

# **Transtracheale Sauerstofftherapie**

Verfasser: Prof. Dr. med. J. Fichter  
Abt. Pneumologie  
Paracelsus Klinik  
Am Natrufer Holz 69  
49076 Osnabrück

in Anlehnung an das Clinician Guide,  
Transtracheal Systems

## Transtrachealer Sauerstoff

### Einführung

Transtracheale Sauerstofftherapie bedeutet nicht nur die Einführung des Katheters, sondern es bedeutet ein Programm, das sich über mehrere Phasen und Wochen erstreckt. Es hat sich bewährt eine Einteilung in 4 Phasen vorzunehmen.

<b>Phase I</b>	Orientierung, Auswahl Und Vorbereitung
<b>Phase II</b>	Transtracheale Prozedur und die darauffolgende Woche
<b>Phase III</b>	Transtracheale Sauerstofftherapie bei nicht ausgeheiltem Trakt
<b>Phase IV</b>	Transtracheale Sauerstofftherapie bei ausgeheiltem Trakt

Der transtracheale Katheter wird in Seldinger Technik eingeführt. Probleme mit einer sauerstoffinduzierten Hyperkapnie sind eher geringer als mit herkömmlicher Sauerstoffapplikation, da von einem CO<sub>2</sub> Auswascheffekt auszugehen ist.

Die SCOOP-Katheter sind gegen Abknicken und Kompression unempfindlich. Sie stellen sich röntgenologisch dar. Sie sind üblicherweise in 9 und 11 cm Länge verfügbar, jedoch sind auch andere Längen erhältlich. Die Katheterspitze ist abgeschrägt und an der Spitze gerundet, so dass der Luftstrom von der Trachealwand weggeleitet wird. Der SCOOP-1-Katheter hat eine distale Öffnung und wird von allen Patienten in Phase III benutzt. Er wird in Phase IV weiter benutzt, wenn die Flußrate 2 Liter/min oder weniger beträgt. Der SCOOP-2 Katheter hat zusätzlich seitliche Öffnungen, er ist sicherer und effizienter, wenn die Flußrate in Ruhe 2 Liter/min. überschreitet. Der SCOOP-2 wird nur in Phase IV benutzt, wenn der Katheter zur Reinigung entfernt wird.

## Phase I

### Einführung, Auswahl und Vorbereitung der Patienten

#### Ziele der Phase I

- Information des Patienten
- Beachtung von Kontraindikationen und Vorsichtsmaßnahmen
- Auswahl von geeigneten Patienten
- Stabilisierung des Patienten vor der Behandlung.

Die Indikationsvoraussetzungen für transtracheale Sauerstofftherapie sind die gleichen wie für die Sauerstofftherapie mittels Nasenbrille. Die Dauerbehandlung mit Sauerstoff ist indiziert bei Patienten mit chronischer Hypoxämie, die trotz optimaler medikamentöser Therapie besteht.

### Indikationen für die Sauerstofflangzeittherapie

PaO<sub>2</sub> ≤ 55 Torr  
PaO<sub>2</sub> < 60 Torr bei  
Hinweisen für ein Cor pulmonale

### Indikationsstellung für eine transtracheale Sauerstofftherapie :

- 1) Wunsch einer höheren Mobilität
- 2) Vermeidung von Nebenwirkungen, die im Zusammenhang mit Nasenbrillen stehen,
- 3) Refraktäre Hypoxämie und
- 4) Wunsch des Patienten

Die Mobilität kann durch die größere Reichweite des tragbaren Tanks und einer verbesserter Belastbarkeit erhöht werden. Komplikationen durch Nasenbrillen sind häufig wie z.B. Nasenborken, Nasenbluten, verminderter Geruchs- und Geschmacksinn, Tränenkanalblockade, chronische Halsschmerzen und Heiserkeit.

### Indikationen für die transtracheale Sauerstofftherapie

- Verbesserung der Mobilität
- Kosmetische Präferenz des Patienten
- Erhöhung der Anwendungsdauer der Sauerstofftherapie
- Steigerung der Mobilität
- Reduzierter Sauerstoffbedarf
- Komplikationen bedingt durch die Nasenbrille
- Refraktäre Hypoxämie

Kontraindikationen sind geistige oder physische Einschränkungen, die den Umgang mit dem transtrachealen Katheter beeinträchtigen. Wegen des Risikos

des Pneumothorax sollte die Behandlung nicht durchgeführt werden, wenn eine Röntgenaufnahme des Thorax Hinweise für eine Pleurahernie über der Einführungsstelle ergibt.

### Kontraindikationen für eine transtracheale Sauerstofftherapie

- Geistige oder physische Einschränkungen, die den Umgang mit dem Katheter beeinträchtigen.
- Pleurahernie über der Punktionsstelle
- Trachealstenose
- Rauchen.

### Information des Patienten

Die Patienten müssen über die potentiellen Vorteile und Risiken der transtrachealen Sauerstofftherapie aufgeklärt werden. Ideal ist es, wenn Kontakt zu anderen Patienten, die bereits eine transtracheale Therapie haben, hergestellt werden kann.

### Erhebung des Status

Wichtig bei der klinischen Untersuchung des Patienten ist es, die Halslänge und den Halsumfang zu beurteilen. Weiterhin ist auf eine Deviation der Trachea, die Position des Larynx und die Lage der Halsvenen zu achten.

### Basisuntersuchungen

- Arterielle Blutgase (Raumluft und unter Sauerstoff)
- Blutbild (Hämatokrit)
- Bodyplethysmographie (vor und nach der Bronchodilatation)
- Röntgenaufnahme des Thorax in zwei Ebenen
- EKG
- Gerinnungsstatus

Die arteriellen Blutgase werden unter Raumluft und unter nasalem Sauerstoff gemessen. Die Hämatokrit ist ein einfacher Test, der die Effektivität der Sauerstofftherapie widerspiegelt. Die Messung der Atemmechanik vor und nach der Bronchodilatation wird durchgeführt, um das Risiko eines Bronchospasmus während der transtrachealen Behandlung abzuschätzen. Die Röntgenthoraxaufnahmen sind notwendig, um die Trachea zu beurteilen und um eine Herniation von Lungengewebe vor der Trachea zu erkennen.

### MOC Werte zur Risikoabschätzung

Mechanische Reserve  $FEV_1$   $M_0 > 1,0$   $M_1: 0,50 - 0,99$   $M_2: > 0,50$

Oxygenierung (PaO <sub>2</sub> )	O <sub>0</sub> : 55	O <sub>1</sub> : 50 – 55	O <sub>2</sub> : < 0,50
CO <sub>2</sub> (PaCO <sub>2</sub> )	C <sub>0</sub> : < 40	C <sub>1</sub> : 41 – 50	C <sub>2</sub> : > 50

Nach Abschluss dieser Auswertungen können die MOC-Werte (Mechanische Reserve, Oxygenierung, O<sub>2</sub>-Retention) und SALWerte (Score for Activity Level) bestimmt werden. Die MOC- Werte sind bei der Identifizierung von besonders schwachen Patienten nützlich, die während der Behandlung, in der Nacht nach der Behandlung und während Phase III überwacht werden müssen. Die SAL – Werte sind für die Identifizierung der aktiveren Patienten, welche die besten Anfangskandidaten sind, nützlich.

### Werte für das Aktivitätsniveau (SAL) zur Risikobestimmung

- 1 = bettlägerig
- 2 = an das Haus gebunden, ausgenommen für Arztbesuche aus dem Bett < 12 Std. / Tag
- 3 = an das Haus gebunden ausgenommen für Arztbesuche aus dem Bett > 12 Std. / Tag
- 4 = außer Haus zum Einkaufen und für andere Notwendigkeiten des täglichen Lebens
- 5 = verlässt das Haus routinemäßig für gesell. Aktivitäten, zur Erholung oder Arbeit

### Auswahl

Die ersten Patienten mit einer transtrachealen Sauerstoffapplikation sollten einen unkomplizierten Krankheitsverlauf haben, motiviert und aktiv sein. Erst, nachdem mehr Erfahrung gesammelt worden ist, sollte zu komplizierteren Patienten übergegangen werden.

### Die ersten 10 Patienten

- MOC 0 oder 1
- Aktiv (SAL = 4 oder 5)
- Kann einfach in die Klinik kommen
- Schlanker Hals
- Motiviert und kooperativ

### Vorsichtsmaßnahmen

- Schwere Einschränkung der Atemmechanik
- Schwere Hypoxämie
- Hyperkapnie
- Dicker und kurzer Hals oder andere anatomische Abnormitäten
- Bronchiale Hyperaktivität

- Stark vermehrtes oder visköses Sputum
- Ernste Herzrhythmusstörungen
- Gerinnungsstörungen

Die Wirksamkeit von transtrachealem Sauerstoff bei refraktärer Hypoxämie kann den Eindruck erwecken, dass transtrachealer Sauerstoff am besten für den Patienten geeignet ist. Transtrachealer Sauerstoff ist jedoch in erster Linie gedacht für Patienten, die ihre Mobilität steigern möchten.

### **Vorbereitung**

Der transtracheale Katheter sollte in einer stabilen Phase appliziert werden. Die Patienten sollten am Tag der Kathetereinführung nüchtern bleiben.

### **Häufig auftretende vorübergehende Beschwerden**

- Vorübergehende Empfindlichkeit an der Punktionsstelle
- Vorübergehender zunehmender Husten
- Heiserkeit
- Verschluss des Traktes (bei unabsichtlicher Entfernung des Katheters)
- Vorübergehende Veränderung im Sputum (erhöhte Mengen, Blutspuren)

### **Potentielle Komplikationen**

- Subkutanes Emphysem (1%)
- Pneumothorax (selten)
- Infektion - Trachealchondritis (10%) Abszess (selten)
- Blutungen > 10 ml (selten)
- Keloidbildung (5%)

## **Phase 2**

### *Einführung des Transtrachealen Katheters und erste darauf folgende Woche*

Kriterien für eine optimale Einführung des Katheters:

- Unter dem Ringknorpel (Cartilago cricoidea)
- Nicht durch die Membrana cricothyroidea
- In der Mittellinie der Trachea
- Nicht durch einen Trachealknorpel

Der beste Zeitpunkt für die Einführung des Katheters ist morgens und zu Beginn der Woche. Der Patient kann dann während des restlichen Tages und für die verbleibende Woche überwacht werden.

Durchführung der Vorbehandlung

Die Einführung sollte im Sitzen durchgeführt werden, ideal ist ein Stuhl mit einer verstellbaren Rückenlehne. Der Stuhlrücken wird um ca. 10 Grad nach rückwärts gekippt und die Kopfstütze so eingestellt, dass der Kopf leicht überstreckt ist. Die ideale Halsposition ist die gleiche, als wenn der Patient in einem Spiegel seinen eigenen Hals betrachtet.

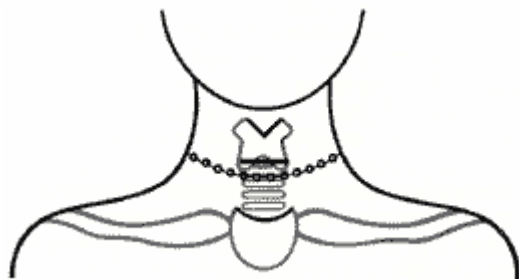
Die sitzende Position ist aus zwei Gründen zu empfehlen. Erstens ist die Atemmechanik im Sitzen besser als im Liegen. Zweitens ist der Venendruck in den Halsvenen niedriger als in der Rückenlage. Die Tracheotomie-Position, bei der der Patient mit einer Rolle unter den Schultern liegt, ist weniger empfehlenswert.

### *Technik der Einführung des Transtrachealen Katheters*

- Wahl der Punktionsstelle
  - unter dem Ringknorpel (Cartilago cricoidea)
  - nicht durch die Membrana cricothyroidea
- Lokalanästhesie in 3 Stufen
  - Haut
  - subkutan Mittellinie Prätrachealgewebe
  - transtracheal
- Hautdesinfektion
- Abdeckung mit sterilem Tuch
- Inzision (vertikal 1 cm durch die Haut)

- Nadel Einführung
  - Mittellinie der Trachea
  - Einstich senkrecht zur Trachea
  - durch den Zwischenraum (nicht durch den Trachealknorpel)
- Führungsdraht einführen
  - sollte leicht in die Trachea vorgeschoben werden können.
  - schwarze Markierung soll in Hautebene bleiben
- Dilation
  - Dilatator 1 Minute belassen
  - der Führungsdraht darf nicht mit dem Dilatator entfernt werden.
- Einführung des PräSCOOP
  - sofort einführen, um den Trakt zu tamponieren
  - zur Einführung Katheter um 360 Grad drehen
  - Nahtfixierung

Zur Lokalanästhesie wird 5 ml zweiprozentiges Lidocain mit Adrenalin 1:100.000 aufgezogen.



**Abbildung 1:**  
Bestimmung der Punktionsstelle

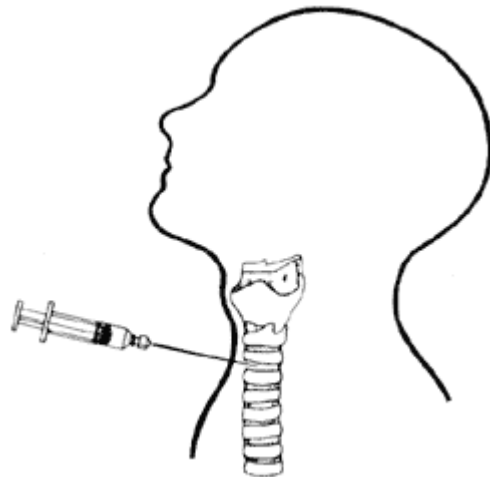
Zunächst wird der Hals palpiert, es ist wichtig auf die Lage der Halsvenen und die Position der Trachea zu achten. Anschließend wird der Schildknorpel mit einem V markiert und der Oberrand des Sternums mit einem U. Eine stabile Lage für den Katheter ist die Kreuzung zwischen der Halskette und der Trachea. Durch die Membrana cricothyreoidea sollte kein Trakt gemacht werden, da dies zu Heiserkeit führen kann.

Die Anästhesie der Haut erfolgt in drei Schritten. Nach der Desinfektion der Haut wird die Nadel am vorderen Rand des Muskulus Sternocleidomastoideus eingeführt, und durch die Injektion über die Mittellinie zum kontralateralen Sternocleidomastoideus wird ein Depot unter der Haut gebildet. Dafür werden 2ml Lokalanästhetikum benötigt.

Die Trachea wird mit dem Daumen und dem Zeigefinger der freien Hand fixiert. Die richtige Fixierung ist wichtig, da die Mittellinie der Trachea nicht leicht zu finden ist. Anschließend wird 1 ml Lokalanästhetikum von der Haut bis zur Trachea injiziert, aber noch nicht in die Trachea selbst. Dann erfolgt die Punktion der Trachea, dort kann dann Luft aspiriert werden. Der Patient wird informiert, dass es durch die Gabe des Lokalanästhetikums zu Husten kommt. Er wird aufgefordert, den Hustendrang für ein Paar Sekunden zu unterdrücken. Es werden 2 ml Lokalanästhetikum schnell injiziert. Die Nadel wird sofort entfernt, um eine Verletzung der Mukosa durch Husten zu vermeiden, ein Tupfer wird über die Punktionsstelle gelegt.

Es erfolgt jetzt eine erneute Desinfektion des Halses, die Einführung des Katheters erfolgt unter sterilen Bedingungen. Ein steriles Abdecktuch wird auf die Brust des Patienten gelegt.

Die Trachea wird mit der freien Hand wieder fixiert. Vertikal wird eine Inzision von 1cm Länge an der gewählten Punktionsstelle gemacht. Versuchen Sie, die Inzision nicht über sichtbaren vorderen Halsvenen zu machen, um Blutungen und Schwellungen zu vermeiden.



**Abbildung 2:**  
Einführung der Nadel

Die 7 cm Nadel wird nun durch die kleine Inzision zur Trachea geführt. Die Ringknorpel werden vorsichtig mit der Nadel getastet, die dann durch ein interkartilaginäres Segment geführt wird. Dieser Vorgang ähnelt einer Pleurapunktion, bei der die Rippen mit einer Nadel palpirt werden. Es wird oft falsch angenommen, dass die Trachea parallel zur Vorderseite des Halses verläuft. Da der Patient um 10 Grad zurückgeneigt sitzt, ist die Trachea gewöhnlich vertikal. Wenn die Nadel horizontal eingeführt wird, dringt die Nadel senkrecht in die Trachea ein. Luft wird aspiriert, und die Spritze wird von der Nadel gelöst. Die Nadel wird so rotiert, dass die

Abschrägung der Nadel nach unten zeigt. Die Nadel selbst wird dann etwas nach cranial gerichtet.



**Abbildung 3:**  
Einlage des Führungsdrahtes

Das atraumatische Ende des Führungsdrahtes wird durch die Nadel bis zur 11 cm-Markierung eingeführt. Der Führungsdraht sollte sich ohne Widerstand einführen lassen. Wenn ein Widerstand auftritt, kann dies daher rühren, dass die Nadel nicht richtig lokalisiert ist.



**Abbildung 4:**  
Dilatation des Traktes

Dann wird der Dilatator über den Führungsdraht eingeführt. Es ist nicht nötig, den Dilatator zu drehen. Um die Verletzung der posterioren Trachealwand zu vermeiden, wird der Dilatator nach unten zur Carina hin gerichtet. Wenn die Dilatation der interkartilaginären Ligamente den vollen Durchmesser des Dilatators erreicht, wird der Widerstand geringer. Der Dilatator wird um weitere 2 cm in die Trachea eingeführt, jedoch nicht weiter als bis zur schwarzen Markierung an der 8cm Marke. Der Dilatator soll in dieser Position eine Minute lang verbleiben, um die elastischen Fasern zu dehnen.



**Abbildung 5:**  
Einführung des Stents

Bei der Entfernung des Dilatators ist darauf zu achten, dass der Einführungsdraht an Ort und Stelle bleibt, so dass ein Assistent benötigt wird, der den Führungsdraht hält. Der zuvor am Gel gleitfähig gemachte präSCOOP wird sofort über den Führungsdraht eingeführt. Während der Einführung wird er unter Drehung vorgeschoben. Der Dilatator soll mindestens 1 Minute in situ bleiben, damit sich die Fasern dehnen können. Anschließend wird er entfernt. Der Austausch von Dilatator gegen den präSCOOP wird schnell durchgeführt, da eine venöse Blutung zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich ist.

Die Fixierung des präSCOOP erfolgt über zwei Nähte. Es sollte zunächst keine Kette verwandt werden, da es initial zu einer Zunahme des Halsumfangs durch Blutung oder ein subkutanes Emphysem kommen kann. Wenn der präSCOOP mit der Nah fixiert wird, wird der Patient aufgefordert, leicht zu husten. Dadurch soll Luft aus dem Lumen des präSCOOP entweichen. Wenn dies nicht geschieht, wird eine Spritze zur Aspiration von Luft benutzt, um sicherzustellen, dass sich das Lumen in der Trachea befindet. Die vertikale Inzision von 1 cm wird nicht mit einer Naht geschlossen und sollte offen gelassen werden, damit der Stent als Wunddrainage dienen kann. Ein nicht okklusiver Verband wird angebracht.

### Nachbehandlung

Nach Beendigung der Prozedur wird eine Thoraxröntgenaufnahme in zwei Ebenen angefertigt, um die Lage des präSCOOPs zu dokumentieren und um Komplikationen wie subkutanes Emphysem, Pneumomediastinum oder Pneumothorax zu erkennen bzw. auszuschließen. Der Abstand der Spitze des präSCOOPs zur Carina wird ausgemessen. Wenn der Abstand der Spitze zur Hauptcarina weniger als 1 cm beträgt, kann bereits die

erforderliche Länge des SCOOP kalkuliert werden. Der SCOOP mit Sauerstoffgabe soll so platziert sein, dass die Spitze einen Abstand von 2-4 cm zur Hauptkarina hat.

### **Bestätigung der richtigen Lage des Katheters**

1. **Aspiration von Luft**
2. **Führungsdraht passiert widerstandslos**
3. **Beim Husten tritt Luft über den Katheter**
4. **Thoraxröntgenaufnahmen in zwei Ebenen bestätigt die richtige Lage**

Die richtige Lage des Katheters kann in vier Schritten überprüft werden. Erstens Aspiration von Luft beim Einführen der Nadel. Zweitens der Führungsdraht passiert widerstandslos die Nadel. Drittens Aspiration von Luft durch den präSCOOP. Und viertens kann röntgenologisch die korrekte Lage verifiziert werden.

### **Faktoren, die subkutanes Emphysem, Pneumomediastinum oder Pneumothorax beeinflussen**

- **Katheter-Design**
  - **offenes Lumen**
  - **offene Inzision**
  - **nicht okklusiver Verband**
- **Reduktion von Husten**
  - **zunächst Katheter ohne Sauerstoffgabe**
  - **Lokalanästhesie**

Die Nebenwirkungsrate von subkutanem Emphysem, Pneumomediastinum und Pneumothorax ist von mehreren Faktoren abhängig. Die höchste Rate wurde beobachtet, wenn sofort nach Einbringen des Katheters Sauerstoff angeschlossen wird, da der Reiz des Fremdkörpers und der zusätzliche Sauerstofffluß Husten begünstigen. Wenn keine ausreichende Hautinzision durchgeführt wurde, kann ebenfalls Luft um den Katheter in das Gewebe eindringen. Der präSCOOP lässt Luft durch das Lumen oder den Katheter nach außen treten. Ein Fremdkörper mit den Materialeigenschaften des präSCOOPs wird schnell toleriert, wenn nicht der zusätzliche Reiz des Sauerstoffs hinzukommt.

Nach der Einführung des Katheters werden die Patienten mindestens eine Stunde lang beobachtet. Patienten mit einem MOC-Wert von 2 (i.e. FEV1 < 0,5 PAO2 < 50 Torr an Sauerstoff oder PACO2 < 50 Torr an Sauerstoff) benötigen eine längere Nachbeobachtungszeit.

Eine Antibiotikagabe ist zu erwägen, wenn eine Verletzung von Knorpelgewebe erfolgt ist. Eine Verletzung von Knorpel kann vorliegen, wenn während der Prozedur beim Einführen der Nadel, des Führungsdrahtes oder des Dilatators ein kratzender Widerstand empfunden wurde.

Wenn die örtliche Betäubung während der einstündigen Beobachtung nachlässt, kommt es bei den meisten Patienten zu Husten. Patienten mit einer niedrigen FEV1 oder einem höheren PaCO2 husten gewöhnlich sehr wenig. Dagegen husten Patienten mit einer geringeren Einschränkung der FEV1 oder bei interstitiellen Lungenerkrankungen häufiger. Schwere Hustenattacken sind während der ersten Woche selten, wenn sich der Patient an den Fremdkörper vor Beginn der Sauerstoffzufuhr gewöhnen kann.

Ein Lokalanästhetikum kann zur Linderung des Hustenreizes gegeben werden. Zur Herstellung einer lokal applizierbaren Lidocainverdünnung kann folgendermaßen vorgegangen werden: 5 ml einprozentiges Lidocain wird in eine 20ml Spritze gegeben, die Spritze wird dann auf 20 ml mit physiologischer Kochsalzlösung aufgezogen. Dem Patient kann dann bei Bedarf pro Stunde bis zur 4 ml auf 0,25 % verdünntes Lidocain über den präSCOOP verabreicht werden.

### **präSCOOP Woche**

Während der Woche nach der transtrachealen Prozedur erhalten die Patienten weiterhin Sauerstoff über die Nasenbrille. Die Patienten werden instruiert, den Sauerstoff nicht mit dem präSCOOP zu verbinden. Der Trakt muss sauber und trocken bleiben. Er wird zweimal täglich mit einem Wattestäbchen und 3%igem Wasserstoffperoxyd gereinigt. Eine Verstopfung des präSCOOPs innerhalb der ersten drei Tage ist normal.

In dieser Woche kann sich der Patient an den Fremdkörper gewöhnen, bevor dann der zusätzliche Reiz des Sauerstoffs hinzukommt.

### **3. Phase**

#### Ziele der Phase 3

- Individuelles Reinigungsprotokoll
- Verhinderung / Behandlung von Schleimmateriale
- Behandlung von Traktproblemen

Die 3. Phase beginnt eine Woche nach der transtrachealen Prozedur. Der präSCOOP wird durch einen SCOOP – Katheter ersetzt, über den dann Sauerstoff gegeben werden kann. Die für den transtrachealen Katheter notwendige Sauerstoffflußrate wird in Ruhe titriert.

Wenn der Patient im Behandlungsstuhl mit einer Kopfstütze sitzt, wird der präSCOOP gegen einen SCOOP Katheter ausgetauscht. Das atraumatische Ende des Führungsdrahtes wird durch den präSCOOP bis zur schwarzen Markierung geführt, um angetrocknetes Sekret abzustreifen. Anschließend wird der Führungsdraht wieder entfernt und langsam 1-2 ml Lokalanästhetika durch den präSCOOP injiziert. Danach wird der Führungsdraht erneut eingeführt. Die beiden Nähte werden entfernt. Der Führungsdraht wird bis zur Markierung bei 11 cm eingeführt und der präSCOOP wird herausgezogen. Ein Assistent hält den Führungsdraht in Höhe der schwarzen Markierung der Haut, um ein unbeabsichtigtes Herausziehen zu verhindern. Der SCOOP Katheter mit der durchgefädelt Halskette wird dann über den Führungsdraht geschoben und unter Drehung in den Trakt eingeführt. Wenn der Katheter richtig sitzt, wird der Führungsdraht entfernt und der Verschluss der Halskette geschlossen. Die Länge der Halskette sollte so sein, dass ein bis zwei Finger Spielraum am Hals bleibt.

Ein Verlängerungsschlauch wird über den Standard- Luer-Anschluss an den Katheter angeschlossen. Zu Beginn wird die Sauerstoffflußrate auf die Hälfte der Sauerstoffmenge der Nasenbrille reduziert. Dann wird die richtige Flussrate unter SCOOP in Ruhe und unter Belastung titriert. Alle Patienten mit transtrachealem Sauerstoff haben drei Flussraten:

1. eine Flussrate mit transtrachealem Sauerstoff in Ruhe
2. eine Rate mit transtrachealem Sauerstoff unter Belastung
3. eine Flussrate mit Nasenbrille

Der Patient wird über Reinigung und über Verbrauchsmaterial informiert.

Die häufigste Komplikation in Phase 3 ist ein unabsichtliches Herausziehen. Während dieser Phase führt dies zu einem fast sofortigen Verschluss des Kanals, da er noch

nicht durch Epithel ausgekleidet ist. Es empfiehlt sich in dieser Phase, den Katheter mit einem Klebeband zu fixieren. In der darauf folgenden Phase ist dies nicht mehr notwendig.

#### **Kugelige Schleiminformationen**

##### *Klinische Präsentationen*

- vermehrter oder verstärkter Husten
- vermehrte Dyspnoe
- Nebengeräusche

Schleimkugeln sind Akkumulation von Mucus, der sich an der Vorderseite des Katheters direkt über der Spitze festsetzt. Symptomatisch kommen kugelige Schleimformationen bei 10-20 % der Patienten in der Phase 3 vor, wenn der Katheter in situ gereinigt wird. Gewöhnlich verschwinden sie in der Phase 4, wenn durch tägliches Herausnehmen des Katheters der Schleim vom Katheter entfernt wird. Obwohl die Schleimkugeln Reizhusten und eine Zunahme der Atemwegsobstruktion hervorrufen können, kommt es selten zu einer bedrohlichen Atemwegsobstruktion. Die Pathogenese ihrer Bildung steht mit dem nicht vollständig mit Wasserdampf gesättigten Sauerstoff in Zusammenhang.

Patienten mit einer niedrigen FEV1 und geringem Hustenstoß haben ein größeres Risiko Schleimkugeln zu entwickeln. Eine unsachgemäße Reinigung und ungenügende Befeuchtung sind Faktoren, die die Bildung dieser Schleimklumpen begünstigen. Eines der wichtigsten Probleme in Phase 3 ist die Prävention, das Erkennen und die Behandlung dieser Schleimkugeln.

#### **Risikoabschätzung**

##### **Zur Bildung von Schleimkugeln in Phase 3**

- Niedriges Risiko  
Sauerstofffluß < 1 l/min in Ruhe und geringe Schleimproduktion und MOC 1 oder 2
- Mittleres Risiko  
Sauerstofffluß 1-4 l/min in Ruhe oder mittlere Schleimproduktion und MOC 1 oder 2
- Hohes Risiko  
Sauerstofffluß 5-8 l/min in Ruhe oder zystische Fibrose oder Bronchiektasen oder MOC = 2

Das Risiko der Bildung von Schleimkugeln soll vor Beginn der transtrachealen Therapie in Phase 3 beurteilt werden. Die Reinigungshäufigkeit, Befeuchtung und das Wechseln des Katheters über einen Führungsdraht kann individuell verordnet werden, um die Bildung von Schleimkugeln zu

verhindern oder zu minimieren. Patienten mit niedrigem Risiko sind solche, die weniger als 1 l/min Sauerstoff in Ruhe brauchen, keine Sekretprobleme haben und keinen MOC – Wert von 2. Eine geringe Sauerstoffflußrate, wenig Schleim und ein guter Hustenstoß bedeuten ein niedriges Risiko. Diese Patienten reinigen den Katheter zweimal täglich in situ. Nach Beginn der Sauerstoffapplikation über den transtrachealen Katheter müssen sich die Patienten einmal pro Woche ambulant vorstellen, dabei wird der Katheter über den Führungsdraht gewechselt. Das Reinigungsprotokoll wird an die klinischen Anforderungen angepasst.

Patienten mit **mittlerem Risiko** sind solche, die 1 bis 4 l/min Sauerstoff in Ruhe brauchen oder eine mittelgradige Sputumproduktion haben und einen MOC-Wert von 0 oder 1 aufweisen. Diese Patienten fangen mit einer Reinigung in situ zweimal pro Tag an und benutzen zusätzlich eine Befeuchtung der Sauerstoffquelle.

Patienten mit einem **hohen Risiko** sind solche, die 5 l/min oder mehr Sauerstoff über den transtrachealen Katheter in Ruhe brauchen, eine ausgeprägte Sputumproduktion haben ( z.B. zystische Fibrose oder Bronchiektasen) oder einen MOC-Werte von 2. Diese Patienten müssen sorgfältig überwacht werden, um die Bildung von Schleimkugeln zu verhindern. Die Patienten beginnen mit viermaligem Reinigen des Katheters täglich und benutzen ebenfalls eine Befeuchtung der Sauerstoffquelle. Bei diesen Patienten sollte eine häufige ambulante Vorstellung mit einem Wechsel des Katheters zwei bis dreimal pro Woche erfolgen.

In dieser Phase ist es äußerst wichtig Schleimkugeln zu vermeiden, zu erkennen und zu beherrschen.

### Nachuntersuchung Phase 3

1. Überprüfung des Sitzes der Halskette
2. Überprüfung des Traktes
3. Wechsel des Katheters über den Führungsdraht
4. Überprüfung der arteriellen Blutgase

Während der Nachuntersuchungen in der Phase 3 sollte immer der Sitz der Halskette und das Aussehen des Traktes überprüft werden, sowie ein Wechsel des Katheters und eine Bestimmung der arteriellen Blutgase erfolgen. Die folgende Tabelle fasst die Schritte für das Wechseln des SCOOP-Katheters zusammen.

### Protokoll für das Wechseln des Katheters in der Phase 3

1. Patient trägt während des Wechsels eine Nasenbrille
2. Entfernen von Krusten von der Traktöffnung
3. 2 ml einprozentige Lidocain durch den Katheter
4. Einführen des Führungsdrahtes bis zu 11cm Markierung
5. Entfernen des Katheters
6. Assistent hält Führungsdraht an schwarzer Markierung
7. Reinigen des Katheters und Auftragen des wasserlöslichen Gels
8. Wiedereinsetzen des SCOOP mit Halskette
9. Wiederanschluß des Katheters und Entfernung des Nasenbrille.
10. Überprüfung der Blutgase

Das Herausziehen des Katheters während der Phase 3 kann innerhalb von Minuten zu einem Verschluss des Traktes führen. Es ist daher sehr wichtig, dass bei einem solchen Ereignis schnell gehandelt wird. Es sollte ein steriler Katheter und ein Führungsdraht für Notfälle in der Klinik bereitgehalten werden. Wenn der Fall eintritt, dass der Katheter versehentlich herausgezogen wird, muss der Patient sich sofort im betreuenden Zentrum vorstellen, und der Arzt sollte versuchen, den SCOOP Katheter, der mit Gel gleitfähig gemacht wurde, wieder einzuführen. Wenn dies nicht gelingt, sollte versucht werden, den Führungsdraht einzuführen. Mehrmalige Versuche den Trakt zu „retten“, sind nicht ratsam, da der Führungsdraht einen falschen Weg nehmen kann. Wenn der Katheter nicht wieder eingeführt werden kann, geht der Patient mit Nasenbrille nach Hause, und ein neuer Behandlungstermin kann für einen späteren Zeitpunkt vereinbart werden.

Eine Vielzahl von Traktproblemen kann während der Phase 3 auftreten. Ein Erythem kann durch Mazeration verursacht werden, ebenso wie eine Kontaktallergie oder eine bakterielle Hautinfektion. Nicht alles, was rot ist, ist infiziert. Bei den meisten Patienten tritt eine geringe Narbengranulombildung auf. Bei einer stärkeren Reaktion kann eine Behandlung mit einem AgNO<sub>3</sub>-Sift erfolgen oder eine Exzision vorgenommen werden.

### Probleme mit dem transtrachealen Trakt Phase 3

<u>Problem</u>	<u>Behandlung</u>
Mazeration der Haut	Anpassung der Halskette
Narbengranulome	AgNO <sub>3</sub>
Kontaktallergie	Vermeidung von Salben und Lotionen

## **4. Phase**

Ungefähr zehn Prozent der Patienten entwickeln einige Wochen nach der Prozedur einen indurierten Knoten um den Trakt. Der Knoten ist oftmals weich, aber nicht fluktuierend wie beispielsweise ein Abszess. Hier erfolgt normalerweise eine spontane Besserung nach zwei bis drei Wochen.

Die Phase 3 ist die kritische der vier Phasen weil zu diesem Zeitpunkt mit großer Wahrscheinlichkeit kleinere Probleme auftauchen. Ein erfahrenes Team wird versuchen, diese Probleme zu vermeiden, ggf. erkennen und behandeln und den Patienten ermutigen die 3. Phase durchzustehen, weil der klinische Verlauf in der Phase 4 einfacher wird.

### *Transtrachealer Sauerstoff bei epitheliasiertem Trakt*

Die Phase 4 beginnt sechs bis acht Wochen nach der transtrachealen Prozedur. Es ist zu empfehlen, dass die Patienten dazu übergehen, den Katheter zu Reinigungszwecken zu entfernen, da die Reinigung ein- oder zweimal pro Tag die Bildung von Schleimkugeln verhindert. Patienten, die keine Schleimformationen entwickeln oder solche, die es vorziehen, die Reinigung in situ vorzunehmen, können dies unbegrenzt tun.

### **Wahl des Katheters**

#### *Phase 4*

#### SCOOP 1

- Entfernung des Katheters zur Reinigung
- Reinigung in allen Flußraten ein bis zweimal täglich

#### SCOOP 2

- Entfernung zu Reinigungszwecken ein bis zweimal täglich

Patienten mit Flußraten in Ruhe von  $< 2$  l/min sollten weiterhin den SCOOP 1 Katheter verwenden. Der SCOOP 2 Katheter hat zusätzlich mehrere seitliche Löcher, er ist effizienter bei Flußraten  $> 2$  l/min.

Ca. 95 % der Trakte sind nach sechs bis acht Wochen epithelialisiert. Ein Trakt ist reif, wenn er vollkommen mit Epithel ausgekleidet ist das von der Haut nach innen wächst, und mit respiratorischem Epithel, das von der Trachea nach außen wächst. Wenn sich der Patient in Phase 4 vorstellt, wird die Epithelialisierung des Traktes beurteilt. Ein Führungsdraht liegt bereit, jedoch wird der Katheter entfernt, ohne den Führungsdraht einzuführen. Wenn der Arzt beim Einsetzen des Katheters Schwierigkeiten hat, ist der Trakt noch nicht vollkommen, der SCOOP 1 Katheter wird wieder eingesetzt und die Reinigung in situ wird noch ein oder zwei Wochen länger fortgesetzt.

Die Patienten gehen nicht direkt von der Reinigung in situ der Phase 3 über zur zweimaligen pro Tag in der 4. Phase. Die erste Woche der 4. Phase wird als Probzeit angesehen.

Patienten, die eine Woche lang ihren Katheter erfolgreich herausnehmen und wieder einsetzen können, können dazu übergehen, den Katheter zweimal pro Tag für die Reinigung herauszunehmen. Wenn öfter als

zweimal täglich gereinigt wird, sollte dies immer an der Einsatzstelle erfolgen. Übermäßiges Herausziehen und Wiedereinsetzen können den Trakt traumatisieren.

Wenn der Patient mit dem täglichen Wechsel des Katheters gut zurechtkommt, sind nur noch Wiedervorstellungen im Abstand von mehreren Monaten notwendig.

Probleme mit Narbengewebe, das das Einführen des Katheters behindert oder sichtbare Keloide treten in ca. fünf Prozent auf. Große Keloide und chronische Traktprobleme, die nicht auf einfachere Methoden reagieren, erfordern eine Mini-Tracheotomie, um die transtracheale Sauerstofftherapie fortzusetzen.

Es kann dann eine Mini-Tracheotomie durchgeführt werden, bei der ein kleines Knorpelfenster von der Trachea entfernt wird.

#### Zusammenfassung:

Die transtracheale Sauerstofftherapie bietet viele Vorteile im Vergleich zur Applikation des Sauerstoffs über eine Nasenbrille und ist die beste Methode zur Gewährleistung einer kontinuierlichen Sauerstofftherapie über 24 Stunden pro Tag.

#### Literatur:

1. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group. Continuous or nocturnal Sauerstofftherapie in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. Ann Intern Med 1980; 93:391-8
2. Spofford BT, Christopher KL, Petty TL, et al: Why do patients want transtracheal oxygen? (abstract) Am Rev Res Dis 1988 137:A445
3. Christopher KI, Spofford BT, Petrum MD, et al.: A program for transtracheal oxygen delivery: assessment of safety and efficacy Ann Intern Med 1987 107:802-8
4. Christopher KL, Spofford BT, Brannin PT, Petty TL, Transtracheal oxygen for refractory hypoxemia JAMA 1986 256:494-7
5. Christopher KL, Murry I, Simson R et al. Transtracheal augmentation of ventilation. (abstract) Chest 1989; 96:174S