

# Neue Tracheotomietechniken auf der Intensivstation

Steffi Prentl

Klinik für Anaesthesiologie  
der Technischen Universität München  
des Klinikums rechts der Isar  
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. E. Kochs)

# Neue Tracheotomietechniken auf der Intensivstation

Steffi Prentl

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. B. Freiherr von Hundelshausen

2. Univ.-Prof. Dr. H. Bartels

Die Dissertation wurde am 12.11.2004 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 02.02.2005 angenommen.

Meinen Eltern gewidmet in großer Liebe und Dankbarkeit.

## Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Geschichtliche Entwicklung.....	2
1.2	Anatomie.....	6
1.3	Indikationen zur Tracheotomie.....	8
1.4	<b>Tracheotomiemethoden:</b> .....	<b>13</b>
1.4.1	Die konventionell – klassische Tracheotomie.....	13
1.4.2	Perkutane Dilatationstracheotomie nach Ciaglia.....	14
1.4.3	Die Dilatationstracheotomie nach Griggs.....	20
1.4.4	Translaryngeale Tracheotomie nach Fantoni.....	20
1.4.5	Ciaglia Blue Rhino.....	29
1.4.6	Die Percutwist®- Methode.....	30
<b>2</b>	<b>Fragestellung und Zielsetzung</b> .....	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>Patienten und Methodik</b> .....	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>39</b>
4.1	<b>Schwierigkeiten und Komplikationen</b> .....	<b>39</b>
4.1.1	Perioperative Phase.....	39
4.1.2	Postoperative Phase.....	40
4.1.3	Spätschäden.....	42
4.2	<b>Selbstbeurteilung der Patienten</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis:</b> .....	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>63</b>

# 1 Einleitung

Tracheotomien wurden zunächst zur Sicherung der Atemwege bei Verlegungen der oberen Luftwege durchgeführt, um den akuten Erstickungstod zu verhindern. Heute wird die überwiegende Anzahl von Tracheotomien auf Intensivstationen zur Sicherung des Atemweges von langzeitbeatmeten Intensivpatienten durchgeführt. In den letzten Jahren wurden neben den operativen Tracheotomietechniken verschiedene als minimal invasiv bezeichnete Techniken entwickelt. Die vorliegende Arbeit soll die konventionelle mit den dilatativen Methoden vergleichen und ihre Indikationen, Kontraindikationen und Folgeschäden darstellen. Die Tracheotomie, die seit jeher einen lebensrettenden Eingriff bei mechanischer Verlegung oder Behinderung der oberen Luftwege darstellte, wurde technisch in den vergangenen Jahren weiter entwickelt. Neue intensivmedizinische Indikationen haben zu einer deutlichen Zunahme der Zahl durchgeführter Tracheotomien geführt. Aufgrund der steigenden Zahl von langzeitbeatmeten Patienten wurde versucht, weniger invasive Methoden zu entwickeln, um das Gewebstrauma für den Patienten so klein wie möglich zu halten. Trotz verbesserter Möglichkeiten und reduzierten Folgeschäden der endotrachealen Langzeitintubation hat die Zahl der Tracheotomien zur Langzeitbeatmung auf Intensivstationen zugenommen. Während früher eine Tracheotomie bei einem Intensivpatienten mit hohem organisatorischen und personellen Aufwand verbunden war, waren die neuen perkutanen Tracheotomietechniken relativ einfach zu erlernen und bald auch von nicht chirurgisch ausgebildeten Intensivmedizinern durchführbar. Diese Umstände führten dazu, dass der konventionellen Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten in vielen Kliniken nach genauer Abwägung und unter sorgfältiger Beachtung der Kontraindikationen nur noch eine untergeordnete Rolle zukommt.

## 1.1 Geschichtliche Entwicklung

Die Geschichte der Tracheotomie lässt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Schon in den Schriften der Ägypter finden sich Beschreibungen über die Schaffung eines transtrachealen Zugangs zu den Atemwegen und die Einführung einer Kanüle in die Trachea. Zu diesem Thema wurden zwei ägyptische Tafeln gefunden, die auf den Zeitraum von ca. 3600 v. Chr. geschätzt werden. Ob es sich bei den Abbildungen aber tatsächlich um Luftröhrenschnitte handelt, ist nicht eindeutig erwiesen<sup>60</sup>.

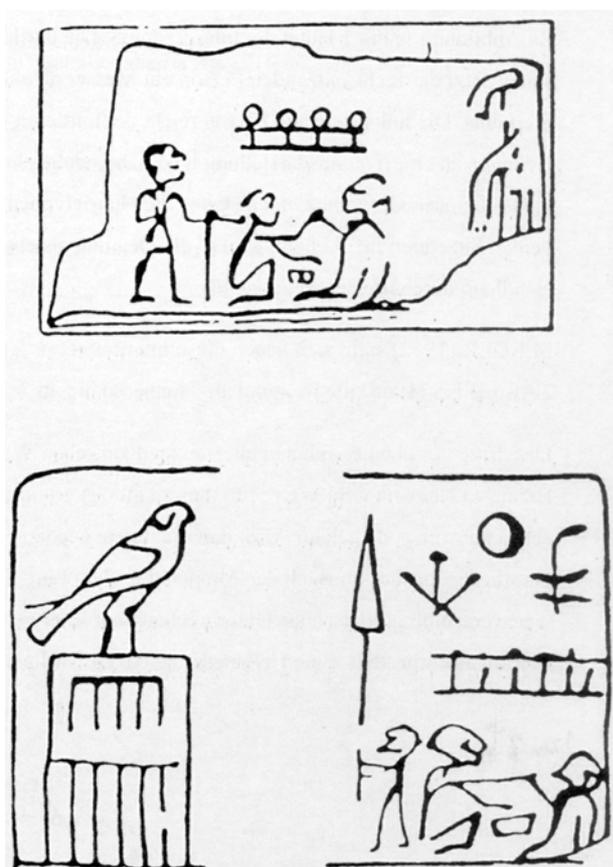


Abbildung 1: Vermeintliche Darstellung einer Tracheotomie auf ägyptischen Tafeln bei Skody (1956).

Die erste ausführliche Beschreibung der Technik der Tracheotomie stammt aus dem 7. Jahrhundert n. Chr. und wurde von Paulos von Aegina in seinem Lehrbuch beschrieben, in dem er einen Chirurgen des 3. - 4. Jahrhunderts n. Chr.

namens Antyllos zitiert „ ..wenn wir an das Werk gehen, schneiden wir unterhalb des Kopfes der Luftröhre im Zwischenraum von drei oder vier Ringen irgendeine Stelle der Luftröhre ein. Wir lehnen also den Kopf des Patienten zurück, damit die Luftröhre sichtbar wird und machen einen Querschnitt mitten zwischen zwei Ringen, so dass nicht der Knorpel, sondern die dazwischen liegende Haut durchschnitten wird. Nachdem die Gefahr der Erstickung beseitigt ist, frisken wir die Wundränder an und legen die Nähte, indem wir nur die Haut (ohne den Knorpel) zusammennähen und legen blutstillendes Mittel auf“<sup>2</sup>.

Hieronimus Fabricius ab Aquapendente (1537-1619), Professor in Padua, lobte die Tracheotomie in höchsten Tönen: „Unter allen Operationen der Chirurgie habe ich immer diejenige für die vorzüglichste gehalten, welche denjenigen, welche auf dem Punkte sind, zu sterben, eine rasche Heilung gewährt, was den Arzt vollständig ähnlich einem Aesculap macht. Nun, von dieser Art ist die Eröffnung der Luftröhre.“<sup>68</sup>. Er selbst habe diese Operation nie durchgeführt, konnte aber wegen seiner hervorragenden anatomischen Kenntnisse dennoch genaue Anweisungen zur Durchführung einer Tracheotomie geben, er empfahl für die Haut und die Muskeln einen Längsschnitt und im Anschluss für die Luftröhre einen Querschnitt, außerdem riet er, eine Trachealkanüle zu verwenden: „... Wenn auf diese Weise die Luftröhre zum Vorschein gekommen ist, muss man den Einschnitt quer zwischen zwei Ringen machen und das eiserne Instrument so tief hineinbringen, dass es bis in die Höhlung der Luftröhre eindringt, welche sehr nahe ist, was man daran erkennt, dass der Athemzug mit Geräusch aus der Wunde hervorkommt. Wenn dies geschehen ist, muss man eine kleine Canüle einführen, welche im Verhältnis zur Oeffnung ist und Flügel hat, um zu verhindern, dass sie nach innen durch das Athmen hineingezogen werde, und welche zu kurz ist, damit sie nicht die innere Wunde der Luftröhre berührt, weil sie sonst Husten erregen und Schmerzen verursachen würde. Die Röhre muss gerade sein, denn die gerade Form ist bequemer als die gekrümmte; denn eine gekrümmte Röhre kann durch die Bewegung der an sie

stoßenden Luft erschüttert werden. Die Röhre muss länger liegen bleiben, bis die Gefahr der Erstickung vorüber ist, was gewöhnlich in 3-4 Tagen eintritt“<sup>68</sup>.

Die älteste bisher bekannte Darstellung einer Tracheotomie (siehe Abbildung 2) stammt von seinem Schüler und Nachfolger, dem italienischen Chirurgen und Anatom Giulio Casseri (Julius Casserius), der in seinem Lehrbuch die bildliche Durchführung einer Tracheotomie mit einem längsgestellten Hautschnitt zeigt (um 1552-1616)<sup>17</sup>.

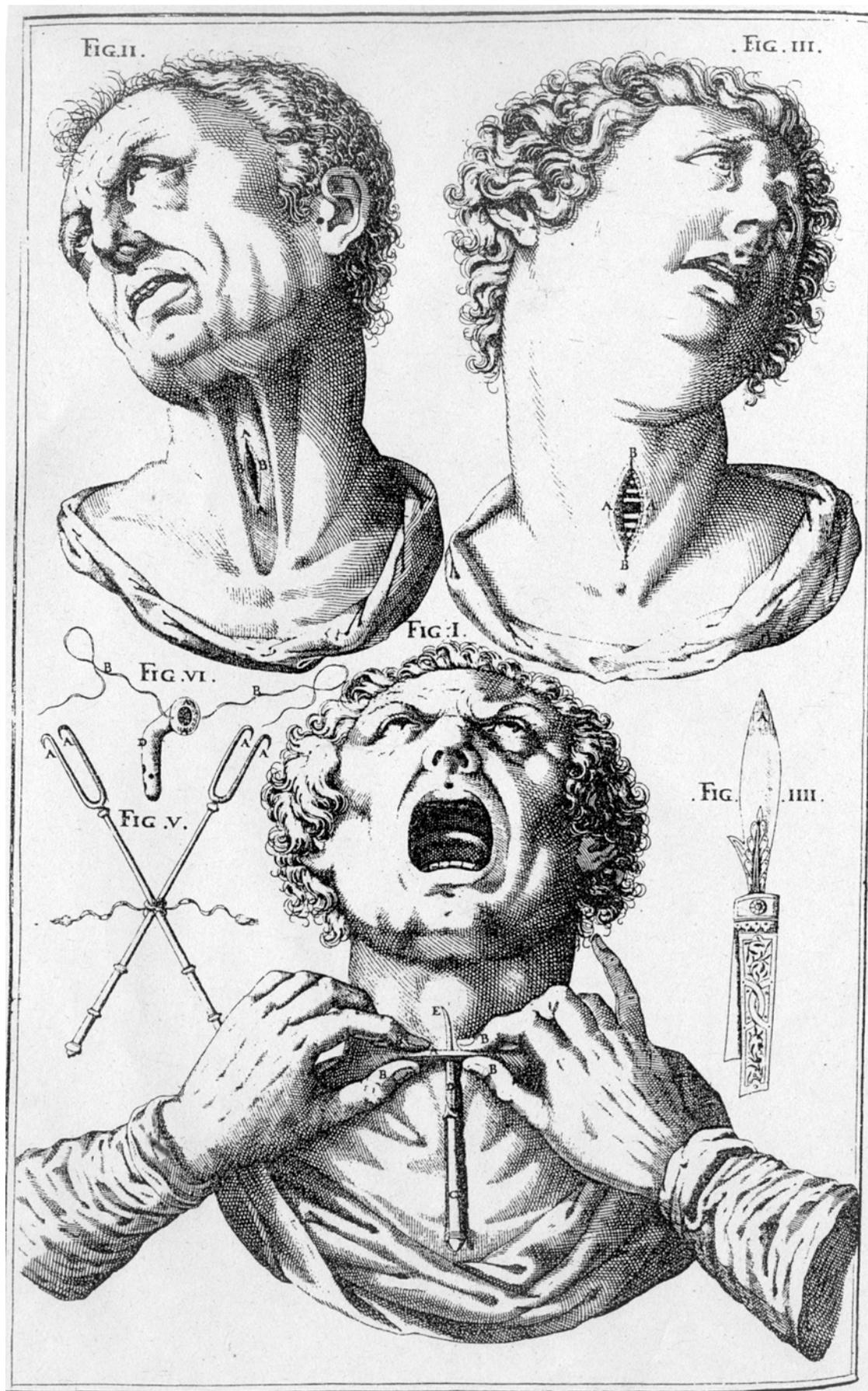


Abbildung 2: Darstellung der Tracheotomie bei Casserius

---

Der deutsche Chirurg Lorenz Heister (1683-1758) setzte den Längsschnitt der Trachea und den Begriff „Tracheotomie“ durch, den er den Begriffen „Bronchotomie“ und „Laryngotomie“ vorzog<sup>35</sup>.

## 1.2 Anatomie

Als regio trachealis wird der Raum zwischen dem unteren Rand des Ringknorpels bis zum oberen Rand des Sternums bezeichnet. Sie enthält den zervikalen Anteil von Ösophagus und Trachea.

Der Isthmus der Schilddrüse liegt vor den oberen Trachealringen und ist durch stärkere Bindegewebszüge am Ringknorpel befestigt. Unterhalb des Isthmus befinden sich die Schilddrüsenvenen.

Kranial des Sternums überkreuzt der Truncus brachiocephalicus in variabler Weise die Trachea. In etwa 10 % findet sich eine A. thyroidea ima, die aus dem Truncus brachiocephalicus oder dem Aortenbogen tritt und an den Isthmus von unten her angrenzt. Bei Kindern kann der Thymus oberhalb des Sternums in den Halsraum hineinreichen. Diese anatomischen Gegebenheiten müssen bei der Tracheotomie besonders beachtet werden.

Unter der Haut befindet sich die Lamina superficialis cervicalis, die an der Außenfläche des Sternums ansetzt und sich in der Höhe des Isthmus mit der Lamina praetrachealis fasciae cervicalis vereinigt. Zwischen diesen beiden Fascien besteht der mit Fett ausgefüllte Suprasternalraum, in ihm befindet sich der Arcus venosus juguli.

Nach Durchtrennung der Lamina praetrachealis gelangt man in das Spatium praetracheale, einen Raum, der das Auf- und Absteigen der Trachea ermöglicht. Das lockere Bindegewebe dieses Raumes setzt sich nach unten kontinuierlich in das Mediastinum fort, dadurch können sich hier Luft, Eiter und Blut leicht ausbreiten.

Die Trachea schließt sich in Höhe des 4. bis 7. Halswirbels an den Ringknorpel an und folgt in ihrem ungefähr 12 cm langen weiteren Ausdehnung dem Verlauf der Wirbelsäule, bis sie sich etwa in Höhe des 1. BWK in die beiden Hauptbronchien aufteilt. Die Teilungsstelle verschiebt sich bei tiefer Inspiration um 1- 2 cm caudalwärts, was auf eine Vergrößerung des Lungenvolumens und die Zwerchfellsenkung zurückzuführen ist.

Die ungefähr 12- 14 mm weite Trachea wird von 12- 16 U-förmig dorsalwärts offenen hyalinen Knorpelspangen stabilisiert, die in die Trachealwand eingelassen sind und ihr so eine gewisse Steife geben und ihr Lumen offen halten. Zwischen diesen Knorpelspangen liegen die Ligamenta anularia, stark elastische Bänder. Die dorsale, der Speiseröhre anliegende Wand ist häutig (Pars membranacea) und ermöglicht so die Ausdehnung der Speiseröhre nach vorne beim Schlucken von größeren Bissen. Dieser Teil der Trachea ist besonders verletzlich, insbesondere z.B. durch Trachealkanülen. Hier treten auch die Ösophago- Tracheale Fisteln auf.

Die querverlaufende glatte Muskulatur in der Pars membranacea kann die Enden der Knorpelspangen einander nähern und somit das Lumen enger oder weiter stellen.

Das elastische Fasernetz der Trachea lässt sich stark verlängern, es befindet sich bei einer Normalstellung des Kopfes bereits in einem Spannungszustand, beim Vorbeugen des Kopfes wird es entspannt, bei angehobenem Kinn erreicht man eine maximale Dehnung, die die Tracheotomia inferior durch das Hervortreten von mehreren Trachealringen aus dem Brustraum in den Halsraum erleichtert.

Sehr wichtig ist auch die genaue Kenntnis der Verläufe von Nerven und Gefäßen, der Nervus recurrens verläuft seitlich an der Luftröhre, in der Rinne zwischen Trachea und Ösophagus, sein Endast, der N. laryngeus inferior, innerviert die Muskulatur des Kehlkopfes.

Der N. recurrens wird von der A. thyroidea inferior überkreuzt, welche von lateral nach medial zur Schilddrüse zieht. Beim Eintritt der Trachea in die obere

Thoraxapertur befinden sich auf der rechten Seite die A. brachiocephalica und auf der linken Seite die A. carotis communis. An der Bifurkation in Höhe des 4. BWK liegen der Trachea links der Aortenbogen und rechts die V. azygos an. Vor der Trachea findet man retrosternal die V. brachiocephalica sinistra und den Thymus.

Die Schleimhaut der Trachea trägt respiratorisches Epithel, dessen Flimmerschlag kehlkopfwärts gerichtet ist. Sie ist durch lockeres Bindegewebe mit dem Knorpelfasermantel verbunden. Die Becherzellen und die serösen Glandulae tracheales bilden den Trachealschleim, der die Luftwege feucht hält und feine Staubteilchen auffängt.

### 1.3 Indikationen zur Tracheotomie

Zunächst waren entzündliche Prozesse und Fremdkörper wesentliche Indikationen für eine Tracheotomie. Im 19. Jahrhundert wurden im Rahmen von Diphtherieepidemien zahlreiche Eingriffe insbesondere bei Kindern erfolgreich durchgeführt<sup>35</sup>. Die Diphtherie führte zu so signifikanten Veränderungen in Larynx und Trachea, dass ein inspiratorischer Stridor mit Dyspnoe, bellendem Husten (Krupp) und drohender Erstickung das gängige Krankheitsbild charakterisierten.

Auch heute stellt die Tracheotomie einen wichtigen Eingriff dar, der sich nur unwesentlich von den bereits geschilderten historischen Operationsmethoden unterscheidet.

Man unterscheidet primäre und sekundäre Tracheotomien. BRANDT et al<sup>9</sup> nennen folgende Indikationen für eine primäre Tracheotomie:

- festsitzender Fremdkörper in den oberen Luftwegen
- Verletzungen des Larynx

- akute entzündliche Prozesse des Larynx (akutes Glottisödem, Perichondritis, Diphtherie, Croup, Abszesse)
- chronisch entzündliche Prozesse des Larynx
- zunehmendes langsames Tumorwachstum intra- und extralaryngeal
- Kompression der Trachea von außen (Schilddrüsentumoren, Sarkome und Karzinome)
- beidseitige Recurrensparese

Mit der raschen Entwicklung des Notarztwesens und der anschließenden Intensivbehandlung seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde die Stabilisierung der Patienten während der Primärphase zunehmend häufiger möglich. Erhebliche pharmakologische und apparative Verbesserungen führten dazu, dass immer ältere Patienten mit immer schwereren Erkrankungen und Verletzungen die Initialphase der Behandlung überlebten. Im Rahmen dieser Entwicklung kam es weltweit zu einer erheblichen Erhöhung der Anzahl langzeitbeatmeter Patienten. In diesem Rahmen nahm auch die Häufigkeit sekundärer Tracheotomien auf Intensivstationen stetig zu.

OTTENI<sup>59</sup> führt folgende Indikationen für eine sekundäre Tracheotomie auf:

- alle schweren alveolären Hypoventilationen, die über mehrere Tage andauern
- andauernde Komata aller Art
- schwere Entzündungen, Tumoren, Stenosen im Kehlkopfbereich
- Halswirbelerkrankungen
- schwere Schädelhirntraumen; Gesichts- und Halstraumen
- Polytrauma
- respiratorische Insuffizienz
- intracerebrale Blutungen

Die Vorteile der Tracheotomie im Gegensatz zur oralen oder nasalen Langzeitintubation auf einer Intensivstation sind vor allem die Vermeidung von Schäden an Stimmbändern und Kehlkopf sowie in der Nase. Der Patient hat ein geringeres Fremdkörpergefühl, die Mundhygiene wird erleichtert. Die Möglichkeiten der Bronchialtoilette zur Verhinderung und Behandlung von Atelektasen sind verbessert. Gegenüber der nasalen Intubation entfällt das Risiko der Entstehung von Sinusitiden durch Verlegung der Ausführungsgänge der Nasennebenhöhlen. Intensivmedizinische Betreuung und Pflege des Patienten werden durch eine Tracheotomie erleichtert. Der Patient benötigt in der Regel deutlich geringere Dosierungen an Analgosedativa, dies ist wohl bedingt durch die verbesserte Toleranz einer Trachealkanüle im Vergleich zu einem translaryngealen Tubus. Tracheotomierte Patienten können wesentlich leichter und risikoärmer mobilisiert werden als translaryngeal intubierte (geringeres Risiko einer akzidentellen Extubation); zudem können Trachealkanülen– von in dieser Arbeit noch genauer zu beschreibenden Ausnahmen abgesehen – wesentlich leichter replaziert werden.

Wesentlich erleichtert ist die orale Nahrungsaufnahme. Translaryngeal intubierte Patienten können nahezu nicht schlucken.

Psychologisch äußerst vorteilhaft ist die Möglichkeit zur verbalen Kommunikation nach Einsatz einer Sprechkanüle im Rahmen der Weaningphase. Intubierte Patienten können in keinem Fall sprechen.

Atemmechanisch bedingt die Trachealkanüle gegenüber einem nasal oder oral platzierten Endotrachealtubus durch den größeren Innendurchmesser eine erhebliche Reduktion des Atemwegswiderstandes. Die Atemarbeit wird so in der Weaningphase erheblich reduziert. In vielen Fällen gelingt das Abtrainieren von der maschinellen Atemhilfe erst nach Durchführung einer Tracheotomie mit Einlage einer entsprechend großlumigen Trachealkanüle. Inwieweit dieses erhebliche Problem der translaryngeal eingebrachten Endotrachealtuben durch moderne Modi, welche in neuere Intensivrespiratoren zur sogenannten

Tubuskompensation integriert wurden, gelöst werden kann, ist zur Zeit nicht abschließend beurteilbar. Ziel wird es bleiben, den Atemwegswiderstand soweit wie möglich zu reduzieren. Die Reduktion durch Einlage einer großlumigen Trachealkanüle bleibt auch dann bestehen, wenn der Patient vom Beatmungsgerät dekonnektiert wird und spontan über ein sogenanntes T-Stück atmet. Diese Phase kann bei einigen Patienten Tage bis Wochen dauern.

Im Gegensatz zur Reduktion des Atemwegswiderstandes bringt die Reduktion des Totraumvolumens (Trachealkanüle ist kürzer als Endotrachealtubus) beim Erwachsenen keine wesentlichen Vorteile<sup>50, 49, 36, 74, 62, 53</sup>.

Als Nachteil der Tracheotomie kann man die Invasivität des Eingriffes und die sich aus dem Eingriff möglicherweise ergebenden Komplikationen wie Schädigung der Trachea, der Schilddrüse, mediastinaler Organe, Gefäße und Nerven nennen. Darüber hinaus besteht die Gefahr der häufigsten Langzeitkomplikation der Tracheotomie, nämlich die einer Trachealstenose. Kleinere Narbenbildungen, die nach Entfernung der Kanüle entstehen können, sind medizinisch nebensächlich aber eventuell kosmetisch störend. Man sollte nie außer Acht lassen, dass der Eingriff ein erhebliches lokales Trauma darstellt, nämlich eine operativ angelegte Verbindung der Hautoberfläche zur Trachea mit nachfolgendem Einsetzen eines Fremdkörpers, der Trachealkanüle. Wie bei allen Eingriffen besteht auch bei der Tracheotomie ein gewisses Blutungs- und Infektionsrisiko<sup>49, 36, 74, 14, 84</sup>.

Aufgrund der im Laufe der Jahre beobachteten Nachteile konventioneller offenchirurgischer Tracheotomietechniken wurden einige sogenannte minimal-invasive Techniken entwickelt.

Wesentliche Nachteile der konventionellen Tracheotomie sind:

- oft Transport in den Operationssaal notwendig
- damit verbundene Transportrisiken
- hoher Personalaufwand

- hohe Infektionsrate
- kosmetisch unbefriedigende Ergebnisse
- bei der plastischen Tracheotomie operative Rückverlagerung erforderlich

Die im folgenden beschriebenen Tracheotomiemethoden können am Patientenbett auf der Intensivstation angewendet werden.

Auch dilatative Tracheotomien werden in Allgemeinaesthesia unter kontrollierter Beatmung von einem in dieser Technik erfahrenem Arzt unter sterilen Bedingungen durchgeführt. Der personelle und apparative Aufwand entspricht daher inzwischen demjenigen einer konventionellen Tracheotomie. Zusätzlich ist ein in der Bronchoskopie sehr versierter Intensivmediziner erforderlich. Kosten für Bronchoskope und deren Wartung müssen also einkalkuliert werden.

Nachteile der minimal-invasiven perkutanen Dilatationstracheotomie:

- die Technik muss zunächst neu erlernt werden, d.h. es kommt zu höheren Komplikationsraten in der Lernphase
- es kann zu einem Eindringen der Trachealvorderwand in das Lumen kommen
- es ist ein Überstrecken des Halses notwendig
- es ist häufig ein Wechsel auf kleinere Trachealkanülen notwendig, wodurch der Vorteil der Reduktion des Atemwegswiderstandes geringer wird
- ein Kanülenwechsel ist in der Regel erst nach 3 (bei einigen Techniken erst nach 5) Tagen möglich
- ohne endoskopische Kontrolle kann es zu einer Verletzung des Bronchialsystems und der Trachealhinterwand kommen

## 1.4 Tracheotomiemethoden:

### Aktuelle Methoden der Tracheotomie

Methoden	Jahr	Prinzip
Konventionelle Tracheotomie	1909	Operative Freilegung der Trachea mit Incision der Trachealwand, Naht der Trachealwand an Haut
Punktionstracheotomie (Ciaglia)	1985	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit abgestuften Dilatatoren (Seldinger Technik)
Dilatationstracheotomie (Griggs)	1990	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit Spreizpinzette (Seldinger Technik)
Translaryngeale Tracheotomie (Fantoni)	1997	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals durch retrograden Durchzug der Trachealkanüle
Punktionstracheotomie (Blue rhino)	2000	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit einem Dilator (Seldingertechnik)
Dilatationstracheotomie (Frova)	2001	Punktion der Trachea, Weitung des Punktionskanals mit Dilatationsschraube (Seldingertechnik)

Tabelle 1: Zeitliche Übersicht der Entwicklung der Tracheotomiemethoden

### 1.4.1 Die konventionell – klassische Tracheotomie

Nach den üblichen Operationsvorbereitungen der Halsregion, nämlich der überstreckten Lagerung des Kopfes, der Identifizierung der anatomischen Strukturen, der sterilen Abdeckung und der chirurgischen Desinfektion, erfolgt nun eine horizontale Hautinzision etwa zwei Querfinger oberhalb des Jugulums von ca. 3 bis 4 cm Länge. Das subkutane Fettgewebe und das darunterliegende Platysma wird jetzt quer durchtrennt, ebenso wie auch die oberflächliche Halsfaszie, die Gefäße (Venae jugulares anteriores) werden zwischen Ligaturen durchtrennt. Nach einer Längsspaltung der Halsmuskulatur in der Medianlinie wird nun der Schilddrüsenisthmus dargestellt und ligiert.

Sobald die Trachea dargestellt ist, wird die Trachealvorderwand eröffnet. Hierfür gibt es zwei verschiedene Methoden: einmal eine lanzettförmige

Exzision unterhalb des 1. Ringknorpels, entsprechend der Kanülengröße, andererseits eine Querinzision unterhalb der mittleren freigelegten Knorpelspange, von wo aus man zwei Längsinzisionen nach distal durchführt, der daraus entstandene Lappen wird nach distal aufgeklappt.

Beide Modifikationen enden mit einer Fixation der Schnittländer an der Haut zu einem Tracheostoma. Nach Zurückziehen des Endotrachealtubus erfolgt nun das Einlegen einer möglichst großlumigen Trachealkanüle.

## 1.4.2 Perkutane Dilatationstracheotomie nach Ciaglia

Ciaglia führte 1985 eine neue Tracheotomietechnik ein. Im wesentlichen handelt es sich um eine schrittweise Dilatation der Trachealvorderwand über einen Führungsdraht. Hierbei lagert man den Patienten mit leicht überstrecktem Kopf flach auf dem Rücken. Nach Palpation des Larynx und nach Möglichkeit der oberen Trachea wird das Operationsgebiet desinfiziert und steril abgedeckt.

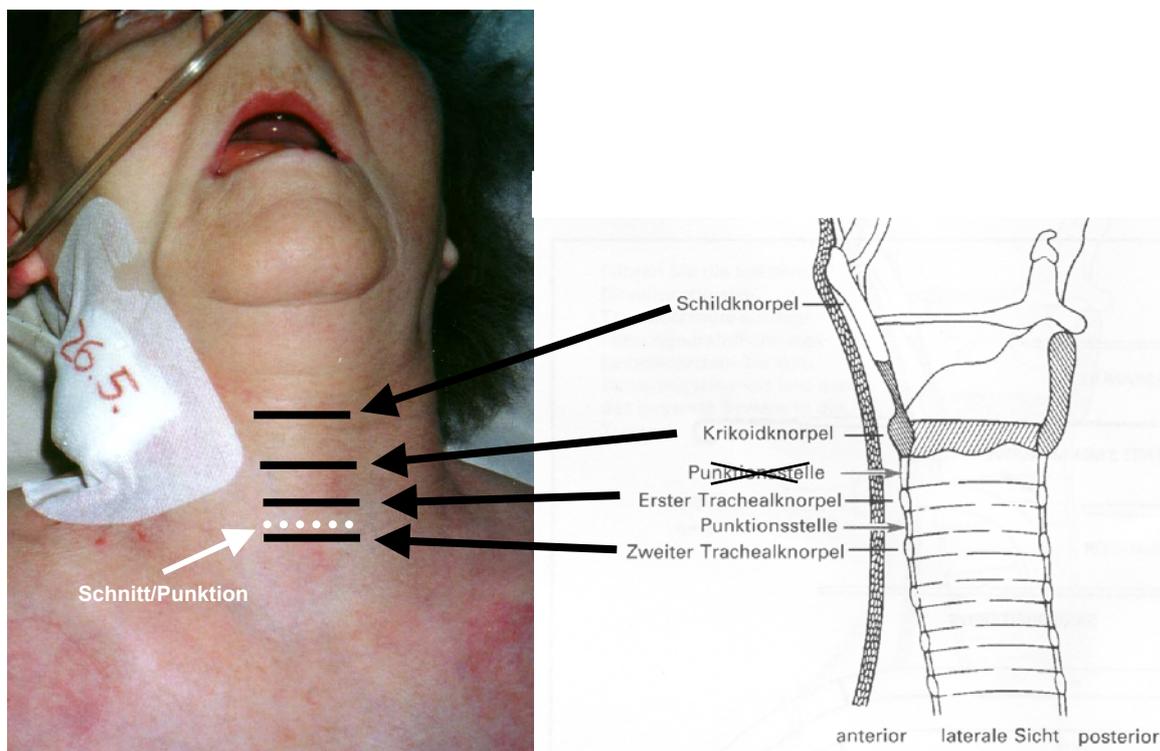


Abbildung 3: Identifikation des idealen Schnittpunktes (zwischen 1. und 2. Trachealspange, nicht wie firmenseits empfohlen zwischen Ringknorpel und 1. Trachealspange)

Der Trachealtubus wird soweit zurückgezogen, bis der Cuff unmittelbar unterhalb der Stimmritze liegt. Unter bronchoskopischer Sicht wird nun mit einer Kanüle zwischen der 1./2. oder der 2./3. Trachealspange bis zur eindeutigen Aspiration von Luft punktiert. Zur Schonung des Bronchoskops sollte dieses während der Punktion in den Tubus zurückgezogen werden.

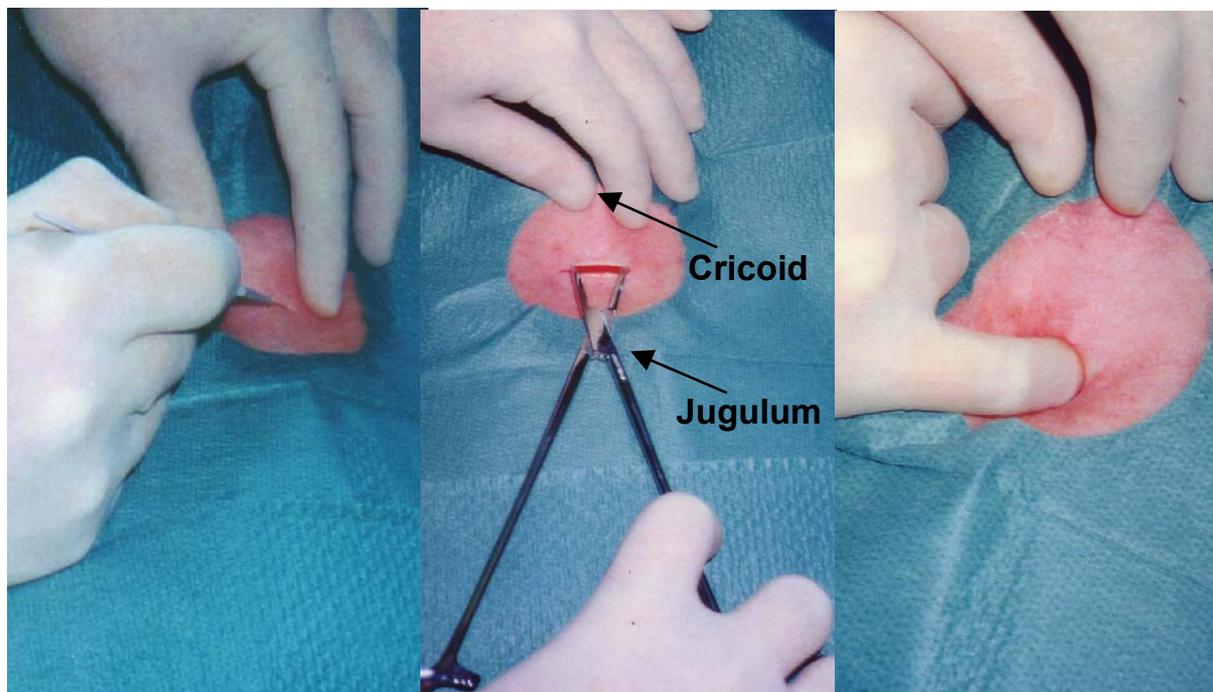


Abbildung 4: ca. 1,5 cm lange quere Inzision; stumpfes Auseinanderdrängen der prätrachealen Weichteile und Faszien; Tasten der Trachealvorderwand, alle prätrachealen Faszien sollten stumpf durchtrennt und verschoben werden.

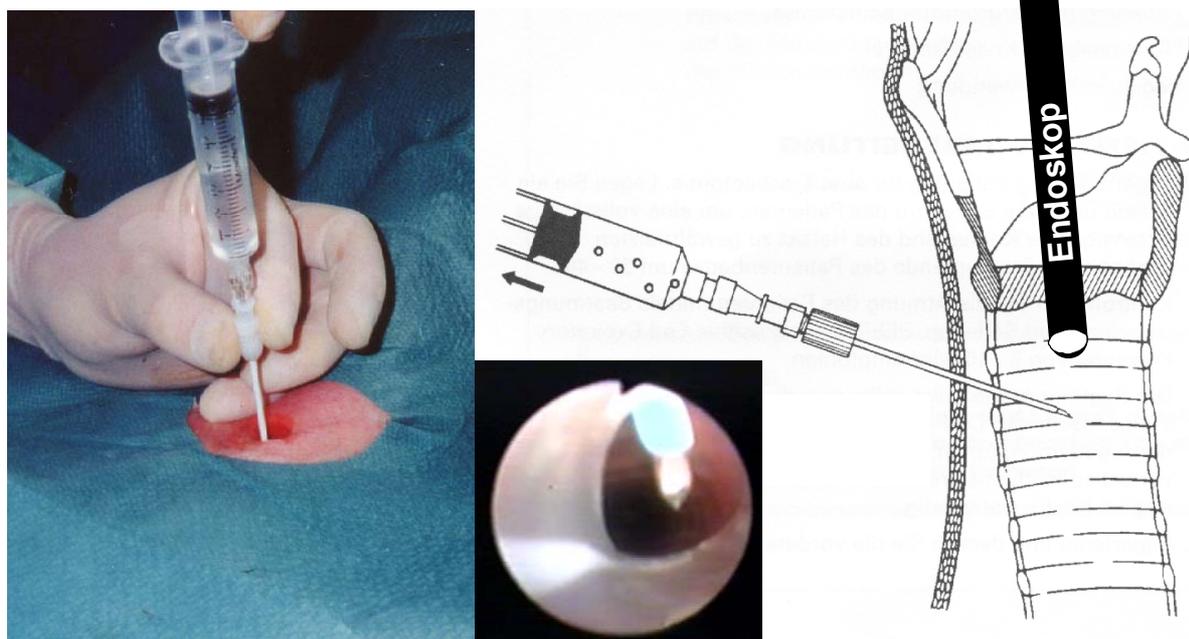
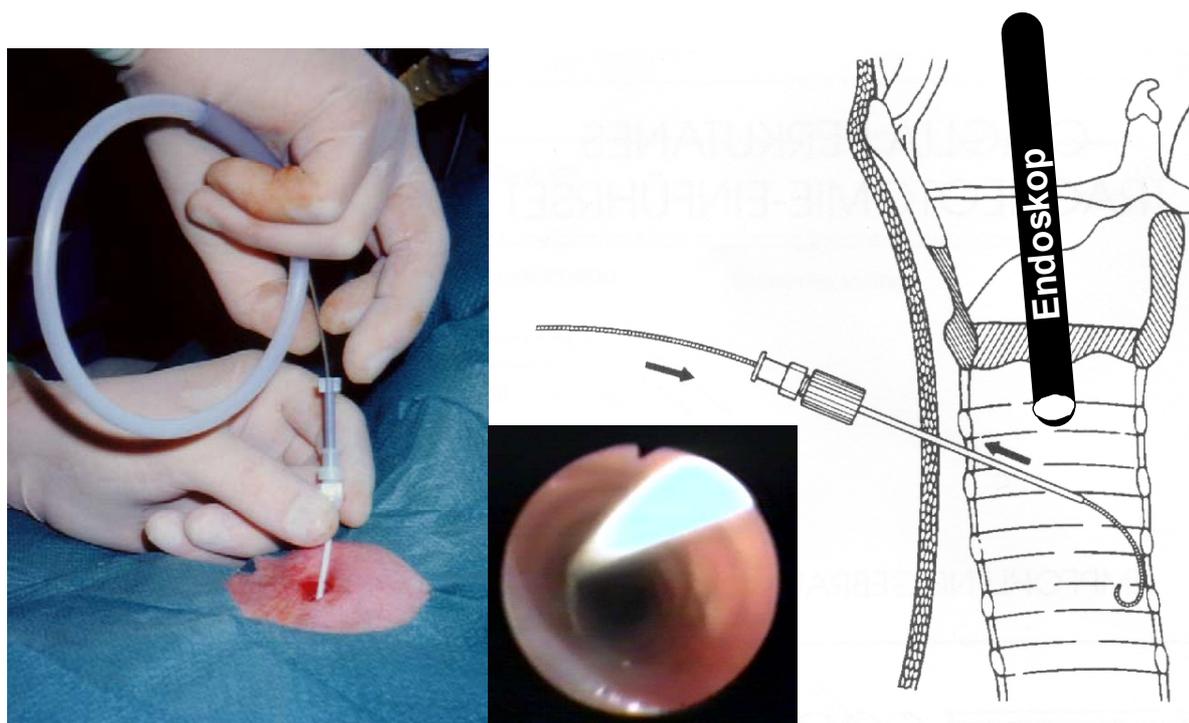


Abbildung 5: Punktion der Trachea unter fiberoptischer Kontrolle zwischen 1. und 2. Trachealspange. Das Endoskop sollte hierbei in den liegenden Endotrachealtubus zurückgezogen werden.

Jetzt wird der Seldinger-Draht eingeführt und über diesen Führungsdraht in aufsteigender Größe ein Dilatator geführt.



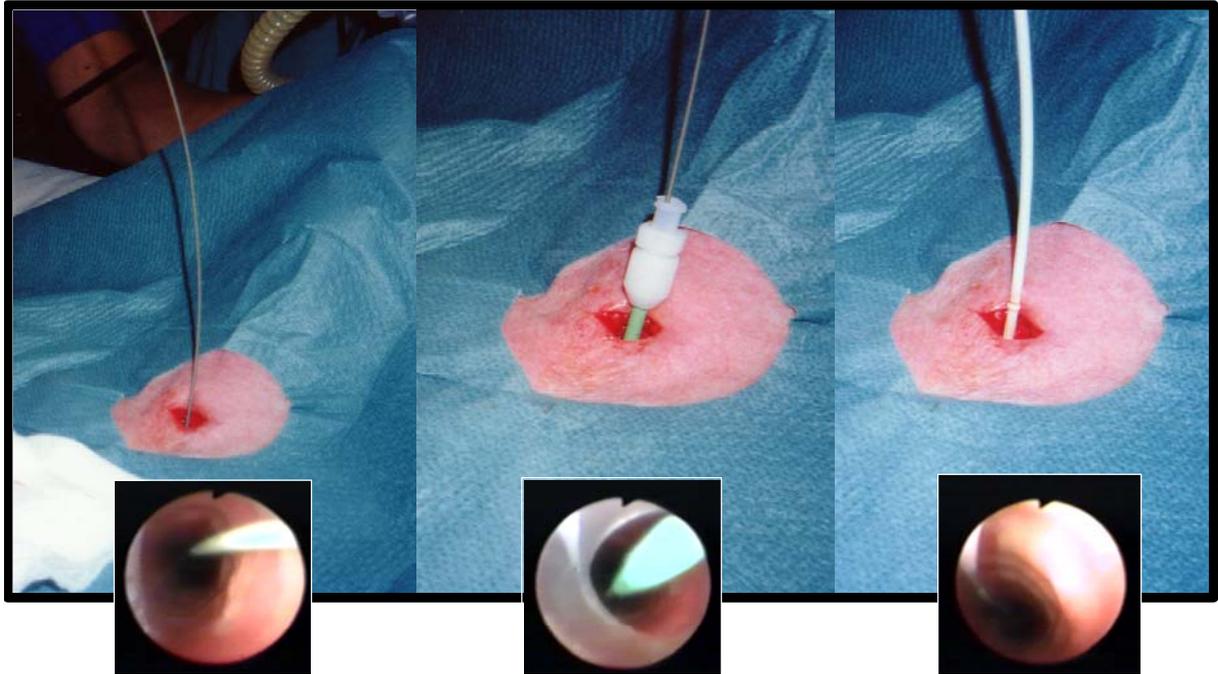


Abbildung 6: Einbringen des Führungsdrahtes nach Vorbougierung mit einem kleinen Dilator. Anschließend Entfernung der Einführungskanüle unter Belassen des Führungsdrahtes

Nun beginnt die Dilatation mit einer schrittweisen Bougierung der Trachea mit Dilatoren aufsteigender Größe von 12-36 Charriere (Ch), welche das Ostium auf die gewünschte Größe erweitern. Man sieht hierbei, wie sich die vordere und hintere Trachealwand durch den Druck fast berühren. In diesem Augenblick kann es zu einer Verletzung der Trachealhinterwand kommen.

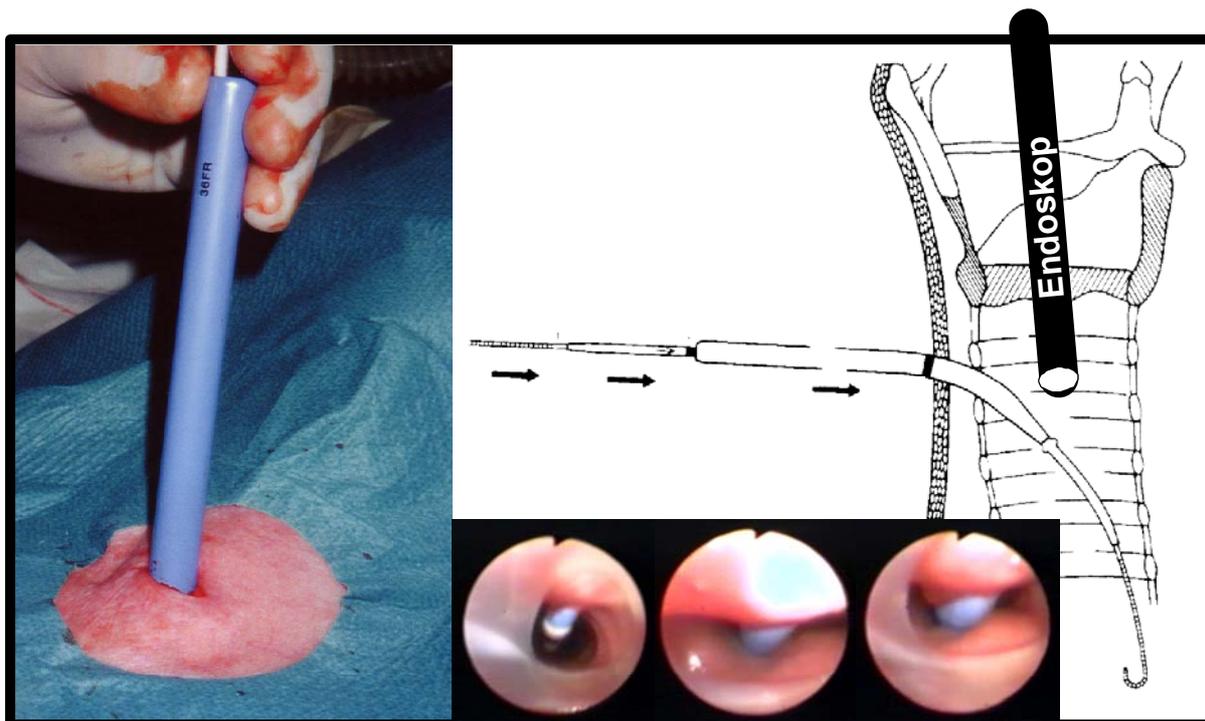


Abbildung 7: Schrittweise Dilatation der Trachealvorderwand bis CH 36 unter fiberoptischer Kontrolle. Auf den endoskopischen Aufnahmen erkennt man deutlich die Impression der kranialen Trachealvorderwand

Die Trachealkanüle wird auf einen passenden Dilatator aufgezogen und platziert.

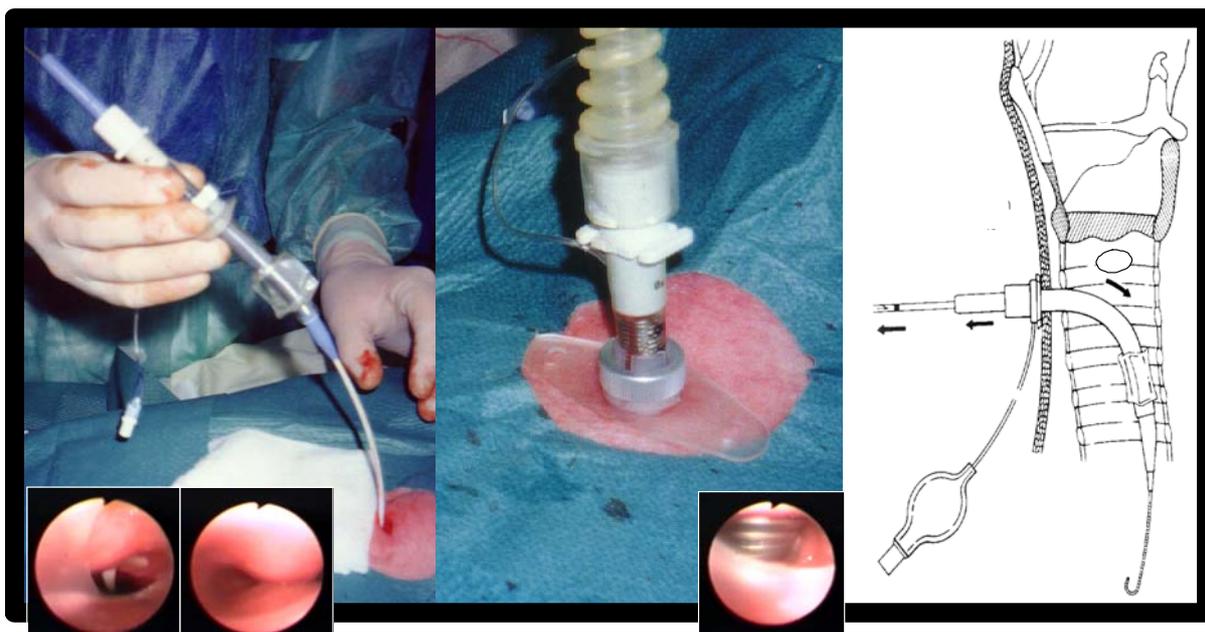


Abbildung 8: Einführen einer geeigneten Trachealkanüle (Sondermodelle für die Ciaglia-Tracheotomie mit angeschrägter Spitze zu Vermeidung einer Stufenbildung zwischen Kanüle und Dilator) Endoskopisch deutlich sichtbar ist die Berührung von Trachealvorder- und Hinterwand beim Einbringen der Kanüle. Hierbei kann es zu Trachealspangenfrakturen kommen.

Dieses gesamte Vorgehen wird mittels einer in den Endotrachealtubus eingeführten Faseroptik kontrolliert. Nach Einführen der Trachealkanüle wird die korrekte über der Bifurkation liegende endotracheale Kanülenlage sofort per Fiberbronchoskop verifiziert, dabei können auch Blut- und Sekretreste abgesaugt werden. Gleichzeitig wird der liegende orale Tubus entfernt, jetzt kann die Trachealkanüle geblockt und an das Beatmungsgerät angeschlossen werden. Abschließend wird die Lagekontrolle mittels Röntgenbild des Thorax durchgeführt.

Es empfiehlt sich, die Dilatatorenspitzen ausreichend mit Gleitmittel zu benetzen. Dadurch wird der Druck auf das Gewebe auf Grund eines besseren Gleitverhaltens gemindert. Inzwischen sind hydrophile Dilatatorenspitzen auf dem

Markt, die auf Grund des Materials dem Gewebe weniger Widerstand entgegensetzen.

Nachteile der PDT:

- die Technik ist relativ schwierig zu erlernen, d.h. es kommt zu höheren Komplikationsraten in der Lernphase
- es kann zu einem Eindrücken der Trachealvorderwand in das Lumen kommen
- es ist ein Überstrecken des Halses notwendig
- es ist häufig ein Wechsel von kleineren Trachealkanülen notwendig
- ein Kanülenwechsel ist in der Regel erst nach 3 Tagen möglich
- es kann ohne endoskopische Kontrolle zu einer Verletzung der Trachealhinterwand kommen

### 1.4.3 Die Dilatationstracheotomie nach Griggs

Auch die Methode nach Griggs beginnt nach steriler Abdeckung des Operationsgebietes und Desinfektion mit einer Punktion an typischer Stelle. Nach dem Einführen des Seldingerdrahtes wird der Punktionskanal mit sogenannten Spreizpinzetten aufgeweitet, die Spitze dieser Pinzette wird in geschlossenem Zustand über den Führungsdraht bis in die Trachea vorgeschoben, die Trachea wird dann durch Spreizen der Pinzette soweit eröffnet, bis die Trachealkanüle eingesetzt werden kann. Wie bei den anderen minimal-invasiven Methoden sollte auch hier unbedingt eine fiberoptische Kontrolle erfolgen.

### 1.4.4 Translaryngeale Tracheotomie nach Fantoni

Die von Fantoni 1997 erstmals vorgestellte Methode der translaryngealen Tracheotomie (TLT) stellt eine Alternative zur perkutanen

Dilatationstracheotomie (PDT) dar. Der wesentliche Unterschied dieser Operationsmethode besteht in der Dilatation der Trachea und der Halsweichteile von innen nach außen.

FANTONI beschreibt diese neue Methode wie folgt: Der Patient wird mit leicht überstrecktem Kopf flach auf dem Rücken gelagert. Nach sorgfältiger Palpation der Trachea wird das Operationsgebiet steril abgedeckt und die Punktionsstelle desinfiziert. Die TLT wird weitgehend unter fiberoptischer Kontrolle vorgenommen. Der liegende Endotrachealtubus wird durch einen Spezialtubus mit 5,0 mm Innendurchmesser durch Umintubation ersetzt, um Raum für die folgende Manipulation zu schaffen.



Abbildung 9: Vorbereitende Umintubation auf einen kleinen oralen Tubus. Der Cuff sollte direkt oberhalb der Carina platziert werden.

Unter bronchoskopischer Darstellung der Trachea wird nun die Trachea zwischen 1. und 2. Trachealspange mit einer gebogenen, stumpfen Kanüle des Translaryngeal Tracheostomy Kit (Fa. Mallinckrodt) in der Mittellinie punktiert.

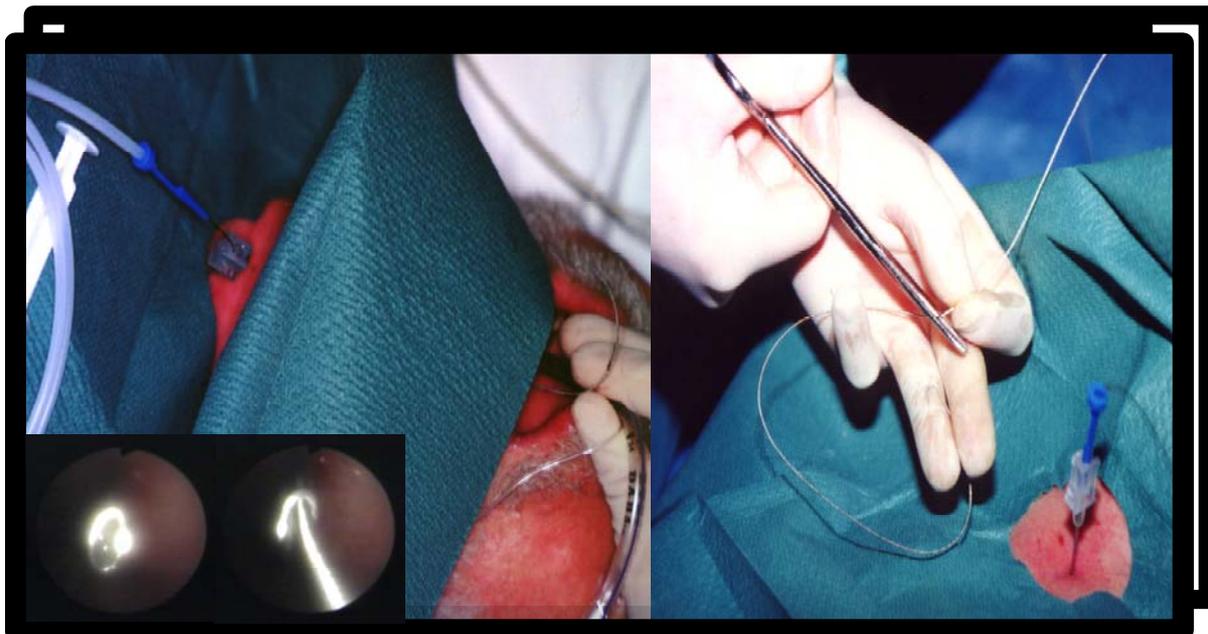


Abbildung 10: Punktion der Trachealvorderwand unter endoskopischer Sicht ohne vorherige Präparation der prätrachealen Weichteile. Das Endoskop wird transnasal am liegenden Tubus vorbei subglottisch platziert. Über die Kanüle wird ein Führungsdraht transglottisch in den Oropharynx vorgeschoben. Hier kann er manuell oder mit Hilfe einer Magillzange aus dem Mund hervorgezogen werden. Anschließend wird die Kanüle entfernt und der Draht mit einer Klemme gesichert.

Über diese liegende Kanüle wird der Seldinger-Draht retrograd am Tubus vorbei kranialwärts vorgeschoben, bis er den Oropharynx erreicht hat. Dort kann er mit einer Zange (Magill-Zange) gefasst und aus dem Mund herausgezogen werden. Über diesen Draht wird nun eine konisch zugeschliffene Trachealkanüle gezogen und durch eine Knoten fixiert.

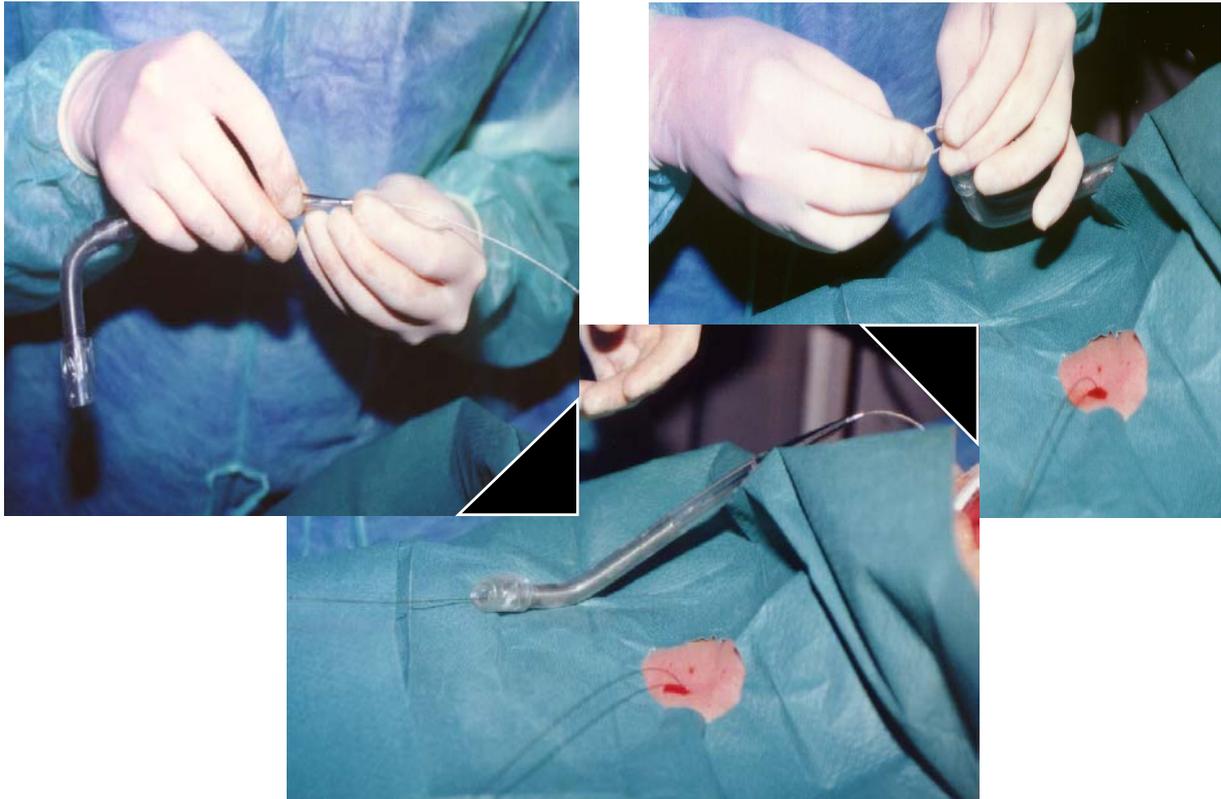


Abbildung 11: Nach Abschneiden des Führungsteiles des Drahtes (besteht aus einem festeren, nicht sehr flexiblen Draht) an der dafür vorgesehenen Stelle mit einer Schere wird auf den flexiblen Teil des Drahtes eine Spezialkanüle gefädelt, die an der Spitze mit Stahl armiert ist. Der Draht wird geknotet. Der Knoten wird in die Spezialkanüle gezogen, so daß anschließend die Trachealkanüle mit Hilfe des aus dem Hals austretenden Drahtanteil in den Mund und dann in die obere Trachea gezogen werden kann. Hierzu ist eine begleitende Fingerführung hilfreich.

Durch Zug am halsseitigen Ende des Drahtes und unter manuellem Gegendruck wird die Kanüle mit dem Trokar voran durch die Glottis in die Trachea und dann bis ins Hautniveau vorgezogen.

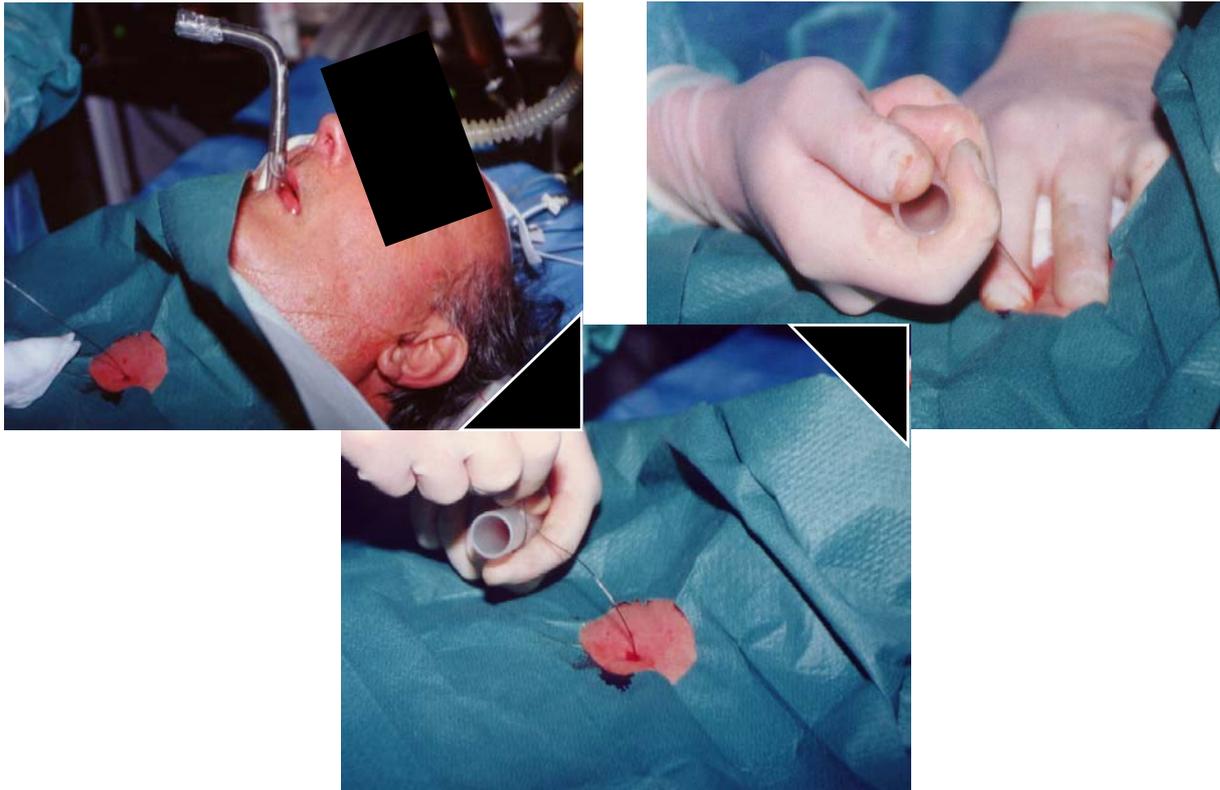


Abbildung 12: Der aus dem Hals austretende Draht wird auf einen Knebel gewickelt.

Zur Entlastung der Haut führt man jetzt eine Stichinzision von 0,5-1.0 cm durch, dann erfolgt der Durchzug durch die Punktionsstelle der Trachealvorderwand.

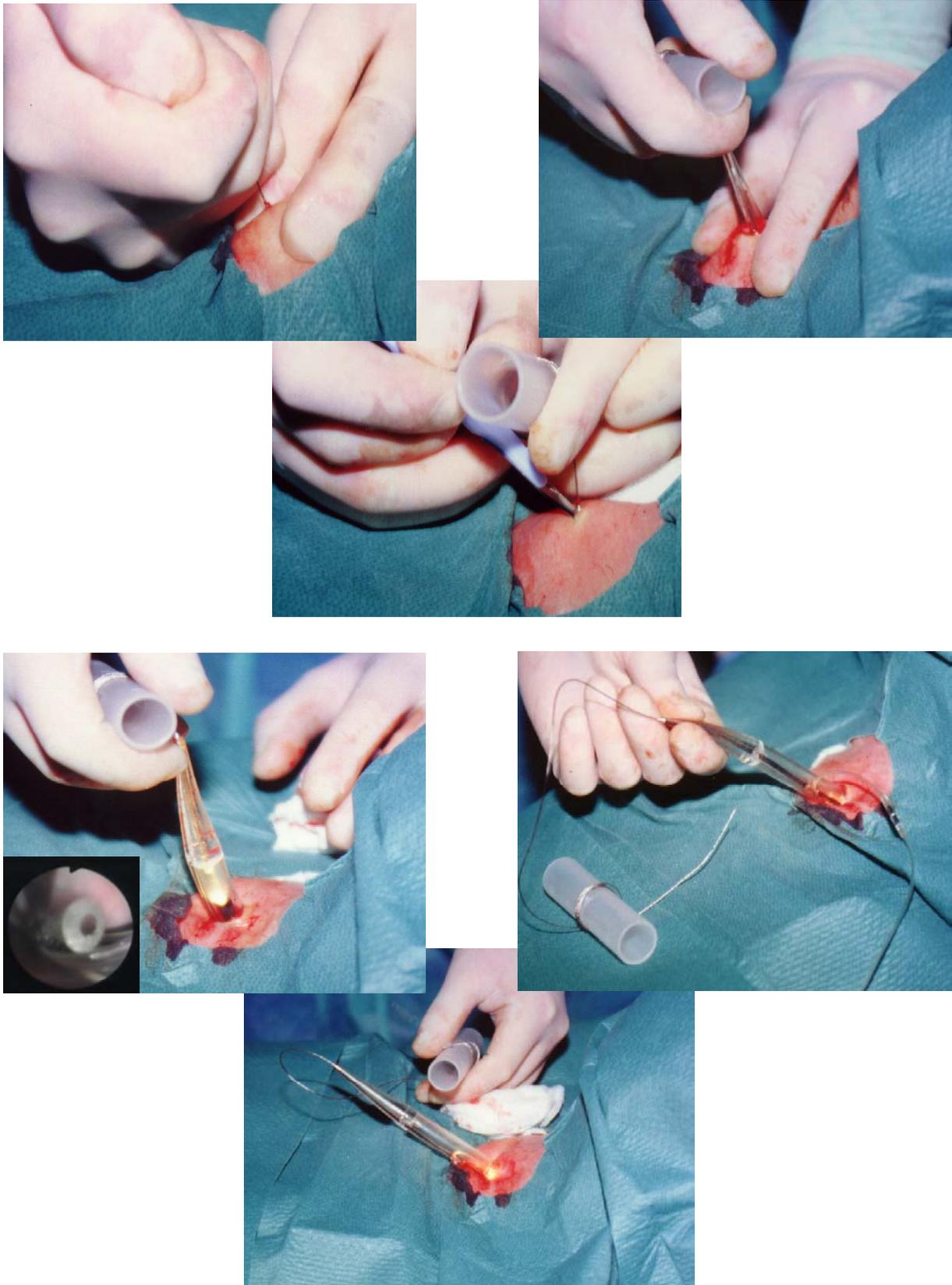


Abbildung 13: Unter kontinuierlichen gleichmäßigem Zug (aus dem Handgelenk heraus) wird die Kanüle durch die Trachealvorderwand gezogen. Zur Vermeidung erheblicher Verletzungen ist ein Gegendruck mit der nicht ziehenden Hand zu empfehlen. Die auf die

Gewebe einwirkenden Kräfte können so vom Operateur jederzeit gut kontrolliert werden. Sobald die Stahlspitze der Spezialkanüle im Hautniveau sichtbar wird, erfolgt eine kleine Inzision rechts und links neben dem Draht.

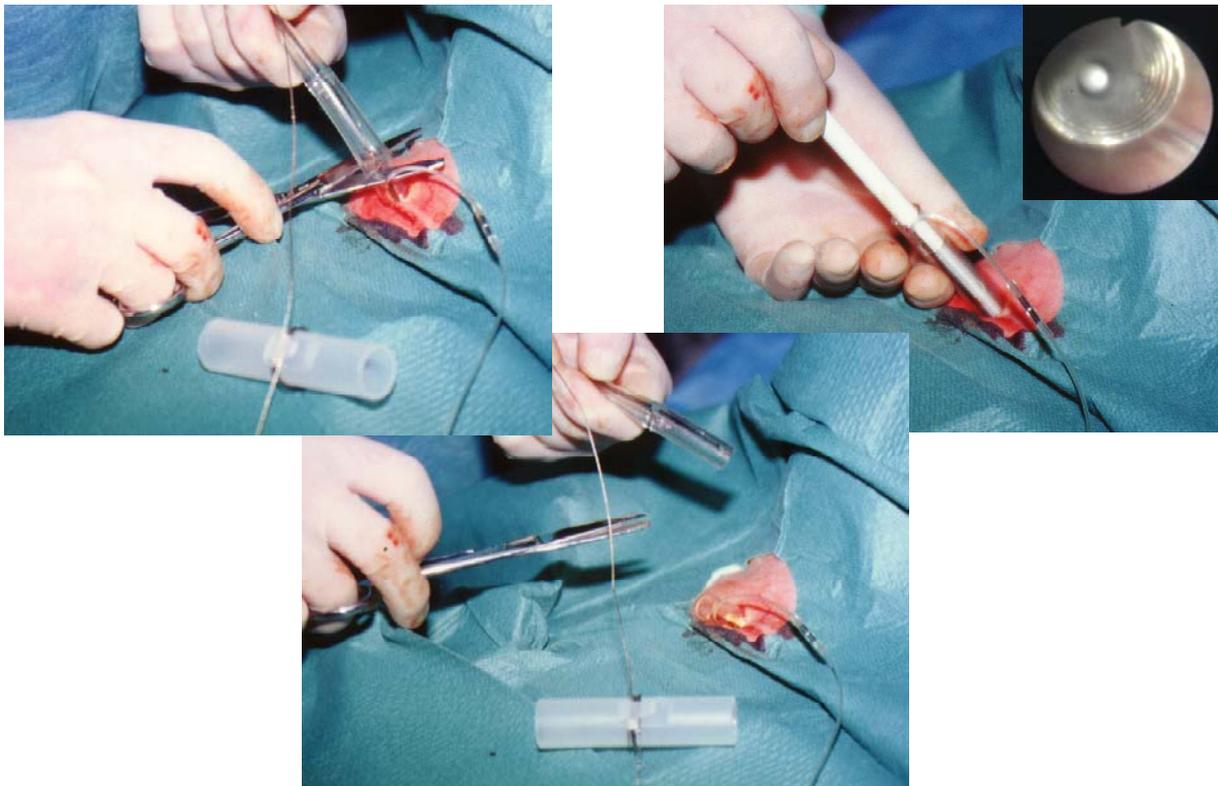


Abbildung 14: Nach dem Durchtritt der Kanüle wird zunächst der in der Kanüle liegende Cuffanschluß nach außen geführt und mit einer Blockerspritze konnektiert. Anschließend wird der Führungsteil der Kanüle mit einer Schere abgetrennt. Das Endoskop wurde in der Kanüle liegend mitgeführt. Dieses wird nun durch einen festen Führungsstab langsam aus der Kanüle verdrängt, wobei diese zunächst noch mit dem Cuff in Richtung Glottis liegt. Nun wird das Bronchoskop in den subglottischen Bereich zurückgezogen. Dies ermöglicht die endoskopische Kontrolle des sich anschließenden Wendemanövers.

Nach Abschneiden des geschliffenen Kanülenendes wird der dünne Endotrachealtubus entfernt, die Kanüle steht jetzt noch mit dem Cuff in

Richtung Glottis und wird mit Hilfe eines Obturators intratracheal um 180° gedreht.

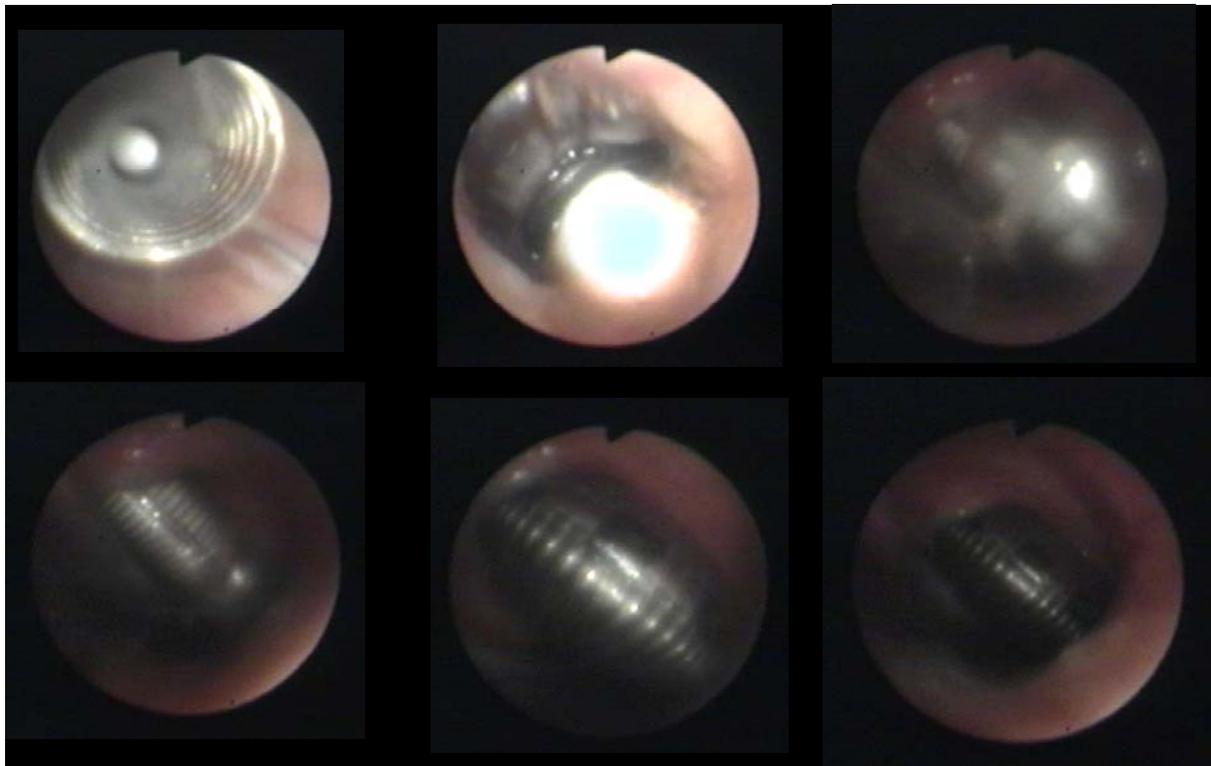


Abbildung 15: Endoskopische Darstellung des Wendemanövers: Verdrängung des Endoskops aus der Kanüle. Aufrichten auf der Trachealhinterwand. Drehung der Kanüle um 180 Grad (bis die entsprechende Markierung endoskopisch sichtbar wird). Vorschieben der Kanüle in Richtung Carina. Auffällig ist die wesentlich geringere Impression der Trachealvorderwand im Vergleich zum Ciaglia-Verfahren.

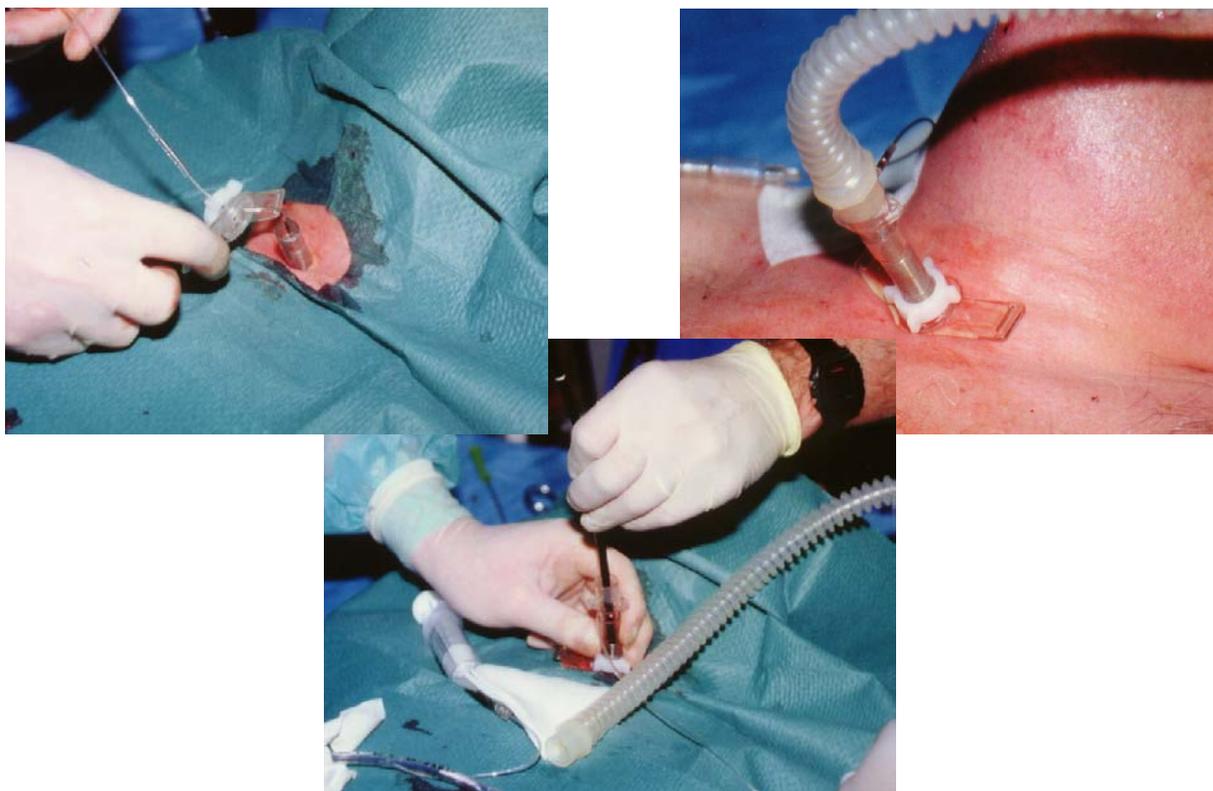


Abbildung 16: Fixierung der Kanüle, endoskopische Lagekontrolle. Konnektion mit dem Beatmungsgerät.

Jetzt wird die Kanüle geblockt, wenn sie sich bronchoskopisch und auskultatorisch an korrekter Position befindet und kann an das Beatmungsgerät konnektiert werden.

Vorteile der TLT:

- weitere Reduktion des Traumas
- wahrscheinlich Reduktion der Häufigkeit von Trachealstenosen durch das Verfahren von innen nach außen
- extrem enges Tracheostoma
- weitere Reduktion der Infektionsgefahr
- nahezu keine Via falsa möglich
- kosmetisch hervorragende Ergebnisse
- auf eine Überstreckung des Halses kann in der Regel verzichtet werden

Diese hier genannten Vorteile kommen nur dann zum Tragen, wenn sie durch einen in der Bronchoskopie und Intubation erfahrenen Arzt durchgeführt werden.

### 1.4.5 Ciaglia Blue Rhino

Bei dieser von Ciaglia et al beschriebenen Technik, die eine Weiterentwicklung der Dilatationstracheotomie nach Ciaglia mit dem Vorteil der Dilatation ohne umständliches Wechseln von Dilatatorstäben ist und dadurch das Risiko eines prätrachealen Hautemphysems erheblich mindert, wird nach Reklination des Kopfes des Patienten, eindeutiger Identifikation der anatomischen Strukturen, chirurgischer Desinfektion und steriler Abdeckung der Endotrachealtubus bis in die Glottis zurückgezogen, anschließend wird die Trachea mittelständig zwischen der 2. und 3. Trachealspange unter fiberoptischer Kontrolle vom Operateur punktiert.

Nach Verschieben eines Führungsdrahtes in Seldinger-Technik wird die Kanüle entfernt und der Punktionskanal mit dem kleinen Dilatator des Sets präformiert.

Der konisch zulaufende Ciaglia Blue Rhino Dilatator ist hydrophil beschichtet, innen hohl und besteht aus einem flexiblen Hartgummimantel, der mit Kochsalzlösung zur besseren Gleitfähigkeit befeuchtet wird. An dessen Ende kann eine Trachealkanüle aufgesetzt werden, die je nach Körpergröße des Patienten 8,5 oder 9,3 mm Innendurchmesser beträgt.

Über den liegenden Führungsdraht wird der Ciaglia Blue Rhino Dilatator jetzt in einem Arbeitsgang bis zur aufgedruckten Markierung (38 F) eingebracht, wo die gewählte aufgesetzte Trachealkanüle dann praktisch stufenlos eingeführt werden kann. Hat der Cuff der Kanüle das Hautniveau etwa 1 cm passiert, wird der Führungsstab bei gegensinnigem Verschieben der Trachealkanüle zurückgezogen und die Kanüle platziert. Die richtige Lage wird jetzt noch

bronchoskopisch kontrolliert und der Patient kann nach Entfernung des Endotrachealtubus an das Beatmungsgerät konnektiert werden.

#### 1.4.6 Die Percutwist®- Methode

Auch bei dieser im Jahre 2001 erstmals veröffentlichten Methode wird nach üblicher Desinfektion und steriler Abdeckung und nach eindeutiger anatomischer Identifikation bei rekliniertem Kopf des Patienten die Trachea zwischen 2. und 3.Trachealring mittelständig punktiert und ein Führungsdraht eingebracht. Die Weitung des Punktionskanals geschieht nun mit einer konisch zulaufenden Dilatationsschraube mit selbstschneidendem Gewinde. Diese wird vorsichtig im Uhrzeigersinn gedreht und so in des Gewebe geschraubt.

Eine endoskopische Beobachtung ist auch bei dieser Methode nicht verzichtbar. Nach Herausdrehen des Schraubendilatators kann die auf eine Führungshilfe aufgezozene Trachealkanüle über den Seldingerdraht eingebracht werden.

## 2 Fragestellung und Zielsetzung

Neben der klassischen konventionellen Tracheotomie stehen heutzutage unterschiedliche Punktionsmethoden zur Verfügung, die unter dem Begriff „perkutane Dilatationstracheotomie“ zusammengefasst werden. Es handelt sich um eine seit etwas mehr als 20 Jahre alte Version der Tracheotomie, die auf einer schrittweisen Dilatation eines angelegten Punktionskanals beruht.

Insbesondere auf anaesthesiologisch geführten Intensivstationen ist in den letzten Jahren ein deutlicher Anstieg dieser Methode zu verzeichnen, was zur Folge hat, dass die Zahl der konsiliarisch angeforderten konventionellen Tracheotomie durch den HNO-Arzt erheblich zurückgegangen ist.

Zum anderen sind aber auch Berichte über Komplikationen bei den Punktionsmethoden zu hören, die man im Rahmen der konventionellen Methode schon glaubte ‚vergessen zu können, wie die Ösophagotrachealfistel oder den Erstickungstod bei akzidenteller Kanülenentfernung.

Demgegenüber scheinen die neueren minimal-invasiven Techniken gewebsschonender zu sein, sie sind mit geringeren Kosten verbunden, und erfordern einen geringeren Zeitaufwand.

Das Ziel dieser Arbeit soll die Beschreibung der Erfahrungen und der Ergebnisse einer Nachuntersuchung von den Patienten sein, die im Zeitraum von 1994 bis Juli 2001 auf der Intensivstation 6/0 des Klinikums rechts der Isar mit perkutanen Dilatationstechniken tracheotomiert wurden. Hierzu bat man die Patienten zunächst schriftlich und dann auch telefonisch, uns Auskunft über ihren Gesundheitszustand insbesondere in Bezug auf die Tracheotomie zu geben. Gezielt wurde danach gefragt, ob sie Schluckbeschwerden hätten, ob die Stimme verändert sei, ob öfter Infekte der oberen Luftwege aufträten, und ob sie anderweitige Beeinträchtigungen empfinden würden, die auf die Tracheotomie zurückzuführen seien. Wir baten die Patienten dann auch, ins Klinikum rechts der Isar zu einer Nachuntersuchung zu kommen, wo wir unter anderem eine

Bronchoskopie durchführen wollten. Leider war es insgesamt schwierig, viele Patienten zu motivieren. Ein Großteil war an der vorliegenden Grunderkrankung verstorben, einige hatten ihren Aufenthaltsort geändert, der nicht mehr zu ermitteln war, einige wohnten weit entfernt. Darüber hinaus zeigten sich ein Teil der Patienten nicht bereit, zur Nachuntersuchung zu erscheinen.

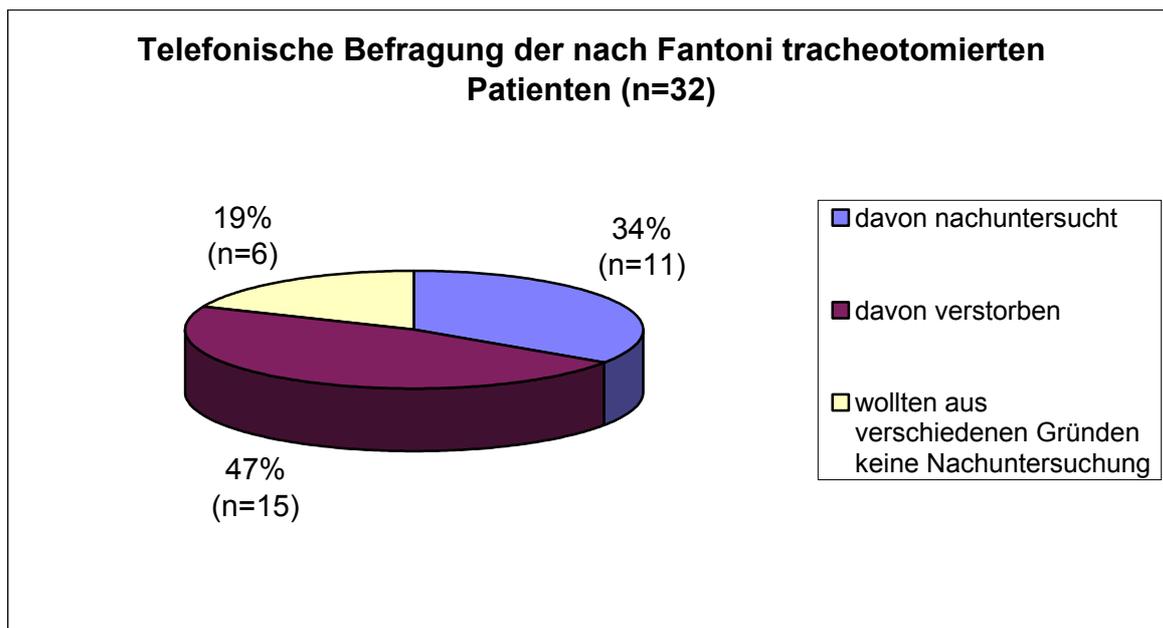


Abbildung 17: Grafik der Telefonischen Patientenbefragung der nach Fantoni tracheotomierten Patienten.

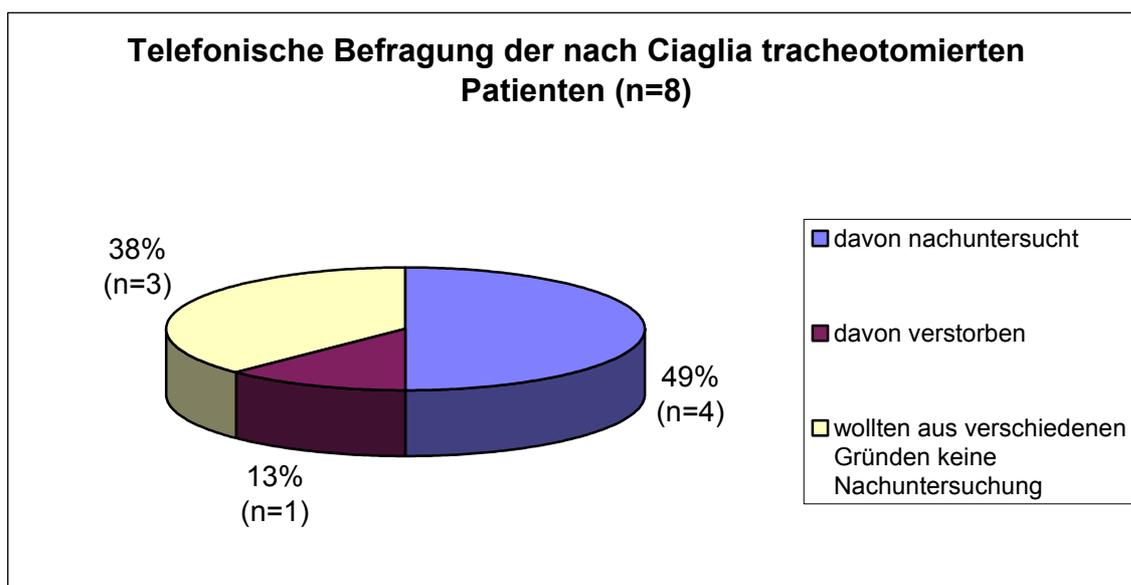


Abbildung 18: Grafik der Telefonischen Patientenbefragung der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten.

Die Tatsache, dass wir nur wenige Patienten nachuntersuchen konnten, liegt zum einen daran, dass ein Großteil an der Grunderkrankung verstorben war , zum anderen daran, dass einige wegen ihrer Grunderkrankung zum Zeitpunkt unserer Befragung Pflegefälle waren, ihnen somit ein Erscheinen unmöglich war. Einige Patienten gaben an, dass sie aufgrund ihrer seelischen Verfassung nicht imstande wären, das Krankenhaus erneut zu betreten. Ein Teil war an einen unbekanntem Ort verzogen, andere meldeten sich trotz mehrmaliger Nachricht auf ihrem Anrufbeantworter und schriftlicher Bitte um Rückruf nicht.

### 3 Patienten und Methodik

Am Klinikum rechts der Isar wurden in den Jahren 1994 bis einschließlich Juli 2001 insgesamt 130 Tracheotomien auf der Intensivstation 6/0 mit den minimal-invasiven Methoden nach Ciaglia und Fantoni durchgeführt, von 1994 bis 1998 wurde die Methode nach Ciaglia bei 37 Patienten angewandt, von denen 10 bereits in der Klinik verstarben, 27 wurden entlassen oder verlegt.

In den Jahren 1998- 2001 wurden 93 Patienten mit der Methode nach Fantoni tracheotomiert, davon starben 23 Patienten noch während ihres Krankenhausaufenthaltes an ihrer Grunderkrankung. Diese 130 Eingriffe wurden in OP- Berichten erfasst.

Durchgeführt wurden die Tracheotomien von einem in dieser Technik erfahrenen Arzt. Da dieser Eingriff stets bronchoskopisch überwacht werden muss, ist die einwandfreie Beherrschung der Bronchoskopie durch einen 2. Arzt unabdingbar.

Wir haben versucht, Jahre später die Patienten in die Klinik einzubestellen, um eine Nachuntersuchung hinsichtlich ihrer Tracheotomie durchzuführen.

Im Sommer 2001 wurden die entlassenen oder verlegten Patienten von uns angerufen. Es wurden standardisierte Fragebögen zur Erhebung langfristiger Folgen der minimal-invasiven Tracheotomie ausgefüllt. (siehe Fragebogen Abbildung 24). Mit diesen Fragebögen wurde subjektiv nach Schluckstörungen, Atembeschwerden, Stimmqualitätsveränderungen und nach dem kosmetischen Ergebnis der Narbe gefragt.

Für die objektive Routinenachuntersuchung wandten wir die fiberoptische Tracheoskopie und Bronchoskopie in Schleimhautreianästhesie unter Spontanatmung an, da sie eine sichere morphologische Beurteilung der Trachea und der Stimmbänder erlaubt. Diese Untersuchung dokumentierten wir mit Video, die Narbe der Tracheotomie fotografierten wir.

30,1 % der Patienten waren weiblich. Das mittlere Alter unserer Patienten lag zum Zeitpunkt der Tracheotomie bei 58,2 Jahren.

Bei den Gruppen beider Methoden bis zu einem Alter von 40 Jahren stellte sich die Indikation zur Tracheotomie überwiegend aufgrund eines Schädel-Hirn-Traumas oder vorliegenden Polytraumas.

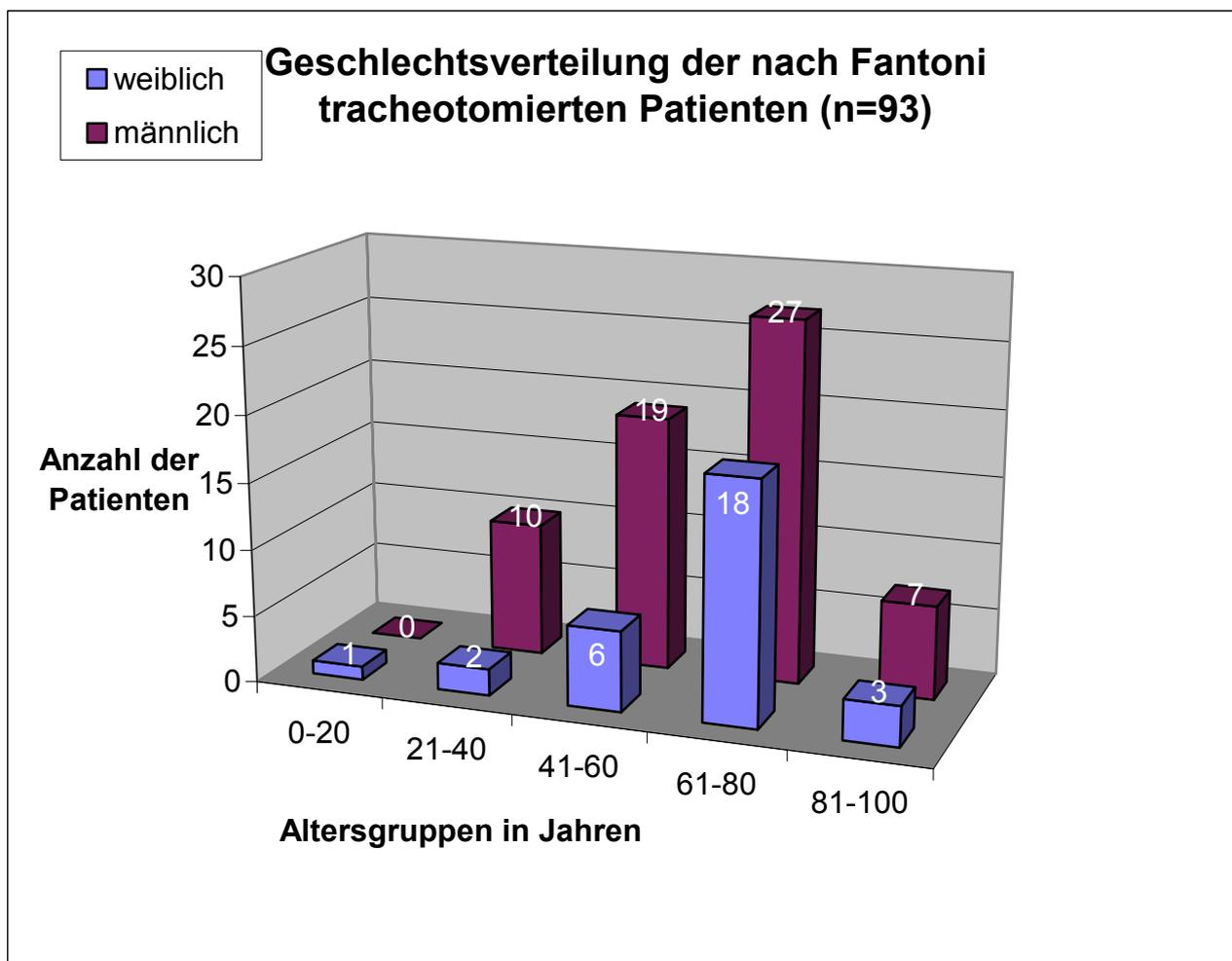


Abbildung 19: Grafik der Geschlechtsverteilung der nach Fantoni tracheotomierten Patienten

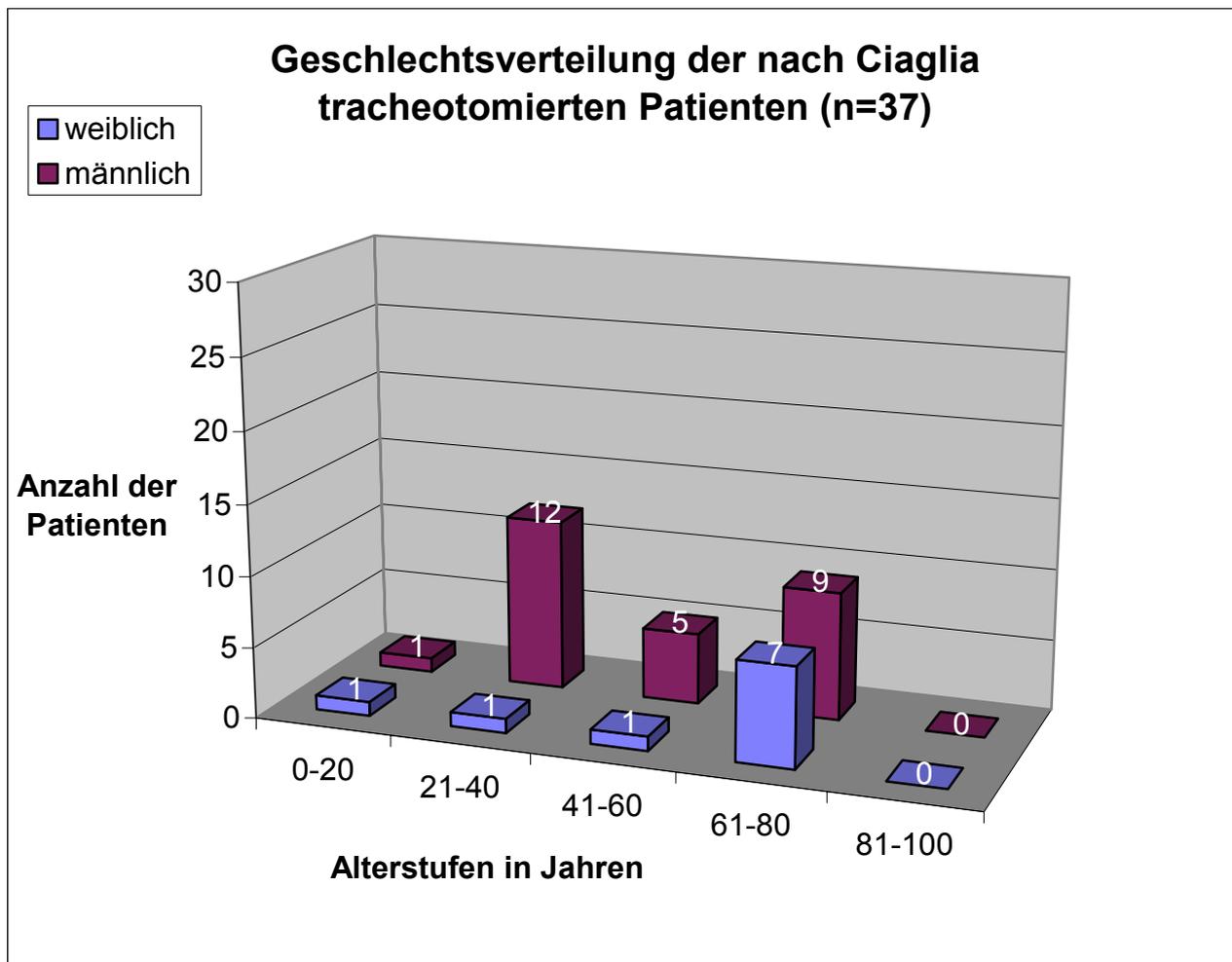


Abbildung 20: Grafik der Geschlechtsverteilung der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten.

Die häufigste Indikation zur Tracheotomie war überwiegend eine absehbare Langzeitbeatmung bei Vorliegen intensivpflichtiger Grunderkrankungen (Schädel-Hirn-Trauma, intracerebrale Blutung, Multiorganversagen).

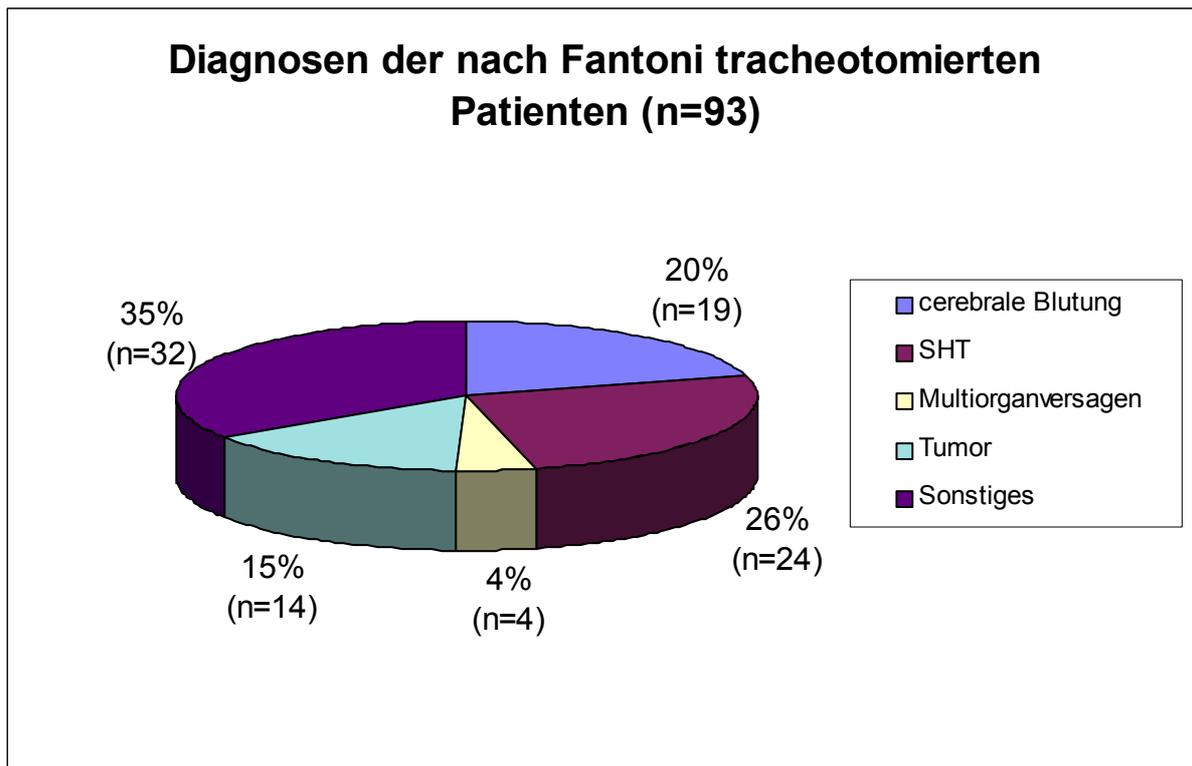


Abbildung 21: Grafik der Diagnosen der nach Fantoni tracheotomierten Patienten.

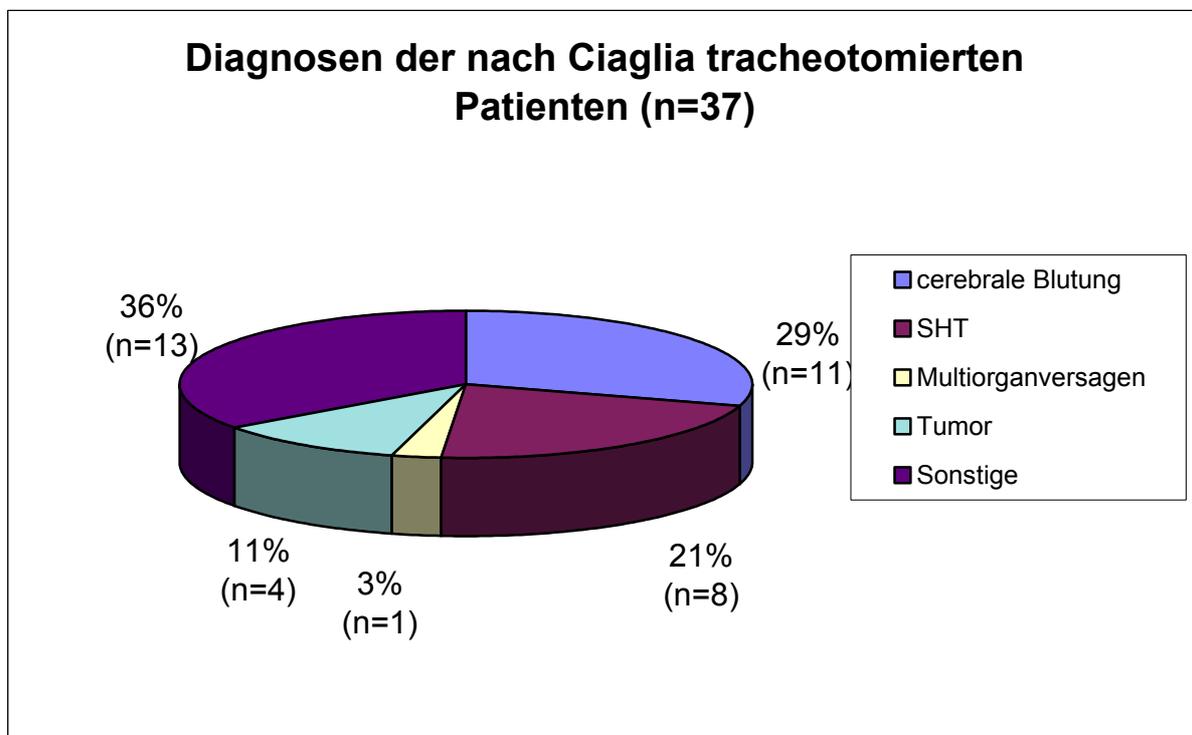


Abbildung 22: Grafik der Diagnosen der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten.

**Fragebogen:**

Nachuntersuchung Translaryngeale Tracheotomie (TLT, Fantoni) und Perkutane Dilatationstracheotomie (PDT, Ciaglia) / Intensivstation 6/0

Fragebogen/ Telefon

Name Adresse

Telefon

Aufenthalt von bis

Tracheotomie am

Fantoni Ciaglia

Pat. verstorben

Pat. nicht kommunikationsfähig

Pat. nicht erreichbar

Pat. bereit Auskünfte zu erteilen ja nein

Pat. bereit, sich eventuell untersuchen zu lassen ja nein

Derzeitiger Hausarzt ( Anschrift: Telefon)

Kurzbefragung

Veränderung der Sprache?

Schluckstörungen?

Atembeschwerden in Ruhe?

Atembeschwerden bei Belastung?

Kosmetisches Ergebnis zufriedenstellend?

Nachbehandlung erforderlich?

HNO- Arzt konsultiert?

Wann wurde Kanüle entfernt?

Gespräch geführt am

Brief ja nein

Abbildung 23: Fragebogen

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Schwierigkeiten und Komplikationen

#### 4.1.1 Perioperative Phase

Bei der Tracheotomie kann es trotz genauer anatomischer Kenntnis und erfahrenem Operateur zu mehr oder weniger schwerwiegenden Komplikationen kommen. Hierzu zählen: Blutungen, Emphysementwicklung, Pneumothorax, paratracheale Punktion, Hypoxie, eine Verletzung des Nervus recurrens, Verlust der Sicherung des Atemweges und damit möglicherweise folgendem Kreislaufstillstand und Tod des Patienten.

Im Klinikum rechts der Isar kam es bei insgesamt 5 Patienten zu einer Blutung > 50 ml, bei 2 Patienten kam es zu einer Emphysementwicklung und bei einem zu einem Pneumothorax. Eine operative Blutstillung war in keinem Fall erforderlich. Die Blutungen sistierten nach Kompression. Ein Wechsel auf ein konventionelles Tracheotomieverfahren war in keinem Fall erforderlich. Bei keinem unserer Patienten wurde eine Verletzung des Nervus recurrens beobachtet. Ein Exitus letalis, der sich auf eine Tracheotomie zurückführen ließ, kam nicht vor.

In einem Fall kam es zum Tode des Patienten kurz nach der Tracheotomie, der multimorbide Patient erlitt einen Herzinfarkt.

Bei den in dieser Arbeit beschriebenen Punktionstechniken kann es in seltenen Fällen zu einer Verletzung der Trachealhinterwand oder der versehentlichen Anlage einer tracheoösophagealen Fistel kommen. Eine Verletzung der Trachealhinterwand, die sehr vulnerabel ist, kann auftreten, wenn während des Vorgangs der Seldingerdraht an der Spitze geknickt wird. Ein beschädigter Draht sollte auf keinen Fall weiterbenutzt werden.

Bei den beschriebenen Dilatationstracheotomien nähert sich bei weicher Trachea die Vorderwand der Hinterwand stark an, bei harter, verknöchert Trachea ist

die für das Bougieren notwendige Kraft schwer zu kontrollieren. Durch diesen beschriebenen Vorgang kann es zu einer Verletzung der Hinterwand kommen. Wird eine solche Komplikation nicht erkannt, so kann sie letztlich den Tod des Patienten verursachen. Kommt es zu einer Kanülenfehlage, z.B. durch Einführung des Seldingerdrahtes und Dilatation trotz nicht möglicher Aspiration von Luft oder Verzicht auf endoskopische Kontrolle, kann dies den Tod des Patienten verursachen.

Diese Komplikation lässt sich sicher vermeiden durch eindeutige Identifikation der Trachea, des Ring- und Schildknorpels, deshalb sollte nie eine perkutane Tracheotomie durchgeführt werden ohne sichere Identifikation der Trachea und des Ringknorpels.

Durch das Wendemanöver bei der Fantonimethode wurden Trachealwandläsionen bis zum Einriss beobachtet, die retrograde Ausleitung des Führungsdrahtes sowie die Rotation der Kanüle scheinen Schwierigkeiten zu bereiten. In der hiesigen Klinik kam es bisher zu keiner dieser Komplikationen. Dieses Risiko einer Trachealwandläsion lässt sich auch durch die endoskopische Überwachung nicht vollkommen ausschließen, ist aber bei der Durchführung durch einen mit dieser Methode vertrauten Arzt sehr niedrig zu veranschlagen.

#### 4.1.2 Postoperative Phase

Eine typische postoperative Komplikation der Tracheotomie ist die Trachealstenose, die sich durch Dislokation der Trachealknorpel oder durch narbige Verwachsungen der Trachealöffnung nach Dekanülierung bilden kann.

Die Trachealstenose wird definiert als Lumeneinengung von mehr als 10%. Derartige Trachealstenosen sind meist Zufallsbefunde und bereiten dem Patienten keine der für die Trachealstenose typischen Beschwerden. Als solche werden Stridor, Ruhe- und Belastungsdyspnoe sowie dauerhafter Husten mit Sekretverhalt angegeben. Diese typisch klinischen Symptome einer

Trachealstenosen werden üblicherweise erst bei einer Lumeneinengung von mehr als 75% beobachtet.

Es stellt sich die Frage, ob die niedrige Inzidenz der Trachealstenose bei perkutanen dilatativen Methoden auf die Methode selbst zurückzuführen ist oder auf die meist kürzere Intubationsdauer vor der Tracheotomie.

Durch unsere durchgeführte Tracheo- und Bronchoskopie konnten wir bei allen nachuntersuchten Patienten eine regelrechte seitengleiche Stimmbandbeweglichkeit nachweisen. Es zeigten sich weder Granulationen noch Entzündungszeichen.

Hinsichtlich unserer Fragestellung nach einer Trachealstenose konnten wir nur einmal tracheoskopisch eine narbige Veränderung in Höhe des ehemaligen Tracheostomas feststellen, es zeigte sich aber endoskopisch nur eine geringgradige Stenose, die von dem Patienten subjektiv gar nicht bemerkt wurde, diese schien klinisch nicht relevant und somit auch nicht korrekturbedürftig.

Um einer Trachealstenose vorzubeugen, ist es unabdingbar, die korrekte Lage des Tubus endoskopisch zu kontrollieren. Schleimhautnekrosen in Höhe der Trachealmanschette oder die Reibung der Kanülenspitze an der Trachealinnenwand können zu derartigen Stenosen führen. Durch Schleimhautläsionen kommt es zu einer Schleimhautmetaplasie mit nachfolgender Graulombildung und schließlich Ausbildung einer Stenose.

Durch diesen vorher genannten Mechanismus kann auch die schwerwiegendste Komplikation der Tracheotomie erklärt werden, nämlich die Perforation nicht nur der Trachealwand sondern auch die Arrosion großer Hals- und Thoraxgefäße, wodurch es zu einer arteriellen Massenblutung kommen kann, die nur selten schnell kontrolliert werden kann, so dass es zu Blutansammlung im Mediastinum oder in das tracheobronchiale Lumen kommt.

Als weitere Komplikation der Tracheotomie sollte man noch die mögliche Infektion des Stomas erwähnen, die mit einer Tracheobronchitis oder Pneumonie verkompliziert werden kann.

Eine chirurgisch behandlungsbedürftige Infektion trat bei einer mit der Fantoni-Technik tracheotomierten Patientin auf.

### 4.1.3 Spätschäden

Als mögliche Spätkomplikationen werden überwiegend Trachealstenosen, die schon im vorangegangenen Abschnitt besprochen wurden, und unbefriedigende Narbenverhältnisse aufgeführt, sehr selten kommt es wie auch schon in der postoperativen Phase erwähnt zu tracheoösophagealen und tracheokutanen Fisteln.

Bei der im Rahmen der Nachuntersuchung durchgeführten Tracheo- und Bronchoskopie konnten wir nur bei dem schon oben genannten Patienten eine leichte Stenose feststellen, die zu keiner Beeinträchtigung des Wohlbefindens führte, bei den übrigen nachuntersuchten Patienten war intratracheal keine Narbe mehr sichtbar.

Äußerlich waren bei allen Patienten normale Narbenverhältnisse mit befriedigender Kosmetik zu finden, es zeigte sich bei keinem der Patienten eine Keloidbildung. Bei Keloidprädisposition dürfte das Ausmaß der Keloidbildung aufgrund der geringeren Narbenlänge bei minimal-invasiven Methoden wesentlich geringer sein als bei der konventionellen Tracheotomie. Die Farbe der Narben entsprach ungefähr der Hautfarbe. Die Narbenlänge war zwischen 0,5 und 2 cm.

Ein Patient gab bei der Nachuntersuchung an, ein leichtes Fremdkörpergefühl im Bereich des ehemaligen Tracheostomas zu haben.

Ein anderer Patient berichtete während der Nachuntersuchung über Sensibilitätsstörungen der linken Halsseite, sowie über Geruchs- und Geschmacksstörungen.

## 4.2 Selbstbeurteilung der Patienten

Durch unseren Fragebogen konnten wir im Telefoninterview mit den Patienten und Angehörigen Informationen über 40 Patienten einholen und das subjektive Befinden erfragen. Gravierende Störungen der Nahrungsaufnahme im Sinne einer objektivierbaren Dysphagie oder einer Aspirationsneigung waren nicht zu eruieren.

Auf die Frage, ob sich ihre Stimme seit der Tracheotomie verändert hätte, gab ein Patient an, schnell heiser zu werden, ein anderer gab an, seit der Tracheotomie nicht mehr singen zu können.

Zwei Patienten beklagten den Verlust des Geschmacks und Geruchs. Von einem Angehörigen eines weiteren Patienten, der sich seit seinem Krankenhausaufenthalt im Koma vigile befindet, wurde berichtet, dass Wucherungen im Bereich des Tracheostomas vorhanden seien, die einen Kanülenwechsel erschwerten.

Ein anderer Patient berichtete über Reizhusten, ein weiterer über den Verdacht auf Verwachsungen der Stimmbänder.

Schluckstörungen wurden von zwei der befragten Patienten angegeben.

Es lässt sich somit sagen, dass die subjektiven Beschwerden, die die Patienten bei unserer Nachuntersuchung angaben, von geringer klinischer Relevanz waren. Insgesamt klagten 9 Patienten über Beschwerden nach erfolgter perkutaner Tracheotomie.

Die Stimmveränderungen und Heiserkeit lassen sich am ehesten auf die meist vorausgegangene translaryngeale Intubation zurückführen.

Bezüglich des äußeren Aspektes der Narbe waren alle Patienten sehr zufrieden, bei allen war die Narbe laut eigener Aussagen gut verheilt und relativ klein und

unscheinbar. Selbst die befragten Frauen gaben keinerlei kosmetische störende Narbenbildung an.

## 5 Diskussion

Die zunehmende Zahl langzeitbeatmeter Patienten auf der Intensivstation hat es mit sich gebracht, dass die Tracheotomie zu einem der häufigsten operativen Eingriffe bei diesem Patientengut geworden ist. Hier stellt sich nun die Frage, welche Methode, ob dilatativ oder konventionell, die für den Patienten schonendste Verfahrensweise ist, wobei selbstverständlich zwischen einem Notfalleingriff und einem geplanten Vorgehen unterschieden werden muss.

In einer Notfallsituation ist ohne Zweifel die konventionelle Tracheotomie oder die endotracheale Intubation anzuwenden, im Extremfall muss die Koniotomie durchgeführt werden <sup>1, 18</sup>.

Laut aktueller Datenlage in der Literatur werden die perkutanen Techniken im Notfall als ungeeignet <sup>28</sup> bzw. als absolut contraindiziert angesehen <sup>55</sup>.

Die elektive Tracheotomie bietet bei langzeitbeatmeten Patienten wichtige später genannte Vorteile; obwohl die endotracheale Intubation nach wie vor das häufigste und beste Verfahren zur Schaffung eines sicheren Atemwegs darstellt, kann es im Verlauf der Intensivbehandlung zu verschiedensten Komplikationen kommen.

WESTPHAL et al <sup>82,84,85</sup> nennt Komplikationen, die bei einer endotrachealen Langzeitintubation auftreten, wie Infektion, Ulzera und längere Entwöhnungsphase vom Respirator, HEUER et al <sup>36</sup> fügt dem noch Schäden an Stimmbändern und Kehlkopf hinzu.

In früheren Untersuchungen fand man heraus, dass nach konventionell- offener Tracheotomie das Vorkommen beatmungsassoziierter Pneumonien höher sei als bei translaryngeal intubierten Patienten, allerdings zeigen Studien laut BRYANT et al <sup>12</sup> und EL- NAGGAR et al <sup>29</sup>, dass die Inzidenz durch Anlage

eines Tracheostomas gesenkt werden kann, wohl auf Grund der vereinfachten endotrachealen Absaugung und deren erhöhter Effizienz.

WAGNER et al <sup>74</sup> beschreibt ein geringeres Fremdkörpergefühl, Erleichterung der Mundhygiene, Verminderung der Salivation, die Möglichkeit zur oralen Nahrungsaufnahme und die Verringerung des anatomischen Totraums mit erleichterter Entwöhnung vom Respirator als Vorteil der Tracheotomie gegenüber der endotrachealen Intubation, außerdem fügt er noch den Einsatz von Platzhaltern oder Sprechkanülen zur Sekretabsaugung und sprachlicher Kontaktaufnahme hinzu. Diese Vorteile werden von vielen Autoren bestätigt <sup>1, 52, 76, 82, 61</sup>.

MAZZON et al <sup>52</sup> und GRIGGS et al <sup>33</sup> schlagen eine Tracheotomie bei einer Beatmungsdauer von mehr als 10 Tagen vor.

Mit dieser Zeitangabe sind sich die verschiedenen Autoren uneinig, PLUMMER et al <sup>63</sup> schreibt die frühelektive Tracheotomie sei am 3. bis 5. Beatmungstag vorzunehmen, wenn eine voraussichtliche Intubationsdauer von 21 Tagen überschritten wird. BAUSE et al <sup>6</sup> empfiehlt den Zeitpunkt individuell und früh innerhalb von 7 Tagen in Abhängigkeit von der Indikation, der Grunderkrankung und der Überlebenschance zu wählen. Laut Beythien et al <sup>8</sup> sei die Dauer bis zur Tracheotomie von initial 9 Tagen auf 4-5 Tage reduziert worden, bei Patienten, die mindestens 14 Tage beatmet werden müssen sollte um den 4. Tag die Entscheidung über eine Tracheotomie gefällt werden. BAUSE et al empfiehlt den Zeitpunkt zur Tracheotomie individuell und früh innerhalb von 7 Tagen in Abhängigkeit von der Indikation zur Atemwegsaufrechterhaltung, von der zugrundeliegenden Erkrankung und im Hinblick auf die Überlebenschance festzulegen <sup>6, 65</sup>.

CIAGLIA et al <sup>18</sup> meint, dieser Zeitpunkt sei bereits innerhalb von 48-72 Stunden nach translaryngealer Intubation gegeben, um Komplikationen zu vermeiden.

Die Entscheidung, zu welchem Zeitpunkt eine Tracheotomie angelegt werden sollte, ist nicht eindeutig zu beantworten. Ein wichtiger Gesichtspunkt in dieser Entscheidungsfindung stellt das Alter des Patienten dar. Je älter der Patient ist, desto eher wird man sich zu einer frühzeitigen Tracheotomie entschließen, da sich gerade beim geriatrischen Patientengut erfahrungsgemäss die Entwöhnungsphase vom Respirator schwierig gestaltet. Desweiteren wird man auch bei schweren Schädel-Hirn-Traumen eine frühzeitige Tracheotomie in Erwägung ziehen, da hier eine langdauernde Beatmungsbehandlung zu erwarten ist. Eine genaue Festlegung des Zeitpunktes einer Tracheotomie im Rahmen der Intensivbehandlung ist also nicht festzulegen, im Durchschnitt wird sie nach etwa 7 –10 Tagen Beatmungsdauer durchgeführt werden.

Hinsichtlich der Anlage eines Tracheostomas stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung: einmal die klassische, konventionelle offene Tracheotomie, zum anderen sogenannte minimal-invasive perkutane Techniken, von denen die nach Ciaglia die älteste ist, die durch kommerzielle Fertigung eines Sets (Fa. Cook) eine große Verbreitung fand.

Der in der Literatur regelhaft zu lesende Begriff minimal-invasiv suggeriert, dass es sich bei dieser Tracheotomiemethode um eine gefahrlose Vorgehensweise handelt. Dem muss selbstverständlich widersprochen werden, denn Komplikationen, die im Rahmen der Anlage eines Tracheostomas mit dilatativen Methoden auftreten, wie z.B. die Perforation der trachealen Hinterwand können akut lebensbedrohlich sein. Somit ist der Begriff minimal-invasiv eher im Hinblick auf die im Vergleich zur konventionellen Tracheotomie geringere Gewebetraumatisierung zu verstehen.

Vorteile der minimal-invasiven Techniken sind nach einer Publikation von CIAGLIA et al <sup>18</sup> das geringe Blutungsrisiko, die minimale Gewebstraumatisierung und damit möglicher Kontamination, laut HOLDGAARD et al <sup>40</sup> die Möglichkeit einer Durchführung außerhalb des OP

und weniger Infektionen <sup>75</sup>, außerdem laut MARELLI et al <sup>50</sup> eine Kostenreduktion von ca. 50 %.

WESTPHAL et al <sup>85</sup> führen als Nachteile der offenen Tracheotomien eine Kontamination durch Bakterien oder Pilze an, die makroskopisch durch Rötung zu erkennen war, und sich bei 35 % der offenen Tracheotomien ereignete, dagegen bei keinem der minimal-invasiv- operierten Patienten zu finden war. Es lässt sich aus den Untersuchungen folgern, dass die Ergebnisse nach Dilatationstracheotomie vor allem durch eine extrem niedrige Infektionsrate bestechen.

Erstaunlich ist, dass bei der Technik nach Fantoni genauso selten postoperative Infektionen beschrieben werden, wie bei den anderen minimal-invasiven Methoden, obwohl die Kanüle die nichtsterile Mundhöhle passiert.

Es wird vermutet, dass die minimale Wundfläche der Punktionstechniken der entscheidende Faktor für die Minimierung der Infektionen im Gegensatz zu den größeren Wundflächen der chirurgischen Tracheotomie ist <sup>58</sup>.

PLATZ et al <sup>62</sup> führt als weiteren Vorteil das Wegfallen gefährlicher Transporte des Patienten von der Intensivstation in den Operationssaal an, ebenso wie BAUSE et al <sup>5</sup>, der angibt, dass beim intubierten Patienten auf einer Intensivstation in bis zu 65% der Fälle durch einen Transport in den Operationssaal eine signifikante Veränderung der physiologischen Parameter beobachtet wurden, die ein ärztliches Eingreifen erforderlich machte. Auf kardiologischen Intensivstationen wurde laut BAUSE et al auf einem solchen Transport bei 44% der Patienten Herzrhythmusstörungen festgestellt. Diese Beobachtungen zeigen, dass ein Transport in einen Operationssaal zur Tracheotomie nur bei extrem schwierigen anatomischen Verhältnissen durchgeführt werden sollte. Die bed-side Tracheotomie ist in der Regel ein für den Patienten sicheres Verfahren, das sich aber häufig aufgrund der Höhe des Bettes für den Operateur als unbequem erweist <sup>73</sup>.

STRIPF et al <sup>71</sup> führt dagegen an, dass zu bedenken sei, dass bei einer Tracheotomiedurchführung am Patientenbett ein größeres Risiko einer postoperativen Blutung bestünde, er führte Untersuchungen an 360 Patienten durch, von denen 152 mit einer dilatativen Methode tracheotomiert wurden und 208 mit einer konventionellen Methode. Diese Eingriffe wurden bei jeder Methode bei den einen Patienten am Patientenbett durchgeführt und bei den anderen zum Vergleich im Operationssaal. Es stellte sich heraus, dass es bei der konventionellen Tracheotomie bei 27% zu Komplikationen bei der bed-side Tracheotomie kam und bei 16% im Operationssaal. Bei der dilatativen Technik kam es bei 35% der Patienten, die im Bett tracheotomiert wurden, und bei 28% der Patienten, die im Operationssaal tracheotomiert wurden, zu Komplikationen. STRIPF stellte fest, dass es bei den bed-side Tracheotomien signifikant zu einer vermehrten Blutung kam, ganz gleich welche Technik angewendet wurde <sup>71</sup>.

Dass der Transport in den Operationssaal für den Patienten ungünstig sei, widerlegte wiederum FRADIS et al <sup>32</sup>, der angab, dass es bei einer Studie in Israel, die sie an 70 Patienten durchführten, welche im Operationssaal konventionell tracheotomiert wurden, zu keiner Komplikation kam, die sich auf den Transport zurückführen ließe.

Als weitere Vorteile werden eine logistische Unabhängigkeit der behandelnden Ärzte angeführt <sup>46, 4</sup>, sowie eine Zeit sparende Technik, laut AMBESH et al <sup>3</sup> von 14 + 5.5 min bei der PDT nach Ciaglia, BREMERICH et al <sup>10</sup> berichtet von OP Zeiten bei Fantonitracheotomie, die im Mittel zwischen  $4,8 \pm 3,9$  Minuten lagen und damit um mehr als 50% unter denen früherer Untersuchungen. Laut MCLURE et al benötigten sie im Schnitt 3,6 Minuten für eine Tracheotomie am Schweinmodell nach Ciaglia <sup>54</sup>.

Außerdem wird von einer deutlich reduzierte Komplikationsrate berichtet <sup>56, 40</sup>, die laut CIAGLIA et al <sup>20</sup> hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass man nur einen kleinen Hautschnitt durchführt und die restliche Eröffnung durch reine Dilatation geschieht. AMBESH et al <sup>3</sup> sprechen sogar von einer

Komplikationsrate bei offener Tracheotomie von 33% bis 66 % wohingegen sie bei der minimal-invasiven Methode nach Ciaglia eine Komplikationsrate von 9,7% anführen.

HILL et al publizierte 1996<sup>38</sup> eine Studie, in der er von einer Komplikationsrate von 5,5% - 19% bei der Methode nach Ciaglia berichtet, hingegen von 26% bis 63% bei der offenen Tracheotomie<sup>58</sup>. Diese Komplikationen waren Blutungen, Infektion des Stomas und Stenose. Außerdem berichtet er von Pneumothorax, subkutanem Emphysem und tracheoösophagealer Verletzung bei konventioneller Tracheotomie. Bei dem hier vorgestellten Patientenkollektiv der Intensivstation 6/0 des Klinikum rechts der Isar waren sämtliche Komplikationen folgenlos für die Patienten. Lediglich ein Patient benötigte eine Thoraxdrainage zur Behandlung eines Pneumothorax. Transfusionbedürftige Blutungen traten nicht auf. Ein Patient wurde aufgrund einer schwerwiegenden Infektion operativ mit Drainagen behandelt.

Die Autoren sind sich einig, dass eine perkutane Technik gegenüber der offenen konventionellen Tracheotomie große Vorteile bietet, und dass sie in ausgewählten Fällen sicherlich die Methode der Wahl sei. Nicht zuletzt sei noch angeführt, dass auch ein Interesse der Intensivmediziner, sich diese Technik anzueignen, um damit selbstständiger zu werden, eine Rolle bei der weiten Verbreitung spielt. Am häufigsten wird zur Zeit noch die Ciaglia Technik angewendet, dies liegt wahrscheinlich daran, dass sie die zu erst eingeführte Methode war und somit ein ausreichend großer Erfahrungsschatz erworben werden konnte<sup>5, 6, 19</sup>.

Diese Prozedur ist laut CIAGLIA et al<sup>24</sup> einfach, sicher und kosteneffektiv.

Ohne Zweifel bringt dieser minimal-invasive Eingriff auch Komplikationen mit sich, die laut WINKLER et al<sup>86</sup> weniger schwerwiegend sind, wie geringe Blutung, Entzündung und in einem Fall eine oberflächliche Verletzung der Tracheaschleimhaut. Darüber hinaus kann es gelegentlich zu einer

fehlplatzierten Punktion oder zu einer paratrachealen Kanüleneinbringung mit nachfolgendem subkutanen Emphysem oder Pneumothorax kommen, diese Komplikationen können aber durch endoskopische Überwachung weitgehend unter Kontrolle gebracht werden<sup>23, 39</sup>. BAUSE et al<sup>6</sup> sieht als weitere Komplikation die Verletzung der Trachealhinterwand bei zu tiefer Punktion<sup>22, 81, 26</sup>, die im schlimmsten Fall bei Nichterkennen zum Tod des Patienten führen kann. Außerdem kann es beim Kanülenwechsel zu einer irreversiblen Kanüendislokation kommen. Die in der Literatur angegebene Tracheotomie assoziierte Komplikationsrate für perkutane Verfahren liegen laut WESTPHAL et al<sup>85</sup> bei bis zu 25 %, wobei es durchschnittlich bei weniger als 5 % zu ernsthaften Komplikationen kommt, laut Wagner et al liegt sie zwischen 7,2 und 18,2%<sup>74</sup>. Laut KOITSCHEV et al<sup>46</sup> kam es bei der Gesamtzahl der bis zum Zeitpunkt seiner Publikation veröffentlichten Operationen in der Literatur bei 1,2% zu schweren, bei 6,8% zu leichten und bei 92,0% zu keinen Komplikationen. Man kann also sagen, dass die Komplikationsrate der konventionellen Tracheotomie deutlich höher ist als die der perkutanen.

Dies widerlegen allerdings KHALILI et al<sup>44</sup>, die angeben, dass es bei einer Untersuchung an 346 Patienten zu einer Komplikationsrate von 2,1% bei der dilatativen Methode kam und zu einer Rate von 2,8% bei der konventionellen Tracheotomie. Festzuhalten bleibt, dass Komplikationen im Rahmen einer perkutanen dilatativen Tracheotomie in der Regel lebensbedrohend sind.

Diese Meinung spiegelt auch die Untersuchung von KLEMM et al<sup>45</sup>, der angibt, dass im Vergleich perioperativer Komplikationen von perkutanen Tracheotomien (Komplikationen gesamt: 4,5%) und konventioneller Tracheotomie (Komplikationen gesamt: 7,2%) sich keine großen Unterschiede ergaben und sich daraus keine Entscheidung zugunsten einer Methode ableiten ließe.

Die bei den perkutanen Tracheotomien auftretenden Komplikationen werde in Früh- und Spät komplikationen unterteilt.

Zu den Frühkomplikationen werden die Komplikationen gerechnet, die innerhalb von 24 Stunden post Tracheotomie auftreten, sie können heute durch eine sorgfältige, verbesserte Operationstechnik weitgehend vermieden werden.

Als erstes sind Blutungen zu nennen, die früher vor allem bei der Tracheotomia inferior auftraten, da die Verletzungsgefahr von großen Gefäßen bei dieser Technik viel größer war als heute bei den minimal invasiven Methoden oder bei der konventionellen Tracheotomie in Höhe des 3./ 4. Trachealringes.

Es wird hierbei zwischen einer sofortigen intraoperativen Blutung und einer Spätblutung unterschieden, die Sofortblutung ist meist durch bipolare Koagulation zu beherrschen, sollte dies nicht möglich sein, sollte die Umstellung auf die klassische chirurgische Technik der Tracheotomie erfolgen. Hier zeigt sich, dass auch die minimal-invasiven Tracheotomien nur von einem Arzt durchzuführen sind, der auch die klassischen Tracheotomiemethoden beherrscht und diese im Notfall anwenden kann.

Eine Spätblutung kommt vor bei nicht erkannter Punktion großlumiger venöser Gefäße, die stark bluten und bei einem insuffizienten Block des Cuffs zur Blutaspiration führen können. Diese Komplikation kann Stunden bis Tage nach dem Eingriff auftreten<sup>57</sup> und kann durch Koagulation des Punktionskanals vermieden werden.

Außerdem besteht bei einer Verletzung großer Venen die Gefahr einer Luftembolie.

In der Literatur wird über eine perioperative Blutungshäufigkeit von 0,3-2,0%<sup>5</sup>, 4,3%<sup>64</sup> über 8 %<sup>72</sup> bis zu 66%<sup>34</sup> berichtet. Wir registrierten eine Inzidenz von 4,2 %.

Als eine der schwerwiegendsten Komplikationen wird die Penetration der Pars membranacea der Trachea mit möglicher Fehllage des Tubus beschrieben, die Folgen können von einem sofortigen Pneumomediastinum mit tödlichem Ausgang bis zur Ausbildung einer ösophagotrachealen Fistel reichen. Diese Gefahr lässt sich allerdings fast vollständig vermeiden, wenn der gesamte

Punktionsvorgang endoskopisch kontrolliert wird<sup>48</sup>. So können z.B. Ösophagus- und Trachealverletzungen durch eine unkontrolliert kräftige Punktion der Trachea (Vorteil TLT<sup>31</sup>) vermieden werden, da die Lage der Punktion und das Nachgeben der Trachea überwacht wird, man kann dadurch die Dosierung der Kraft für alle weiteren Schritte der Operation abschätzen.

Durch die endoskopische Kontrolle kann man den weiteren Arbeitsgang, wie z.B. das Verschieben der Dilatatoren entlang der Achse der Trachea, beobachten und damit eine Verletzung der Trachealhinterwand vermeiden.

Gelegentlich kann es zu Atelektasen, Hautemphysem und Mediastinalemphysem kommen. Eine Studie von Joosten et al berichtet über ein Hautemphysem mit letalen Ausgang<sup>43</sup>. Ein Pneumothorax ist besonders bei Patienten mit hochstehenden Pleurakuppeln möglich, insbesondere weisen Kinder häufig hochstehende Pleurakuppeln auf, so dass bei fehlerhafter Punktion ein Pneumothorax entstehen kann. Eine weitere Komplikation besteht in der Dislokation der Trachealkanüle nach fehlerhafter Punktion und einer Verletzung der Trachealhinterwand nach zu tiefer Punktion<sup>69, 37</sup>.

Kommt es im Rahmen der Punktion zu einer Verletzung eines größeren Gefäßes, so kann nach Eröffnung der Trachea mit dem Dilatator Blut in die Trachea gelangen und zu einer akuten Verlegung der Atemwege führen.

Eine Verletzung des Nervus recurrens wird als extrem selten angesehen.

Ein weiteres gravierendes Problem stellt die versehentliche Entfernung der Trachealkanüle nach einer perkutanen Tracheotomie dar. Da das Einführen der Trachealkanüle während der ersten 5-7 postoperativen Tage erschwert oder sogar unmöglich ist, kann es nach akzidenteller Dekanülierung und unmöglicher Replatzierung der Kanüle zum akuten Erstickungstod des Patienten kommen.

In einem solchen Falle sollte man den Patienten deshalb sofort oral intubieren und erst nach gesichertem Luftweg bei ausreichender Oxygenierung und Ventilation die erneute Dilatation und Replatzierung der Trachealkanüle über die Tracheotomie anstreben.

Bei den Spätschäden ist an erster Stelle die Trachealstenose zu nennen<sup>11</sup>, die vor allem durch Schleimhautläsionen verursacht wird. Oft ist die Ursache ein zu hoch angelegtes Tracheostoma im Bereich des ersten Trachealknorpels, eventuell sogar mit Schädigung des Ringknorpels, oder ein zu eng angelegtes Tracheostoma mit Einstülpung der Ränder. Auch eine ausgeprägte Tracheobronchitis<sup>25</sup> sowie eine fehlerhafte Lage der Trachealkanüle können eine Trachealstenose nach sich ziehen. Die Schleimhautläsionen beginnen meist mit einem Verlust des Flimmerepithels, danach proliferiert die Basalschicht, und es bildet sich eine Schleimhautmetaplasie aus. Schließlich kommt es zu einer Granulombildung und zur Ausbildung einer Stenose<sup>49, 80</sup>.

HOMMERICH et al<sup>41</sup> beschreibt, dass der Idealfall der perkutanen Tracheotomie, nämlich die Punktion der Trachea gerade zwischen zwei Knorpelspanen im Ligamentbereich, oft nicht erreicht wird und man bei einer pathologisch-anatomischen Untersuchung an Leichen bei 11 von 12 Fällen eine Fraktur der Trachealspanen feststellen konnte.

Laut BYHAHN et al<sup>13</sup> kommt es mit einer Häufigkeit von ca. 28,6% zu einer Fraktur der Trachealspanen, diese sei eine typische Komplikation der perkutanen Techniken und führt im Langzeitverlauf nur sehr selten zu relevanten Trachealstenosen<sup>67, 81</sup>.

CIAGLIA et al<sup>21</sup> beschreibt wiederum an bei 117 durchgeführten perkutanen Tracheotomien, keine einzige Trachealstenose beobachtet zu haben, er sagt, dass dies ganz eindeutig von der Erfahrung und Geschicklichkeit des Operateurs abhängt.

Im Vergleich zur Stenoseproblematik spielen kosmetische Ergebnisse sicher eher eine untergeordnete Rolle.

Eine Narbendehiszenz, bedingt durch schlechte Heilungstendenz ist zwar besonders bei jungen Patientinnen als kosmetisch unvorteilhaft anzusehen, beeinträchtigt das Allgemeinbefinden des Patienten jedoch nicht. Allerdings kann durch einen ausgeprägten Narbenzug der Schluckakt erschwert sein und

---

stellt somit ebenso wie eine persistierende tracheokutane Fistel eine weitere Spätkomplikation dar.

Gefürchtet als postoperative Spätkomplikation ist die Arrosionsblutung großer Gefäße, die mit einer hohen Letalität behaftet ist; um diese zu verhindern, sollte der Pflegeschwerpunkt auf dem Verhindern von Infektionen liegen, da Entzündungsvorgänge Schäden an den Gefäßwänden hervorrufen. Dies führt wiederum zu einer hohen Blutungsgefahr.

Als zwar seltene aber zumeist letal verlaufende Spätkomplikation ist noch die Ausbildung einer tracheoarteriellen Fistel zu nennen, die z.B. durch hohen Cuff-Druck, Fehllage der Kanülenspitze oder durch eine zu tiefe Anlage des Stomas entstehen kann<sup>42</sup>.

Die Beschädigung der Außenhülle des Bronchoskops im Rahmen der Trachealpunktion stellt eine zwar seltene aber teure Komplikation der perkutanen Dilatationstracheotomie dar<sup>36</sup>.

Aus folgender Tabelle, zusammengefasst aus der Literatur, sieht man die häufigsten Komplikationen der minimal-invasiven Methoden. Es ist offensichtlich, dass die am häufigsten vorkommende Komplikation die Blutung ist. Aus der Tabelle auch zu entnehmen ist eine niedrige Mortalitätsrate und eine bestechend geringe Rate an Infektionen bei den Perkutanen Dilatationstracheotomien.

Publikation	Heuer <sub>36</sub>	Klemm <sub>45</sub>	Westphal <sub>83</sub>	Wagner <sub>74</sub>	Heikkinen <sub>34</sub>	Berrouschot <sub>7</sub>	Massick <sub>51</sub>	Poldermann <sub>64</sub>
Jahr	1998	1999	1999	2000	2000	2001	2001	2003
Technik	PDT	PDT	PDT / TLT	PDT	PDT	PDT	PDT	PDT
Anzahl Patienten	195	2124	45/45	74	30	4739	50	174
Mortalitätsrate	0	0,3%	k.A.	k.A.	k.A.	0,005%	k.A.	0%
Komplikationen gesamt	13 (6,6%)	96 (4,5%)	0,3%	21 (28,4%)	66%	k.A.	52%	3,6%
Blutung	5 (2,6%)	66 (3,1%)	PDT 2, TLT 0	10 (13,5%)	20 (66%)	130 (2,7%)	4 (8%)	7,5 (4,3%)
Stomainsfektion	0	k.A.	0	k.A.	0	k.A.	0,4%	0,34%
Trachealstenose	1	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0
Hinterwand- verletzungen	3	k.A.	k.A.	2	k.A.	40	k.A.	k.A.
Pneumothorax oder Mediastinal- emphysem	1	10 (0,5%)	k.A.	1	k.A.	28	k.A.	k.A.

Tabelle 2: Literaturvergleich verschiedener Publikationen im Hinblick auf Komplikationen. (PDT: perkutane Dilatationstracheotomie; TLT : translaryngeale Tracheotomie; k.A.: keine Angaben)

Zusammenfassend stellt CIAGLIA et al <sup>20</sup> fest, dass der größte Vorteil der komplikationsarmen perkutanen Dilatationstracheotomie in der nur sehr kleinen Hautinzision und dem gewebsschonenden Dilatieren bei der weiteren Vorgehensweise zu sehen ist.

Laut CIAGLIA et al <sup>24</sup> und MAZZON et al <sup>53</sup> gelten als Kontraindikation für eine PDT vor allem die Notfallsituation, da eine PDT immer unter bronchoskopischer Kontrolle durchgeführt werden muss. Dies ist in einer solchen Situation sicherlich nicht möglich <sup>76</sup>. Eine Tracheotomie wird im Notfall laut MEININGER et al <sup>55</sup> nach gegenwärtiger Datenlage in der Literatur als absolut kontraindiziert ansehen.

Darüber hinaus sprechen kindliches und jugendliches Alter gegen eine perkutane Dilatationstracheotomie, da die Trachealwand in diesem Alter noch sehr elastisch und die Gefahr der Verletzung der Tracheahinterwand auf Grund des möglichen plötzlichen Widerstandsverlust bei der Punktion erhöht ist <sup>79</sup>.

Ein wesentlicher entscheidender Vorteil der Tracheotomie nach Fantoni <sup>31</sup> scheint hier der kontrollierte Einsatz der Kraft zu sein, so kommt es zu einer Verringerung der Möglichkeit des Weichteiltraumas, man kann beim Durchzug der Kanüle retrograd durch die Trachealvorderwand ein digitales Gegenlager anlegen und somit die einwirkende Kraft genau dosieren <sup>10</sup>.

Eine weitere Kontraindikation stellt der Verdacht auf eine dislozierte Trachea dar, außerdem eine nicht mögliche eindeutige Identifikation der anatomischen Strukturen, vor allem des Kehlkopfes und des Ringknorpels <sup>81</sup>. Auch das Vorhandensein einer Struma oder anderer Raumforderungen am Hals, ein extremer Kurzhals oder eine vorausgegangene Tracheotomie lassen diese Technik ungeeignet erscheinen. Laut Laos <sup>47</sup> kann trotz eines kurzen Halses, Gerinnungsstörungen und einer vorangegangenen Tracheotomie eine perkutane Dilatationstracheotomie durchgeführt werden.

PLATZ et al <sup>62</sup> nennen auch Verbrennungen am Hals mit Ödem im Halsbereich sowie Bestrahlung in diesem Bereich und Gerinnungsstörungen (Grenzwerte hierfür sind mit Quickwert <50 %, PTT >50 Sekunden und einer Thrombozytenzahl von <30000/ $\mu$ l angegeben) <sup>8</sup> als gefährlich. Laut SHLUGMAN et al <sup>70</sup> sollten auch vorangegangene Halsoperationen als Kontraindikation gelten.

ERNST et al <sup>30</sup> stellt wiederum in seiner Publikation dar, dass die Kontraindikationen nicht so streng zu nehmen seien, man müsse diese im Hinblick auf die Tracheotomieerfahrung und den Ausbildungsstand des Operateurs abwägen. ERNST et al <sup>30</sup> führten auch eine dilatative Tracheotomie bei einem Patienten mit Schilddrüsenkarzinom durch, dies wird von andere Autoren als Kontraindikation angesehen.

Als absolute Kontraindikation gilt die Unmöglichkeit einer Intubation, da eine oro- oder nasotracheale Intubation im Falle einer plötzlichen Dislokation der eingebrachten Kanüle immer möglich sein muss <sup>27</sup>.

Schwierig scheint auch die Durchführung einer PDT bei instabilen HWS-Frakturen zu sein, und zwar auf Grund der mangelnden Möglichkeit der Reklination des Kopfes und aufgrund einer zusätzlichen Gefährdung bei einem Druck von ventral. WALZ <sup>77</sup> stellt auch die Notwendigkeit eines endgültigen, epithelialisierten Stomas als Kontraindikation dar, da im Langzeitverlauf das Stoma nach plastischer Tracheostomie als stabiler anzusehen ist.

Kontraindikationen der TLT:

Als Kontraindikation für die translaryngeale Tracheotomie gelten laut REEKER et al <sup>66</sup> und WESTPHAL et al <sup>83</sup> eine ausgeprägte Schilddrüsenvergrößerung (Blutungsgefahr!), ein Trauma oder eine Infektion der Tracheotomieregion, des weiteren natürlich auch die Notfallsituation auf Grund des Fehlens einer bronchoskopischen Kontrolle.

Eine palpatorisch nicht lokalisierbare Trachea, sowie tastbare Gefäße im OP-Bereich sprechen laut BYHAHN et al <sup>14</sup> gegen die Durchführung einer TLT, auch schwere Gerinnungsstörungen lassen dieses Verfahren nicht zu.

BYHAHN et al <sup>15</sup> gibt an, dass bei geringen Gerinnungsstörungen und Ateminsuffizienz die TLT die Tracheotomiemethode der Wahl der perkutanen Methoden sei.

Als absolute Kontraindikation gelten für alle perkutanen dilatativen Verfahren zu erwartende oder bekannte Intubationsschwierigkeiten aus dem gleichen Grund wie bei der PDT.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die TLT noch besser und schneller durchzuführen ist als die Technik nach Ciaglia, gelegentlich treten noch Schwierigkeiten bei der retrograden Passage des Führungsdrahtes auf, diese Schwierigkeit lässt sich aber mit zunehmender Erfahrung des Operateurs

reduzieren <sup>16</sup>. Diese Methode stellt eine echte Alternative zu den etablierten perkutanen Tracheotomiemethoden dar <sup>78</sup>.

## 6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit verschiedenen Techniken der Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Intensivpatienten. War früher die akute Verlegung der Atemwege die Hauptindikation zur Tracheotomie, so treten heute zunehmend intensivmedizinische Indikationen in den Vordergrund. Wesentlicher Grund für die steigende Zahl an Tracheotomien ist die durch die stetige Entwicklung der Intensivmedizin ermöglichte Behandlung immer älterer Patienten mit immer schwerwiegenderen Vorerkrankungen. Wesentliche Vorteile gegenüber der endotrachealen Intubation sind eine deutliche Reduktion des Atemwegwiderstandes (Erleichterung der Atemarbeit in der Weaningphase), die Reduktion von Larynxschädigungen, die erleichterte Bronchialtoilette, die Möglichkeit zum Schlucken und unter bestimmten Voraussetzungen zum Sprechen. Die Inzidenz von Sinusitiden ist erheblich niedriger als bei nasal intubierten Patienten. Der Bedarf an Sedativa ist bei tracheotomierten Intensivpatienten deutlich geringer als bei oral Intubierten. Insgesamt ist der Komfort für den Patienten erheblich höher.

Bis vor wenigen Jahren stand nur die aufwändige offen-chirurgische Technik zur Tracheotomie zur Verfügung. Diese war begleitet von einem erheblichen logistischen Aufwand und nicht zu vernachlässigenden Transportrisiken. Zudem waren aufgrund des Gewebetraumas gehäuft Infektionen des Stomas zu verzeichnen.

Seit Mitte der 80er Jahre wurden mehrere perkutane als minimalinvasiv bezeichnete und bettseitig durchführbare Techniken etabliert (Griggs, Ciaglia, Fantoni, Frowa). Die vorliegende Arbeit beschreibt die über Jahre gewonnenen Erfahrungen mit den Techniken nach Ciaglia und Fantoni auf der anästhesiologischen Intensivstation des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München. Da aufgrund der schwerwiegenden

Grunderkrankungen nur ein Teil der Patienten die intensivmedizinische Behandlung langfristig überlebte, kann auf dem Boden der vorliegenden Daten eine Aussage über Vor- bzw. Nachteile einer der beiden Methoden bezüglich der Langzeitergebnisse aufgrund der geringen Fallzahl nicht getroffen werden. Die Methoden sind nach den vorliegenden Erfahrungen unter Berücksichtigung verschiedener Kontraindikationen sicher anwendbar und bieten logistische Vorteile gegenüber der vorher überwiegend durchgeführten chirurgischen Technik. Die Infektionsrate während der intensivmedizinischen Behandlung erscheint gegenüber der konventionellen Technik deutlich erniedrigt zu sein. Bei Patienten, die dauerhaft tracheotomiert bleiben müssen, scheint sich jedoch auf längere Sicht (z.B. in der Rehabilitation) eine erhöhte Infektionsrate nach Anwendung der perkutanen Techniken abzuzeichnen. Als Ursache erscheint das sehr enge Trachestoma, welches zu Granulationen und Ulcerationen nach häufigen Kanülenwechseln prädestiniert. Es ist daher zu diskutieren, ob nicht Patienten, die absehbar langfristig tracheotomiert bleiben müssen, primär mit einem konventionellen plastischen Tracheostoma versorgt werden sollten. In vielen anderen Fällen stellen die neuen Verfahren eine sinnvolle Alternative dar.

## 7 Abbildungsverzeichnis:

- Abb. 1: Vermeintliche Darstellung einer Tracheotomie auf ägyptischen Tafeln bei Skody (1956)<sup>60</sup>
- Abb. 2: Darstellung der Tracheotomie bei Casserius<sup>17</sup>
- Abb. 3: Identifikation des idealen Schnittpunktes
- Abb. 4: Inzision und Präparation
- Abb. 5: Punktion der Trachea
- Abb. 6: Einbringen des Führungsdrahtes
- Abb. 7: Dilatation der Trachealvorderwand
- Abb. 8: Einbringen der Trachealkanüle
- Abb. 9: Umintubation
- Abb. 10: Punktion der Trachea
- Abb. 11: Einbringen des Führungsdrahtes
- Abb. 12: Durchzug der Kanüle – 1
- Abb. 13: Durchzug der Kanüle –2
- Abb. 14: Vorbereitung zum Wendemanöver
- Abb. 15: Wendemanöver
- Abb. 16: Konnektion mit dem Beatmungsgerät
- Abb. 17: Telefonischen Patientenbefragung der nach Fantoni tracheotomierten Patienten
- Abb. 18: Telefonischen Patientenbefragung der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten
- Abb. 19: Geschlechtverteilung der nach Fantoni tracheotomierten Patienten
- Abb. 20: Geschlechtverteilung der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten
- Abb. 21: Diagnosen der nach Fantoni tracheotomierten Patienten
- Abb. 22: Diagnosen der nach Ciaglia tracheotomierten Patienten
- Abb. 23: Fragebogen

## 8 Literaturverzeichnis

1. Achtzehn,U., Budinger,M., Weiss,G., Welte,T. Bronchoskopisch gesteuerte perkutane Punktionstracheotomie. *Pneumologie* **52**, 629-634 (1998).
2. Aeginata,P. Pavlvvs Aegineta edidit I.L.Heiberg. Pars Altera, Libri V-VII. Leipzig und Berlin: B.G. Teubner (Corpvvs Medicorvm graecorvm, IX,2 (1924).
3. Ambesh,S.P., Kaushik,S. Percutaneous dilational tracheostomy: the Ciaglia method versus the Rapitrach method. *Anaesth Analg* **87**, 556-561 (1998).
4. Angel,L.F., Simpson,C.B. Comparison of surgical and percutaneous dilatational tracheostomy. *Clin Chest Med* **24**, 423-429 (2003).
5. Bause,H., Dost,P., Kehrl,W., Walz,M.K. Punktionstracheotomie versus konventionelle Tracheostomie. *HNO* **47**, 58-70 (1999).
6. Bause,H., Prause A. Stellenwert und Komplikationen der minimalinvasiven perkutanen Tracheotomieverfahren. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **34**, 659-664 (1999).
7. Berrouschot,J., Oeken,J., Steininger,L., Schneider,D. Perioperative complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Laryngoscope* **107**, 1538-1544 (1997).
8. Beythien,C., Terres,W., Meinertz,T. Elektive perkutane Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten auf einer kardiologischen Intensivstation. *Dtsch Med Wschr* **124**, 1123-1126 (1999).
9. Brandt,L., Goerig,M. Die Geschichte der Tracheotomie. *Anaesthesist* **35**, 279-283 (1986).
10. Bremerich,D., Byhahn,C., Lischke,V., Rinne,T., Scheifler,G., Westphal,K. Translaryngeale Tracheotomie: Erste Ergebnisse mit einer Modifikation der Technik nach Fantoni. *Herz Thorax Gefäßchir* **13**, 185-191 (1999).

11. Briche,T., Le Manach,Y., Pats,B. Complications of Percutaneous Tracheostomy. *Chest* **119**, 1282-1283 (2002).
12. Bryant,L.R., Trinkle,J.K., Mobin-Uddin,L., Baker,J., Gritten,W.O. Bacterial colonization profile with tracheal intubation and mechanical ventilation. *Arch Surg* **104**, 647-651 (1972).
13. Byhahn,C., Lischke,V., Halbig,S., Scheifler,G., Westphal,K. Ciaglia Blue Rhino: Ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie. *Anaesthesist* **3**, 202-206 (2000).
14. Byhahn,C., Lischke,V., Westphal,K. Perkutane Tracheotomie in der Intensivmedizin. *Anaesthesist* **48**, 310-316 (1999).
15. Byhahn,C., Lischke,V., Westphal,K. Translaryngeal tracheostomy in highly unstable patients. *Anaesthesia* **55**, 678-684 (2000).
16. Byhahn,C., Wilke,H., Lischke,V., Westphal,K. Translaryngeal tracheostomy: two modified techniques versus the basic technique - early experience in 75 critically ill adults. *Intensive Care Med* **26**, 457-461 (2000).
17. Casserius,I. De vocis avditvsque organis historica anatomica. Ferrara: Baldismus, 1600, Lib. I, Cap. XX:119-124 (1600).
18. Ciaglia,P. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* **87**, 715-719 (1985).
19. Ciaglia,P. Percutaneous tracheostomy. *Chest* **100**, 1178-1179 (1991).
20. Ciaglia,P. Percutaneous Tracheostomy. *Crit Care Med* **6**, 904-905 (1992).
21. Ciaglia,P. Improving percutaneous dilational tracheostomy. *Chest* **112**, 295 (1997).
22. Ciaglia,P. Techniques, complications, and improvements in percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* **115**, 1229-1230 (1999).
23. Ciaglia,P. Video-assisted endoscopy, not just endoscopy, for percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* **115**, 915-916 (1999).

24. Ciaglia,P., Graniero,K. Percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* **101**, 464-467 (1992).
25. Ciaglia,P., Marx,W. Laryngotracheal stenosis after percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* **50**, 261 (1995).
26. Ciaglia,P., Marx,W., Graniero,K. Some important details in the technique of percutaneous dilatational tracheostomy via the modified Seldinger technique. *Chest* **110**, 762-766 (1996).
27. Deitmer,T. Die Tracheotomie in der Intensivmedizin- wo, wie, wer, und bei wem? *Anaesthesist* **48**, 139-141 (1999).
28. Deitmer,T., Delank,K.W. Kritische Anmerkungen aus HNO - ärztlicher Sicht zur perkutanen dilatativen Tracheostomie nach Ciaglia. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **30**, 501-503 (1995).
29. El-Naggar,M., Sadagopan,S., Levine,H., Kantor,H., Collins,V.J. Factors influencing choice between tracheostomy and prolonged translaryngeal tracheostomy in acute respiratory failure: A prospective study. *Anesth Analg* **55**, 195-201 (1976).
30. Ernst,A., Critchlow,J. Percutaneous tracheostomy - special considerations. *Clin Chest Med* **24**, 409-412 (2003).
31. Fantoni,A., Ripamonti,D. A non - derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med* **23**, 386-392 (1997).
32. Fradis,M., Malatskey,S., Dor,I., Krimermann,S., Joachims,H.Z., Ridder,G.J., Golz,A. Early complications of tracheostomy performed in the operating room. *Otolaryngol* **32**, 55-57 (2003).
33. Griggs,W., Myburgh,J., Worthley,L. A prospective comparison of a percutaneous tracheostomy technique with standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med* **17**, 261-263 (1991).
34. Heikkinen,M., Aarnio,P., Hannukainen,J. Percutaneous dilatational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med* **28**, 1399 (2000).

35. Heister,L. Chirurgie, in welcher alles, was zur Wund - Artzney gehöret, Nach der neuesten und besten Art, gründlich behandelt. J A Stein und G N Raspe, Nürnberg , pp. 653-656 (1752).
36. Heuer,B., Deller,A. Früh- und Spätresultate der perkutanen Dilatationstracheostomie (PDT Ciaglia) bei 195 Intensivpatienten. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **33**, 306-312 (1998).
37. Heurn van,L.W.E. Percutaneous dilatational tracheotomy. *Intensivemed* **35**, 137-143 (1998).
38. Hill,B.B., Zweng,T.N., Maley,R.H., Charash,W.E., Toursarkissian,B., Kearney,P.A. Percutaneous dilational tracheostomy: report of 356 cases. *J Trauma* **8**, 238-244 (1996).
39. Hinerman,R., Alvarez,F., Keller,C.A. Outcome of bedside percutaneous tracheostomy with bronchoscopic guidance. *Intensive Care Med* **26**, 1850-1856 (2000).
40. Holdgaard,H., Pedersen,J., Jensen,R.H., Outzen,K.E., Midtgaard,T., Johansen,L.V., Moller,J., Paaske,P.B. Percutaneous dilatational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* **42**, 545-550 (1998).
41. Hommerich,C.P., Rödel,R., Frank,L., Zimmermann,A., Braun,U. Langzeitergebnisse nach chirurgischer Tracheotomie und PDT. *Anaesthesist* **51**, 23-27 (2002).
42. Hürtner,H., Post-Stanke,A., Tolksdorf,W. Tödliche Gefäßarrosion nach Dilatationstracheotomie. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **35**, 658-660 (2000).
43. Joosten,U., Sturbeck,K., Hohlbach,G. Die Punktionstracheotomie beim langzeitbeatmeten Intensivpatienten. *Langenbecks Arch Chir* **113**, 356-359 (1996).
44. Khalili,T.M., Koss,W., Marguiles,D.R., Morrison,E., Shabot,M.M. Percutaneous dilatational tracheostomy is as safe as open tracheostomy. *Am Surg* **68**, 92-94 (2002).
45. Klemm,E., Künstle,Th., Graf,A., Henker,M. Tracheotomie. *Intensivmed* **36**, 309-313 (1999).

46. Koitschev,A., Paasch,S., Plinkert,P.K. Die perkutane Dilatationstracheotomie nach Ciaglia unter endoskopischer Kontrolle. *HNO* **46**, 678-683 (1998).
47. Laos,L.F. Percutaneous dilatational tracheostomy: we live in a twisted world. *Chest* **123**, 1336-1338 (2003).
48. Louis,J.S., Antok,E., Charretier,P.A., Winer,A., Ocquidant,P. Tracheo-oesophageal fistula. A rare complication of percutaneous tracheostomy. *Ann Fr Anesth Reanim* **22**, 349-352 (2003).
49. MacCallum,P., Parnes,L., Sharpe,M., Harris,C. Comparison of open, percutaneous, and translaryngeal tracheostomies. *Otolaryngol Head Neck Surg* **122**, 686-690 (2000).
50. Marelli,D., Paul,A., Manolidis,S, Walsh,G., Odum,J.N.K., Burdon T.A., Shennib,H., Vestweber,K.H., Fleischer,D.M., Mulder,D.S. Endoscopic guided percutaneous tracheostomy: early results of a consecutive trial. *J Trauma* **4**, 433-435 (1990).
51. Massick,D., Yao,S., Powell,D., Griesen,D. Bedside tracheostomy in the intensive care unit: a prospective randomized trial comparing open surgical tracheostomy with endoscopically guided percutaneous dilational tracheotomy. *Laryngoscope* **111**, 494 (2001).
52. Mazzon,D., Di Stefano,E., Dametto,G., Nizzetto,M., Cippolotti,G., Bosco,E., Conti,C., Giuliani,G. Percutaneous dilational tracheostomy after anterior cervical spine fixation. *J Neurosurg Anaesthesiol* **4**, 293-295 (1996).
53. Mazzon,D., Zanatta,P., Curtolo,S., Bernardi,V., Bosco,E. Upper airway obstruction by retropharyngeal hematoma after cervical spine trauma. *J Neurosurg Anaesthesiol* **4**, 237-240 (1998).
54. McLure,H.A., Dob,D.P., Mannan,M.M., Soni,N. A laboratory comparison of two techniques of emergency percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* **52**, 1199-1201 (1997).
55. Meininger,D., Byhahn,C., Bück,M., Westphal,K., Kessler,P., Lischke,V. Tracheotomie im Notfall - Tracheotomie als Notfall. *Notfall Rettungsmed* **4**, 359-363 (2001).

- 
56. Moore,F.A., Haenel,J.B., Moore,E.E., Read,R.A. Percutaneous tracheostomy / gastrostomy in braininjured patients- a minimally invasive alternative. *J Trauma* **3**, 435-439 (1992).
  57. Muhl,E., Franke,C., Bruch,H.P. Verbesserte Technik der Dilatationstracheotomie und erste Ergebnisse. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **30**, 497-500 (1995).
  58. Oeken,J., Adam,H., Bootz,F. Translaryngeale Tracheotomie (TLT) nach Fantoni mit starrer endoskopischer Kontrolle. *HNO* **50**, 638-643 (2002).
  59. Otteni,J.C. Indikationen und Komplikationen bei Tracheotomie und Dauerintubation. *Anaesthesist* **18**, 291-295 (1969).
  60. Pahor,A.L. Ear, Nose and Throat in Ancient Egypt. *J Laryngol Otol* **106**, 777 (1992).
  61. Petros,S., Engelmann,L. Percutaneous dilatational tracheostomy in a medical ICU. *Intensive Care Med* **23**, 630-634 (1997).
  62. Platz,A., Kleinstück,F., Kohler,A., Stocker,R., Trentz,O. Perkutane Tracheostomie: ein minimal invasives Verfahren auf der Intensivstation. *Swiss Surg* **2**, 42-45 (1996).
  63. Plummer,A.L., Gracey,D.R. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* **96**, 178-180 (1989).
  64. Poldermann,K.H., Spijkstra,J.J., de Bree,R., Christiaanse H.M., Gelissen,H.P., Wester,J.P., Girbes,A.R. Percutaneous Dilatational Tracheostomy in the ICU. *Chest* **123**, 1595-1602 (2003).
  65. Qureshi,A.I., Suarez J.J., Parekh P.D., Bhardwaj,A. Prediction and timing of tracheostomy in patients with infratentorial lesions requiring mechanical ventilatory support. *Crit Care Med* **5**, 1383-1387 (2000).
  66. Reeker,W., Sader,R., Hauck,R., Kochs,E. Translaryngeal tracheostomy in Bechterew's disease and Guillain-Barre – syndrome. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **34**, 665-667 (1999).
  67. Roberts,R.G., Morgan,P., Findlay,G.P. Percutaneous dilatational tracheostomy and tracheal ring rupture. *Anaesthesia* **57**, 933 (2002).

- 
68. Schuchard, B. H. Fabricius ab Aquadente (1620). Opera chirurgic Francoforti., Kap 44 pp. 157 (1887).
  69. Seidl, R.O., Todt, I., Nielitz, T., Ernst, A. Trachealrupturen unter endotrachealer Intubation. *HNO* **50**, 134-138 (2002).
  70. Shlugman, D., Satya-Krishna, R., Loh, L. Acute fatal haemorrhage during percutaneous dilatational tracheostomy. *Br J Anaesth* **90**, 517-520 (2003).
  71. Stripf, T., Ali, M., Mewes, T., Mann, W.J. Percutaneous dilatative tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy: a retrospective trial. *Laryngorhinootologie* **82**, 281-285 (2003).
  72. Toursarkissian, B., Zweng, T.N., Kearney, P.A., Pofahl, W.E., Johnson, S.B., Barker, D.E. Percutaneous dilational tracheostomy: report of 141 cases. *Ann Thorac Surg* **57**, 862-867 (1994).
  73. Van Natta, T., Morris, J., Eddy, V., Nunn, C., Rutherford, E., Neuzil, D., Jenkins, J., Bass, J. Elective bedside surgery in critically injured patients is safe and cost-effective. *Ann Surg* **5**, 618-626 (1998).
  74. Wagner, A., Wienhausen-Wilke, V., Sondern, K., Angelkort, B. Dilatationstracheotomie nach Ciaglia - Einsatz auf einer internistischen Intensivstation. *Dtsch Med Wschr* **125**, 142-146 (2000).
  75. Wahl, W., Mann, M., Kühle, R., Junginger, Th. Die perkutane Dilatationstracheotomie - Welche Technik sollte angewendet werden? *Intensivmed* **35**, 401-407 (1998).
  76. Walz, M.K. Die Tracheostomie. *Chirurg* **72**, 1101-1110 (2001).
  77. Walz, M.K. Die Tracheostomie. *Anaesthesist* **51**, 123-133 (2002).
  78. Walz, M.K., Hellinger, A., Walz, M.V., Nimtz, K., Peitgen, K. Die translaryngeale Tracheostomie. *Chirurg* **69**, 531-535 (1997).
  79. Walz, M.K., Peitgen, K. Punktionstracheostomie versus translaryngeale Tracheostomie. *Chirurg* **69**, 418-422 (1998).
  80. Walz, M.K., Peitgen, K., Thürauf, N., Trost, H.A., Wolfard, U., Sander, A., Ahmadi, C., Eigler, F.W. Percutaneous dilatational tracheostomy - early

- 
- results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med* **24**, 685-690 (1998).
81. Walz,M.K., Schmidt,U. Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy - a clinico - pathological study. *Intensive Care Med* **25**, 102-105 (1999).
  82. Westphal,K. Chirurgische Tracheotomie und PDT. *Anaesthesist* **51**, 679-681 (2002).
  83. Westphal,K., Byhahn,C., Lischke,V. Percutaneous tracheostomy: a clinical comparison of dilatational (Ciaglia) and translaryngeal (Fantoni) techniques. *Anesth Analg* **89**, 938-943 (1999).
  84. Westphal,K., Byhahn,C., Lischke,V. Perkutane Tracheotomie in der Intensivmedizin. *Anaesthesist* **48**, 142-156 (1999).
  85. Westphal,K., Byhahn,C., Lischke,V. Tracheostomy in Cardiosurgical Patients: Surgical Tracheostomy Versus Ciaglia and Fantoni Methods. *Ann Thorac Surg* **68**, 486-492 (1999).
  86. Winkler,W.B., Karnik,R., Seelmann,O., Havlicek,J., Slany,J. Bedside percutaneous dilatational tracheostomy with endoscopic guidance: experience with 71 ICU patients. *Intensive Care Med* **20**, 476-479 (1994).

# Lebenslauf

Steffi Prentl

## Persönliche Daten:

Geburtsdatum: 12. Februar 1975  
 Geburtsort: Garmisch Partenkirchen  
 Eltern: Dr. Eberhardt Prentl und Margot Prentl, geb. Held  
 Familienstand: ledig

## Schulausbildung:

09/81- 07/85 Grundschole Kolbermoor  
 09/85-07/92 Ignaz- Günther Gymnasium Rosenheim  
 09/92-07/94 Finsterwalder Gymnasium Rosenheim  
 01.07.1994 Erlangen der Allgemeinen Hochschulreife

## Studium:

11/95-03/98 Vorklinischer Studienabschnitt an der Ludwig Maximilian  
 Universität in München  
 13.03.1998 Ärztliche Vorprüfung bestanden  
 05/98-03/99 Erster klinischer Studienabschnitt an der Technischen  
 Universität in München  
 23.03.99 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestanden  
 05/99-03/2001 Zweiter klinischer Studienabschnitt an der Technischen  
 Universität in München  
 29.03.2001 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestanden  
 23.04.2001- 10.08.2001 Erstes Tertial des praktischen Jahres im Fachgebiet  
 Gynäkologie : Sanitätseinheit Mitte Süd, Bozen/ Italien  
 13.08.2001- 30.11.2001 Zweites Tertial des praktischen Jahres im Fachgebiet Chirurgie:  
 Klinikum Rechts der Isar München  
 03.12.2001- 22.03.2002 Drittes Tertial des praktischen Jahres im Fachgebiet Innere  
 Medizin: Conradie Hospital, Kapstadt/ Südafrika  
 07.05.2002 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in München bestanden

## Berufsausbildung:

02.09.2002 – 29.02.2004 Ärztin im Praktikum in der Diabetologischen Abteilung des  
 Städtischen Krankenhauses München Schwabing  
 seit 01.04.2004 Assistenzärztin in der Inneren Notaufnahme des Städtischen  
 Krankenhauses München Schwabing

## Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Professor Kochs, dem Direktor der Klinik für Anaesthesiologie des Klinikums rechts der Isar für die Möglichkeit die Arbeit in seinem Institut fertig zu stellen bedanken.

Mein tiefster Dank gebührt meinem Doktorvater Herrn Professor von Hundelshausen, der mit unermüdlicher und tatkräftiger Unterstützung zum Entstehen dieser Arbeit entscheidend beitrug.

Ich hatte das große Glück, dass er mich in seine Obhut nahm und mir jederzeit uneingeschränkt mit Geduld und konstruktiver Kritik zur Seite stand.

Meinem Betreuer Herrn Doktor Reeker, Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie des Luisenhospitals Aachen möchte ich für die Energie und Mühen danken, mit der er mich unterstützte und für die freundliche und geduldige Art, mit der er mich immer wieder motivierte und vorantrieb.

Auch für die Bereitstellung der Photographien bin ich sehr dankbar.