

Tracheotomie im Notfall – Tracheotomie als Notfall

Überlegungen und Handlungsstrategien

Zusammenfassung

Die Tracheotomie stellt einen der ältesten chirurgischen Eingriffe in der Geschichte der Medizin dar und wird als elektiver Eingriff im Atemwegsmanagement – insbesondere bei langzeitbeatmeten Intensivpatienten – zunehmend häufiger durchgeführt. Der Notarzt kann daher immer häufiger mit tracheotomierten Patienten im Rahmen des Interhospitaltransfers, aber auch mit Notfällen bei Tracheostomaträgern im häuslichen Bereich konfrontiert werden. Nachfolgend werden die verschiedenen Techniken der Tracheotomie, der Stellenwert von Tracheotomie und Koniotomie im notfallmäßigen Atemwegsmanagement sowie ärztliche Handlungsstrategien bei typischen Komplikationen und Notfällen diskutiert.

Schlüsselwörter

Tracheotomie · Koniotomie ·
Atemwegsmanagement · Notfall ·
Interhospitaltransport

Der chirurgische Zugang zu den unteren Atemwegen über eine Eröffnung der Trachea mit nachfolgender Einführung einer Kanüle stellt einen der ältesten Eingriffe in der Chirurgie dar. Beschreibungen hierzu finden sich im Altertum bereits in den Schriften der Ägypter sowie in der Rig Veda, dem heiligen Buch der hinduistischen Medizin, und datieren aus der Zeit zwischen 2000 und 1000 vor Christus.

Die Indikation zur Tracheotomie stellte bis vor wenige Jahrzehnte vor allem die akute Atemwegsobstruktion dar. Aretaeus von Cappadocien erwähnte im 1. Jahrhundert nach Christus den Eingriff als Therapie der durch hochgradige Luftnot komplizierten Halsentzündung („Curatio anginae“). Der deutsche

„Die Zahl der tracheotomierten Patienten im intensivmedizinischen aber auch im häuslichen Bereich steigt stetig an.“

Chirurg Lorenz Heister fasste in einem Lehrbuch 1752 die drohende Erstickung bei Angina und die Fremdkörperaspiration als Hauptindikationen zur Tracheotomie zusammen. Da die endotracheale Intubation zu dieser Zeit noch keine Verbreitung besaß, stellten eine weitere Indikation „frisch ertrunkene Leute“ dar, um „dadurch Luft in die Lunge zu blasen“. Im 19. Jahrhundert schließlich fand die Tracheotomie besonders in Frankreich als Standardtherapie der komplizierten Diphtherie eine weite Verbreitung [25, 27].

Mit der Etablierung der Intensivmedizin nach dem 2. Weltkrieg und der erstmals 1952 durchgeführten Überdruckbeatmung über einen Endotrachealtubus wandelte sich das Indikationsspektrum der Tracheotomie erheblich. Es erstreckt sich gegenwärtig nahezu ausschließlich auf die mittel- und langfristige Schaffung eines künstlichen Atemwegs bei respiratorischer Insuffizienz, inadäquaten Schluck- und Schutzreflexen bei neurologischen Störungen sowie als Atemweg bei laryngektomierten Patienten und solchen mit tumoröser Obstruktion der oberen Atemwege. Insbesondere durch die zunehmende Verfügbarkeit perkutaner Techniken steigt die Zahl tracheotomierter Patienten im intensivmedizinischen Bereich stetig an, in zunehmendem Maß werden Patienten mit einem Tracheostoma aber auch in die häusliche Pflege entlassen. Der Notarzt wird daher in steigendem Umfang mit der Einsatzmeldung „akute Atemnot bei einem Tracheostomaträger“ konfrontiert. Zusätzlich nimmt auch die Zahl von Intensivverlegungs-transporten frisch tracheotomierter Patienten zu.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, typische Besonderheiten und Notfälle bei Tracheostomaträgern darzustellen, um dem Notarzt in diesen meist hoch-

Dr. Christian Byhahn
Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und Schmerztherapie,
Klinikum der J.W. Goethe-Universität,
Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt,
E-Mail: c.byhahn@em.uni-frankfurt.de

D. Meiningner · C. Byhahn · M. Bück
K. Westphal · P. Kessler · V. Lischke

Emergency tracheostomy – tracheostomy emergencies: Thoughts and considerations

Abstract

Tracheostomy is one of the oldest surgical procedures in the history of medicine and, in recent years, is increasingly being performed to gain long-term airway access. In particular, percutaneous approaches have become the standard treatment modality in the airway management of critically ill patients on long-term ventilation. The emergency physician can be confronted with patients with a tracheostomy during interhospital transfer, as well as in case of out-of-hospital emergencies. The present article reviews and discusses the different techniques of tracheostomy, the role of tracheostomy and cricothyrotomy for emergency airway control, and the management of emergencies in patients with tracheostomy.

Keywords

Tracheostomy · Cricothyrotomy ·
Airway management · Emergency ·
Interhospital transfer

Technik: Tracheotomie

akuten und dramatischen Situationen eine rasche und zielgerichtete Therapie zu ermöglichen.

Techniken der Tracheotomie

Prinzipiell kann die Tracheotomie mit zwei verschiedenen Grundtechniken durchgeführt werden: konventionell-chirurgisch in Anlehnung an die Techniken nach Jackson und Björk [5, 16] oder perkutan.

Offene Tracheotomie

Bei der konventionell-chirurgischen oder auch als „offen“ bezeichneten Tracheotomie erfolgt nach Präparation der Halsweichteile und Darstellung der Trachea eine Querinzision der Tracheavorderwand, idealer Weise zwischen der 2. und 3. Trachealspange. Ein nach kaudal breiter werdender und gestielter Lappen der Tracheavorderwand wird nun mit dem unteren Rand der Hautinzision oder um die gesamte Zirkumferenz der Tracheotomie spannungsfrei adaptiert. Die somit geschaffene Epithelialisierung sorgt für ein dauerhaftes und sicheres Offenhalten des Stomas.

Die offene Tracheotomie wird üblicherweise dann durchgeführt, wenn das Tracheostoma langfristig benötigt wird, z. B. bei Tumorpatienten oder solchen mit schwerwiegenden neurologischen Störungen. Eine weitere Indikation zur Anlage eines temporären, offenen Tracheostoma stellen – nach vorausgegangener endotrachealer Intubation – ausgedehnte knöcherne Verletzungen des Mittelgesichts sowie oropharyngeale Tumoren in der perioperativen Phase dar.

Perkutane Tracheotomie

Im Gegensatz zur offenen Technik stehen gegenwärtig 4 verschiedene perkutane Verfahren nach Ciaglia (Percutaneous Dilational Tracheostomy, PDT; Ciaglia Blue Rhino, CBR), Griggs (Guide Wire Dilating Forceps, GWDF) und Fantoni (Translaryngeal Tracheostomy, TLT) zur Verfügung [6, 7, 11, 12]. Das typische Einsatzspektrum dieser Verfahren ist die minimal-invasive Schaffung einer temporären Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten in der Intensivmedizin zur Vermeidung von Intubationsschäden und der Erleichterung des Weaning.

Nach anteriorer Punktion der Trachea, typischerweise zwischen der 2. und 3. Trachealspange, erfolgt die Dilatation des Punktionskanals mittels progressiv größeren Dilatoren (PDT), einem sich konisch vergrößernden, einzelem Dilator (CBR) oder einer speziellen Spreizpinzette (GWDF) in Seldinger-Technik. Anschließend wird die Trachealkanüle über den Führungsdraht eingeführt und fixiert.

„Die Tracheotomie wird als notfallmäßiger Atemwegszu- gang nicht empfohlen.“

Eine Ausnahme stellt die TLT dar, bei der nach Punktion der Trachea der Draht retrograd durch den Mund ausgeleitet und an eine spezielle Trachealkanüle mit einem scharfen Metallkonus konnektiert wird. Die Kanüle wird durch Zug am halsseitigen Drahtende durch Pharynx und Larynx gezogen und schließlich von innen durch Tracheavorderwand und Halsweichteile ausgeleitet. Nach Abtrennung des Metallkonus und intratrachealer Rotation der Kanüle wird diese an das Beatmungsgerät konnektiert und in typischer Weise fixiert.

Da im Gegensatz zur offenen Technik weder eine Resektion der Tracheavorderwand, noch eine Epithelialisierung des Stomas erfolgt, verschließt sich die Tracheotomieöffnung nach Dekanülierung von allein, ohne dass ein erneuter Eingriff erforderlich ist.

Tracheotomie im Notfall – Ja oder nein?

Bei einer unmöglichen Intubation und zugleich insuffizienter Maskenbeatmung können gemäß den Algorithmen der American Society of Anesthesiologists (ASA) zum „Management of the Difficult Airway“ zunächst die Larynxmaske und der Kombitubus zum Einsatz kommen [1, 3]. An invasiven Verfahren stehen darüber hinaus die – unter präklinischen Kautelen gegenwärtig nicht verfügbare und daher in diesem Bereich bedeutungslos – intratracheale Jetventilation sowie als ultima ratio eine Koniotomie zur Verfügung. Die offene Tracheotomie besitzt im Algorithmus des Management des schwierigen Atemwegs keinen Stellenwert.

Ungeachtet der mitunter sehr kurzen Operationszeiten und positiven Er-

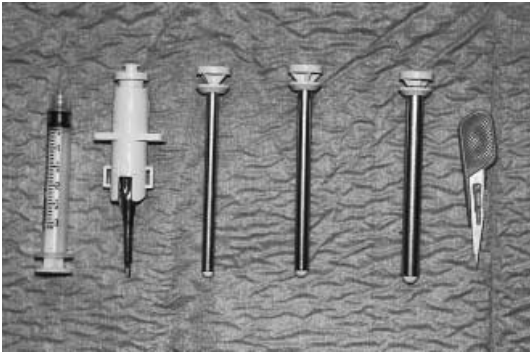


Abb. 1 ◀ Nu-Trake® Krikotomie-Set

fahrungen in Notfallsituationen, über die in einzelnen Untersuchungen und Falldarstellungen berichtet wurde [10, 19, 26], werden auch perkutane Techniken zur Tracheotomie nach gegenwärtiger Datenlage in der Literatur im Notfall als „ungeeignet“ [9] bzw. „absolut kontraindiziert“ [2] angesehen.

Da kontrollierte klinische Studien aus ethischen Gründen nicht durchführbar sind, erfolgte zu dieser Fragestellung bislang nur eine tierexperimentelle Untersuchung. In dieser konnte gezeigt werden, dass sich von geübten Operateuren eine Trachealkanüle in durchschnittlich 89 s (GWDF) bzw. 217 s (PDT) platzieren ließ. Bei 40% der Tiere kam es jedoch zu schwerwiegenden Komplikationen wie akzidentellen Punktionen in die Tracheahinterwand sowie zur Hinterwandperforation [23]. Da im Notfall üblicherweise eine bronchoskopische Überwachung nicht zur Verfügung steht, bleiben derartige Komplikationen zunächst oftmals unbemerkt und können schwerwiegende Blutungen mit konsekutiver Aspiration, die versehentliche Kanüleneinlage ins Mediastinum und letztlich den Tod des Patienten verursachen oder begünstigen.

Hier soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die notfallmäßige Koniotomie mit handelsüblichen, zu dieser Indikation bestimmten und nachfolgend vorgestellten Sets tierexperimentell ähnlich negative Resultate erbrachte [21]. Auch die im klinischen Bereich vorgenommene Notkoniotomie ist mit einer hohen Komplikationsrate behaftet [22], wobei in Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass die chirurgische Atemwegseröffnung mit einem Skalpell und nachfolgendem Einlegen eines Endotrachealtubus der Koniotomie mit handelsüblichen Sets überlegen ist [17].

Die notfallmäßige Koniotomie

Als ultima ratio werden bei akuten respiratorischen Insuffizienzen im Bereich der Notfallmedizin in Situationen, in denen eine Sicherstellung der Atmung des Patienten anderweitig nicht durchführbar ist, verschiedene perkutane Koniotomieverfahren empfohlen und entsprechende Sets von der Industrie angeboten. Im Folgenden soll das Verfahren der perkutanen Krikotomie exemplarisch anhand zweier Sets beschrieben werden.

Nu-Trake® Krikotomie-Set

Ist die Sicherstellung der Atmung auch durch weniger invasive Alternativverfahren wie Maskenbeatmung oder den Einsatz von Larynxmaske bzw. Kombitubus unmöglich, so kann der Zugang zu den Atemwegen über eine Punktion der Trachea im Bereich der Membrana cricothyroidea zwischen Ring- und Schildknorpel erfolgen. Hierzu wird der Patient mit leicht überstrecktem Kopf in Rückenlage gebracht und nachfolgend die Haut mit beiliegendem Skalpell des Sets (Dahlhausen, Köln; Abb. 1) etwa 1 cm in der Mittellinie

inzidiert. Nun erfolgt die Punktion der Membrana cricothyroidea mittels einer speziellen Punktionskanüle und aufgesetzter Spritze. Hierbei gibt der Unterrand des Kunststoffkonnektors die Stichrichtung der Kanüle vor, wodurch ein unbeabsichtigtes Durchstechen der Tracheahinterwand vermieden werden soll.

Nach erfolgreicher Punktion der Trachea wird die Spritze einschließlich des inneren Teils der Kanüle entfernt. Die verbleibende Kanüle wird nun weiter in das Lumen der Trachea vorgeschoben, bis der Kunststoffkonnektor der Haut aufliegt. Nachfolgend wird die Kanüle durch Einsetzen und Verschieben eines speziellen Obturators längsseitig gespalten, die Öffnung in der Membrana cricothyroidea wird hierbei aufgedehnt.

Im weiteren Verlauf kann die Kanüle soweit wie erforderlich mittels weiterer Obturatoren bis auf 7,2 mm Innendurchmesser gespalten und hierdurch die Trachea weiter eröffnet werden. Am Ende des jeweiligen Dilatationsvorganges wird der Obturator aus der Kanüle entfernt, diese mittels eines Kunststoffkonnektors an das Beatmungssystem angeschlossen und der Patient beatmet.

Melker Notfall-Krikothyrotomie-Katheterset

Mit diesem Set (Cook Deutschland GmbH, Mönchengladbach; Abb. 2) erfolgt die perkutane Krikothyrotomie nach der bekannten Seldinger-Punktionstechnik.

Hierbei wird nach initialer vertikaler Hautinzision in der Mittellinie die Membrana cricothyroidea mittels der beiliegenden Kanüle punktiert und

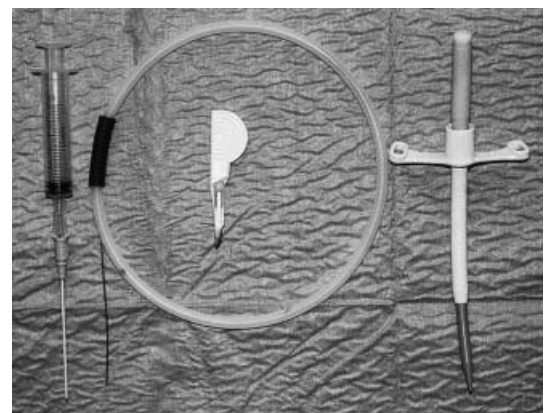


Abb. 2 ▶ Melker Notfall-Krikothyrotomie-Katheterset

nachfolgend über den liegenden Kunststoffkatheter das weiche, flexible Ende des Führungsdrahtes mehrere Zentimeter in die Trachea vorgeschoben. In die Krikothyrotomiekanüle – erhältlich sind Sets mit den Kanüldurchmessern 6,4 und 3,5 mm – wird nun der Dilator genau soweit eingeführt, bis dessen Handgriff am Konnektor der Kanüle anliegt. Über den vorhandenen Draht erfolgt eine Dilatation der Punktionsöffnung mittels des Dilators bis zum Eintritt der Krikothyrotomiekanüle in das Trachealumen. Der Dilatationsvorgang wird durch vorsichtige, leicht drehende Bewegungen der Dilator-Kanülen-Einheit deutlich erleichtert, wobei jedoch ein Hineingleiten des distalen Drahtendes in die Einheit zu verhindern ist.

Nach erfolgreicher Einlage der Kanüle in die Trachea werden der Führungsdraht einschließlich des Dilators im Ganzen und ohne Positionsänderung der Krikothyrotomiekanüle entfernt und diese im letzten Arbeitsschritt mittels beiliegender Fixierungsband gesichert. Das distale Ende der Kanüle kann direkt mit einem Standardadapter an ein Beatmungssystem angeschlossen werden.

Der Trachealkanülträger als Notfallpatient

Akute Notfälle bei Trachealkanülträgern, die ein sofortiges ärztliches Handeln erforderlich machen, beruhen nahezu ausschließlich auf zwei Mechanismen: der akuten Dyspnoe durch Verlegung oder Dislokation der Trachealkanüle sowie der akuten Blutung aus dem Stoma [13].

Dislokation der Trachealkanüle

Im präklinischen Bereich anzutreffende Patienten mit Tracheostoma sind überwiegend laryngektomierte Patienten, solche mit bilateraler Rekurrensparese oder zentralnervösen Störungen die üblicherweise über ein chirurgisch angelegtes und epithelialisiertes Stoma verfügen, das auch nach Entfernung der Trachealkanüle stabil ist und offen bleibt. Eine Kanülenreinsertion bei Dislokation der Kanüle kann technisch einfach vorgenommen werden, bereitet hier im Normalfall auch Angehörigen keine Schwierigkeiten, sodass derartige Notfälle im Einsatzspektrum des Notarztes selten sind.

Grundlegend anders sind Trachealkanüldislokationen bei Patienten mit

perkutan angelegtem Stoma zu behandeln. Im Gegensatz zur offenen Tracheotomie, bei der plastisch ein Zugang zur Trachea geschaffen wurde, erfolgt bei allen perkutanen Techniken lediglich eine Dilatation von Trachea und prätrachealem Gewebe, das somit nicht entfernt, sondern nur zur Seite gedrängt wird. Durch das unter Spannung stehende Gewebe kommt es wunschgemäß zu einer Kompression der Wundfläche gegen die Trachealkanüle, sodass eine Kanüldiskolation oder akzidentelle Dekanülierung insgesamt seltener beobachtet wird als nach offener Tracheotomie, aber im Fall der Dislokation besonderer therapeutischer Maßnahmen bedarf.

Da sich das Tracheostoma innerhalb der ersten 7–10 Tage nach Entfernung der Trachealkanüle durch den Verlust des Kanülenwiderstandes aufgrund seiner Eigenelastizität nahezu augenblicklich verschließt, ist die rasche Reinsertion der Kanüle – insbesondere ohne im präklinischen Bereich nur selten vorhandene technische Hilfsmittel – praktisch unmöglich. Schwerwiegende, bisweilen tödliche Zwischenfälle nach

„Bei Kanüldislokation nach perkutaner Tracheotomie sollte im Notfall umgehend oral reintubiert werden.“

akzidenteller Dekanülierung in den ersten Tagen nach perkutaner Tracheotomie sind beschrieben [4, 20, 28]. Oftmals jedoch resultierten die eigentlichen Komplikationen nicht durch die Dekanülierung selbst, sondern durch den prolongierten und meist frustrierten Versuch, die Atemwege durch ein Wiedereinführen der Kanüle zu sichern.

Eine perkutane Tracheotomie wird üblicherweise bei langzeitbeatmeten Intensivpatienten vorgenommen, die sich innerhalb der ersten 10 Tage nach dem Eingriff zumeist noch in stationärer Behandlung befinden. Dennoch kann der Notarzt mit einer akuten Trachealkanüldislokation im Rahmen des Interhospitaltransfers konfrontiert werden. Typischerweise ereignen sich derartige Zwischenfälle beim Umlagern des Patienten oder beim Ein- und Ausladen aus dem Fahrzeug bzw. Hubschrauber, also zumeist unter ungünstigen äußeren und logistischen Gegebenheiten.

Bei derartigen Zwischenfällen muss der Patient umgehend, also ohne vorherige Versuche der Kanülenreinsertion, oral reintubiert werden, um den Atemweg zu sichern. Erst nach Intubation und Gewährleistung einer ausreichenden Oxygenierung kann „semi-elektiv“ eine Rekanülierung über einen Dilator oder Tubuswechsler vorgenommen werden. Die Rekanülierung sollte durch Personal erfolgen, das in der perkutanen Tracheotomie entsprechend routiniert ist.

Nach etwa 10 Tagen ist eine perkutan angelegte Tracheotomie so stabil, dass ein sofortiger Verschluss bei Kanülenentfernung nicht mehr zu befürchten ist. Dennoch sollte stets die Wiedereinführung der Kanüle über einen Tubuswechsler, Führungsstab oder auch einen Absaugkatheter erfolgen, um das Einbringen der Kanüle zu erleichtern. Ist – insbesondere im außerklinischen Bereich – keine Trachealkanüle verfügbar, so kann durch das Tracheostoma auch ein mit Gleitmittel beschichteter Endotrachealtubus entsprechender Größe zur vorübergehenden Atemwegssicherung eingeführt werden. Im Zweifelsfall und bei geringsten Schwierigkeiten der Rekanülierung muss auch hier ohne Verzögerung eine endotracheale Intubation vorgenommen werden.

Trachealkanülenobstruktion

Eine Atemwegsobstruktion bei liegender Kanüle ist zumeist durch verborktes Sekret bedingt. Häufig kann eine Absaugung oder die Instillation von einigen Millilitern Kochsalzlösung im Bolus zur Provokation eines Hustenreizes mit konsekutivem Abhusten der Kruste eine deutliche Besserung bewirken [14], wobei diese Maßnahme wegen der Gefahr der Borkenquellung bei frustriertem Abhusten kontrovers diskutiert wird [24]. Bei einem stabilen, offen angelegtem Tracheostoma ist ein Trachealkanülenwechsel indiziert.

Tracheostomablutung

Blutet ein Patient aus dem Tracheostoma und besteht kein konkreter Anhalt für eine pulmonale Blutungsquelle, sollte eine tracheotomieassoziierte Blutung in Betracht gezogen werden. Häufig sind hierbei kleinere Blutungen aus kanülenbedingten Erosionen der Tracheal-

schleimhaut, die mitunter dramatisch imponieren können, aber selten eine vitale Bedrohung darstellen. Im Falle einer stärkeren Blutung muss eine Erosion großer Gefäße – insbesondere des Truncus brachiocephalicus – differentialdiagnostisch in Erwägung gezogen und der Patient gemäß den Notfallmedizinischen Standards versorgt werden.

Ist eine adäquate Atmung über die liegende Trachealkanüle trotz Absaugung nicht mehr gewährleistet, sollte diese entfernt und ein Endotrachealtubus eingesetzt werden, dessen Cuff unmittelbar vor der Trachealbifurkation und somit meist distal der vermuteten Blutungsquelle platziert wird. Ob diese Maßnahme vor Ort bereits vom Notarzt vorgenommen wird oder der Patient ohne Zeitverlust einer HNO-ärztlichen Abteilung zugeführt wird, sollte vom Zustand des Patienten und der Erfahrung des Notarztes im Atemwegsmanagement abhängig gemacht werden.

In diesem Zusammenhang muss leider erwähnt werden, dass massive, durch Arrosionen großer Gefäße bedingte Blutungen bei Tracheostomapatienten – selbst wenn sie innerklinisch auftreten – aufgrund einer aspirationsbedingten Hypoxie oder Verblutens nur in Einzelfällen überlebt werden [8, 15, 18].

Fazit für die Praxis

Durch die steigende Anzahl von in der Intensivmedizin durchgeführten Tracheotomien wird der Notarzt – neben Notfällen bei Tracheostomaträgern im häuslichen Bereich – insbesondere im Rahmen des Interhospitaltransfers zunehmend häufiger mit tracheotomierten Patienten konfrontiert. Zu den häufigsten Notfällen bei kanülierten Patienten zählen die Trachealkanüledislokation und -obstruktion sowie die Blutung aus dem Stoma. Während sich nach konventionell-chirurgischer Tracheotomie eine Rekanülierung oder der Kanülenwechsel zumeist unproblematisch darstellt, muss ein mit einer perkutanen Technik tracheotomierter Patient – insbesondere innerhalb der ersten 10 Tage nach Tracheotomie – zunächst unverzüglich

oral reintubiert werden. Bei Blutungen handelt es sich zumeist um harmlose Arrosionsblutungen, jedoch können auch lebensbedrohliche Blutungen durch eine Erosion der großen, tracheanahen Gefäße auftreten. Als notfallmäßiger Zugang zu den Atemwegen ist als ultima ratio eine Koniotomie der Tracheotomie vorzuziehen.

Literatur

1. American Society of Anesthesiologists (1993) Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the ASA Task Force of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 78: 597–602
2. Bause H, Prause A (1997) Indikationen, Kontraindikationen und Komplikationen der Dilatationstracheotomie nach Ciaglia. In: *Aktuelles Wissen für den Anästhesisten: Refresher course. Deutsche Akademie für anästhesiologische Fortbildung*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 155–164
3. Benumof JL (1999) The ASA difficult airway algorithm: New thoughts and considerations. In: *American Society of Anesthesiologists (eds) 50th annual refresher course lectures and clinical update program*. American Society of Anesthesiologists, Lecture 134
4. Berrouschot J, Oeken J, Steiniger L, Schneider D (1997) Perioperative complications of percutaneous dilational tracheostomy. *Laryngoscope* 107: 1538–1544
5. Björk VO (1960) Partial resection of the only remaining lung with the aid of respirator treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 39: 179–188
6. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K (2000) Ciaglia Blue Rhino: Eine modifizierte Technik der perkutanen Dilatationstracheotomie. *Anaesthesist* 49: 202–206
7. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C (1985) Elective percutaneous dilational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 87: 715–719
8. Cokis C, Towler S (2000) Tracheo-innominate fistula after initial percutaneous tracheostomy. *Anaesth Intensive Care* 28: 566–569
9. Deitmer T (1999) Die Tracheotomie in der Intensivmedizin – wo, wie wer und bei wem? *Anaesthesist* 48: 139–141
10. Dob DP, McLure HA, Soni N (1998) Failed intubation and emergency percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 53: 72–74
11. Fantoni A, Ripamonti D (1997) A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med* 23: 386–392
12. Griggs WM, Worthley LIG, Gilligan JE, Thomas PD, Myburgh JA (1990) A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet* 170: 543–545
13. Hackling T, Triana R, Ma OJ, Shockley W (1998) Emergency care of patients with tracheostomies: a 7-year review. *Am J Emerg Med* 16: 681–685
14. Holtmann S (1994) Akute Atemnot aus mechanischen Ursachen. In: *Madler C, Jauch KW, Werdan K (Hrsg) Das NAW-Buch*. Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, S 383–389
15. Hürter H, Post-Stanke A, Tolksdorf W (2000) Tödliche Gefäßarrosion nach Dilatationstracheotomie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35: 658–660
16. Jackson C (1909) Tracheotomy. *Laryngoscope* 19: 285–290
17. Johnson DR, Dunlap A, McFeeley P, Gaffney J, Busick B (1993) Cricothyrotomy performed by prehospital personnel: a comparison of two techniques in a human cadaver model. *Am J Emerg Med* 11: 207–209
18. Jones JW, Reynolds M, Hewitt RL, Drapanas T (1976) Tracheo-innominate artery erosion: successful surgical management of a devastating complication. *Ann Surg* 184: 194–204
19. L'her E, Goetghebeur D, Boumediene A, Renault A, Boles JM (2001) Use of the Blue Rhino tracheostomy set for emergency airway management. *Intensive Care Med* 27: 322
20. Marx WH, Ciaglia P, Graniero KD (1996) Some important details in the technique of percutaneous dilational tracheostomy via the modified Seldinger technique. *Chest* 110: 762–766
21. Mattinger C, Petroianu GA, Maleck WH, Bergler WF, Hoermann K (1999) Cricothyrotomy: Nu-Trake® versus standard surgical approach. *Anesthesiology* 91: A313
22. McGill J, Clinton JE, Ruiz E (1982) Cricothyrotomy in the emergency department. *Ann Emerg Med* 11: 361–364
23. McLure HA, Dob DA, Mannan MM, Soni N (1997) A laboratory comparison of two techniques of emergency percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 52: 1199–1201
24. Rauchfuss A (1989) *Ärztlicher Notdienst: Kopf- und Halsbereich*. Thieme, Stuttgart New York
25. Sachs M (2000) Historische Entwicklung der Tracheotomie. In: *Byhahn C, Lischke V, Westphal K (Hrsg) Tracheotomie*. Steinkopff, Darmstadt, S 1–13
26. Tøye FJ, Weinstein JD (1986) Clinical experience with percutaneous tracheostomy and cricothyroidotomy in 100 patients. *J Trauma* 26: 1034–1040
27. van Heurn LWE, Brink PRG (1996) The history of percutaneous tracheostomy. *J Laryngol Otol* 100: 723–726
28. Westphal K, Byhahn C, Rinne T, Wilke HJ, Wimmer-Greinecker G, Lischke V (1999) Tracheostomy in cardiosurgical patients: surgical tracheostomy versus Ciaglia and Fantoni methods. *Ann Thorac Surg* 68: 486–492