruck (p_{peak}) von 15 bis 20 cm H_2O nicht überschritten werden; dies kann am „Adjustable-pressure-limitation"(APL)-Ventil eingestellt werden [5]. Dabei kann der Krikoiddruck hilfreich sein, setzt aber eine ausreichend tiefe Narkose voraus, damit hierdurch kein Erbrechen ausgelöst wird [5]. Bei der klassischen RSI wird nicht zwischenbeatmet.

Medikamentöse Prophylaxe

Die medikamentöse Prophylaxe ist wenig evidenzbasiert

Auch wenn es aus pathophysiologischen Überlegungen durchaus Sinn macht, sind prophylaktische präoperative Gaben von Metoclopramid, H_2-Rezeptoren-Blockern, Protonenpumpeninhibitoren, Natriumzitrat oder anderen Antiemetika nie in Studien hinsichtlich der Wirksamkeit zur Verhinderung der pulmonalen Aspiration bzw. zur Verhinderung eines ARDS untersucht worden. Der Grad der Evidenz ist pro forma also niedrig, die Anwendung aber nicht kontraindiziert.

Dementsprechend sind die Hinweise vage und – bis auf Natriumzitrat – gibt es keine Empfehlungen zur Routinegabe [16]:

- Metoclopramid fördert die Magenentleerung und reduziert damit die Magenfüllung, wenn es 90 min präoperativ gegeben wird. Außerdem erhöht es den Tonus des unteren Ösophagussphinkters [16].
- Ranitidin (Histamin-2-Blocker) reduziert bei rechtzeitiger Gabe (6–12 h vor der Operation) das Magenvolumen und erhöht den pH-Wert; dies erscheint sinnvoll für eine geplante Sectio caesarea [35]. Eine Aspiration wird dadurch nicht verhindert, aber wenn sie auftritt, geht man davon aus, dass die Folgen gemindert werden.
- Omeprazol oder Pantoprazol (Protonenpumpeninhibitor; PPI) muss ebenfalls 6–12 h vor der Operation appliziert werden, scheint aber weniger effektiv im Vergleich zu Ranitidin zu sein. Eine Dauermedikation mit PPI sollte unbedingt weitergeführt werden.
- Die p. o.-Gabe von 30 ml 0,3 mol Natriumzitrat erhöht innerhalb von einigen Minuten den pH-Wert im Magen und hat sich in der Geburtshilfe etabliert [1, 16].
- Antiemetika wie Ondansetron verringern das Risiko für postoperative Übelkeit und postoperatives Erbrechen („postoperative nausea and vomiting", PONV). Da sie nicht die Menge des Mageninhalts verringern oder den pH-Wert anheben, wird ihre Gabe nicht routinemäßig empfohlen; allerdings sollte das PONV-Risiko reduziert werden.

Vasopressoren und Inotropika

Bei Ileus ist die Indikation für einen arteriellen Katheter („Wacharterie") großzügig zu stellen

Während einer RSI ist ganz besonders auf die Stabilität der **Kreislauffunktion** des Patienten zu achten, gerade weil in Notfallsituation häufig erschwerende Rahmenbedingungen, wie Hypovolämie und/oder Vasoplegie im Rahmen von systemischen Entzündungsprozessen oder Traumata, vorliegen. Daher ist die Indikation für eine kontinuierliche invasive (oder nichtinvasive) Blutdruckmessung bereits zur Einleitung großzügig zu stellen. Außerdem sollten Vasopressoren und/oder Inotropika bereitliegen, um hypotone Phasen möglichst zu vermeiden.

Neuromuskuläres und EEG-Monitoring

Neuromuskuläres Monitoring kann bei der Vermeidung einer PORC helfen

Qualitatives oder quantitatives NMM kann zur Bestimmung der **Anschlagszeit** verwendet werden; damit lässt sich der Zeitpunkt der maximalen neuromuskulären Blockade bestimmen und so auch der Zeitpunkt der Intubation [25]. Alternativ wird bei Succinylcholin nach dem Ende der Faszikulationen intubiert (entspricht ungefähr 50 s nach Gabe; [11]). Mithilfe des NMM kann ebensoeine postoperative Restkurarisierung („postoperative residual curarization", PORC) verhindert werden. Daher ist das NMM auch am Ende der Operation indiziert.

Die Anlage eines EEG-Monitorings („bispectral index scale", BIS) dient zur Prophylaxe der **Awareness**, die bei Notfällen häufiger auftritt. Allerdings kann EEG-Monitoring Awareness nicht sicher verhindern.

Videolaryngoskop und Führungsstab

Die Videolaryngoskopie sollte immer verfügbar sein

Die Verwendung des Videolaryngoskops ist v. a. beim *unerwartet* schwierigen Atemweg Technik der Wahl. Die Videolaryngoskopie sollte immer verfügbar sein. Bei Verdacht auf erschwerte Intubation ist ein Videolaryngoskop hilfreich, die Intubation kann aber – besonders bei geringer Erfahrung des Anwenders – länger dauern als bei direkter Laryngoskopie [36]. Empfohlen wird

ein entsprechend **vorgebogener Führungsstab** innerhalb des Tubus; dabei darf dieser jedoch nicht über den Tubus hinausreichen, um schwerwiegende Trachealverletzungen zu vermeiden.

Nicht zu empfehlende Techniken

Folgende Techniken sind nicht zu empfehlen:

- *Verzicht auf Opioid*; Ausnahme Sectio caesarea [12, 35]; durch Verzicht auf ein Opioid werden die Intubationsbedingungen schlechter oder aber das Hypnotikum muss unverhältnismäßig hoch dosiert werden.
- *Präkurarisierung* (Gabe einer kleinen Dosis eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans vor der Gabe von Succinylcholin, um Faszikulationen beim Patienten zu reduzieren; dann sollten 1,5 mg/kgKG verabreicht werden), *Priming* (Gabe einer kleinen Dosis eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans vor einer zweiten Gabe, um die Anschlagszeit zu verkürzen) und *Timing* (Gabe des Muskelrelaxans vor der Gabe des Hypnotikums, um die Zeit bis zur Intubation nach Eintritt der Bewusstlosigkeit zu reduzieren; [12]); Präkurarisierung, Priming und Timing führen zu partieller Anrelaxierung des wachen Patienten; diese ist für diesen unangenehm und führt zu Schluckstörungen und damit potenziell zur pulmonalen Aspiration.

Modifizierte „rapid sequence induction"

Die modifizierte RSI bzw. die modifizierte Intubation ist nicht klar definiert, und dementsprechend sind viele **verschiedene Varianten** beschrieben bzw. werden praktiziert [37, 38]. Eine häufig beschriebene Variante beinhaltet die Zwischenbeatmung, also die vorsichtige Maskenbeatmung vor der Intubation und dies unter Anwendung des Krikoiddrucks [37]; diese Form der RSI ist in den USA und in Kanada verbreitet. Die Maskenbeatmung wird z. T. erst nach Gabe des Muskelrelaxans durchgeführt; dies ist die Konsequenz aus den Empfehlungen der letzten Jahre, die das Dogma, die Maskenbeatmung vor der Gabe des Muskelrelaxans zu prüfen, zunehmend infrage stellen. Auch in Deutschland wurde in der 2015 veröffentlichten S1-Leitline „Atemwegsmanagement" der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) die Empfehlung abgegeben, dass bei fehlenden Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg eine neuromuskuläre Blockade sofort nach Erreichen einer suffizienten Narkosetiefe durchgeführt werden kann, ohne zuvor die Möglichkeit der Maskenbeatmung zu prüfen [13].

Bei der modifizierten RSI wird vorsichtig mithilfe einer Maske zwischenbeatmet

Zusätzliche Komponenten der modifizierten RSI sind die Verwendung von anderen Muskelrelaxanzien neben Succinylcholin und Rocuronium und die Verwendung von niedrigeren Dosen von Muskelrelaxanzien oder die Anwendung des **Timing-Prinzips** [39]. Insbesondere die Applikation einer einfachen bis doppelten ED_{95}-Dosis von Rocuronium (0,3–0,6 mg/kgKG) oder eines anderen nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans wie Mivacurium oder Cisatracurium wird gern im klinischen Alltag bei den weichen Kriterien für eine RSI angewendet. Durch die (vorsichtige) Zwischenbeatmung (d. h. Beatmungsspitzendruck <15–20 cm H_2O), besteht nicht der Zeitdruck, innerhalb von 50 bis 60 s intubieren zu müssen; weiterhin kann bei kurzen Eingriffen die Wirkdauer durch Reduktion der Muskelrelaxansdosis reduziert werden. Aktuell gibt es keine Studie, die die Inzidenz von Erbrechen, Aspiration und Outcome bei der klassischen RSI und der modifizierten RSI verglichen hat. Würde man eine solche Studie durchführen wollen, wäre eine Teilnehmerzahl von ca. 50.000 Patienten erforderlich, was die Realisierung höchst unrealistisch erscheinen lässt [5].

Bei der modifizierten RSI kann die Wirkdauer durch Reduktion der Muskelrelaxansdosis reduziert werden

Muskelrelaxanzien

Eine deutschlandweite Umfrage innerhalb von Anästhesisten der DGAI und des Berufsverbands Deutscher Anästhesisten e. V. (BDA) aus dem Jahr 2009 zeigte, dass ca. 70 % der Anästhesisten meist oder immer Succinylcholin zur RSI verwendeten; 40 % verwendeten Rocuronium [9]. Das Muskelrelaxans ist bei jeder RSI obligat. Interessanterweise nutzten noch 34 % die Präkurarisierung, und fast 25 % das Priming oder/und das Timing-Prinzip [9]. Succinylcholin in einer Dosierung von 1,0 mg/kgKG (ohne Präkurarisierung) erlaubt in 80 % der Fälle nach 50 s die Laryngoskopie und die endotracheale Intubation mit *exzellenten* Intubationsbedingungen (Goldstandard). Beim Ileus: 1,0 mg/kgKG Succinylcholin oder 1,0–1,2 mg/kgKG Rocuronium.

Das Verabreichen eines Muskelrelaxans ist bei jeder RSI obligat

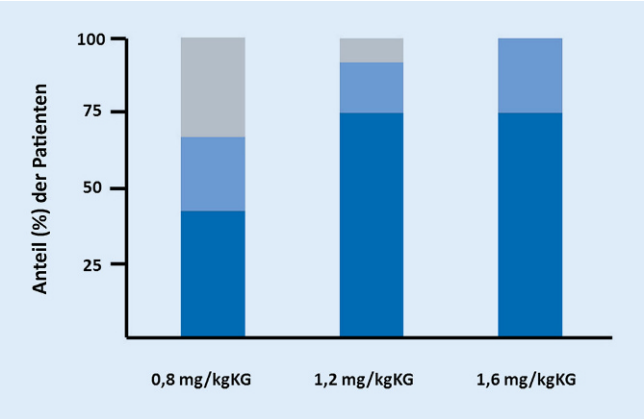


Abb. 3 ◀ Exzellente (*dunkelblau*), gute (*blau*) und schlechte (*grau*) Intubationsbedingungen nach Gabe von 0,8 mg/kgKG, 1,2 mg/kgKG und 1,6 mg/kgKG Rocuronium. (Daten aus Heier und Caldwell [41])

Dosierung von Rocuronium

Für eine dem Succinylcholin ebenbürtige Wirkung sind 1,6 mg/kgKG Rocuronium erforderlich

Welche Dosierung von Rocuronium ist erforderlich, um die Bedingungen des Goldstandards zu erzielen? Die Fachinformation empfiehlt 1,0 mg/kgKG, um adäquate Intubationsbedingungen nach 60 s zu erzielen [40]. Allerdings reicht diese Dosierung wahrscheinlich nicht aus, um bei 80 % der Patienten *exzellente* Intubationsbedingungen zu erzielen (keine Stimmbandbewegungen, kein Pressen, keine Extremitätenbewegungen; [41]). Heier und Caldwell zeigten, dass sogar 1,6 mg/kgKG Rocuronium erforderlich sind, um dem Succinylcholin ebenbürtig zu sein (**Abb. 3**; [41]). Allerdings wären dann auch bei unmöglicher Intubation zur sofortigen **Reversierung** sehr hohe Dosen von Sugammadex notwendig; 16 mg/kgKG Sugammadex werden nach Gabe von 1,2 mg/kgKG Rocuronium empfohlen [42]. Dabei wird aus Rocuronium, einem mittel- bis lang wirksamen Muskelrelaxans, eine kurz wirksame Substanz, sogar signifikant kürzer wirksam als 1,0 mg/kgKG Succinylcholin, das eine Wirkdauer bis T_1 von 90 % von ca. 9 min hat; d. h. dass nach 9 min von einer ausreichenden Erholung der neuromuskulären Blockade ausgegangen werden kann [43]. Sugammadex verhindert nicht in jedem Fall eine lebensbedrohliche Hypoxie.

Bei vorliegendem Ileus sind exzellente Intubationsbedingungen gefordert

Bei vorliegendem Ileus sind exzellente Intubationsbedingungen gefordert; schlechte können eine Regurgitation oder Erbrechen auslösen. Zum Erreichen von exzellenten Intubationsbedingungen gehört natürlich auch eine adäquate Narkosetiefe, d. h. eine ausreichende Dosierung von Opioid und Induktionshypnotikum; damit können die Intubationsbedingungen signifikant verbessert werden.

Sugammadex

Reversierung des Muskelrelaxans und Wirkungsprofile der übrigen Induktionsnarkotika beeinflussen Rückkehr der Spontanatmung gemeinsam

Allerdings ist es ein Mythos zu glauben, dass mit der Verabreichung von Sugammadex alle Hypoxierisiken beseitigt sind, wenn eine unmögliche Intubation und unmögliche Maskenbeatmung (Situation „cannot intubate, cannot ventilate") oder schwierige Maskenbeatmung vorliegen. Vielmehr zeigen Simulationsdaten, die auf den pharmakologischen Eigenschaften der Induktionsmedikamente beruhen, dass die Reversierung des Muskelrelaxans nicht der alleinige Faktor für die Rückkehr der Spontanatmung ist, sondern in gleichem Maß die Wirkungsprofile der übrigen Induktionsnarkotika [18]. Dazu kommt, dass die Präoxygenierung bei Notfallpatienten häufig durch eine Reduktion der FRC im Rahmen von Schmerzen oder durch erhöhten intraabdominellen Druck erschwert ist. Gleiches gilt insbesondere auch beim **adipösen Patienten**: So zeigten Naguib et al. in einer Simulation, dass es bei Patienten mit einem BMI ≥33 kg/m² trotz Gabe von Sugammadex zu einer lebensbedrohlichen Hypoxie kommen kann [18].

Bei einem 70 kg schweren Patienten sind 1120 mg Sugammadex nach Gabe von 1,2 mg/kgKG Rocuronium notwendig

Nichtdestotrotz sollte Sugammadex in ausreichender Menge zur sofortigen Aufhebung einer neuromuskulären Blockade in einer „Cannot-intubate-cannot-ventilate"-Situation im OP vorhanden sein, d. h. bei einem 70 kg schweren Patienten sind 1120 mg Sugammadex (16 mg/kgKG) nach der Gabe von 1,2 mg/kgKG Rocuronium notwendig, um eine Erholung auf eine Train-of-four(TOF)-Ratio von 0,9 in 90 s zu erzielen [42]. Zur schnelleren Verfügbarkeit sind 500-mg-Amp. praktikabler, d. h. 3 Amp. sollten immer verfügbar sein.

Risiken

Die RSI ist eine Hochrisikoprozedur. Somit sollte sie nur strikt bei Patienten angewendet werden, bei denen eine klare Indikation besteht. Die durch eine RSI abwendbaren Risiken sollten die Risiken, die eine RSI per se mit sich bringt, überwiegen [11]. Folgende Risiken bestehen:

Eine RSI ist strikt nur bei klarer Indikation vorzunehmen

- *Hypoxie*, da bei der klassischen RSI nicht zwischenbeatmet wird.
- *Arterielle Hypotension und* „low cardiac output" durch die Anti-Trendelenburg-Lagerung (aber auch die halbsitzende Positionierung des Patienten), die zum Abfall des venösen Rückstroms führt. Dies ist besonders bei älteren Patienten regelhaft der Fall (≥80 Jahre, [44]).
- *Arterielle Hypotension und* „low cardiac output" durch hohe Dosierungen der Induktionsanästhetika, da bei der schnellen („fast") Narkoseeinleitung nicht nach Wirkung dosiert wird [23].
- *Erhöhte Gefahr für Awareness*, da bei polytraumatisierten Patienten und kritisch kranken Patienten häufig vorsichtiger dosiert wird. Bei Schwangeren zur Sectio caesarea ist das Risiko ebenfalls erhöht, da auf das Opioid zur Einleitung verzichtet wird [35].
- *Erhöhte Gefahr für Atemwegsverletzungen,* da bei der RSI als Atemwegssicherung im Notfall schneller (und traumatischer) intubiert wird [45, 46].
- *Das Risiko für PORC* ist nach hohen Rocuroniumdosierungen erhöht, v. a. bei Frauen, älteren Patienten (>65 Jahre) und Patienten mit Niereninsuffizienz. Daher sollte gerade bei Risikofaktoren das NMM angewendet werden.
- *Rocuronium* führt ab einer Dosierung von 0,9 mg/kgKG zur zunehmenden Tachykardie [40].
- *Succinylcholin* führt zum Anstieg des intraokulären Drucks (IOP), des intrakraniellen Drucks (ICP) und des IGP. Da auch der Druck vom Ösophagussphinkter ansteigt, ist der resultierende Nettodruck kaum erhöht. Außerdem treten Bradykardien, Anstieg des Kalium-Serum-Spiegels (0,5–1,0 mmol/l) und postoperative Myalgien auf [47]. Succinylcholin ist eine Trigger-Substanz der malignen Hyperthermie (MH). Kontraindikationen für Succinylcholin sind Hyperkaliämie, Polytrauma, Verbrennungskrankheit und lange Immobilisation (Ausbildung von extrajunktionalen Acetylcholinrezeptoren), atypische Cholinesterase (verlangsamter Abbau), neuromuskuläre Erkrankungen wie Muskeldystrophien und anamnestisch eine MH in der Familienanamnese [48].

Schwieriger Atemweg

Der schwierige Atemweg umfasst die schwierige bzw. unmögliche Maskenbeatmung und die schwierige bzw. unmögliche endotracheale Intubation. Als „worst case" liegt die Kombination, also die Situation „cannot intubate, cannot ventilate", vor [49].

Erwartet schwieriger Atemweg

Vor Beginn der RSI muss der Atemweg hinsichtlich der möglichen Intubation und Maskenbeatmung eingeschätzt werden. Es geht darum zu bewerten, ob ein *erwartet* schwieriger Atemweg vorliegen könnte, also Risikofaktoren für einen schwierigen Atemweg vorliegen. Dann sind Verfahren der ersten Wahl rückenmarknahe oder periphere Regionalanästhesieverfahren. Die Spinalanästhesie ist das Verfahren der Wahl zur Sectio caesarea in der Geburtshilfe, da sie im Vergleich zur Vollnarkose die mütterliche Letalität senken konnte [35]. Ist dies nicht möglich, wie beim akuten Abdomen, dann ist die **fiberoptische Wachintubation** das Verfahren der Wahl. Alternativ ist auch die Videolaryngoskopie nach Lokalanästhesie in wachem Zustand und unter Spontanatmung beschrieben worden. Allerdings ist dieses Vorgehen insbesondere wegen der nicht auszuschließenden Gefahr des Auftretens eines Würgereflexes kritisch zu beurteilen [13, 49].

Vor Beginn der RSI sind die Risikofaktoren für das Vorliegen eines schwierigen Atemwegs abzuschätzen

Unerwartet schwieriger Atemweg

Für den unerwartet schwierigen Atemweg ist die **Videolaryngoskopie** der Goldstandard und muss verfügbar sein [49]. Sollte die Intubation nicht gelingen, soll die Maskenbeatmung – evtl. unter Anwendung des Krikoiddrucks – vorsichtig mit einem Beatmungsspitzendruck von 15 bis

20 cm H_2O erfolgen. Im weiteren Verlauf gilt der Algorithmus für den schwierigen Atemweg; dieser sollte in jeder Narkoseeinleitung sichtbar vorliegen [13].

Fazit für die Praxis

- **Die RSI oder Ileuseinleitung ist eine pathophysiologisch begründete Einleittechnik bei aspirationsgefährdeten Patienten; dazu zählen v. a. Patienten mit Ileus oder Stenose im oberen Gastrointestinaltrakt. Sie dient der Verringerung der Gefahr einer Aspiration; andererseits birgt die RSI auch in sich Risiken. Somit ist die Indikation für eine RSI immer abzuwägen.**
- **Es wird unterschieden zwischen der *klassischen* RSI mit ihren Hauptkomponenten Oberkörperhochlagerung, schneller Induktion und unmittelbarer Relaxierung mit Succinylcholin, unter Verzicht auf eine Zwischenbeatmung, und den Formen der *modifizierten* RSI. Hier kommen zur Relaxierung nichtdepolarisierende Substanzen (v. a. Rocuronium) zum Einsatz, und/oder es erfolgt eine manuelle Zwischenbeatmung.**
- **Neben den Haupt- werden die Nebenkomponenten abgegrenzt, die individuell zum Einsatz kommen; dazu zählen Krikoiddruck, medikamentöse Prophylaxe, Gabe von Vasopressoren/Inotropika und das Anwenden eines Videolaryngoskops.**
- **Beim Ileus, dem Krankheitsbild mit dem höchsten Risiko für eine pulmonale Aspiration, ist vor Narkoseeinleitung zwingend das Anlegen einer Magensonde zur Magenentleerung notwendig.**
- **Die endotracheale Intubation sollte bei maximaler neuromuskulärer Blockade erfolgen; im Zweifel länger als 50 bis 60 s bis zur Intubation warten.**
- **Gelingt die endotracheale Intubation nicht, wird mit einem p_{peak} von 15 bis 20 cm H_2O vorsichtig manuell oder maschinell beatmet und der Atemwegsalgorithmus angewendet.**

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. T. Mencke
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsmedizin Rostock
Schillingallee 35, 18057 Rostock, Deutschland
thomas.mencke@googlemail.com
thomas.mencke@med.uni-rostock.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Mencke, A. Zitzmann und D.A. Reuter geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

Literatur

1. Bartusch O, Finkl M, Jaschinski U (2008) Aspiration syndrome: epidemiology, pathophysiology, and therapy. Anaesthesist 57:519–530
2. Dupont G, Gavory J, Lambert P, Tsekouras N, Barbe N, Presles E, Bouvet L, Molliex S (2017) Ultrasonographic gastric volume before unplanned surgery. Anaesthesia 72:1112–1116
3. Morton HJ, Wylie WD (1951) Anaesthetic deaths due to regurgitation or vomiting. Anaesthesia 6:190–201
4. Stept WJ, Safar P (1970) Rapid induction-intubation for prevention of gastric-content aspiration. Anesth Analg 49:633–636
5. Neilipovitz DT, Crosby ET (2007) No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. Can J Anaesth 54:748–764
6. Salem MR, Khorasani A, Zeidan A, Crystal GJ (2017) Cricoid pressure controversies: narrative review. Anesthesiology 126:738–752
7. Ziegenfuss T, Fuchs-Buder T (2000) The effect of hypnotics on intubation conditions and onset of action of muscle relaxants. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 35:105–106
8. Dinsmore J (2017) Suxamethonium or rocuronium for rapid sequence induction of anaesthesia? Anaesthesia 72:1420–1421
9. Rohsbach C, Wirth S, Lenz K, Priebe H (2013) Survey on the current management of rapid sequence induction in Germany. Minerva Anestesiol 79:716–726
10. Spieth PM, Güldner A, Gama de Abreu M (2017) Acute respiratory distress syndrome: basic principles and treatment. Anaesthesist 66:539–552
11. Rasmussen LS, Viby-Mogensen J (2007) Rapid sequence intubation – how? Acta Anaesthesiol Scand 51:787–788
12. El-Orbany M, Connolly LA (2010) Rapid sequence induction and intubation: current controversy. Anesth Analg 110:1318–1325

13. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörges V, Zwissler B, Timmermann A (2015) S1 guidelines on airway management: guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. Anaesthesist 64(Suppl 1):27–40
14. Ng A, Smith G (2001) Gastroesophageal reflux and aspiration of gastric contents in anesthetic practice. Anesth Analg 93:494–513
15. Okabe T, Terashima H, Sakamoto A (2017) A comparison of gastric emptying of soluble solid meals and clear fluids matched for volume and energy content: a pilot crossover study. Anaesthesia 72:1344–1350
16. Jensen AG, Callesen T, Hagemo JS, Hreinsson K, Lund V, Nordmark J, Clinical Practice Committee of the Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (2010) Scandinavian clinical practice guidelines on general anaesthesia for emergency situations. Acta Anaesthesiol Scand 54:922–950
17. Snow RG, Nunn JF (1959) Induction of anaesthesia in the foot-down position for patients with a full stomach. Br J Anaesth 31:493–497
18. Naguib M, Brewer L, LaPierre C, Kopman AF, Johnson KB (2016) The myth of rescue reversal in "Can't intubate, Can't ventilate" scenarios. Anesth Analg 123:82–92
19. Larsen R (2013) Lebensbedrohliche Narkosekomplikationen. In: Larsen R (Hrsg) Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege. Springer, Berlin, S 464–466
20. Kretz FJ, Schäffer J (2008) Komplikationen bei der Narkose. In: Kretz FJ, Schäffer J (Hrsg) Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie. Springer, Berlin, S 189–193
21. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, Labbé V, Dufour N, Jean-Baptiste S, Bedet A, Dreyfuss D, Ricard JD (2015) Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. Crit Care Med 43:574–583
22. Arbous MS, Meursing AE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, Werner FM, Grobbee DE (2005) Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. Anesthesiology 102:257–268
23. Thwaites AJ, Rice CP, Smith I (1999) Rapid sequence induction: a questionnaire survey of its routine conduct and continued management during a failed intubation. Anaesthesia 54:376–381
24. Dumps C, Bolkenius D, Halbeck E (2017) Medikamente zur intravenösen Narkoseinduktion: Etomidat. Anaesthesist 66:969–980
25. Mencke T, Schmartz D, Fuchs-Buder T (2013) Neuromuscular monitoring. Anaesthesist 62:847–861
26. Sellick BA (1961) Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during induction of anaesthesia. Lancet 19:404–406
27. Schober P, Schwarte LA (2017) Put pressure on the cricoid pressure. Emerg Med J 34:128
28. Sajayan A, Wicker J, Ungureanu N, Mendonca C, Kimani PK (2016) Current practice of rapid sequence induction of anaesthesia in the UK – a national survey. Br J Anaesth Suppl 1(117):i69–i74
29. Zeidan AM, Salem MR, Mazoit JX, Abdullah MA, Ghattas T, Crystal GJ (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
30. Zeidan AM, Salem MR, Bamadhaj M, Mazoit JX, Sadek H, Houjairy H, Abdulkhaleq K, Bamadhaj N (2017) The cricoid force necessary to occlude the esophageal entrance: is there a gender difference? Anesth Analg 124:1168–1173
31. Brimacombe JR, Berry AM (1997) Cricoid pressure. Can J Anaesth 44:414–425
32. Clayton TJ, Vanner RG (2002) A novel method of measuring cricoid force. Anaesthesia 57:326–329
33. Butler J, Sen A (2005) Best evidence topic report. Cricoid pressure in emergency rapid sequence induction. Emerg Med J 22:815–816
34. Caruana E, Chevret S, Pirracchio R (2017) Effect of cricoid pressure on laryngeal view during prehospital tracheal intubation: a propensity-based analysis. Emerg Med J 34:132–137
35. Wallenborn JT (2017) Analgesia and anaesthesia in obstetrics – news and standards. Anasthesiol Intensivmed 58:66–84
36. Cook TM (2016) The cricoid debate – balancing risks and benefits. Anaesthesia 71:721–722
37. Bulka CM, Cassedy EA, Sandberg WS, Ehrenfeld JM (2013) A survey of modified rapid-sequence induction and intubation in Canadian academic centers. J Clin Anesth 25:515–516
38. Salem MR, Clark-Wronski J, Khorasani A, Crystal GJ (2013) Which is the original and which is the modified rapid sequence induction and intubation? Let history be the judge! Anesth Analg 116:264–265
39. Ehrenfeld JM, Cassedy EA, Forbes VE, Mercaldo ND, Sandberg WS (2012) Modified rapid sequence induction and intubation: a survey of United States current practice. Anesth Analg 115:95–101
40. Inresa Arzneimittel (2017) Fachinformation Rocuronium Inresa 10 mg/ml, Stand März 2017
41. Heier T, Caldwell JE (2000) Rapid tracheal intubation with large-dose rocuronium: a probability-based approach. Anesth Analg 90:175–179
42. Grünenthal GmbH (2016) Fachinformation Bridion 100 mg/ml Injektionslösung, Stand August 2016
43. Naguib M (2007) Sugammadex: another milestone in clinical neuromuscular pharmacology. Anesth Analg 104:575–581
44. Theodosiou CA, Loeffler RE, Oglesby AJ, McKeown DW, Ray DC (2011) Rapid sequence induction of anaesthesia in elderly patients in the emergency department. Resuscitation 82:881–885
45. Fornebo I, Simonsen KA, Bukholm IRK, Kongsgaard UE (2017) Claims for compensation after injuries related to airway management: a nationwide study covering 15 years. Acta Anaesthesiol Scand 61:781–789
46. Woodall N, Frerk C, Cook TM (2011) Can we make airway management (even) safer? Lessons from national audit. Anaesthesia 66(Suppl 2):27–33
47. Takeda Austria (2015) Fachinformation Lysthenon 2 %, Stand Januar 2015
48. Larsen R (1996) Muskelrelaxanzien. In: Larsen (Hrsg) Anästhesie. Urban & Schwarzenberg, München
49. Mencke T (2017) Videolaryngoskopie oder Fiberoptik – Was denn nun? In: Eckart, Jaeger, Möllhoff (Hrsg) ecomed Anästhesiologie. ecomed-Storck, Landsberg, S 1–18

CME-Fragebogen

Teilnahme am zertifizierten Kurs auf CME.SpringerMedizin.de
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate, den Teilnahmeschluss finden Sie online beim CME-Kurs.
- Fragen und Antworten werden in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.
- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70 % der Fragen richtig beantwortet werden.

Was charakterisiert die modifizierte RSI im Vergleich zur klassischen RSI?
- ○ Lagerung ohne Besonderheiten
- ○ Intubation ohne Muskelrelaxans
- ○ Durchführen einer Maskenbeatmung
- ○ Anwendung bei Vorliegen eines Ileus
- ○ Einleitung mit Midazolam

Welche Komponente ist *nicht* Bestandteil der klassischen RSI?
- ○ Anti-Trendelenburg-Lagerung
- ○ Thiopental oder Propofol als Hypnotikum
- ○ Succinylcholin als Muskelrelaxans
- ○ Keine Zwischenbeatmung
- ○ Atemwegssicherung mit der Larynxmaske

Welche ist nur eine relative (keine absolute) Indikation für eine RSI?
- ○ Patienten mit Vorliegen eines Platzbauchs
- ○ Patienten mit Ileus oder/und Stenosen im oberen Gastrointestinaltrakt
- ○ Vorliegen einer Gastropathie bei Diabetes mellitus
- ○ Komatöse Patienten und polytraumatisierte Patienten
- ○ Schwangere (Beginn 2. Trimenon bis 24 h nach Entbindung)

Welche Rocuroniumdosis ist notwendig, um bei >80 % der Patienten ähnlich exzellente Intubationsbedingungen zu erhalten wie nach 1,0 mg/kgKG Succinylcholin?
- ○ 0,3 mg/kgKG
- ○ 0,5 mg/kgKG
- ○ 0,8 mg/kgKG
- ○ 1,0 mg/kgKG
- ○ >1,2 mg/kgKG

Welche Eigenschaft von Succinylcholin (Dosierung 1,0 mg/kgKG) – unabhängig von den Nebenwirkungen – macht es zur idealen Substanz zur RSI?
- ○ Die Wirkdauer beträgt 9 min.
- ○ Eine Antagonisierung ist regelhaft möglich.
- ○ Es treten keine Faszikulationen auf.
- ○ Exzellente Intubationsbedingungen innerhalb von 50 s.
- ○ Kein Anstieg des intragastralen Drucks.

Wann kann/sollte die endotracheale Intubation bei einer modifizierten RSI mit Rocuronium (1,0 mg/kgKG) erfolgen?
- ○ Nach Erreichen der individuellen Anschlagszeit
- ○ 30 s nach Rocuroniumgabe
- ○ 60 s nach Narkotikagabe
- ○ 90 s nach Beginn der Einleitung
- ○ Nach Erreichen einer TOF-Ratio von 0,5

Trotz Reversierung der Muskelrelaxierung mit Rocuronium durch Sugammadex in adäquater Dosierung kann es zur ausbleibenden Rückkehr der Spontanatmung kommen. Wie ist dies zu erklären?
- ○ Ausgeprägte Leberinsuffizienz
- ○ Pharmakologische Eigenschaft des eingesetzten Narkotikums
- ○ Erhöhte Serumenzymaktivität des Patienten
- ○ Interaktion von inhalativen Anästhetika mit Sugammadex
- ○ Wirkung von Sugammadex abhängig von Körpertemperatur des Patienten

Welche Komplikation ist typischerweise mit einer RSI assoziiert?
- ○ Arterielle Hypotonie durch Trendelenburg-Lagerung
- ○ Erhöhte Gefahr für Awareness
- ○ Erhöhte Gefahr für Atemwegsverletzungen
- ○ Erhöhtes Risiko für PORC
- ○ Möglichkeit der Hypoxie, insbesondere bei Verzicht auf Zwischenbeatmung

Was müssen Sie in der Vorbereitung zur Narkose spezifisch bei einem Patienten mit Ileus beachten?
- ○ Eine Larynxmaske muss immer bereitliegen.
- ○ Der Krikoiddruck sollte maximal mit einem Druck von 2 kg erfolgen.
- ○ Eine Dosierung mit 0,6 mg/kgKG Rocuronium ist ausreichend.
- ○ Vor Narkoseeinleitung muss der Magen zwingend mit einer Magensonde entleert werden.
- ○ Ondansetron sollte zur Verminderung des Magensaftvolumens appliziert werden.

Warum sollten Priming und Präkurarisierung nicht (mehr) durchgeführt werden?
- ○ Keine Effektivität
- ○ Auslösen von Schluckstörungen
- ○ Hohe anfallende Kosten
- ○ Aufwendige Handhabung
- ○ Unkalkulierbare Wirkung