

C. Byhahn · V. Lischke · S. Halbig · G. Scheifler · K. Westphal · Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt a.M.

Ciaglia Blue Rhino: Ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie

Technik und erste klinische Ergebnisse

Zusammenfassung

Fragestellung: Die elektive Tracheotomie stellt in der modernen Intensivmedizin einen festen Bestandteil der Beatmungstherapie dar und wird zunehmend perkutan durchgeführt. Mit der Ciaglia Blue Rhino (CBR) steht nunmehr eine weitere perkutane Technik zur Verfügung, bei der zur Anlage des Tracheostomas nur noch ein einziger Dilatationsschritt erforderlich ist. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Technik der CBR und erste klinische Ergebnisse vorzustellen.

Methodik: Bei 20 langzeitbeatmeten, erwachsenen Intensivpatienten wurde eine CBR durchgeführt. Nach Punktion der Trachea in typischer Weise erfolgt die Dilatation des Tracheostomas in einem Schritt mittels eines gebogenen Dilatators, der über eine spezielle hydrophile Beschichtung verfügt. Anschließend wird die Trachealkanüle über einen Führungsstab eingeführt. Neben Praktikabilität und Komplikationen der Technik wurde deren Einfluß auf den perioperativen Gasaustausch mittels Blutgasanalysen untersucht.

Ergebnisse: Aufgrund der hydrophilen Beschichtung des Dilatators und der damit verbundenen nahezu widerstandslosen Bougierung gelang die Anlage des Tracheostomas im Mittel in 152 ± 22 s. Akut interventionsbedürftige Komplikationen wie Blutungen,

Aspiration oder eine postoperative Infektion des Tracheostomas wurden nicht beobachtet. Bei 5 Patienten kam es zu einer Fraktur einzelner Trachealspangen, die jedoch keine therapeutische Konsequenz hatte. Hinsichtlich des perioperativen Gasaustauschs ergaben sich keine Signifikanzen hinsichtlich der prä- und postoperativen Höhen von F_iO_2 , paO_2 , $paCO_2$ und des Oxygenierungsindex (paO_2/F_iO_2).

Schlussfolgerung: Die Ciaglia Blue Rhino-Technik könnte aufgrund dieser ersten klinischen Erfahrungen ein Verfahren darstellen, das die jeweiligen Vorteile der anderen perkutanen Tracheotomietechniken nach Ciaglia, Griggs und Fantoni in sich vereint. Diese weiterentwickelte Technik zeichnet sich durch hohe Praktikabilität und eine sehr rasche und sichere Durchführbarkeit aus. Zur endgültigen Bewertung dieses Verfahrens auch im Hinblick auf Spätkomplikationen müssen jedoch detaillierte Vergleichsstudien folgen.

Schlüsselwörter

Perkutane Dilatationstracheotomie · Ciaglia Blue Rhino · Komplikationen

Die elektive Tracheotomie langzeitbeatmter Patienten bietet gegenüber der endotrachealen Intubation signifikante Vorteile und besitzt daher in der heutigen Intensivmedizin einen festen Stellenwert [21]. Seit der Einführung der modernen perkutanen Dilatationstracheotomie (PDT) 1985 von Ciaglia et al. [5] nimmt der Anteil perkutan durchgeführter Tracheotomien sowie deren Durchführung durch nicht-chirurgisch ausgebildete Intensivmediziner stetig zu [13]. Neben der PDT als am häufigsten angewendete Technik finden auch die Spreiztracheotomie nach Griggs (GWDF) sowie die 1997 eingeführte translaryngeale Tracheotomie (TLT) zunehmend Verbreitung [7, 8]. Alle Verfahren konnten sich als gleichermaßen sicher, praktikabel und hinsichtlich perioperativer Komplikationen der chirurgischen Tracheotomie als deutlich überlegen erweisen [21]. Dennoch können sich aus der Methodik der jeweiligen Technik typische Probleme während der Durchführung ergeben. Während für die

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

C. Byhahn · V. Lischke · S. Halbig · G. Scheiffler
K. Westphal

Ciaglia Blue Rhino: A modified technique of percutaneous dilatational tracheostomy. Technique and early results

Abstract

Objective: Elective tracheostomy has become an established treatment modality in modern intensive care medicine, and the number of percutaneously performed tracheostomies is steadily increasing. The Ciaglia Blue Rhino (CBR) represents another percutaneous technique in which the tracheostoma is formed by one-step dilation. Our study presents the technique itself and the early clinical experiences.

Methods: In 20 adult patients on long-term ventilation, CBR was done. After puncture of the trachea in typical manner, dilation of the tracheostoma was achieved in one single step by means of a curved dilator with a special hydrophilic coating. Then, the tracheostomy tube was inserted over a curved loading dilator. Practicability and safety were determined as well as gas exchange during the procedure by means of arterial blood gas samples.

Results: As a result of the dilator's hydrophilic coating, dilation of the tracheostoma was rapidly achieved within 152 ± 22 s, virtually free from resistance of the trachea or the cervical tissues. Complications such as bleeding, aspiration or postoperative infection of the stoma were not noted in any of our patients. Fractures of isolated tracheal cartilage rings were seen in 5 patients, however, no therapeutic intervention was necessary. In terms of perioperative gas exchange, pre- and postoperative levels of F_{iO_2} , PaO_2 , $PaCO_2$ and the oxygenation index (PaO_2/F_{iO_2}) did not change significantly.

Conclusions: Based on our early clinical experience, Ciaglia Blue Rhino represents a new method that may combine the typical advantages of each of the other techniques for percutaneous tracheostomy (i.e. Ciaglia, Griggs, Fantoni) in one single technique. This method is distinguished by a high level of safety and practicability. However, further comparative trials need to be done before a definitive judgement can be made.

Key words

Percutaneous dilatational tracheostomy · Ciaglia Blue Rhino · Complications

TLT überwiegend technische Schwierigkeiten während der Durchführung beschrieben sind [3, 7, 18, 19, 22], besteht bei der Technik nach Griggs durch das unkontrollierte, stumpfe Ausdehnen von Weichteilen und Trachea ein erhöhtes Blutungs- und Verletzungsrisiko [1, 4, 15]. Während der PDT kommt es durch die vergleichsweise lange Dauer der Tracheotomie einerseits sowie durch die wiederholte Verengung des Trachealquerschnitts durch kaliberstarke Dilatatoren andererseits zu einer signifikanten Verschlechterung der Oxygenierung [22]. Mit dem "Ciaglia Blue Rhino" steht nunmehr ein weiteres, an der PDT angelehntes, perkutanes Verfahren zur Verfügung, das die hohe Praktikabilität und Anwenderfreundlichkeit der PDT, die rasche Durchführbarkeit der Griggstechnik sowie die minimale Blutungsgefahr und Beeinträchtigung des Gasaustauschs der TLT miteinander verbinden könnte.

Da bislang noch keine Untersuchungen mit der Ciaglia Blue Rhino existieren, wird diese neue Technik vorgestellt sowie über erste klinische Erfahrungen bei 20 konsekutiven Intensivpatienten berichtet.

Material und Methodik

Patienten

Nach Aufklärung und Einwilligung der richterlich bestellten Betreuer erfolgte

bei 20 konsekutiven Patienten der internistisch-kardiologischen sowie den beiden operativen Intensivstationen unseres Klinikums mit insgesamt 36 Beatmungsplätzen aufgrund prolongierter Beatmungspflichtigkeit eine elektive perkutane Tracheotomie mit dem Ciaglia Blue Rhino Percutaneous Tracheostomy Introducer Set (Cook Critical Care, Dänemark). Alle Tracheotomien erfolgten in intravenöser Allgemeinanästhesie sowie unter Muskelrelaxation und kontrollierter Beatmung (F_{iO_2} 1,0) bettseitig auf der Intensivstation und wurden von den Autoren selbst vorgenommen. Als Ausschlusskriterien für die Durchführung dieses Verfahrens galten bekannte oder zu erwartende Intubationsschwierigkeiten, ein palpatorisch nicht sicher zu identifizierender Tracheaverlauf sowie Infektion im Bereich der Punktionsstelle.

Während des Eingriffs erfolgte ein kontinuierliches Monitoring mit EKG, invasiver Blutdruckmessung sowie Pulsoxymetrie. Unmittelbar nach Beendigung der Tracheotomie wurde die F_{iO_2} auf den präoperativen Wert reduziert. Kam es hierbei zu einem Abfall der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung unter den präoperativen Wert, so wurde die F_{iO_2} schrittweise erhöht, bis der präoperative Sättigungswert erreicht war. Um mögliche perioperative Veränderungen des Gasaustauschs zu erfassen, wurden bei allen Patienten 15 min vor der Tracheotomie

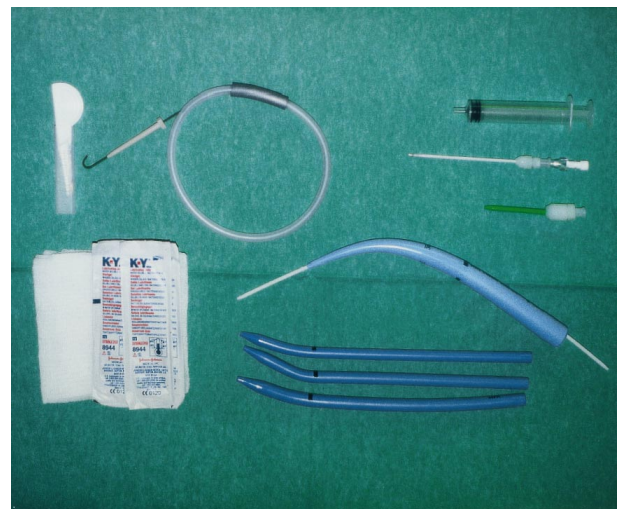


Abb. 1 ▲ Ciaglia Blue Rhino Percutaneous Tracheostomy Introducer Set (Cook Critical Care, Dänemark). Das Set besteht aus Punktionsnadel, einem kleinen Dilatator sowie dem gebogenen Ciaglia Blue Rhino-Dilatator. Weiterhin enthält das Set 3 gebogene Führungsstäbe unterschiedlicher Größe zur Einführung der Trachealkanüle

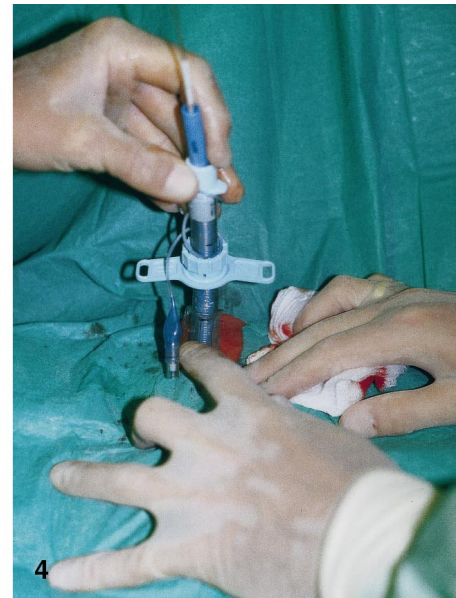
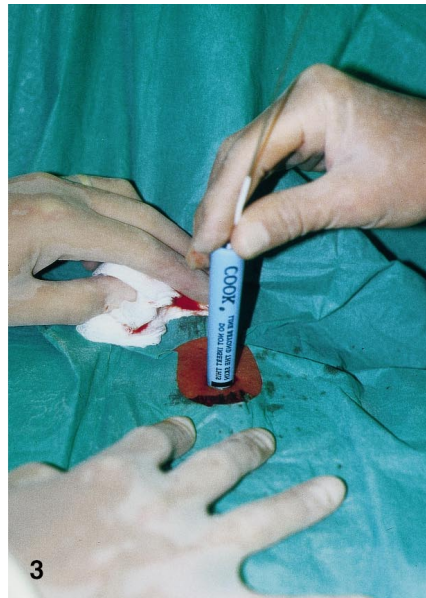
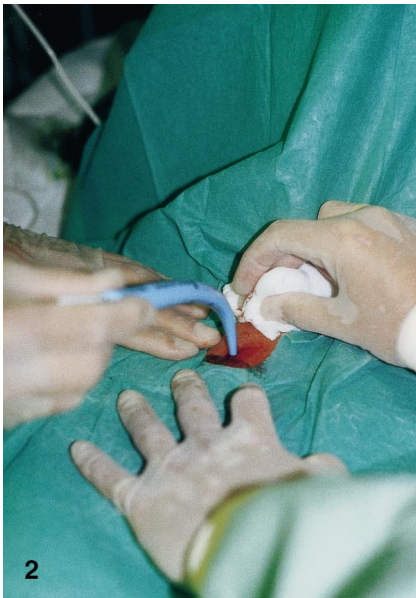


Abb. 2, 3 ▲ Einführung des Ciaglia Blue Rhino-Dilatators in einem Schritt bis zur aufgedruckten Markierung, die 38 F entspricht

Abb. 4 ▲ Über einen gebogenen Führungsstab wird die Trachealkanüle in Seldinger-Technik durch den Dilatationskanal eingesetzt

sowie postoperativ zu dem Zeitpunkt, an dem der präoperative Sättigungswert erreicht oder überschritten war, arterielle Blutgasanalysen vorgenommen.

Operative Technik

Nach Reklination des Kopfs und eindeutiger Identifikation der anatomischen Strukturen erfolgten die chirurgische Desinfektion und Abdeckung in typischer Weise. Währenddessen wurde von einem am Kopfende des Patienten stehenden Assistenten der Endotrachealtubus unter bronchoskopischer Sicht bis in die Glottis zurückgezogen, um dem Operateur die freie Punktion der Trachea zu ermöglichen. Neben einem flexiblen Bronchoskop werden eine Punktionskanüle, der Führungsdraht, ein kleiner Einführungsdilatator, der Spezialdilatator Ciaglia Blue Rhino™ sowie ein gebogener Führungsstab benötigt, über den die nicht im Set enthaltene Trachealkanüle schließlich in die Trachea eingeführt wird (Abb. 1).

Die Punktion der Trachea erfolgt mittelständig zwischen der 2. und 3. Trachealspange und wird vom Assistenten über das geschützt im Endotrachealtubus liegende Bronchoskop überwacht. Nach Verschieben eines Füh-

rungsdrahts in Seldinger-Technik und anschließender Entfernung der Kanüle wird der Punktionskanal mit dem kleinen Dilatator des Sets präformiert. Der Ciaglia Blue Rhino-Dilatator besteht aus einem flexiblen Hartgummimantel mit einer speziellen hydrophilen Beschichtung (EZ-Pass™ Hydrophilic Coating) und ist innen hohl. Er wird zunächst mit einigen Millilitern Kochsalzlösung oder Aqua destillata befeuchtet, wodurch die Oberfläche extrem an Gleitfähigkeit gewinnt. Über den Führungsdraht wird nun der Dilatator in einem Arbeitsgang bis zur aufgedruckten Markierung, die einem Durchmesser von 38 F entspricht (Abb. 2, 3), eingeführt. Die vorherige Befeuchtung des Dilatators ermöglicht eine Einführung und Dilatation der Trachea mit minimalem Kraftaufwand. Das Set enthält 3 Hartgummiführungsstäbe unterschiedlichen Durchmessers, die an ihrer Spitze konisch zulaufen und in die gewählte Trachealkanüle so eingeführt werden, dass ein praktisch stufenloser Übergang zwischen dem aus der Trachealkanüle herausreichenden Führungsstab und der Spitze der Trachealkanüle entsteht. In unserer Untersuchung wurden je nach Körpergröße der Patienten Trachealkanülen mit 8,5 oder 9,3 mm Innendurchmesser verwendet (Mallinckrodt Medical

GmbH, Hennef, Deutschland). Über den Führungsdraht erfolgt nun die Einführung der auf dem Führungsstab aufsitzenden Trachealkanüle. Sobald der Cuff der Kanüle das Hautniveau etwa 1 cm passiert hat, wird der Führungsstab bei gegenseitigem Verschieben der Trachealkanüle zurückgezogen und die Kanüle platziert (Abb. 4). Die korrekte intratracheale Kanülenlage wird umgehend bronchoskopisch bestätigt. Die Konnektion der Kanüle an das Beatmungsgerät sowie die Entfernung des Endotrachealtubus beenden die Tracheotomie.

Statistik

Nach Durchführung der deskriptiven Statistik erfolgte die Darstellung der Ergebnisse in Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (SD), Spannweite und Median. Die Prüfung der statistischen Signifikanzen wurde mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney Test vorgenommen, wobei das Programm GraphPad InStat 3.0 (GraphPad, Inc., San Diego, CA, USA) angewandt wurde. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% ($p < 0,05$) wurde als statistisch signifikant erachtet.

Ergebnisse

Die beschriebene Tracheotomietechnik wurde bei insgesamt 20 konsekutiven Intensivpatienten (14 männlich, 6 weiblich, Alter $65,1 \pm 10,7$ Jahre) aufgrund einer prolongierten Beatmungspflichtigkeit im Bett auf der Intensivstation an-

Tabelle 1
Oxygenierungsparameter ($\bar{x}\pm SD$ und Spannweite)
vor und nach perkutaner Ciaglia Blue Rhino-Tracheotomie
bei 20 Intensivpatienten

	Vor Tracheotomie	Nach Tracheotomie
F _i O ₂	0,55±0,21 (0,30–1,0)	0,56±0,17 (0,30–1,0)
paO ₂ (mmHg)	109,2±45,2 (64,5–276,3)	94,6±21,0 (69,3–135,2)
paCO ₂ (mmHg)	40,4±5,2 (29,0–46,0)	40,0±6,3 (31,5–52,0)
Oxygenierungsindex (paO ₂ /F _i O ₂)	223,5±97,7 (85,0–353,1)	190,3±82,5 (102,7–337,5)

p=nicht signifikant für prä- vs. postoperative Werte (Wilcoxon-Mann-Whitney Test)

gewandt. Der Eingriff wurde im Median am 6. (Spannweite 2–13) Beatmungstag vorgenommen, wobei die Operationsdauer (Punktion der Trachea bis Konnektion der Trachealkanüle an das Beatmungsgerät) durchschnittlich 152±22 s betrug. Bei 5 Patienten kam es bei Einführung des Blue Rhino-Dilatators zu Frakturen jeweils einzelner Trachealknorpelspangen, die unmittelbar bronchoskopisch diagnostiziert wurden. Bei keinem dieser Patienten trat eine Blutung oder Verletzung der Trachealhinterwand auf, und auch die Kanüleneinführung gestaltete sich problemlos. Weitere perioperative Komplikationen, insbesondere Blutungen oder Tracheostomainfektionen, wurden nicht beobachtet.

Die Auswertung der perioperativen Blutgasanalysen erbrachte für die Parameter F_iO₂, paO₂, paCO₂ und den Oxygenierungsindex (paO₂/F_iO₂) trotz einer leichten Verschlechterung der Oxygenierung keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der prä- und postoperativen Werte (Tabelle 1).

Die postoperative Kanülierungsdauer der Patienten betrug im Median 8 (5–36) Tage. 12 Patienten verstarben kanüliert an ihrer Grunderkrankung, 2 Patienten wurden kanüliert in ein anderes Krankenhaus verlegt. Die restlichen 6 Patienten konnten nach Entwöhnung von der Beatmung problemlos dekanüliert werden.

Diskussion

Die Tracheotomietechnik Ciaglia Blue Rhino (CBR) stellt ein neuartiges Verfahren dar, dessen Ursprünge in der

perkutanen Dilatationstracheotomie zu finden sind. Im Gegensatz zur PDT ist bei der CBR jedoch nur noch ein einziger Dilatationsschritt mit einem speziellen gebogenen Dilatator erforderlich. Dessen besondere hydrophile Beschichtung erlaubt nach Anfeuchtung der Oberfläche ein nahezu widerstandsloses Einbringen des Dilatators in die Trachea mit sehr geringem Kraftaufwand und entsprechend geringer Kompression der Trachealvorderwand. Typische Probleme der PDT, die aus dem schrittweisen und vergleichsweise prolongierten und kraftvollen Aufdilätieren der Trachea resultierten, wurden mit dieser neuen Technik nicht mehr beobachtet. So wurde in der Vergangenheit während PDT eine signifikante Verschlechterung der perioperativen Oxygenierung festgestellt, die einerseits auf die Kompression des Tracheallumens von außen während der Dilatation, andererseits auf eine Atemwegsobstruktion durch die wiederholte Einengung des Trachealquerschnitts durch die Einführung der zunehmend kaliberstärkeren Dilatatoren zurückgeführt wurde [22]. Da ungeachtet der Technik der Gasaustausch während einer Tracheotomie durch die Manipulation an den Atemwegen nicht ideal ist, kommt neben einer möglichst geringen Invasivität der Methode auch der OP-Dauer eine erhebliche Bedeutung zu.

Die zur PDT erforderlichen OP-Zeiten werden mit durchschnittlich 4,9 bis 21,5 min angegeben [10–12, 14, 19]. Ungeachtet der Tatsache, dass es sich bei der CBR um eine für uns neue Technik handelte, konnten wir dieses Verfahren

im Mittel in weniger als 3 min durchführen. Damit ist die Blue Rhino-Technik hinsichtlich Schnelligkeit mit der Spreiztracheotomie nach Griggs vergleichbar, die von geübten Operateuren in etwa 2 min vorgenommen werden kann [15] und somit die perioperative Oxygenierung praktisch nicht beeinflusst [4]. Auch in der vorliegenden Untersuchung kam es während des Eingriffs zu keiner signifikanten Verschlechterung der respiratorischen Situation. Zwei respiratorisch schwerwiegend beeinträchtigte Patienten mußten bereits präoperativ mit einer F_iO₂ von 1,0 beatmet werden, zeigten jedoch intraoperativ weder einen relevanten Abfall der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung noch eine signifikante hämodynamische Depression, die für eine Gewebshypoxie diagnostisch wegweisend hätte sein können.

Bei 5 Patienten kam es während der Einführung des Blue Rhino-Dilatators ungeachtet des hierfür erforderlichen, nur minimalen Kraftaufwands zu einer Fraktur jeweils einzelner Trachealknorpelspangen, die intraoperativ bronchoskopisch diagnostiziert wurden. Die Fraktur von Trachealspangen wurde bereits als typische Komplikation der PDT beschrieben, deren Inzidenz von 28,6% mit der Häufigkeit in unserer Untersuchung vergleichbar ist [20]. Werden derartige Läsionen nicht unmittelbar intraoperativ bronchoskopisch entdeckt, bleiben sie typischerweise klinisch unbemerkt und verursachen im Langzeitverlauf nach Dekanülierung nur sehr selten relevante Trachealstenosen [16]. Bei unseren Patienten hatte daher die Diagnose einer Knorpelspangenfraktur keine weitere therapeutische Konsequenz. Da jedoch alle dieser 5 Patienten im weiteren Verlauf der intensivmedizinischen Behandlung an ihrer Grunderkrankung verstarben, kann über den Langzeitverlauf und die mögliche Entwicklung von Trachealschäden nach Dekanülierung keine Aussage getroffen werden.

Schwerkranke Intensivpatienten weisen oftmals Hämostasestörungen auf, die von vielen Autoren als absolute Kontraindikation für eine perkutane Tracheotomie angesehen werden [1, 6, 9, 17–19]. In der vorliegenden Untersuchung erfolgte eine Tracheotomie auch bei Patienten mit pathologisch veränderten Gerinnungsparametern (TPZ <50%,

PTT >60 s, Thrombozyten <20.000/μl) oder vorbestehender Hämophilie A. Perioperative Blutungen wurden bei keinem Patienten beobachtet. Auch bei der abschließenden bronchoskopischen Inspektion der Atemwege nach Beendigung der Tracheotomie fanden sich im Bronchialbaum lediglich minimale Blutspuren, die keines Absaugens oder anderweitiger Maßnahmen bedurften. Da bei allen perkutan-dilatativen Tracheotomietechniken das Tracheostoma unter einer hohen Spannung des lediglich gedehnten, jedoch nicht inzidierten oder resezierten Gewebes steht, legen sich die Wundränder nach Platzierung der Trachealkanüle zirkulär fest an die Kanüle an und eine eventuelle Blutung tamponiert sich auf diese Weise gewöhnlich von alleine. Während bei der PDT durch den mehrfachen Dilatorwechsel vor Einführung der Kanüle diese Kompression der Wundränder gegen die Dilatatoren immer wieder aufgehoben wird, steht die Wundfläche bei der Blue Rhino-Technik lediglich einmal und nur für die kurze Zeitspanne zwischen Entfernung des Dilators und Kanülenplatzierung nicht unter Kompression. Die Effektivität dieser Eigentamponade des Tracheostomas konnte für die TLT, bei der die Dilatation des Tracheostomas durch die Trachealkanüle selbst erfolgt und bei der somit die Wundränder permanent unter Spannung stehen, vielfach aufgezeigt werden [3, 7, 18, 19, 22]. Selbst bei einem Patienten mit schwerer Hemmkörperhämophilie kam es nur nach Entfernung der Punktionskanüle zu einer minimalen Blutung, die nach Dilatation mit der Trachealkanüle und deren Platzierung sofort sistierte [2]. Die CBR ist in dieser Hinsicht der TLT ähnlich und scheint daher auch bei Patienten mit eingeschränkter Gerinnung mit vertretbarem Risiko anwendbar.

Fazit für die Praxis

Die Ciaglia Blue Rhino-Technik repräsentiert ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie, bei dem die Dilatation des Tracheostomas in einem Schritt und aufgrund der hydrophilen Spezialbeschichtung des Dilators rasch und mit minimalem Kraftaufwand erfolgt. In der vorliegenden Untersuchung traten außer einzelnen Trachealknorpelspannenfrakturen, deren Inzidenz mit denen während PDT vergleichbar war, keine weiteren Komplikationen auf. Die vorgestellte Technik scheint die technisch einfache Durchführbarkeit der PDT mit der Schnelligkeit der Griggs-Technik sowie der minimalen Blutungsinzidenz der TLT zu verbinden und könnte somit eine Methode darstellen, die alle Anforderungen an ein modernes Verfahren zur perkutanen Tracheotomie zu erfüllen scheint. Da jedoch die Zahl der untersuchten Patienten derzeit gering ist und ebenfalls noch keine Aussagen über Langzeitergebnisse vorliegen, müssen zur endgültigen Bewertung der Ciaglia Blue Rhino-Technik detaillierte Vergleichsstudien erfolgen.

Literatur

- Ambesh SP, Kaushik S (1998) **Percutaneous dilational tracheostomy: The Ciaglia method versus the Rapitrach method.** *Anesth Analg* 87:556–561
- Byhahn C, Lischke V, Kessler P, Westphal K (1999) **A new method for tracheostomy in high-risk ICU patients: Translaryngeal tracheostomy (TLT).** *Anesthesiology* 91:A314 (Abstr)
- Byhahn C, Lischke V, Westphal K (1999) **Perkutane Tracheotomie in der Intensivmedizin – Praktikabilität und Frühkomplikationen der translaryngealen Technik nach Fantoni.** *Anaesthesist* 48:310–316
- Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V, Rinne T, Westphal K (2000) **Bedside percutaneous tracheostomy – A clinical comparison of Griggs and Fantoni techniques.** *World J Surg* 24
- Ciaglia P, Firsching R, Syniec C (1985) **Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report.** *Chest* 87:715–719
- Deitmer T, Delank KW (1995) **Kritische Anmerkungen aus HNO-ärztlicher Sicht zur perkutanen dilatativen Tracheotomie nach Ciaglia.** *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 30:501–503
- Fantoni A, Ripamonti D (1997) **A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method.** *Intensive Care Med* 23:386–392
- Griggs WM, Worthley LIG, Gilligan JE, Thomas PD, Myburgh JA (1990) **A simple percutaneous tracheostomy technique.** *Surg Gynecol Obstet* 170:543–545
- Heuer B, Deller A (1998) **Früh- und Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie (PDT Ciaglia) bei 195 Intensivpatienten.** *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 33:306–312
- Holdgaard HO, Pedersen J, Jensen RH, Outzen KE, Midtgaard T, Johansen LV, Møller J, Paaske PB (1998) **Percutaneous dilatational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy.** *Acta Anaesthesiol Scand* 42:545–550
- McHenry CR, Raeburn CD, Lange RL, Priebe PP (1997) **Percutaneous tracheostomy: a cost-effective alternative to standard open tracheostomy.** *Am Surg* 63:646–652
- Reilly PM, Sing RF, Giberson EA, Anderson 3rd HL, Rotondo MF, Tinkoff GH, Schwab CW (1997) **Hypercarbia during tracheostomy: a comparison of percutaneous endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy.** *Intensive Care Med* 23:859–864
- Simpson TP, Day CJE, Jewkes CF, Manara AR (1999) **The impact of percutaneous tracheostomy on intensive care unit practice and training.** *Anaesthesia* 54:186–189
- Stoekli SJ, Breitbach T, Schmid S (1997) **A clinical and histological comparison of percutaneous dilatational versus conventional surgical tracheostomy.** *Laryngoscope* 107:1643–1646
- van Heerbeek N, Flikkers BG, van den Hoogen FJA, Mollen RMHG, Marres HAM (1999) **The guide wire dilating forceps technique of percutaneous tracheostomy.** *Am J Surg* 177:311–315
- van Heurn LW, Theunissen PH, Ramsay G, Brink PR (1996) **Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheotomy.** *Chest* 109:1466–1469
- Van Natta TL, Morris JA, Eddy VA, Nunn CR, Rutherford EJ, Neuzil D, Jenkins JM, Bass JG (1998) **Elective bedside surgery in critically ill patients is safe and cost-effective.** *Ann Surg* 227:618–626
- Walz MK, Hellinger A, Walz MV, Nimtz K, Peitgen K (1997) **Die translaryngeale Tracheotomie. Technik und erste Ergebnisse.** *Chirurg* 68:531–535
- Walz MK, Peitgen K (1998) **Punktionstracheotomie versus translaryngeale Tracheotomie.** *Chirurg* 69:418–422
- Walz MK, Schmidt U (1999) **Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy – a clinico-pathological study.** *Intensive Care Med* 25:102–105
- Westphal K, Byhahn C, Lischke V (1999) **Die Tracheotomie in der Intensivmedizin.** *Anaesthesist* 48:142–156
- Westphal K, Byhahn C, Rinne T, Wilke HJ, Wimmer-Greinecker G, Lischke V (1999) **Tracheostomy in cardiothoracic patients – Surgical tracheostomy versus Ciaglia and Fantoni methods.** *Ann Thorac Surg* 68:486–492