

Redaktion

V. Wenzel, Innsbruck
 W. Wilhelm, Lünen

R.R. Noppens · C. Werner · T. Piepho
 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin
 der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Indirekte Laryngoskopie

Alternativen zur Atemwegssicherung

Die endotracheale Intubation ist der „Goldstandard“ des präklinischen und innerklinischen Atemwegssmanagements. Allerdings stellt ein unerwartet schwieriger Atemweg oftmals auch den Erfahrenen vor große Probleme. Komplikationen bei der Sicherung der Atemwege sind in der Anästhesie die häufigsten Ursachen für Morbidität und Mortalität [53].

Atemwegssicherung in der Notfallmedizin

Die Inzidenz für eine mangelhafte Sicht auf den Larynx ist in der Notfallmedizin im Vergleich zur klinischen Anästhesie erhöht [Cormack-und-Lehane-(CL-)Grad 3: 13 vs. 5%, CL-Grad 4: 7 vs. 1%]. Es besteht eine erhöhte Rate von Fehlintubationen (2 vs. 0,3%) und Mehrfachversuchen (4 vs. 2%) bei der präklinischen Atemwegssicherung [67]. Als Gründe werden u. a. erschwerte Laryngoskopie und suboptimale Patientenpositionierung angegeben (43 resp. 49%; [67]). Hinzu kommt, dass die präklinische Intubation im Vergleich zur Routineanästhesie überproportional häufig mit Komplikationen assoziiert ist [66]. So berichten Timmermann et al. [67] von einer Komplikationsrate bzw. unerwünschten Ereignissen von ca. 20%; am häufigsten kam es zu wiederholten Intubationsversuchen (14%), Aspiration (5%) und zur ösophagealen Tubusfehlage (3%). Für schwer verletzte Patienten mit präklinisch nichterkannter Fehlintubation oder fehlgeschlagener endotrachealer Intubation konnte eine erhöhte Letalitätsrate gezeigt werden [9].

Es existiert eine Reihe von Faktoren [z. B. Mundöffnung, Beweglichkeit der Halswirbelsäule (HWS), Mallampati-Score], anhand deren ein schwieriger Atemweg identifiziert werden kann. Die Vorhersagekraft ist jedoch nicht immer ausreichend. Zudem muss bei vielen Notfallpatienten zwingend eine Sicherung der Atemwege erfolgen.

Neuentwicklungen

Zur Durchführung der Intubation bei erwartet schwierigen Atemwegen sind in den letzten Jahren verschiedene Instrumente entwickelt worden; hierbei stellen die flexiblen Fiberoptiken einen Meilenstein dar. Die innerklinische Anwendung der flexiblen Optiken beim erwartet schwierigen Atemweg ist seit Jahren international anerkannter Standard. Allerdings sind hierzu eine fundierte Ausbildung und ein regelmäßiger Umgang mit dem Instrument erforderlich. Zudem sind Anschaffung und Aufbereitung dieser Geräte finanziell sowie personell aufwendig, sodass ein Einsatz von Fiberoptiken derzeit nicht an jedem Arbeitsplatz realisierbar ist. Mit der Weiterentwicklung der digitalen Foto- und Videotechnik sind in den letzten Jahren neuartige Laryngoskope entwickelt worden, bei denen – im Gegensatz zur konventionellen Laryngoskopie – die direkte Sicht auf die Glottis nicht mehr notwendig ist (■ **Abb. 1**).

In diesem Beitrag sollen die in Deutschland erhältlichen neueren sog. Videolaryngoskope vorgestellt werden (■ **Tab. 1**). Zusätzlich wird auch auf das starre Intubationsendoskop nach Bonfils® eingegangen. Alle vorgestellten Geräte sind so

konstruiert, dass die Glottisebene indirekt dargestellt wird. Dazu verwenden die meisten Geräte der neueren Generation die Videotechnik (C-MAC®-Videolaryngoskop, GlideScope®, McGrath®-Videolaryngoskop, Airwayscope®), und nur wenige bedienen sich eines optischen Systems (Intubationsendoskop nach Bonfils®, Airtraq®-Laryngoskop). Es existiert noch eine Vielzahl weiterer Instrumente zur indirekten endotrachealen Intubation. Jedoch sind die meisten bisher lediglich eingeschränkt evaluiert bzw. aufgrund der Größe des Instruments und des benötigten Zubehörs nur bedingt in der Notfallmedizin einsetzbar.

Keines der vorgestellten Geräte ist universell in jeder Situation einsetzbar, ist für jede erdenkliche Konstellation zur endotrachealen Intubation geeignet oder

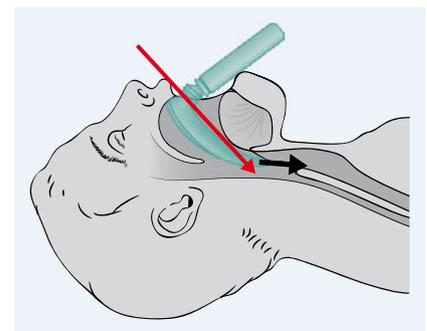


Abb. 1 ▲ Der rote Pfeil zeigt die direkte Sichtlinie bei der konventionellen Laryngoskopie. Eine direkte Sicht auf die Glottis ist in diesem Fall nicht möglich. Bei der Videolaryngoskopie (schwarzer Pfeil) kann die Glottis über eine Kamera in Nähe der Spatelspitze indirekt eingesehen werden

R.R. Noppens und T. Piepho haben zu gleichen Teilen an dieser Veröffentlichung beigetragen.

Tab. 1 Geräte zur indirekten Laryngoskopie.

	Airtraq®	Airwayscope®	Bonfils®	C-MAC®	GlideScope®	McGrath®
Vertrieb in Deutschland	B+P Beatmungsprodukte GmbH	Ambu GmbH	Karl-Storz GmbH	Karl-Storz GmbH	Verathon Medical	The Surgical Company GmbH
Einmalartikel	Ganzes Gerät	Spatel	Keine	Keine	Cobalt: Einmalspatel	Einmalspatel
Erwärmte Linse	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein
Sicht	Optik	Monitor am Griff	Optik	Separater Monitor	Separater Monitor	Monitor am Griff
Tubusführung	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Videokamera	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja
Aufzeichnung am Gerät	Nein	Nein	Nein	Ja	Gerätetypabhängig	Nein
Batteriebetrieb	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Netzanschluss	Nein	Nein	Externe Lichtquelle optional	Ja	Ja	Nein
Einsatz bei Kindern	Ja, verschiedene Spatelgrößen	Nein	Ja, spezielles Modell	Ja, Spatelgröße 2–4	Ja, verschiedene Spatelgrößen	Ja, ab 15 kgKG
Listenpreis (ohne MwSt)	54 EUR	10.995 EUR	4000 EUR	5131 EUR (mit 3er-Spatel, wiederverwendbar)	11.000 EUR (mit GVL-3-Spatel, wiederverwendbar)	7900 EUR
Notwendiges Zubehör (ohne MwSt)		Einwegspatel 35 EUR	Batterielichtquelle 307 EUR			Einwegspatel 11 EUR

GVL „GlideScope Video“, MwSt Mehrwertsteuer.

Tab. 2 Airtraq®-Größen

Größe	Tubusgröße (OD, mm)	Minimale Mundöffnung (mm)	Farbkodierung
3 (normal)	7,0–8,5	18	Blau
2 (klein)	6,0–7,5	16	Grün
1 (pädiatrisch)	3,5–5,5	12,5	Pink
0 (Säugling)	2,5–3,5	12,5	Grau
Nasotracheale Intubation		18,0	Orange
Doppellumentubus	35–41 F	19,0	Gelb

OD „outside diameter“.

kann uneingeschränkt empfohlen werden. Auch muss bedacht werden, dass ein Instrument nicht die ausreichende Erfahrung in der Sicherung von schwierigen Atemwegen ersetzen kann. So sind Komplikationen während der Sicherung der Atemwege bei Anwesenheit eines erfahrenen Anästhesisten seltener zu beobachten [6]. Dabei unterscheidet sich das Vorgehen der erfahrenen Anästhesisten nicht allein durch die Art der Atemwegsicherung, sondern v. a. auch in der pharmakologischen Vorgehensweise der Narkoseeinleitung. Das alleinige Vorhalten von Hilfsmitteln oder Alternativen zur direkten Laryngoskopie ist nicht ausreichend, um schwerwiegende Komplikationen zu vermeiden. Entscheidend scheint das Zusammenspiel zwischen ärztlicher Erfahrung, pharmakologischem Wissen und der regelmäßigen Anwendung der

vorgehaltenen Alternativen zur Atemwegsicherung zu sein.

Gerätetypen

Die indirekte Visualisierung der Glottisebene kann prinzipiell auf zwei Arten erreicht werden.

- Eine kleine Digitalkamera, analog zu verwendeten Kameras in z. B. Mobiltelefonen, befindet sich an der Spitze eines Spatels. Das Bild wird elektronisch an einen „Liquid-crystal-display“- (LCD-)Bildschirm übermittelt. Dabei kann der Bildschirm direkt in das Gerät integriert (z. B. Airwayscope®, **Abb. 2**; McGrath®-Videolaryngoskop, **Abb. 3**) oder über ein Kabel mit dem Laryngoskopgriff verbunden sein (z. B. GlideScope®,

Abb. 4; C-MAC®-Videolaryngoskop, **Abb. 5**).

- Mithilfe eines optischen Systems kann die Sicht über Prismen (z. B. Airtraq®-Laryngoskop, **Abb. 6**) oder über fiberoptische Fasern (z. B. Intubationsendoskop nach Bonfils®, **Abb. 7**) zu einem Okular übertragen werden. Über das Okular kann entweder direkt visualisiert werden, oder das Bild wird mithilfe einer Kamera auf einen externen Monitor übertragen.

Eine Unterscheidung in die einzelnen Gerätetypen kann auch nach Art der Tubusplatzierung erfolgen, wie im Folgenden vorgenommen.

Airtraq® Laryngoskop und Airwayscope® verfügen über eine Tubusleitschiene, die in den Spatel integriert ist. Der Tubus wird vor dem Einbringen des Instruments in die Schiene eingelegt und nach Identifizierung der Stimmritze unter Sicht in die Trachea vorgeschoben. Dieses Vorgehen erlaubt keine nasale Intubation.

Beim Intubationsendoskop nach Bonfils® wird der Tubus vor dem Einführen des Instruments in den Mundraum auf den starren Schaft aufgezogen. Ist die Glottis sicher identifiziert, kann der Endotrachealtubus unter Sicht durch die Stimmbänder geführt werden. Auch bei

diesem Instrument ist eine nasale Intubation nicht möglich.

Beim Einsatz der Videolaryngoskope C-MAC®, GlideScope® und McGrath® ist zur oralen, endotrachealen Intubation ein Tubus mit Führungsstab notwendig. Diese Geräte erlauben prinzipiell die nasale Intubation ohne Verwendung eines Führungsstabes.

Geräte

Airtraq®-Laryngoskop

Das optische Laryngoskop Airtraq® (■ **Abb. 6**) wurde in Spanien durch Pedro A. Gandarias entwickelt und wird von Prodol Meditec S.A. (Vizcaya, Spanien) hergestellt. Der Vertrieb in Deutschland erfolgt durch B+P Beatmungsprodukte GmbH (Neunkirchen-Seelscheid). Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Einmalartikel. An der Spitze des Airtraq®-Laryngoskops befindet sich eine Lichtquelle, die gleichzeitig die Linse erwärmt (40°C). Dadurch soll ein Beschlagen verhindert werden. Die Energieversorgung wird über eine integrierte Batterie sichergestellt. Die Betriebsdauer wird vom Hersteller mit 90 min angegeben. Das Bild wird über ein System von Linsen und Prismen auf ein Okular übertragen. Der Benutzer kann die anatomischen Strukturen direkt über das Okular identifizieren. Alternativ kann auch ein Videosystem auf das Okular aufgesetzt werden, sodass das Bild auf einen externen Monitor übertragen werden kann. Der anatomisch geformte Spatel und Griff beinhalten 2 Kanäle: Ein Kanal dient als Führungsschiene für den Endotrachealtubus, der andere Kanal beinhaltet das optische System (■ **Abb. 6**). Der Tubus wird vor dem Einführen des Instruments in den Mundraum auf das Schienensystem aufgesetzt und bei Visualisierung der Glottisebene in die Trachea vorgeschoben (■ **Abb. 8**). Das Airtraq®-Laryngoskop ist in verschiedenen Größen erhältlich (■ **Tab. 2**) und ist mit handelsüblichen Endotrachealtuben kombinierbar.

Airwayscope®

Das Pentax-Airwayscope® wurde in Japan entwickelt und von Koyama et al. erstma-

Anaesthesist 2010 · 59:149–161 DOI 10.1007/s00101-009-1656-3
© Springer-Verlag 2010

R.R. Noppens · C. Werner · T. Piepho

Indirekte Laryngoskopie. Alternativen zur Atemwegssicherung

Zusammenfassung

Die endotracheale Intubation gilt als Goldstandard zur Sicherung der Atemwege und erfolgte bisher meistens mithilfe der direkten Laryngoskopie. Seit Kurzem sind Alternativen verfügbar, bei denen eine Ausrichtung der oral-pharyngealen Achse zur gradlinigen Sicht auf die Glottisebene aufgrund von Videotechnik oder speziellen Optiken entfällt. Bei schwierigen Sichtverhältnissen kann mit diesen Geräten oft eine verbesserte Sicht erzielt und die endotracheale Intubation erfolgreich durchgeführt werden. Bisherige Studienergebnisse zeigen, dass die Anwendung der meisten dieser Alternativen schnell

und leicht erlernt werden kann. Die Technik der indirekten Laryngoskopie wird derzeit erfolgreich in der anästhesiologischen Routine beim unerwartet schwierigen Atemweg eingesetzt. Dieser Beitrag bietet eine erste Übersicht über häufig angewendete Geräte, mit denen ein Endotrachealtubus per indirekter Laryngoskopie unter Sicht platziert werden kann.

Schlüsselwörter

Videolaryngoskop · Laryngoskop · Intubation · Atemwegssicherung · Indirekte Laryngoskopie

Indirect laryngoscopy. Alternatives to securing the airway

Abstract

Endotracheal intubation remains the gold standard for securing the airway in emergency medicine. However, difficult endotracheal intubation and complications are common during emergency intubation. In contrast to conventional direct laryngoscopy, the new generation of devices does not require direct visualization of the vocal cords for endotracheal tube placement. These devices allow a better glottic view and successful endotracheal placement of the tube, especially if direct laryngoscopy is difficult. Recent studies showed that utilization of these devices can

be easily learned. The technique of indirect laryngoscopy is currently used for securing the airway in daily anesthesia routine as well as for managing the difficult airway in the operating room. This article gives an overview of available devices for indirect endotracheal intubation as well as the current literature.

Keywords

Video laryngoscope · Laryngoscope · Intubation · Airway management · Indirect laryngoscopy



Abb. 2 ▲ Pentax-Airwayscope mit aufgesetztem Einmalspatel



Abb. 3 ▲ McGrath® mit aufgesetztem Einmalspatel. Die Spatellänge ist auf die mittlere Position eingestellt



Abb. 4 ▲ GlideScope GVL® im robusten Tragekoffer mit 3 wiederverwendbaren Spateln und starrem Führungsstab



Abb. 5 ◀ C-MAC® in Transporttasche mit MacIntosh-Spatel, Gr. 3 und 4



Abb. 6 ► Airtraq® mit eingelegetem Endotrachealtubus

lig vorgestellt [4]. Das Gerät (■ **Abb. 2**) wird von Pentax Corporation (Tokio, Japan) hergestellt und in Deutschland von der Firma Ambu GmbH, Bad Nauheim vertrieben. Es besteht aus einem Griff mit integriertem LCD-Monitor (Monitordiagonale 2,4 inch=6,1 cm; ■ **Abb. 2, 9**). In dem Handgriff sind 2 handelsübliche AA-Batterien (1,5 V) zur Energieversorgung von Kamera und Bildschirm untergebracht. Die Betriebsdauer mit unverbrauchten Batterien wird vom Hersteller mit 60 min angegeben. Über einen separaten Anschluss kann das Videosignal auch auf einen Monitor übertragen werden. Am unteren Teil des Griffes befindet sich ein Kabel, an dessen Ende eine Mi-

niaturdigitalkamera und eine LED-Lichtquelle angebracht sind. Vor der Anwendung wird auf den Handgriff ein anatomisch geformter, steriler Einmalspatel aus Kunststoff über einen Bajonettverschluss aufgesetzt (PBLADE®; ■ **Abb. 2**). An dem Kunststoffspatel befindet sich eine Führungsschiene, in die der Endotrachealtubus vor Anwendung des Instruments eingeschoben wird [“internal diameter“ (ID) 6,0–8,5 mm; ■ **Abb. 2**). In den Spatel ist zusätzlich ein kleiner Kanal eingearbeitet, durch den ein dünner Absaugkatheter (<12 F) während der Anwendung enoral platziert werden kann. Dies ermöglicht die Sekretabsaugung während der Laryn-

goskopie. Bisher ist nur eine Spatelgröße erhältlich.

Intubationsendoskop nach Bonfils®

Das starre Intubationsendoskop nach Bonfils® wurde 1983 von P. Bonfils in der Schweiz entwickelt. Herstellung und Vertrieb in Deutschland erfolgen durch die Karl Storz GmbH, Tuttlingen (■ **Abb. 7**). Das Bonfils®-Intubationsendoskop hat eine starre Optik, dessen distales Ende um 40° abgewinkelt ist. Über ein Okular können die enorale anatomischen Strukturen via Lichtleiteroptik eingesehen werden. Es besteht die Möglichkeit, über eine Kamera, die auf das Okular aufgesetzt



Abb. 7 ▲ Starres Intubationsendoskop nach Bonfils®. Links portable „Light-emitting-diode“- (LED-)Lichtquelle

wird, einen externen Monitor anzuschließen. Für den Einsatz in der Notfallmedizin dient eine externe LED-Batterielichtquelle. Laut Hersteller liefert diese über zwei Fotobatterien ca. 2 h lang Licht. Ein konventioneller Endotrachealtubus wird vor dem Einführen des Instruments in die Mundhöhle auf die starre Optik aufgeschoben und nach Darstellung der Stimmritze unter Sicht in die Trachea eingeführt (▣ **Abb. 10**). Das Intubationsendoskop nach Bonfils® ist mit einem Außendurchmesser (OD) von 3,5 mm (Tubus-ID ab 4 mm) und 5 mm (Tubus-ID ab 5,5 mm) erhältlich. Für den pädiatrischen Bereich steht das retromolare Intubationsendoskop nach Brambrink zur Verfügung, das für einen Tubus-ID von 2,5–3,5 mm geeignet ist.

C-MAC®-Videolaryngoskopsystem

Das C-MAC®-Videolaryngoskop wurde von der Karl Storz GmbH, Tuttlingen, entwickelt und wird auch von dieser Firma in Deutschland vertrieben (▣ **Abb. 5**). Das System besteht aus einem wiederverwendbaren, konventionellen Macintosh-Spatel aus Edelstahl mit integrierter LED-



Abb. 8 ▲ Endotracheale Intubation mit dem Airtraq®. Der Endotrachealtubus befindet sich vorbereitet in einer Führungsschiene und wird unter optischer Kontrolle vorgeschoben

Lichtquelle und Kamera. Es sind derzeit die Spatelgrößen 2, 3 und 4 verfügbar (▣ **Abb. 5**). Die maximale Spatelhöhe beträgt bei beiden Spatelgrößen 1,5 cm; optional sind die Spatel mit einer Führungsschiene für einen Absaugkatheter erhältlich. Über die LED-Lichtquelle wird das Kamerafenster erwärmt, um ein Beschlagen zu verhindern. Das Bild wird über ein Kabel auf einen externen Monitor übertragen (Monitordiagonale 6,7 inch=17 cm; ▣ **Abb. 11**). Mit dem C-MAC®-Videolaryngoskop sind Aufzeichnungen von Standbildern und Videosequenzen auf eine Speicherkarte möglich. Die Bedienung hierfür kann sowohl am Handgriff als auch am Monitor erfolgen. Die Energieversorgung ist über eine wiederaufladbare Lithiumionenbatterie gesichert. Laut Hersteller beträgt die Batterieleistung ca. 2 h. Das C-MAC® ist auch zur präklinischen Anwendung konzipiert, denn das Gehäuse ist aus schlagfestem Kunststoff konstruiert und spritzwassergeschützt.

GlideScope®

Das GlideScope® wurde von John A. Pacey in Kanada entwickelt. Der Ver-

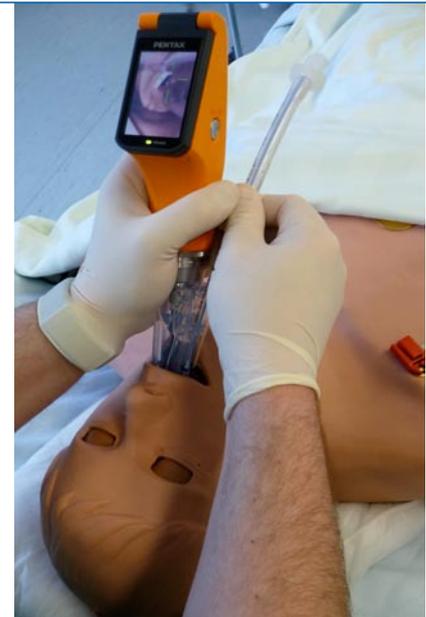


Abb. 9 ▲ Endotracheale Intubation mit dem Airwayscope®. Der in den Führungskanal eingelegte Endotrachealtubus wird unter Sicht vorgeschoben. Das auf dem Monitor eingeblendete Fadenkreuz markiert das Erscheinen der Tubusspitze

trieb in Deutschland erfolgt durch Verathon Medical, Rennerod. Es existieren verschiedene Variationen des GlideScope-Systems. Das GlideScope GVL® besteht aus einem Kunststoffhandgriff und -spatel, die aufbereitet werden können (▣ **Abb. 4**). In der Nähe der Spatelspitze befindet sich eine Kamera, die das Videobild auf einen externen Monitor (Monitordiagonale 7 inch=17,8 cm) überträgt. Die Energiequelle ist ein wiederaufladbarer Akku, der im Monitor integriert ist. Die Spatelspitze verfügt über eine 60°-Biegung. Das Kamerafenster wird durch die Lichtquelle erwärmt; dies soll das Beschlagen verhindern. Inzwischen ist mit dem GlideScope Cobalt® ein überarbeitetes System mit Einmalspateln erhältlich. Bei diesem System sind Videokamera und Lichtquelle in einem Kabel untergebracht, das als „video baton“ bezeichnet wird. Dieses Video baton wird zur Anwendung in einen Kunststoffeinmalspatel eingeführt. Beim GlideScope Ranger® und Ranger Single Use® wird ein deutlich kleinerer Monitor verwendet (Monitordiagonale 3,5 inch=8,9 cm; ▣ **Abb. 12, 13**). Laut Hersteller ist das GlideScope Ranger® speziell für die präklinische Anwen-



Abb. 10 ▲ Einbringen des Intubationsendoskops nach Bonfils. Der Endotrachealtubus ist auf die starre Optik aufgezogen



Abb. 11 ▲ Endotracheale Intubation mit dem C-MAC®. Am Laryngoskopgriff sind die beiden Aufnahmeknöpfe zur Foto- bzw. Videodokumentation zu erkennen



Abb. 12 ▲ GlideScope-Ranger-Intubation



Abb. 13 ▲ GlideScope Ranger mit mittlerem Spatel. Zur Aufbewahrung bzw. Transport werden Kabel und Spatel am Gerät angebracht

derung konzipiert und robust gebaut worden. Bei vollständig geladener Batterie ist eine bis zu 90-minütige Anwendung möglich. Der Monitor erlaubt laut Anbieter die klare und spiegelfreie Sicht auch bei heller Sonneneinstrahlung.

Es stehen unterschiedliche Spatelgrößen sowohl als Einmalprodukt als auch für das Mehrfachsystem zur Verfügung. Die Cobalt®- und Ranger-Single-Use®-Systeme erlauben den Einsatz verschiedener Spatelgrößen, die auf das Video baton aufgesetzt werden können (■ **Tab. 3**). Bei Verwendung von pädiatrischen Einmalspateln ist ein zweites kleineres „video baton“ notwendig.

McGrath®-Videolaryngoskop

Das McGrath®-Videolaryngoskop wurde in Schottland von Matthew McGrath entwickelt. Der Vertrieb in Deutschland erfolgt über The Surgical Company GmbH, Kleve. Der bewegliche Monitor ist direkt am Griff angebracht (Monitordiagonale 1,7 inch=4,3 cm; ■ **Abb. 3**). Der Handgriff enthält eine handelsübliche 1,5-V-AA-Mignon-Batterie als Energiequelle. Laut Hersteller können mit einer Batterie für ca. 1 h nichtkontinuierliche Anwendungen durchgeführt werden. Am unteren Ende des Griffes ist der „CameraStick“ angebracht. An dessen distalem Ende befinden sich eine kleine Kamera und eine LED-Lichtquelle. Vor der An-

wendung wird ein Einmalspatel auf den CameraStick® aufgesteckt. Dieser kann auf 3 Längen eingestellt werden, sodass mit einem Einmalspatel verschiedene Größen erreicht werden können (■ **Abb. 3**). Die maximale Spatelhöhe beträgt ca. 1,3 cm. Laut Hersteller kann das McGrath®-Laryngoskop ab einem Patientengewicht von 15 kgKG eingesetzt werden. Die relativ geringen Abmessungen und der Einmalspatel machen dieses Videolaryngoskop ultraportabel (■ **Abb. 14**).

Studienlage/ Atemwegsalgorithmus

Da die meisten der oben genannten Systeme erst seit Kurzem verfügbar sind, exis-

tieren derzeit nur wenige kontrollierte und randomisierte Studien [43]. Am häufigsten sind Fallberichte oder Untersuchungen mit kleiner Fallzahl publiziert. Die meisten Studien untersuchten das GlideScope®, da dieses von allen Videolaryngoskopen am längsten verfügbar ist.

In den Algorithmen der anästhesiologischen Fachgesellschaften werden die Videolaryngoskope bisher nicht erwähnt. Einzige Ausnahme ist das Intubationsfiberskop nach Bonfils®, das zumindest in der deutschen Leitlinie als Alternative zur konventionellen Laryngoskopie Eingang gefunden hat [14].

Intubationstechnik

Die meisten Geräte zur indirekten Laryngoskopie (Airtraq®, Airwayscope®, GlideScope®, McGrath®) werden in der Mittellinie in die Mundhöhle des Patienten eingeführt. Das laterale Verschieben der Zunge, wie bei der direkten Laryngoskopie, ist nicht notwendig. Zur Orientierung ist es hilfreich, wenn die Uvula beim Vorführen des Spatels identifiziert wird. So kann sichergestellt werden, dass das Gerät korrekt in der Mittellinie vorgeschoben wurde. Wie bei der direkten Laryngoskopie sollte versucht werden, die Epiglottis zu identifizieren, um so die korrekte Lage der Spatelspitze abschätzen zu können. Hierdurch wird vermieden, dass die Spatelspitze in der Glottis zu liegen kommt. Dies wiederum kann den Glottiseingang blockieren und die endotracheale Intubation nahezu unmöglich machen (■ **Abb. 15**).

Beim Airwayscope® ist es notwendig, die Epiglottis auf die Spatelspitze aufzuladen. Dies ist aufgrund der Spatelkonstruktion erforderlich, um eine ausreichend freie Sicht auf die Stimmritze zu erhalten und den Tubus über die Schiene endotracheal platzieren zu können.

Bei dem McGrath®-Videolaryngoskop besteht die Möglichkeit, den Camera-Stick® vor dem Einbringen in den Mund vom Handgriff zu trennen. Zunächst wird nur der Stick im Mund platziert und dann der Handgriff konnektiert. Dieses Vorgehen wird bei adipösen Patienten bzw. bei Patientinnen mit großen Brüsten empfohlen [52].

Beim Airtraq®-Laryngoskop ist eine „Rotationstechnik“ als Alternative be-

Tab. 3 GlideScope®-Cobalt- bzw. Ranger-Single-Use®-Spatelspezifikationen

Spatelgröße	Patientengewicht (kgKG)	Maximale Spatelhöhe (cm)	Video baton
GVL 1	<3,6	0,9	Pädiatrisch
GVL 2	1,8–10	0,9	Pädiatrisch
GVL 3	>10	1,6	Erwachsen
GVL 4	>40	1,6	Erwachsen

schrieben. Erweist sich ein standardmäßiges Einbringen des Gerätes in den Mund als schwierig, wird das Gerät um 180° rotiert eingeführt und nach Passieren der Zunge in die übliche Position gedreht. Dieses Vorgehen ist sehr ähnlich zum Platzieren eines Guedel-Tubus [16]. Bei Anwendung dieses Instruments kann die Epiglottis mit der Spatelspitze aufgeladen oder die Spatelspitze zwischen Zungengrund und Epiglottis positioniert werden. Eine korrekte Positionierung der Spatelspitze vor der Glottis ist notwendig, um den Tubus vorschieben zu können.

Das C-MAC®-Videolaryngoskop wird identisch zur direkten, konventionellen Intubation angewendet. Über das Monitorbild kann die Glottisebene besser dargestellt werden [25]. Bei Fehlfunktion des Monitors oder starker Sonneneinstrahlung kann durch den Gebrauch von konventionellen Macintosh-Spateln jederzeit die direkte Laryngoskopie durchgeführt werden.

Beim Intubationsendoskop nach Bonfils® wird meist empfohlen, das Instrument retromolar einzuführen. Entsprechend der distalen Krümmung wird es streng rechts retromolar hinter den Zungengrund geführt und anschließend mit der Spitze nach ventral in Richtung des erwarteten Larynxeingangs ausgerichtet. Unter Sicht wird das Instrument vorgeschoben. Die Darstellung des retropharyngealen Raumes ist durch einen Zug am Unterkiefer möglich.

Lernkurve

Der erfolgreiche Einsatz von alternativen Instrumenten in kritischen Situationen setzt eine regelmäßige Anwendung in der täglichen Routine unter kontrollierten Bedingungen voraus. Gleichzeitig ist die Lernkurve eines Atemwegs Instruments ein wichtiger Faktor zur Implementierung in die Routine; dies wurde

bisher in einigen Arbeiten, wie im Folgenden beschrieben, untersucht.

Der Umgang mit dem Airtraq®-Laryngoskop ist mit 5 bis 10 Anwendungen erlernbar [38, 71]. Am Atemwegssimulator ist das Vorgehen im Vergleich zur konventionellen Intubation schneller trainierbar und wird als insgesamt leichter eingestuft [38]. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die praktische Anwendung des Airtraq® länger und besser im Gedächtnis bleibt als die konventionelle Laryngoskopie mit einem Macintosh-Spatel [36].

Auch die Bedienung des Airwayscope® scheint leicht erlernbar [24, 44]. Im Vergleich zur konventionellen Intubation per Macintosh-Spatel konnten in der Atemwegssicherung unerfahrene Anwender mit dem Airwayscope® schneller (Airwayscope®: im Mittel 41 s, Macintosh-Spatel: 69 s) und mit einer höheren Erfolgsrate die Atemwege sichern. Eine erfolgreiche Intubation beim ersten Versuch war beim Airwayscope® in 97%, beim Macintosh-Spatel in 69% der Fälle möglich [24].

Um das Intubationsfiberskop nach Bonfils® auch in Notfallsituationen erfolgreich einsetzen zu können, ist die ausreichende Erfahrung in der klinischen Routine am normalen Atemweg notwendig. Ähnlich wie beim Erlernen der konventionellen Laryngoskopie werden 10 bis 25 Intubationen mit dem Intubationsendoskop nach Bonfils® als notwendig eingestuft, nach denen eine ausreichende Erfahrung mit diesem Instrument besteht [7, 21, 31]. Diese im Vergleich zu den Videolaryngoskopen flachere Lernkurve kann mit der etwas anderen Vorgehensweise mit dem Bonfils®-Endoskop erklärt werden, da hier oftmals ein retromolarer Zugang gewählt wird und der retropharyngeale Raum geschaffen sowie dargestellt werden muss.

Bisher existieren keine Publikationen über die Lernkurve mit dem C-MAC®-



Abb. 14 ◀ Endotracheale Intubation mit dem McGrath®. Der Tubus wird vorgeschoben und der Führungsstab gleichzeitig mit dem Zeigefinger zurückgezogen, um eine problemlose endotracheale Tubusplatzierung zu gewährleisten

Videolaryngoskop. Mehrere Berichte über die Vorgängermodelle (z. B. BERCI DCI-Videolaryngoskop, V-MAC®) weisen aber auf einen sicheren Umgang mit dem System nach 5 bis 10 Intubationen hin [29, 34]. Durch die Kombination eines konventionellen Macintosh-Spatels mit einer Kamera an der Spatelspitze ist der Gebrauch dieses Gerätes der direkten Laryngoskopie am ähnlichsten. Damit bietet das C-MAC®-Videolaryngoskop die Möglichkeit, dass eine konventionelle Intubation unter kontinuierlicher Monitorüberwachung durchgeführt werden kann. Dies ist in der Aus- und Weiterbildung von Vorteil, außerdem kann eine Hilfsperson den Effekt von externen Larynxmanipulationen gut beobachten und anpassen. Darüber hinaus ist derzeit allerdings davon auszugehen, dass das C-MAC®-Videolaryngoskop mindestens die gleichen Intubationsergebnisse bietet wie ein konventionelles Laryngoskop.

Die Nutzung des GlideScope® und McGrath®-Laryngoskops kann relativ schnell erlernt werden [11, 49, 60]. Die Anzahl der Anwendungen bis zum sicheren Umgang mit den Geräten wird mit 5 bis 8 angegeben [57, 60, 61].

In einer vergleichenden Untersuchung am Atemwegsphantom zeigte das Airtraq®-Laryngoskop im Vergleich zum GlideScope® und McGrath®-Videolaryngoskop die steilste Lernkurve: Bereits nach 2 Versuchen konnte der sichere Gebrauch dokumentiert werden. Jeweils 5 Übungsversuche waren für GlideScope® und McGrath®-Laryngoskop notwendig [61].

Typische Schwierigkeiten

Bei der indirekten Laryngoskopie kann es schwierig sein, den Tubus vor die Stimmbandebene zu positionieren. Dies gilt v. a. für das GlideScope® und McGrath®-Videolaryngoskop, die keine Tubusleitschiene verwenden. Da diese Geräte in der Mittellinie in den Mund eingeführt werden, kann die Zunge das Vorschieben des Tubus behindern. Als Lösung wurde in einem Leserbrief vorgeschlagen, zuerst den Tubus im Pharynxbereich zu platzieren [47]. Im Anschluss soll dann das Videolaryngoskop in den Mund eingeführt und die üblichen Leitstrukturen sollen identifiziert werden.

Auch die endotracheale Positionierung des Tubus kann durch die indirekte Laryngoskopie erschwert sein [11, 13, 26]. Um eine gute Visualisierung der Glottisebene zu erreichen, ist im Gegensatz zur konventionellen Laryngoskopie eine gerade Sichtlinie von der Mundöffnung zu den Stimmbändern nicht notwendig [12]. Da somit das Ausrichten der oralen-, pharyngealen- und trachealen Achse entfällt, muss der Tubus quasi „um die Ecke geschoben“ werden. Daher ist bei Verwendung eines Instruments zur indirekten Laryngoskopie ohne integrierte Tubusleitschiene (C-MAC®-Videolaryngoskop, GlideScope®, McGrath®-Laryngoskop) immer der Einsatz eines Führungsstabes erforderlich [27, 68].

Inzwischen wurden die im Folgenden aufgeführten Möglichkeiten publiziert, mit denen der Tubus sicherer oder schneller tracheal platziert werden kann.

Durch die Vorbiegung des Tubus um 90° mithilfe eines Mandrins in „Hockeyschlägerform“ konnte im Vergleich zu einer 60°-Vorbiegung nach subjektiver Einschätzung der Anwender besser endotracheal intubiert werden [27]. Die Fa. Verathon bietet derzeit einen starren Führungsstab „GlideRite“ mit einer Vorbiegung von ca. 60° an. Laut einer Untersuchung bietet dieser starre Mandrin allerdings keinen Vorteil gegenüber einem entsprechend vorbereiteten konventionellen Führungsstab [68]. Ein Endotrachealtubus mit integriertem Biegemechanismus (Endoflex ETT, Merlyn Associates, Tustin, USA) wurde als eine mögliche Alternative zu vorgebogenen Führungsstäben vorgeschlagen [54]. Durch Zug an einem Bügel am proximalen Ende des Tubus kann die Tubusspitze stufenlos angehoben werden. Laut Hersteller kann der Einsatz eines Mandrins bei diesem Tubus entfallen.

Die Kombination von Videolaryngoskop und flexibler Fiberoptik ist sehr gut geeignet, um eine sichere endotracheale Intubation durchzuführen [17, 45]. Es erscheint allerdings wenig praktikabel, für jede Notfallsituation zwei unterschiedliche Geräte aufzubauen. Zudem sind zwei erfahrene Benutzer erforderlich. Eine andere Alternative ist die primäre videolaryngoskopische Platzierung einer Führungshilfe, z. B. eines „gum elastic bougie“ oder eines „Frova intubation stylet“ und das anschließende Vorschieben des Tubus über das Hilfsmittel [46, 72].

Trotz der vorgestellten Möglichkeiten muss jedoch betont werden, dass derzeit eine einfache und praktikable Methode zur Platzierung des Endotrachealtubus unter Videolaryngoskopie nicht verfügbar ist.

Auch nach der Passage der Stimmbänder sind weitere Probleme möglich: So kann ein weiteres Vorschieben des Tubus durch dessen teilweise extreme Vorbiegung durch den einliegenden Führungsstab behindert sein. Dies ist oftmals dadurch bedingt, dass der Tubus in Richtung des ventralen Anteils des Larynx weist. Hier kann das Vorschieben des Tubus unter gleichzeitigem Zurückziehen des Führungsstabes hilfreich sein [11, 62]. Das Rotieren des Tubus um 180° kann ebenfalls zum Intubationserfolg führen. Zu-

Abb. 15 ► Das zu tiefe Platzieren der Spatelspitze in der Glottisebene sollte vermieden werden. **a** Es besteht eine sehr gute Sicht auf die Glottis, die Spatelspitze stößt jedoch direkt an die Stimmbänder an. Eine endotracheale Intubation ist unter diesen Bedingungen unmöglich. **b** Korrigierte Spatelposition. Durch ein Zurückziehen des Spatels können nun die Epiglottis und die Stimmbänder identifiziert werden. Eine endotracheale Intubation ist aufgrund des gewonnenen Raumes erleichtert



dem kann es hilfreich sein, die Spatelspitze des Videolaryngoskops ein wenig nach hinten, also oralwärts, zu positionieren (► **Abb. 15**). Hierdurch wird mehr Platz im Bereich der Stimmbandebene geschaffen, und der Tubus kann einfacher tracheal platziert werden.

Airtraq®-Laryngoskop, Airwayscope® und Intubationsendoskop nach Bonfils® verfügen über eine integrierte Führungsschiene, sodass das Platzieren des Tubus vor die Stimmbandebene erleichtert wird. Durch die Führungsschiene ist es aber nicht möglich, den Tubus bzw. die Tubusspitze allein zu kontrollieren. Zur Änderung der Richtung muss das Instrument entsprechend gekippt oder gedreht werden. Beim Vorschieben des Endotrachealtubus aus der Führungsschiene kann die Tubusspitze beim Airtraq®-Laryngoskop und Airwayscope® allerdings durch die materialbedingte Biegung in verschiedene Richtungen abweichen. Dies macht eine Nachpositionierung des Gerätes während der endotrachealen Intubation notwendig. Während der Ausrichtung des Instruments ist es hilfreich, die Glottis im Sichtbereich zu zentrieren. Trotzdem ist eine korrekte Positionierung nicht immer möglich [15, 42]. Die Anwendung eines Gum elastic bougie oder Frova intubation stylet kann ebenfalls bei der endotrachealen Platzierung hilfreich sein: Die Einführung kann unter Sicht in die Glottis dirigiert werden, und der Tubus wird im Anschluss tracheal platziert [42, 64].

Beim Intubationsendoskop nach Bonfils® wird das Instrument so weit vorge-

schoben, dass die Stimmbänder im Okular bzw. auf einem optional angeschlossenen Monitor gut einsehbar sind. Dabei wird das Instrument nicht in die Trachea vorgeschoben, sodass der Gefahr einer Trachea- bzw. Stimmbandverletzung durch das starre Instrument vorgebeugt wird. Der Tubus wird im Anschluss langsam achsengerecht unter kontinuierlicher Sicht über das Gerät in die Trachea eingeführt.

Sichtverhältnisse und Intubationserfolg

Unter Einsatz des Airtraq®-Laryngoskops konnten alle 20 untersuchten Patienten mit erwartet schwierigen Atemwegen erfolgreich und bei guter Sicht intubiert werden (CL-Grad 1; [37]). In einer anderen Untersuchung an 30 Patienten mit einem unter konventionell gesichertem CL-Grad >1 konnte die Sicht in 10 von 13 Fällen durch Anwendung des Airtraq® verbessert werden [32]. Hierbei konnten 93% der Patienten erfolgreich endotracheal intubiert werden.

Der Einsatz des Airwayscope® verbesserte im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie unter erschwerten Bedingungen die Sicht auf die Stimmbänder [18, 40]. In einer Untersuchung an 270 Patienten mit schwieriger konventioneller Intubation war in 269 Fällen eine verbesserte Sicht mit dem Airwayscope® erreichbar (CL-Grad 1 und 2; [3]). Es konnten 268 Patienten erfolgreich intubiert werden; dies gelang in 254 Fällen bereits beim ersten Versuch.

Mit dem Intubationsendoskop nach Bonfils® konnten bei unerwartet schwierigem Atemweg mit erfolgloser direkter Laryngoskopie 96% der Patienten intubiert werden [5]. In einer präklinischen Fallserie war die Atemwegssicherung bei allen Patienten mit Bonfils® erfolgreich [5]. In einer eigenen präklinischen Untersuchung war eine endotracheale Intubation bei 97% der Notfallpatienten möglich [55].

Bisher liegen keine vergleichbaren Untersuchungen zum C-MAC®-Videolaryngoskop vor. Mit einem ähnlichen Modell (DCI-Videolaryngoskop, V-MAC®-Laryngoskop), das ebenfalls die Macintosh-Spatelform verwendet, wurde jedoch eine Sichtverbesserung bei 44% der untersuchten Patienten dokumentiert (n=300; [25]). In einigen Fällen wurde eine im Vergleich zur direkten Laryngoskopie verschlechterte Sicht beschrieben. Eine endotracheale Intubation mit dem Videolaryngoskop war bei 4 Patienten (1,3%) nicht möglich. Bei Patienten mit einem CL-Grad 3 und 4 konnte in 84% der Fälle auf dem Monitor des Videolaryngoskops eine verbesserte Sicht dokumentiert werden [29]. Die Inzidenz der schwierigen Intubation ließ sich bei dieser Untersuchung von 14 auf 3% senken. Auch bei erwartet schwieriger Intubation konnten die Sichtverhältnisse unter Nutzung des Storz-Videolaryngoskops verbessert werden [28]. Eine CL-Grad-4-Situation wurde in dieser Untersuchung allerdings nicht beobachtet. Die Inzidenz von CL-Grad 3 war im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie geringer. Es konnten 99% der Pa-

tienten erfolgreich videolaryngoskopisch intubiert werden.

Durch Verwendung des GlideScope® zur Laryngoskopie konnte in einer multizentrischen Studie bei 98% der Patienten eine Sicht von CL-Grad 1 und Grad 2 erzielt werden [11]. Bei Patienten mit eingeschränkter Sicht (CL-Grad 3 und 4) während der direkten Laryngoskopie wurde mit dem GlideScope® bei 77% eine bessere Sicht auf die Glottis erreicht. Allerdings konnten nicht alle Patienten erfolgreich endotracheal intubiert werden, obwohl eine gute Visualisierung der Glottis möglich war. In einer weiteren Untersuchung bestand in 92% der Fälle ein CL-Grad 1 und 2 während der direkten Laryngoskopie. Mit dem GlideScope® konnten 93% der Patienten beim ersten Versuch erfolgreich intubiert werden [49]. Nach konventioneller, direkter Laryngoskopie mit CL-Grad >1 konnte durch Anwendung des GlideScope® die Sicht in 9 von 11 Patienten verbessert werden [32]. Bei allen Patienten dieser Untersuchung verlief die endotracheale Intubation nach maximal 2 Versuchen mit dem GlideScope® erfolgreich.

Die orotracheale Intubation mit dem McGrath® ist bei normalem Atemweg in 98% der Fälle im ersten Versuch erfolgreich. Bei 95% der Patienten wurde die Sicht auf den Larynxeingang mit einem CL-Grad 1 erreicht [62]. Bei 3 Patienten mit unerwartet schwierigem Atemweg (konventionelle, direkte Laryngoskopie: CL-Grad 3 und 4) erfolgte in allen Fällen die erfolgreiche Intubation bei guter Sicht (CL-Grad 1; [63]). In einer kleinen Untersuchung an 30 Patienten konnte in 93% der Fälle bei vorbestehender schwieriger konventioneller Intubation (direkte Laryngoskopie) eine verbesserte Sicht erreicht werden [50]. Bei 6% dieser Patientengruppe war die endotracheale Intubation mit dem McGrath®-Gerät jedoch nicht möglich.

Wie oben bereits beschrieben (s. Abschn. „Technik der Intubation“) muss für die meisten Geräte beachtet werden, dass eine verbesserte Visualisierung der Glottis unter indirekter Laryngoskopie nicht automatisch mit der erfolgreichen Intubation gleichzusetzen ist [43]. Eine Ausnahme bildet hier das Intubationsendoskop nach Bonfils®. Da die Optik direkt

vor der Glottis positioniert und der Tubus über die starre Optik geführt wird, ist die endotracheale Platzierung bei Visualisierung der Stimmbänder nahezu sicher gewährleistet.

Vergleichende Untersuchungen

Bisher wurden die einzelnen Systeme zur indirekten Laryngoskopie in keinen größeren kontrollierten Studien miteinander verglichen. Vorliegende Untersuchungen sind in ihrer Aussage z. T. widersprüchlich. Daher kann zum jetzigen Zeitpunkt keine Bewertung stattfinden, ob ein bestimmtes Instrument anderen Geräten zur indirekten Laryngoskopie überlegen ist.

Beim simulierten schwierigen Atemweg konnten eine verbesserte Sicht und ein größerer Intubationserfolg für Airtraq®, GlideScope® und McGrath® im Vergleich zur konventionellen Intubation mit dem Macintosh-Spatel beschrieben werden [60]. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Geräten bestand nicht. Bei Patienten mit erwartetem schwierigem Atemweg erfolgte nach Erhebung des CL-Grades durch die direkte Laryngoskopie die endotracheale Intubation entweder mit dem GlideScope®, dem im Spatelaufbau zum C-MAC® identischen Storz-Videolaryngoskop V-MAC® oder dem McGrath® [35]. Im Vergleich zur direkten Laryngoskopie war die Sicht mit allen Geräten verbessert. Allerdings war die Anzahl der Versuche bis zur erfolgreichen endotrachealen Intubation unterschiedlich: Im Mittel waren 2,6 Versuche für das GlideScope®, 1,4 Versuche für das Storz-Videolaryngoskop und 2,9 Versuche für das McGrath®-Videolaryngoskop notwendig. Die Hauptlimitation dieser Untersuchung besteht jedoch darin, dass initial kein Führungsstab eingesetzt wurde. Durch die im Vergleich zum Macintosh-Spatel etwas stärkere Biegung der GlideScope®- und McGrath®-Spatelspitze ist es ohne Führungsstab schwierig, den Tubus „um die Ecke“ zu führen.

Im Vergleich zum GlideScope® konnte mit dem Airwayscope® am simulierten schwierigen Atemweg schneller eine endotracheale Intubation durchgeführt werden (17 vs. 10 s; [65]). Die Erfolgsrate betrug mit beiden Instrumenten 100%. In einer Untersuchung konnte mit dem Glide-

Scope® im Vergleich zum Airtraq® schonender intubiert werden (enorale Blutung GlideScope® 17%, Airtraq® 53%; [32]). Die Erfolgsrate war statistisch vergleichbar (100 vs. 93%). Bei Patienten mit erwartetem schwierigen Atemweg konnte sowohl mit dem Airwayscope® als auch mit dem GlideScope® ein vergleichbarer Intubationserfolg erreicht werden (100 vs. 93%; [41]). Nach maximal zwei Intubationsversuchen gelang die endotracheale Intubation mit beiden Geräten.

Im Vergleich von Intubationsendoskop nach Bonfils® und GlideScope® zur direkten Laryngoskopie per Macintosh-Spatel am Atemwegssimulator konnte gezeigt werden, dass die endotracheale Intubation am schnellsten mit dem Macintosh-Spatel erfolgte [56]. Es bestand kein Unterschied zwischen Bonfils® und GlideScope®. Die Erfolgsrate war mit beiden Geräten hoch.

Komplikationen

Bei der endotrachealen Intubation mit Macintosh-Spatel sind Zahnschäden am Patienten mit einer Häufigkeit von 0,04–12% beschrieben [19]. Durch die oft notwendige Anteflexion des Unterkiefers kann es beim Einsatz eines herkömmlichen Laryngoskops mit Macintosh-Spatel auch zu einer Schädigung des Kiefergelenks kommen [33].

Im Rahmen der indirekten Laryngoskopie und der damit verbundenen geringeren Krafteinwirkung ist es denkbar, dass Verletzungen im Zahn-, Mund- und Kieferbereich seltener auftreten. Es existieren jedoch keine ausreichenden Untersuchungen, um dies abschließend bewerten zu können. In einer Studie am Atemwegstrainer ergaben sich Hinweise darauf, dass GlideScope®, McGrath®-Videolaryngoskop und Airtraq® im Vergleich zum Macintosh-Spatel eine geringere Belastung auf die Schneidezähne ausüben [60].

Es wurden aber auch einige Fallberichte publiziert, die über Verletzungen bei indirekter Laryngoskopie berichten. Über leichte Verletzungen der oberen Atemwege bei 53% der Patienten mit vorbestehenden tumorösen Veränderungen wurde nach Anwendung des Airtraq® berichtet [32]. Verletzungen des weichen

Gaumens bzw. des Gaumensegels wurden bei Gebrauch des GlideScope® mit dem starren Führungsstab beschrieben [10, 39]. Nach der Positionierung des Spatels und Einstellung von optimalen Sichtverhältnissen auf die Glottis wird der Tubus typischerweise mit dem Führungsstab in den Mundraum eingeführt. Durch dieses blinde Vorschieben besteht eine Verletzungsgefahr des Gaumensegels, des weichen Gaumens und der Rachenhinterwand. Auch unter dem Einsatz des McGrath®-Laryngoskops sind Verletzungen beschrieben: Bei 30 Patienten mit schwierigem Atemweg wurden in 4 Fällen geringfügige Läsionen der Mund- und Rachenschleimhaut dokumentiert [50]: in einem Fall durch das Einbringen des Spatels, in den drei anderen Fällen durch Einführen des Tubus in den Rachenraum mit gebogenem Führungsstab. Nach Anwendung des Airwayscope® bei einer Patientin mit schwierigem Atemweg (direkte Laryngoskopie: CL-Grad 3) wurde von einer Blutung in den oberen Atemwegen berichtet. Zusätzliches bestand ein Ödem von Aryknorpeln und Stimmbändern [51]. Bei Anwendung des Intubationsendoskops nach Bonfils® sind Verletzungen der Weichteile des Oropharynx und der Glottisebene denkbar; Verletzungen von Zähnen und Kiefer wurden bei einem Patienten in einer kleineren Studie mit 60 Patienten beschrieben [21]. Eine Trachealverletzung kann vermieden werden, wenn ein endotracheales Einbringen des Intubationsfiberskops strikt unterbleibt.

Spezielle Situation bei immobilisierter Halswirbelsäule

Die Immobilisation der HWS mithilfe der Zervikalstütze erschwert die konventionelle, direkte Laryngoskopie. So wird die Mundöffnung von durchschnittlich 41 auf 26 mm reduziert [20]. Durch die eingeschränkte Bewegung der HWS und die eingeschränkte Mundöffnung liegt bei direkter Laryngoskopie unter diesen Bedingungen in bis zu 64% der Fälle eine limitierte Sicht mit CL-Grad 3 oder 4 vor [22].

Im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie kann bei Verwendung des

Airtraq®-Laryngoskops eine bis zu 44% geringere Bewegung der HWS erreicht werden [23]. In einer anderen Studie konnte eine 66% geringere Bewegung gezeigt werden [69]. Die Bewegung im atlantookzipitalen Bereich war im Vergleich zur direkten Laryngoskopie allerdings ähnlich. Zudem konnten bei Patienten mit immobilisierter HWS mit dem Airtraq® unter kontrollierten Bedingungen im Vergleich zum Macintosh-Spatel eine schnellere Sicherung der Atemwege (13 s vs. 20 s) und eine bessere Sicht erzielt werden [36].

Unter Einsatz des Airwayscope® gelang eine Sicherung der Atemwege bei immobilisierter HWS im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie häufiger (100 vs. 89%) und mit verbesserter Sicht auf die Glottis [18].

Mit dem C-MAC®-Videolaryngoskop konnte bei versteifter HWS mithilfe eines Stützkragens am Atemwegssimulator eine um 33% verbesserte Sicht der Glottis im Vergleich zur direkten Laryngoskopie erreicht werden [4].

Durch die Verwendung von GlideScope® oder McGrath®-Videolaryngoskop bei immobilisierter HWS konnte die Sicht auf die Glottis verbessert werden [2, 30, 40, 58, 60]. Allerdings ist im Vergleich zum flexiblen Fiberskop bei der nichtstabilisierten HWS mit Bewegung im zervikalen Bereich zu rechnen [70]. Erste Berichte zeigen, dass das McGrath®-Laryngoskop für die präklinische endotracheale Intubation bei anliegender Zervikalstütze einsetzbar ist [48].

Im Vergleich zur direkten Laryngoskopie konnten bei Benutzung des Intubationsendoskops nach Bonfils® deutlich geringere Bewegungen in der HWS gemessen werden [59]. Bei anliegender Zervikalstütze war bei ähnlicher Schneidekantendistanz (26 vs. 27 mm) die orotracheale Intubation per Macintosh-Spatel bei 40% der Patienten erfolgreich. Im Gegensatz dazu konnten mit dem Intubationsendoskop nach Bonfils® 82% der Patienten erfolgreich intubiert werden [8]. Im präklinischen Einsatz konnten alle Patienten mit anliegender Zervikalstütze mit dem Bonfils®-Gerät erfolgreich endotracheal intubiert werden [7].

Technische Limitation

Alle beschriebenen indirekten Laryngoskope sind auf die Darstellung der anatomischen Leitstrukturen angewiesen. Eine Limitation stellt daher jede Funktions- bzw. Zustandsänderung der Optik durch Beschlagen bzw. Kondensation dar. Häufig werden Instrumente zur Atemwegssicherung an Orten aufbewahrt, deren Umgebungstemperatur deutlich niedriger ist als die orale Temperatur. Folge kann das Beschlagen des Instruments direkt nach dem Einbringen in die Mundhöhle sein. Bei den Airtraq®, GlideScope®- und C-MAC®-Laryngoskopen wird das optische System über die integrierte LED-Lichtquelle angewärmt, um dieses Problem zu lösen. Je nach System kann eine ausreichende Erwärmung bis zu 2 min dauern, sodass das Gerät vor seiner Benutzung frühzeitig in Betrieb genommen werden muss. McGrath®-Laryngoskop und Airwayscope® verfügen ebenfalls über eine Lichtquelle an der Spatelspitze, jedoch kommt es hier häufiger zu einem Beschlagen. Durch ein geeignetes Antbeschlagmittel kann dieses Problem jedoch bei allen Geräten weitgehend reduziert werden. Auch die Aufbewahrung von Spateln in einem Wärmeschrank kann das Kondensationsrisiko deutlich verringern. Beim Intubationsendoskop nach Bonfils® wird eine externe Lichtquelle verwendet. Hierdurch entfällt die Wärme der Lichtquelle als Schutz vor Kondensation. Auch der Sauerstofffluss über den Insufflationskanal kann das Beschlagen vermindern.

Generell können Sekret und Blut in den oberen Atemwegen die Sicht bei optischen Intubationshilfen deutlich behindern. Daher sollte der Pharynxraum gerade in Notfallsituationen vor dem Einsatz des Instruments immer abgesaugt werden [1].

Wiederaufbereitung

Bei dem Airtraq®-Laryngoskop entfällt die Aufbereitung generell, da es sich um ein Einmalprodukt handelt. Nach Benutzung wird das System komplett entsorgt. Bei den Laryngoskopen Airwayscope®, GlideScope® Cobalt, GlideScope® Ranger Single Use und McGrath® kommen aufsteckbare Einmalspatel zum Einsatz,

die nach Gebrauch entsorgt werden. Somit sind diese Geräte prinzipiell nach einer Anwendung sofort wieder einsetzbar; dies ist besonders im Bereich der Notfallversorgung von Vorteil. Trotzdem wird eine Wischdesinfektion von Griffen, Kabeln, Monitor etc. nach Gebrauch empfohlen. Die Hersteller halten Listen mit geeigneten Chemikalien zur Desinfektion bereit. Beim Intubationsendoskop nach Bonfils®, C-MAC®-Laryngoskop und GlideScope® kommen mehrfach verwendbare Spatel bzw. Optiken zum Einsatz, sodass Reinigung und Desinfektion durchgeführt werden müssen. Bei besonderer Indikation oder Risikopatienten kann ggf. zusätzlich eine Sterilisation mit Niedertemperaturverfahren notwendig werden. Die Aufbereitung ist, entsprechend den Angaben des Herstellers, mit validierten Verfahren und vorzugsweise maschinell vorzunehmen.

Fazit für die Praxis

Die indirekte Laryngoskopie gewinnt zunehmend an Bedeutung in der klinischen Routine, da alle in diesem Beitrag vorgestellten Geräte die Sicht auf die Glottisebene – teilweise deutlich – verbessern. Je nach Instrument ist allerdings die gute Sicht auf die Stimmbänder nicht immer mit einer erfolgreichen Platzierung des Endotrachealtubus verbunden. Durch die indirekte Laryngoskopie erfolgt quasi ein Blick um die „Ecke“. Der Tubus muss, je nach Gerät, zuerst über einen steilen, fast rechten Winkel geführt werden, um in die Trachea zu gelangen. Es ist zu erwarten, dass diese Techniken in Zukunft ebenfalls ihre Verbreitung in der präklinischen Notfallmedizin finden werden. Möglicherweise bietet der primäre Einsatz der indirekten Laryngoskopie die Chance, präklinische Komplikationen wie Fehlintubationen und Hypoxie zu verringern. Bisher sind umfangreiche Untersuchungen im präklinischen Umfeld allerdings nicht verfügbar. Voraussetzung zur erfolgreichen Anwendung in Notfallsituationen ist nach anfänglichem Training der häufige und regelmäßige Umgang mit den Geräten in der kontrollierten klinischen Routine. Trotz des vielversprechenden Ansatzes der indirekten Laryngoskopie sind die

neuen Geräte derzeit als eine Alternative zur konventionellen Laryngoskopie zu sehen. Fachliche Erfahrung und pharmakologisches Wissen sind weiterhin zwingende Voraussetzungen für die erfolgreiche endotracheale Intubation im Notfall.

Korrespondenzadresse

Dr. R.R. Noppens



Klinik für Anästhesiologie,
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz, Langenbeckstraße 1,
55131 Mainz
noppens@uni-mainz.de

Interessenskonflikt. Ambu GmbH, B+P Beatmungsprodukte GmbH, Karl-Storz GmbH, Aircraft Medical Ltd., The Surgical Company GmbH und Verathon Medical stellen bzw. stellen der Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, diverse Systeme, u. a. Airwayscope®, Airtraq® Laryngoskop, Intubationsendoskop nach Bonfils, C-MAC®-Videolaryngoskop, GlideScope® und McGrath®-Videolaryngoskop, für die Ausbildung und klinische Anwendung unentgeltlich zur Verfügung. Die Firmen Ambu GmbH, Aircraft Medical Ltd., Karl-Storz GmbH, The Surgical Company GmbH und Verathon Medical stellen bzw. stellen Geräte für verschiedene Studien zur Verfügung.

Literatur

1. Abramson SI, Holmes AA, Hagberg CA (2008) Awake insertion of the Bonfils retromolar intubation fiberscope in five patients with anticipated difficult airways. *Anesth Analg* 106:1215–1217, table of contents
2. Agrò F, Barzoi G, Montecchia F (2003) Tracheal intubation using a Macintosh laryngoscope or a GlideScope in 15 patients with cervical spine immobilization. *Br J Anaesth* 90:705–706
3. Asai T, Liu EH, Matsumoto S et al (2009) Use of the Pentax-AWS in 293 patients with difficult airways. *Anesthesiology* 110:898–904
4. Aziz M, Dillman D, Kirsch JR, Brambrink A (2009) Video laryngoscopy with the Macintosh video laryngoscope in simulated prehospital scenarios by paramedic students. *Prehosp Emerg Care* 13:251–255
5. Bein B, Yan M, Tonner PH et al (2004) Tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 59:1207–1209
6. Boylan JF, Kavanagh BP (2008) Emergency airway management: competence versus expertise? *Anesthesiology* 109:945–947
7. Byhahn C, Meininger D, Walcher F et al (2007) Prehospital emergency endotracheal intubation using the Bonfils intubation fiberscope. *Eur J Emerg Med* 14:43–46
8. Byhahn C, Nemetz S, Breitkreutz R et al (2008) Brief report: tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope or direct laryngoscopy for patients with a simulated difficult airway. *Can J Anaesth* 55:232–237

9. Cobas MA, De la Peña MA, Manning R et al (2009) Prehospital intubations and mortality: a level 1 trauma center perspective. *Anesth Analg* 109:489–493
10. Cooper RM (2007) Complications associated with the use of the GlideScope videolaryngoscope. *Can J Anaesth* 54:54–57
11. Cooper RM, Pacey JA, Bishop MJ, McCluskey SA (2005) Early clinical experience with a new videolaryngoscope (GlideScope) in 728 patients. *Can J Anaesth* 52:191–198
12. Cormack RS, Lehane J (1984) Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 39:1105–1111
13. Cuchillo JV, Rodríguez MA (2005) Considerations aimed at facilitating the use of the new GlideScope videolaryngoscope. *Can J Anaesth* 52:661–662
14. Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (2004) Leitlinie Airway Management. *Anaesthesiol Intensivmed* 45:302–306
15. Dhonneur G, Abdi W, Amathieu R et al (2009) Optimising tracheal intubation success rate using the Airtraq laryngoscope. *Anaesthesia* 64:315–319
16. Dhonneur G, Ndoko SK, Amathieu R et al (2007) A comparison of two techniques for inserting the Airtraq laryngoscope in morbidly obese patients. *Anaesthesia* 62:774–777
17. Doyle DJ (2004) GlideScope-assisted fiberoptic intubation: a new airway teaching method. *Anesthesiology* 101:1252
18. Enomoto Y, Asai T, Arai T et al (2008) Pentax-AWS, a new videolaryngoscope, is more effective than the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation in patients with restricted neck movements: a randomized comparative study. *Br J Anaesth* 100:544–548
19. Folwaczny M, Hickel R (1998) Oro-dentale Verletzungen während der Intubationsnarkose. *Anaesthesist* 47:707–731
20. Goutcher CM, Lochhead V (2005) Reduction in mouth opening with semi-rigid cervical collars. *Br J Anaesth* 95:344–348
21. Halligan M, Charters P (2003) A clinical evaluation of the Bonfils Intubation Fibrescope. *Anaesthesia* 58:1087–1091
22. Heath KJ (1994) The effect of laryngoscopy of different cervical spine immobilisation techniques. *Anaesthesia* 49:843–845
23. Hirabayashi Y, Fujita A, Seo N, Sugimoto H (2008) A comparison of cervical spine movement during laryngoscopy using the Airtraq or Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia* 63:635–640
24. Hirabayashi Y, Seo N (2007) Tracheal intubation by non-anaesthetist physicians using the Airway scope. *Emerg Med J* 24:572–573
25. Hofstetter C, Scheller B, Flondor M et al (2006) Videolaryngoskopie versus direkte Laryngoskopie zur elektiven endotrachealen Intubation. *Anaesthesist* 55:535–540
26. Huang WT, Huang CY, Chung YT (2007) Clinical comparisons between GlideScope video laryngoscope and Trachlight in simulated cervical spine instability. *J Clin Anesth* 19:110–114
27. Jones PM, Turkstra TP, Armstrong KP et al (2007) Effect of stylet angulation and endotracheal tube camber on time to intubation with the GlideScope. *Can J Anaesth* 54:21–27
28. Jungbauer A, Schumann M, Brunkhorst V et al (2009) Expected difficult tracheal intubation: a prospective comparison of direct laryngoscopy and video laryngoscopy in 200 patients. *Br J Anaesth* 102:546–550

29. Kaplan MB, Hagberg CA, Ward DS et al (2006) Comparison of direct and video-assisted views of the larynx during routine intubation. *J Clin Anesth* 18:357–362
30. Kim HJ, Chung SP, Park IC et al (2008) Comparison of the GlideScope video laryngoscope and Macintosh laryngoscope in simulated tracheal intubation scenarios. *Emerg Med J* 25:279–282
31. Konrad C, Schüpfer G, Wietlisbach M, Gerber H (1998) Learning manual skills in anesthesiology: is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg* 86:635–639
32. Lange M, Frommer M, Redel A et al (2009) Comparison of the GlideScope and Airtraq optical laryngoscopes in patients undergoing direct microlaryngoscopy. *Anaesthesia* 64:323–328
33. Lipp M, Daubländer M, Thierbach A, Reuss U (1996) Bewegungen der Kiefergelenke während der endotrachealen Intubation. *Anaesthesist* 45:907–922
34. Low D, Healy D, Rasburn N (2008) The use of the BERC DCI video laryngoscope for teaching novices direct laryngoscopy and tracheal intubation. *Anaesthesia* 63:195–201
35. Maassen R, Lee R, Hermans B et al (2009) A comparison of three videolaryngoscopes: the Macintosh laryngoscope blade reduces, but does not replace, routine stylet use for intubation in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 109:1560–1565
36. Maharaj CH, Buckley E, Harte BH, Laffey JG (2007) Endotracheal intubation in patients with cervical spine immobilization: a comparison of Macintosh and Airtraq laryngoscopes. *Anesthesiology* 107:53–59
37. Maharaj CH, Costello JF, Harte BH, Laffey JG (2008) Evaluation of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes in patients at increased risk for difficult tracheal intubation. *Anaesthesia* 63:182–188
38. Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD et al (2006) Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel: a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia* 61:671–677
39. Malik AM, Frogel JK (2007) Anterior tonsillar pillar perforation during GlideScope video laryngoscopy. *Anesth Analg* 104:1610–1611
40. Malik MA, Maharaj CH, Harte BH, Laffey JG (2008) Comparison of Macintosh, Truview EVO2, GlideScope and Airwayscope laryngoscope use in patients with cervical spine immobilization. *Br J Anaesth* 101:723–730
41. Malik MA, Subramaniam R, Maharaj CH et al (2009) Randomized controlled trial of the Pentax AWS(R), GlideScope(R) and Macintosh laryngoscopes in predicted difficult intubation. *Br J Anaesth* 103:761–768
42. Malin E, Montblanc JD, Ynineb Y et al (2009) Performance of the Airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* 53:858–863
43. Mihai R, Blair E, Kay H, Cook TM (2008) A quantitative review and meta-analysis of performance of non-standard laryngoscopes and rigid fibreoptic intubation aids. *Anaesthesia* 63:745–760
44. Miki T, Inagawa G, Kikuchi T et al (2007) Evaluation of the Airway scope, a new video laryngoscope, in tracheal intubation by naive operators: a manikin study. *Acta Anaesthesiol Scand* 51:1378–1381
45. Moore MS, Wong AB (2007) GlideScope intubation assisted by fibreoptic scope. *Anesthesiology* 106:885
46. Muallem M, Baraka A (2007) Tracheal intubation using the GlideScope with a combined curved pipe stylet and endotracheal tube introducer. *Can J Anaesth* 54:77–78
47. Neustein SM (2008) Advancing the endotracheal tube smoothly when using the GlideScope. *Can J Anaesth* 55:314–315
48. Noppens RR, Möbus S, Werner C, Piepho T (2009) Atemwegssicherung bei immobilisierter Halswirbelsäule – Präklinischer Einsatz des McGrath®-Videolaryngoskops. *Anaesthesist* 58:469–473
49. Nouruzi-Sedeh P, Schumann M, Groeben H (2009) Laryngoscopy via Macintosh blade versus GlideScope: success rate and time for endotracheal intubation in untrained medical personnel. *Anesthesiology* 110:32–37
50. O'Leary AM, Sandison MR, Myneni N et al (2008) Preliminary evaluation of a novel videolaryngoscope, the McGrath series 5, in the management of difficult and challenging endotracheal intubation. *J Clin Anesth* 20:320–321
51. Ogino Y, Uchiyama K, Hasumi M et al (2008) A pitfall of Airway scope – an experience of distinctive airway edema after palatal laceration caused by Airway scope. *Masui* 57:1245–1248
52. Osborn IP, Behringer EC, Kramer DC (2007) Difficult airway management following supratentorial craniotomy: a useful maneuver with a new device. *Anesth Analg* 105:552–553
53. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA et al (2005) Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 103:33–39
54. Phua D, Wang CF, Yoong CS (2008) Use of the Endoflex endotracheal tube as a stylet-free alternative in GlideScope intubations. *Can J Anaesth* 55:473–474
55. Piepho T, Noppens RR, Buggenhagen H et al (2010) Erfolgreicher Einsatz des Intubationsendoskops nach Bonfils in der präklinischen Notfallmedizin. *Notfall Rettungsmed*, doi 10.1007/s10049-009-1259-1
56. Powell L, Andrzejowski J, Taylor R, Turnbull D (2009) Comparison of the performance of four laryngoscopes in a high-fidelity simulator using normal and difficult airway. *Br J Anaesth* 103:755–760
57. Rai MR, Dering A, Verghese C (2005) The GlideScope system: a clinical assessment of performance. *Anaesthesia* 60:60–64
58. Robitaille A, Williams SR, Tremblay MH et al (2008) Cervical spine motion during tracheal intubation with manual in-line stabilization: direct laryngoscopy versus GlideScope videolaryngoscopy. *Anesth Analg* 106:935–941
59. Rudolph C, Schneider JP, Wallenborn J, Schaffranietz L (2005) Movement of the upper cervical spine during laryngoscopy: a comparison of the Bonfils intubation fibrescope and the Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia* 60:668–672
60. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C et al (2008) Comparison of the GlideScope, the McGrath, the Airtraq and the Macintosh laryngoscopes in simulated difficult airways*. *Anaesthesia* 63:1358–1364
61. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C et al (2009) Learning curves of the GlideScope, the McGrath and the Airtraq laryngoscopes: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol* 26:554–558
62. Shippey B, Ray D, McKeown D (2007) Case series: the McGrath videolaryngoscope – an initial clinical evaluation. *Can J Anaesth* 54:307–313
63. Shippey B, Ray D, McKeown D (2008) Use of the McGrath videolaryngoscope in the management of difficult and failed tracheal intubation. *Br J Anaesth* 100:116–119
64. Takenaka I, Aoyama K, Iwagaki T et al (2009) Approach combining the airway scope and the bougie for minimizing movement of the cervical spine during endotracheal intubation. *Anesthesiology* 110:1335–1340
65. Tan BH, Liu EH, Lim RT et al (2009) Ease of intubation with the GlideScope or Airway Scope by novice operators in simulated easy and difficult airways – a manikin study. *Anaesthesia* 64:187–190
66. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B et al (2004) Präklinische Sicherung der Atemwege – Erfolgsraten und Komplikationen. *Anaesthesist* 53:543–550
67. Timmermann A, Eich C, Russo SG et al (2006) Pre-hospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 70:179–185
68. Turkstra TP, Harbe CC, Armstrong KP et al (2007) The GlideScope-specific rigid stylet and standard malleable stylet are equally effective for GlideScope use. *Can J Anaesth* 54:891–896
69. Turkstra TP, Pelz DM, Jones PM (2009) Cervical spine motion: a fluoroscopic comparison of the Airtraq laryngoscope versus the Macintosh laryngoscope. *Anesthesiology* 111:97–101
70. Wong DM, Prabhu A, Chakraborty S et al (2009) Cervical spine motion during flexible bronchoscopy compared with the Lo-Pro GlideScope. *Br J Anaesth* 102:424–430
71. Woollard M, Lighton D, Mannion W et al (2008) Airtraq vs standard laryngoscopy by student paramedics and experienced prehospital laryngoscopists managing a model of difficult intubation. *Anaesthesia* 63:26–31
72. Xue FS, Yang QY, He N, Xu YC (2008) The modified ventilating tube changer to facilitate tracheal intubation using the GlideScope in patients with a limited mouth opening. *Br J Anaesth* 101:126–127