

Atemwegsmanagement bei Dilatationstracheotomie*

Airway management during dilatational tracheostomy

M. Gründling, S.-O. Kuhn, D. Pavlovic, F. Feyerherd und M. Wendt

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
(Direktor: Prof. Dr. M. Wendt)

► **Zusammenfassung:** Grundlagen eines suffizienten Airway Managements während Perkutaner Dilatationstracheotomie (PDT) sind ein in der Durchführung der Methode erfahrenes Team und das sichere Beherrschnen verschiedener Methoden zur Freihaltung der Atemwege. In der Literatur sind unterschiedliche Techniken des Airway Managements während PDT beschrieben. Die am häufigsten propagierte Methode ist das Zurückziehen des endotrachealen Tubus in eine Position, die eine ungehinderte Durchführung der Tracheotomie ermöglicht. Die Methode hat verschiedene Nachteile, wie Tubusdislokation, Punktions der Blockung oder des Murphy Auges und die Möglichkeit der Hyperkarbie bei gleichzeitiger endoskopischer Kontrolle. Die Verwendung von Tubuswechsler, Larynxmaske, Combitubus, Airway Management Device und Jet Ventilation sind in der Literatur als alternative Verfahren beschrieben. Alle Methoden besitzen spezifische Vor- und Nachteile bei der Anwendung zur PDT. Keines der Instrumente gewährleistet einen ausreichenden Aspirationsschutz.

Um der Entstehung subglottischer Stenosen vorzubeugen, ist eine zu hohe Punktionshöhe unbedingt zu vermeiden. Damit ist eine exakte Darstellung der Punktionshöhe zwingend erforderlich. Dazu eignen sich Tracheoskopie und Ultraschallidentifikation gleichermaßen. Eine „blinde“ tracheale Punktions z.B. nach der Luftaspirationsmethode oder mittels Kapnographie ist abzulehnen.

Innerhalb der ersten 10 Tage nach PDT sollte nach einem Dekanülement niemals primär ein Rekanülierungsversuch erfolgen. Wegen des Kulissenphänomens sind paratracheale Kanülenfehllagen nach Rekanülierungsversuchen möglich. Die Patienten werden zunächst orotracheal intubiert und dann unter endoskopischer Kontrolle rekanüliert. Damit verbietet sich grundsätzlich, schwer zu intubierende Patienten dilatativ zu tracheotomieren. Hier besteht eine absolute Indikation zur operativen Tracheotomie.

► **Schlüsselwörter:** Tracheotomie – Beatmung – Komplikationen – Perkutane Dilatationstracheotomie – Intensivmedizin.

► **Summary:** The basis for appropriate airway management during percutaneous dilatational tracheotomy (PDT) is an experienced team who has mastered various methods of maintaining free airways. The literature describes a variety of methods for ensuring free airways during PDT. The method most frequently propagated is withdrawal of the orotracheal tube to a position that readily permits tracheotomy. The method has a number of disadvantages such as tube dislocation, cuff puncture, of entry through Murphy's eye, and potential for hypercarbia with simultaneous endoscopic control. The use of the larynx mask airway, Combitube, Airway Management Device, Jet Ventilation or Tube-exchanger has also been described. All methods have specific pros and cons when used for PDT, but none provides adequate protection against accidental aspiration.

To prevent subglottic stenosis, too high insertion of the tracheal cannula must be avoided. To ensure this, precise localisation of the point of initial puncture is necessary, for which purpose bronchoscopy and ultrasound, are equally useful. Blind tracheal puncture, for example, using the air aspiration method, is unreliable and should be avoided.

In patients who “can't be intubated and can't be ventilated”, and when all other strategies are considered inadequate, only surgical tracheotomy or cricothyrotomy should be performed.

During the first 10 days after dilatation tracheotomy, if the cannula becomes dislodged, no attempt should be made to reposition it. The tissue-sliding phenomenon may render such trials impossible, and lead to disaster. The patients are first intubated via the orotracheal approach and then recannulated under endoscopic control. Dilatational tracheotomy should not be performed in patients considered difficult to intubate.

► **Keywords:** Tracheostomy – Mechanical Ventilation – Complications – Percutaneous Dilatational Tracheostomy – Intensive Care Medicine.

* Rechte vorbehalten

► Einleitung

Die Tracheotomie ist seit Jahrhunderten als Notfalloperation eine eigenständige Methode zur Sicherung der Atemwege. In diesem Zusammenhang ist sie auch heute noch fester Bestandteil der Richtlinien zum Airway Management. In den zurückliegenden Dekaden ist die Tracheotomie durch die Möglichkeit der Langzeitbeatmung zu einem der häufigsten operativen Eingriffe bei Intensivpatienten geworden. Im Vergleich zur Langzeitintubation bietet die Anlage eines Tracheostomas eine Reihe von Vorteilen, so dass die frühzeitige Tracheotomie inzwischen allgemein akzeptiert ist.

Die Entwicklung verschiedener Verfahren der Perkutanen Dilatativen Tracheotomie (PDT) in den letzten Jahren hat zur weiten Verbreitung des Eingriffes beigetragen. Nachdem die ersten Beschreibungen von Shelden [1], Toye und Weinstein [2] wegen der relativ hohen Komplikationsraten sich nicht gegenüber den operativen Tracheotomien durchsetzen konnten, beschrieb Ciaglia [3] 1985 ein perkutanes Dilatationsverfahren, das weltweit Verbreitung fand. In den folgenden Jahren wurden verschiedene Verfahren mit zangenartigen Spreizern [4,5] beschrieben, wobei die stumpfe Spreizung nach Griggs (GWDF) [4] die breiteste Anwendung fand. Die translaryngeale Tracheotomie nach Fantoni (TLT) [6] ist ein Einschrittdilatationsverfahren, welches sich durch eine retrograde Dilatationstechnik wesentlich von den anderen Methoden unterscheidet. In Abwandlung der Methode nach Ciaglia wurde mit der Ciaglia-Blue-Rhino-Methode (CBR) [7] ein weiteres Einschrittverfahren entwickelt, das mittlerweile in der klinischen Praxis etabliert ist. 2002 stellten Frova und Quintel [8] eine Einschrittmethode unter Verwendung eines einzuschraubenden Dilatators (PercuTwist®) vor.

Bei den perkutanen Verfahren sind hinsichtlich des Atemwegsmanagements wesentliche Unterschiede im Vergleich zur operativen Tracheotomie zu beachten. Um die für die PDT typischen Komplikationen zu vermeiden, sind Kenntnisse der Prinzipien des Atemwegsmanagements bei PDT unverzichtbar. Schwerwiegende und lebensbedrohliche Komplikationen bei den Dilatationsverfahren sind häufig durch Probleme des Atemwegsmanagements bedingt.

Kontraindikationen für eine PDT

Obwohl die Indikationen zur PDT in den letzten Jahren weiter gefasst wurden als unmittelbar nach Einführung der Methode, existieren eine Reihe von Kontraindikationen:

- Schwierige anatomische Bedingungen
 - Schwierige oder unmögliche Intubation
 - Extremer Kurzhals (Abstand Unterrand Ringknorpel – Oberrand Sternum < 20 mm)
 - Struma III° (sehr große, aus der Entfernung sichtbare Struma)
 - Instabile Frakturen der Halswirbelsäule
 - Voroperationen am Hals mit erheblicher Narbenbildung
 - Manifeste Infektion im Halsbereich
- Notwendigkeit eines Tracheostomas für mehr als 8 Wochen
- Schwere Gerinnungsstörungen
- Schwerste Oxygenierungsstörungen ($\text{paO}_2/\text{FiO}_2 < 100 \text{ mmHg}$).

Materialien und personelle Voraussetzungen für die PDT

An die Durchführung einer PDT sind personelle und materielle Mindestanforderungen geknüpft.

Personelle Voraussetzungen:

- Mit der Methode vertrauter Operateur
- Erfahrener Endoskopiker
- Sichere Fertigkeiten in der endotrachealen Intubation
- Sichere Beherrschung des Notfall-Airway-Managements
- Operateur in Rufweite (Erfahrungen in der operativen Tracheotomie)
- Mit der Methode vertraute Schwester.

Monitoring:

- Kontinuierliche EKG-Überwachung
- Kontinuierliche Messung der peripheren Sauerstoffsättigung
- Arterieller Zugang für Blutgasanalyse und Blutdruckmessung (wünschenswert)
- Beatmungsparameter (Atemminutenvolumen, Atemwegsdrücke)
- Kapnographie (wünschenswert).

Medikamente:

- Notfallmedikamente
- Kurz wirksames Hypnotikum (Propofol)
- Kurz wirksames Opioid (Remifentanil)
- Muskelrelaxanz.

Materialien / Technik:

- Beatmungsbeutel mit Maske und Sauerstoffanschluss
- Intubationszubehör
- Saugung

- ▶ – Antiseptika
- Sterile Operationsbekleidung, Abdecktücher
- Tracheotomieset
- Flexibles Bronchoskop möglichst mit Videoeinheit
- Operationsbesteck für die operative Tracheotomie
- Gerätschaften für Notfall-Airway-Management (Larynxmaske, Combitubus, Koniotomiebesteck)
- Verschiedene PDT-geeignete Trachealkanülen (angeschrägte Kanülenenspitze).

PDT mittels endotrachealem Tubus

Ciaglia beschrieb 1985 erstmals das Zurückziehen des Tubus in eine Position, in der eine problemlose Punktionsmöglichkeit der Trachea möglich ist (Abb. 1). Die Blockierung wird in der Stimmwandebene platziert [3]. Damit existiert kein sicherer Aspirationsschutz mehr. Andere auftretende technische Probleme sind die Punktionsdes Cuffs, die je nach Fortgang der Tracheotomie und Schwere der Gasaustauschstörungen teilweise eine Umintubation notwendig macht, die Punktionsdes Murphyauges mit Führung des Seldingerdrahtes durch das Auge und das akzidentelle Herausrutschen des Tubus [9-12]. Wegen der eventuell notwendigen Umintubation ist zu fordern, dass ein Patient, bei dem eine PDT erfolgen soll, zuvor laryngoskopiert wird, um die Möglichkeit einer problemlosen Reintubation zu überprüfen.

Es ist unserer Meinung nach unzureichend darauf zu hoffen, einen dislozierten Tubus bei einem Patienten mit schwierigen Intubationsverhältnissen über das liegende Endoskop während der Tracheotomie replatzieren zu können. Es wurden technisch relativ aufwendige Verfahren (Führungsdrähte, Tubuswechsler) beschrieben, um auch bei schwer intubierbaren Patienten während der Tracheotomie einen neuen Tubus platzieren zu können [13]. Man sollte dabei jedoch bedenken, dass auch nach der Tracheotomie, z.B. bei einem misslungenen Kanülenwechsel, die Patienten intubierbar sein müssen.

In der Praxis sollte man unter direkter laryngoskopischer Sicht den Tubus so weit zurückziehen, bis die Blockung des Tubus in der Stimmritze sichtbar wird.

Die Larynxmaske bei PDT

Aus dem Bedürfnis heraus, optimale Sichtbedingungen für die tracheale Punktionsmöglichkeit bei der PDT zu schaffen, wurde immer wieder der Einsatz der Larynxmaske bei dilatativen Tracheotomieverfahren empfohlen. 1994 publizierten Tarpay et al. und Dexter zeitgleich erste Erfahrungen beim Einsatz der Larynxmaske während PDT [14,15]. Tarpay et al. berichteten über die problemlose Anwendung bei zwei Patienten und betonten, dass ein in die Stimm-

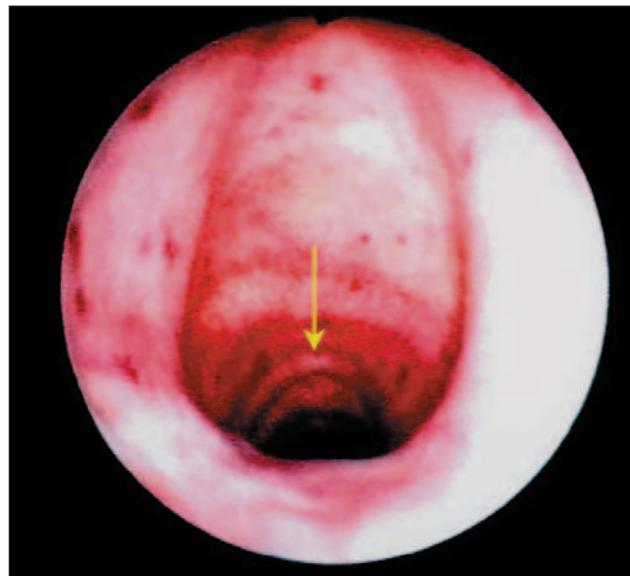


Abb. 1: Endoskopischer Blick durch den Larynx in die Trachea: Der Pfeil markiert die tracheale Punktionsstelle.

bandebene zurückgezogener trachealer Tubus keinen sichereren Aspirationsschutz als eine Larynxmaske bietet [15]. Dexter hat den Einsatz der Methode an neun Patienten beschrieben. Bei drei Patienten kam es unter der Bronchoskopie wegen eines Larynxödems zu einem Anstieg der Beatmungsdrücke und zu einem Abfall des Atemminutenvolumens, so dass bei einem Patienten eine chirurgische Tracheotomie erfolgen musste, und bei den beiden anderen die PDT nach endotrachealer Intubation fortgesetzt wurde. Der Einsatz der Larynxmaske ermöglicht nach Dexter die exakte endoskopische Feststellung der Tracheotomiehöhe, ist aber bei Beatmung mit hohen Drücken bzw. bei Larynxödem nicht zu empfehlen [14]. Die Methode wurde später in kleineren klinischen Studien mit der endotrachealen Intubation bei der PDT verglichen [16-18]. In einer eigenen prospektiv randomisierten Untersuchung an 43 Patienten konnten wir zeigen, dass bei korrekter Platzierung der Larynxmaske keinerlei Unterschiede hinsichtlich Oxygenierung und CO₂-Elimination im Vergleich zur Methode mit zurückgezogenem Tubus bestehen. Bei zwei Patienten gelang wegen eines Larynxödems keine ausreichende Ventilation über die Maske [17]. Aufgrund oben genannter Einschränkungen hat sich der Einsatz der Larynxmaske bei der PDT in der klinischen Routine nicht durchgesetzt und kann aus unserer Sicht auch nicht empfohlen werden.

Pro-Seal Larynxmaske bei PDT

Die Pro-Seal Larynxmaske [19] ermöglicht eine sicherere Anwendung als die konventionelle ▶

► Larynxmaske (besserer Aspirationsschutz). Das integrierte zweite Lumen, dessen Ausgang am oberen Oesophagussphinkter zu liegen kommt, ermöglicht die Absaugung von regurgitiertem Mageninhalt. Bisher sind zwei Publikationen über den Einsatz der Pro-Seal Larynxmaske bei der Dilatationstracheotomie erschienen. Cook et al. stellen zwei Fälle einer erfolgreichen Dilatationstracheotomie unter Zuhilfenahme einer Pro-Seal Larynxmaske vor und berichten über die Routineanwendung in mehr als 50 Fällen [20]. Craven et al. publizieren den erfolgreichen Einsatz der Maske bei 23 Patienten im Rahmen einer Observationsstudie. Lediglich bei drei Patienten ergaben sich bei der Platzierung geringe Probleme mit dem sicheren Sitz der Maske, welche durch Lagekorrektur bzw. Änderung der Maskengröße behoben wurden. Bei zei Patienten wurde Mageninhalt im zweiten Lumen der Maske problemlos abgesaugt [21].

Da bisher keine prospektiven vergleichenden Studien vorliegen, kann die Pro-Seal Larynxmaske als Alternative zur Intubation während PDT zum jetzigen Zeitpunkt nicht empfohlen werden.

Der Combitubus bei PDT

Auch der Combitubus (Abb. 2) wird zum Management des schwierigen Atemwegs in den verschiedenen Richtlinien [22,23] empfohlen. Einzelne Autoren berichten über die Verwendung des Tubus bei der PDT, um ein einfacheres Handling der Atemwege als bei zurückgezogenem endotrachealem Tubus zu erreichen und um die Möglichkeit der Aspiration zu minimieren. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Tubus fast immer in oesophagealer Position liegt. Mallick et al. berichten darüber in einer prospektiven observativen Studie an 21 Patienten. Bei einem Patienten gelang die Platzierung des Combitubus wegen einer bis dahin nicht bekannten oberen Oesophagusenge nicht. Zwei weitere Patienten waren bei schlechter Lungencapacitance unzureichend ventiliert. Bei einem Patienten gelang aufgrund eines Larynxödems keine ausreichende Beatmung. Alle Tracheotomien wurden ohne endoskopische Kontrolle durchgeführt. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass die Verwendung eines Combitubus als alternatives Airway Management zur PDT eingesetzt werden kann und verweisen auf mögliche Probleme bei Patienten mit verminderter Lungencapacitance und Larynxödem [24]. Ein weiteres, aus unserer Sicht gravierendes Problem ist, dass bei der oesophagealen Platzierung des Tubus keine endoskopische Kontrolle der trachealen Punktionsstelle erfolgen kann. Letheren et al. berichten von einer Fehlplatzierung der Trachealkanüle in den

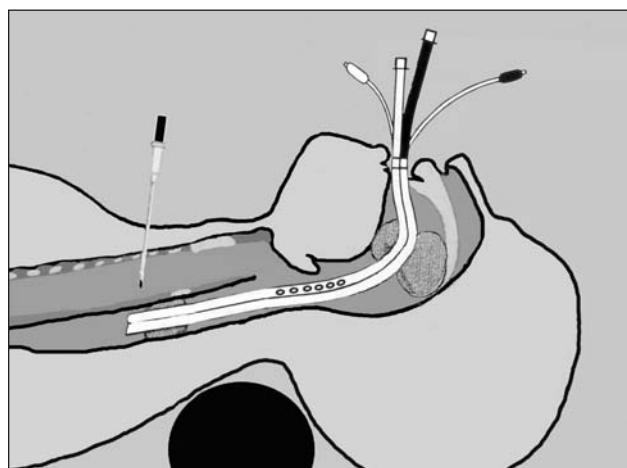


Abb. 2: Der Combitubus während der Punktion zur PDT.

Oesophagus bei Anwendung eines Combitubus. Die vermeintlich tracheale Lage der Punktionsnadel wurde durch Luftspritzung in eine mit Flüssigkeit gefüllte Spritze eruiert. Anschließend erfolgte die PDT in üblicher Weise. Vermutlich wurde durch den Combitubus ein mit Luft gefülltes oesophageales Lumen offen gehalten und anpunktiert [25]. Diese Komplikation wäre durch eine endoskopische Kontrolle vermeidbar gewesen, so dass Kraft et al. die Verwendung eines modifizierten Combitubus vorschlagen, bei dem die für die Ventilation notwendigen Perforationen im oesophagealen Lumen so erweitert werden, dass man sie mit einem Bronchoskop passieren und die tracheale Punktionsstelle kontrollieren kann [26]. Sollte es bei der Intubation mit dem Combitubus zu einer trachealen Platzierung kommen, ist der Tubus wegen seiner Länge für die Punktionsstracheotomie gänzlich ungeeignet, da er teilweise im Bereich des anzulegenden Tracheostomas positioniert ist.

Die bisher in der Literatur beschriebenen Anwendungen des Combitubus zur elektiven PDT gestatten keine Empfehlung des Verfahrens.

Airway Management Device bei PDT

Die Anwendung des Airway Management Device (AMD) zur PDT wurde bisher einmal in der Literatur beschrieben. Die erfolgreich durchgeführte PDT erfolgte unter endoskopischer Kontrolle [27]. Das AMD ist ein Tubus mit zwei blockbaren Cuffs. Der Tubus wird mit dem distalen Ende blind im oberen Oesophagus platziert und die distale Blockung mit 5 – 8 ml Luft geblockt. Der zweite proximale Cuff befindet sich im Pharynxbereich und dichtet nach Blockung (50 – 80 ml) diesen ähnlich wie beim Combitubus ab. Zwischen beiden Blockungen befindet sich eine ovale Öffnung, über die die ►

► Ventilation des Patienten erfolgt. Weil das Gerät die Durchführung der PDT unter endoskopischer Kontrolle (ovale Öffnung) ermöglicht, könnte es gegenüber anderen Verfahren potentielle Vorteile bieten.

Da bisher keine ausreichenden Erfahrungen zur Sicherheit des Device unter der PDT vorliegen, kann der Einsatz nicht empfohlen werden.

Tubuswechsler, Mikrolaryngealer Tubus, Jet Ventilation bei PDT

Bei der üblichen Positionierung der Blockung des endotrachealen Tubus im Stimmritzenbereich kommt es immer wieder zu unbeabsichtigten Extubationen während der Stomadilatation. Deshalb wurde von Deblieix et al. vorgeschlagen, nach primärer endoskopischer Kontrolle der trachealen Punktions unter Weiterführung der Beatmung über den liegenden Endotrachealtubus einen Tubuswechsler mit der Spitze 5 – 8 cm unter das distale Tubusende zu platzieren. Die Technik ermöglicht bei Tubusdislokation über den Tubuswechsler als Leitschiene jederzeit eine Replatzierung des Tubus in die gewünschte Position sowie die Applikation von Sauerstoff über das Lumen des Tubuswechslers [28]. Andere Autoren empfehlen die Verwendung des Tubuswechslers zur PDT bei Patienten, bei denen mit einer schwierigen Reintubation zu rechnen ist [29,30]. Diese Technik sollte unserer Meinung nach nicht angewendet werden, da sie zwar, solange der Tubuswechsler *in situ* liegt, jederzeit eine Reintubation ermöglicht, nach dessen Entfernung aber, z.B. bei versehentlichem Dekanülement eine vital bedrohliche Situation entsteht, wenn weder eine Rekanülierung gelingt, noch eine endotracheale Reintubation möglich ist.

Fisher et al. berichten über 250 durchgeführte Dilatationstracheotomien unter Einsatz eines mikrolaryngealen Tubus (ähnlich dem im Set für die Translaryngeale Tracheotomie enthaltenem Tubus), der anstatt des normalen endotrachealen Tubus zur Ventilation diente und über die tracheale Punktionsstelle hinweg geschoben wurde. Der Tubus wurde bis zur suffizienten Platzierung der Trachealkanüle belassen. Punktions oder Fixationen des Tubus wurden nicht beobachtet. In einem Fall wurde die Trachealkanüle im Oesophagus platziert. Die Eingriffe erfolgten ohne Endoskopiekontrolle [31].

Bei 25 mittels PDT tracheotomierten Patienten berichten Jonathan et al. über die Anwendung der Jet Ventilation. Der Ventilationskatheter wurde durch den liegenden endotrachealen Tubus bis in die Trachea vorgeschoben und der Tubus nach Entblockung des

Cuffs in den Pharynx zurückgezogen. Bei einem Patienten entwickelte sich ein Pneumothorax, der nach Ansicht der Autoren dadurch entstanden sein könnte, dass der endotracheale Tubus sich noch mit der Spitze im Larynxbereich befand und somit eine suffiziente Exspiration behinderte [32].

Die Tracheotomie erfolgte ohne endoskopische Kontrolle.

Der Einsatz von Tubuswechsln, mikrolaryngealen Tuben und der Jet Ventilation schließt eine generelle endoskopische Kontrolle der PDT aus, so dass die Verfahren für den Routineeinsatz nicht empfohlen werden können.

Supraglottische Tubuspositionierung bei PDT

Wir haben in den vergangenen drei Jahren bei mehr als 200 Dilatationstracheotomien (TLT, Blue Rhino®, PercuTwist®) ein abgewandeltes Atemwegsmanagement mit videoendoskopischer Kontrolle praktiziert [33,34]. Dabei wurde unter direkter Laryngoskopie der endotracheale Tubus entfernt und ein neuer großlumiger Endotrachealtubus (9,5-10,0 mm I.D. bei Männern, 8,5-9,5 mm I.D. bei Frauen) mit einer speziellen Cuffkonfiguration (Lo-ContourTM, Tyco Healthcare) mit der Blockung oberhalb der Stimmrippen positioniert. Der stark geblockte Tubus (10 – 15 ml) wurde unter moderatem Druck der Blockung auf die Stimmrippen (Abb. 3) mittels Pflaster so fixiert, dass eine möglichst vollständige Abdichtung erreicht wurde. Dabei durchtritt lediglich die Tubusspitze die Stimmwandritze. Der überdimensionierte Tubus garantiert auch nach Einführung eines flexiblen Bronchoskops (maximal 6,0 mm Außendurchmesser) eine ausreichende Ventilation ohne Hyperkapnie. Der mit der Blockung oberhalb des Larynx positionierte Tubus gestattet zusätzl.

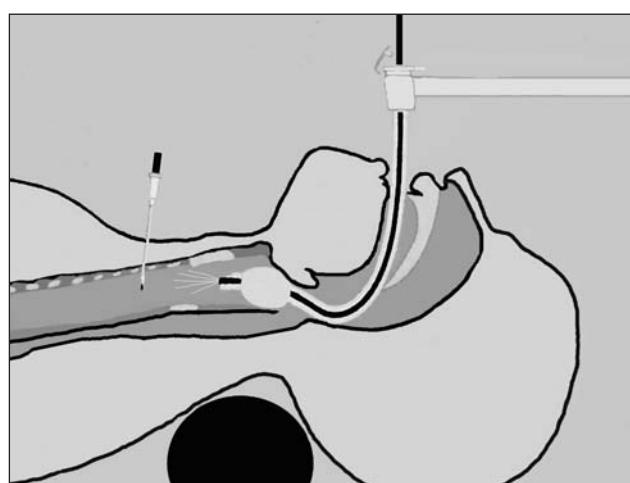


Abb. 3: Supraglottische Tubuspositionierung bei PDT.

► lich einen idealen Blick auf die tracheale Eintrittsstelle der Punktionsnadel (Abb. 1). Unter Anwendung der Methode der supraglottischen Positionierung eines überdimensionierten Tubus haben wir bisher keine wesentlichen Probleme des Atemwegsmanagements beobachtet. Lediglich bei zwei Patienten kam es zur Dislokation des Tubus in den Oropharynx, so dass eine Reintubation notwendig wurde. Denkbar wäre es auch, den liegenden Tubus in die supraglottische Position zurückzuziehen und mit einem dünneren Bronchoskop zu arbeiten. In der klinischen Routine hat sich jedoch gezeigt, dass die Cuffkonfiguration des Lo-Contour-Tubus optimal für die supraglottische Position ist. Ein neuer und sauberer Tubus ermöglicht zudem eine optimale Sicht mit dem Bronchoskop. Die Verwendung eines Bronchoskops mit einem Außendurchmesser von 6,0 mm gestatte im Gegensatz zu dünneren Endoskopen jederzeit eine schnelle und effektive Absaugung von Sekret.

Die Methode der supraglottischen Tubuspositionierung vereint die Möglichkeit der optimalen endoskopischen Beurteilung der Punktionsstelle mit ausreichender Ventilation während der Tracheotomie.

Besonderheiten der retrograden Translaryngealen Tracheotomie (TLT)

Bei der TLT wird im Unterschied zu den anderen Verfahren nach der transkutanen Punktion der Trachea die Dilatation eines Tracheostomas von innen nach außen durchgeführt. Da während des Bougierungsvorgangs die dilatierende Trachealkanüle durch den Larynx gezogen wird, ergeben sich einige Besonderheiten für das Airway Management. Fantoni verwendet in seiner Technik zunächst ein starres blockbares Tracheoskop, welches im Tracheotomieset enthalten ist, und platziert dieses als Ersatz für den endotrachealen Tubus. Das Gerät wird so positioniert, dass die transkutan eingestochene, gebogene Nadel nach Erreichen der Trachea weiter in das distale Ende des starren Tracheoskops hineingeführt wird. Der durch die Nadel zu schiebende Seldingerdraht gelangt anschließend durch das Tracheoskop nach oral. Danach wird ein spezieller, 40 cm langer, blockbarer Katheter (I.D. 5mm) unter direkter Laryngoskopie in die Trachea eingeführt. Dabei muss die Blockung unterhalb des potentiellen Tracheostomas positioniert werden. Über diesen Katheter wird weiter ventilirt und die bougierende Kanüle daran vorbei durch den Larynx gezogen. Als Alternative kann anstatt des blockbaren Tracheoskops der endotracheale Tubus zurückgezogen werden. Der Draht kann dabei entweder durch den Tubus oder an der Tubusblockung vorbei nach oral

geschoben werden. Dabei muss der Tubus nicht entblockt werden. Anschließend wird anstatt des Tubus der blockbare Katheter positioniert und die Tracheotomie fortgeführt. Bei einer weiteren Alternative wird nach Vorschieben des Drahtes nach oral der Tubus entfernt und die Dilatation und Kanülendrehung in Apnoe vorgenommen [6].

Wir haben bei mehr als 280 Patienten die Methode erfolgreich in einer Apnoephase von 30 bis 120 Sekunden angewendet. Die Oxygenierungsparameter unterscheiden sich nicht von denen bei nicht in Apnoe erfolgten Dilatationstracheotomien anderer Verfahren (eigene bisher nicht veröffentlichte Daten). Das bei der TLT aufwendigere Airway Management führt zu längeren Operationszeiten als bei anderen Einschrittdilatationsverfahren [35,36].

Ob im Vergleich zu anderen Verfahren relevante Vor- oder Nachteile hinsichtlich Früh- und Langzeitkomplikationen bestehen, kann derzeit noch nicht ausreichend bewertet werden.

Methoden zur Identifikation der Trachea

Zur groben Orientierung wird unter Nutzung anatomischer Orientierungspunkte und durch Palpation von Schildknorpel, Ringknorpel und Trachea die potentielle Punktionsstelle eingegrenzt. Generell besteht die Forderung nach einer Identifikationsmethode, die eine sichere tracheale Punktion unterhalb der ersten Trachealspange ermöglicht. Verschiedene klinisch pathologische Studien belegen die Gefahr der Ringknorpelverletzung bei zu hoher Punktion [37,38]. Die Bedeutung eines zu hoch angelegten Tracheostomas für die Entstehung von Trachealstenosen ist lange bekannt [39].

Atemgeräusch, Luftaspiration

Shelden [1] erkennt die sichere tracheale Lage der perkutanen Punktionsnadel durch hörbare Luftströmungsgeräusche über der Nadel. Das gleiche Vorgehen beschreiben Toye und Weinstein [2]. Sie verlangen für die Fortführung der Dilatationstracheotomie ein widerstandsloses Vorschieben eines Polyurethanschlauches durch die Punktionsnadel. Später verfeinern beide ihre Identifikationstechnik [40], indem sie eine mit Flüssigkeit gefüllte Spritze auf die Punktionsnadel setzen und diese unter Aspiration in Richtung auf die Trachea vorschlieben. Ein Hindurchperlen von Luftbläschen durch die Flüssigkeit der Spritze zeigt die tracheale Lage der Kanülen spitze an. Das gleiche Prinzip verwenden auch Ciaglia [3], Schachner [5] und Griggs [4] in den Erstbeschreibungen der von ihnen inaugurierten Dilatationstechniken. Bedeutsam für die Anwendung des Verfahrens ist, dass die erfolgreiche Luft- ►

► aspiration nicht zwingend die tracheale Lage der Punktionsnadel anzeigen (Oesophagus, Cuff). Beide Verfahren sind nicht geeignet, die genaue Höhe der trachealen Punktionsstelle und deren Position in der Tracheamitte zu kontrollieren. Sie können deshalb als alleinige Methode zur genauen Identifikation der Punktionsstelle nicht empfohlen werden.

Endoskopie

Die endoskopische Kontrolle bei PDT wird immer häufiger empfohlen [41]. Sowohl Fantoni (1997) als auch Frova und Quintel (2002) beschreiben die von ihnen inaugurierten Methoden erstmals unter strikter endoskopischer Sicht [6,8]. Nach endoskopischer Identifikation der Punktionshöhe wird die äußere Einstichstelle mittels Diaphanoskopie festgelegt. Anschließend wird unter endoskopischer Sicht die Trachea unterhalb der ersten Trachealspange in mittiger Position punktiert. Die gleichzeitige Nutzung einer Videoeinheit mit Bildschirm, wie sie heute für endoskopische Operationen in jeder operativen Einrichtung verfügbar ist, gestattet dem Operateur die potentielle Eintrittsstelle anhand von Vorwölbungen der Trachealwand rechtzeitig zu erkennen und kleinere Korrekturen vorzunehmen.

Wegen dieser Vorteile sollte heute die videoendoskopische, zumindest aber die endoskopische Kontrolle einer PDT Standard sein [42]. Dabei gilt zu bedenken, dass ein ungünstiges Größenverhältnis zwischen Tubus und Endoskop sowie häufiges Absaugen zu einer Hyperkapnie führen können, was Relevanz für Patienten mit cerebralen Schädigungen haben kann [43].

Ultraschall

Die Beurteilung der Halsregion mittels Ultraschall kann für die Durchführung einer PDT wichtige Informationen liefern (Abb. 4). Die Methode gestattet die Darstellung der Trachea, des Schilddrüsen-

isthmus und der großen Gefäße. Weiterhin ist eine Punktion der Tracheamitte in richtiger Höhe sicher möglich. Die genaue Identifikation von Ringknorpel und Knorpelspangen der Trachea schützt vor einer zu hohen Punktionsstelle, die insbesondere bei Ringknorpelschäden mit der Ausbildung subglottischer Stenosen assoziiert sein kann [39,44]. Sustic et al. fanden bei der Autopsie bei 5 von 15 Verstorbenen eine zu hohe Tracheostomaanlage zwischen dem Ringknorpel und der ersten Trachealspange nach „blinder“ Punktionsversuch (Luftaspiration). Hingegen beobachteten sie bei 11 Verstorbenen, bei denen die Dilatationstracheotomie ultraschallgestützt erfolgte, in keinem Fall ein zu hoch angelegtes Tracheostoma [45]. Die Methode gestattet allerdings keine kontinuierliche Beobachtung des Bougierungsvorganges, so dass z.B. Hinterwandverletzungen übersehen werden können.

Kapnographie, Narkosegasmessung

Die Konnektion einer exspiratorischen CO₂-Messung an die Punktionsnadel bzw. die Detektion von Narkosegasen über einen Narkosegasmonitor sind in der Literatur beschriebene und geeignete Verfahren zur Verifizierung des trachealen Lumens. Dabei hat die Narkosegasdetektion auf der Intensivstation keine praktische Relevanz. Die Methode lässt keine Aussage über die Punktionshöhe zu. Mallick et al. vergleichen in einer prospektiv randomisierten Studie Tracheoskopie versus Kapnographie und beobachten unter kapnographischer Kontrolle seltener eine Hyperkapnie [46].

Wegen der fehlenden Möglichkeit, die Punktionshöhe zu identifizieren ist es nach unserer Auffassung nicht zulässig, auf eine endoskopische Kontrolle gänzlich zu verzichten.

Nottracheotomie

Die Nottracheotomie bei akuter oder rasch progredienter Verlegung der Atemwege ist Bestandteil von Leitlinien für das Management der „Can't intubate and can't ventilate“-Situation und stellt neben der Koniotomie oft einen „letzten“ lebensrettenden Eingriff dar.

In der Literatur sind dennoch einige Berichte über erfolgreiche perkutane Nottracheotomien zu finden. So berichten Divatia et al. [47] über einen Patienten, der sich nicht intubieren und nicht über eine Maske ventilieren ließ. Als die Ventilation über eine Larynxmaske gelang, führte man schließlich eine Dilatationstracheotomie nach der Griggs-Technik durch. Andere Autoren berichten in ähnlichen Situationen nach Platzierung einer Pro-Seal Larynxmaske bzw. einer Intubationslarynxmaske über eine ►

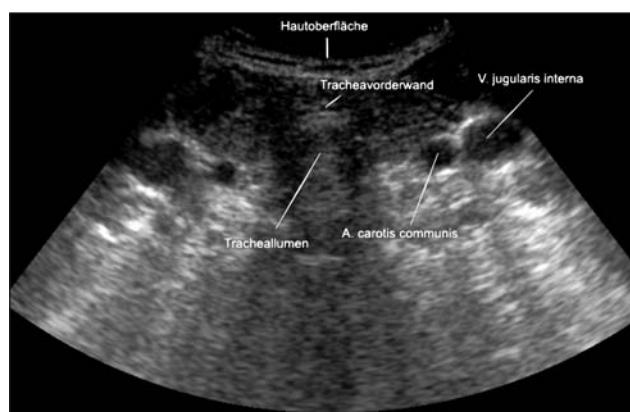


Abb. 4: Transversales Ultraschallbild der ventralen Halsregion in Höhe der 2. Trachealspange.

► nachfolgend durchgeführte PDT [20,48]. In allen Fällen muss konstatiert werden, dass das dilatative Tracheostoma dem Patienten mit Intubationsproblemen keine ausreichende Sicherheit bietet, da bei versehentlichem oder geplantem Dekanülement ein unter Umständen notwendiges Rekanülement bzw. eine Reintubation misslingen können (prä- oder paratracheale Kanülenfehlage). Daher muss das dilatativ angelegte Tracheostoma in derartigen Fällen zügig in ein operatives kutanisiertes Stoma umgewandelt werden. In der Situation einer dringlich notwendigen Tracheotomie kann die PDT in Einzelfällen somit durchaus eine kurzzeitige Alternative zur operativen Tracheotomie sein, sollte aber schnellstens in ein operatives Tracheostoma umgewandelt werden. Eine PDT darf jedoch nie als Alternative zur Koniotomie in einer „Can't intubate and can't ventilate“-Situation erfolgen.

Die „frisch“ angelegte PDT

Bedingt durch die Dilatationsmethode, ist das mittels PDT angelegte Stoma kaum größer als der Außen-durchmesser der platzierten Trachealkanüle. Das führt zu einer sehr guten Tamponade kleinerer, durch die Dilatation verursachter Blutungen und zu einer deutlich geringeren Infektionsrate als bei operativen Stomata. Da bei der Dilatation die einzelnen Gewebeschichten nicht durch Präparation und Unterbindung einzeln mobilisiert und getrennt, sondern durch den Dilatator auseinandergedrängt werden, entsteht ein primär nur wenig stabiles Stoma. Bei Entfernung der Kanüle kommt es zu einer Verschiebung der prätrachealen Schichten gegeneinander (Kulissenphänomen). Das Phänomen ist umso ausgeprägter, je mehr die Punktions der Trachea von der Mitte abweicht und je „frischer“ das Tracheostoma ist. Ein ausreichend bindegewebig organisierter Kanal bildet sich erst ab dem 7. bis 10. postoperativem Tag aus. Dadurch kann ein gewolltes oder versehentliches Dekanülement vor dem 10. postoperativem Tag zu erheblichen Problemen beim Rekanülierungsversuch führen. Es können schwer beherrschbare Blutungen, Trachealverletzungen und Kanülenfehlagen im prä- oder peritrachealen Gewebe resultieren. Erfolgt über eine paratracheal liegende Kanüle eine Beatmung, können innerhalb kürzester Zeit ein Mediastinalemphysem, ein Pneumothorax oder ein Larynxemphysem entstehen. Das Larynxemphysem führt innerhalb weniger Minuten dazu, dass ein vorher intubierbarer Patient zu einem Patienten mit einer „Can't intubate and can't ventilate“-Situation wird. Daher gilt der Grundsatz: kein Rekanülierungsversuch vor dem 10. Tag nach Dilatationstracheotomie. Der Patient wird orotrache-

al intubiert und anschließend unter endoskopischer Kontrolle gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Seldingerdraht und Dilatationsgerät rekanüliert.

Fazit für die Praxis

Grundlagen eines suffizienten Airway Managements während Perkutaner Dilatationstracheotomie (PDT) sind ein in der Durchführung der Methode erfahrenes Team und das sichere Beherrschen verschiedener Methoden zur Freihaltung der Atemwege. Bei Beachtung der absoluten Kontraindikationen, insbesondere des schwierigen Atemweges und der „Can't intubate and can't ventilate“-Situation, sind die Verfahren sicher anwendbar. Eine PDT sollte nur unter kontinuierlicher bronchoskopischer Überwachung erfolgen. Kommt es innerhalb der ersten 10 Tage nach Dilatationstracheotomie zum akidental-len Dekanülement, darf primär kein Rekanülierungsversuch erfolgen, sondern muss immer die sofortige translaryngeale Reintubation erfolgen.

Literatur

- Shelden CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crure BL. A new method for tracheotomy. J. Neurosurg 1955;12:428-31.
- Toy FJ, Weinstein JD. A percutaneous tracheostomy device. Surgery 1969;65:384-9.
- Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. Chest 1985;87:715-9.
- Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. Surg Gynecol Obstet 1990;170:543-5.
- Schachner A, Ovili Y, Sidi J, Rogev M, Heilbronn Y, Levy MJ. Percutaneous tracheostomy--a new method. Crit Care Med 1989;17:1052-6.
- Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. Intensive Care Med 1997;23:386-92.
- Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K. Ciaglia Blue Rhino: Ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie. Technik und erste klinische Ergebnisse. Anaesthesist 2000;49:202-6.
- Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. Intensive Care Med 2002;28:299-303.
- Mphanza T, Jacobs S, Chavez M. A potential complication associated with percutaneous tracheostomy with an endotracheal tube with a Murphy eye in situ. Anesthesiology 1998;88:1418.
- Gopinath R, Murray JM. Percutaneous tracheostomy and Murphy's law: an eye for trouble. Anesth Analg 1999;89:670-1.
- Hill SA. An unusual complication of percutaneous tracheostomy. Anaesthesia 1995;50:469-70.
- Day C, Rankin N. Laceration of the cuff of an endotracheal tube during percutaneous dilatational tracheostomy. Chest 1994;105:644.
- Ravat F, Eby T, Pierron J. Difficult reintubation during Fantoni tracheotomy: reply by authors. Ann Fr Anesth Reanim 2001;20:734-5.
- Dexter TJ. The laryngeal mask airway: a method to improve visualisation of the trachea and larynx during fibreoptic assisted percutaneous tracheostomy. Anaesth Intensive Care 1994;22:35-9.
- Tarpey JJ, Lynch L, Hart S. The use of the laryngeal mask airway to facilitate the insertion of a percutaneous tracheostomy. Intensive Care Med 1994;20:448-9.

- **16. Dosemeci L, Yilmaz M, Gulpinar F, Ramazanoglu A.** The use of the laryngeal mask airway as an alternative to the endotracheal tube during percutaneous dilatational tracheostomy. *Intensive Care Med* 2002;28:63-7.
- 17. Gründling M, Kuhn SO, Riedel T, Feyerherd F, Wendt M.** Anwendung der Larynxmaske für die elektive perkutane Dilatationstracheotomie. *Anaesthesiol Reanim* 1998;23:32-6.
- 18. Ambesh SP, Sinha PK, Tripathi M, Matreja P.** Laryngeal mask airway vs endotracheal tube to facilitate bedside percutaneous tracheostomy in critically ill patients: a prospective comparative study. *J Postgrad Med* 2002;48:11-5.
- 19. Brain AI, Verghese C, Strube PJ.** The LMA 'ProSeal'--a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000;84:650-4.
- 20. Cook TM, Taylor M, McKinstry C, Laver SR, Nolan JP.** Use of the ProSeal Laryngeal Mask Airway to initiate ventilation during intensive care and subsequent percutaneous tracheostomy. *Anesth Analg* 2003;97:848-50.
- 21. Craven RM, Laver SR, Cook TM, Nolan JP.** Use of the ProSeal LMA facilitates percutaneous dilatational tracheostomy. *Can J Anaesth* 2003;50:718-20.
- 22.** Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98:1269-77.
- 23.** Airway Management. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2004;45:302-6.
- 24. Mallick A, Quinn AC, Bodenham AR, Vucevic M.** Use of the Combitube for airway maintenance during percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesthesia* 1998;53:249-55.
- 25. Letheren MJ, Parry N, Slater RM.** A complication of percutaneous tracheostomy whilst using the Combitube for airway control. *Eur J Anaesthesiol* 1997;14:464-6.
- 26. Kraft P, Frass M.** A complication of percutaneous tracheostomy while using the Combitube for airway control. *Eur J Anaesthesiol* 1998;15:616.
- 27. Johnson R, Bailie R.** Airway management device (AMD) for airway control in percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesthesia* 2000;55:596-7.
- 28. Deblieux P, Wadell C, McClarity Z, deBoisblanc BP.** Facilitation of percutaneous dilatational tracheostomy by use of a perforated endotracheal tube exchanger. *Chest* 1995;108:572-4.
- 29. Ravat F, Latarjet J, Robert A, Breynaert C.** Inadvertent extubation during percutaneous dilatational tracheostomy: how to replace the tracheal tube easily. *Intensive Care Med* 2001;27:1240-1.
- 30. Ezri T, Katz J, Szmuk P, Warters RD, Geva D.** Use of a ventilating tube exchanger in patients undergoing tracheostomy: report of two cases. *J Clin Anesth* 2001;13:125-7.
- 31. Fisher L, Duane D, Lafreniere L, Read D.** Percutaneous dilatational tracheostomy: a safer technique of airway management using a microlaryngeal tube. *Anesthesia* 2002;57:253-5.
- 32. Irish JC, Brown DH, Cooper RM.** Airway control during percutaneous tracheotomy. *Laryngoscope* 1994;104:1178-80.
- 33. Gründling M, Pavlovic D, Kuhn SO, Feyerherd F.** Capnography vs. bronchoscopy for percutaneous tracheostomy placement. *Anesthesia* 2004;59:301-302.
- 34. Gründling M, Kuhn SO, Nees J, Westphal K, Pavlovic D, Wendt M, et al.** PercuTwist-Dilatationstracheotomie. Prospektive Evaluation an 54 konsekutiven Patienten. *Anesthesia* 2004;53:434-40.
- 35. Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V, Rinne T, Westphal K.** Bedside percutaneous tracheostomy: clinical comparison of Griggs and Fantoni techniques. *World J Surg* 2001;25:296-301.
- 36. Cantais E, Kaiser E, Le-Goff Y, Palmier B.** Percutaneous tracheostomy: prospective comparison of the translaryngeal technique versus the forceps-dilatational technique in 100 critically ill adults. *Crit Care Med* 2002;30:815-9.
- 37. Walz MK, Schmidt U.** Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy--a clinico-pathological study. *Intensive Care Med* 1999;25:102-5.
- 38. van Heurn LW, Theunissen PH, Ramsay G, Brink PR.** Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheotomy. *Chest* 1996;109:1466-9.
- 39. Jackson C.** High Tracheotomy and other errors: The chief causes of chronic laryngeal stenosis. *Surg Gynecol Obstet* 1921;33:392-8.
- 40. Toye FJ, Weinstein JD.** Clinical experience with percutaneous tracheostomy and cricothyroidotomy in 100 patients. *J Trauma* 1986;26:1034-40.
- 41. Marelli D, Paul A, Manolidis S, Walsh G, Odim JN, Burdon TA, et al.** Endoscopic guided percutaneous tracheostomy: early results of a consecutive trial. *J Trauma* 1990;30:433-5.
- 42. Ciaglia P.** Video-assisted endoscopy, not just endoscopy, for percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* 1999;115:915-6.
- 43. Reilly PM, Sing RF, Giberson FA, Anderson HL, 3rd, Rotondo MF, Tinkoff GH, et al.** Hypercarbia during tracheostomy: a comparison of percutaneous endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med* 1997;23:859-64.
- 44. Dollner R, Verch M, Schweiger P, Deluigi C, Graf B, Wallner F.** Laryngotracheoscopic findings in long-term follow-up after Griggs tracheostomy. *Chest* 2002;122:206-12.
- 45. Sustic A, Zupan Z, Krstulovic B.** Ultrasonography and percutaneous dilatational tracheostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999;43:1086-8.
- 46. Mallick A, Venkatanath D, Elliot SC, Hollins T, Nanda Kumar CG.** A prospective randomised controlled trial of capnography vs. bronchoscopy for Blue RhinoTM percutaneous tracheostomy. *Anesthesia* 2003;58:864-8.
- 47. Divatia JV, Kulkarni AP, Sindkar S, Upadhye SM.** Failed intubation in the intensive care unit managed with laryngeal mask airway and percutaneous tracheostomy. *Anaesth Intensive Care* 1999;27:409-11.
- 48. Quinio P, Deghele A, Savry C, Bossard D, Robaux MA, de Tinteniac A.** Translaryngeal tracheostomy through the intubating laryngeal mask airway in a patient with difficult tracheal intubation. *Intensive Care Med* 2000;26:820.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Matthias Gründling
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
Intensivmedizin der
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Friedrich-Loeffler-Straße 23 b
D-17487 Greifswald
Tel.: 03834 865801
Fax: 038340 865802
E-Mail: gruendli@uni-greifswald.de