

iLTS-D zur perkutanen dilatativen Tracheotomie auf der Intensivstation – eine Anwendungsbeobachtung

Zusammenfassung

Hintergrund: Die perkutane dilatative Tracheotomie stellt ein Standardverfahren zur Atemwegssicherung des langzeitbeatmeten Intensivpatienten dar. Der Einsatz einer Larynxmaske kann bei der Durchführung der dilatativen Tracheotomie Vorteile bieten, da iatrogene Bronchoskopbeschädigungen reduziert werden können. Allerdings werden bei diesem Verfahren Schwierigkeiten bei der bronchoskopischen Passage durch die Glottisebene beschrieben. Der iLTS-D stellt hier eine vielversprechende Alternative dar.

Zielsetzung: Evaluation der Sichtverhältnisse auf die Glottisebene und die trachealen Strukturen bei Verwendung des iLTS-D im Rahmen einer Dilatationstracheotomie beim Intensivpatienten.

Methoden: Über einen Zeitraum von 5 Monaten wurde im Rahmen der Dilatationstracheotomie der iLTS-D Größe 4/5 eingesetzt. Zur internen Qualitätssicherung erfolgte eine prospektive Evaluation und Dokumentation der Visualisierung und Handhabung. In der vorliegenden Untersuchung werden nun retrospektiv die erhobenen Qualitätsdaten analysiert. Hauptzielkriterium war die Visualisierung der Glottisebene bei der Bronchoskoppassage. Nebenzielkriterien waren unter anderem die Darstellung der trachealen Strukturen und die Veränderungen der Beatmungsparameter vor und während der Bronchoskopie.

Ergebnisse: In 77 % der Fälle konnte eine gute Visualisierung der Glottis auf Anhieb oder mit einer minimalen Nach-

iLTS-D used in percutaneous dilatational tracheostomy in the ICU – an observational study

G. Enterlein¹ · F. J. Raimann¹ · D. Gill-Schuster¹ · L. Holzer¹ · R. Schalk¹ · K. Zacharowski¹ · P. Meybohm^{1,2} · H. Mutlak^{1,3*}

► **Zitierweise:** Enterlein G, Raimann FJ, Gill-Schuster D, Holzer L, Schalk R, Zacharowski K et al: iLTS-D zur perkutanen dilatativen Tracheotomie auf der Intensivstation – eine Anwendungsbeobachtung. Anästh Intensivmed 2021;62:016–022. DOI: 10.19224/ai2021.016

korrektur mit dem Bronchoskop erzielt werden. Bei allen durchgeföhrten 31 Tracheotomien gelang eine Visualisierung der trachealen Zirkumferenz mit Identifikation des Ringknorpels, der ersten Trachealspange, der Pars membranacea und der trachealen Mittellinie während der Punktion. In Bezug auf Veränderungen des Tidalvolumens und des inspiratorischen Beatmungsdrucks vor Insertion des iLTS-D sowie während der Bronchoskopie konnten keine signifikanten Unterschiede detektiert werden.

Schlussfolgerung: Es konnte gezeigt werden, dass bei Verwendung des iLTS-D im Rahmen einer dilatativen Tracheotomie eine gute Darstellung der Glottisstrukturen ermöglicht wird und er somit eine Alternative zur Atemwegssicherung im Rahmen dieser Prozedur darstellt.

Summary

Background: Percutaneous dilatational tracheostomy is a standard procedure to secure the airway of long-term ventilated intensive care patients. The use of a laryngeal mask may offer advantages in performing dilatational tracheostomy by reducing iatrogenic bronchoscope damage. However, difficulties in bronchoscopic passage through the glottis have been described to occur in this procedure. Using the laryngeal tube iLTS-D represents a new promising alternative.

Objective: Evaluation of the visibility of glottic and tracheal structures when using the iLTS-D in the context of dilatational tracheostomy in intensive care patients.

- 1 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Universitätsklinikum Frankfurt
Goethe Universität, Frankfurt
(Direktor: Prof. Dr. Kai Zacharowski)
- 2 Direktor der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Würzburg
- 3 Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Sana Klinikum Offenbach, Offenbach am Main

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Tracheotomie – Dilatativ – Intubationslarynxtubus – iLTS-D

Keywords

Tracheostomy – Dilatational Tracheostomy – Laryngeal Tube – iLTS-D

Methods: The iLTS-D size 4/5 has been used for dilatational tracheostomy for a period of 5 months. For internal quality assurance a prospective evaluation and documentation of visualisation and handling was performed. The collected data are now retrospectively analysed in the present study. Primary endpoint was the visualisation of glottic structures during bronchoscopy. Secondary endpoints were, among others, the visualisation of the tracheal structures and the changes in ventilation parameters before and during bronchoscopy.

Results: In 77 % of all cases a good visualisation of the glottis structures could be achieved at first attempt or with minimal corrections of the bronchoscope. In all 31 tracheotomies visualisation of the tracheal circumference with identification of the cricoid cartilage, the first tracheal clasp, the pars membranacea and the tracheal midline during the puncture was successful. No significant differences could be detected with regard to changes in inspiratory ventilation pressure prior to insertion of the iLTS-D or during bronchoscopy.

Conclusion: It could be shown that the use of the iLTS-D laryngeal tube during dilatational tracheostomy allows a good visualisation of the glottis structures and is therefore an alternative to secure the airway during this procedure.

Einleitung

Die perkutane dilatative Tracheotomie stellt ein Standardverfahren zur Atemwegssicherung des langzeitbeatmeten Intensivpatienten dar [1].

Die Tracheotomie reduziert die Gefahr der Stimmbandläsionen während Langzeitbeatmungen durch den Endotrachealtubus, erleichtert das Weaning des Patienten durch Verringerung des Totraums, führt zu einer Verbesserung der Bronchialtoilette und zu einer Reduktion der Atemarbeit. Des Weiteren erhöht sich der Patientenkomfort mit verringertem Bedarf an Analgosedierung und die Kommunikationsmöglichkeit wird erleichtert. Ebenso wird durch ein Tracheostoma die Pflege des Mund-, Nasen- und Rachenbereichs erleichtert [2–4].

Die perkutane dilatative Tracheotomie wird als Elektiveingriff bei analgosedierten Intensivpatienten von zwei Ärzten unter ständiger bronchoskopischer Kontrolle durchgeführt, unter anderem zur Vermeidung punktionsassozierter Komplikationen (insbesondere der Tracheahinterwand). Hierfür ist eine optimale Visualisierung der Leitstrukturen essenziell. Die hierfür notwendige Atemwegssicherung wird zumeist über einen bereits einliegenden Endotrachealtubus oder mittels Larynxmaske durchgeführt, über die das Bronchoskop nach endotracheal eingeführt wird.

Bei liegendem endotrachealen Tubus erfolgt unter bronchoskopischer Sicht ein Zurückziehen des Tubus bis in den Bereich der Glottisebene. Hierbei kann die anatomische Identifikation dieser Struktur erschwert sein, zum anderen besteht bei zu weitem Herausziehen die Gefahr einer akzidentellen Extubation. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr der iatrogenen Beschädigung des Bronchoskops, wenn der Endotrachealtubus nicht weit genug herausgezogen wird. Darüber hinaus wird in Abhängigkeit von der Tubusgröße und des Außenumfangs des Bronchoskops das Tubuslumen obstruiert, mit der Folge eines erhöhten Risikos für eine Hyperkapnie auf dem Boden einer Minderventilation oder eines Barotraumas bei inadäquater Anpassung der Ventilationseinstellungen.

Der Einsatz der Larynxmaske kann bei der Durchführung der dilativen Tracheotomie Vorteile bieten. Unter anderem werden iatrogene Beschädigungen an Bronchoskopen reduziert [5,6]. Des Weiteren wird eine verbesserte Visualisierung der Glottis und der trachealen Strukturen diskutiert, welche für die Durchführung einer Dilatationstracheotomie essenziell ist. In einer Cochrane-Analyse konnte ein leichter, aber nicht signifikanter Visualisierungsvorteil bei der Verwendung von supraglottischen Atemwegshilfen nachgewiesen werden. Die Evidenz der Analyse ist aber aufgrund der spärlich vorliegenden Daten gering [7]. Auf der anderen Seite werden Schwierigkeiten bei der bronchoskopischen Passage durch die Glottisebene bei Verwendung der Larynxmaske beschrieben [8].

Der neu entwickelte Intubationslarynx-tubus (iLTS-D Fa. VBM Medizintechnik, Sulz am Neckar, CE-Kennzeichnung: CE 0123; Abb. 1) könnte eine Alternative zu oben genannten Verfahren der Atemwegssicherung im Rahmen der dilativen Tracheotomie bei Intensivpatienten darstellen [9].

Im Jahr 2017 wurde der iLTS-D routinemäßig zum Atemwegsmanagement im Rahmen einer dilativen Tracheotomie auf der Intensivstation unserer Klinik eingesetzt. Zur internen Qualitätssicherung erfolgten eine prospektive Evaluation und Dokumentation der Visualisierung der trachealen Strukturen und Handhabung. In der vorliegenden Untersuchung wurden nun retrospektiv die erhobenen Qualitätsdaten analysiert.

Material und Methoden

Nach Zustimmung durch die lokale Ethikkommission (Geschäftsnummer 105/17B) wurden insgesamt 31 perkutane Dilatationstracheotomien unter Verwendung des iLTS-D (Beobachtungszeitraum März–Juli 2017) auf der anästhesiologisch-operativen Intensivstation des Universitätsklinikums Frankfurt im Rahmen dieser Beobachtungsstudie retrospektiv analysiert.

Im Rahmen der Einführung des iLTS-D Größe 4/5 (Abb. 1 und 2) in den klinischen Betrieb wurden zum Zweck der internen Qualitätssicherung Anwenderdaten bezüglich der Visualisierung der trachealen Strukturen und einer einfachen und atraumatischen Platzierung des iLTS-D und der Passage des Bronchoskops durch die Stimmbandebene auf einem standardisierten Evaluationsbogen erfasst.

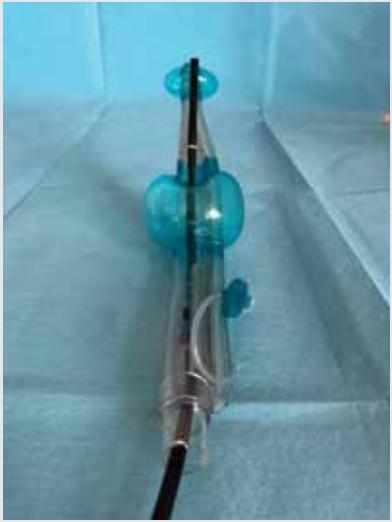
Untersuchungsdesign

Im Untersuchungszeitraum wurden 31 perkutane dilatative Tracheotomien mittels iLTS-D durchgeführt.

Im Zuge dieses Eingriffs wurden die Patienten im Bett in Rückenlage mit unterpolsterten Schultern gelagert. Nach Vertiefung der Analgosedierung und Relaxation sowie fünfminütiger Präoxygierung des Patienten mit einer F_iO_2 von

Abbildung 1

iLTS-D mit geblockten Cuffs; Frontalansicht.

Abbildung 2

iLTS-D mit eingeführtem Bronchoskop in den Beatmungskanal und Austritt am distalen Ende.

1,0 erfolgte eine direkte Laryngoskopie durch einen erfahrenen Arzt der Intensivstation. Bei Darstellbarkeit der Glottis erfolgte die Extubation des Patienten und die Insertion des iLTS-D Größe 4 oder 5. Der Cuff wurde nach Herstellerangaben geblockt und eine Sauerstoffsufflation erfolgte. Über den Beatmungs- und Intubationskanal des iLTS-D wurde das Bronchoskop eingeführt und durch die Stimmbandebene verbracht, sodass die geplante perkutane dilatative Tracheotomie unter Sicht durchgeführt werden konnte. Für die Tracheotomie wurden die jeweiligen patientenspezifischen Beatmungsparameter, welche zuvor am Respirator eingestellt waren, übernommen (F_{iO_2} 1,0; Tidalvolumen 6–8ml/kg/KG).

Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterium war die Indikation zur dilatativen Tracheotomie mittels TRACOE® exprec Dialatations-Set (TRACOE® medical GmbH, Nieder-Olm, Germany). Hierfür wurden alle Intensivpatienten, bei denen aufgrund der Erkrankung eine Langzeitbeatmung notwendig war und die mittels gleichem Verfahren tracheotomiert wurden, eingeschlossen. Als Ausschlusskriterien wurden fehlende Nüchternheit, sonographisch und makroskopisch gesicherte Gefäßanomalien im Bereich der Punktionsstelle, schwere Gerinnungsstörungen, instabile Halswirbelsäulenfraktur, ein bekannter oder zu erwartender schwieriger Atemweg bzw. eine zu erwartende schwierige Maskenbeatmung sowie ein Oxygenierungsindex von <150 mmHg festgelegt.

Zielgrößen

Primäre Zielgröße

Bronchoskopiebefund Glottis:

- Grad I Leichtgängiges Einführen des Bronchoskops ohne Lagekorrektur und Glottisebene vollständig einsehbar.
- Grad II Larynxeingang vollständig sichtbar, nur leichte Lagekorrektur des Bronchoskops oder iLTS-D nötig.
- Grad III Glottis nur teilweise sichtbar und schwierige Stimmbandpassage mit Bronchoskop (mehrere Versuche).
- Grad IV Keine Visualisierung der Glottis, Stimmbandpassage mit Bronchoskop nicht möglich.

Sekundäre Zielgrößen

- Visualisierung der trachealen Zirkumferenz und Identifikation des Ringknorpels, der ersten Trachealspange und Pars membranacea sowie der trachealen Mittellinie während der Punktions-
- Tidalvolumen vor und nach Insertion des iLTS-D sowie während Bronchoskopie,
- inspiratorischer Druck nach Insertion des iLTS-D und während der Bronchoskopie,
- Zeitdauer von Entfernung der bisher etablierten Atemwegshilfe bis zum

ersten suffizienten Atemhub über den iLTS-D (Abbruch nach 120 Sekunden),

- Zeitdauer von Einführung des Bronchoskops bis zur Passage der Stimmbandebene,
- pulsoxymetrisch gemessene Sättigungsabfälle größer 10 % (relativ) oder unter 89 % (absolut),
- subjektive Evaluation des Verfahrens und der Sichtverhältnisse auf die Punktionsstelle durch den Anästhesisten anhand einer numerischen Analogskala (0 = maximal unzufrieden; 10 = maximal zufrieden).

Statistik

Alle Zielgrößen wurden auf einem speziell für diese Anwendungsbeobachtung erstellten Dokumentationsbogen erfasst. Die Erfassungsbögen wurden mithilfe der Software Microsoft Excel für MAC (Version 15) digitalisiert und mit den entsprechenden Patientendaten aus dem Patientenmanagementsystem MetaVisionSuit (iMDsoft, Version 5.46.38) ergänzt. Alle Daten wurden im Anschluss pseudonymisiert.

Die weiterführende statistische Analyse erfolgte mithilfe der GraphPad-Prism-Software (Version 6.0 c). Die nachfolgende Darstellung der Studienergebnisse erfolgte je nach Skalierung des Items entweder als Median mit 25/75-Perzentile oder Minimum/Maximum oder Mittelwert mit Standardabweichung nach Normalverteilungsprüfung. Die Ergebnisse wurden als statistisch signifikant erachtet, wenn die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 1. Ordnung weniger als 5 % ($p < 0,05$) betrug. Zur Erfassung statistischer Unterschiede in Bezug auf Veränderungen der Tidalvolumina und inspiratorischer Beatmungsdrücke vor und nach Insertion des iLTS-D wurde bei vorliegender Normalverteilung beim Vergleich mehrerer Gruppen ein ANOVA-Test mit einer Post-hoc-Analyse nach Tukey für multiple Vergleiche durchgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 31 Datensätze ausgewertet. Die demografischen Daten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Demografische Daten des Patientenkollektivs.

	Gesamtkollektiv	keine ECMO	mit ECMO	p-Wert
	Median (min/max)	Median (min/max)	Median (min/max)	
Anzahl	n = 31	n = 24	n = 7	
Alter (Jahre)	67 (19/90)	73 (42/90)	51 (19/73)	<0,01 ^{§*}
Geschlecht (m/w)	24/7	18/6	6/1	0,579 [‡]
Körpergröße (cm)	175 (157/190)	176 (157/190)	170 (160/183)	0,422 [§]
Körpergewicht (kg)	85 (50/130)	85 (55/130)	87 (50/115)	0,981 [‡]
BMI (kg/m ²)	28 (17/40)	28 (18/40)	29 (17/39)	0,979 [§]

Median (Min/Max); **BMI:** Body-Mass-Index; **n:** Anzahl; **§:** t-Test; **‡:** Mann-Whitney-U-Test; *****: signifikantes Ergebnis.

Primäre Zielgröße

Eine gute Visualisierung (Visualisierungsgrad 1 und 2) der Glottisstrukturen konnte in 77 % der Fälle erzielt werden. Die Einteilung der Visualisierungsgrade ist in Tabelle 2 aufgeführt. In der Mehrzahl lag ein Visualisierungsgrad 2 vor.

Sekundäre Zielgrößen

Bei allen durchgeführten Tracheotomien gelang eine Visualisierung der trachealen Zirkumferenz mit Identifikation des Ringknorpels, der ersten Trachealspange, der Pars membranacea und der trachealen Mittellinie während der Punktions. Bei keiner der Tracheotomien kam es zu einem relevanten Abfall der peripheren pulsoxymetrischen Sättigung (SpO_2) um mehr als 10 % oder unter 89 %.

Eine Subgruppenanalyse aller Patienten ohne extrakorporale Membranoxygenierungstherapie (ECMO) zeigte ebenfalls keinen Abfall der SpO_2 unter 89 % oder um mehr als 10 % vom Ausgangswert (Tab. 2).

In Bezug auf Veränderungen des Tidalvolumens zeigten sich signifikante Veränderungen im Sinne eines reduzierten Tidalvolumens bei den Patienten, die zum Zeitpunkt der Tracheotomie eine ECMO-Therapie erhielten (Abb. 3 A–C). Der initiale inspiratorische Beatmungsdruck unterschied sich nicht zu den Werten nach Insertion des iLTS-D sowie während der Bronchoskopie durch den einliegenden iLTS-D (Abb. 3 D–F).

Die Zeitdauer bis zum ersten erfolgreichen Atemhub über den iLTS-D betrug im Median 19 Sekunden (Tab. 3). In

zwei Fällen war jedoch die Dauer bis zur ersten erfolgreichen Beatmung mit jeweils 70 bzw. 80 Sekunden deutlich verlängert. Ursächlich war eine zu tiefe Insertion des iLTS-D. Die Dauer von Beginn der Bronchoskopie bis zur

Passage über die Stimmbandebene (Tab. 3) betrug im Median 22 Sekunden. Verlängerte Passagezeiten waren bei zu tief platzierten iLTS-D zu verzeichnen. Die Beurteilung der Sichtverhältnisse anhand der Sichtbarkeit der trachealen Zirkumferenz, des Ringknorpels, der ersten Trachealspange, der Pars membranacea sowie der trachealen Mittellinie während der Punktions wurde durch die Anwender mittels einer numerischen Analogskala durchgehend positiv bewertet (Median 10, 25/75-Perzentile 9/10). Auch in Bezug auf die Anwenderzufriedenheit konnten positive Ergebnisse erzielt werden (Median 9, 25/75-Perzentile 9/10). Im Rahmen der Untersuchung kam es zu keinem Zeitpunkt zu tracheotomie-assoziierten Komplikationen. Keine der Interventionen musste auf Grund der maximal zulässigen Zeit von 120 Sekunden abgebrochen werden.

Tabelle 2

Visualisierung nach Einführen des Bronchoskops.

Visualisierungsgrad	Gesamtkollektiv n (%)	keine ECMO n (%)	mit ECMO n (%)
I	11 (35)	9 (38)	2 (33)
II	13 (42)	9 (38)	4 (57)
III	7 (23)	6 (25)	1 (14)
IV	0	0	0
Mittelwert (\pm SD)	1,8 \pm 0,8	1,9 \pm 0,8	1,9 \pm 0,6

Grad I: Leichtgängiges Einführen des Bronchoskops ohne Lagekorrektur und Glottisebene vollständig einsehbar.

Grad II: Larynxeingang direkt vollständig sichtbar, leichte Lagekorrektur des Bronchoskops nötig.

Grad III: Glottis direkt nur teilweise sichtbar, schwierige Stimmbandpassage mit Bronchoskop (mehrere Versuche).

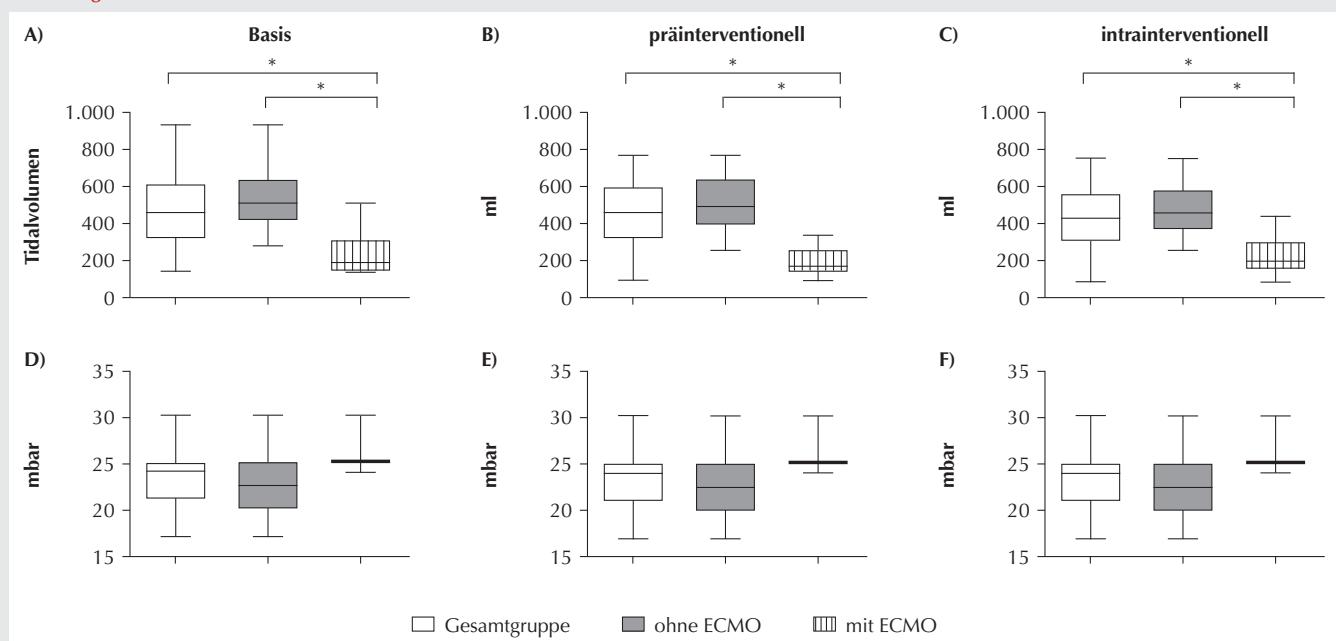
Grad IV: Keine Visualisierung der Glottis, Stimmbandpassage mit Bronchoskop nicht möglich.

Tabelle 3

Zeitdauer bis zum ersten Atemhub und periphere Sauerstoffsättigung.

	Gesamtkollektiv	keine ECMO	mit ECMO	p-Wert
	Median (25/75)	Median (25/75)	Median (25/75)	
Zeit bis erster Atemhub (s)	19 (15/25)	19 (14/25)	22 (15/26)	0,602 [§]
Zeit bis Passage Bronchoskop (s)	22 (16/40)	22 (16/44)	25 (16/30)	0,795 [§]
Ausgangs- SpO_2 (%)	99 (99/100)	100 (99/100)	99 (97/100)	0,611 [§]
niedrigste SpO_2 (%)	99 (97/100)	99 (97/100)	99 (96/100)	0,865 [§]

Zeitdauer bis zum ersten Atemhub nach Entfernung des Endotrachealtubus und Insertion des iLTS-D sowie die Passagezeit des Bronchoskops über die Stimmbandebene. Abbildung der Ausgangs- SpO_2 und minimalen SpO_2 im Rahmen der Prozedur. Die Werte sind als Median und 25/75-Perzentile dargestellt. **§:** t-Test.

Abbildung 3

Entwicklung des Tidalvolumens und inspiratorischen Beatmungsdrucks (Pinsp), dargestellt als Median und 25/75-Perzentile mit einliegendem Trachealtubus (3 A: Basis), vor (3 B: Präinterventionell) und während der Prozedur (3 C: Intrainventionell).

Es zeigen sich signifikante Veränderungen des Tidalvolumens zwischen Patienten mit ECMO-Therapie in Vergleich zur Gesamtkohorte und Patienten ohne ECMO-Therapie zu allen drei Untersuchungszeitpunkten.

Der inspiratorische Druck (Pinsp) zeigt zu keinem Zeitpunkt (3 D–F) zwischen den drei Gruppen signifikante Unterschiede.
Analyse erfolgte mittels One-way-ANOVA multiplen Vergleich.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmals die Visualisierung der Glottis und die bronchoskopische Glottispassage bei Verwendung des iLTS-D im Rahmen dilatativer Tracheotomien untersucht. In der überwiegenden Zahl der Fälle (77 %) konnte eine gute Visualisierung der Glottis auf Anhieb oder mit einer minimalen Nachkorrektur mit dem Bronchoskop erzielt werden. In den verbliebenen Fällen mit insuffizienter Visualisierung waren mehrere Versuche zur Passage erforderlich. Durch leichtes Zurückziehen des iLTS-D konnte die Passage hergestellt werden, wodurch der Insertionswinkel durch die Ventilationsöffnung reduziert wurde und eine starke Angulation des Bronchoskops zur Passage durch die Stimmbandebene nicht mehr notwendig war. Analog dazu beschreiben Bergold et al. Probleme mit einer adäquaten Tiefenplatzierung des iLTS-D aufgrund seiner Einheitsgröße (Größe 4/5) und der

konsekutiven zu tiefen ösophagealen Platzierung mit daraus resultierenden Beatmungsschwierigkeiten und einer Unmöglichkeit der Glottisdarstellung [9]. Als weiterer Faktor einer erschweren Visualisierung ist die Bauform zu nennen. Wie in Abbildung 1 zu erkennen, ist der iLTS-D nicht symmetrisch gefertigt. Die für das Bronchoskop genutzte Öffnung zeigt eine leichte Deviation nach links, wodurch keine direkte, gerade Sichtachse möglich ist. Hier kann eine leichte Rechtsdrehung helfen. Im Gegensatz zu der vorliegenden Studie wurden die Patienten ohne Hinweis auf einen schwierigen Atemweg über den iLTS-D im Rahmen einer elektiven Narkoseeinleitung bronchoskopisch intubiert. Der iLTS-D wird gegenwärtig in der Einheitsgröße 4/5 produziert und kann bei Patienten ab einer Körpergröße von 155 cm eingesetzt werden. Bei nicht ausreichender Erfahrung in der Anwendung besteht das Risiko einer zu tiefen Platzierung, sodass die Ventila-

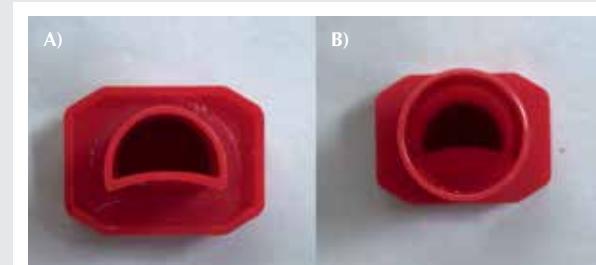
tionsebene sich im schlimmsten Fall ösophageal befinden kann. Im Rahmen der bronchoskopisch assistierten dilativen Tracheotomie kann dieses Problem rasch identifiziert und die Lage korrigiert werden. Hierdurch ist eine optimale iLTS-D-Platzierung möglich, um einen optimalen Bewegungsfreiraum für das Bronchoskop zu gewährleisten. Denn je tiefer die Ventilationsebene liegt, desto mehr muss das Bronchoskop anguliert werden, um die Stimmbandebene zu passieren. Darüber hinaus ist durch eine optimale Platzierung eine suffiziente Beatmung und Oxygenierung sichergestellt. Gerade bei Tracheotomien sollten alle kompromittierenden Faktoren im Rahmen der Ventilation ausgeschlossen bzw. behoben werden.

Bei den Anwendern des iLTS-D handelte es sich durchweg um langjährige Fachärzte für Anästhesie ($n = 9$), die noch keine praktischen Erfahrungen mit dem Device aufwiesen. Während der Studie kam es somit zu neun Erstanwendun-

gen, acht Zweitanwendungen, jeweils fünf Dritt- und Viertanwendungen, drei Fünftanwendungen sowie einer Sechstanwendung. Eine schwierige Darstellung der Glottis oder eine schwierige Stimm- bandpassage trat gehäuft, in vier von neun Fällen (44 %), bei Erstanwendern auf, was sich an längeren Zeiten von Beginn der Bronchoskopie bis zur Passage der Stimmbandebene widerspiegelte.

Sobald eine ausreichende Einstellung der Glottis gelang, zeigte sich bei durchweg allen durchgeführten Tracheotomien eine gute Visualisierung der trachealen Zirkumferenz mit Identifikation des Ringknorpels, der ersten Trachealspange, der Pars membranacea und der trachealen Mittellinie während der Punktions, sodass eine sichere Punktionstracheotomie durchgeführt werden konnte. Linstedt [8,10] konnte bei Verwendung einer konventionellen Larynxmaske eine ähnlich gute Visualisierung erzielen. Wie bereits in früheren Studien an Manikins und humanen Probanden gezeigt, stellt der iLTS-D eine mögliche Alternative zur Atemwegssicherung auch durch den ungeübten Anwender dar [9, 11,12]. Bei keiner Tracheotomie in unserer Untersuchung kam es zu einem relevanten Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung um mehr als 10 % oder unter 89 %. Sieben Patienten (23 %) befanden sich zum Zeitpunkt der Tracheotomie unter ECMO-Therapie. Daraus sind unsere Ergebnisse in Hinblick auf einen Sättigungsabfall kritisch zu bewerten. Eine Subgruppenanalyse zwischen allen Patienten mit und ohne ECMO zeigte jedoch keine Gruppenunterschiede beim Verlauf der peripheren Sauerstoffsättigung. Der schnellste suffiziente Atemhub konnte in unserer Studie nach 6 Sekunden abgegeben werden, der langsamste nach 80 Sekunden, der Median lag bei 19 Sekunden. Auch hier konnte durch ein leichtes Zurückziehen des iLTS-D das Problem schnell behoben werden, was ebenfalls in der Arbeit von Bergold nachgewiesen wurde [9]. In 2 Fällen im Rahmen unserer Untersuchung wurde der iLTS-D bei Unmöglichkeit der Applikation eines Atemhubes entfernt und neu platziert.

Abbildung 4



Innen- und Außenansicht des Konnektors.

- A:** Ansicht des Konnektors von innen (iLTS-D Lumen)
- B:** Ansicht des Konnektors von außen (Anschlussseite des Beatmungsschlusses).

Weder nach Platzierung des iLTS-D (Abb. 3 E) noch nach Insertion des Bronchoskops (Abb. 3 F) zeigte sich ein Anstieg des inspiratorischen Druckes. In Bezug auf das Tidalvolumen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zu jedem Zeitpunkt (Abb. 3 A-C). Das Tidalvolumen der Patienten ohne ECMO-Therapie war signifikant niedriger als das der Patienten, die unter ECMO-Therapie standen. Dieser Unterschied zeigte sich zu allen Untersuchungszeitpunkten. Kein signifikanter Unterschied bestand zwischen identischen Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten. Eine Erklärung hierfür kann der Umstand sein, dass Patienten unter ECMO-Therapie ultraprotektiv beatmet wurden [13]. Nach Insertion des Bronchoskops, bei gleichbleibendem inspiratorischem Druck, zeigte sich das applizierte Tidalvolumen unter kontrollierter Beatmung nur minimal, nicht signifikant erniedrigt. Dies lässt den Schluss zu, dass die Querschnittsverkleinerung des Atemwegs durch das Bronchoskop keinen Einfluss auf das Tidalvolumen hat. Der Innendurchmesser des iLTS-D im Bereich des Konnektors (47,51 mm² Gesamtquerschnittsfläche) im Verhältnis zum Bronchoskop-Außendurchmesser (4,5 mm A.D., 19,64 mm² Querschnittsfläche) verkleinert sich zwar, aber eine suffiziente Ventilation scheint dennoch gewährleistet zu sein (Abb. 2, 4 A und 4 B).

Durch das retrospektive Studiendesign weist die vorliegende Untersuchung Limitationen auf. So werden keine Vergleiche mit anderen zur Verfügung stehenden Devices wie der Larynxmaske oder des Endotrachealtubus durchge-

führt. Zur Abschätzung der Ventilation und deren Effekt auf das CO₂ wurden in der vorliegenden Arbeit keine Blutgasanalysen durchgeführt oder CO₂-Veränderungen anhand des exspiratorisch gemessenen CO₂ erfasst. Die Fallzahl, um eine sicherere Aussage zu treffen, war zu gering, was zusätzlich durch einen Teil an Patienten mit ECMO-Therapie weiter eingeschränkt wurde.

Zusammenfassung

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass bei Verwendung des iLTS-D bei elektiven Tracheotomien eine gute Darstellung der Glottisstrukturen zur Durchführung einer dilativen Tracheotomie gewährleistet werden und eine sichere Tracheotomie durchgeführt werden konnte. Insgesamt stellt der iLTS-D, auch für den unerfahrenen Anwender, eine Alternative der Atemwegssicherung zur Durchführung einer dilativen Tracheotomie dar.

Literatur

1. Durbin CG Jr: Tracheostomy: Why, when, and how? *Respiratory care* 2010;55(8):1056–1068
2. Durbin CG Jr, Perkins MP, Moores LK: Should tracheostomy be performed as early as 72 hours in patients requiring prolonged mechanical ventilation? *Respiratory care* 2010;55(1):76–87
3. Nieszkowska A, Combes A, Luyt CE, Ksibi H, Trouillet JL, Gibert C, et al: Impact of tracheotomy on sedative administration, sedation level, and comfort of mechanically ventilated intensive care unit patients. *Critical care medicine*. 2005;33(11):2527–2533
4. Shan L, Hao P, Xu F, Chen YG: Benefits of early tracheotomy: a meta-analysis

- based on 6 observational studies.
Respiratory care 2013;58(11):1856–1862
5. Dosemeci L, Yilmaz M, Gürpinar F, Ramazanoglu A: The use of the laryngeal mask airway as an alternative to the endotracheal tube during percutaneous dilatational tracheostomy. Intensive care medicine 2002;28(1):63–67
 6. Linstedt U, Moller F, Grote N, Zenz M, Prengel A: Intubating laryngeal mask as a ventilatory device during percutaneous dilatational tracheostomy: a descriptive study. Br J Anaesth 2007;99(6):912–915
 7. Strametz R, Bergold MN, Weberschock T: Laryngeal mask airway versus endotracheal tube for percutaneous dilatational tracheostomy in critically ill adults. The Cochrane database of systematic reviews 2018;15(11):CD009901
 8. Linstedt U, Zenz M, Krull K, Hager D, Prengel AW: Laryngeal mask airway or endotracheal tube for percutaneous dilatational tracheostomy: a comparison of visibility of intratracheal structures. Anesthesia and analgesia. 2010;110(4):1076–1082
 9. Bergold MN, Kahle S, Schultzik T, Bucheler M, Byhahn C: Intubating laryngeal tube suction disposable: Initial clinical experiences with a novel device for endotracheal intubation. Anaesthetist 2016;65(1):30–35
 10. Meininger D, Walcher F, Byhahn C: Tracheostomy in intensive care long-term ventilation: indications, techniques and complications. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. 2011;82(2):107–110, 12–15
 11. Aleksandrowicz D, Gaszynski T: Intubation through 2 supraglottic airway device in cervical spine immobilization: a randomized trial of residents' use of the intubating laryngeal mask airway and the intubating laryngeal tube in manikins. Emergencias: revista de la Sociedad Espanola de Medicina de Emergencias 2018;30(3):186–189
 12. Ott T, Fischer M, Limbach T, Schmidtmann I, Piepho T, Noppens RR: The novel intubating laryngeal tube (iLTS-D) is comparable to the intubating laryngeal mask (Fastrach) – a prospective randomised manikin study. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2015;8(23):44
 13. Lotz C, Mullenbach RM: Extracorporeal membrane oxygenation. Anästh Intensivmed 2019;59(6):316–325.

Korrespondenz-adresse



**Priv.-Doz. Dr.
Haitham Mutlak**

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Sana Klinikum Offenbach
Starkenburgring 66
63069 Offenbach am Main,
Deutschland
Tel.: 069 8405-3802
Fax: 069 8405-4499
E-Mail: Haitham.Mutlak@sana.de
ORCID-ID: 0000-0003-3066-2251