

Atemwegsmanagement

Videoassistierte Verfahren



Erol Cavus • Berthold Bein • Volker Döriges

Die endotracheale Intubation ist innerklinisch der „Goldstandard“ zur Sicherung der Atemwege. Auch bei nicht möglicher direkter Sicht auf die Glottis gelingt sie in den allermeisten Fällen durch vermehrten Kraftaufwand, extralaryngeale Manipulationen oder den Einsatz eines Führungsstabs oder Katheters. Führen diese Maßnahmen jedoch nicht zum Erfolg, dann ist der Einsatz indirekt laryngoskopischer Verfahren indiziert, idealerweise kombiniert mit Videotechnik. Ist bereits eine schwierige Intubation a priori zu erwarten, sollte eine endoskopische Wachintubation mit einer flexiblen Fiberoptik geplant werden.

Voraussetzung für erfolgreiche Intubation Schwierigkeiten in der Atemwegssicherung mit resultierender Hypoxämie aufgrund erschwerter Intubationen oder Fehlintubationen sind die häufigste Ursache für anästhesiebedingte Morbidität und Mortalität [1,2]. Voraussetzung für eine erfolgreiche endotracheale Intubation sollte die Möglichkeit zur Laryngoskopie sein. Dabei unterscheidet man

- ▶ die direkte von
- ▶ der indirekten Laryngoskopie.

Direkte Laryngoskopie Um eine konventionelle, direkte Laryngoskopie zur Darstellung der Stimmbänder und damit zur endotrachealen Intubation unter Sicht durchführen zu können, muss die physiologische Abweichung der pharyngealen von der laryngealen Achse reduziert werden, z. B. durch geeignete Lagerungsmaßnahmen (verbesserte Jackson-Position). Insbesondere bei vorbestehenden anatomischen Varianten, Tumoren oder postoperativen Schwellungen, als auch bei eingeschränkter Beweglichkeit von Halswirbelsäule oder Mundöffnung gelingt diese Annäherung von pharyngealer und laryngealer Achse jedoch nur unzureichend.

- ▶ Hier kann die direkte Sicht auf die Glottis stark eingeschränkt bzw. sogar unmöglich sein.

In diesem Fall sind optische Verfahren notwendig, die eine indirekte Laryngoskopie, d. h. eine Sicht auf die Stimmbänder quasi durch einen „Blick um die Ecke“, ermöglichen.

Indirekte Laryngoskopie Bei der indirekten Laryngoskopie unterscheidet man

- ▶ starre (Endoskop, Laryngoskop) von
 - ▶ flexiblen (Fiberoptik, Kameratechnik) Geräten.
- Die indirekte Laryngoskopie bildet die Domäne für den Einsatz der Videotechnik, indem das erfasste Bild endoskopisch bzw. fiberoptisch oder mittels Kamera-Chip-Technik in den für den Anwender sichtbaren Bereich transferiert wird, z. B. auf einen Monitor.

Erwartet oder unerwartet Im klinischen Umfeld muss dabei unterschieden werden, ob es sich um erwartet oder unerwartet schwierige Intubationsbedingungen handelt.

- ▶ Ist anhand mehrerer Prädiktoren ein schwieriger Atemweg abzuleiten oder ist eine vorbestehend schwierige Intubation bekannt, stellt die flexibel fiberoptisch geführte Wachintubation trotz vieler technischer Neuerungen im Bereich der Atemwegshilfsmittel immer noch den anerkannten Goldstandard dar.
- ▶ Kann eine sichere Oxygenierung über Maskenbeatmung oder Einsatz einer supraglottischen Beatmungshilfe gewährleistet werden, können jedoch alternativ auch ein Intubationsendoskop oder ein Videolaryngoskop bei Berücksichtigung der gerätespezifischen Limitationen eingesetzt werden.

Wird der Algorithmus für den unerwartet schwierigen Atemweg beherrscht, können letztgenannte Hilfsmittel auch im Sinne einer Notfallalternative eingesetzt werden.

Videotechniken sind indiziert

- ▶ bei Atemwegspathologie (Trauma, Tumor, Vor-OP),
- ▶ bei Immobilisation der Halswirbelsäule,
- ▶ bei besonderer räumlicher Situation sowie
- ▶ für die Dokumentation und
- ▶ für die Ausbildung.

Einsatz der videoassistierten flexiblen, fiberoptischen Intubation

Goldstandard bei absehbar schwierigem Atemweg

Der Einsatz eines flexiblen, fiberoptischen Endoskops zur endotrachealen Intubation wurde bereits Ende der 60er-Jahre von Murphy beschrieben. Die Intubation mittels flexibler Fiberoptik gelingt in fast allen Fällen unter Sicht, sofern der Zugang zur Glottis über den Pharynx nicht durch Schwellung oder andere Raumforderungen unmöglich ist.

► Sie gilt immer noch als Methode der Wahl bei einem absehbar schwierigen Atemweg.

Nasotracheale Intubation Der Intubationsvorgang erfolgt vorzugsweise als nasotracheale Intubation bei erhaltener Spontanatmung des wachen Patienten sowie bei suffizienter Lokalanästhesie des Nasen-/Mund-Rachenraums und ggf. supplementärer Analgosedierung. Da die Schutzreflexe des Patienten ohne Notwendigkeit einer Maskenbeatmung erhalten bleiben, ist das Aspirationsrisiko deutlich niedriger.

Orotracheale Intubation Alternativ zum nasopharyngealen Zugang besteht auch die Möglichkeit eines oro-trachealen Vorgehens.

► Dieses ist gerade im Notfall schneller, erfordert jedoch ein größeres Maß an Erfahrung, da es aufgrund der ungünstigeren Winkelverhältnisse meist schwieriger durchzuführen ist.

Hilfreich können hierbei insbesondere beim komatösen oder anästhesierten Patienten geschlitzte oropharyngeale Tuben (Ovassapian- oder Berman-Airway) sein, die eine Führung für das Fiberskop bieten. Auch wurden Systeme etabliert, mit denen eine flexible Bronchoskopie und Intubation während der Maskenbeatmung möglich ist (Mainz-Universaladapter).

Zusätzlich kann das Erweitern des pharyngealen Raums mittels Esmarch-Handgriff oder Laryngoskopie durch einen weiteren Helfer sinnvoll sein, um eine bessere Orientierung und Visualisierung zu ermöglichen.

Rechtzeitige Indikation Ganz entscheidend für den Intubationserfolg ist, dass die Indikation für das jeweilige Verfahren zum richtigen Zeitpunkt gestellt wird: Es kann fatal enden, wenn der Einsatz der flexiblen Fiberoptik erst erwogen wird, wenn andere Intubationsversuche frustan waren und bereits zur Ödembildung oder Schleimhautblutungen geführt haben.

Da der Schwerpunkt dieser Zusammenfassung auf der Darstellung von Videosystemen zur indirekten Laryngoskopie liegt, muss für eine detaillierte Beschreibung der Durchführung einer Intubation mittels flexibler Fiberoptik auf weiterführende Literatur verwiesen werden [3, 4].

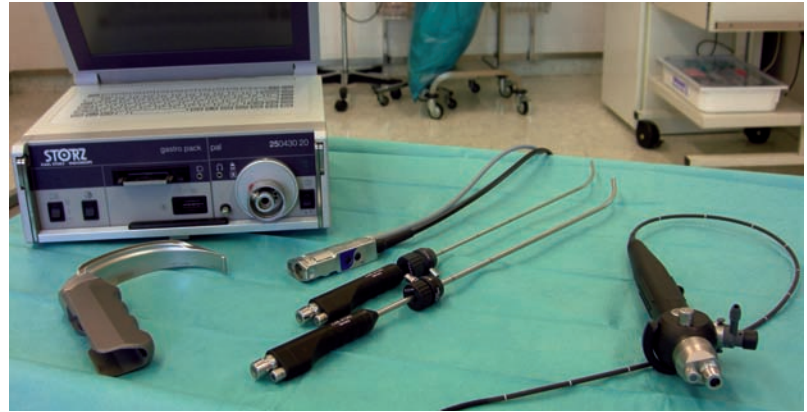


Abb. 1 (links) Klassische Okular-Fiberoptik mit Aufsteckkamera.



Abb. 2 (oben) DCI-Monitor (Karl Storz GmbH) und Lichtquelle mit zugehörigem DCI-Fiberskop, DCI-Intubationsendoskop nach Bonfils und DCI-Videolaryngoskop (D-Blade-Spatel).

Die endoskopisch geführte Wachintubation mit flexibler Fiberoptik stellt immer noch den Goldstandard beim erwartet schwierigen Atemweg dar.

Flexible Fiberoptik

► **Okular plus Aufsteckkamera** Flexible Fiberoptiken liegen in verschiedenen Größen vor und ermöglichen damit die Intubation vom Säugling bis hin zum Erwachsenen. Traditionell sind sie mit einem Okular ausgestattet, welches allein dem Durchführenden erlaubt, die pharyngealen und glottischen Strukturen zu identifizieren. Auf dem Okular kann jedoch auch eine Aufsteckkamera befestigt werden, welche das Okularbild auf einen externen Monitor transferiert (◉ Abb. 1). So können einerseits auch die Assistierenden sich über den Stand des Intubationsvorgangs informieren und andererseits im Bereich der Ausbildung Tutor und Auszubildender besser interagieren.

Bildübertragung via Kamerakopplung Alternativ gibt es Systeme, die ohne Okular auskommen und das Bild via Kamerakopplung direkt auf einem externen Monitor erzeugen. Mit dieser sogenannten DCI-Kupplung (Direct Coupled Interface, Karl Storz) des Videointubationssystems kann zusätzlich zur flexiblen Fiberoptik ebenfalls per Steckverbindung auch das starre Intubationsendoskop nach Bonfils oder ein Videolaryngoskop mit der Monitoreinheit genutzt werden (◉ Abb. 2).

Allerdings muss bei allen genannten DCI-Geräten bedacht werden, dass sie auf einer fiberoptischen



Abb. 3 Okular-Fiberskop, nutzbar mit batteriebetriebener LED-Lichtquelle.



Bildnachweis: Olympus Deutschland GmbH - Medical Systems, Hamburg

Abb. 4 Flexibles Intubations-Videooskop MAF-GM der Firma Olympus.

Technik basieren und damit wie beim Okular-Fiberskop

- ▶ eine manuelle Fokussierung,
- ▶ ein Weißabgleich und
- ▶ ein Beschlagschutz erfolgen müssen.

Okular vs. Kamerakopplung Wichtig ist, dass gerade bei den Videointubationssystemen eine ausreichende Lichtleistung vorhanden sein muss. Diese ist im Allgemeinen durch den Einsatz von Xenon- bzw. LED-Lichtquellen gewährleistet. Großer Vorteil des Okular-Fiberskops ist dessen mobile Einsatzmöglichkeit. Es kommt bei Einsatz einer batteriebetriebenen LED-Lichtquelle ohne Konnektion weiteren Equipments aus und bietet damit eine bestmögliche Flexibilität (▶ Abb. 3).

Integrierte Videokamera Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine Videokamera fest in eine konventionelle flexible Fiberoptik zu integrieren (MAF-GM, Olympus, ▶ Abb. 4). Dadurch werden die Vorteile einer Videotechnik mit denen maximaler Flexibilität ergänzt. Das MAF-GM fokussiert automatisch, eine Datenspeicherungsoption ist integriert und die Aufbereitung kann als vollständige Einheit wie bei konventionellen Fiberoptiken erfolgen. Leider stehen publizierte Erfahrungsberichte, insbesondere hinsichtlich der Handhabung, noch aus.

Das Okular-Fiberskop bietet bestmögliche Flexibilität. Bei batteriebetriebener Lichtquelle benötigt es keinerlei weiteres Equipment und kann daher mobil eingesetzt werden.

Flexible Videooptik



Einmalprodukt mit integriertem Kamerachip

Eine weitere interessante Möglichkeit ist der Einsatz einer flexiblen Videooptik mit distal integriertem Kamerachip. Bei dieser wird das Bild auf einem externen Monitor dargestellt.

Diese Kombination gibt es bisher in Form des aScope (Ambu GmbH), welches als Einmalprodukt konzipiert ist. Hierbei ist abzuwägen zwischen

- ▶ dem Reiz, mit wenigen Handgriffen eine flexible Videooptik nutzen zu können ohne den Aufwand einer Aufbereitung und
- ▶ den Abstrichen, die man bei diesem Produkt derzeit noch hinsichtlich Videoqualität und mechanischer Steuerung im Vergleich zur herkömmlichen Fiberoptik machen muss [5].

Abb. 5 Semi-flexibles Intubationsendoskop nach Levitan.



Bildnachweis: Clarus Medical, Minneapolis

Einsatz eines Intubationsendoskops

Starres Intubationsendoskop



Bonfils-Endoskop Das heute geläufigste Intubationsendoskop ist das retromolare Intubationsendoskop nach Bonfils (Karl Storz) [6], welches eine Weiterentwicklung des bereits 1979 von Katz und Berci beschriebenen Endoskops ist [7]. Es handelt sich um ein starres, am distalen Ende um 40° gekrümmtes Endoskop, welches über ein Okular (mit oder ohne Aufsteckkamera) oder das bereits oben beschriebene DCI-System betrieben werden kann. Als Lichtquelle kann eine stationäre Xenon-Kaltlichtquelle oder eine batteriebetriebene LED-Lichtquelle dienen.

Das Bonfils-Endoskop gibt es für Erwachsene mit 3,5 und 5 mm Außendurchmesser und für Säuglinge und Kleinkinder mit 2 mm Außendurchmesser (Intubationsendoskop nach Brambrink).

Besonders bei unerwarteten Intubationsschwierigkeiten kann das Bonfils-Endoskop eine wertvolle Alternative darstellen [8, 9].

(Semi-)Flexible Intubationsendoskope



Intubationsendoskop nach Levitan Eine Alternative zu einem starren Endoskop ist das semi-flexible Intubationsendoskop nach Levitan, eine kurze Version des Originalendoskops nach Shikani (Clarus Medical, ▶ Abb. 5), dessen Schaft biegsam ist und den anatomischen Gegebenheiten angepasst werden kann. Die minimal einsetzbare Tubusgröße ist 5,5 mm ID.

Prinzipiell sind die Eigenschaften denen des starren Bonfils-Endoskops vergleichbar (Möglichkeiten für Aufsteckkamera, LED-Lichtquelle, Sauerstoffinsufflation).

- ▶ Problematisch kann allerdings sein, dass eine zu große distale Krümmung geformt wird, die eine Tubusplatzierung in der Trachea erschwert bzw. sogar unmöglich macht [10].

Video-RIFL Eine weitere neue Variante ist das sogenannte Video-RIFL (AI Medical Devices). Ein am distalen Ende flexibler, steuerbarer Schaft mit integriertem Kamerachip sowie im Handgriff ebenfalls integriertem Monitor kombiniert dem ersten Anschein nach die Möglichkeiten von

- ▶ flexibler Optik,
- ▶ starrem Endoskop und
- ▶ Videolaryngoskopie.

Allerdings ist bisher erst eine kleine Fallserie mit schwierigem Atemweg publiziert worden [11]. Daher ist zum jetzigen Zeitpunkt noch unklar, ob das Gerät diesem Anspruch gerecht werden kann.

Durch den Einsatz eines semiflexiblen Intubationsendoskops kann eine zu große Krümmung geformt werden, die eine Platzierung des Tubus in der Trachea erschwert.

Besonderheiten eines Intubationsendoskops

Einsatz bei wachen und bewusstlosen Patienten Die Intubation mit starrem bzw. semiflexiblem Endoskop kann prinzipiell sowohl am bewusstlosen als auch am wachen, spontan atmenden Patienten eingesetzt werden (siehe auch Tab. 1).

- ▶ Für den Einsatz am wachen Patienten gelten analog die zur flexiblen fiberoptischen Intubation genannten Vorbereitungen (Lokalanästhesie von Oro- und Hypopharynx, ggf. Analgosedierung) mit der Ausnahme, dass ein nasotrachealer Zugang aufgrund des Verletzungsrisikos nicht möglich ist.
- ▶ Beim bewusstlosen Patienten kann es hilfreich sein, ggf. durch einen zweiten Helfer mittels Esmarch-Handgriff oder konventioneller Laryngoskopie den hypopharyngealen Raum zu erweitern und damit die Orientierung zu erleichtern.

Vorgehen Der Endoskopievorgang mit starrem Endoskop sieht als ersten Orientierungspunkt die Darstellung der Uvula vor. Sobald diese visualisiert wird, sollte das Endoskop von (rechts) seitlich, retromolar weiter eingeführt werden.

- ▶ Auf diesem Wege ergibt sich, im Gegensatz zum Einführen in oraler Mittellinie, eine größere Bewegungsfreiheit für das Endoskop.

Weitere Visualisierungsabschnitte zeigt Abb. 6. Nach Darstellung der Glottis wird das Endoskop oberhalb der Stimmbandebene fixiert und der Endotrachealtubus unter Sicht in die Trachea vorgeschoben.

Die generell einfache Handhabung mit relativ steiler Lernkurve erfordert dennoch regelmäßiges Training im Rahmen des elektiven Atemwegsmanagements, um auch im Notfall einen sicheren Einsatz zu gewährleisten.

- ▶ Für den geübten Anwender kann ein Intubationsendoskop aufgrund der großen Mobilität und unabhängigen Anwendbarkeit eine wertvolle Alternative im präklinischen Notfall-Atemwegsmanagement sein [12] (Tab. 2).

Die Intubationsendoskopie kann sowohl beim bewusstlosen als auch beim wachen, spontan atmenden Patienten eingesetzt werden.

Einsatz des Intubationsendoskops

Indikationen	Kontraindikationen
schwierige Laryngoskopie <ul style="list-style-type: none"> ▶ unerwartet ▶ erwartet (Abwägung Allgemein-anästhesie vs. Wachintubation) 	Sichtbehinderung durch große Sekretmengen (Blutung, Erbrochenes)
eingeschränkte HWS-Beweglichkeit (funktionell, Immobilisation)	Obstruktion von Pharynx/Larynx
eingeschränkte Mundöffnung	unmögliche Maskenbeatmung (erst nach gesicherter Oxygenierung)
Traumen, Fehlbildungen, Tumoren, Voroperationen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich	
Dokumentation Tubuslage	

Intubationsendoskope

Vorteile

- ▶ Robustheit
- ▶ hochwertige Bildqualität
- ▶ im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie verminderte HWS-Extension
- ▶ direkte Darstellung der Tubuspassage, (Dokumentationsmöglichkeit)
- ▶ mobiler Einsatz möglich
- ▶ geringere Anschaffungs- und Wartungskosten (im Vgl. zur flexiblen Fiberoptik)

Nachteile

- ▶ keine nasale Intubation möglich
- ▶ keine Absaugmöglichkeit
- ▶ Wachintubation schwieriger (im Vergleich zur flexiblen Fiberoptik)
- ▶ Training notwendig

Einsatz der Videolaryngoskopie

Aufschwung durch technische Verbesserungen

Laryngoskope, die auf einer starren fiberoptischen Technik basierten (WuScope, Bullard, UpsherScope), bildeten schon vor Jahrzehnten durch die Kombination von Laryngoskopie und optischer Bildleitung den Übergang zwischen den aus der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde stammenden starren Intubationsendoskopen (z. B. Notfallrohr) und den heute verfügbaren Videolaryngoskopen. Obwohl schon hier frühzeitig die Idee umgesetzt werden sollte, sinngemäß das Auge des Laryngoskopisten in die Nähe der Glottis zu transferieren, konnten sich die meist ungewöhnlich geformten sowie kompliziert zu handhabenden Laryngoskope nicht durchsetzen.

Durch die Miniaturisierung der Kamerachiptechnik, verbesserte Akku- und Lichtleistung sowie Verkleinerung der Bildschirme bei erschwinglichen Preisen erlebte die Videolaryngoskopie in den letzten Jahren jedoch einen Aufschwung.

Große Unterschiede Die ersten echten Videolaryngoskope nach heutigem Maßstab waren konventionelle Macintosh-Laryngoskope mit integrierter, fiberoptischer Bildleitung (X-Lite, Rüschi; MVM, Karl Storz). Prototyp der modernen obligat indirekten Geräte ist das GlideScope (Verathon Medical), für das es bisher die meisten Anwendungserfahrungen und Publikationen gibt.

Tab. 1 (oben) Modifiziert nach [27]. HWS = Halswirbelsäule.

Tab. 2 (unten) Vor- und Nachteile der Intubationsendoskope. Modifiziert nach [27].

Visuelle Verfahren zu Atemwegssicherung

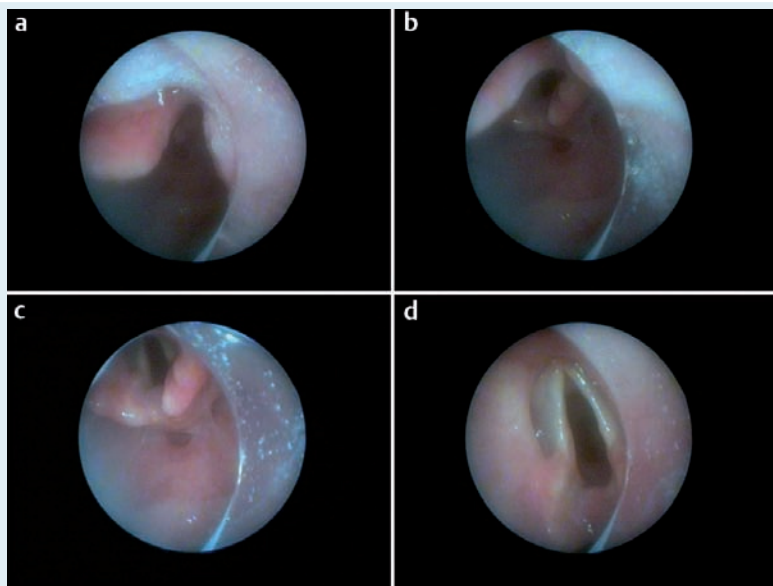


Abb. 6 Intubationsvorgang.

- a Sicht auf Epiglottis.
- b Sicht auf hintere Kommissur
- c Stimmritze
- d Der Tubus kann nun unter der direkten Sicht durch die Stimmritze vorgeschoben werden.

Aktuell erweitert sich der Markt jährlich um mehrere Videolaryngoskope, sodass eine Kategorisierung sinnvoll erscheint – insbesondere, da der Begriff Videolaryngoskopie heute Geräte umfasst, die sich in ihrer Form, Technik und Anwendung teilweise grundsätzlich voneinander unterscheiden (◉ Tab. 3, online).

Klassifizierung Videolaryngoskope (VL) lassen sich derzeit in folgende Kategorien einteilen:

- ▶ VL mit externem Monitor
 - ▶ VL mit integriertem Monitor
 - ▶ VL nach Macintosh-Bauart
 - ▶ VL mit stärker angewinkeltem Spatel (obligat indirekte Visualisierung)
 - ▶ VL mit/ohne Tubusführung
 - ▶ VL im weiteren Sinne (optische Systeme)
- Vor- und Nachteile der einzelnen Kategorien sollen nachfolgend kurz dargestellt werden.

Der Begriff Videolaryngoskopie vereint derzeit Systeme, die sich sowohl in der technischen Ausstattung als auch in ihrer Anwendungsphilosophie z. T. gravierend voneinander unterscheiden.

Abb. 7 DCI-System mit D-Blade-Videolaryngoskopspatel bei einem Patienten mit Kieferklemme nach Unterkieferfraktur (Bilder links); GlideScope GVL mit externem Monitor (Mitte) und Intubation mit C-MAC und externem Monitor (rechts).



Videolaryngoskope mit externem Monitor

Bessere Auflösung dank größerer Monitore
Zu den Systemen mit externem Monitor gehören, neben dem bereits weiter oben beschriebenen DCI-System, das ebenfalls mit einem Videolaryngoskop-Spatel verbunden werden kann, die neueren kompakten Systeme GlideScope und C-MAC (◉ Abb. 7).

Die Größe der Monitore und die dadurch höhere Auflösung verbessern die Orientierung für den Intubierenden sowie für die umstehenden Betrachter, die dadurch aktiv helfend in den Intubationsvorgang eingreifen können (z. B. extralaryngeale Manöver, Absaugbereitschaft).

Mobil einsetzbar Im Gegensatz zum DCI-System sind GlideScope und C-MAC auch für den mobilen Einsatz geeignet.

Das GlideScope gibt es in 2 Varianten:

- ▶ als tragbares Koffersystem mit klassischem, großformatigem Monitor und verschiedenen Spatelgrößen sowie
- ▶ als primär für den mobilen Einsatz vorgesehene GlideScope-Ranger-System mit entsprechend kleinem Monitor und veränderter Spatelform (◉ Tab. 3, online).

Das C-MAC lässt sich in seiner klassischen Form mit großformatigem Monitor inklusive der verschiedenen Spateltypen in einer Tasche platzieren, die speziell für den mobilen/präklinischen Einsatz konzipiert wurde (◉ Tab. 3, online).

Videolaryngoskope mit integriertem Monitor

Präklinischer Einsatz Größter Vorteil dieser Systeme ist deren uneingeschränkte Mobilität bei geringem Platzbedarf und Gewicht.

- ▶ Sie bieten sich deshalb vor allem für den präklinischen Einsatz an.

Allerdings sind diese Systeme alle batteriebetrieben. Um einen Systemausfall in der sensiblen Phase der Intubation zu vermeiden, ist daher eine ausreichende Batteriekapazität essenziell.

Nachteile Aufgrund der geringen Abmessungen und Auflösung des Monitors fällt dem Intubierenden die Orientierung schwerer als bei einem großen Monitor. Umstehende haben quasi keine Möglichkeit, den Intubationsvorgang zu verfolgen. Diese Problematik kann bei widrigen räumlichen Gegebenheiten und Lichtverhältnissen noch verstärkt sein.

C-MAC PM und AP Advance verfügen als einzige Videolaryngoskope dieser Kategorie über die Möglichkeit, mit derselben Monitoreinheit in kürzester Zeit verschiedene Spateltypen einzusetzen (Abb. 8 a und b).

Videolaryngoskope mit externem Monitor erlauben dank der größeren Auflösung eine bessere Orientierung für den Intubierenden. Geräte mit integriertem Monitor zeichnen sich vor allem durch ihre uneingeschränkte Mobilität bei geringem Platzverbrauch und Gewicht aus.

Videolaryngoskope nach Macintosh-Bauart

Macintosh-Spatel Diese Videolaryngoskope basieren auf der Spatelform, die 1943 von Macintosh vorgestellt wurde [13]. In das distale Drittel des Spatelblatts werden jeweils ein Videochip und eine Lichtquelle (LED) integriert.

Das C-MAC-Videolaryngoskop gibt die Urform des Macintosh-Spatels wieder, McGrath Mac und AP Advance (Tab. 3, online) orientieren sich an der Macintosh-Form.

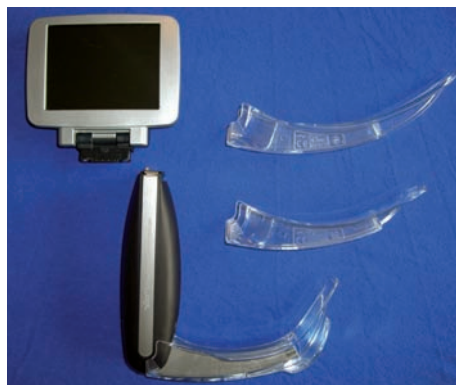
Im Notfall auch direkte Laryngoskopie möglich

Großer Vorteil eines Macintosh-Videolaryngoskops ist, dass der Anwender im Allgemeinen mit der Anwendung dieser Spatelform vertraut ist und unabhängig von der videolaryngoskopischen Sicht auf dem Monitor eine konventionelle, direkte Laryngoskopie durchführen kann. Dies kann in mehrerer Hinsicht von Interesse sein:

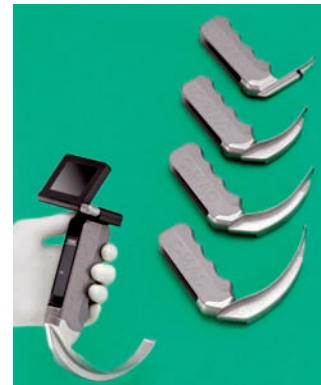
- ▶ In der Klinik eignet sich ein derartiges System idealerweise zu Ausbildungszwecken, indem der Supervisierende auf dem Monitor die Intubationsversuche des Auszubildenden genau verfolgen kann.
- ▶ In der Notfallsituation, vor allem in der präklinischen Notfallmedizin, hat sich gezeigt, dass die Option zur direkten Laryngoskopie ohne Zeitverzögerung sogar zwingend ist, wenn in seltenen Fällen der Videoblick schlechter ist als die direkte Glottisvisualisierung (Abb. 9).

Letzteres kann bedingt sein durch anatomische Gründe, Sekretionen (Blut, Erbrochenes), schlechte Umgebungsbedingungen (Helligkeit) oder technische Probleme (Akku, Batterie) [14].

Sonderfälle Da ein Macintosh-Spatel keinen extremen Winkel aufweist, gibt es einen kleinen



Bildnachweis: Erol Cavus



Bildnachweis: KARL STORZ GmbH & Co. KG, Tuttlingen

Anteil an Patienten, bei denen trotz videolaryngoskopischer Sicht keine vollständige Glottisvisualisierung möglich ist. Solange allerdings die hintere Kommissur einsehbar ist, gelingt dafür der eigentliche Intubationsvorgang, d.h. das Verschieben des Tubus durch die Stimmbänder, aufgrund der günstigeren Winkelverhältnisse eher einfacher und häufig ohne Führungsdraht [15]. Um dennoch die Sicht videolaryngoskopisch zu verbessern, kann es gerade beim Einsatz des längeren Macintosh-Spatels (Größe 4) hilfreich sein, mit der Spatelspitze die Epiglottis aufzuladen (wie es vom Einsatz des Miller-Spatels bekannt ist), anstatt sie in die Vallecula zu navigieren [16].

Mit dem Macintosh-Videolaryngoskop kann in Notfällen auch eine konventionelle, direkte Laryngoskopie durchgeführt werden.

Videolaryngoskope mit stärker angewinkeltem Spatel (obligat indirekte Visualisierung)

Optimale Glottisvisualisierung ohne Achsen-einstellung Grundgedanke dieser Geräte ist, dass die oropharyngo-laryngeale Achse aufgrund der starken Anwinkelung der Spezialspatel nicht eingestellt werden muss.

- ▶ Das bedeutet, dass bis auf sehr wenige Ausnahmen die Glottisstrukturen auch dann optimal visualisiert werden können, wenn keine weiteren Manipulationen am Patienten vorgenommen werden (z.B. Lagerungsmanöver wie Flexion oder Extension der Halswirbelsäule).

Abb. 8 a (rechts) Mobiles Videolaryngoskop C-MAC PM als Systemlösung mit verschiedenen Spateltypen (von links nach rechts): D-Blade, Macintosh 4-2, Miller 1.

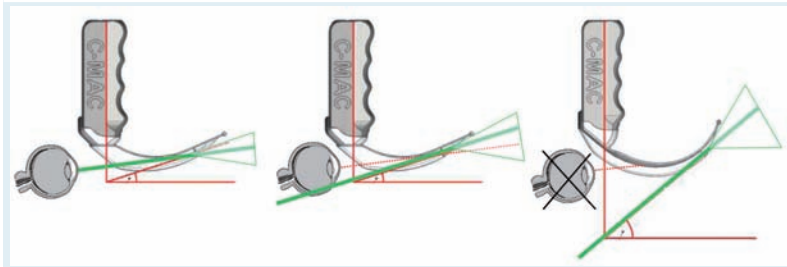
Abb. 8 b (links) AP Advance-Videolaryngoskop mit adaptierten Macintosh-Spateltypen (rechts oben) und DAB-Spatel (DAB = Difficult Airway Blade, unten).

Abb. 9 Vergleich von direkter Laryngoskopie und indirekter Videolaryngoskopie mit einem Macintosh-Videolaryngoskop bei beengten räumlichen Verhältnissen.



Bildnachweis: Erol Cavus

Einsatz der Videolaryngoskopie als Stufenkonzept



Bildnachweis: Erol Cavus

Abb. 10 Schematische Darstellung des Einsatzes der Videolaryngoskopie als Stufenkonzept am Beispiel des C-MAC Systems. links: Macintosh-Spatel (C-MAC Größe 3) mit direkter, konventioneller Laryngoskopie. Mitte: Macintosh-Spatel (C-MAC Größe 3) mit indirekter Laryngoskopie (Videolaryngoskopie). rechts: D-Blade-Spatel mit obligat indirekter Laryngoskopie (Videolaryngoskopie).

Das ist insbesondere bei Immobilisation der Halswirbelsäule oder räumlich schwer zugänglichen Patienten hilfreich.

Die starke Anwinkelung hat jedoch auch zur Folge, dass eine direkte Laryngoskopie nicht möglich ist. ► Die Intubation muss also obligat indirekt durch videolaryngoskopische Sicht erfolgen.

Führungsstab erforderlich Weiterhin muss quasi immer ein Führungsstab eingesetzt werden, um den Tubus entlang der Anwinkelung dirigieren zu können. Im Allgemeinen reicht dazu ein semi-flexibler Stab aus; für das GlideScope ist allerdings auch ein speziell geformter rigider Metallführungsstab erhältlich. Trotz optimaler Visualisierung ergibt sich bei diesem Gerät die eigentliche Schwierigkeit aufgrund der starken Anwinkelung beim Intubationsvorgang selber [17, 18]. Daher ist ein gewisses Maß an Übung außerhalb von Notfallsituationen notwendig [19]. Sowohl der Einsatz eines Führungsstabs als auch die erschwerte direkte Sicht auf den Tubus während des Einführens in die Mundhöhle und den Hypopharynx erfordern bei Einsatz eines stark angewinkelten Spateltyps ein besonderes Maß an Vorsicht, um in der Literatur beschriebene Verletzungen in der Mundhöhle zu vermeiden [20–22].

Trotz optimaler Glottisvisualisierung ergibt sich die eigentliche Schwierigkeit beim Intubationsvorgang selbst.

Stufenkonzept Im Sinne eines strukturierten Ausbildungs- und Trainingskonzepts erscheint es am sinnvollsten, in Form eines Stufenkonzepts alle Möglichkeiten der Videolaryngoskopie (VL) auszuschöpfen. Das heißt, es sollten sowohl

1. eine konventionelle, direkte Laryngoskopie,
 2. eine Macintosh-VL als auch
 3. eine obligat indirekte VL ermöglicht werden.
- Die Übergänge zwischen den einzelnen Stufen müssen fließend bzw. durch minimale zeitliche Verzögerung erreichbar sein. Dies wird derzeit durch das C-MAC-System (► Abb. 10) und im weiteren Sinne durch das AP Advance umgesetzt.

Videolaryngoskope mit / ohne Tubusführung

▼ **Spatel mit integriertem Führungskanal** Um den oben angesprochenen Einsatz eines Führungsstabs zu vermeiden und den Tubus zusammen mit dem Laryngoskop direkt zur Glottisebene zu führen, sind Spatel mit integriertem Führungskanal entwickelt worden.

Das einzige Gerät mit Tubusführung, zu dem es bereits klinische Daten gibt, ist das Pentax AWS Airway Scope (Ambu). In den meisten Fällen konnte in kurzer Zeit eine gute Glottisvisualisierung erreicht werden; die Intubation erfolgte mit vergleichbarer Erfolgsrate gegenüber C-MAC und GlideScope [23, 24].

Nachteile Insbesondere bei kleiner Mundöffnung kann der Einsatz der teils sehr klobigen Geräte jedoch erschwert sein. Weiterhin gibt es durch den Tubusführungs kanal kaum Möglichkeiten, von der vorgegebenen Einführrichtung abzuweichen. Das kann sich besonders bei Patienten mit fixierter Rotation in der Halswirbelsäule (anatomisch oder z.B. präklinisch bei eingeklemmten Personen) negativ auswirken [25].

Weiteres Gerät Ähnlich konzipiert ist das neue KingVision-Videolaryngoskop (King Systems), das eine hohe optische Qualität besitzt, für das es jedoch noch keinerlei klinische Anwendungsdaten gibt.

Videolaryngoskope im weiteren Sinne (optische Systeme)

▼ **Airtraq-Laryngoskop** Das Airtraq-Laryngoskop hat zwar ebenfalls einen angewinkelten Spatel mit Tubusführung, ist jedoch kein Videolaryngoskop, da es über keine Kamera verfügt. Die Bildprojektion erfolgt über ein optisches System aus Spiegeln, Linsen und Prismen von der Spatelspitze auf das Okular.

Unter normalen Umständen funktioniert das einfache Prinzip der Tubusführung und suggeriert auch unerfahrenen Anwendern einen schnellen Intubationserfolg [26]. Die Limitationen entsprechen denen der Videolaryngoskope mit Tubusführung. Allerdings ist die optische Qualität aufgrund des Designs als Einmalartikel deutlich schlechter.

Fazit Die indirekte Laryngoskopie zur endotrachealen Intubation gehört zu den großen Errungenschaften bei der Atemwegssicherung. Flexible Optiken haben ihren größten Stellenwert nach wie vor beim erwartet schwierigen Atemweg. Die starre indirekte Laryngoskopie wird vorzugsweise beim unerwartet schwierigen Atemweg und aufgrund ihrer Mobilität auch in der Notfallversorgung eingesetzt. Die Domäne der Videolaryngoskopie ist die Ausbildung des Atemwegsmanagements sowohl beim erwartet als auch beim unerwartet schwierigen Atemweg. Weiterhin eignet sie sich aufgrund ihrer ausgesprochenen Mobilität für den Notfalleinsatz. Dabei kann eine abgestufte Vorgehensweise mit unterschiedlichen Spateltypen sinnvoll sein. ◀

Kernaussagen

- ▶ Die endotracheale Intubation mittels videoassistierter Verfahren kann ohne Angleichung von oropharyngealer und laryngealer Achse erfolgen.
 - ▶ Trotz vieler technischer Neuerungen im Bereich der Atemweghilfsmittel stellt die endoskopisch geführte Wachintubation mit einer flexiblen Fiberoptik immer noch den anerkannten Goldstandard beim erwarteten schwierigen Atemweg dar.
 - ▶ Flexible Optiken sowie Intubationsendoskope basieren immer noch vorwiegend auf fiberoptischer Technik, während bei Videolaryngoskopen überwiegend digitale Kamerachips integriert sind.
 - ▶ Der Einsatz von Videotechniken ermöglicht verbesserte Ausbildungsmöglichkeiten, Mitarbeit und Antizipation des restlichen Teams sowie Befunddokumentation.
 - ▶ Besonders bei Atemwegspathologien (Trauma, Tumor, Vor-OP), Immobilisation der HWS und unter besonderen räumlichen Verhältnissen profitieren Arzt und Patient vom Einsatz videoassistierter Verfahren.
 - ▶ Sowohl flexible Fiberoptiken, starre bzw. semiflexible Intubationsendoskope als auch Videolaryngoskope sind durch die Miniaturisierung der Kamerachiptechnik, verbesserte Akku- und Lichtleistung sowie Verkleinerung der Bildschirme als mobile Varianten erhältlich und damit prinzipiell auch für die Notfallmedizin geeignet.
- ▶ Der Begriff Videolaryngoskopie vereint derzeit videolaryngoskopische Systeme, die sich sowohl in der technischen Ausstattung als auch in ihrer Anwendungsphilosophie z. T. gravierend voneinander unterscheiden.
 - ▶ Trotz optimaler Glottisvisualisierung mit einem Videolaryngoskop ergibt sich die eigentliche Schwierigkeit beim Intubationsvorgang selber, insbesondere bei Einsatz eines stark gekrümmten Spatelblattes mit adaptierter Tubuskrümmung.
 - ▶ Alle videoassistierten Verfahren (flexible Fiberoptik, starre Intubationsendoskopie, Videolaryngoskopie) benötigen für einen sicheren Einsatz der jeweiligen Technik Übung außerhalb von Notfallsituationen.
 - ▶ Nachteil aller videoassistierten Verfahren ist deren eingeschränkte Sicht bei großen Sekretansammlungen im Glottisbereich (z. B. Blutung, Regurgitation).
 - ▶ Bei den Videolaryngoskopen könnte ein abgestuftes Vorgehen aus primärem Einsatz eines Macintosh-Spatels und bedarfsweiser Eskalation zum gekrümmten Spateltyp innerhalb eines Systems sinnvoll sein.

Literatur online

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie im Internet:

Abonnenten und **Nichtabonnenten** können unter „www.thieme-connect.de/ejournals“ die Seite der AINS aufrufen und beim jeweiligen Artikel auf „Ergänzendes Material“ klicken – hier ist die Literatur für alle frei zugänglich.

Eine Übersicht aktueller Videolaryngoskope bietet

- ▶ Tab. 3 (online).



Dr. med. Erol Cavus ist Funktionsoberarzt an der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Seine Forschungsschwerpunkte sind Atemwegsmanagement in Anästhesie und Notfallmedizin sowie Neuromonitoring bei Reanimation und hämorrhagischem Schock.

E-Mail: cavus@anaesthesie.uni-kiel.de



Prof. Dr. med. Volker Döriges, Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. E-Mail: doerges@anaesthesie.uni-kiel.de



Prof. Dr. med. Berthold Bein, MA, DEAA, ist stellvertretender Direktor der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Seit 2010 ist er Landesvorsitzender der DGAI Schleswig-Holstein. E-Mail: bein@anaesthesie.uni-kiel.de

Interessenkonflikt Dr. med. Erol Cavus hat Reisekosten für wissenschaftliche Präsentationen von der Firma Karl Storz sowie materielle Unterstützung von Venner/LMA und King Systems erhalten.

Professor Volker Döriges ist Berater der Firma Karl Storz und hat von dieser Vortragshonorare sowie Mittel für Atemwegsstudien erhalten.

Professor Berthold Bein erklärt, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

VNR: 2760512011060002560

Beitrag online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1286611>

CME-Fragen Videoassistierte Verfahren

1 Was gehört **nicht** zu den Vorteilen eines Macintosh-Videolaryngoskops?

- A Es ist immer mit Tubus-Führungsdraht zu nutzen.
- B Eine Videolaryngoskopie ist möglich.
- C Eine konventionelle, direkte Laryngoskopie ist möglich.
- D Die Supervision zu Ausbildungszwecken ist möglich.
- E Der Anwender ist mit der Spatelform gut vertraut.

2 Bei erwartet schwieriger Intubation sollte folgendes Verfahren angewandt werden:

- A fiberoptische Wachintubation
- B fiberoptische Intubation in Allgemeinanästhesie
- C bei guter Maskenbeatmung Intubationsendoskop
- D bei guter Maskenbeatmung Videolaryngoskop
- E bei schlechter Maskenbeatmung Intubationsendoskop

3 Welche Aussage trifft **nicht** zu? Hilfsmittel bei der fiberoptischen Intubation sind:

- A Laryngoskopie durch Helfer
- B Mainz-Universaladapter
- C Ovassapian-Airway
- D Berman-Airway
- E Ravussin-Kanüle

4 Welche Aussage ist richtig? Zu den Vorteilen stark angewinkelter Videolaryngoskope gehört:

- A Glottisvisualisierung auch ohne Videodarstellung möglich
- B leichtes Einführen möglich
- C direkte Glottisvisualisierung möglich
- D wenig Halswirbelsäulen-Bewegungen nötig
- E selten Führungsstab notwendig

5 Welches der folgenden Geräte gehört **nicht** zu den Videolaryngoskopen?

- A AP Advance
- B Airtraq
- C Pentax AWS
- D C-MAC
- E GlideScope

6 Welche Aussage stimmt **nicht**? Im Vergleich zur konventionellen Macintosh-Laryngoskopie haben Videolaryngoskope bei normalen Atemwegsverhältnissen folgende Vorteile:

- A schnellere Intubationszeit
- B bessere Visualisierung tiefer liegender Strukturen
- C weniger HWS-Bewegung im Falle einer Immobilisierung
- D Möglichkeit zur besseren Ausbildung
- E Möglichkeit zur Dokumentation

7 Was ist **kein** Nachteil eines videoassistierten Systems mit Monitor?

- A Sichtverschlechterung durch Sekrete
- B Sichtverschlechterung durch Umgebungslicht
- C Sichtverschlechterung durch Beschlagen der Optik / Unschärfe
- D Systemausfall bei Ausfall der Stromversorgung / leeren Batterien
- E mobiler und platzsparender Einsatz

8 Derzeit gibt es **kein** Videolaryngoskop mit folgendem Merkmal:

- A starke Spatelkrümmung
- B Tubus-Führungskanal
- C McCoy-Spatel
- D Macintosh-Spatel
- E integrierter Monitor

9 Welche Aussage trifft **nicht** zu? (Relative) Kontraindikationen für eine starre Intubationsendoskopie sind:

- A aktive Blutung nach Tonsillektomie
- B inspiratorischer Stridor (V. a. großen Pharynxtumor)
- C Unterkieferfraktur mit eingeschränkter Mundöffnung
- D niedrige Akkukapazität der Lichtquelle
- E bekannte schwierige Maskenbeatmung

10 Welche Aussage zur Tubusführung von Videolaryngoskopen trifft zu?

- A Der Einsatz eines Führungsstabs ist nie zu vermeiden.
- B Spatel mit integriertem Führungskanal sind noch nicht entwickelt worden.
- C Das einzige Videolaryngoskop mit Tubusführung, zu dem es bereits klinische Daten gibt, ist das Pentax AWS Airway Scope.
- D Eine gute Visualisierung der Glottis kann nur mit hohem Zeitaufwand erreicht werden.
- E Insbesondere bei kleiner Mundöffnung ist der Einsatz eines Videolaryngoskops mit Tubusführung zu empfehlen.

CME.thieme.de

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>.
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.