

# Die Tracheostomie

## Indikationen, Methoden, Risiken

### Zusammenfassung

Die Tracheostomie ist einer der ältesten operativen Eingriffe. Während sie früher bei Stenosen der oberen Atemwege angewandt wurde, liegt ihre Hauptindikation aus chirurgischer Sicht heute bei langzeitbeatmeten Intensivpatienten. Ziele sind hier die Vermeidung von Kehlkopfschäden, eine raschere Entwöhnung von der Ventilation und die Verbesserung der Pflege. Neben der konventionellen Operationsmethode werden in den letzten 10 Jahren zunehmend Punktionsverfahren der Tracheostomie eingesetzt. Mit diesen Methoden werden in Deutschland jährlich bereits über 20.000 Intensivpatienten behandelt. Diesen neuen Techniken ist die initiale Punktion der Trachea mit nachfolgender Dilatation des Punktionskanals gemeinsam. Aktuelle Metaanalysen prospektiv-randomisierter Studien belegen die geringere Komplikationsrate der neuen Methoden im Vergleich zu konventionellen Verfahren. Auch im Langzeitverlauf sind Spätfolgen, wie z. B. Trachealstenosen, selten. Dennoch hat auch die konventionelle operative Tracheostomie ihren Stellenwert, insbesondere wenn Kontraindikationen für die neuen Methoden vorliegen.

### Schlüsselwörter

Tracheostomie · Indikation · Kontraindikation · Operative Technik · Komplikation

Die Tracheostomie zählt zu den ältesten chirurgischen Eingriffen. Ihre Geschichte beginnt vor über 2000 Jahren. Asklepiades von Bythynien aus Rom (um 100 v. Chr.) soll der Erstbeschreiber dieser Operation sein. Klinische Relevanz erlangte die Tracheostomie erstmals im 19. Jahrhundert. Hier diente sie v. a. zur Behandlung der Diphtherie [15].

Heute wird die Tracheostomie in der Intensivmedizin und in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde angewandt. HNO-Ärzte tracheostomieren ihre Patienten vornehmlich wegen Stenosen der oberen Atemwege. Die Tracheostomie soll die *Atmung auf Dauer* ermöglichen. Intensivmediziner und Chirurgen hingegen wenden die Tracheostomie in der Regel bei kritisch kranken Patienten an, um *vorübergehend* die *Beatmung* zu erleichtern und die Spätfolgen einer trans-laryngealen Intubation zu vermeiden. Insofern unterscheiden sich beiden Patientengruppen grundlegend; dies betrifft nicht nur die Indikationsstellung sondern heute auch in zunehmendem Maße die Operationstechnik. Im Rahmen die-

ses Beitrags soll ganz überwiegend auf die Tracheostomie in der Intensivmedizin eingegangen werden.

### Operationsverfahren

Neben der klassischen konventionellen (plastischen) Tracheostomie [7, 49] stehen heute verschiedene moderne Punktionsmethoden zur Verfügung (Tabelle 1). Diese gehen auf Beschreibungen von Ciaglia [16, 74], Griggs [35] und Fantoni [25, 78] sowie zu allerletzt auf Frova

Erstpublikation in Der Chirurg (2001)  
72:1101–1110

Im Rahmen dieses Beitrags wird nicht zwischen „Tracheotomie“ und „Tracheostomie“ unterschieden. Im Hinblick auf die modernen Verfahren, die keine Tracheotomien sind, wird einheitlich der Begriff „Tracheostomie“ verwendet.

Priv.-Doz. Dr. M.K. Walz  
Klinik für Chirurgie und Zentrum  
für Minimal Invasive Chirurgie, Kliniken  
Essen-Mitte/Evangelische HuysSENS-Stiftung,  
Henricistraße 92, 45136 Essen  
E-Mail: mkwalz@kliniken-essen-mitte.de

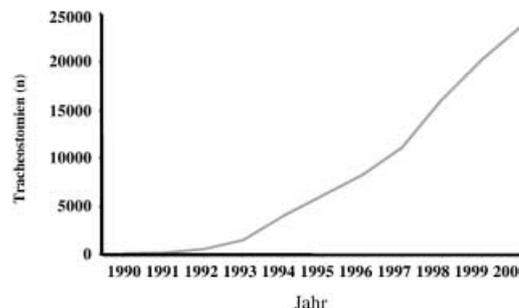


Abb. 1 ◀ Entwicklung der modernen Tracheostomiemethoden in Deutschland 1990–2000. (Quelle: Cook Deutschland, Mönchengladbach; Mallinckrodt Medical, Hennef; SIMS Medic Eschmann, Kirchseeon; Rüsch, Kernen)

M. K. Walz

## Tracheostomy: indications and operative techniques

### Abstract

Tracheostomy is one of the oldest procedures in surgery. Although it was traditionally used for treatment of upper airway stenosis, the primary surgical indication is now in the long-term intensive care unit patient. Here, the aims are avoidance of damage to the larynx, earlier weaning from artificial respiration and improved nursing care. Apart from the conventional operating method, minimally invasive procedures have been increasingly employed. More than 20,000 ICU patients per annum are now treated in Germany by these modern methods. Common features of these procedures are the initial puncture of the trachea with subsequent dilatation of the puncture channel. Current meta-analyses of prospectively randomised studies show a lower complication rate than with conventional methods. Furthermore, serious sequelae such as tracheal stenosis are rare in the long-term course. However, conventional operative tracheostomy still has its place, particularly in circumstances where the new methods are contraindicated.

### Keywords

Tracheostomy · Indications · Operative technique · Contraindications · Complications

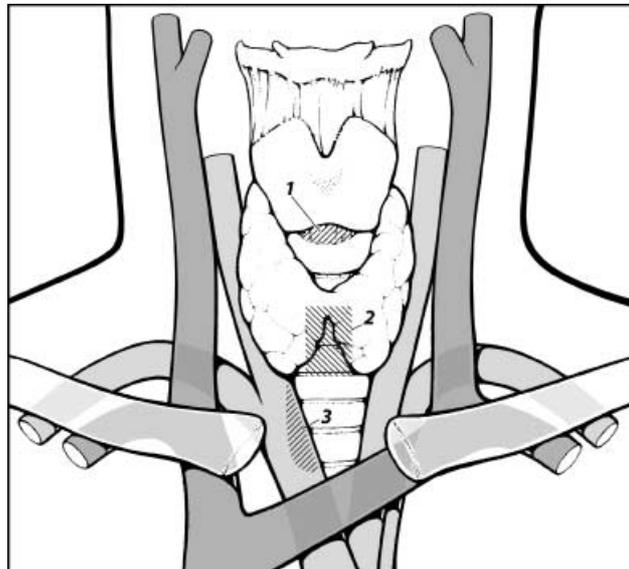
## Intensivmedizin

Tabelle 1  
**Aktuelle Methoden der Tracheostomie**

Methode	Jahr	Prinzip
Konventionelle (plastische) Tracheostomie	1909	Operative Freilegung der Trachea mit Incision der Trachealwand, Naht der Trachealwand an Haut
Punktionstracheostomie (Ciaglia)	1985	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit abgestuften Dilatatoren (Seldinger-Technik)
Dilatationstracheostomie (Griggs)	1990	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit Spreizpinzette (Seldinger-Technik)
Translaryngeale Tracheostomie (Fantoni)	1997	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals durch retrograden Durchzug der Trachealkanüle
Punktionstracheostomie („Blue rhino“)	2000	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit einem Dilatator (Seldinger-Technik)
Dilatationstracheostomie (Frova)	2001	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit Dilatationsschraube (Seldinger-Technik)

zurück. Den neueren Methoden gemeinsam ist die anfängliche Punktion der Trachea mit nachfolgender Dilatation des Punktionskanals bis zu einer Weite, die das Einsetzen einer Trachealkanüle ermöglicht. Unterschiede bestehen hin-

sichtlich des Dilatationsmanövers. Diese modernen Methoden haben inzwischen eine weite Verbreitung v. a. auch außerhalb der operativen Fächer gefunden [5, 19, 27]. In Deutschland liegt die Anzahl der Tracheostomien in Punktionstechnik



1 = Koniotomie; 2 = Tracheostomie; 3 = Tracheo-arterielle Fistel



Abb. 2 ◀ a Cervicale Anatomie. b Computertomographie des cervicothoracalen Übergangs. Lagebeziehung zwischen Trachea und T. brachiocephalicus

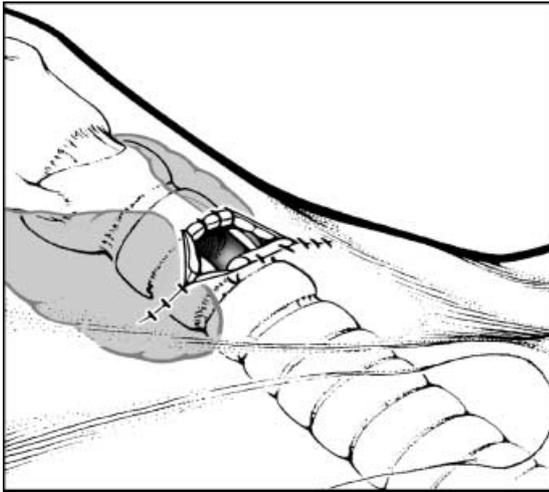


Abb. 3 ◀ **Anlage eines konventionellen (plastischen) Tracheostomas (Björk-Tracheostomie)**

derzeit bereits über 20.000 jährlich (Abb. 1). Allein diese stürmische Entwicklung sollte Chirurgen motivieren, sich mit diesen neuen Methoden zu beschäftigen.

### Spezielle anatomische Voraussetzungen

Jede Tracheostomie sollte – unabhängig von der angewandten Methode – grundsätzlich caudal der ersten Trachealspange angelegt werden. Damit werden Läsionen des Ringknorpel (Cricoid) vermieden und schwer therapierbaren Kehlkopfstenosen vorgebeugt. Dazu muss der Ringknorpel eindeutig identifiziert werden. Dies gelingt meistens durch einfache Palpation, indem man vom prominenten Schilddrüsenknorpel nach caudal tastet und dabei zunächst das Lig. conicum erreicht. Unmittelbar unterhalb findet sich das Cricoid als querverlaufender derben Knorpelring.

Zur Tracheostomie müssen die Gewebeschichten zwischen der cervicalen Haut und der ventralen Trachealwand durchtrennt werden. Dies betrifft neben Cutis und Subcutis die mediane Fascie der geraden Halsmuskulatur. Fakultativ werden der Schilddrüsenisthmus und in der Regel längsverlaufende subcutane oder subfasciale Venen disseziert. Relevante Arterien oder Nerven fehlen hier. Exakt posterior der Trachea verläuft die Speiseröhre, die besonders bei den Punktionsstechniken gefährdet ist.

Von weitreichender Bedeutung ist die Nachbarschaft der oberen thorakalen Trachea und des T. brachio-cephalicus. Dieser verläuft ventral und rechts-

lateral der Luftröhre (Abb. 2a, b). Bei Tracheomalacie mit Penetration der Trachealkanüle durch die Trachealwand kann es hier zur Arrosionsblutung kommen.

### Die konventionelle Tracheostomie

Die konventionelle Tracheostomie erfolgt bei intubierten und narkotisierten

Patienten unter maximaler Reklination des Kopfs. Der 3–4 cm lange Hautschnitt wird querverlaufend etwa in halber Distanz zwischen Fossa jugularis und Adamsapfel gelegt. Nach Durchtrennung des subcutanen Gewebes wird die gerade Halsmuskulatur mittig auseinander gedrängt und der Schilddrüsenisthmus dargestellt. Nachdem dieser optional zwischen Anstichligaturen durchtrennt ist, liegt die craniale Trachea frei. Die 2. oder 3. Trachealspange wird identifiziert und der intercartilaginäre Spalt auf einer Länge von 1–1,5 cm eröffnet. Um eine Läsion der Blockmanschette des translaryngealen Tubus zu vermeiden, empfiehlt es sich, diesen zuvor einige Zentimeter tiefer zu schieben. Ausgehend von den beiden Enden der queren Incision wird die Trachealöffnung durch zwei Längsincisionen nach caudal über eine Trachealspange vervollständigt. Damit entsteht ein nach caudal gestielter Knorpeldeckel, der sog. Björk-Lappen. Dessen craniales Ende wird nun nach caudal umgeschlagen und an der Haut fixiert. Des Weiteren werden die lateralen und cranialen Ränder der Tracheal-

Tabelle 2  
**Kontraindikationen der Tracheostomie beim Intensivpatienten.**  
(Mod. nach Walz u. Eigler 1996 [74])

	Anmerkung
<b>Allgemein gültig</b>	
Notfall	Im Notfall Koniotomie
Nichtkorrigierbare kombinierte Gerinnungstörungen	Erst Stabilisierung abwarten
Hochgradige Kreislaufinstabilität	Erst Stabilisierung abwarten
<b>Für Punktionsmethoden gültig</b>	
Patienten unter 18 Jahren	Bei Kindern kleine, weiche Trachea, deshalb Verletzung der Trachealhinterwand möglich
Unmöglichkeit der Trachealpunktion	Übergroße Struma, M. Bechterew
Unmöglichkeit der translaryngealen Intubation	Bei akzidenteller Dekanülierung notwendig
Notwendigkeit der seitengetrenten Beatmung	Platzierung entsprechender Kanülen in Seldinger-Technik unmöglich
Endgültiges Stoma	Im Langzeitverlauf stabileres Stoma nach plastischer Tracheostomie
Instabile Halswirbelsäulenfrakturen	Zusätzliche Gefährdung bei Druck von ventral
Mobiler, nichtbeatmeter Patient	Fehlende Befeuchtung führt zur Verblockung der Trachealkanüle, deshalb frühe Trachealkanülenwechsel notwendig
Notwendige Kanülengröße = 10 mm (Innendurchmesser)	Instrumentarium nicht entsprechend dimensioniert

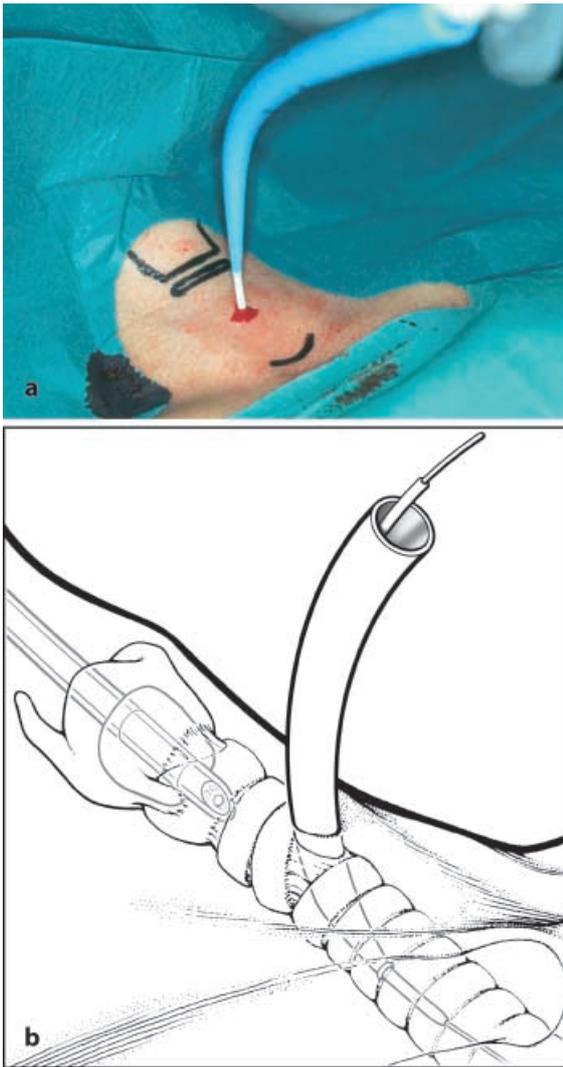


Abb. 4 ◀ a Dilatationsvorgang bei der Punktionstracheostomie („blue rhino“). b Schematische Darstellung: Kontrolle mittels flexiblem Bronchoskop

öffnung an den entsprechenden Hautrand durch Naht adaptiert. Damit ist ein plastisches Tracheostoma hergestellt (Abb. 3). Nach Rückzug des translaryngealen Tubus kann die Trachealkanüle durch das Stoma vorgeschoben werden, wobei der Björk-Lappen als Einführhilfe dient.

### Die Punktionstracheostomie nach Ciaglia

Die Punktionstracheostomie wurde in ihrer ursprünglichen Version von Ciaglia et al. im Jahr 1985 vorgestellt. Dieses Verfahren wurde im Englischen als „Percutaneous dilatational tracheostomy“ bezeichnet. Wir haben diese Methode „Punktionstracheostomie“ genannt, um auf den entscheidenden initialen Schritt hinzuweisen [77]. Prinzipiell handelt es sich bei der Punktionstracheostomie um eine Seldinger-Technik. Nach initia-

ler Punktion der Trachea wird der Punktionskanal mit abgestuften Dilatoren sukzessiv soweit aufgedehnt, bis eine Trachealkanüle eingesetzt werden kann. Die Punktionsstelle der Trachea wird durch äußere Palpation und endotracheale Inspektion mittels flexiblem Bronchoskop festgelegt. Sie entspricht der Lokalisation der klassischen operativen Tracheostomie in Höhe der 2.–3. Trachealspange. Obligates Hilfsmittel ist das Bronchoskop. Dies dient nicht nur der Bestimmung der Punktionsstelle, sondern bestätigt auch die endotracheale Lage des Führungsdrahts, erlaubt die Beobachtung des Dilatationsvorgangs und der Kanülenplatzierung und ermöglicht abschließend eine gezielte Bronchialtoilette. Inzwischen ist dieses Verfahren modifiziert worden. Seit 1999 kann die Dilatation auch mit einem einzigen, sich an der Spitze stark verjüngenden Dilator („blue rhino“) durch-

geführt werden (Abb. 4a, b). Detaillierte Beschreibungen der Methodik finden sich bei [11] und [74].

### Die Dilatationstracheostomie nach Griggs

Auch die Dilatationstracheostomie (Griggs 1990) beginnt mit der Punktion der Trachea an typischer Stelle [35]. Nach Einlegen des Führungsdrahts in die Trachea wird wiederum der Punktionskanal aufgeweitet. Im Gegensatz zur Punktionstracheostomie nach Ciaglia erfolgt dies mit einer sog. Spreizpinzette. Die Spitzen dieses Instruments werden in geschlossenem Zustand über den Führungsdraht bis in die Trachea vorgeschoben. Durch Spreizen der Pinzette wird die Trachealvorderwand soweit eröffnet, dass eine Trachealkanüle eingesetzt werden kann (Abb. 5a, b). Auch bei diesem Verfahren empfiehlt sich die tracheoskopische Kontrolle der einzelnen Schritte.

### Die translaryngeale Tracheostomie nach Fantoni

Erster Schritt der translaryngealen Tracheostomie ist ebenfalls die Punktion der Trachea an der idealen Stelle in Höhe der 2.–3. Trachealspange. Im Gegensatz zu den Verfahren von Ciaglia und Griggs wird der Führungsdraht durch die Punktionsnadel nach laryngeal und oral vorgeschoben. An das oral ausgeleitete Ende des Drahts wird eine spezielle Trachealkanüle mit konischer Spitze fixiert. Die Dehnung des Punktionskanals erfolgt durch die Trachealkanüle selbst, die – wie bei einer percutanen endoskopischen Gastrostomie – von innen (tracheal) nach außen gezogen wird (Abb. 6a, b). Nach Entfernung des konischen Kanülenendes und Verlagerung der Kanülenspitze in Richtung der Trachealbifurkation kann über diese Kanüle beatmet werden. Auch diese Methode erfordert ein flexibles Bronchoskop. Eine detaillierte Beschreibung dieser vergleichsweise komplexen Technik findet sich in einer früheren Ausgabe dieses Journals [78].

### Die Dilatationstracheostomie nach Frova

Auch bei diesem allerneuesten Verfahren sind die initialen Schritte die Punktion

der Trachea an typischer Stelle und das Einbringen des Führungsdrahts nach endotracheal. Die Weitung des Punktionskanal wird durch eine konisch zulaufende Dilatationsschraube mit selbstschneidendem Gewinde erreicht (Abb. 7a, b). Der Dilatationsvorgang muss endotracheal beobachtet werden. Nach Herausdrehen des Schraubendilatators kann die auf eine Führungshilfe aufgezoogene Trachealkanüle über den Führungsdraht in Seldinger-Technik eingebracht werden.

### Indikationen und Kontraindikationen

Die Indikation zur Tracheostomie wird grundsätzlich elektiv gestellt, Raum für eine Notfalltracheostomie gibt es nicht. Dies gilt insbesondere für Patienten auf Intensivstationen. Im Notfall ist eine Coniotomie, also eine Inci-

sion des Lig. conicum, durchzuführen (Abb. 1a).

Die Tracheostomie wird beim typischen Hals-Nasen-Ohren-ärztlichen Patienten wegen einer Stenose der oberen Atemwege durchgeführt. Der Eingriff muss hier die freie Atmung ermöglichen. Er ist meistens endgültig, weshalb vorzugsweise ein konventionelles plastisches Tracheostoma angelegt wird. Eine Punktions-technik ist bei diesen Patienten kontraindiziert, weil regelmäßig mit Problemen der Trachealkanüle zu rechnen ist [22]. Diese neigen beim spontan atmen und voll beweglichen Patienten zur Occlusion und Dislokation.

Chirurgen führen Tracheostomien am häufigsten bei langzeitbeatmeten Intensivpatienten durch. Die Tracheostomie soll hier orale, nasale und laryngeale Schäden des translaryngealen Tubus

vermeiden, die Pflege erleichtern, die Kommunikation und enterale Ernährung verbessern sowie die Entwöhnung vom Respirator beschleunigen [64]. Dementsprechend wird der Eingriff nach einigen Tagen der translaryngealen Intubation indiziert. Feste Zeiträume sind hier nicht definiert. Wir tracheostomieren Intensivpatienten im Durchschnitt nach 5 Tagen, wenn die erwartete Gesamtbeatmungsdauer 7–10 Tage übersteigt [79].

Allgemeine Kontraindikationen der Tracheostomie sind – neben der oben bereits erwähnten Notfallsituation – nichtkorrigierbare Gerinnungsstörungen und schwere Kreislaufinstabilitäten (Tabelle 2). Dies gilt für die konventionelle operative Tracheostomie wie für die modernen Punktionsverfahren. Für letztere liegt inzwischen ein detaillierter Katalog weiterer Kon-

Tabelle 3

### Konventionelle Tracheostomie vs. Punktionsmethoden:prospektiv-randomisierte Studien (1991–2001)

Autor und Jahr	Methode	Patienten (n)	Eingriffsdauer [min]	Perioperative Komplikationen		Postoperative Komplikationen		
				Alle [%]	Blutungen [%]	Alle [%]	Blutungen [%]	Stomaimfektionen [%]
Hazard et al. [40], 1991	KT	24	14±7	k.A.	k.A.	46	17	33
	PT <sup>a</sup>	22	4±2 <i>p</i> <0,001	k.A.	k.A.	12 <i>p</i> <0,01	4	4 <i>p</i> <0,01
Crofts et al. [20], 1995	KT	28	k.A.	k.A.	k.A.	36	11	4
	PT <sup>a</sup>	25	k.A.	k.A.	k.A.	25	12	0
Friedman et al. [30], 1996	KT	27	34±14	41	11	41	15	15
	PT <sup>a</sup>	26	8±5 <i>p</i> <0,0001	35	13	12	8 <i>p</i> <0,01	0
Holdgaard et al. [46], 1998	KT	30	16±11	87	87	100	33	63
	PT <sup>a</sup>	30	12±4 <i>p</i> <0,01	63 <i>p</i> <0,05	20 <i>p</i> <0,01	23 <i>p</i> <0,05	10 <i>p</i> <0,05	10 <i>p</i> <0,01
Porter und Ivanury [65], 1999	KT	12	25±10	8	0	0	0	0
	PT <sup>b</sup>	12	15±4 <i>p</i> <0,001	42 <i>p</i> <0,05	0	0	0	0
Muttini et al. [60], 1999	KT	25	41±14	0	0	36	4	28
	PT <sup>a</sup>	25	14±6 <i>p</i> <0,0001	8	8	2 <i>p</i> <0,05	4	0
Heikkinen et al. [42], 2000	KT	26	14±6	0	0	3	3	0
	PT <sup>b</sup>	30	11±6	17	17	3	3	0
Massick et al. [56], 2001	KT	50	10±2	2	0	2	2	0
	PT <sup>a</sup>	50	11±4	8	4	18 <i>p</i> <0,05	4	2

KT konventionelle Tracheostomie, PT Punktions-tracheostomie, k.A. keine Angabe.

<sup>a</sup> Methode nach Ciaglia.

<sup>b</sup> Methode nach Griggs.

trairindikationen vor (Tabelle 2). Hervorzuheben ist v. a. die Gegenanzeige bei Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren: Deren Luftröhren sind vergleichsweise klein und hochelastisch, weshalb die Trachealhinterwand und die Speiseröhre besonders gefährdet sind. Außerdem sollte insbesondere auch dann keine Punktionsstechnik angewandt werden, wenn eine endgültige oder zumindest mehrmonatige Tracheostomie wahrscheinlich ist. Dies betrifft v. a. Intensivpatienten mit schweren neurologischen Defiziten. Ein konventionelles, plastisches Stoma ist hier im Verlauf günstiger, weil weniger mit Schrumpfungen des Stomas zu rechnen ist. Bei Anwendung der modernen Verfahren bestehen keine Kontraindikationen zur Tracheostomie bei Aids [28], früh nach Sternotomie [43, 72] und bei schwerer Adipositas [55].

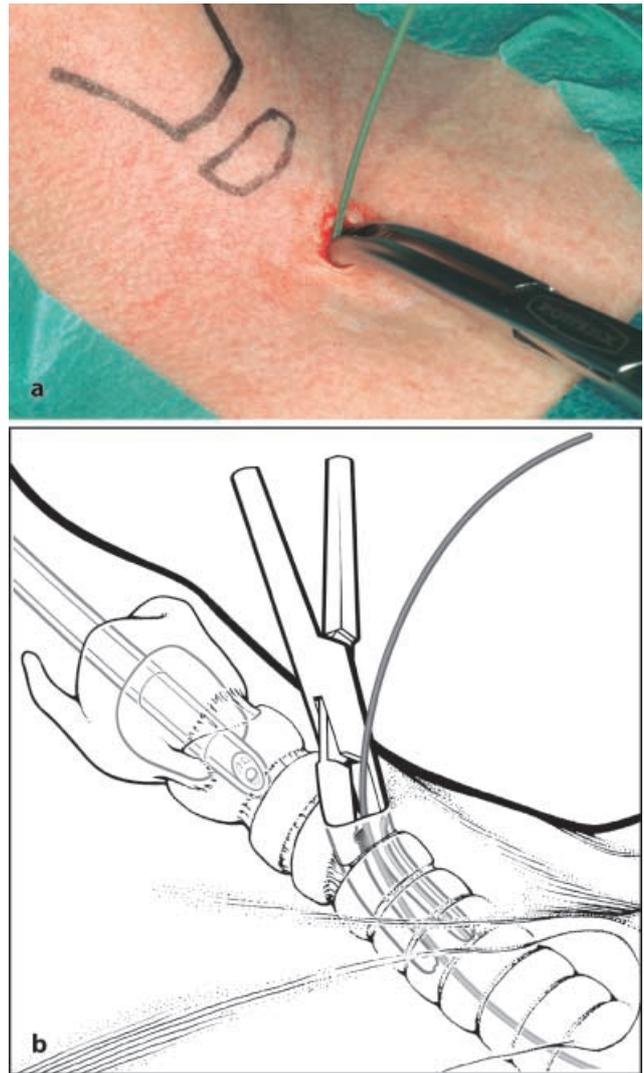
## Ergebnisse

### Zur Indikationsstellung beim Intensivpatienten

Zwar entspricht es der allgemeinen Erfahrung von Intensivmedizinern, dass die Respiratorentwöhnung eines tracheostomierten Patienten schneller gelingen kann, als die des translaryngeal intubierten Patienten. Dies dürfte vornehmlich auf die bessere Toleranz einer Trachealkanüle im Vergleich zum translaryngealen Tubus zurückzuführen sein, was eine Reduktion von Sedativa und Analgetika erlaubt. Allerdings fehlen hier evidenz-basierte Daten fast vollständig. Lediglich aus den Ergebnissen von Lenik et al. [54] sowie der Arbeitsgruppe um Rodriguez [50, 66] kann indirekt geschlossen werden, dass eine Tracheostomie die Entwöhnungsphase verkürzen könnte. Diese Autoren haben nämlich gezeigt, dass bei Traumapatienten eine Frühtracheostomie im Vergleich zur Spättracheostomie nicht nur die Gesamtbehandlungsdauer sondern auch die Intensivphase reduziert. Zudem erlitten Frühtracheostomierte signifikant seltener nosokomiale pulmonale Infekte.

Als ein Hauptargument für die Tracheostomie beim Intensivpatienten gilt die Vermeidung von chronischen Kehlkopfschäden durch den translaryngealen Tubus. In diesem Zusammenhang wird meist die Arbeit von Whited zi-

Abb. 5 ▶ a Dilatationsvorgang bei der Dilatationstracheostomie nach Griggs. b Schematische Darstellung: Kontrolle mittels flexiblem Bronchoskop



tiert, der bei 14% der Patienten mit einer Intubationsdauer über 10 Tage therapiewürdige, stenosierende Läsionen an Kehlkopf oder Trachea fand [81]. Während andere zu ähnlichen Ergebnissen kamen [23, 32], fanden Colice et al. bei keinem ihrer 82 langzeitbeatmeten Patienten relevante Kehlkopf- oder Trachealschäden [18]. In jedem Falle ist auffällig, dass die Mitteilungen zu Langzeitfolgen der Intubation überwiegend aus den 80er Jahren stammen. Jüngere Publikationen zu diesem Themenkomplex fehlen. Dies belegt die heute geringere klinische Relevanz dieses Problems, was v. a. auf die Verbesserung der Trachealtuben (verträgliches Material, „High-volume-low-pressure-Blockmanschette“) zurückzuführen sein dürfte.

Verschiedentlich wurde auf die Komplikation der Sinusitis unter Langzeitin-

tubation hingewiesen [21, 26, 47, 63]. Solche Entzündungen sollen besonders nach nasotrachealer Intubation vorkommen. Ob allerdings Sinusitiden bei Intensivpatienten durch eine frühe Tracheostomie entscheidend vermindert werden können, ist bisher nicht bekannt.

Zweifelloos erleichtert eine Tracheostomie die Intensivpflege [4]. Unklar ist aber, ob und inwieweit eine Verbesserung der Pflege die Prognose des Patienten positiv beeinflusst. Immerhin konnte gezeigt werden, dass Pflegekräfte tracheostomierte Patienten motivierter als intubierte betreuen. Darüber hinaus sind die meisten Schwestern und Pfleger der Überzeugung, dass die Tracheostomie im Vergleich zur Intubation für den Patienten psychologisch vorteilhaft ist [4].

Zusammenfassend beruht die Indikationsstellung zur Tracheostomie des

Intensivpatienten weniger auf evidenzbasierten Daten sondern eher auf persönlichen Erfahrungen und Überzeugungen. Dies muss insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Morbidität und Letalität der Tracheostomie kritisch betrachtet werden.

### Zur Verfahrenswahl

Die Vorteile der Punktionsmethoden sind seit langem bekannt. Bereits die ersten Studien wiesen die rasche bettseitige Durchführbarkeit und die hohe Sicherheit dieser Methode nach [8, 16, 39]. Inzwischen wurden große prospektive Untersuchungen mit mehr als 300 Patienten vorgelegt [51, 59, 62, 79], die die

Seltenheit der typischen Komplikationen der Tracheostomie, nämlich Stoma-infektionen und Blutungen, eindrucksvoll belegen. Insbesondere sind Infektionen der Stomata nach Punktions-techniken mit einer Rate um 1% klinisch fast unbedeutend. Schwergradige Entzündungen sind geradezu anekdotisch [58]. Dies gilt erstaunlicherweise auch für die translaryngeale Tracheo-

Tabelle 4  
Vergleichende Untersuchungen der Punktionsmethoden

Autor und Jahr	Methode	Studiendesign	Patienten (n)	Eingriffsdauer [min]	Komplikationen			Schlussfolgerungen
					Alle (n)	Blutungen (n)	Stoma-infektionen (n)	
Heerden van et al. [41], 1996	Ciaglia	Prospektiv	29	k.A.	7	2	0	Beide Methoden sicher
	Griggs		25	k.A.	6	3	1	
Walz et al. [75], 1998	Ciaglia	Prospektiv-randomisiert	25	4,9±2,1	1	0	0	Häufiger Alteration der Blutgase bei Fantoni-Methode
	Fantoni		25	5,7±1,6 <i>p</i> <0,05	2	1	0	
Ambesh et al. [2], 1998	Ciaglia	Prospektiv	40	14±5,5	4	2	1	Beide Methoden sicher
	Griggs <sup>b</sup>		40	6,5±3,5	6	3	2	
Westphal et al. [80], 1999	Ciaglia	Prospektiv	45	10,4±11,0	2	2	0	Beide Methoden sicher
	Fantoni		45	9,8±10,9	1		0	
Anon et al. [3], 2000	Ciaglia	Prospektiv	25	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Griggs-Methode schneller, Komplikationen gleich
	Griggs		38	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
Byhahn et al. [11], 2000	Ciaglia	Prospektiv-randomisiert	25	7	5 <sup>a</sup>	1	0	„Blue rhino“-Methode praktikabler als Ciaglia-Methode
	„blue rhino“		25	3 <i>p</i> <0,0001	2 <sup>a</sup>	0	0	
Nates et al. [61], 2000	Ciaglia	Prospektiv-randomisiert	52	9,3±7	5	1	0	Ciaglia-Methode sicherer
	Griggs		48	10±12	17	7 <i>p</i> <0,05	0	
Byhahn et al. [13], 2001	Griggs	Prospektiv	50	4,8±3,7	2	1	0	Keine Unterschiede bei der Gasanalyse
	Fantoni		50	9,2±3,9 <i>p</i> <0,05	2	0	0	

<sup>a</sup> Knorpelfrakturen nicht berücksichtigt.

<sup>b</sup> Modifiziert.

stomie nach Fantoni, bei der die Trachealkanüle beim Durchzug zur Mund und Rachen regelmäßig kontaminiert wird [10, 25, 78].

Vergleichende Untersuchungen zwischen konventioneller Tracheostomie und den Punktionsmethoden wurden verschiedentlich publiziert [9, 20, 30, 34, 36, 37, 40, 42, 46, 56, 60, 65, 69]. Acht dieser Studien sind prospektiv-randomisiert und auf Intensivpatienten beschränkt (Tabelle 3). Wenngleich diese Untersuchungen hinsichtlich des Studiendesigns, der Einschluss- und Beurteilungskriterien sowie der angewandten Technik nicht einheitlich sind, wird doch deutlich, dass die Punktionsmethoden schneller durchführbar sind und in der Regel geringere Komplikationsraten aufweisen. Zu diesem Schluss

kommen auch kürzlich vorgelegte Metaanalysen [14, 29], so dass die Frage „konventionelle Tracheostomie oder Punktionsstracheostomie“ für die Intensivpatienten mit hoher Evidenz zugunsten der Punktionsstracheostomie entschieden ist.

Inzwischen sind auch die Spätfolgen der Punktionsmethoden gut untersucht. Dies betrifft v. a. die Trachealstenose, die nach Punktionsmethode kaum noch klinische Relevanz besitzt [24, 43, 44, 51, 53, 57, 62, 67, 68, 71]. So fanden wir nur eine klinisch erkennbare Trachealverengung unter 106 Patienten nach Punktionsstracheostomie [79]. Dabei handelte es sich lediglich um einen Granulationsgewebepolypen, der mittels einmaliger Lasertherapie abgetragen werden konnte. Die Seltenheit von schwergradigen Tracheal-

stenosen nach Punktionsmethode dürfte auf die im Vergleich zum konventionellen Eingriff geringere Schädigung der Trachealvorderwand zurückzuführen sein [45, 76]. Dementsprechend sind auch subklinische Trachealstenosen weniger stark ausgeprägt [31, 62, 79].

Zur Bewertung der neuen Punktionsmethoden untereinander wurden inzwischen auch vergleichende Studien vorgelegt [2, 3, 12, 13, 41, 61, 75, 80]. Untersucht wurden die Kriterien Eingriffsdauer und Komplikationsrate (Tabelle 4). Zwar ergaben sich hier z. T. signifikante Unterschiede, deren klinische Relevanz jedoch zweifelhaft ist. Bis auf die allernueste Tracheostomiemethode nach Frova, für die noch keine Ergebnisse größerer Studien vorliegen, können heute alle Punktionsmethoden gleichermaßen empfohlen werden.

### Zur Komplikationsvermeidung und -beherrschung

Die am meisten gefürchteten Komplikationen der Tracheostomie sind die Blutung und der Verlust des Zugangs zur Trachea. Von geringerer Bedeutung sind dabei intraoperative Blutungen, die entweder durch operative Maßnahmen (konventionelle Tracheostomie) oder durch das Einsetzen der Trachealkanüle (Punktionsmethoden) beherrscht werden [74]. Kommt es postoperativ nach wenigen Tagen bis Wochen zu einer plötzlichen erheblichen Blutung aus dem Stoma nach endotracheal oder oral, muss an eine tracheo-arterielle Fistel gedacht werden. Ursache dieser oft letalen Blutung ist meistens eine Läsion des T. brachio-cephalicus, hervorgerufen durch eine Penetration der Kanülenspitze oder der Blockmanschette durch die ventrale Trachealwand (Abb. 8). Diese Komplikation wurde nach konventioneller Tracheostomie und inzwischen auch nach Punktionsstracheostomie beobachtet [6, 17, 33, 48, 73]. Der arterielle Defekt liegt postero-lateral und ist nur nach Sternotomie erreichbar. Keinesfalls darf die Trachealkanüle ohne Gefäßkontrolle entfernt werden, vielmehr sollte die Blockmanschette hyperinsuffliert werden. Präoperative diagnostische Maßnahmen wie Angiographie und Computertomographie sind umstritten. Empfohlen wird die bilaterale Unterbindung des Truncus, weil so Rezidivblutungen vermieden werden. Dauerhafte neurolo-

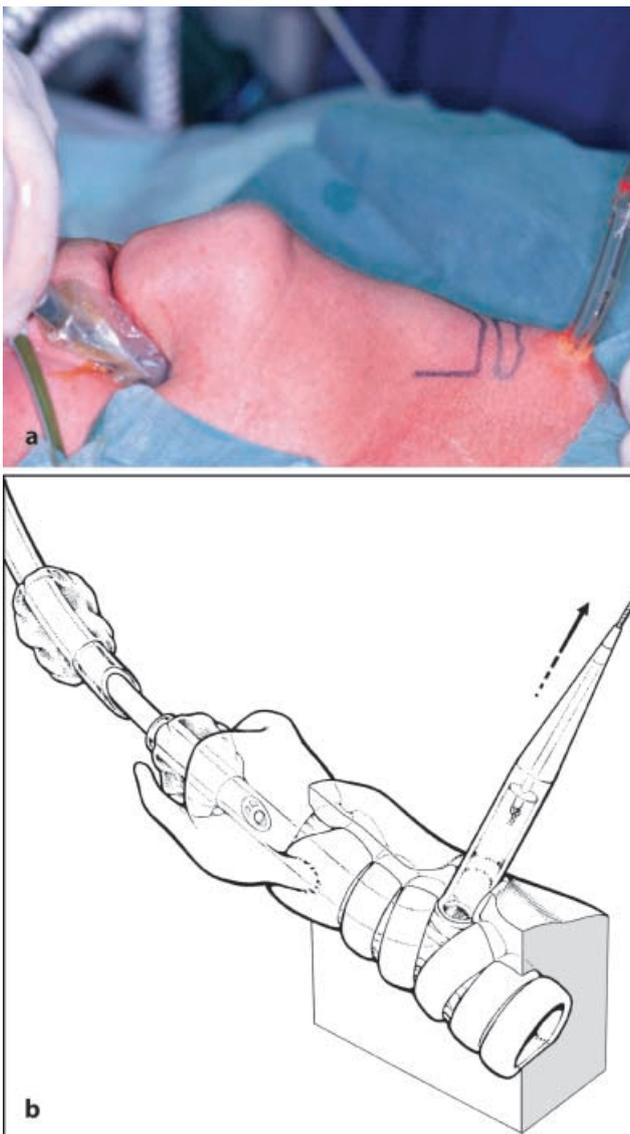


Abb. 6 ◀ a Dilatationsvorgang bei der Translaryngealen Tracheostomie nach Fantoni. b Schematische Darstellung (aus [78])

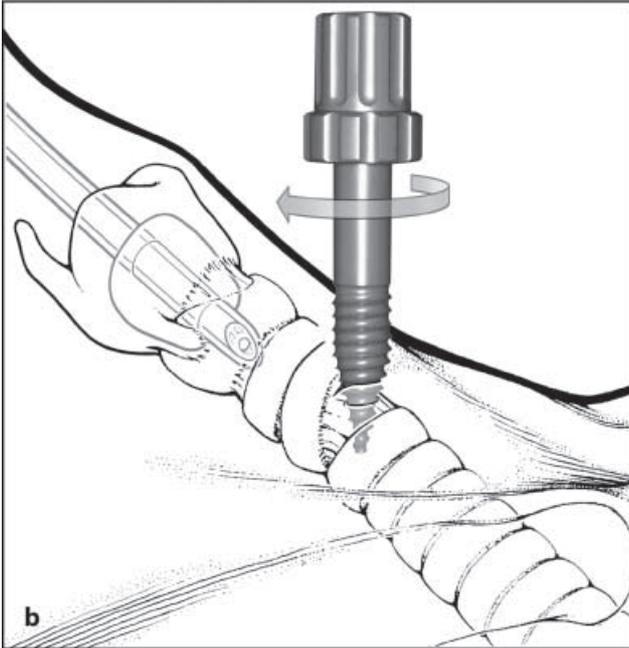


Abb. 7 ◀ a Dilatationsvorgang bei der Dilatationstracheostomie nach Frova. b Schematische Darstellung: Kontrolle mittels flexiblem Bronchoskop



Abb. 8 ▲ Tracheo-arterielle Fistel nach Tracheostomie. Läsion des T. brachio-cephalicus. Angiographie der supraaortischen Äste. Kompression durch die Blockmanschette der Trachealkanüle

gische Störungen sind kaum zu befürchten [1, 82]. Alternativ – aber seltener – kann eine solche Blutung auch aus der linken A. carotis erfolgen.

Zur Vermeidung dieser Komplikation dient eine engmaschige Druckkontrolle der Blockmanschette, da Nekrosen der Trachealwand bereits ab Druckwerten von über 25 mmHg erzeugt werden können. Außerdem sollte die Tracheostomie cranial der 4. Trachealspange platziert werden [59]. Dies lässt sich bei den modernen Techniken durch Tracheoskopie und cervicale Sonographie erreichen [38, 52, 70].

Eine weitere schwergradige Komplikation des tracheostomierten Patienten ist der Verlust des Zugangs zur Trachea z. B. durch ein unbeabsichtigtes Dekanülement. Dabei handelt es sich um ein typisches Problem der Punktionstechniken, weil eine Reinsertion der Trachealkanüle – besonders in der ersten Woche nach Tracheostomie – nicht

sicher gelingt. In solchen Situationen muss ohne Versuch der Rekanülierung eine translaryngeale Intubation erfolgen [74].

### Ausblick

Durch die Einführung neuer schonender bettseitiger Methoden hat die Tracheostomie in den letzten Jahren v. a. in der Intensivmedizin eine Renaissance erfahren. Insbesondere hinsichtlich der postoperativen Komplikationsrate sind die modernen Verfahren der konventionellen Operationstechnik überlegen. Voraussetzung dazu ist die strenge Beachtung der Kontraindikationen und spezielle Kenntnisse des Problemmanagements. Trotz der weiten Verbreitung der neuen Techniken fehlen noch immer klare Festlegungen der Indikation und des Zeitpunkts der Tracheostomie des langzeitbeatmeten Patienten. Diesbezüglich sind weitere Untersuchungen notwendig.

### Literatur

1. Adolffson R, Winblad B, Ostberg Y (1975) Survival after haemorrhage from the brachiocephalic trunk following tracheostomy. Acta Otolaryngol Stockh 80:312
2. Ambesh SP, Kaushik S (1998) Percutaneous dilational tracheostomy: the Ciaglia method versus the Rapitrach method. Anesth Analg 87:556
3. Anon JM, Gomez V, Escuela MP, Paz V de et al. (2000) Percutaneous tracheostomy: comparison of Ciaglia and Griggs techniques. Crit Care 4:124
4. Astrachan DI, Kirchner JC, Goodwin W Jr (1988) Prolonged intubation vs. tracheotomy: complications, practical and psychological considerations. Laryngoscope 98:1165
5. Bause H, Prause A (1999) Stellenwert und Komplikationen der minimalinvasiven perkutanen Tracheotomieverfahren. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 34:659
6. Bertelsen S, Jensen NM (1987) Innominate artery rupture. A fatal complication of tracheostomy. Ann Chir Gynaecol 76:230
7. Björk VO (1960) Partial resection of the only remaining lung with the aid of respirator treatment. J Thorac Cardiovasc Surg 39:179
8. Bodenham A, Diamant R, Cohen A, Webster N (1991) Percutaneous dilational tracheostomy. A bedside procedure on the intensive care unit. Anaesthesia 46:570
9. Bowen CP, Whitney LR, Truitt JD, Durbin CG, Moore MM (2001) Comparison of safety and cost of percutaneous versus surgical tracheostomy. Am Surg 67:54

10. Byhahn C, Lischke V, Westphal K (1999) Perkutane Tracheotomie in der Intensivmedizin. Praktikabilität und Frühkomplikationen der translaryngealen Technik nach Fantoni. *Anaesthesist* 48:310
11. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K (2000) Ciaglia Blue Rhino: Ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie. Technik und erste klinische Ergebnisse. *Anaesthesist* 49:202
12. Byhahn C, Wilke HJ, Halbig S, Lischke V, Westphal K (2000) Percutaneous tracheostomy: ciaglia blue rhino versus the basic ciaglia technique of percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesth Analg* 91:882
13. Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V, Rinne T, Westphal K (2001) Bedside percutaneous tracheostomy: clinical comparison of Griggs and Fantoni techniques. *World J Surg* 25:296
14. Cheng E, Fee WE (2000) Dilatational versus standard tracheostomy: a meta-analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 109:803
15. Chiari O (1916) Chirurgie des Kehlkopfs und der Luftröhre. In: Küttner H (Hrsg) *Neue Deutsche Chirurgie*, Bd 19. Enke, Stuttgart, S 57
16. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C (1985) Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 87:715
17. Cokis C, Towler S (2000) Tracheo-innominate fistula after initial percutaneous tracheostomy. *Anaesth Intensive Care* 28:566
18. Colice GL, Stukel TA, Dain B (1989) Laryngeal complications of prolonged intubation. *Chest* 96:877
19. Cooper RM (1998) Use and safety of percutaneous tracheostomy in intensive care. Report of a postal survey of ICU practice. *Anaesthesia* 53:1209
20. Crofts SL, Alzeer A, McGuire GP, Wong DT, Charles D (1995) A comparison of percutaneous and operative tracheostomies in intensive care patients. *Can J Anaesth* 42:775
21. Deutschman CS, Wilton PB, Sinow J, Thienprasit P et al. (1985) Paranasal sinusitis: a common complication of nasotracheal intubation in neurosurgical patients. *Neurosurgery* 17:296
22. Dost P, Walz MK (1995) Punktionstracheostomie bei Patienten mit Stenosen der oberen Atemwege. *Otorhinolaryngol Nova* 5:260
23. Elliott CG, Rasmusson BY, Crapo RO (1988) Upper airway obstruction following adult respiratory distress syndrome. An analysis of 30 survivors. *Chest* 94:526
24. Escarment J, Suppini A, Sallaberry M, Kaiser E et al. (2000) Percutaneous tracheostomy by forceps dilation: report of 162 cases. *Anaesthesia* 55:125
25. Fantoni A, Ripamonti D (1997) A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med* 23:386
26. Fassoulaki A, Pamouktsoglou P (1989) Prolonged nasotracheal intubation and its association with inflammation of paranasal sinuses. *Anesth Analg* 69:50
27. Fischler L, Erhart S, Kleger GR, Frutiger A (2000) Prevalence of tracheostomy in ICU patients. A nation-wide survey in Switzerland. *Intensive Care Med* 26:1428
28. Flum DR, Steinberg SD, Adams PX, Wallack MK (1998) Bedside percutaneous tracheostomy in acquired immunodeficiency syndrome. *Am Surg* 64:444
29. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG (2000) A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 118:1412
30. Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J et al. (1996) Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest* 110:480
31. Friman L, Hedenstierna G, Schildt B (1976) Stenosis following tracheostomy. *Anaesthesia* 31:479
32. Gaynor EB, Greenberg SB (1985) Untoward sequelae of prolonged intubation. *Laryngoscope* 95:1461
33. Gelman JJ, Aro M, Weiss SM (1994) Tracheo-innominate artery fistula. *J Am Coll Surg* 179:626
34. Graham JS, Mulloy RH, Sutherland FR, Rose S (1996) Percutaneous versus open tracheostomy: a retrospective cohort outcome study. *J Trauma* 41:245
35. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburgh JA (1990) A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet* 170:543
36. Griggs WM, Myburgh JA, Worthley LI (1991) A prospective comparison of a percutaneous tracheostomy technique with standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med* 17:261
37. Gysin C, Dulguerov P, Guyot JP, Perneger TV et al. (1999) Percutaneous versus surgical tracheostomy: a double-blind randomized trial. *Ann Surg* 230:708
38. Hatfield A, Bodenham A (1999) Portable ultrasonic scanning of the anterior neck before percutaneous dilatational tracheostomy. *Anaesthesia* 54:660
39. Hazard PB, Garrett HE Jr, Adams JW, Robbins ET, Aguilard RN (1988) Bedside percutaneous tracheostomy: experience with 55 elective procedures. *Ann Thorac Surg* 46:63
40. Hazard P, Jones C, Benitone J (1991) Comparative clinical trial of standard operative tracheostomy with percutaneous tracheostomy. *Crit Care Med* 19:1018
41. Heerden PV van, Webb SA, Power BM, Thompson WR (1996) Percutaneous dilatational tracheostomy – a clinical study evaluating two systems. *Anaesth Intensive Care* 24:56
42. Heikkinen M, Aarnio P, Hannukainen J (2000) Percutaneous dilatational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med* 28:1399
43. Heuer B, Deller A (1998) Früh- und Spätergebnisse der perkutanen Dilatationstracheostomie (PDT Ciaglia) bei 195 Intensivpatienten. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 33:306
44. Heurn LWE van, Goei R, Ploeg I de, Ramsay G, Brink PRG (1996) Late complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* 110:1572
45. Heurn LWE van, Theunissen PHMH, Ramsay G, Brink PRG (1996) Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* 109:1466
46. Holdgaard HO, Pedersen J, Paaske PB, Jensen RH et al. (1996) Percutaneous dilatational tracheostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 40:838
47. Holzapfel L, Chevret S, Madinier G, Ohen F et al. (1993) Influence of long-term oro- or nasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: results of a prospective, randomized, clinical trial. *Crit Care Med* 21:1132
48. Hurter H, Post-Stanke A, Tolksdorf W (2000) Tödliche Gefäßarrosion nach Dilatationstracheotomie. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35:658
49. Jackson C (1909) Tracheotomy. *Laryngoscope* 18:285
50. Kane TD, Rodriguez JL, Luchette FA (1997) Early versus late tracheostomy in the trauma patient. *Respir Care Clin North Am* 3:1
51. Kearney PA, Griffen MM, Ochoa JB, Boulanger BR et al. (2000) A single-center 8-year experience with percutaneous dilatational tracheostomy. *Ann Surg* 231:701
52. Kollig E, Heydenreich U, Roetman B, Hopf F, Muhr G (2000) Ultrasound and bronchoscopic controlled percutaneous tracheostomy on trauma ICU. *Injury* 31:663
53. Leonard RC, Lewis RH, Singh B, Heerden PV van (1999) Late outcome from percutaneous tracheostomy using the Portex kit. *Chest* 115:1070
54. Lesnik I, Rappaport W, Fulginiti J, Witzke D (1992) The role of early tracheostomy in blunt, multiple organ trauma. *Am Surg* 58:346
55. Mansharamani NG, Koziel H, Garland R, LoCicero J et al. (2000) Safety of bedside percutaneous dilatational tracheostomy in obese patients in the ICU. *Chest* 117:1426
56. Massick DD, Yao S, Powell DM, Griesen D et al. (2001) Bedside tracheostomy in the intensive care unit: a prospective randomized trial comparing open surgical tracheostomy with endoscopically guided percutaneous dilatational tracheostomy. *Laryngoscope* 111:494
57. McFarlane C, Denholm SW, Sudlow CL, Moralee SJ et al. (1994) Laryngotracheal stenosis: a serious complication of percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 49:38
58. Mohammadi I, Vedrinne JM, Ceruse P, Duperret S et al. (1997) Major cellulitis following percutaneous tracheostomy. *Intensive Care Med* 23:443
59. Muhammad JK, Major E, Wood A, Patton DW (2000) Percutaneous dilatational tracheostomy: haemorrhagic complications and the vascular anatomy of the anterior neck. A review based on 497 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 29:217
60. Muttini S, Melloni G, Gemma M, Casati A et al. (1999) Tracheotomia percutanea e chirurgica. Confronto prospettico, randomizzato dell'incidenza di complicanze precoci e tardive. (Percutaneous or surgical tracheotomy. Prospective, randomized comparison of the incidence of early and late complications). *Minerva Anesthesiol* 65:521

61. Nates NL, Cooper DJ, Myles PS, Scheinkestel CD, Tuxen DV (2000) Percutaneous tracheostomy in critically ill patients: a prospective, randomized comparison of two techniques. *Crit Care Med* 28:3734
62. Norwood S, Vallina VL, Short K, Saigusa M et al. (2000) Incidence of tracheal stenosis and other late complications after percutaneous tracheostomy. *Ann Surg* 232:233
63. O'Reilly MJ, Reddick EJ, Black W, Carter PL et al. (1984) Sepsis from sinusitis in nasotracheally intubated patients. *Am J Surg* 147:601
64. Plummer AL, Gracey DR (1989) Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 96:178
65. Porter JM, Ivatury RR (1999) Preferred route of tracheostomy – percutaneous versus open at the bedside: a randomized, prospective study in the surgical intensive care unit. *Am Surg* 65:142
66. Rodriguez JL, Steinberg SM, Luchetti FA, Gibbons KJ et al. (1990) Early tracheostomy for primary airway management in the surgical critical care setting. *Surgery* 108:655
67. Rosenbower TJ, Morris JA Jr, Eddy VA, Ries WR (1998) The long-term complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Am Surg* 64:82
68. Steele AP, Evans HW, Afaq MA, Robson JM et al. (2000) Long-term follow-up of Griggs percutaneous tracheostomy with spiral CT and questionnaire. *Chest* 117:1430
69. Stoeckli SJ, Breitbach T, Schmid S (1997) A clinical and histologic comparison of percutaneous dilatational versus conventional surgical tracheostomy. *Laryngoscope* 107:1643
70. Sustic A, Kovac D, Zgaljardic Z, Zupan Z, Krstulovic B (2000) Ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a safe method to avoid cranial misplacement of the tracheostomy tube. *Intensive Care Med* 26:1379
71. Vigliaroli L, De Vivo P, Mione C, Pretto G (1999) Clinical experience with Ciaglia's percutaneous tracheostomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 256:426
72. Wagner F, Nasser R, Laucke U, Hetzer R (1998) Percutaneous dilatational tracheostomy: results and long-term outcome of critically ill patients following cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 46:352
73. Walz MK (1997) Percutaneous dilatational tracheostomy: method, indications, contraindications and results. *Curr Opin Anaesthesiol* 10:101
74. Walz MK, Eigler FW (1996) Methodik der Punktionstracheostomie. *Chirurg* 67:436
75. Walz MK, Peitgen K (1998) Punktionstracheostomie versus translaryngeale Tracheostomie. Eine prospektiv-randomisierte Studie an 50 Intensivpatienten. *Chirurg* 69:418
76. Walz MK, Schmidt U (1999) Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy – a clinico-pathological study. *Intensive Care Med* 25:102
77. Walz MK, Thürauf N, Eigler FW (1993) Die Punktionstracheostomie beim Intensivpatienten – Technik und Ergebnisse einer minimal-invasiven Methode. *Zentralbl Chir* 118:406
78. Walz MK, Hellinger A, Walz MV, Nimtz K, Peitgen K (1997) Die translaryngeale Tracheostomie – Technik und erste Ergebnisse. *Chirurg* 68:531
79. Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, Trost HA et al. (1998) Percutaneous dilatational tracheostomy – early results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med* 24:685
80. Westphal K, Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V (1999) Percutaneous tracheostomy: a clinical comparison of dilatational (Ciaglia) and translaryngeal (Fantoni) techniques. *Anesth Analg* 89:938
81. Whited RE (1984) A prospective study of laryngotracheal sequelae in long-term intubation. *Laryngoscope* 94:367
82. Yang FY, Criado E, Schwartz JA, Keagy BA, Wilcox BR (1988) Trachea-innominate artery fistula: retrospective comparison of treatment methods. *South Med J* 81:701