

Die Punktionstracheotomie* (CME 4/05)

Percutaneous tracheostomy

C. Byhahn¹, K. Westphal² und B. Zwißler¹

¹ Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main (Direktor: Prof. Dr. B. Zwißler)

² Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Katharina-Kasper-Kliniken Frankfurt am Main (Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. K. Westphal)

Die Zertifizierung der Fortbildung anhand von Fortbildungsbeiträgen in unserer Zeitschrift können alle Mitglieder von DGAI und BDA nutzen.

Je Fortbildungsbeitrag ist ein Satz von Multiple-choice-Fragen zu beantworten. Entsprechend den Bewertungskriterien der Bundesärztekammer erhalten Sie einen Fortbildungspunkt, wenn Sie mindestens 70% der Fragen zutreffend beantwortet haben. Ab 90% richtiger Antworten erhalten Sie zwei Fortbildungspunkte. Die richtigen Antworten werden unmittelbar nach Einsendeschluss in dieser Zeitschrift bekanntgegeben. Die Fortbildungszertifikate werden nach Ende jeden Kalenderjahres von der Landesärztekammer Westfalen-Lippe ausgestellt. Die Fortbildungspunkte werden auch von den anderen Ärztekammern, gemäß den jeweiligen Bestimmungen, anerkannt.

Für Nutzer des Online-Verfahrens (<http://cme.anaesthesisten.de>) ist die Zertifizierung kostenfrei.

Zusammenfassung: Die Punktionstracheotomie hat sich in den vergangenen Jahren als fester Bestandteil der intensivmedizinischen Beatmungstherapie etabliert. Sie bietet erwiesenermaßen eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber der prolongierten translaryngealen Intubation und der konventionellen Tracheotomie. Gegenwärtig stehen in Deutschland fünf Techniken zur Verfügung, die alle auf dem Prinzip der Trachealpunktion, nachfolgender Dilatation der Weichteile und Einlage einer Trachealkanüle in Seldingertechnik beruhen. Die Inzidenz klinisch bedeutsamer perioperativer Komplikationen liegt für die Punktionstracheotomie bei etwa 4%, wobei zwischen den einzelnen Techniken nahezu kein Unterschied besteht. Langzeitkomplikationen umfassen im Wesentlichen die Trachealstenose, die bislang jedoch nur in Einzelfällen beobachtet wurde.

Die technische Einfachheit der Verfahren ermöglicht ein rasches Erlernen dieser Techniken insbesondere für nicht chirurgisch ausgebildete Intensivmediziner. Dennoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich bei der Punktionstracheotomie trotz ihres minimal-invasiven Charakters um einen chirurgischen Eingriff an den Atemwegen eines kritisch kranken Intensivpatienten handelt, der im Einzelfall mit schwerwiegenden Komplikationen vergesellschaftet sein kann. Dem rechtzeitigen Erkennen und der adäquaten Behandlung eventueller Komplikationen kommt daher eine elementare Bedeutung zu.

Nur durch stetige Sorgfalt und Aufmerksamkeit kann die Punktionstracheotomie ihrem eigentlichen Anspruch ge-

recht werden: als elektiver Eingriff mit einer geringen Komplikationsrate die Beatmungs-, Entwöhnungs- und Gesamtsituation eines Intensivpatienten zu verbessern und ihn vor den Komplikationen der prolongierten Intubation zu schützen.

Summary: Percutaneous tracheostomy has become an established procedure in the intensive management of critically ill patient on long-term ventilation. It offers a number of advantages over prolonged endotracheal intubation and conventional tracheostomy. All five techniques of percutaneous tracheostomy currently available in Germany are based on Seldinger's technique and differ from one another mainly in the particular manner of dilating the soft tissue and inserting the cannula. The incidence of clinically significant perioperative complications is around 4%, with virtually no difference among the various techniques. The leading long-term complication of percutaneous tracheostomy is tracheal stenosis, which, however, has to date been described in only a few cases.

Percutaneous tracheostomy is technically simple to perform and quickly learned, even by intensivists with no particular surgical skills. Nevertheless, it must be noted that, despite its minimally invasive nature, percutaneous tracheostomy is still a surgical manipulation of the critically ill patient's airway, and in the individual case may be associated with life-threatening complications. Immediate recognition and adequate treatment of any complication that may arise is therefore of primary importance.

Constant care and awareness is mandatory to ensure the effectiveness of percutaneous tracheostomy in improving ventilation and the patient's overall condition, speeding up weaning from the ventilator, and largely preventing the complications of prolonged endotracheal intubation.

* Rechte vorbehalten.

Da sowohl die modernen, minimal-invasiven Tracheotomietechniken als auch die klassische chirurgische Tracheotomie „durch die Haut“ – also perkutan – durchgeführt werden, wird nachfolgend der Begriff „Punktionstracheotomie“ synonym für die minimal-invasiven Methoden in Seldingertechnik gebraucht.

Schlüsselwörter: Perkutane Tracheotomie – Elektive Operationstechniken – Minimal-invasive Verfahren – Maschinelle Beatmung – Intensivmedizin

Keywords: Tracheostomy – Surgical Procedures – Elective Minimally Invasive Surgical Procedures – Mechanical Ventilation – Intensive Care.

Entwicklung und Techniken der modernen Punktionstracheotomie

“Die Tracheotomie: Eine nützliche, aber gefährliche Methode”. So lautete der Titel eines Vortrags von *Erich Rügheimer* anlässlich der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie vor nunmehr über vier Jahrzehnten. Zu dieser Zeit wurde die Tracheotomie beim Intensivpatienten nach der von *Jackson* [45] beschriebenen, offenen Technik durchgeführt. Über mit dieser Technik nicht selten vergesellschaftete Komplikationen, auch schwerwiegender und bisweilen tödlicher Art, wurde damals häufig berichtet [13, 67]. Aus diesem Grund verzichteten die Intensivmediziner überwiegend auf die Tracheotomie, und die Patienten blieben für Wochen oder Monate intubiert. Im Jahr 1985 publizierten *Bishop* et al. eine tierexperimentelle Arbeit über die Folgen der Langzeitintubation [11]. Nahezu zeitgleich erschien in *Chest* unter dem Titel „Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report“ die Arbeit des bereits 73-jährigen Chirurgen *Pasquale Ciaglia* aus Syracuse / New York [21]. Unabhängig voneinander legten beide Studien den Grundstein für eine neue Ära im Management des langzeitbeatmeten Intensivpatienten, die bis heute Bestand hat.

Es gilt mittlerweile als erwiesen, dass die Punktionstracheotomie eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber der Langzeitintubation und der konventionellen Tracheotomie bietet. Eine kürzlich publizierte Metaanalyse [32] aller zu diesem Zeitpunkt verfügbaren prospektiv-randomisierten Vergleichsstudien zwischen Punktions- und konventioneller Tracheotomie [24, 33, 38, 41, 61] zeigte, dass postoperative Komplikationen, perioperative Blutungen und Tracheostomaimfektionen nach Punktionsverfahren signifikant seltener auftraten (Tab. 1). Drei weitere seitdem publizierte Arbeiten [31, 40, 54] bestätigten die Ergebnisse von *Freeman*

et al. [32]. Die Punktionstracheotomie kann daher als der gegenwärtige Goldstandard im Atemwegsmanagement längerfristig beatmeter Intensivpatienten betrachtet werden. Aktuelle Umfragen in Großbritannien [23], Deutschland [80], der Schweiz [29], den Niederlanden [27] und Spanien [5] zeigten eine Prävalenz von Punktionsverfahren auf der Intensivstation von 52 - 82%. Wurde die Intensivstation anästhesiologisch geleitet, kamen nahezu ausschließlich Punktionsverfahren zur Anwendung [29, 80]. Die Punktionstracheotomie gewinnt daher zunehmend an Bedeutung und sollte dem langzeitbeatmeten Intensivpatienten nicht länger als nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft vertretbar vorenthalten werden.

Die Ära Seldinger

Bereits 1953 berichtete der schwedische Radiologe *Sven Ivar Seldinger* über eine neuartige Zugangstechnik zu den Hohlräumen des Körpers. Hierzu führte er nach Punktion mit einer Hohlnadel einen Führungsdraht in das Gefäß ein, entfernte die Nadel und legte schließlich einen Katheter über den Führungsdraht in das Gefäß ein [65]. Der Geschäftsmann *Bill Cook* aus Bloomington / Indiana, angeregt durch seinen Cousin *Van Fucilla* und seinen Freund *Charles Dotter*, beide Radiologen, stellte erstmals industriell gefertigte Sets zur Gefäßkatheterisierung her. Seit der ersten Anwendung eines derartigen Sets am Illinois Masonic Hospital in Chicago im Jahr 1963 ist die Seldingertechnik aus dem medizinischen Alltag nicht mehr wegzudenken [55].

Alle fünf gegenwärtig erhältlichen Punktionsverfahren basieren auf einer Dilatation von Weichteilen und Trachea und schließlich der Trachealkanüleneinführung über einen Führungsdraht, der nach Punktion der Trachea durch die Hohlnadel eingelegt wird. Die einzelnen Techniken unterscheiden sich also lediglich darin, wie letztlich Dilatation und Kanüleneinführung erfolgen.

Tabelle 1: Ergebnisse einer Metaanalyse von prospektiv-randomisierten Vergleichsstudien zwischen konventioneller Tracheotomie und Punktionstracheotomie. Eine Odds Ratio < 1 bezeichnet einen Vorteil zugunsten der Punktionstracheotomie. Modifiziert nach [32].

	Odds Ratio	95%-Konfidenzintervall	P
Intraoperative Komplikationen	0,73	0,06 - 9,73	n.s.
Intraoperative Blutung	0,15	0,02 - 0,39	< 0,05
Postoperative Komplikationen	0,15	0,07 - 0,29	< 0,05
Postoperative Blutung	0,39	0,18 - 0,88	< 0,05
Tracheostomaimfektion	0,02	0,01 - 0,07	< 0,05

n.s.: nicht signifikant

Technik	Charakteristika	Hersteller
PDT (Perkutane Dilatations-tracheotomie)	Anterograde Mehrschritt Dilatation mit bis zu 7 Dilatatoren	Cook Deutschland, Mönchengladbach
GWDF (Guidewire Dilating Forceps)	Anterograde, zweistufige Dilatation mittels modifiziertem Howard-Kelly-Spreizer	SIMS Portex Ltd., Hythe, Kent, United Kingdom
TLT (Translaryngeale Tracheotomie)	Retrograde Einschrütdilatation mit der Trachealkanüle selbst	Tyco Healthcare, Athlone, Ireland
CBR (Ciaglia Blue Rhino)	Anterograde Einschrütdilatation mit einem konisch geformten Dilatator	Cook Deutschland, Mönchengladbach
PercuTwist	Anterograde Stomaanlage mit einer selbstschneidenden Plastikschraube	Rüsch, Kernen

In Tabelle 2 sind die spezifischen Eigenschaften der gegenwärtig in Deutschland verfügbaren Punktionstechniken kurz zusammengefasst. Für eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Verfahren wird auf die jeweilige Erstpublikation der Methode [16, 21, 26, 34, 36] oder auf eine entsprechende Übersichtsarbeit verwiesen [77].

Durchführung der Punktionstracheotomie

Die Punktionstracheotomie ist ein bettseitig auf der Intensivstation durchführbarer Eingriff, womit dieser unabhängig vom Routineoperationsprogramm jederzeit vorgenommen werden kann. Ein potentiell komplikationsbehafteter Transport des kritisch kranken Patienten von der Intensivstation in den Operationssaal entfällt.

Zur bettseitigen Punktionstracheotomie werden zwei Ärzte sowie eine Assistenzkraft benötigt. Eine präoperative Nahrungskarenz von 6 Stunden sollte angestrebt werden, bietet jedoch vor dem Hintergrund der hohen Prävalenz von Magen-Darm-Passagestörungen bei Intensivpatienten keinen sicheren Schutz vor einer Aspiration von Mageninhalt. In Allgemeinanästhesie, Relaxation zur Vermeidung von Hustenstößen und damit konsekutiver Verletzung der Trachealhinterwand sowie unter kontrollierter Beatmung mit 100% Sauerstoff erfolgt zunächst unter direkter laryngoskopischer Sicht ein Zurückziehen des Endotrachealtubus in den glottischen Bereich. Somit wird sichergestellt, dass der Patient im Fall eines Atemwegsverlustes während oder nach der Punktionstracheotomie jederzeit konventionell reintubiert werden kann. Lässt sich die Glottis nicht zufriedenstellend einstellen, muss von der Punktionstracheotomie Abstand genommen werden. Eine Assistenzkraft fixiert den zurückgezogenen Tubus manuell. Der am Kopfende des Patienten stehende Arzt stellt nun das Tracheallumen bronchoskopisch dar, während nach chirurgischer Hautdesinfektion und steriler Abdeckung des OP-Feldes durch den zweiten Arzt die Trachealpunktion, der Dilatationsvorgang und die Kanüleneinführung erfolgt. Die kontinuierliche bronchoskopische Überwachung dieser Schritte ist erforderlich,

um eventuelle Verletzungen – insbesondere der Trachealhinterwand – sofort erkennen zu können.

Vor Konnektion der Trachealkanüle an den Respirator muss die korrekte Kanülenlage bronchoskopisch durch den am Kopfende stehenden Bronchoskopeur verifiziert werden. Lassen sich hierbei keine eindeutigen intratrachealen Strukturen identifizieren, ist die sofortige Kanülenentfernung („if in doubt, take it out“) und ein Verschieben des Endotrachealtubus über die Punktionsstelle hinaus erforderlich, um den Atemweg des Patienten zu sichern. Erfolgt trotz unsicherer Kanülenlage eine probatorische Beatmung über die Trachealkanüle, kann dieses Manöver bei einer akzidentellen paratrachealen Lage der Kanüle unmittelbar zu einem Mediastinalemphysem mit konsekutivem Atemwegsverlust führen.

Ist die korrekte Kanülenlage bronchoskopisch bestätigt, kann über die Trachealkanüle beatmet und diese mit einem geeigneten Band fixiert werden. Eine Annäherung der Kanüle ist aufgrund deren guten Fixierung in den unter Spannung stehenden Halsweichteilen üblicherweise nicht indiziert.

Punktionstracheotomie ja - aber wann?

Neben einer Vielzahl von Aspekten, die in Tabelle 3 detailliert dargestellt sind, sprechen im Wesentlichen zwei Punkte für eine zeitnahe Tracheotomie bei mittel- und längerfristig beatmeten oder im Weaning befindlichen Intensivpatienten. Einerseits sollen tubusassoziierte laryngotracheale Schäden so gering wie möglich gehalten werden. Durch die den natürlichen Krümmungen der Atemwege genau entgegengesetzt gestaltete Form des Endotrachealtubus wirken Scher- und Druckkräfte von mehr als 100 mmHg auf die vulnerablen laryngotrachealen Strukturen und induzieren bereits in den ersten 7 Tagen eine inflammatorische Kaskade, die die Grundlage für spätere Schädigungen darstellt [11, 82]. Andererseits ermöglicht ein Endotrachealtubus erst ab einem Innendurchmesser von 8,5 bis 9,4 mm – abhängig von seiner Länge – eine Senkung des Atemwegswiderstandes auf das Niveau der physiologischen Mundatmung und damit eine in der Entwöhnungsphase vom Beatmungsgerät ange-

strebte physiologische Atemarbeit. Eine längerfristige orale oder möglicherweise gar nasale Intubation mit einem entsprechend dimensionierten Endotrachealtubus erscheint nur schwer vertretbar, weswegen die Erleichterung der Respiratorentwöhnung eine weitere entscheidende Indikation zur rechtzeitigen Tracheotomie darstellt.

Ungeachtet dessen, dass in den vergangenen zwei Jahrzehnten weit über 500 Originalarbeiten zu nahezu allen Facetten der Punktionstracheotomie publiziert wurden, existieren noch immer keine evidenzbasierten Empfehlungen über den optimalen Zeitpunkt der Tracheotomie bei Intensivpatienten. In zwei im Herbst 2004 unabhängig voneinander publizierten Arbeiten wurde erstmals methodisch valide der Fragestellung nachgegangen, ob eine frühzeitige Tracheotomie des Intensivpatienten Vorteile hinsichtlich einer rascheren Respiratorentwöhnung bringt, die Inzidenz ventilatorassoziierter Infektionen der tiefen Atemwege senken und die Intensivbehandlungsdauer verkürzen könnte [8, 63]. *Arabi et al.* konnten in einer retrospektiven Analyse polytraumatisierter Patienten zeigen, dass unabhängig vom Tracheotomiezeitpunkt (Gruppe A: am 6. Beatmungstag; Gruppe B: am 13. Beatmungstag) das Zeitintervall zwischen Tracheotomie und Entwöhnung vom Beatmungsgerät identisch war. Diese Ergebnisse implizieren, dass eine frühzeitige Tracheotomie die Gesamtbeatmungsdauer signifikant zu verkürzen vermag [8]. Die Arbeitsgruppe um *Rumbak* randomisierte 120 internistische Intensivpatienten, deren voraussichtliche Beatmungsdauer bei Aufnahme auf die Intensivstation auf mindestens 14 Tage geschätzt wurde, in eine frühe (innerhalb von 48 Stunden nach Aufnahme) und eine späte (14 - 16 Tage nach Aufnahme) Tracheotomiegruppe. Die frühzeitig tracheotomierten Patienten wiesen eine signifikant niedrigere Mortalität und Inzidenz ventilatorassoziierter Pneumonien auf; Intensivbehandlungs- und Beatmungsdauer waren ebenfalls signifikant verkürzt [63]. Die Autoren des begleitenden Editorials kommentierten diese Arbeit folgendermaßen: „Der gegenwärtige Standard, die Tracheotomie erst nach 10 - 14 Tagen vorzunehmen, besitzt keine Grundlage mehr. Einen wirklichen Grund zur Sorge stellt jedoch die Tatsache dar, dass die gegenwärtige Praxis der verzögerten Tracheotomie auf einem Fehler erster Ordnung beruhen könnte: nämlich der allgemeinen Akzeptanz einer inkorrekten Behandlungspraxis“ [1]. Auch wenn weitere Untersuchungen notwendig sind, um diese Studienergebnisse zu untermauern, ist es bereits jetzt an der Zeit, die gegenwärtige Praxis zum Tracheotomiezeitpunkt kritisch zu hinterfragen.

Juristische Aspekte

Alle diagnostischen und therapeutischen ärztlichen Eingriffe am Menschen bedürfen dessen Einwilligung nach entsprechender Aufklärung. Eine Ausnahme stellt hierbei die sogenannte „Geschäftsführung ohne Auftrag“ dar, also die Durchführung medizinischer Maßnahmen am nicht einwilligungsfähigen Patienten, wenn diese der Abwendung einer

Tabelle 3: Gesicherte Vorteile der Punktionstracheotomie gegenüber der endotrachealen Intubation

Generelle Vorteile:

- Senkung von Atemwegswiderstand und Atemarbeit auf das physiologische Niveau.
- Verbesserte Mund- und Trachealtoilette.
- Orale Ernährung möglich.
- Verbale Kommunikation möglich.
- Bessere Toleranz der Trachealkanüle - geringerer Sedativa- und Analgetikabedarf.

Bei frühzeitiger Durchführung der Tracheotomie zusätzlich:

- Vermeidung / Verminderung tubusassoziierter laryngo-trachealer Schäden.
- Verminderte Inzidenz nosokomialer Pneumonien.

mittelbaren oder unmittelbaren vitalen Bedrohung oder schwerwiegenden Morbidität dienen. In einem derartigen Fall kann davon ausgegangen werden, dass der Patient – wäre er einwilligungsfähig – diesen Maßnahmen zustimmen würde. Ausnahmen stellen Maßnahmen dar, denen der Patient im Vorfeld einer medizinischen Behandlung ausdrücklich widersprochen hat, z.B. die Gabe von Blut oder Blutprodukten bei Angehörigen der Zeugen Jehovas. Die Punktionstracheotomie am nicht einwilligungsfähigen Intensivpatienten ist ein elektiver Eingriff, der zwar erwiesenermaßen eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber der prolongierten Intubation bietet, aber mitnichten der Abwendung einer vitalen Bedrohung oder einer unmittelbar aus der Nichtdurchführung dieses Eingriffs resultierenden, schwerwiegenden Morbidität dient. Insofern ist vor der Durchführung der Punktionstracheotomie am Intensivpatienten eine rechtsgültige Einwilligung einzuholen. Dies geschieht üblicherweise beim gesetzlich bestimmten Betreuer des Patienten. Um unnötige Verzögerungen zu vermeiden, sollte daher über das zuständige Gericht die Einrichtung einer Eilbetreuung schnellstmöglich für jeden Intensivpatienten beantragt werden, der potentiell für eine Punktionstracheotomie in Frage kommen könnte. Bei Patienten, die aufgrund ihres Grunderkrankungsprofils und der Art des operativen Eingriffs ein erhöhtes Risiko einer postoperativen Langzeitbeatmung aufweisen, kann die Aufklärung über eine mögliche Tracheotomie im Rahmen der Intensivbehandlung während des präoperativen Anästhesiegesprächs erfolgen und auf diesem Wege bereits im Vorfeld eine rechtsgültige Einwilligung des Patienten eingeholt werden.

Kontraindikationen der Punktionstracheotomie

Während sich die Indikationsstellung zur Punktionstracheotomie beim Intensivpatienten aus Tabelle 3 ableiten lässt, müssen auch die zwar wenigen – aber zwingenden – Kontraindikationen Erwähnung finden. Eine Punktionstracheo-

tomie bedarf eines palpatorisch sicher zu identifizierenden Trachealverlaufs; es darf keinesfalls eine Blindpunktion durchgeführt werden. Ungeachtet des im amerikanischen Sprachraum häufigen Verzichts auf eine bronchoskopische Überwachung von Punktion, Dilatation und Trachealkanüleneinführung wird in den Anwendungshinweisen der in Deutschland vertriebenen Sets eine bronchoskopische Überwachung dringend empfohlen. Aufgrund dieser nachdrücklichen Empfehlung könnten Komplikationen, die bronchoskopisch hätten erkannt oder vermieden werden können, medikolegale Konsequenzen zur Folge haben. Aus diesem Grund ist eine bronchoskopische Überwachung essentiell zur Durchführung einer Punktionstracheotomie. Weitere absolute Kontraindikationen umfassen den respiratorischen Notfall (hier sind eine sofortige translaryngeale Intubation und gegebenenfalls eine Koniotomie durchzuführen) sowie ein Patientenalter unter 16 - 18 Jahren, da bei Kindern und Jugendlichen aufgrund der Weichheit des Trachealgewebes sowie des geringen Trachealquerschnittes eine erhöhte Verletzungsgefahr der Trachealhinterwand besteht. Eine Ausnahme bildet die TLT, da durch die retrograde Dilatation von innen nach außen das Tracheallumen aktiv offen gehalten wird und somit die Hinterwand besser geschützt ist. Dennoch erstreckt sich die Erfahrung zur TLT bei Kindern nur auf sehr wenige Patienten [26].

Kommt es intraoperativ oder durch eine akzidentelle Dekanülierung innerhalb der ersten 7 - 10 Tage nach Punktionstracheotomie – in diesem Zeitraum verschließt sich der Punktionkanal nahezu augenblicklich, und eine Trachealkanülenreinsertion ist zunächst unmöglich – zu einem Verlust des Atemweges, muss eine sofortige translaryngeale Reintubation vorgenommen werden. Daher ist es essentiell, den Patienten konventionell oral intubieren zu können. Die laryngoskopische Einstellbarkeit der Glottis muss daher vor Beginn einer Punktionstracheotomie stets überprüft werden. Bei bekannten oder zu erwartenden Intubationsschwierigkeiten ist die Punktionstracheotomie daher absolut kontraindiziert, da in diesem Zusammenhang nicht selten über schwerwiegende Zwischenfälle, leider auch mit tödlichem Ausgang, berichtet wurde [10, 20, 53, 78].

Die relativen Kontraindikationen der Punktionstracheotomie sind in Tabelle 4 dargestellt. Hier hängt es im Wesentlichen von der Erfahrung des Operateurs und dem Ergebnis einer sorgfältigen Nutzen-Risiko-Analyse ab, ob eine Tracheotomie vertretbar erscheint oder nicht.

Punktionstracheotomie bei Risikopatienten

Die Prävalenz von Patienten mit relativen Kontraindikationen für eine Punktionstracheotomie ist in der modernen Intensivmedizin erheblich. Differenzierte Beatmungsmuster, insbesondere die Anwendung eines hohen PEEP, sowie die kontinuierliche inhalative Verabreichung von Stickstoffmonoxid (NO) könnten die Punktionstracheotomie als einen zu riskanten Eingriff erscheinen lassen. *Beiderlinden* et al. fanden mit drei verschiedenen Punktionstechniken keine

Tabelle 4: Absolute und relative Kontraindikationen der Punktionstracheotomie

Absolut:

- Respiratorischer Notfall
- Bekannte oder zu erwartende schwierige Intubation
- Alter < 16 - 18 Jahre (außer für TLT)
- Fehlende bronchoskopische Überwachung
- Trachealverlauf palpatorisch nicht identifizierbar.

Relativ:

- Hochgradige plasmatische Gerinnungsstörung
- Thrombozytopenie mit Spontanblutungen
- Hochgradige respiratorische Insuffizienz, kontinuierliche Inhalation von NO
- Adipositas permagna
- Instabile oder fixierte Halswirbelsäule.

Verschlechterung des perioperativen Gasaustauschs zwischen Patienten mit hohem ($16,6 \pm 4,0$ mbar) und niedrigem PEEP ($7,6 \pm 2,2$ mbar) [9]. In einer Kasuistik konnte weiterhin gezeigt werden, dass die Durchführung der TLT bei einer Patientin mit ARDS unter kontinuierlicher NO-Applikation sicher durchführbar war [14].

Nahezu alle Intensivpatienten weisen erworbene oder iatrogen induzierte plasmatische und/oder thrombozytäre Gerinnungsstörungen auf. *Kluge* et al. untersuchten die Blutungsinzidenz während der GWDF-Tracheotomie bei 42 Patienten mit schwerer Thrombozytopenie (1.000 - 47.000/ μ l). Mehr als die Hälfte dieser Patienten wiesen zusätzliche plasmatische Gerinnungsstörungen auf (aPTT > 40 sek., INR >1,5). Bei zwei Patienten kam es zu einer perioperativen Blutung, die eine Blutstillung durch Umstechung notwendig machte [48]. Die niedrige Inzidenz von Blutungskomplikationen in diesem Hochrisikokollektiv und die Tatsache, dass es sich bei beiden Komplikationen um chirurgische, jedoch nicht um diffuse Blutungen handelte, erlaubt die Schlussfolgerung, dass die Punktionstracheotomie auch bei Patienten mit deutlich kompromittierter Gerinnungssituation sicher anwendbar ist. Auch die Durchführung der TLT gestaltete sich bei einem Patienten mit schwerer Hemmkörperhämophilie komplikationslos [14]. Entgegen der weitläufigen Meinung geht eine Antikoagulation mit unfraktionierten oder niedermolekularen Heparinen nicht mit einer erhöhten Blutungsinzidenz einher, weswegen die Punktionstracheotomie auch unter laufender Antikoagulation vorgenommen werden kann, z.B. unter CVVHF-Behandlung.

Ursächlich für die niedrige Inzidenz perioperativer Blutungen ist der dilatative Charakter des Tracheostomas und eine dadurch hervorgerufene, hohe Spannung des peristomalen Gewebes, das nach Einführung der Trachealkanüle dieser fest anliegt. Kleinere Blutungen tamponieren sich somit ohne weitere Intervention. Dies impliziert, dass die bisweilen vorgenommene chirurgische Präparation der Halsweichteile bis auf die Trachealvorderwand mit an-

schließender Punktion unter direkter Sicht eine wesentliche Eigenschaft der dilatativen Tracheotomieverfahren zunichte macht und als kontraindiziert erachtet werden muss.

Da das Risiko einer peristomalen Infektion nach konventionell-chirurgisch durchgeführter Tracheotomie hoch ist [32], wurden noch bis vor wenigen Jahren frische Operationswunden in der Nähe des geplanten Tracheostomas (z.B. nach medianer Sternotomie, collarer Ösophagusanastomose oder ventraler HWS-Stabilisierung) als absolute Kontraindikation für die Durchführung einer Tracheotomie erachtet [13, 43]. Verschiedene Arbeiten konnten jedoch zwischenzeitlich zeigen, dass es bei einer zwischen dem 1. und 14. postoperativen Tag vorgenommenen Punktionstracheotomie in keinem einzigen Fall zu einer peristomalen Infektion oder einer solchen der benachbarten Operationswunde kam [14, 15, 59, 69]. Auch in einer Metaanalyse zwischen Punktions- und chirurgischer Tracheotomietechnik wurde das Infektionsrisiko nach Punktionstracheotomie als vernachlässigbar gering ermittelt [32]. Analog scheint auch die Durchführung der Punktionstracheotomie bei immunsupprimierten Patienten nach allogener Organtransplantation ohne erhöhtes infektiologisches Risiko möglich zu sein [56, 60].

Die Prävalenz der Adipositas ist in den westlichen Industrienationen stetig zunehmend. Neben adipositasassoziierten Begleiterkrankungen und pathophysiologischen Veränderungen (z.B. Abnahme der funktionellen Residualkapazität) weisen adipöse Patienten oftmals eine für die Punktionsstracheotomie suboptimale Anatomie der vorderen Halsregion auf. In vereinzelt Kasuistiken konnte dennoch gezeigt werden, dass auch bei Patienten mit einem Body Mass Index von mehr als 50 kg/m² die Punktionstracheotomie im individuellen Fall sicher durchführbar war [52, 64, 70, 72]. Diesen Kasuistiken gegenüber steht eine Untersuchung an 474 adipösen (Body Mass Index > 27,5 kg/m²) und normalgewichtigen Patienten, an denen mit vier verschiedenen Techniken eine Punktionstracheotomie durchgeführt wurde. Hierbei traten bei 19,2% der adipösen Patienten als schwer oder intermediär klassifizierte Komplikationen auf (Tab. 5), während die Rate derartiger Komplikationen im normalgewichtigen Kontrollkollektiv bei 4,2% lag [19]. Die Punktionstracheotomie sollte daher an adipösen und vor allem extrem adipösen Patienten nur nach einer sorgfältigen Nutzen-Risiko-Abwägung durchgeführt werden.

Welche Technik ist die Beste?

Um die Frage nach einer vermeintlich "besten" Technik zur Punktionstracheotomie zu beantworten, bedarf es der Betrachtung einer Vielzahl von Variablen, von denen die perioperative Komplikationsrate sicherlich die bedeutendste ist. Da im Gegensatz zu anderen Gebieten für die Punktionsstracheotomie bislang keine Richtlinien im Sinne einer Good Clinical Research Practice mit einer einheitlichen Definition von Komplikationen existieren, wurde nachfolgend die Schweregradklassifikation nach einer von *Dulguerov et al.*

Tabelle 5: Einteilung perioperativer Komplikationen nach *Dulguerov et al.* (25)

Schwer:

- Tod
- Herz-Kreislaufstillstand
- Pneumothorax
- Pneumomediastinum.

Intermediär:

- Sättigungsabfall
- Hypotension
- Trachealhinterwandverletzung
- Via falsa
- Abbruch der Punktionstracheotomie und Wechsel auf die konventionelle Technik
- Aspiration

Geringfügig:

- Blutung
- Erschwerte Trachealkanüleneinführung
- Subkutanes Emphysem

publizierten Einteilung [25] in die Gruppen schwer, intermediär und geringfügig vorgenommen (Tab. 5).

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aller 16 gegenwärtig publizierten Studien, die zwei oder mehr Punktions-techniken untersuchten [2-4, 6, 16-18, 20, 28, 35, 46, 51, 57, 73, 75, 79], sowie vier weiterer Monostudien zur PercuTwist-Technik [34, 37, 66, 81] ist im Hinblick auf schwere oder intermediäre perioperative Komplikationen in Tabelle 6 dargestellt. Auf die Darstellung der als geringfügig klassifizierten Komplikationen wurde verzichtet, da diese in den einzelnen Arbeiten inkonsistent erfasst und darüber hinaus nur von untergeordneter klinischer Bedeutung waren.

Eine perioperative Inzidenz von etwa 4% klinisch relevanter, nämlich schwerer oder intermediärer Komplikationen, weist die Punktionstracheotomie als sicheres Verfahren aus. In Bezug auf diese Komplikationsraten waren alle Techniken nahezu vergleichbar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es aufgrund der gegenwärtigen Datenlage keine "beste" Technik gibt. Da die Rate der klinisch relevanten Komplikationen für alle Verfahren gleichermaßen niedrig war und auch preislich kein wesentlicher Unterschied zwischen den einzelnen Techniken besteht, sollte die Entscheidung, welche Technik angewendet wird, von der Erfahrung des Operateurs mit der jeweiligen Methode abhängig gemacht werden. Im Fall von unerwarteten technischen Problemen oder Komplikationen ist die sichere Beherrschung einer Alternativtechnik wünschenswert, weswegen im Alltag nach Möglichkeit zwei verschiedene Verfahren alternierend zum Einsatz kommen sollten.

Postoperative Komplikationen und Langzeitergebnisse

Neben der bereits eingangs erwähnten akzidentellen Dekanülierung oder Okklusion der Trachealkanüle innerhalb der ersten 7 - 10 Tage nach Punktionstracheotomie stellt die Arrosion des Truncus brachiocephalicus eine weitere, schwerwiegende Komplikation in der postoperativen Phase dar. Anatomisch überkreuzt der Truncus brachiocephalicus die Trachea etwas distal der Punktionsstelle von ventral, also üblicherweise dort, wo sich der Cuff der Trachealkanüle befindet. Bricht die Trachealkanüle durch die Gefäßwand hindurch, resultiert hieraus eine arterielle Massenblutung in die Atemwege mit konsekutiver Hypoxie, über die in der Literatur vereinzelt berichtet wurde [7, 22, 44]. Die einzige Überlebenschance für den Patienten besteht im rechtzeitigen Erkennen einer solchen Komplikation, dem richtigen Handeln und der sofortigen operativen Ligatur des Truncus brachiocephalicus [47]. Kommt es zu einer signifikanten Blutung aus dem Tracheostoma, insbesondere nach einer längeren Kanülierungsdauer, muss an eine arterielle Arrosion gedacht werden. Keinesfalls darf bei einer solchen Blutung der Kanülencuff entblockt oder die Kanüle entfernt werden. Vielmehr muss eine sofortige radiologische Diagnostik und bei Bestätigung der Diagnose eine Operation vorgenommen werden, um dem Patienten eine Überlebenschance zu bewahren [77].

Die in Metaanalysen ermittelte Inzidenz einer peristomalen Infektion nach Punktionstracheotomie liegt weit unter 1% [25, 32]. Ursächlich hierfür scheint der hohe Druck des peristomalen Gewebes gegen die Kanüle zu sein, so dass nach einer Punktionstracheotomie – im Gegensatz zur konventionellen Technik – keine mit den Atemwegen und dem dort angesiedelten Keimspektrum kommunizierende Wundfläche entsteht. Ebenso ist das Eindringen von Keimen in umgekehrter Richtung entlang des Punktionskanals in die tiefen Atemwege unwahrscheinlich, was die niedrige Inzidenz von Infektionen der tiefen Atemwege nach Punktionstracheotomie erklären könnte. Die Punktionstracheotomie hat sich daher als ein Verfahren erwiesen, das sowohl bei hochgradig immunsupprimierten Patienten als auch bei in unmittelbarer Nachbarschaft zur Punktionsstelle gelegenen frischen Operationswunden (Sternotomie, Ösophaguschirurgie) sicher und ohne erhöhtes Morbiditätsrisiko angewendet werden kann [14, 15, 43, 56, 59, 60, 69].

Einen wesentlichen klinischen Aspekt der Tracheotomie gegenüber der Langzeitintubation stellt die Vermeidung von Spätschäden, vor allem subglottischer Larynx- und Trachealstenosen, dar. Mit der Einführung von Punktionsstechniken konnte die Inzidenz von klinisch signifikanten Spätschäden drastisch gesenkt werden, wobei jedoch die Anzahl der insgesamt nachuntersuchten Patienten nach wie vor gering ist und bislang weder zur Blue-Rhino- noch zur PercuTwist-Technik Langzeitergebnisse verfügbar sind. Ein Grund hierfür ist, dass Nachuntersuchungen nach Dekanülierung mit erheblichen logistischen, vor allem aber methodischen Pro-

Tabelle 6: Inzidenz schwerer und mittelschwerer perioperativer Komplikationen während Punktionstracheotomie, zusammengefasst aus 16 vergleichenden Untersuchungen (2-4, 6, 16-18, 20, 28, 35, 46, 51, 57, 73, 75, 79) und klassifiziert nach *Dulguerov et al.* (25). Da für die PercuTwist-Technik nur eine vergleichende Studie existiert (18), erfolgte zusätzlich die Einbeziehung der bislang publizierten Monostudien (34, 37, 66, 81).

Technik	Patienten (n)	Komplikationen (n und %)	
		Schwer	Intermediär
PDT	312	1 (0,3%)	11 (3,5%)
GWDF	514	1 (0,2%)	21 (4,1%)
TLT	242	-	15 (6,2%)
CBR	348	4 (1,1%)	10 (2,8%)
PercuTwist	239	2 (0,8%)	1 (0,4%)
Gesamt	1.655	8 (0,5%)	58 (3,5%)

blemen, die eine wissenschaftlich fundierte Schlussfolgerung quasi nicht zulassen, verbunden sind. Die Schwierigkeit, selbst aus einer großen Grundgesamtheit tracheotomierter Intensivpatienten ein quantitativ aussagekräftiges Studienkollektiv zur Nachuntersuchung auf Spätschäden zu rekrutieren, zeigen die geringen Patientenzahlen, über deren Nachuntersuchung bislang in der Literatur berichtet wurde. Gegenwärtig finden sich lediglich 8 Arbeiten an 213 Patienten nach PDT [30, 49, 58, 62, 74], 35 Patienten nach GWDF [50, 68] und 13 Patienten nach TLT [42], in denen Spätkomplikationen mindestens 6 Monate nach Dekanülierung entweder laryngotracheoskopisch oder radiologisch mit CT bzw. Tracheazielaufnahmen in 2 Ebenen beurteilt wurden. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Lediglich *Norwood et al.* [58] und *Walz et al.* [74] fanden bei insgesamt 5 Patienten nach PDT eine Verkleinerung des Trachealquerschnittes von mehr als 50%. In allen anderen Untersuchungen betragen die beobachteten Einengungen der Trachea stets weniger als 50%, zumeist sogar weniger als 30%. Da jedoch erst ab einer Lumeneinengung von etwa 75% mit klinischen Symptomen wie Ruhe- und Belastungsdyspnoe, Husten, Sekretverhalt oder Stridor zu rechnen ist [39, 83], dürfte den meisten der diagnostizierten Tracheallumeneinengungen nach Punktionstracheotomie eher eine akademische als klinische Bedeutung zukommen. Zudem lassen alle Untersuchungen die Frage offen, ob die beobachteten Veränderungen der Trachea Folge der vorausgegangenen Intubation, der Tracheotomie, des Trachealkanülencuffs, einer Kombination dieser Faktoren oder möglicherweise sogar vorbestehend waren.

Relativ häufig wurde während GWDF und CBR über bronchoskopisch diagnostizierte Trachealspangenverletzungen berichtet. Verletzungen können über eine Narbenbildung zu einer Schrumpfung des Gewebes mit möglicher Lumeneinengung der Trachea führen. Da bei Punktionsverfahren

Tabelle 7: Langzeitergebnisse nach Punktionstracheotomie.

Autor	Technik	n	Methode	Ergebnis
Fischler et al. (30)	PDT	10	LTK	keine Lumeneinengungen nachweisbar
Law et al. (49)	PDT	40	LTK	Lumeneinengung von 10 - 30%: n = 3 Lumeneinengung von 40%: n = 1
Norwood et al. (58)	PDT	48	CT + LTK	Lumeneinengung von 11 - 25%: n = 10 Lumeneinengung von 26 - 50%: n = 4 Lumeneinengung von > 50%: n = 1
Rosenbower et al. (62)	PDT	9	LTK	keine Lumeneinengungen nachweisbar
Walz et al. (74)	PDT	106	TZA	Lumeneinengung von < 10%: n = 60 Lumeneinengung von 11 - 25%: n = 19 Lumeneinengung von 26 - 50%: n = 2 Lumeneinengung von > 50%: n = 4
Leonard et al. (50)	GWDF	10	LTK	keine Lumeneinengungen nachweisbar
Steele et al. (68)	GWDF	25	CT	keine Lumeneinengungen nachweisbar, jedoch Trachealdilatation bei n = 8
Hommerich et al. (42)	TLT	13	LTK	Lumeneinengung von < 30%: n = 13

CT: Computertomographie, LTK: Laryngotracheoskopie, TZA: Tracheazielaufnahme

jedoch das die verletzte Trachealspange umgebende nutritive Gewebe üblicherweise intakt bleibt, wurden Knorpelnekrosen nach Punktionstracheotomie bislang nicht beobachtet [76], während Tracheallappennekrosen bei mit der Technik nach Björk [12] konventionell tracheotomierten Patienten in etwa 25% auftraten [71]. Auch die deutlich geringere Inzidenz von peristomalen Infektionen nach Punktionstechniken scheint zu diesen positiven Ergebnissen beizutragen [76].

Was muss man tun?

- Strikte Beachtung der absoluten Kontraindikationen, insbesondere des schwierigen Atemwegs und des respiratorischen Notfalls.
- Durchführung der Punktionstracheotomie nur unter kontinuierlicher bronchoskopischer Überwachung.
- Durchführung des elektiven Eingriffs nur nach Einwilligung durch den Patienten oder dessen gesetzlich bestellten Betreuer.

Was soll man tun?

- Zeitpunkt der Tracheotomie neu überdenken.
- Zwei verschiedene Techniken alternierend anwenden.
- Dilatative Durchführung des Verfahrens, keine chirurgische Präparation der Weichteile.

Was kann man tun?

- Anwendung der Punktionstechniken unter laufender Antikoagulation.
- Durchführung der Punktionstracheotomie bei Hochrisikopatienten nach sorgfältiger Risiko-Nutzen-Abwägung.

Literatur

- Ahrens T, Kollef MH. Early tracheostomy – has its time arrived? Crit Care Med 2004; 32: 1796-1797.
- Ambesh SP, Kaushik S. Percutaneous dilatational tracheostomy: The Ciaglia method versus the Rapitrach method. Anesth Analg 1998; 87: 556-561.
- Ambesh SP, Pandey CK, Srivastata S, Agarwal A, Singh DK. Percutaneous tracheostomy with single dilation technique: A prospective, randomized comparison of Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guidewire Dilating Forceps. Anesth Analg 2002; 95: 1739-1745.
- Anon JM, Gomez V, Escuela MP, De Paz V, Solana LF, De La Casa RM, et al. Percutaneous tracheostomy: comparison of Ciaglia and Griggs techniques. Crit Care 2000; 4: 124-128.
- Anon JM, Escuela MP, Gomez V, Garcia de Lorenzo A, Montejo JC, Lopez J. Use of percutaneous tracheostomy in intensive care units in Spain. Results of a national survey. Intensive Care Med 2004; 30:1212-1215.
- Anon JM, Escuela MP, Gomez V, Moreno A, Lopez J, Diaz R, et al. Percutaneous tracheostomy: Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guide Wire Dilating Forceps. A prospective, randomized trial. Acta Anaesthesiol Scand 2004; 48: 451-456.
- Anton K, Reichert W. Arrosionsblutung des Truncus brachiocephalicus nach Anlage eines „Tracheosafe“-Stomaplathalters. Anaesth Intensivmed 2002; 43: 202-205.
- Arabi Y, Haddad S, Shirawi N, Shimemeri A. Early tracheostomy in intensive care trauma patients improves resource utilization: a cohort study and literature review. Crit Care 2004; 8: R347-R352.
- Beiderlinden M, Groeben H, Peters J. Safety of percutaneous dilatational tracheostomy in patients ventilated with high positive end-expiratory pressure (PEEP). Intensive Care Med 2003; 29:944-948.
- Berroushot J, Oeken J, Steiniger L, Schneider D. Perioperative complications of percutaneous dilatational tracheostomy. Laryngoscope 1997; 110: 220-228.
- Bishop MJ, Hibbard AJ, Fink BR, Vogel AM, Weymuller EA. Laryngeal injury in a dog model of prolonged endotracheal intubation. Anesthesiology 1985; 62: 770-773.
- Björk VO. Partial resection of the only remaining lung with the aid of respirator treatment. J Thorac Cardiovasc Surg 1960; 39: 179-188.
- Brown AH, Braimbridge MV, Panagopoulos P, Sabar EF. The complications of median sternotomy. J Thorac Cardiovasc Surg 1969; 58: 189-197.
- Byhahn C, Lischke V, Westphal K. Translaryngeal tracheostomy in highly unstable patients. Anaesthesia 2000; 55: 678-682.
- Byhahn C, Rinne T, Halbig S, Albert S, Wilke HJ, Lischke V, et al. Early percutaneous tracheostomy after median sternotomy. J Thorac Cardiovasc Surg 2000; 120: 329-334.
- Byhahn C, Wilke HJ, Halbig S, Lischke V, Westphal K. Percutaneous

- tracheostomy: Ciaglia Blue Rhino versus the basic Ciaglia technique of percutaneous dilational tracheostomy. *Anesth Analg* 2000; 91: 882-886.
17. Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V, Rinne T, Westphal K. Bedside percutaneous tracheostomy: Clinical comparison of Griggs and Fantoni techniques. *World J Surg* 2001; 25: 295-301.
 18. Byhahn C, Westphal K, Meininger D, Gürke B, Kessler P, Lischke V. Single-dilator percutaneous tracheostomy: a comparison of PercuTwist and Ciaglia Blue Rhino techniques. *Intensive Care Med* 2002; 28: 1262-1266.
 19. Byhahn C, Meininger D, Halbig S, Lischke V, Westphal K. Perioperative complications during percutaneous tracheostomy in obese patients. *Anaesthesia* 2005; 60: 12-16.
 20. Cantais E, Kaiser E, Le-Goff Y, Palmier B. Percutaneous tracheostomy: Prospective comparison of the translaryngeal technique versus the forceps-dilational technique in 100 critically ill adults. *Crit Care Med* 2002; 30: 815-819.
 21. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 1985; 87: 715-719.
 22. Cokis C, Towler S. Tracheo-innominate fistula after initial percutaneous tracheostomy. *Anaesth Intens Care* 2000; 28: 566-569.
 23. Cooper RM. Use and safety of percutaneous tracheostomy in intensive care. Report of a postal survey of ICU practice. *Anaesthesia* 1998; 53: 1209-1212.
 24. Crofts SL, Alzeer A, McGuire GP, Wong DT, Charles D. A comparison of percutaneous and operative tracheostomies in intensive care patients. *Can J Anaesth* 1999; 42: 775-779.
 25. Dulguerov P, Gysin C, Perneger TV, Chevrolet JC. Percutaneous or surgical tracheostomy. A meta-analysis. *Crit Care Med* 1999; 27: 1617-1625.
 26. Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med* 1997; 23: 386-392.
 27. Fikkers BG, Franssen GA, van der Hoeven JG, Briede IS, van den Hoogen FJ. Tracheostomy for long-term ventilated patients: a postal survey of ICU practice in The Netherlands. *Intensive Care Med* 2003; 29: 1390-1393.
 28. Fikkers BG, Staatsen M, Lardenoije SG, van den Hoogen FJA, van der Hoeven JG. Comparison of two percutaneous tracheostomy techniques, guidewire dilating forceps and Ciaglia Blue Rhino: a sequential cohort study. *Crit Care* 2004; 8: R299-R305.
 29. Fischler L, Erhart S, Kleger GR, Frutiger A. Prevalence of tracheostomy in ICU patients. A nation-wide survey in Switzerland. *Intensive Care Med* 2000; 26: 1428-1433.
 30. Fischler L, Kuhn M, Cantieni R, Frutiger A. Late outcome of percutaneous dilational tracheostomy in intensive care patients. *Intensive Care Med* 1995; 21: 475-481.
 31. Freeman BD, Isabella K, Cobb P, Boyle WA, Schmiege RE, Kollef MH, et al. A prospective, randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med* 2001; 29: 926-930.
 32. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 2000; 118: 1412-1418.
 33. Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J, Patel S, Appavu S, et al. Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest* 1996; 110: 480-485.
 34. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. *Intensive Care Med* 2002; 28: 299-303.
 35. Goepfert A, Witter B, Gottstein P, Ennker IC, Ennker J. Vergleich minimal invasiver Tracheotomieverfahren (Ciaglia, Griggs, Fantoni, Blue Rhino) bei kardiochirurgischen Patienten. *Intensivmed* 2002; 39: 595-603.
 36. Griggs WM, Worthley LIG, Gilligan JE, Thomas PD, Myburgh JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet* 1990; 170: 543-545.
 37. Gründling M, Kuhn SO, Nees J, Westphal K, Pavlovic D, Wendt M, et al. PercuTwist-Dilatationstracheotomie. Prospektive Evaluation an 54 konsekutiven Patienten. *Anaesthesist* 2004; 53: 434-440.
 38. Hazard P, Jones C, Benitone J. Comparative clinical trial of standard operative tracheostomy with percutaneous tracheostomy. *Crit Care Med* 1991; 19: 1018-1024.
 39. Heffner JE, Miller KS, Sahn SA. Tracheostomy in the intensive care unit. Part 2: Complications. *Chest* 1986; 90: 430-436.
 40. Heikkinen M, Aarnio P, Hannukainen J. Percutaneous dilational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med* 2000; 28: 1399-1402.
 41. Holdgaard HO, Pedersen J, Jensen RH, Outzen KE, Midtgaard T, Johansen LV, et al. Percutaneous dilational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 545-550.
 42. Hommerich CP, Rödel R, Frank L, Zimmermann A, Braun U. Langzeitergebnisse nach chirurgischer Tracheotomie und PDT. *Anaesthesist* 2002; 51: 23-27.
 43. Hübner N, Rees W, Böckelmann M, Christmann U, Warnecke H. Percutaneous dilational tracheostomy done early after cardiac surgery: outcome and incidence of mediastinitis. *Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 46: 89-92.
 44. Hürter H, Post-Stanke A, Tolksdorf W. Tödliche Gefäßarrosion nach Dilatationstracheotomie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2000; 35: 658-660.
 45. Jackson C. Tracheotomy. *Laryngoscope* 1909; 18: 285-290.
 46. Johnson JL, Cheatham ML, Sagraves SG, Block EFJ, Nelson LD. Percutaneous dilational tracheostomy: A comparison of single- versus multiple-dilator techniques. *Crit Care Med* 2001; 29: 1251-1254.
 47. Jones JW, Reynolds M, Hewitt RL, Drapanas T. Tracheo-innominate artery erosion: successful surgical management of a devastating complication. *Ann Surg* 1976; 184: 194-204.
 48. Kluge S, Meyer A, Kühnelt P, Baumann HJ, Kreymann G. Percutaneous tracheostomy is safe in patients with severe thrombocytopenia. *Chest* 2004; 126: 547-551.
 49. Law RC, Carney AS, Manara AR. Long-term outcome after percutaneous dilational tracheostomy. Endoscopic and spirometry findings. *Anaesthesia* 1997; 52: 51-56.
 50. Leonard RC, Lewis RH, Singh B, van Heerden PV. Late outcome from percutaneous tracheostomy using the Portex kit. *Chest* 1999; 115: 1070-1075.
 51. MacCallum PL, Parnes LS, Sharpe MD, Harris C. Comparison of open, percutaneous, and translaryngeal tracheostomies. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 686-690.
 52. Mansharamani NG, Koziel H, Garland R, LoCicero J, Critchlow J, Ernst A. Safety of bedside percutaneous dilational tracheostomy in obese patients in the ICU. *Chest* 2000; 117: 1426-1429.
 53. Marx WH, Ciaglia P, Graniero KD. Some important details in the technique of percutaneous dilational tracheostomy via the modified Seldinger technique. *Chest* 1996; 110: 762-766.
 54. Massick DD, Yao S, Powell DM, Griesen D, Hobgood T, Allen JN, et al. Bedside tracheostomy in the intensive care unit: A prospective randomized trial comparing open surgical tracheostomy with endoscopically guided percutaneous dilational tracheostomy. *Laryngoscope* 2001; 111: 494-500.
 55. McCullough P. 40 years. The history of Cook. Cook Inc., Bloomington, IN, USA, 2003.
 56. Mierdl S, Byhahn C, Halbig S, Westphal K, Martens S, Probst S. Perkutane Tracheotomie nach thorakaler Transplantation – Ein sicheres Verfahren unter Immunsuppression. *Z Herz Thorax Gefäßchir* 2003; 17: 51-54.
 57. Nates JL, Cooper DJ, Myles PS, Scheinkestel CD, Tuxen DV. Percutaneous tracheostomy in critically ill patients: A prospective, randomized comparison of two techniques. *Crit Care Med* 2000; 28: 3734-3749.
 58. Norwood S, Vallina VL, Short K, Saigusa M, Fernandez LG, McLarty JW. Incidence of tracheal stenosis and other late complications after percutaneous tracheostomy. *Ann Surg* 2000; 232: 233-241.
 59. O'Keeffe T, Goldmann RK, Mayberry JC, Rehm CG, Hart RA. Tracheostomy after anterior cervical spine fixation. *J Trauma* 2004; 57: 855-860.
 60. Pirat A, Zeyneloglu P, Candan S, Akkuzu B, Arslan G. Percutaneous dilational tracheotomy in solid-organ recipients. *Transplant Proc* 2004; 36: 221-223.
 61. Porter JM, Ivatury RR. Preferred route of tracheostomy: Percutaneous versus open at the bedside. *Am Surg* 1999; 65: 142-146.
 62. Rosenbower TJ, Morris JA Jr., Eddy VA, Ries WR. The long-term complications of percutaneous dilational tracheostomy. *Am Surg* 1998; 64: 82-87.
 63. Rumbak MJ, Newton M, Truncate T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med* 2004; 32: 1689-1694.
 64. Scott MJ, Leigh J. Percutaneous tracheostomy in three morbidly obese patients using the Blue Rhino technique. *Anaesthesia* 2000; 55: 917-919.
 65. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. *Acta Radiol* 1953; 39: 368-376.

66. Sengupta N, Ang KL, Prakash D, Ng V, George SJ. Twenty months' routine use of a new percutaneous tracheostomy set using controlled rotating dilation. *Anesth Analg* 2004; 99: 188-192.
67. Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. *Am J Med* 1981; 70: 65-76.
68. Steele APH, Evans HW, Afaq MA, Robson JM, Dourado J, Tayar R, et al. Long-term follow-up of Griggs percutaneous tracheostomy with spiral CT and questionnaire. *Chest* 2000; 117: 1430-1433.
69. Sustic A, Krstulovic B, Eskinja N, Zelic M, Ledic D, Turina D. Surgical tracheostomy versus percutaneous dilational tracheostomy in patients with anterior cervical spine fixation: preliminary report. *Spine* 2002; 27: 1942-1945.
70. Sustic A, Zupan Z, Antoncic I. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy with laryngeal mask airway control in a morbidly obese patient. *J Clin Anesth* 2004; 16: 121-123.
71. Tommerup B, Borgeskov S. Endoscopic evaluation at follow-up after Bjork tracheostoma. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 17: 181-184.
72. Unwin S, Short S, Hunt P. Percutaneous dilational tracheostomy in the morbidly obese. *Anaesthesia* 2000; 55: 393-394.
73. Van Heerden PV, Webb SAR, Power BM, Thompson WR. Percutaneous dilational tracheostomy – A clinical study evaluating two systems. *Anaesth Intensive Care* 1996; 24: 56-59.
74. Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, Trost HA, Wolfhard U, Sander A, et al. Percutaneous dilational tracheostomy – Early results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med* 1998; 24: 685-690.
75. Walz MK, Peitgen K. Punktionstracheotomie versus translaryngeale Tracheotomie. *Chirurg* 1998; 69: 418-422.
76. Walz MK, Schmidt U. Tracheal lesion caused by percutaneous dilational tracheostomy – A clinico-pathological study. *Intensive Care Med* 1999; 25: 102-105.
77. Walz MK. Die Tracheotomie. Indikationen, Methoden, Risiken. *Chirurg* 2001; 72: 1101-1110.
78. Wang MB, Berke GS, Ward PH, Calcaterra TC, Watts D. Early experience with percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope* 1992; 102: 157-162.
79. Westphal K, Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V. Percutaneous tracheostomy: A clinical comparison of dilatational (Ciaglia) and translaryngeal (Fantoni) techniques. *Anesth Analg* 1999; 89: 938-943.
80. Westphal K, Byhahn C. Update 2000. Die Tracheotomie in der anästhesiologischen Intensivmedizin. *Anaesth Intensivmed* 2001; 42: 70-74.
81. Westphal K, Maeser D, Scheifler G, Lischke V, Byhahn C. PercuTwist: a new single-dilator technique for percutaneous tracheostomy. *Anesth Analg* 2003; 96: 229-232.
82. Weymuller EA, Bishop MJ, Fink BR, Hibbard AW, Spelman FA. Quantification of intralaryngeal pressure exerted by endotracheal tubes. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983; 92: 444-447.
83. Wood DE, Mathiesen DJ. Late complications of tracheostomy. *Clin Chest Med* 1991; 12: 597-609.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. *Christian Byhahn*
 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin
 und Schmerztherapie
 Klinikum der J.W. Goethe-Universität
 Theodor-Stern-Kai 7
 D-60590 Frankfurt am Main
 Tel.: 069 / 6301 5858
 Fax: 069 / 6301 7695
 E-Mail: c.byhahn@em.uni-frankfurt.de

Antworten CME 11/04 (Heft 11/2004)

Frage 1 : e	Frage 4 : c	Frage 7 : d	Frage 10 : d
Frage 2 : d	Frage 5 : a	Frage 8 : c	
Frage 3 : c	Frage 6 : e	Frage 9 : d	

Multiple-Choice-Fragen (CME 4/05)

1. **Welche(n) gesicherten Vorteil(e) bietet die Punktionstracheotomie gegenüber der konventionell-chirurgischen Technik?**
 - 1.) Geringere perioperative Komplikationsrate
 - 2.) Geringere postoperative Komplikationsrate
 - 3.) Geringere Inzidenz peristomaler Infektionen
 - 4.) Verminderte Inzidenz perioperativer Blutungskomplikationen
 - 5.) Technisch unkomplizierterer Trachealkanülenwechsel
 - a.) nur Aussage 1 ist richtig
 - b.) Aussagen 1, 3, 4 und 5 sind richtig
 - c.) Aussagen 2, 3 und 4 sind richtig
 - d.) Aussagen 3 und 5 sind richtig
 - e.) alle Aussagen sind richtig
2. **Eine Punktionstracheotomie am beatmeten Intensivpatienten darf ohne dessen bzw. der Einwilligung eines gesetzlich bestellten Betreuers vorgenommen werden, weil aufgrund der erwiesenen Vorteile der Tracheotomie gegenüber der Langzeitintubation das mutmaßliche Einverständnis des Patienten im Sinne einer „Geschäftsführung ohne Auftrag“ vorausgesetzt werden kann.**
 - a.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung richtig
 - b.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung falsch
 - c.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 falsch
 - d.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 richtig
 - e.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 falsch
3. **Welche Aussage zur Punktionstracheotomie beim Intensivpatienten trifft nicht zu?**
 - a.) Ein oraler Kostenaufbau ist möglich
 - b.) Die schlechte Toleranz der Trachealkanüle durch den Patienten erfordert eine suffiziente Sedierung
 - c.) Sprechkanülen/-aufsätze ermöglichen die verbale Kommunikation
 - d.) Gegenwärtig stehen in Deutschland fünf verschiedene Techniken zur Verfügung
 - e.) In Europa kommen auf den Intensivstationen überwiegend Punktionstechniken zur Anwendung
4. **Welche Aussage(n) zum Zeitpunkt der Tracheotomie beim Intensivpatienten ist/sind zutreffend?**
 - 1.) Durch eine frühzeitige Tracheotomie kann die Beatmungsdauer verkürzt werden
 - 2.) Tubusassoziierte laryngotracheale Schäden sind üblicherweise erst ab dem 10. Intubationstag zu erwarten
 - 3.) Bei Patienten mit tracheostomanahen Operationswunden ist die Punktionstracheotomie aufgrund der Infektionsgefahr innerhalb der ersten 14 postoperativen Tage kontraindiziert
 - 4.) Gegenwärtig existieren noch keine validierten Empfehlungen zum optimalen Zeitpunkt der Tracheotomie
 - 5.) Eine Tracheotomie innerhalb der ersten zwei Beatmungstage ist nur dann indiziert, wenn eine Beatmungsdauer von mehr als 21 Tagen wahrscheinlich ist
 - a.) keine Aussage ist richtig
 - b.) nur Aussage 1 ist richtig
 - c.) Aussagen 1 und 4 sind richtig
 - d.) Aussagen 1, 3 und 4 sind richtig
 - e.) alle Aussagen sind richtig
5. **Die Punktionstracheotomie wird üblicherweise bettseitig auf der Intensivstation vorgenommen, weil es sich bei einem Eingriff an den Atemwegen um einen septischen Eingriff handelt, der nicht im Operationssaal vorgenommen werden sollte.**
 - a.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung richtig
 - b.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung falsch
 - c.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 falsch
 - d.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 richtig
 - e.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 falsch
6. **Welche Aussage trifft nicht zu?**
 - a.) Vor einer Punktionstracheotomie sollte die Einstellbarkeit der Glottis mittels direkter Laryngoskopie verifiziert werden
 - b.) Der Eingriff muss unter kontinuierlicher bronchoskopischer Überwachung vorgenommen werden
 - c.) Der Eingriff erfolgt in Allgemeinanästhesie
 - d.) Intraoperativ muss der Patient mit 100% Sauerstoff kontrolliert beatmet werden
 - e.) Eine Muskelrelaxation ist nicht erforderlich
7. **Kommt es innerhalb der ersten 7-10 Tage nach Punktionstracheotomie zu einer akzidentellen Dekanülierung, muss der Patient unverzüglich translaryngeal reintubiert werden, weil sich das Tracheostoma aufgrund der Eigenelastizität des Gewebes nahezu augenblicklich verschließt und eine sofortige Rekanülierung ohne Hilfsmittel zumeist nicht möglich ist.**
 - a.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung richtig
 - b.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung falsch
 - c.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 falsch
 - d.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 richtig
 - e.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 falsch
8. **Welche Aussage(n) ist/sind zutreffend?**
 - 1.) Die Rate klinisch bedeutsamer Komplikationen beträgt für die Punktionstracheotomie weniger als 5%
 - 2.) Die Komplikationsraten der einzelnen Techniken zur Punktionstracheotomie sind nahezu identisch
 - 3.) Die Inzidenz peristomaler Infektionen nach Punktionstracheotomie ist vernachlässigbar gering
 - 4.) Bei adipösen Patienten mit einem Body Mass Index von mehr als 27,5 kg/m² ist das perioperative Komplikationsrisiko gegenüber nicht adipösen Patienten deutlich erhöht
 - 5.) Auch bei einem PEEP von 15mbar und darüber beeinträchtigt die Punktionstracheotomie den perioperativen Gasaustausch nicht signifikant
 - a.) nur Aussage 1 ist richtig
 - b.) Aussagen 1, 2 und 5 sind richtig
 - c.) Aussagen 1, 4 und 5 sind richtig
 - d.) Aussagen 2, 3 und 5 sind richtig
 - e.) alle Aussagen sind richtig
9. **Ein Patient zeigt am 27. Tag nach Punktionstracheotomie eine signifikante Blutung aus der Trachealkanüle. In diesem Fall sollte die Kanüle rasch entblockt werden, weil eine mechanische Irritation der Trachealschleimhaut durch den Kanülencuff die wahrscheinlichste Ursache für die Blutung darstellt**
 - a.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung richtig
 - b.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 richtig, Verknüpfung falsch
 - c.) Aussage 1 richtig, Aussage 2 falsch
 - d.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 richtig
 - e.) Aussage 1 falsch, Aussage 2 falsch
10. **Welche Aussage zu Langzeitkomplikationen nach Punktionstracheotomie trifft nicht zu?**
 - a.) Trachealspangenverletzungen nach Punktionstracheotomie sind üblicherweise klinisch bedeutungslos
 - b.) Eine Einengung des Trachealquerschnittes um 50-60% verursacht üblicherweise keine klinischen Symptome
 - c.) Die Zahl der nach vorangegangener Punktionstracheotomie systematisch nachuntersuchten Patienten ist gering
 - d.) Die Inzidenz klinisch relevanter Trachealstenosen nach Punktionstracheotomie beträgt etwa 7%
 - e.) Langzeitergebnisse für die Techniken „Ciaglia Blue Rhino“ und „PercuTwist“ liegen bislang nicht vor.

Auswertungsbogen für die zertifizierte Fortbildung (CME 4/05) (aus Heft 4/2005)

--	--	--	--	--	--	--

Mitgliedsnummer (bitte immer angeben)

Name:

PLZ, Ort

An dieser Auswertung können alle Mitglieder der DGAI und/oder des BDA teilnehmen. Eine korrekte Auswertung ist jedoch nur bei **Angabe der Mitgliedsnummer** möglich. Diese finden Sie auf Ihrer Mitgliedskarte oder auf dem Adressaufkleber Ihrer Zeitschrift, in der Mitte der 3. Zeile (siehe unten).

Der Fragebogen bezieht sich auf den vorstehenden Weiter- und Fortbildungsbeitrag. Die richtigen Antworten werden in der „Anästhesiologie & Intensivmedizin“ publiziert. Die Teilnahme an dieser Auswertung wird Ihnen Anfang des 2. Quartals des Folgejahres attestiert. Sie erhalten einen Fortbildungspunkt je Beitrag, wenn mindestens 70% der Fragen richtig beantwortet wurden. Ab 90% richtiger Antworten erhalten Sie zwei Punkte.

Pro Fragebogen wird eine Bearbeitungsgebühr von 2,50 € berechnet. Nach Zahlungseingang wird Ihnen das Fortbildungszertifikat zugesandt.

Die Bearbeitung erfolgt für Sie kostenlos, falls sie Ihre Antworten online unter folgender Adresse einreichen: <http://cme.anaesthesisten.de>

Fortbildungszertifikate werden durch die Landesärztekammer Westfalen-Lippe ausgestellt. Sie werden auch von den anderen Ärztekammern im Rahmen der jeweiligen Bestimmungen anerkannt.

Einsendeschluss ist der **31.05.2005**.

Bitte senden Sie uns den Fragebogen **online (<http://cme.anaesthesisten.de>)** oder **per Fax (09 11 / 393 81 95)** zurück.

Fragen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antwortfeld	a									
	b									
	c									
	d									
	e									

MUSTER

DIOmed Verlags GmbH PvSt. DPAG 01/02	Obere Schmiedgasse 11 B 2330 012345	DE-90403 Nürnberg Entgelt bezahlt 000
--	---	---

↑
Mitgliedsnummer

