

Anaesthesist 2018 · 67:18–26
<https://doi.org/10.1007/s00101-017-0385-2>
 Eingegangen: 21. Mai 2017
 Überarbeitet: 18. September 2017
 Angenommen: 26. Oktober 2017
 Online publiziert: 20. November 2017
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2017



T. Ott · K. Truschinski · M. Kriege · M. Naß · S. Herrmann · V. Ott · S. Sellin

Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Mainz, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, Deutschland

Algorithmus zur Sicherung des unerwartet schwierigen Atemwegs

Eine Anwenderanalyse am Simulator

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s00101-017-0385-2>) enthält weitere Tabellen. Beitrag und Zusatzmaterial stehen Ihnen im elektronischen Volltextarchiv auf <http://www.springermedizin.de/der-anaesthesist> zur Verfügung. Sie finden das Zusatzmaterial am Beitragsende unter „Supplementary Material“. Im Zusatzmaterial finden Sie das Format und die Abfolge der einzelnen Szenarien über die gehaltenen Kurstage und Kursdurchläufe sowie die Beschreibungen der Durchführung der Szenarien und die Programmierung des Simulators.

Schwere Atemwegszwischenfälle sind seltene, aber lebensbedrohliche Ereignisse. Algorithmen helfen, derartige Situationen zu beherrschen, und sind am Simulator trainierbar. Um zu evaluieren, inwiefern die Algorithmen zur Sicherung eines unerwartet schwierigen Atemwegs umgesetzt werden, wurden Anästhesisten während derartiger Situationen am Simulator beobach-

Anmerkungen: In diesem Manuskript wird aus Gründen des Leseflusses für die Begriffe Anästhesist/Anästhesistin, Arzt/Ärztin, Facharzt/Fachärztin, Mitarbeiter/Mitarbeiterin, Teilnehmer/Teilnehmerin oder Ähnliches in Singular und Plural stets die männliche Form gewählt, hierbei ist jedoch auch die weibliche Form gemeint.

Diese Untersuchung enthält Daten der Dissertation von Dr. Verena Ott. Ein Teil der Daten der Untersuchung wurde als Poster-Präsentation beim Deutschen Anästhesiekongress 2017 in Nürnberg präsentiert.

tet und die Zeiten erhoben, die für die erfolgreiche Atemwegssicherung benötigt wurden. Die deskriptive Analyse liefert Anhaltspunkte, wie Algorithmen für den unerwartet schwierigen Atemweg umgesetzt und trainiert werden können.

Hintergrund und Fragestellung

Schwere Zwischenfälle beim Atemwegsmanagement sind trotz moderner Medizin und Technologie immer noch der Hauptfaktor anästhesiebedingter perioperativer Morbidität und Mortalität [2, 7, 9, 13, 21]. Im Jahr 2011 wurde in Großbritannien ein nationales Auditprojekt veröffentlicht (National Audit Project, NAP4), das über 12 Monate alle Komplikationen beim Atemwegsmanagement erfasste, die zu schwerem Hirnschaden, Tod oder dem Versuch jedweder chirurgischen bzw. transtrachealen Atemwegssicherung in einem Notfall führten [7]. Es konnten 184 Fälle ausgewertet werden. Hochgerechnet auf die im Studienzeitraum durchgeführten Narkosen betrug die Inzidenz im anästhesiologischen Umfeld ca. 1:22.000. Schwere Zwischenfälle beim Atemwegsmanagement sind somit zwar selten, haben aber gravierende Folgen für den Patienten. Daher wurden in den letzten Jahren in vielen Ländern Leitlinien erstellt, in denen Algorithmen veröffentlicht wurden, um die Abläufe des Atemwegsmanagements zu standardisieren und zu optimieren [2, 9, 13–15, 20]. Jedoch gibt es bis heute noch kei-

ne internationale oder interdisziplinäre Leitlinie für das Atemwegsmanagement. Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) veröffentlichte 2015 die erste nationale S1-Leitlinie zum Management des schwierigen Atemwegs [21].

In der Praxis müssen aber auch die technischen Voraussetzungen garantiert werden, um diese Algorithmen korrekt umsetzen zu können [21]. Hierzu wurden in der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz für jeden Einleitungsraum und jeden Operationsaal ein standardisierter Narkosewagen und für jeden einzelnen operativen Bereich ein einheitlich bestückter standardisierter Atemwegswagen etabliert (Infobox 1). Dieser Atemwegswagen wird nicht nur im Notfall, sondern auch für Routineeinleitungen bei erwartet schwierigem Atemweg eingesetzt. So ist gewährleistet, dass Ärzte und Pflegepersonal den Atemwegswagen kennen und den Einsatz für den unerwartet schwierigen Atemweg im Alltag üben können. Dieser Atemwegswagen wird auch im simulationsbasierten klinikinternen Atemwegskurs, in dem die Algorithmen zur Sicherung des schwierigen Atemwegs trainiert werden, eingesetzt.

Ziel der vorliegenden Beobachtungsstudie war es, am Simulator während eines Atemwegskurses zu evaluieren, ob der Algorithmus des unerwartet schwierigen Atemwegs angemessen durch Anästhesisten umgesetzt wird.

Infobox 1 Atemwegsinstrumente des standardisierten Atemwegswagens und des standardisierten Narkosewagens der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz

Atemwegswagen:

- Videolaryngoskop: verschiedene Hersteller und Größen
- Flexibles Intubationsendoskop mit Lichtquelle: verschiedene Hersteller und Größen
- flexible Führungsstäbe: verschiedene Hersteller und Größen
- Intubationslarynxmaske: Gr. 3 und 4
- Larynxmasken der 2. Generation: verschiedene Hersteller und Größen
- Punktionskoniotomie mit Seldinger-Technik
- Chirurgisches Set der Klinik für Anästhesiologie: Spekulum, Spiraltubus (ID 5 mm), Führungsstab, Skalpell

Atemwegsinstrumente Narkosewagen:

- Guedel-Tubus: verschiedene Hersteller und Größen
- Wendl-Tubus: verschiedene Hersteller und Größen
- Laryngoskope mit Macintosh-Spatel: verschiedene Hersteller und Größen
- Endotrachealtubus: verschiedene Hersteller und Größen
- Starre Führungsstäbe: verschiedene Hersteller und Größen

Material und Methoden

Ethische Aspekte

Die Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz genehmigte die vorliegende Untersuchung unter der Bearbeitungsnummer 837.384.14 (9623) im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuell überarbeiteten Fassung). Vor Beginn des Kurses wurde bei den Teilnehmern eine schriftliche Einwilligung zur anonymen Datenerhebung und zur Veröffentlichung eingeholt. Die Ablehnung der Teilnahme an der Studie war auch während des Kurses jederzeit möglich und hatte keinerlei Konsequenzen auf die Teilnahme oder den Inhalt des Kurses für den einzelnen Teilnehmer.

Die Beobachtungsstudie fand im November 2014 im klinikeigenen Simulationszentrum statt.

Klinikinterner Atemwegskurs

Im Jahr 2008 wurde in der Klinik für Anästhesiologie ein Atemwegsalgorithmus eingeführt und regelmäßig aktualisiert (Abb. 1). Seit 2008 wird der jeweils aktuelle Algorithmus mit den Mitarbeitern mit Originalgerätschaften am Simulator in Form eines 4-stündigen Kurses trainiert. Der Kurs beginnt mit einem einstündigen Workshop über Hintergrund und Form des aktuellen Atemwegsalgorithmus. Danach trainieren die Teilnehmer mit Unterstützung von 2 erfahrenen Instruktoren alle in der Klinik vorgehaltenen Instrumente zur Atemwegssicherung an Atemwegstrainern und Lungenmodellen. Ferner üben alle Teilnehmer in diesem Workshop die Koniotomie an einem Koniotomiesimulator [10] sowie an Schweinetracheen. Parallel zum Workshop bearbeiten die Teilnehmer jeweils einzeln in Echtzeit in einem simulierten Operationssaal 2 Szenarien zu Atemwegszwischenfällen am Simulator.

Simulator

Als Simulator wurde der SimMan (Fa. Laerdal, Puchheim) eingesetzt, ein High-Fidelity-Simulator, der sich gut für Atemwegsdarstellungen eignet [12, 28]. Der firmeneigene Monitoring-Simulator wurde in Design und Aufbau dem Standard-Monitoring der Klinik angepasst. Die Vitalparameter am Simulator wurden zu Beginn stets gleich eingestellt und im Verlauf der Szenarien nach einem festgeschriebenen Protokoll an die Aktionen der Teilnehmer angepasst (Zusatzmaterial online). Zur Manipulation des Atemwegs wurden die voreingestellten Möglichkeiten des Simulators genutzt („cannot intubate“ (CI): Zungenschwellung, retropharyngeale Schwellung, Kopfreklinationshemmung und Trismus; „Cannot intubate, cannot ventilate“ (CICV): zusätzlich Laryngospasmus). Es kamen die klinikeigenen standardisierten Narkose- und Atemwegswagen zum Einsatz.

Studiendesign

Zwei Szenarien stellten eine CI- und eine CICV-Situation nach. Der Teilnehmer

musste als verantwortlicher Arzt die Teamleitung für den jeweiligen Atemwegszwischenfall übernehmen, wobei ein Team aus Instruktoren dem Teilnehmer in vordefinierter unterstützender Weise zuarbeitete. Jedoch musste jeder Teilnehmer den Algorithmus selbst anwenden, Entscheidungen fällen und das Team leiten.

Zwei Instruktoren simulierten im jeweiligen Szenario ein Team bestehend aus: einem Assistenzarzt und einer Fachpflegekraft. Ein Studienleiter führte das Studienprotokoll und die strukturierte Nachbesprechung mit dem jeweiligen Teilnehmer. Die Nachbesprechung umfasste Rückmeldungen zum Atemwegsalgorithmus sowie zur Teamleitung.

Um einen Effekt vom ersten auf das zweite Szenario auszuschließen, wurde für jeden „Kursdurchlauf“ die Reihenfolge der simulierten Situation (CI oder CICV) und die Vorgeschichte durchgewechselt (Zusatzmaterial online). Die Teilnehmer wurden nach jedem Szenario zur Verschwiegenheit verpflichtet. Durch oben genannte Einstellungen am Simulator war der Patient konventionell nicht zu intubieren. So musste der Atemweg während der CI-Situation mit alternativen Instrumenten etabliert werden. Die CICV-Situation konnte nur mithilfe einer Koniotomie beherrscht werden.

Datenerhebung

Vor dem Kurs wurden die Vorerfahrung der Teilnehmer in Bezug auf Intubationen erfragt und anhand von archivierten Anwesenheitslisten die bisherige Teilnahme am Kurs in den vorherigen 2 Jahren erhoben. Vor dem Szenario gab der Studienleiter dem entsprechenden Teilnehmer eine kurze Einweisung über die simulierte Situation und den Patienten (Zusatzmaterial online). Darauf wurde der Teilnehmer vom simulierten Assistenzarzt zu Hilfe gerufen. Die Zeitmessung wurde gestartet, sobald der Teilnehmer den Operationssaal betrat. Ziel war es, stets die Oxygenierung des Patienten zu gewährleisten. Bei der CI-Situation wurde die Zeit bis zur Atemwegssicherung, bei der CICV-Situation die Zeit bis zur Entscheidung für die Koniotomie

T. Ott · K. Truschinski · M. Kriege · M. Naß · S. Herrmann · V. Ott · S. Sellin

Algorithmus zur Sicherung des unerwartet schwierigen Atemwegs. Eine Anwenderanalyse am Simulator

Zusammenfassung

Hintergrund. Zwischenfälle bei der Atemwegssicherung sind bis heute der Hauptfaktor anästhesiebedingter perioperativer Mortalität. Daher ist es von immenser Bedeutung, dass klinikinterne Algorithmen zur Sicherung des Atemwegs sicher beherrscht werden. Die vorliegende Studie untersucht die Algorithmmustere während der Sicherung eines unerwartet schwierigen Atemwegs am Simulator.

Material und Methoden. Nach Genehmigung durch die zuständige Ethikkommission wurden 50 Anästhesisten am Simulator bei der Bearbeitung einer „Cannot-intubate“(CI)- und einer „Cannot-intubate-cannot-ventilate“(CICV)-Situation beobachtet. Es wurden jeweils die Reihenfolge der angewandten Instrumente und die Zeit bis

zur Atemwegssicherung erhoben. Ferner wurden die Zeiten für die Durchführung einer Koniotomie und die dafür angewandte Methode erfasst.

Ergebnisse. In der CI-Situation hielten sich 93 % der Teilnehmer an den Algorithmus. In der CICV-Situation hielten sich 91 % der Teilnehmer an den Algorithmus. Es hatten 38 von 50 Teilnehmern in den vorherigen 2 Jahren bereits ein klinikinternes Atemwegstraining durchlaufen. Für die Durchführung der Koniotomie wurde im Median 63 s benötigt, wobei sich Fach- und Assistenzärzte nicht unterschieden ($p = 0,46$). Die Koniotomie konnte chirurgisch schneller durchgeführt werden als die Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik (52 s vs. 73 s, $p = 0,014$).

Schlussfolgerung. Der Algorithmus zur Sicherung des unerwartet schwierigen Atemwegs wurde von nahezu allen Teilnehmern korrekt befolgt. Hier spielt möglicherweise das bisherige Training des Atemwegsmanagements am Simulator eine Rolle. Die Koniotomie konnte chirurgisch schneller durchgeführt werden als mit der Seldinger-Technik. Eine standardisierte Vorhaltung von Instrumenten zur Atemwegssicherung auf einem Atemwegswagen und regelmäßiges Training entsprechender Zwischenfälle sind sehr empfehlenswert.

Schlüsselwörter

Atemwegsmanagement · Simulationstraining · Algorithmus · Anästhesiologie · Koniotomie

Algorithm for securing an unexpected difficult airway. User analysis on a simulator

Abstract

Background. Critical incidents in difficult airway management are still a main contributory factor for perioperative morbidity and mortality. Many national associations have developed algorithms for management of these time critical events. For implementation of these algorithms the provision of technical requirements and procedure-related training are essential. Severe airway incidents are rare events and clinical experience of the individual operators is limited; therefore, simulation is an adequate instrument for training and evaluating difficult airway algorithms.

Objective. The aim of this observational study was to evaluate the application of the institutional difficult airway algorithm among anesthetists.

Material and methods. After ethics committee approval, anesthetists were observed while treating a “cannot intubate” (CI) and a “cannot intubate, cannot ventilate” (CICV) situation in the institutional simulation center. As leader of a supportive team the participants had to deal with an unexpected difficult airway after induction of anesthesia in a patient simulator. The following data were recorded: sequence of the applied

airway instruments, time to ventilation after establishing a secured airway using any instrument in the CI situation and time to ventilation via cricothyrotomy in the CICV situation. Conformity to the algorithm was defined by the sequence of the applied instruments. Analysis comprised conformity to the algorithm, non-parametric tests for time to ventilation and differences between junior and senior anesthetists.

Results. Out of 50 participants 45 were analyzed in the CI situation. In this situation 93% of the participants acted in conformity with the algorithm. In 62% the airway was secured by flexible intubation endoscopy, in 38% with another device. Data from 46 participants were analyzed in the CICV situation. In this situation 91% acted in conformity with the algorithm. The last device used prior to the decision for cricothyrotomy was flexible intubation endoscopy in 39%, a laryngeal mask in 22% and other instruments in 39%. Of the 50 participants 38 had already been institutionally trained in difficult airway management during the previous 2 years. For cricothyrotomy the participants needed a median time of

63 s and there was no difference between junior and senior anesthetists ($p = 0.46$). The cricothyrotomy was performed faster using a surgical approach than a transtracheal puncture approach using a Melker emergency cricothyrotomy set (52 s vs. 73 s, $p = 0.014$).

Conclusion. The conformity to the algorithm of over 90% indicates a good training level of the participants concerning the difficult airway algorithm. In the observed sample flexible intubation endoscopy tended to be of high significance even in the unanticipated difficult airway. Cricothyrotomy was performed faster surgically than by the use of the transtracheal puncture approach, while no differences between junior and senior anesthetists were observed. For the successful management of an unexpected difficult airway, specific training of these special and rare events is crucial. A standardized provision of special airway instruments stored in a special trolley and frequent application of this trolley in the clinical routine is recommended.

Keywords

Airway management · Simulation training · Algorithms · Anesthesiology · Cricothyrotomy

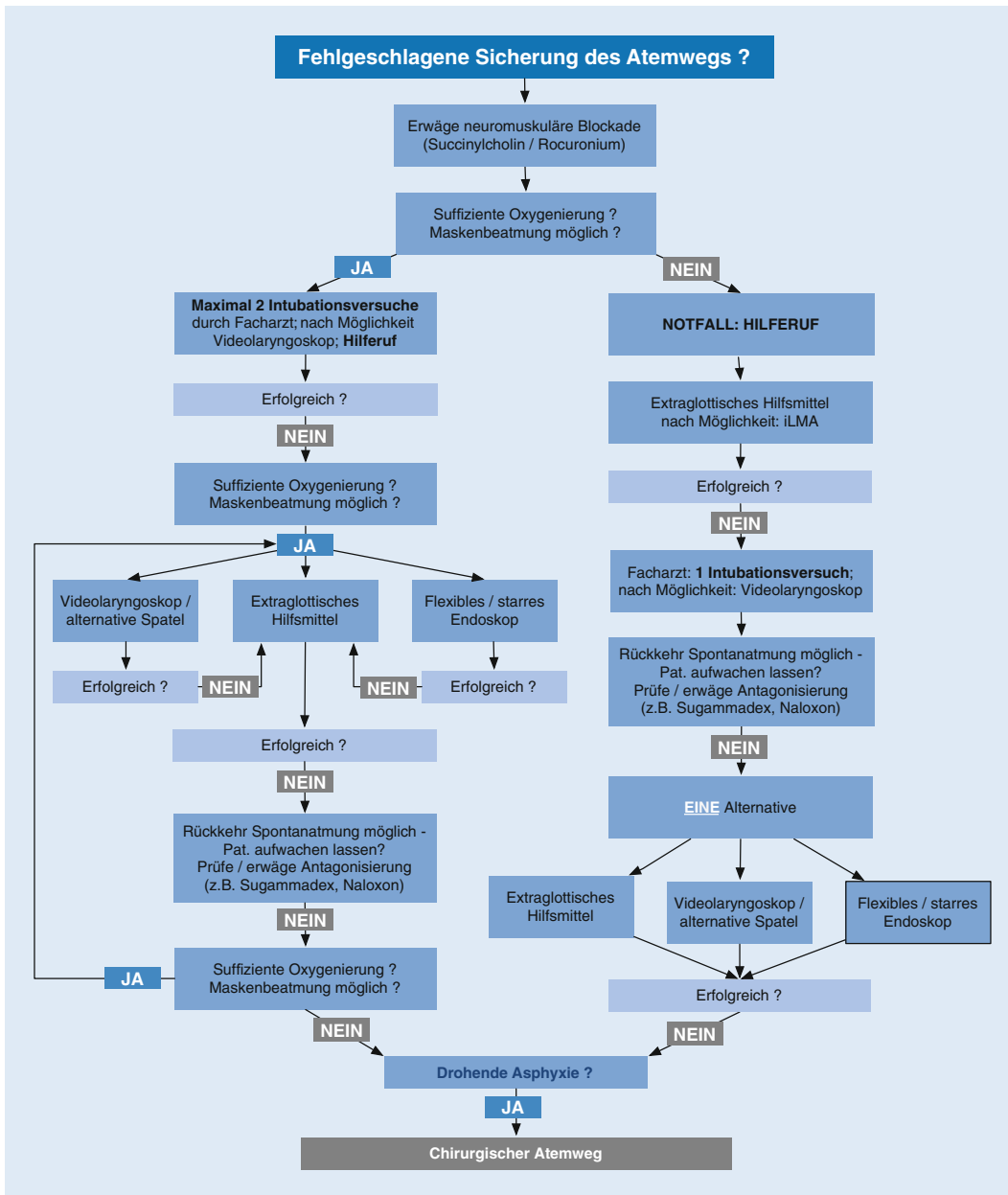


Abb. 1 ◀ Atemwegsalgorithmus des unerwartet schwierigen Atemwegs der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz nach Piepho T. und Noppens R. FA Facharzt, z. B. zum Beispiel, iLMA Intubationslarynxmaske

und deren Durchführung gemessen. Der Studienleiter protokollierte die jeweiligen Zeiten sowie die Reihenfolge der angewandten Instrumente.

Die Algorithmustreue wurde im Nachhinein anhand der Abfolge und der Anzahl der eingesetzten Instrumente bewertet.

Statistische Auswertung

Die Studie war als Beobachtungsstudie ohne Intervention geplant. Die Angabe der Häufigkeiten der angewandten Instrumente erfolgt als gültiges Pro-

zent der Gesamtzahl der Instrumente zu einem Beobachtungszeitpunkt. Ein Beobachtungszeitpunkt ist definiert als der Versuch einer Atemwegssicherung mit einem Instrument (d. h.: Anwendungen des jeweiligen Instruments beim 1., 2., 3., ... Versuch in Prozent). Die Anteile an algorithmuskonform bearbeiteten Szenarien wurden als Prozentsatz der jeweiligen Gesamtzahl an simulierten CI- und CICV-Szenarien angegeben. Bei Annahme einer Nichtnormalverteilung wurden Zeiten bis zur Entscheidung und zur Durchführung der Koniotomie als Median, Minimum, Interquartilsab-

stand (IQA) und Maximum dargestellt. Unterschiede zwischen Assistenz- und Fachärzten und in der Methode der Koniotomie wurden als unverbundene Stichproben mit dem Wilcoxon-Rang-Test getestet. Die *p*-Werte sind rein deskriptiv.

Ergebnisse

Demografie

Fünzig Anästhesisten nahmen an der Studie teil, davon 58 % Fachärzte und 42 % Assistenzärzte. Im CI-Szenario

Tab. 1 Reihenfolge und Anteil der angewandten Instrumente in der CI- und CICV-Situation, Anzahl der Versuche bis zur Atemwegssicherung und Anteil der Teilnehmer

CI-Szenario	Angewandte Instrumente im Versuch				
Instrumente	1	2	3	4	5
<i>n</i> (Teilnehmer) von Gesamtanzahl	45/45 (100 %)	45/45 (100 %)	39/45 (87 %)	14/45 (31 %)	1/45 (2 %)
Gesichtsmaske ohne Hilfsmittel	42 (93 %)	2 (4 %)	–	–	–
Direkte Laryngoskopie	3 (7 %)	12 (27 %)	–	–	–
Videolaryngoskopie	–	25 (56 %)	6 (15 %)	1 (7 %)	–
Flexibel Intubationsendoskopie	–	2 (4 %)	17 (44 %)	10 (71 %)	1 (100 %)
Larynxmasken	–	4 (8 %)	8 (21 %)	1 (7 %)	–
Intubationslarynxmaske	–	2 (4 %)	8 (21 %)	2 (14 %)	–
CICV-Szenario	Angewandte Instrumente im Versuch				
Instrumente	1	2	3	4	5
<i>n</i> (Teilnehmer) von Gesamtanzahl	46/46 (100 %)	45/46 (98 %)	32/46 (67 %)	12/46 (26 %)	3/46 (7 %)
Gesichtsmaske ohne Hilfsmittel	40 (87 %)	3 (7 %)	–	–	–
Gesichtsmaske mit Guedel-Tubus	1 (2 %)	5 (11 %)	1 (3 %)	2 (17 %)	–
Gesichtsmaske mit Wendl-Tubus	–	1 (2 %)	1 (3 %)	–	–
Direkte Laryngoskopie	4 (9 %)	10 (22 %)	3 (9 %)	1 (8 %)	–
Videolaryngoskopie	–	6 (13 %)	6 (19 %)	1 (8 %)	1 (33 %)
Flexibel Intubationsendoskopie	1 (2 %)	4 (9 %)	8 (25 %)	6 (50 %)	2 (67 %)
Larynxmasken	–	11 (24 %)	11 (35 %)	1 (8 %)	–
Intubationslarynxmaske	–	4 (9 %)	2 (6 %)	1 (8 %)	–
Larynxtubus	–	–	–	–	–

CI „cannot intubate“, CICV „cannot intubate, cannot ventilate“

Tab. 2 Anzahl und Anteil der Instrumente zur Etablierung der Beatmung in der CI-Situation und letztes Instrument vor Koniotomie in der CICV-Situation

Etablierung der Beatmung im CI-Szenario	Anzahl (Anteil)
Flexible Intubationsendoskopie	28 (62 %)
Intubationslarynxmaske	7 (16 %)
Videolaryngoskopie	6 (12 %)
Larynxmaske 1. Generation	2 (4 %)
Larynxmaske 2. Generation	1 (2 %)
Direkte Laryngoskopie	1 (2 %)
Letztes Instrument vor der Koniotomie	Anzahl (Anteil)
Flexible Intubationsendoskopie	18 (39 %)
Larynxmaske 2. Generation	6 (13 %)
Videolaryngoskopie	5 (11 %)
Gesichtsmaske mit Guedel-Tubus	5 (11 %)
Direkte Laryngoskopie	4 (9 %)
Larynxmaske 1. Generation	4 (9 %)
Intubationslarynxmaske	3 (7 %)
Gesichtsmaske mit Wendl-Tubus	1 (2 %)

CI „cannot intubate“, CICV „cannot intubate, cannot ventilate“

konnten 45 Teilnehmer und im CICV-Szenario 46 Teilnehmer ausgewertet werden. Fehlende Beobachtungen ergaben sich aus technischen oder ablaufbedingten Gründen. Von jedem Teilnehmer konnte mindestens ein Szenario ausgewertet werden. Es hatten 76 % der Teilnehmer den Kurs in den vorherigen 2 Jahren bereits besucht. Von den Teilnehmern wiesen 58 % eine Erfahrung von mehr als 1000 Intubationen auf, 22 % von 500 bis 1000 Intubationen und 20 % weniger als 500 Intubationen.

Im Folgenden werden die einzelnen Häufigkeiten der angewandten Instrumente von über 10 % angeführt. Details der Häufigkeiten unter 10 % können in den [Tab. 1 und 2](#) eingesehen werden.

„Cannot-intubate“-Situation

In der CI-Situation wurden von den einzelnen Teilnehmern mindestens 2 und höchstens 5 Instrumente bis zur Lösung des Atemwegsproblems angewandt. Als erstes Instrument wurde zu 93 % die Gesichtsmaske angewandt, zu 7 % weitere Instrumente. Als zweites Instrument wurde zu 56 % die Videolaryngoskopie und zu 27 % die direkte Laryngoskopie angewandt, zu insgesamt 20 % weitere Instrumente. Es nutzten 87 % der Teilnehmer ein drittes Instrument: zu 44 % die flexible Intubationsendoskopie, zu 21 % die Intubationslarynxmaske, zu 21 % Larynxmasken und zu 15 % die Videolaryngoskopie. Vier Instrumente benötigten 31 % der Teilnehmer: zu 71 % die flexible Intubationsendoskopie, zu 14 % die Intubationslarynxmaske, zu insgesamt 14 % weitere Instrumente. Ein Teilnehmer war beim fünften Versuch mit einer flexiblen Intubationsendoskopie erfolgreich ([Tab. 1](#)).

Der Atemweg wurde in einer CI-Situation von 62 % der Teilnehmer mit der flexiblen Intubationsendoskopie gesichert, von 16 % mit der Intubationslarynxmaske, von 12 % mit der Videolaryngoskopie, von 8 % mit weiteren Instrumenten ([Tab. 2](#)).

Die Teilnehmer benötigten im Median 335 s (Minimum [Min.]: 132, IQA: 271–443, Maximum [Max.]: 711) bis zur Atemwegssicherung. Fachärzte benötigten im Median 309 s (Min: 160, IQA:

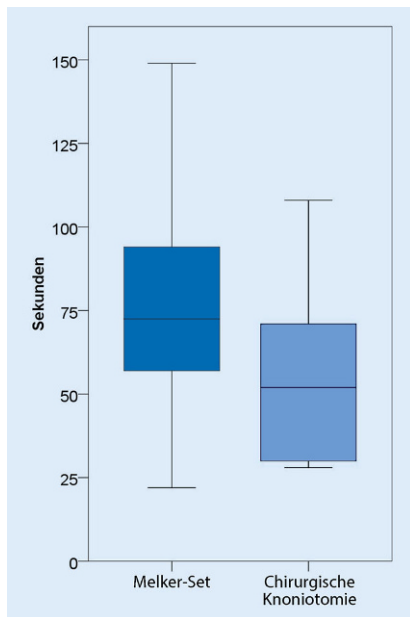


Abb. 2 ▲ Boxplot (Minimum, untere Quartile, Median, obere Quartile, Maximum): Zeit zur Durchführung der Koniotomie mithilfe der Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik (Melker-Set) oder chirurgischer Koniotomie

260–385, Max: 711) und Assistenzärzte 401 s (Min: 132, IQA: 297–516, 612) ($p = 0,101$). Von den Teilnehmern hielten sich 93 % an den Atemwegsalgorithmus, während 7 % vom Algorithmus abwichen.

„Cannot-intubate-cannot-ventilate“-Situation

In der CICV-Situation wurden mindestens ein Instrument und maximal 5 Instrumente vor der Koniotomie angewandt. Alle Teilnehmer nutzen mindestens ein Instrument: zu 89 % die Gesichtsmaske, zu 11 % weitere Instrumente (flexible Intubationsendoskopie und direkte Laryngoskopie). Es wandten 98 % der Teilnehmer ein zweites Instrument an: zu 24 % Larynxmasken, zu 22 % die direkte Laryngoskopie, zu 20 % die Gesichtsmaske, zu 13 % die Videolaryngoskopie, zu 21 % weitere Instrumente. Ein drittes Instrument wandten 67 % der Teilnehmer an: zu 35 % Larynxmasken, zu 25 % die flexible Intubationsendoskopie, zu 19 % die Videolaryngoskopie, zu 21 % weitere Instrumente. Ein viertes Instrument nutzten 26 % der Teilnehmer: zu 50 % die flexible Intubationsendoskopie, zu 17 % die Gesichtsmaske mit Guedel-

Tubus, zu 32 % weitere Instrumente. Es nutzten 7 % der Teilnehmer, also 3 ein fünftes Instrument – 2 die flexible Intubationsendoskopie und ein Teilnehmer die Videolaryngoskopie (■ Tab. 1). Als letztes Instrument vor der Entscheidung zur Koniotomie wurde zu 39 % die flexible Intubationsendoskopie genutzt, zu 22 % Larynxmasken, zu 13 % die Gesichtsmaske, zu 11 % die Videolaryngoskopie, zu 16 % weitere Instrumente (■ Tab. 2).

An den Atemwegsalgorithmus hielten sich 91 % der Teilnehmer.

Die Teilnehmer benötigten im Median 129 s (Min: 53, IQA: 97–172, Max: 303) bis zur Entscheidung zur Koniotomie: Fachärzte 121 s (Min: 64, IQA: 93–159, Max: 218) und Assistenzärzte 139 s (Min: 53, IQA: 99–202, Max: 303) ($p = 0,460$). Für die Durchführung der Koniotomie benötigten die Teilnehmer im Median 63 s (Min: 29, IQA: 50–82, Max: 263); Fachärzte 58 s (Min: 29, IQA: 50–71, Max: 149) und Assistenzärzte 77 s (Min: 22, IQA: 45–98, Max: 263) ($p = 0,65$). Die Punktionskoniotomie mit Seldinger-Technik führten 26 Teilnehmer (57 %) durch, die chirurgische Koniotomie 16 (35 %), und ein Teilnehmer (2 %) wählte eine Kombination aus beidem. Die chirurgische Koniotomie konnte am Simulator (Median: 52 s, Min: 28, IQA: 30–71, Max: 108) schneller durchgeführt werden als die Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik (Median: 73 s, Min: 22, IQA: 56–96, Max: 263; $p = 0,014$) (■ Abb. 2).

Diskussion

Algorithmus

Diese Beobachtungsstudie zeigt, dass sich die Teilnehmer bei der Behandlung eines unerwartet schwierigen Atemwegs zu über 90 % an den Algorithmus „Unerwartet schwieriger Atemweg“ hielten. Das Instrument, mit dem vor der Koniotomie als letztes am häufigsten versucht wurde, die Intubation durchzuführen, und das Instrument, mit dem die Intubation am häufigsten in der CI-Situation gelang, war die flexible Intubationsendoskopie. In einer CICV-Situation wurde die Koniotomie chirurgisch schneller durchgeführt

als die Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik. Es gab keinen Unterschied in Bezug auf die Zeitdauer bis zur Entscheidung für die Koniotomie und bis zur Durchführung der Koniotomie zwischen Assistenz- und Fachärzten. Der Großteil der Teilnehmer wies einen hohen Erfahrungsstand in der Atemwegssicherung auf.

Gründe für die hohe Algorithmustreue finden sich auf mehreren Ebenen. Der Algorithmus ist als „standard operating procedure“ (SOP) der Klinik etabliert und ist daher bindend, jedoch im rechtlichen Sinne auch schützend. Der Atemwegskurs wird seit 2008 einmal im Jahr durchgeführt. Sechssundsiebzig Prozent der Teilnehmer hatten diesen Kurs bereits in den letzten beiden Jahren durchlaufen, was einen hohen Trainingsstand impliziert. Den Teilnehmern waren also Format und Themenkomplex des Kurses bekannt (simulationsbasiertes Training, Atemwegskomplikationen, Atemwegsalgorithmus). Dies weckte unweigerlich die Erwartungshaltung, dass die entsprechenden Szenarien einen schwierigen Atemweg beinhalten. Sicherlich bereiten sich Teilnehmer mental auf das Thema vor, lesen evtl. nochmals die entsprechende SOP oder recherchieren in der Literatur. Die Vorbereitungsphase der einzelnen Teilnehmer haben wir nicht erfasst, was einen bisher nichtquantifizierten Effekt des Kurses ausmachen könnte. Dies könnte Gegenstand zukünftiger Untersuchungen werden. Da man sich in der Simulation durchaus fachlich entäußert/vor Kollegen preisgibt, darf sich aus Gründen der entgegengebrachten Vertrautheit innerhalb der Teilnehmer und Instruktoren sowie aus arbeitsrechtlicher Sicht kein Prüfungscharakter entwickeln. Jedoch erwächst daraus – ähnlich Kursen beispielsweise über Reanimation, Traumaversorgung, kindliche Notfälle etc. – ein wünschenswerter Effekt: Die Teilnehmer beschäftigen sich mit einem wichtigen Thema im Vorfeld, diskutieren dies auf kollegialer Ebene und können in der Simulation die bestehenden oder neu gewonnenen Erkenntnisse auf einer Erfahrungs Ebene ändern, vertiefen oder erweitern. Ein regelmäßig durchgeführter Kurs dieses Formats hilft somit, bestehen-

de Algorithmen zu verinnerlichen und anzuwenden.

Ausgangspunkt des vorliegenden Algorithmus für den unerwartet schwierigen Atemweg sowie entsprechender Algorithmen nahezu aller Fachgesellschaften ist stets die Gesichtsmaskenbeatmung [2, 9, 21]. Diese wird auch in dieser Untersuchung als häufigstes primäres Instrument angewandt. Die Gesichtsmaske eignet sich insofern als guter Ausgangspunkt, da sie das mit Abstand am häufigsten angewandte Atemwegsinstrument in der Medizin darstellt und gleichzeitig das wichtigste Instrument der Rückfallebene im Notfall ist [21, 24, 25].

In der CI-Situation wurden als zweites Instrument hauptsächlich die Videolaryngoskopie und die direkte Laryngoskopie angewandt. Die Videolaryngoskopie umfasst eine große Varianz an Instrumenten [22]. Sie ermöglicht beim schwierigen Atemweg zumeist eine schnellere und bessere Visualisierung der Stimmbandebene als die direkte Laryngoskopie. Es bedarf jedoch trotz der besseren Sicht bei Verwendung der Videolaryngoskopie eines guten Trainingsstandes, den Endotrachealtubus korrekt zu platzieren. In der vorliegenden Untersuchung konnte die Intubation unter Verwendung der Videolaryngoskopie auch nur zu 12 % aufgrund der am Simulator eingestellten schlechten Darstellbarkeit der Stimmbandebene erfolgreich durchgeführt werden. Die Videolaryngoskopie stellt somit eine sinnvolle Ergänzung für das Atemwegsmanagement dar, garantiert aber beim schwierigen Atemweg keinen sicheren Intubationserfolg. Sie stellt eine populäre Methode dar, für die allerdings bis dato noch keine breite Evidenzlage in Bezug auf eine höhere Effizienz als mit dem Macintosh-Spatel nachgewiesen wurde [17].

Überraschenderweise fanden Larynxmasken in der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Instrumenten seltener Anwendung. Supraglottische Instrumente werden in nahezu allen nationalen Algorithmen für den schwierigen Atemweg als primäres Instrument zur Beatmung nach fehlgeschlagener Intubation empfohlen, da diese leichter anzuwenden sind als Intubationsinstrumente [2, 9, 13, 15, 20, 21]. Warum die

Larynxmaske nicht wie erwartet häufiger angewandt wurde, lässt sich möglicherweise durch den guten Trainingsstand der Ärzte in Bezug auf alternative Instrumente zur Atemwegssicherung begründen. Eventuell spielt aber auch die Atemwegsmorphologie des Simulators eine Rolle. Eine CI- und eine CICV-Situation konnten am Simulator ausschließlich durch die Kombination von Zungenschwellung, retropharyngealer Obstruktion, Laryngospasmus, Kopfreklinationshemmung und Trismus nachgebildet werden. Nur so konnte sichergestellt werden, dass auch erfahrene anästhesiologische Fachärzte den Patientensimulator nicht intubieren können. Viele Teilnehmer erkannten frühzeitig, dass hier eine Situation vorlag, in der eine Larynxmaske aufgrund der geringen Mundöffnung schlecht einzuführen ist. Dies war ein Aspekt der Nachbesprechungen. So wurden Larynxmasken a priori gar nicht in Erwägung gezogen. Larynxmasken sind jedoch grundsätzlich bei der Behandlung eines schwierigen Atemwegs am Patienten empfohlen [21].

Bemerkenswert scheinen der hohe Anteil und die hohe Erfolgsrate der flexiblen Intubationsendoskopie. Nahezu alle nationalen Leitlinien empfehlen die flexible Intubationsendoskopie am wachen Patienten bei erwartet schwierigem Atemweg [2, 9, 21]. Diese Technik ist komplex in der Durchführung und bedarf regelmäßiger Übung, zumal beim relaxierten Patienten ein reduzierter pharyngealer Raum die Sichtverhältnisse negativ beeinflusst. Aktuell wird der Stellenwert der flexiblen Intubationsendoskopie diskutiert und vor einer Verdrängung durch die Videolaryngoskopie gewarnt [1, 3, 8, 26]. Bei stark eingeschränkter Mundöffnung, wie in der simulierten Situation, war die flexible Intubationsendoskopie jedoch das optimale Instrument, um die Intubation erfolgreich durchzuführen [16], da sie von den in der Klinik vorgehaltenen Instrumenten den geringsten Raumbedarf im Patienten aufweist und sich auch bei engen anatomischen Begebenheiten bisweilen manövrieren lässt. In der CI-Situation konnte die Intubation in der vorliegenden Studie am häufigsten mit diesem Instrument erfolgreich durchge-

führt werden. Zugleich war die flexible Intubationsendoskopie auch das am häufigsten angewandte letzte Instrument, bevor die Entscheidung zu Koniotomie fiel. Dies weist auf den hohen Stellenwert des Instruments und einen guten Trainingsstand der Teilnehmer in Bezug auf die flexible Intubationsendoskopie hin.

In der CICV-Situation begannen die meisten Teilnehmer ähnlich der CI-Situation, die Möglichkeit zur Beatmung durch eine Gesichtsmaske zu evaluieren. Im zweiten Versuch wurde jedes zur Verfügung stehende Instrument mindestens einmal eingesetzt. Die häufigsten Instrumente waren dabei: die direkte Laryngoskopie, die Videolaryngoskopie, Larynxmasken und wiederum die Gesichtsmaske mit Guedel-Tubus. Im dritten und vierten Versuch dominierte wiederum die flexible Intubationsendoskopie, gefolgt von Larynxmaske und der Videolaryngoskopie. Auch in der CICV-Situation war die flexible Intubationsendoskopie am häufigsten das letzte Instrument, das vor der Koniotomie eingesetzt wurde. Es ist anzunehmen, dass das letzte Instrument vor der Koniotomie dasjenige Instrument ist, mit dem der Anwender die bestmögliche Chance zur Intubation verknüpft. Dies wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst: dem Trainingsstand des Anwenders, den Bedingungen des Patienten und der Verfügbarkeit des Instruments.

Die Koniotomie selbst wurde in der vorliegenden Studie chirurgisch 21 s schneller durchgeführt als die Punktionkoniotomie in Seldinger-Technik (hier mit Melker-Set). Auch wenn die Halsanatomie des Simulators im Vergleich zum Tier- oder Leichenmodell einen relativ niedrigen Grad an Realitätsnähe aufweist, verwendeten andere Studien mit geringerer Teilnehmerzahl den gleichen Simulator, um Nullhypothesen zu testen. So wurde beispielsweise von Hubert et al. untersucht, ob eine Koniotomie schneller chirurgisch oder mithilfe der Punktionkoniotomie in Seldinger-Technik durchgeführt werden kann [12]. Die Zeit zur Durchführung der Koniotomie am Phantom in einer Gruppe von 27 Assistenzärzten betrug hier vor Training 117 s, danach 69 s. Dies

ist mit der vorliegenden Studie vergleichbar, in der 21 Assistenzärzte 77 s für die Koniotomie benötigten, zumal in der von Hubert et al. und der vorliegenden der gleiche Simulator eingesetzt wurde. Die Assistenzärzte in der vorliegenden Studie waren damit ähnlich schnell wie die trainierten Assistenzärzte in der Studie von Hubert et al. Es kann also von einem vergleichbar guten Trainingsstand und einer gut reproduzierbaren Simulationsumgebung ausgegangen werden.

Die DGAI bewertet die Evidenzlage in Bezug auf die bessere Methode – chirurgische Koniotomie oder Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik/„catheter-over-needle technique“ – als nicht gesichert und legt sich daher in der Leitlinie nicht fest [21]. Die Difficult Airway Society (DAS) empfiehlt explizit ein chirurgisches Vorgehen [9], da Akutkomplikationen wie z. B. Blutungen oder Verletzungen von Nachbarorganen zwischen beiden Techniken vergleichbar sind. Vergleiche der Verfahren an verschiedenen Modellen liefern konträre Ergebnisse. Unerfahrene Studierende und Ärzte wiesen am porcinen Tiermodell und an menschlichen Leichen höhere Erfolgsraten mit einer chirurgischen Koniotomie auf als mit Punktions-techniken [5, 11]. In einer anderen Studie war die Punktionskoniotomie mit dem Melker-Set der chirurgischen Koniotomie am porcinen Modell überlegen [19]. In einer weiteren Studie gab es am Halsphantom zwar Unterschiede zwischen chirurgischer Koniotomie und 5 verschiedenen vorgepackten Sets für Koniotomie über Punktionsverfahren, diese waren aber nicht von praktischer Bedeutung [10]. Die Zeiten bis zur Koniotomie in der vorliegenden Studie sprechen jedoch für ein chirurgisches Vorgehen bei der Koniotomie. Letztendlich fehlen angemessene Daten in der Patientenversorgung. Die Koniotomie ist in jedem Fall eine komplexe Fertigkeit, die regelmäßig am Simulator geübt werden sollte.

Allein die Erfahrung in der Anästhesie scheint jedoch nicht ausschlaggebend zu sein. Höheres Alter bei Anästhesisten (58 Jahre \pm 8) war am Simulator mit einer längeren Zeit der Durchführung einer Koniotomie und einem niedrigeren Wert auf einer globalen Bewertungsskala

im Vergleich zu jüngeren Anästhesisten (37 Jahre \pm 3) assoziiert. Nach Meinung der Autoren der entsprechenden Untersuchung liegt der Grund darin, dass der Abstand zur Ausbildung, in der die Koniotomie geübt wurde, bei den jungen Ärzten kürzer war als bei den älteren Ärzten [23]. In der vorliegenden Studie konnten zwar keine Unterschiede bezüglich des Alters festgestellt werden, es waren jedoch auch nur 6 Teilnehmer über 50 Jahre alt. Dies unterstreicht die Forderung, dass ein kontinuierliches Training für diese Art von Zwischenfällen erstrebenswert ist.

Um dieses kontinuierliche Training zu gewährleisten, bieten Simulatoren gute Möglichkeiten [4, 6, 12, 28]. Die vorliegende Studie wurde in einem 4-stündigen Kurs mit Workshops zu den Instrumenten und 2 Szenarien für jeden Teilnehmer durchgeführt. Dieser Kurs wird jedes Jahr für 40 bis 50 Mitarbeiter angeboten, um möglichst allen Mitarbeitern alle 2 bis 3 Jahre die Teilnahme zu ermöglichen. Andere Konzepte umfassen beispielsweise mehrere Tage und mehr Szenarien [12]: In der Studie von Hubert et al. wurden 27 Assistenzärzte vor und nach dem Kurs und im Abstand von 3, 9 und 12 Monaten verschiedenen Trainings-szenarien unterzogen und mit Bewertungsskalen evaluiert. Drei von 7 Szenarien während des Kurses liefen dabei auf einen transkutanen Atemweg hinaus, 4 auf alternative Atemwegs-instrumente. Bis zu einem Jahr nach dem Kurs waren positive Effekte auf Wissen und Fertigkeiten in Bezug auf Algorithmus und Koniotomie nachweisbar [12]. Die Daten der vorliegenden Studie unterstützen die Annahme, dass ein regelmäßiges Training am Simulator zu einer höheren Algorithmustreue führt.

Evaluation des Algorithmus

Algorithmen können mit verschiedenen Methoden evaluiert werden. Die Kenntnis der Algorithmen des European Resuscitation Council (ERC) wird beispielsweise am Ende der standardisierten Kurse mithilfe von Checklisten evaluiert [18]. Globale Bewertungsskalen bilden die Leistung von Teilnehmern jedoch auch angemessen ab und weisen bei der Bewertung durch Experten

am Simulator eine hohe Korrelation zu Checklisten auf [27]. In der vorliegenden Studie wurde ein Algorithmus evaluiert, der im Wesentlichen aus Abfolgen von Instrumenten aufgebaut ist. Insofern wurde die Algorithmustreue anhand der verwendeten Instrumente definiert, was hinreichend nachvollziehbar in Bezug auf die am Simulator darstellbaren Situationen ist.

Eine Limitation der Simulation ist, dass sie die reale Erfahrung nur ergänzen, aber nicht ersetzen kann. Was bis dato bei Simulationen fehlt, ist die Gänze des „klinischen Blicks“ eines erfahrenen Arztes. Der verwendete Simulator kann nicht die Hautfarbe oder -temperatur wechseln oder schwitzen. Das bedeutet, dass der Teilnehmer das simulierte Monitoring und die Aussagen der Instruktoren auf den Simulator projizieren muss. Dies könnte die Teilnehmer eines Kurses zum schwierigen Atemwegsmanagement von vornherein beeinflussen und Algorithmen schneller am Trainingsgerät abarbeiten lassen als am echten Patienten.

Zusammenfassung

Der klinikinterne Atemwegsalgorithmus zur Sicherung des unerwartet schwierigen Atemwegs ist gut anwendbar, was sich in der sehr hohen Algorithmustreue der Teilnehmer abbildet. Sowohl die Evaluation des Algorithmus über die Abfolge der eingesetzten Instrumente als auch die Zeiten bis zur erfolgreichen Atemwegs-sicherung sind gut mit der aktuellen Literatur vergleichbar. Die Gesichtsmaske war das Instrument, mit dem die allermeisten Teilnehmer algorithmuskonform begonnen haben, einen unerwartet schwierigen Atemweg zu evaluieren. Am häufigsten konnte mit der flexiblen Intubationsendoskopie erfolgreich intubiert werden. Gleichfalls war sie das Instrument, das am häufigsten als letztes vor der Entscheidung zur Koniotomie angewandt wurde. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass unabhängig vom Ausbildungsstand die chirurgische Koniotomie schneller als die Punktionskoniotomie in Seldinger-Technik durchgeführt wurde. Ein regelmäßiges Training des Algorithmus zur Sicherung des unerwartet schwierigen Atemwegs am Simulator, die routinemäßige

Verwendung immer gleich ausgestatteter Atemwegswagen und das Vorhalten der Instrumente für eine chirurgische Koinotomie können somit beitragen, den unerwartet schwierigen Atemweg routiniert und zügig entlang dem Algorithmus zu beherrschen.

Fazit für die Praxis

Der Atemwegsalgorithmus ist in seiner Form gut anwendbar. Er hilft in zeitkritischen Notfallsituationen, lebenswichtige medizinische Entscheidungen nachvollziehbar zu treffen und essenzielle Maßnahmen angemessen zu ergreifen. Aufgrund der geringen Inzidenz für das Auftreten eines unerwartet schwierigen Atemwegs kann das Training am Simulator einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung von prozeduralen Aspekten und zeitkritischen Entscheidungen in der Patientenversorgung leisten. Die Vorhaltung und regelmäßige Verwendung einer guten technischen Ausrüstung sind für seltene Zwischenfälle sehr empfehlenswert.

Korrespondenzadresse



Dr. med. T. Ott, DESA
Klinik für Anästhesiologie,
Universitätsmedizin Mainz,
Johannes Gutenberg-
Universität Mainz
Langenbeckstr. 1,
55131 Mainz, Deutschland
ottth@uni-mainz.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Ott, K. Truschinski, M. Kriege, M. Naß, S. Herrmann, V. Ott und S. Sellin geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

Literatur

- Ahmad I, Bailey CR (2016) Time to abandon awake fiberoptic intubation? *Anaesthesia* 71:12–16
- Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA et al (2013) Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 118:251–270

- Bell J, Beatty P (2016) Training in fiberoptic intubation – 2. *Anaesthesia* 71:593–594
- Berkow LC, Greenberg RS, Kan KH et al (2009) Need for emergency surgical airway reduced by a comprehensive difficult airway program. *Anesth Analg* 109:1860–1869
- Chrisman L, King W, Wimble K et al (2016) Surgicric 2: a comparative bench study with two established emergency cricothyroidotomy techniques in a porcine model. *Br J Anaesth* 117:236–242
- Cook DA, Hatala R, Brydges R et al (2011) Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 306:978–988
- Cook TM, Woodall N, Frerk C et al (2011) Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 106:617–631
- Dalton AJ, Rodney G (2016) Other anaesthetic uses of fiberoptic bronchoscopy. *Anaesthesia* 71:591–592
- Frerk C, Mitchell VS, Mcnarry AF et al (2015) Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 115:827–848
- Helmstaedter V, Wetsch WA, Bottiger BW et al (2012) Comparison of ready-to-use devices for emergency cricothyrotomy: randomized and controlled feasibility study on a mannequin. *Anaesthesist* 61:310–319
- Heymans F, Feigl G, Graber S et al (2016) Emergency cricothyrotomy performed by surgical airway-naive medical personnel: a randomized crossover study in cadavers comparing three commonly used techniques. *Anesthesiology* 125:295–303
- Hubert V, Duwat A, Deransy R et al (2014) Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology* 120:999–1008
- Japanese Society Of Anesthesiologists (2014) JSA airway management guideline 2014: to improve the safety of induction of anesthesia. *J Anesth* 28:482–493
- Langeron O, Bourgain JL, Laccoureye O et al (2008) Difficult airway algorithms and management: question 5. *Societe Francaise d'Anesthesie et de Reanimation. Ann Fr Anesth Reanim* 27:41–45
- Law JA, Broemling N, Cooper RM et al (2013) The difficult airway with recommendations for management – part 1 – difficult tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. *Can J Anaesth* 60:1089–1118
- Lee MC, Tseng KY, Shen YC et al (2016) Nasotracheal intubation in patients with limited mouth opening: a comparison between fiberoptic intubation and the Trachway(R). *Anaesthesia* 71:31–38
- Lewis SR, Butler AR, Parker J et al (2016) Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 11:CD11136
- Lott C, Araujo R, Cassar MR et al (2009) The European Trauma Course (ETC) and the team approach: past, present and future. *Resuscitation* 80:1192–1196
- Murphy C, Rooney SJ, Maharaj CH et al (2011) Comparison of three cuffed emergency percutaneous cricothyroidotomy devices to conventional surgical cricothyroidotomy in a porcine model. *Br J Anaesth* 106:57–64
- Myatra SN, Shah A, Kundra P et al (2016) All India Difficult Airway Association 2016 guidelines for the management of unanticipated difficult tracheal intubation in adults. *Indian J Anaesth* 60:885–898
- Piepho T, Cavus E, Noppens R et al (2015) S1 guidelines on airway management. *Anaesthesist* 64:859–873
- Pirlich N, Piepho T, Gervais H et al (2012) Indirect laryngoscopy/video laryngoscopy. A review of devices used in emergency and intensive care medicine in Germany. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 107:521–530
- Siu LW, Boet S, Borges BCR et al (2010) High-fidelity simulation demonstrates the influence of anesthesiologists' age and years from residency on emergency cricothyroidotomy skills. *Anesth Analg* 111:955–960
- Soar J, Nolan JP (2013) Airway management in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 19:181–187
- Soar J, Nolan JP, Bottiger BW et al (2015) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015: section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 95:100–147
- Ward P (2016) Training in fiberoptic intubation – I. *Anaesthesia* 71:593
- Weller JM, Bloch M, Young S et al (2003) Evaluation of high fidelity patient simulator in assessment of performance of anaesthetists. *Br J Anaesth* 90:43–47
- You-Ten KE, Bould MD, Friedman Z et al (2015) Cricothyrotomy training increases adherence to the ASA difficult airway algorithm in a simulated crisis: a randomized controlled trial. *Can J Anaesth* 62:485–494