

### 8.3.4 Endotracheales Absaugen

#### Definition

Beim endotrachealen Absaugen wird Atemwegssekret mit einem Katheter unter Sog aus der Trachea entfernt.

#### Grundlagen

Tube und Trachealkanüle beeinträchtigen die Funktion des Flimmerepithels und verhindern, dass der Patient das in den Atemwegen gebildete Sekret aus der Lunge abhusten kann. Um einen Sekretstau, ein Eindicken und Verkrusten des Sekrets und dadurch eine Verschlechterung der Lungenfunktion zu vermeiden, muss das Sekret abgesaugt werden.

#### Arten

Es gibt verschiedene Verfahren, um endotracheal abzusaugen:

- Die konventionelle Methode ist das Absaugen mit sterilem Einmalkatheter, der über Tubus oder Trachealkanüle in die Trachea eingeführt wird. Siehe „offenes“ Absaugen (S. 190).
- Bei geschlossenen Absaugsystemen (S. 191) wird mit einem wiederverwendbaren Katheter abgesaugt, der in einer sterilen Hülle am Verbindungsstück zwischen Tubus und Beatmungsschlauch verbleibt.
- Das endotracheale Absaugen über Mund oder Nase bei Patienten, die nicht intubiert oder tracheotomiert sind, wird als „blindes“ endotracheales Absaugen bezeichnet (S. 191).

#### Absaugkatheter

Absaugkatheter bestehen aus weichem und dennoch ausreichend knickfestem PVC. Sie sind durchsichtig, damit das Sekret beurteilt werden kann. Um die Verletzungsgefahr beim Verschieben zu verringern, muss die Spitze des Katheters abgerundet sein. Absaugkatheter sollten an ihrer Spitze mehrere Öffnungen (Augen) aufweisen. Hierdurch wird die Gefahr verringert, dass der Katheter sich festsaugt und Schleimhautschäden (Blutungen, Erosionen) verursacht.

► **Luftkissenkatheter.** Die Traumatisierungsgefahr soll durch sog. Luftkissenkatheter gesenkt werden. Durch einen wulstförmigen Ring an der Katheterspitze und 4 darüberliegende kleine Seitenaugen entsteht unter Sog ein Luftpolster, das einen seitlichen Abstand zur Trachealwand sichern soll (► Abb. 8.28). Luftkissen-

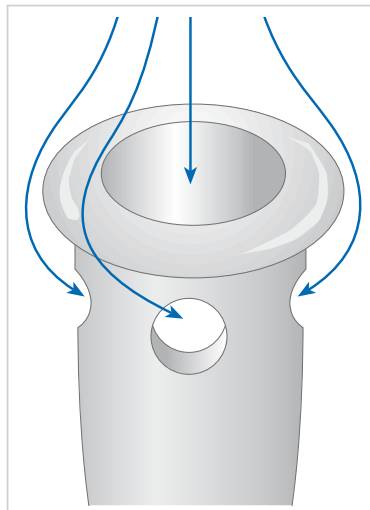


Abb. 8.28 Darstellung der Luftströmung beim Luftkissenkatheter.

katheter werden mit kontinuierlichem Sog angewendet. Ihre Verwendung ist in vielen Kliniken bei Intensivpatienten Standard.

► **Sonderformen.** Hier werden angeboten:

- *Absaugkatheter mit gebogener Spitze* (die Knickung kann das Einführen des Katheters beim blinden endotrachealen Absaugen erleichtern)
- *geknickte oder wellenförmige Spitzen*, um den rechten oder linken Hauptbronchus gezielt sondieren und dort absaugen zu können (ob dies einen klinisch relevanten Vorteil bringt, ist unklar)
- *zweilumige Absaugkatheter* zum endotrachealen Absaugen bei gleichzeitiger „Bronchiallavage“ (auch hier ist der Nutzen umstritten)

► **Kathetergröße.** Die Größe des Katheters muss der Tubusgröße angepasst sein, ein zu großer Katheter lässt sich wegen der Reibung im Tubus oder in der Trachealkanüle schlecht verschieben. Bei erwachsenen Patienten (Tubusgröße 7,5–9,0 mmID) sind Absaugkatheter der Größen 12–16 Charrière passend. Die Größe des Absaugkatheters beträgt also etwa die Hälfte des Tubusinnendurchmessers.

#### Absaugeinheit

Zu einer Absaugeinheit gehören:

- Vakuumschluss oder Druckluftanschluss mit Druck-Sog-Wandler oder Absaugpumpe
- Verbindungsschlauch
- Vorrichtung zur Sogregulation
- Manometer
- Sekretbehälter (Einmal- oder Mehrweg-)

- Behälter für Spüllösung
- Absaugschlauch mit Fingertipp
- Aufhängevorrichtung für Fingertipp

Die Funktionstüchtigkeit der Absaugeinheit und die Vollständigkeit des Zubehörs werden regelmäßig kontrolliert. Bei Verschließen des Fingertipps muss sich ein Sog bis – 0,6 bar aufbauen. Verschiedene Absaugkatheter, Schutzhandschuhe, sterile Handschuhe und ein Abwurf müssen unmittelbar griffbereit sein.

#### Indikationen

Das endotracheale Absaugen wird durchgeführt

- bei Hinweis auf Sekret in den Atemwegen (hörbares Rassel, Ansteigen des Beatmungsdrucks, Verschlechterung der Sauerstoffsättigung),
- nach Maßnahmen der Sekretolyse und Sekretmobilisation (Inhalation, Lagerungsdrainage, Perkussion und Vibration, evtl. nach Lagewechsel oder Mobilisation),
- wenn der Cuff entblockt wird (bei Lageveränderung von Tubus/Trachealkanüle, vor der Extubation, bei Verdacht auf Aspiration und Undichtigkeit des Cuffs).

#### Merke

Das Absaugen erfolgt so oft wie nötig und so selten wie möglich. Ein regelmäßiges Absaugen nach einem festen Schema ist nicht sinnvoll.

Das „blinde“ endotracheale Absaugen ist indiziert, wenn Atemwegssekret die Atemfunktion beeinträchtigt und der Patient trotz unterstützender Maßnahmen und gezielter Anleitung zum Husten (S. 188) nicht in der Lage ist, das Sekret abzu husten.

#### Nebenwirkungen und Komplikationen

Das endotracheale Absaugen ist für den Patienten meistens unangenehm und schmerzhaft. Der Vorgang kann mit Luftnot, starkem Hustenreiz, Würgen, Übelkeit und Erbrechen einhergehen.

Zusätzlich können folgende Komplikationen auftreten:

- Hypoxie
- Bradykardie (durch Vagusreiz) oder Tachykardie (durch Stress)
- Verletzungen/Blutungen der Trachealschleimhaut
- versehentliche Extubation/Dekanülierung
- Keimverschleppung durch unsaubere Arbeiten

## Grundsätze bei der Durchführung

Wegen der möglichen Komplikationen und Nebenwirkungen gelten folgende Grundsätze:

- strenge Indikationsstellung (nicht unnötig absaugen)
- bestmögliche Information und Betreuung des Patienten
- aseptisches Vorgehen
- vorsichtiges und atraumatisches Vorgehen

## Hygiene

Das endotracheale Absaugen erfordert ein aseptisches Vorgehen. Dies umfasst folgende Maßnahmen (KRINKO 2013):

- Vor Beginn hygienische Händedesinfektion durchführen, keimarme Handschuhe tragen.
- Bei offener Absaugung einen sterilen Handschuh an der Katheterführenden Hand tragen.
- Ausschließlich sterile Einmalkatheter verwenden.
- Geschlossene Systeme mit steriler Lösung durchspülen und nach klinikinternem Standard wechseln, spätestens nach 7 Tagen (Herstellerangabe beachten).
- Bei Patienten mit multiresistenten Erregern in den Atemwegen bevorzugt geschlossene Absaugsysteme verwenden.

► **Fingertipp.** Dieser ist potenziell hochgradig verkeimt. Um eine Umgebungskontamination zu vermeiden, darf der Fingertipp nicht mit Bett oder Kittel in Berührung kommen. Er wird nach Gebrauch in senkrechter Position aufgehängt.

► **Absaugschlauch und Sekretbehälter.** Diese werden patientbezogen verwendet und täglich gewechselt. Einmal-Sekretbehälter mit integriertem Bakterienfilter werden am Patienten belassen, bis sie voll sind und anschließend verschlossen in den Müll entsorgt.

► **Schutzmaßnahmen.** Für das endotracheale Absaugen wird ein Gesicht- und Augenschutz empfohlen (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2013).

## „Offenes“ Absaugen

### Vorbereitung

Der Pflegende nimmt Kontakt mit dem Patienten auf und informiert in verständlicher Weise über die bevorstehende Maßnahme. Ein zugewandtes, freundliches und sicheres Auftreten des Pflegenden wirkt möglichen Ängsten entgegen. Für den Patienten kann es angenehmer sein, mit erhöhtem Oberkörper gelagert

zu werden; gleichzeitig wird dadurch die Gefahr einer Regurgitation von Mageninhalt und einer Aspiration verringert.

Der Absaugvorgang wird wie folgt vorbereitet:

- Patient evtl. präoxygenieren (100% Sauerstoff für 0–3 min, abhängig von der Situation des Patienten).
- Hände desinfizieren, keimarme Schutzhandschuhe anziehen.
- Sterilen Einmalkatheter mit Fingertipp verbinden, dabei die Schutzhülle noch belassen.
- Sterilen Handschuh auf die „katheterführende“ Hand ziehen.
- Handschuhverpackung in die Nähe des Tubus platzieren.
- Schutzhülle des Katheters entfernen und gleichzeitig den Katheter mit der „sterilen“ Hand greifen, ohne ihn zu kontaminieren.

Bei Patienten, die mit hohem PEEP beatmet werden, kann man die Beatmungsdrücke vor dem Absaugen etwas reduzie-

ren, um mögliche hämodynamische oder respiratorische Folgen des intrathorakalen Druckabfalls zu verringern. Die Bedeutung dieser Maßnahme ist umstritten.

## Durchführung

► **Schritt 1.** Die „unsterile“ Hand trennt Tubus und Beatmungsschlauch. Den Tubuskonnekter mit dem Beatmungsschlauch („Gänsegurgel“) auf die sterile Unterlage legen. Den Konnekter so platzieren, dass evtl. herausströmende Kondenswasser- oder Sekrettröpfchen nicht den Patienten, den Pflegenden oder die Umgebung kontaminieren (► Abb. 8.29a–► Abb. 8.29b).

► **Schritt 2.** Den Katheter unter sterilen Kautelen in den Tubus einführen, bei Luftkissenkathetern mit und bei herkömmlichen Kathetern ohne Sog. Dabei stabilisiert die „unsterile“ Hand den Tubus, um ein Hin- und Hergleiten und damit eine tracheale Reizung zu verhindern (► Abb. 8.29c).

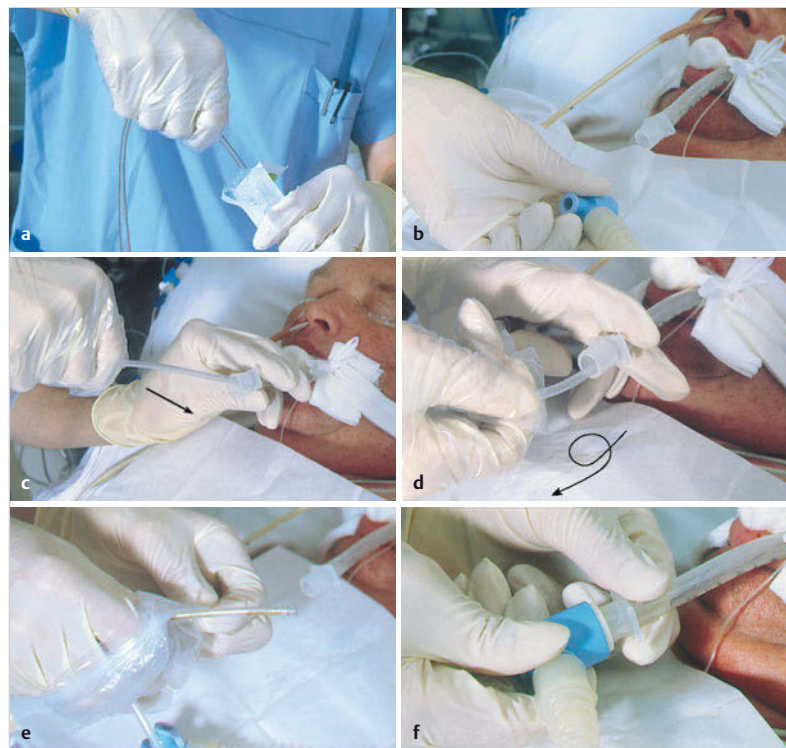


Abb. 8.29 Endotracheales Absaugen. Der beschriebene Ablauf sollte wegen der möglichen Nebenwirkungen nicht länger als 10–15 Sekunden dauern. Die Assistenz durch eine 2. Person kann ein schnelles und sicheres Vorgehen erleichtern.

- a Katheter mit der „sterilen“ Hand greifen.
- b Beatmungsschlauch vom Tubus diskonnektieren.
- c Katheter unter sterilen Kautelen einführen, dabei den Tubus mit der „unsterilen“ Hand fixieren.
- d Katheter zurückziehen und dabei um den Zeigefinger wickeln.
- e Sterilen Handschuh über den Katheter streifen.
- f Beatmungsschlauch und Tubus wieder konnektieren.

► **Schritt 3.** Den Katheter bis zum Ende von Tubus/Trachealkanüle oder kurz darüber hinaus einführen und den Patienten zum Husten auffordern. Bei herkömmlichen Kathetern nun den Fingertipp verschließen, um Sog aufzubauen. Eventuell muss der Katheter noch etwas weiter vorgeschoben werden, um einen Hustenreiz auszulösen. Ein tiefes Vorschieben bis zum Widerstand kann für den Patienten sehr unangenehm sein und ist nur selten erforderlich.

► **Schritt 4.** Nun den Katheter unter Sog wieder herausziehen. Die „sterile“ Hand macht dabei drehende Bewegungen und wickelt den Katheter um den Finger, die „unsterile“ Hand fixiert den Tubus (► Abb. 8.29d).

► **Schritt 5.** Den sterilen Handschuh über den Absaugkatheter stülpen und werfen (► Abb. 8.29e). Tubus und Beatmungsschlauch wieder konnektieren (► Abb. 8.29f).

## Nachbereitung

Der Absaugschlauch wird mit keimarmem Leitungswasser gespült. Der Pflegenden verschafft sich einen Überblick über das Befinden des Patienten und die Beatmungsparameter.

- **Dokumentation.** Dokumentiert werden:
- Hustenaktivität (kräftig, schwach, kein Husten)
  - evtl. Veränderungen am Patienten (Reaktionen, Vitalwerte)
  - Sekretmenge (viel, wenig, nichts)
  - Sekretbeschaffenheit (Viskosität, Farbe, Beimengungen)

## Absaugen mit geschlossenem Absaugsystem

Ein geschlossenes Absaugsystem besteht aus

- einem wiederverwendbaren Katheter in einer sterilen Schutzhülle,
- einem Konnektor, der zwischen Tubus und Atemschlauch gesetzt wird und durch den der Katheter vorgeschoben werden kann,
- einem Ansatzstück zur Verbindung mit dem Saugsystem,
- einer Zuleitung zum Spülen des Katheters.

► **Vorteile.** Mit dem geschlossenen Absaugsystem kann man endotracheal absaugen, ohne das Beatmungssystem vom Tubus zu diskonnektieren und die Beatmung zu unterbrechen. Deshalb kann man diese Technik generell für beatmete Patienten in Erwägung ziehen (AARC 2010). Bei Patienten, die mit erhöhtem PEEP



Abb. 8.30 Endotracheales Absaugen mit geschlossenem Absaugsystem.

beatmet werden, wird ein plötzlicher intrapulmonaler Druckabfall vermieden, der zum Kollaps von Alveolen und, durch plötzlich erhöhten venösen Rückstrom, zu Herz-Kreislauf-Instabilität führen könnte.

## Indikationen

Geschlossene Absaugsysteme werden besonders in folgenden Situationen eingesetzt:

- Beatmung mit hohem PEEP und/ oder hoher  $\text{FiO}_2$
- hochgradig infektiöses Trachealsekret (z. B. MRSA)
- Bauchlage/150°-Seit-Bauchlage

## Durchführung

Beim praktischen Vorgehen gibt es zum „offenen Absaugen“ folgende Abweichungen:

- Es wird nicht präoxygeniert.
- Beatmungssystem wird nicht vom Tubus diskonnektiert.
- Es wird kein steriler Handschuh benötigt.
- Absaugkatheter wird nach dem Absaugen mit steriler Lösung gespült (► Abb. 8.30).

## „Blindes“ endotracheales Absaugen

Diese Maßnahme ist durch die zusätzliche Traumatisierung in Nase, Rachen und Kehlkopf für Patienten besonders unangenehm. Durch den Weg, den der Katheter nimmt, kann eine Keimeinschleppung in die Trachea nicht sicher verhindert werden. Aus diesen Gründen ist eine strenge Indikationsstellung erforderlich.

Beim praktischen Vorgehen bestehen folgende Besonderheiten:

- Vor dem Absaugen möglichst Nasen- und Mundpflege durchführen (Keimreduzierung).
- Katheter vor dem Einführen gleitfähiger machen (z. B. mit einem Spray gegen Mundtrockenheit).
- Verbindung mit Absaugschlauch erst später herstellen.

- Katheter zunächst bis kurz vor die Stimmritze vorschieben (erkennbar am Atemgeräusch, das durch den Katheter fortgeleitet wird).
- Katheter mit der Inspiration des Patienten zügig, aber vorsichtig vorschieben.
- Wenn der Katheter endotracheal liegt, mit dem Absaugschlauch verbinden, absaugen und unter Sog zurückziehen.

Nicht immer gelingt es, die Trachea zu treffen. Ein positiver Effekt kann aber schon darin bestehen, einen Hustenreiz auszulösen und Sekret aus dem Nasenrachenraum abzusaugen.

## 8.3.5 Sauerstoffgabe

### Definition

Unter Sauerstoffgabe versteht man die Anreicherung der Inspirationsluft mit Sauerstoff und damit die Anhebung der Sauerstoffkonzentration in der Einatemungsluft auf mehr als 21 %.

Ziel ist die Prophylaxe und Therapie der Hypoxie/Hypoxämie.

### Indikationen

Indikationen zur Sauerstoffgabe sind:

- Hypoxämie
- Notfallsituation
- schweres Trauma
- akuter Myokardinfarkt

### Applikationssysteme

Der Sauerstoff wird in Krankenhäusern üblicherweise der zentralen Gasversorgungsanlage oder einer Sauerstoffflasche entnommen. Um dem Patienten Sauerstoff zuzuführen, benötigt man ein Applikationssystem.

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Sauerstoffapplikation:

- Low-Flow-Systeme
- High-Flow-Systeme

► **Low-Flow-Systeme.** Diese liefern reinen Sauerstoff mit einem Flow, der deutlich unter dem inspiratorischen Flow des Patienten liegt. Die tatsächliche inspiratorische Sauerstoffkonzentration hängt dann von folgenden Faktoren ab:

- Höhe des Sauerstoffflusses (l/min)
- Applikationssystem (Sonde, Brille oder Maske)
- inspiratorischer Flow des Patienten
- Mund- oder Nasenatmung

Zu einem Low-Flow-System gehören:

- Durchflussmesser zur Dosierung des Sauerstoffs

- Sprudler zur Anfeuchtung
- zuleitender Schlauch
- Nasensonde, Sauerstoffbrille oder Sauerstoffmaske

► **High-Flow-Systeme.** Sie liefern eine Mischung aus Sauerstoff und Druckluft mit einem deutlich höheren Flow. Dadurch atmet der Patient weniger Raumluft als bei Low-Flow-Systemen. Es kann eine höhere inspiratorische Sauerstoffkonzentration erreicht werden.

Zu einem High-Flow-System gehören:

- Gerät mit einem Sauerstoff-Luft-Mischer (z. B. CPAP-Gerät)
- aktives Befeuchtungssystem
- zuleitender Schlauch
- Sauerstoffmaske oder ein T-Stück (bei intubierten/tracheotomierten Patienten)

### Nasensonden, Nasenkatheter, Sauerstoffbrillen

Nasensonden, Nasenkatheter oder Sauerstoffbrillen werden eingesetzt, wenn der Patient eine geringe bis mäßige Sauerstoffzufuhr benötigt. Ein Sauerstoffflow bis 6 l/min ist bei diesen Systemen sinnvoll, dabei entstehen inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen von bis zu 40%.

Nasensonden und Sauerstoffbrillen werden im Naseneingang platziert, Nasenkatheter werden bis in den Nasenrachenraum vorgeschoben. Nasensonden (z. T. auch Nasenbrillen) haben einen abdichtenden Schaumstoff, der ein Entweichen von Sauerstoff in die Umgebung verringert.

Der Vorteil dieser Systeme ist der hohe Tragekomfort, sie sind deshalb auch zur mittel- und langfristigen Sauerstofftherapie sehr gut geeignet. Nachteilig ist die relativ geringe Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration.

### Sauerstoffmasken

Sauerstoffmasken werden bei höherem Sauerstoffbedarf des Patienten angewendet.

► **Einfache Sauerstoffmasken.** Damit erreicht man inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen von bis zu 50%. Eine Erhöhung des Sauerstoffflows über 10 l/min bringt keine weitere Erhöhung der Sauerstoffkonzentration.

► **Kinn-Masken.** Wenn der Patient die Sauerstoffmaske als zu eng empfindet und schlecht toleriert, kann man eine Kinn-Maske verwenden. Sie hat eine offene Form und eignet sich in Kombination mit einem High-Flow-System (► Abb. 8.31).

► **Sauerstoffmasken mit Reservoirbeutel.** Diese Masken ermöglichen Sauerstoffkonzentrationen von 40–70%. Hierzu liegt der eingestellte Flow bei 6–10 l/min. Sind



Abb. 8.31 Verabreichung von Sauerstoff mit einer Kinn-Maske.

diese Masken mit Nichtrückatmungsventil ausgestattet, dann wird der Sauerstoffflow über 10 l/min eingestellt und es werden Sauerstoffkonzentrationen bis 80% erreicht.

### Nebenwirkungen und Komplikationen

Bei der Sauerstoffgabe kann es zu folgenden Nebenwirkungen und Komplikationen kommen:

- Hypoventilation und Atemstillstand (bei Patienten mit chronisch erhöhtem CO<sub>2</sub>)
- Resorptionsatelektasen (bei hoher Sauerstoffkonzentration)
- Beeinträchtigung der Ziliar- und Leukozytenfunktion, Alveolarschädigung, Surfactantschädigung (bei hoher Sauerstoffkonzentration)

### Anfeuchtung

Der Sauerstoff kommt kalt und trocken aus der Gasversorgungsanlage/Sauerstoffflasche. Bei der Gabe von Sauerstoff besteht deshalb die Gefahr, dass die oberen Atemwege mit der Anfeuchtung und Erwärmung überfordert sind und austrocknen, insbesondere der Mund-Rachen- und der Nasen-Rachen-Raum. Das Sekret in diesem Bereich wird zäh und kann sogar zu respiratorischen Notfällen führen, wenn es aspiriert wird.

Um die Trockenheit zu kompensieren, wird der Sauerstoff deshalb angefeuchtet, bevor er zum Patienten geleitet wird. Dies geschieht mit Sprudlern (Kalt-Verdunstern). Ausnahme: Wenn nur sehr wenig Sauerstoff und nur über einen kurzen Zeitraum appliziert wird (z. B. 2 l/min für einige Stunden).

Bei der Gabe von Sauerstoff-Luft-Gemischen über High-Flow-Systeme werden aktive Befeuchtungssysteme eingesetzt.

### Sauerstoffflaschen

Bei Verwendung von Sauerstoffflaschen (z. B. beim Transport von Patienten) müssen die Sicherheitsvorschriften beachtet werden, vor allem:

- Flaschen vor dem Umstürzen schützen.
- Gewinde nicht ölen/fetten.
- Starke Erwärmung der Flaschen vermeiden.
- Kein offenes Feuer in Flaschennähe verursachen (z. B. Rauchen).

### 8.3.6 Positiver Atemwegsdruck

Belüftungsstörungen entstehen, wenn die Druckdifferenz zwischen Atemwegen und umgebendem Lungengewebe nicht groß genug ist. Siehe transpulmonaler Druck (S. 181). Prinzipiell gibt es 2 Möglichkeiten, um diese Druckdifferenz zu erhöhen:

1. Erniedrigung des Drucks im umgebenden Lungengewebe durch aktive, maximale Einatmung; s. SMI (S. 185),
2. Erhöhung des Drucks in den Atemwegen.

Bei Patienten, die nicht intubiert/tracheotomiert sind, kann positiver Atemwegsdruck über eine Maske oder ein Mundstück verabreicht werden. Bei Intensivpatienten wird v. a. die CPAP-Therapie angewendet.

### CPAP

Bei CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) wird positiver Druck auf die Atemwege des Patienten ausgeübt und über den gesamten Atemzyklus kontinuierlich gehalten.

Der positive Atemwegsdruck kann über Tubus/ Trachealkanüle oder über eine dicht sitzende Gesichts- oder Nasenmaske angewendet werden. Der Atemwegsdruck wird als PEEP (Positive Endexpiratory Pressure = positiver Druck am Ende der Expiration) oder als CPAP-Niveau bezeichnet.

### Arten

CPAP ist bei intubierten /tracheotomierten Patienten eine Beatmungsform (S. 209), die zwischen assistierender Beatmung und Spontanatmung liegt. Bei Anwendung über eine Maske (Masken-CPAP) ist CPAP eine **nicht invasive Atemhilfe**, siehe NIV (S. 225).

Masken-CPAP wird mit speziellen CPAP-Geräten durchgeführt, die mit einem relativ hohen, kontinuierlichen Gasfluss arbeiten (High-Flow-CPAP = Continuous-Flow-CPAP). High-Flow-CPAP kann auch bei intubierten/tracheotomierten Patienten angewendet werden.

► Abb. 8.32 veranschaulicht das Prinzip des High-Flow-CPAP.

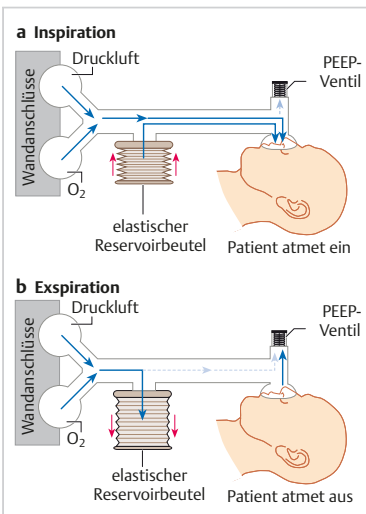


Abb. 8.32 Prinzip des High-Flow-CPAP.

- a** Während der Inspiration strömt Luft/Sauerstoff von den Wandanschlüssen und aus einem elastischen Reservoirbeutel zum Patienten.
- b** Die Expirationsluft entweicht über ein PEEP-Ventil, gleichzeitig füllt sich der Reservoirbeutel wieder mit Luft/Sauerstoff. Der hohe Flow gewährleistet einen kontinuierlichen Luftstrom Richtung Patient und PEEP-Ventil. Dadurch wird ein gleichbleibender positiver Druck aufrechterhalten.

## Wirkungsweise

Durch die Anwendung von CPAP werden Atemwege und Alveolen am Ende der Expiration leicht gebläht gehalten. Der Kollaps von Alveolen, der v. a. in der Expiration auftritt, wird verringert und die funktionelle Residualkapazität (FRC) wird erhöht.

Dies hat bei Patienten mit (beginnenden) Belüftungsstörungen positive Wirkungen zur Folge:

- Der pulmonale Rechts-Links-Shunt wird verringert und die Oxygenierung verbessert.
- Die Compliance wird erhöht und die Atemarbeit verringert.

## Durchführung (Masken-CPAP)

► **Auswahl der Maske.** Die Maske soll weich und hautfreundlich sein und sich optimal anpassen. Es kommen v. a. Nasenmasken, Mund-Nasen-Masken und Gesichtsmasken in Betracht. Siehe „Nicht Invasive Beatmung“ (S.225).

► **Lagerung.** CPAP soll zu einer besseren Belüftung der Lunge führen, deshalb wird der Patient so gelagert, dass seine Atmung erleichtert wird, z. B. in sitzender Position oder mit erhöhtem Oberkörper. Der Pa-

tient soll frei in den Bauch atmen und sich entspannen können.

► **Informieren und Betreuen.** Die Art, wie der Patient atmet, ist entscheidend für den Erfolg von CPAP. Der Patient soll ruhig, entspannt und angstfrei atmen, insbesondere soll die *Expiration passiv* erfolgen. Nur so wird die Hauptwirkung, die Erhöhung der FRC, erzielt. Eine sinnvolle Information ist z. B.: „Sie können ganz normal und ruhig unter der Maske weiter atmen“. Wenn der Patient trotz intensiver Betreuung und Begleitung gegen den erhöhten Atemwegsdruck presst oder verstärkt ausatmet, wird die Wirkung von CPAP verfehlt.

► **Geräteaufbau und -einstellung.** CPAP-Geräte, die Sauerstoff/Druckluft aus Wandanschlüssen verwenden, werden mit einem aktiven System zur Atemgasbefeuchtung aufgebaut. Um die Trockenheit der medizinischen Gase zu kompensieren, wird der Verdunster so eingestellt, dass etwa Raumluftniveau erreicht wird. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration und der Atemwegsdruck werden überwacht.

Der PEEP wird am Ventil eingestellt und am Manometer kontrolliert. Maßgeblich ist der Wert am Manometer, denn PEEP-Ventile sind ungenau und der Druck ist flowabhängig.

Der Flow wird so hoch eingestellt, dass der Druck kontinuierlich aufrechterhalten wird, meistens zwischen 25 und 40 l/min. Ein zu niedriger Flow führt dazu, dass der Atemwegsdruck in der Inspiration erniedrigt wird, bei zu hohem Flow erhöht sich der Druck in der Expiration. Die Sauerstoffeinstellung richtet sich danach, wie stark der Patient in der Oxygenierung eingeschränkt ist.

► **Beginn der Therapie.** Zunächst wird die Maske von Hand gehalten und die Atmung des Patienten beobachtet. Begleitend wird dem Patienten nochmals vermittelt, dass er „ganz normal“ weiter atmen kann. Wenn der Patient einverstanden ist, kann nach einiger Zeit die Maske mit einer elastischen Halterung fixiert werden. Der Sitz der Maske wird optimiert: sie soll dicht sein und gleichzeitig möglichst wenig Druck ausüben. Die Dauer und Häufigkeit der CPAP-Therapie wird mit dem Patienten vereinbart.

### Merke

Patienten mit CPAP-Therapie dürfen nicht allein gelassen werden. Eine Ausnahme ist der mobile, sitzende Patient, der die Maske notfalls selbst entfernen kann.

## Indikationen (Masken-CPAP)

CPAP ist v. a. bei Intensivpatienten mit Minder- und Fehlbelüftungen und schlechter Oxygenierung indiziert (Branson 2013). Bei pulmonal gefährdeten Patienten wird CPAP auch prophylaktisch zur intermittierenden Atemtherapie angewendet, z. B. nach thorakalen und abdominalen Eingriffen.

## Nebenwirkungen und Komplikationen (Masken-CPAP)

Durch CPAP wird der intrathorakale Druck erhöht und der venöse Rückstrom zum Herzen reduziert. Dadurch können sich Herzminutenvolumen und Blutdruck verringern, der Hirndruck kann ansteigen. Weitere mögliche Probleme sind durch die Maske und/oder den hohen Luftstrom bedingt:

- Erbrechen und Aspiration unter der Maske
- Druckstellen, v. a. am Nasenrücken
- Konjunktivitis und Austrocknen der Schleimhaut durch den Luftstrom
- Stress, Beklemmungsgefühl, Atemnot

## Kontraindikationen (Masken-CPAP)

CPAP kann nicht angewendet werden, wenn der Patient die Therapie nicht toleriert bzw. nicht kooperiert. Angst und Stress unter der Maske führen zu vermehrter expiratorischer Atemanstrengung; dadurch wird die wichtigste Wirkung von CPAP, die Erhöhung der FRC, verfehlt. Weitere Kontraindikationen sind

- erhöhte Gefahr von Erbrechen und Aspiration,
- Verletzungen in Speiseröhre und oberen Atemwegen,
- Gesichtsverletzungen, die den Einsatz der Maske unmöglich machen,
- stark erhöhter Hirndruck.

## 8.3.7 Intubation und Extubation

### Definition

Endotracheale Intubation ist das Einführen eines Tubus durch den Kehlkopf in die Trachea. Die Intubation kann orotracheal (durch den Mund) oder nasotracheal (durch die Nase) erfolgen.

## Grundlagen

### Möglichkeiten und Indikationen

Endotrachealtuben sichern den Zugang zu den Atemwegen. Durch Aufblasen eines Blockerballons (Cuff) wird die Trachea zum Larynx hin abgedichtet. Dadurch wird eine Überdruckbeatmung möglich und die Gefahr einer Aspiration von flüssigen oder festen Stoffen in die unteren Atemwege minimiert.

Indikationen zur endotrachealen Intubation sind

- respiratorische Störung, die eine „invasive“ Beatmung des Patienten erforderlich macht,
- Anästhesie mit kontrollierter Beatmung (Alternative: Larynxmaske),
- Sicherung der Atemwege in Notfallsituationen,
- Fehlen von Schutzreflexen, Aspirationsgefahr.

### Arten

► **Orotracheale Intubation.** Dieses Verfahren wird in Anästhesie, Intensivtherapie und Notfallmedizin häufig angewendet. Sie kann vom Geübten schnell und sicher durchgeführt werden. Nachteile des oro-trachealen Tubus sind die Missempfindungen und Einschränkungen, die damit für einen wachen Patienten verbunden sind (Fremdkörper- und Druckgefühl, Übelkeit, erschwertes Schlucken). Die Gefahr der versehentlichen Extubation ist relativ hoch und die Durchführung der Mundpflege ist erschwert.

Der oro-tracheale Tubus dient v.a. der kurz- bis mittelfristigen Atemwegssicherung. Bei Langzeitbeatmung oder langfristig fehlenden Schutzreflexen wird eine Tracheotomie erwogen.

► **Nasotracheale Intubation.** Diese Intubation wird seltener durchgeführt. Die Komplikationsrate ist insgesamt höher (nasale Traumen, Druckulzera, Sinusitiden). Die wichtigsten Indikationen sind die Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich und die Durchführung einer fiberoptischen Wachintubation, bei der der transnasale Zugang bevorzugt wird. Bei Früh- und Neugeborenen ist die nasotracheale Intubation das Standardverfahren der Atemwegssicherung.

### Bestandteile eines Endotrachealtubus

Endotrachealtuben bestehen aus einem stabilen Schlauch und einem Normkonnektor zum Anschluss an einen Beatmungsbeutel oder ein Beatmungsgerät. Am distalen Ende befindet sich der Cuff,

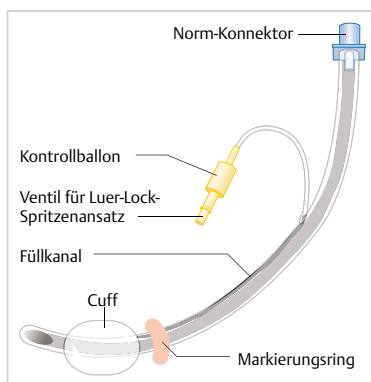


Abb. 8.33 Bestandteile eines Endotrachealtubus.

den Tubus zur Trachealwand hin abdichtet und in der Mitte der Trachea fixiert. Zum Cuff führt ein gesonderter, in die Tubuswand eingearbeiteter Zuleitungsschlauch. An seinem Ende befinden sich der Kontroll- oder Pilotballon und ein Ventil (► Abb. 8.33).

### Tubusmaterial, Tubusarten

Das Tubusmaterial soll glatt und gewebefreundlich sein, formstabil und thermoplastisch, d. h. es darf nicht abknicken, soll aber bei Erwärmung weicher werden. Das Innenlumen soll im Vergleich zum Außendurchmesser möglichst groß sein. Heute gebräuchliche Tuben sind fast ausschließlich PVC-haltige Einmaltuben, seltener finden Materialien wie Silikon, Latex oder Weichgummi Verwendung.

Für besondere Indikationen gibt es Spezialtuben (► Tab. 8.14).

### Tubusgröße

Um den Strömungswiderstand der Luft gering zu halten, soll der Tubus möglichst großlumig gewählt werden. Dabei soll die engste Stelle (bei Erwachsenen die Stimmritze, bei Kindern die Trachea in Höhe des ersten Ringknorpels) leicht passiert werden können. Bei Frauen sind Tuben der Größe 7,5–8,5 mm Innendurchmesser (ID) und bei Männern 8,0–9,0 mm ID zumeist passend.

► **Bei Kindern.** Als grobe Orientierung für die richtige Tubusgröße bei Kindern dient die Umrechnungsformel nach Cole:  $(\text{Alter} : 4) + 4 \rightarrow \text{Tubusgröße in mm ID}$ .

### Cuff

Der Blockerballon/Cuff soll eine möglichst sichere Abdichtung der Trachea mit möglichst niedrigem Druck gewährleisten. Bei zu hohem Cuffdruck wird die Durchblutung der Schleimhautkapillaren beein-

trächtigt, bei zu niedrigem Cuffdruck ist die Aspirationsgefahr erhöht.

Es werden fast ausschließlich Cuffs mit großem Volumen verwendet (High-Volumen-Low-Pressure Cuff), mit denen bei einem Druck von 20–25 cmH<sub>2</sub>O in der Regel eine gute Abdichtung erreicht wird. Ein Cuffdruck von 30 cmH<sub>2</sub>O sollte möglichst nur kurzfristig überschritten werden, damit Schleimhautläsionen oder gar Nekrosen vermieden werden.

► **Mikroaspiration.** Der Cuff legt sich nicht immer glatt an die Trachealwand an, auch innerhalb des Cuffs können sich kleine kapilläre Strukturen bilden. Deshalb kann es auch bei gut eingestelltem Cuffdruck zu Mikroaspirationen subglottischer Flüssigkeit und Infektionen der unteren Atemwege mit Keimen des Gastrointestinaltrakts kommen. Für Patienten, die länger als 72 h beatmet werden, wird eine subglottische Sekretabsaugung empfohlen (KRINKO 2013). Hierzu benötigt man Spezialtuben/-kanülen mit einem zusätzlichen Lumen, das kurz über dem Cuff endet. Möglicherweise sind auch neu entwickelte Cuffs aus hauchdünnem Material vorteilhaft.

► **Cuffdruck.** Um den Cuffdruck möglichst konstant zu halten, wird er regelmäßig (z. B. alle 6 h) mit einem Manometer kontrolliert (► Abb. 8.34). In Phasen erhöhter Aspirationsgefahr, etwa bei der Mundpflege, kann der Cuffdruck vorübergehend erhöht werden (z. B. auf 50 cmH<sub>2</sub>O).





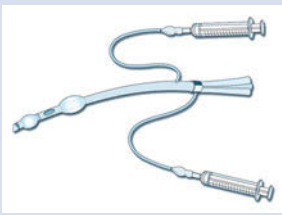
Eine Alternative zur regelmäßigen Cuffdruckkontrolle sind selbstblockierende Schaumstoff-Cuffs oder selbstregulierende Cuffdruckventile, die den Cuffdruck automatisch bei etwa 25 cmH<sub>2</sub>O konstant halten.

► **Besonderheiten bei Kindern.** Bei Kindern bis zu einem Alter von etwa 8 Jahren verwendet man häufig Tuben ohne Cuff. Hier ist die Gefahr des Laryngo- oder Bronchospasmus durch Irritation der Trachealwand besonders groß, als Spätkomplikationen können Trachealstenosen auftreten.



Abb. 8.34 Einstellen des Cuffdrucks.

Tab. 8.14 Verschiedene Tuben.

Tubus	Besonderheiten	Indikation
	<b>Magill-Tubus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Magill-Tuben unterscheiden sich untereinander hinsichtlich Materialbeschaffenheit und Cuff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard-Tubus zur orotrachealen und nasotrachealen Intubation</li> <li>zur Anästhesie, zur Kurzzeit- und zur Langzeitintubation</li> </ul>
	<b>RAE-Tubus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>vorgeformter Tubus</li> <li>oral: Ableitung und Fixierung zum Kinn</li> <li>nasal: Ableitung und Fixierung zur Stirn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich</li> </ul>
	<b>Spiral-Tubus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>dünnwandiger und weicher Tubus mit eingearbeiteter Metallspirale, die ein Abknicken verhindert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich</li> <li>einige Spiraltuben sind auch zur Langzeitbeatmung geeignet</li> </ul>
	<b>ONK-Tubus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>rechtwinklig vorgeformter Tubus</li> <li>wird nur noch selten eingesetzt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur orotrachealen Notfall-Intubation</li> </ul>
	<b>Doppelläufiger Tubus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 getrennte Lumen</li> <li>das distale Ende wird bis in einen Hauptbronchus (zumeist in den linken) vorgeschoben und mit einem kleinen, zusätzlichen Cuff abgedichtet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur getrennten Beatmung der beiden Lungenhälften</li> <li>zur einseitigen Lungenbeatmung, z. B. bei Thorakotomien</li> </ul>

## Hilfsmittel zur Intubation

► **Laryngoskop.** Dies ist das wichtigste Hilfsmittel zur endotrachealen Intubation. Es ermöglicht bei den meisten anästhesierten und relaxierten Patienten die direkte Sicht auf die Stimmritze und damit eine sichere Intubation. Ein Laryngoskop besteht aus einem Handgriff mit Batterie/Akku und einem Spatel zum Einführen in den Mund- und Rachenraum. Spatel gibt es in verschiedenen Größen und Formen (► Abb. 8.35). Als Alternative zur klassischen Laryngoskopie wird heute häufig ein Videolaryngoskop verwendet (Kill et al. 2012).

► **Führungsstab.** Mit einem Führungsstab kann ein Tubus geschient oder in eine besondere Form gebracht werden, um die Einführung zu erleichtern (z. B. bei schwieriger Intubation oder bei Anwendung von Spiraltuben). Führungsstäbe bestehen aus

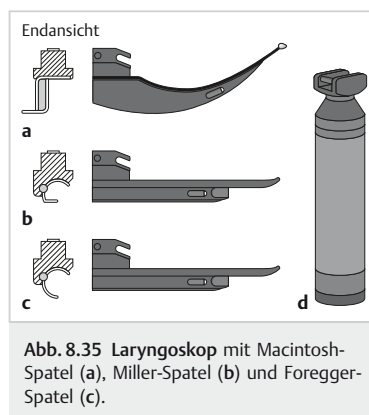


Abb. 8.35 Laryngoskop mit Macintosh-Spatel (a), Miller-Spatel (b) und Foregger-Spatel (c).

biegsamem Metall und einem Kunststoffmantel, sie werden unter Anwendung eines Gleitmittels bis zur Tubusspitze in den Tubus eingelegt und beim Vorschieben in die Trachea wieder entfernt.

► **Intubationszange (z. B. Magill-Zange).** Diese wird v. a. zur nasotrachealen Intubation benötigt, um die Tubusspitze beim Vorschieben in den Kehlkopf zu führen.

► **Tubus-Changer.** Dies ist ein Hilfsmittel zur Extubation und Reintubation, wenn Schwierigkeiten bei der Reintubation zu befürchten sind. Es handelt sich um einen langen, dünnen Tubus, der vorübergehend als Leitschiene in der Trachea verbleibt.

## Durchführung der Intubation

Bei der Intubation gibt es verschiedene Vorgehensweisen. Am häufigsten wird die orotracheale Intubation des nüchternen Patienten durchgeführt. Daneben gibt es zahlreiche Situationen, die ein abweichendes Vorgehen erfordern, z. B. die Intubation von Patienten mit erhöhter Aspirationsgefährdung und die fiberoptische Wachintubation bei erwarteter schwieriger

Intubation. Eine besondere Anforderung stellen unerwartete Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation dar. Im Folgenden werden vorgestellt:

- orotracheale Intubation
- nasotracheale Intubation
- Intubation bei erhöhter Aspirationsgefährdung
- fiberoptische Wachintubation

## Orotracheale Intubation

Die orotracheale Intubation ist das Standardverfahren der Atemwegssicherung in Anästhesie und Intensivtherapie. Fast alle Patienten, die invasiv beatmet werden müssen, werden primär orotracheal intubiert.

Bei der Intubation kann es zu vital gefährdenden Komplikationen kommen, z. B. Hypoxie, Aspiration und Kreislaufinstabilität. Diese Risiken werden durch folgende Maßnahmen verringert: Einschätzen des Risikos, Vorbereiten des Patienten (informieren und begleiten, Nüchternheit), Vorbereiten der Geräte, Medikamente und Materialien, Präoxygenierung, Absprachen im Team über die Vorgehensweise.

Die Intubation wird in Allgemeinanästhesie durchgeführt, um die Reflexe zu unterdrücken, die durch den Stimulus von Laryngoskopie und Intubation ausgelöst werden können (z. B. Laryngospasmus, Erbrechen, kardiovaskuläre Nebenwirkungen).

## Vorbereitung des Patienten

Vor jeder geplanten Intubation erfolgt die Risikoeinschätzung durch den Arzt anhand von Anamnese, Untersuchungsbefunden und klinischem Zustand. Im Aufklärungsgespräch werden nicht nur der Informationsbedarf, sondern auch mögliche Ängste des Patienten berücksichtigt, wie z. B. die Angst davor, nicht wieder zu erwachen oder anderen Menschen schutzlos ausgeliefert zu sein. Um dem Patienten die Zeit bis zur Intubation zu erleichtern, kann die Gabe von Sedativa notwendig sein.

Unmittelbar vor der Intubation ist es für den Patienten beruhigend, wenn Arzt und Pflegenden Sicherheit und Ruhe ausstrahlen. Folgende vorbereitende Maßnahmen werden durchgeführt:

- Schmuck und lockere Zahnprothesen entfernen.
- Nüchternheit feststellen (der Patient soll innerhalb der letzten 2 h keine klaren Flüssigkeiten und innerhalb der letzten 6 h keine feste Nahrung mehr zu sich nehmen (Spiess 2003)).
- In flacher Rückenlage mit leicht erhöhtem Kopf lagern („Schnüffelposition“ oder Jacksonposition).
- Venösen Zugang mit Zuspritzmöglichkeit legen und Infusion anschließen.
- Überwachungsgeräte (EKG, Blutdruckmessung, Pulsoxymeter) anschließen.

## Monitoring, Medikamente, Materialien

Vor der Intubation müssen alle Geräte vollständig vorhanden und auf Funktionstüchtigkeit überprüft sein.

### Merke

Die wichtigste Maßnahme, um Komplikationen zu vermeiden, ist die vollständige Vorbereitung der Intubation.

Die benötigten Medikamente und Materialien werden griffbereit zurechtgelegt.

- ▶ **Monitoring.** Dazu zählen:
  - EKG-Monitor, Pulsoxymeter
  - nicht invasive Blutdruckmessung
  - Stethoskop, Kapnometrie

- ▶ **Medikamente.** Dies sind:
  - Hypnotikum, evtl. ein Opiat
  - Relaxans
  - Notfallmedikamente

- ▶ **Materialien zum Beatmen.** Dies sind:
  - Gesichtsmaske (verschiedene Größen)
  - oropharyngeale Tuben (Guedel-Tuben)
  - nasopharyngeale Tuben (Wendl-Tuben)
  - Beatmungsbeutel
  - Sauerstoffanschluss
  - Beatmungs- oder Narkosegerät

- ▶ **Materialien zum Intubieren.** Dazu zählen:
  - Laryngoskop (verschiedene Spatel)
  - Tubus (Cuff geprüft, befeuchtet)
  - weitere Tuben (benachbarte Größen)
  - Führungsstab
  - Absauggerät, -katheter
  - Intubationszange (Magill-Zange)
  - Blockerspritze
  - Cuffdruckmessgerät

- ▶ **Material zum Fixieren des Tubus**
  - nach Standard der Abteilung

## Präoxygenierung

Nachdem die Vorbereitungen abgeschlossen sind, beginnt die Präoxygenierung. Dabei atmet der Patient für 3–5 min langsam und tief Sauerstoff ein. Der Sauerstoff wird dem Patienten mit einer Beatmungsmaske zugeführt, die mit geringem Druck, aber ohne Leckage auf das Gesicht gesetzt wird. Wird die Maske nicht dicht aufgesetzt, sondern lediglich vor das Gesicht des Patienten gehalten, ist der eingatmete Sauerstoffanteil deutlich niedriger und die Effektivität der Präoxygenierung geringer.

Durch die Präoxygenierung wird ein Großteil des Stickstoffs in der Lunge aus-

gewaschen und durch Sauerstoff ersetzt. Die FRC besteht am Ende einer optimalen Präoxygenierung überwiegend aus Sauerstoff. Dadurch entsteht ein intrapulmonaler Sauerstoffspeicher, mit dem die Apnoezeit bis zum Auftreten einer Hypoxämie bei lungengesunden Patienten auf 8–10 min verlängert wird. Bei Patienten mit geringer FRC ist diese Zeit erheblich kürzer, z. B. bei Kleinkindern, Schwangeren oder Patienten mit Atelektasen.

Eine effektive Präoxygenierung ist die entscheidende Maßnahme zur Vermin- derung des Hypoxämie-Risikos, v. a. bei unerwartet auftretenden Schwierigkeiten wird wertvolle Zeit gewonnen.

## Anästhesie und Maskenbeatmung

Die Anästhetika werden je nach Situation, Vorerkrankungen und klinischem Zustand des Patienten ausgewählt. Initial werden i. d. R. ein Hypnotikum und evtl. ein Opiat injiziert. Sobald der Patient nicht mehr spontan atmet, wird er mit einer Gesichtsmaske manuell beatmet. Dazu steht man am günstigsten hinter dem Patienten. Der Kopf wird leicht überstreckt gehalten und der Unterkiefer mit Mittel-, Ring- und kleinem Finger einer Hand nach vorwärts und aufwärts gezogen (Esmarch-Position). Die Maske wird, beginnend am Nasenrücken, auf das Gesicht gesenkt und mit Daumen und Zeigefinger fixiert (C-Griff). Die andere Hand drückt den Beatmungsbeutel (▶ Abb. 8.36).

Zur Erfolgskontrolle wird das Heben und Senken des Thorax beobachtet, wünschenswert ist die Messung des Atemminutenvolumens und des endexpiratorischen CO<sub>2</sub>. Um zu vermeiden, dass ein Teil der Beatmungsluft in den Magen gelangt (Überblähung des Magens, Gefahr des Erbrechens), sollte der Beatmungsdruck 20 cmH<sub>2</sub>O nicht überschreiten. Lässt sich die Beatmung auf diese Weise nicht durchführen, kann man einen oropharyngealen Tubus (Guedel-Tubus) oder einen nasopharyngealen Tubus (Wendl-Tubus) zum Freihalten der Atemwege zu Hilfe nehmen. Bei Undichtigkeit wird die Maske evtl. beidhändig gehalten und der Beatmungsbeutel von einem Helfer gedrückt.



Abb. 8.36 Handhaltung bei der Maskenbeatmung.



Erst wenn der Patient sicher mit der Maske beatmet werden kann, darf das Muskelrelaxans injiziert werden. Nach dessen Wirkungseintritt folgt die eigentliche Intubation.

### Laryngoskopie und Intubation

#### Merke

Bei Laryngoskopie und Intubation ist ein atraumatisches Vorgehen erforderlich, es besteht Verletzungsgefahr für Lippen, Zähne, Rachen, Kehlkopf, Ösophagus, Trachea und Augen.

Der Mund des Patienten wird geöffnet und das Laryngoskop vorsichtig mit der linken Hand rechts an der Zunge entlang vorgeschoben. Die Zunge wird nach links verdrängt und die Spatelspitze (bei gebogenem Spatel) zwischen Zungengrund und Epiglottis platziert. Durch Zug am Griff in Richtung Mundboden wird die

Epiglottis aufgerichtet und die dahinter liegende Stimmritze sichtbar. Hierbei darf keine Hebelbewegung ausgeführt werden (Zahnschäden möglich!). Bei geradem Spatel wird die Epiglottis auf die Spatelspitze „aufgeladen“ und direkt angehoben. Jetzt kann der Tubus vorsichtig und unter Sicht von rechts durch die Stimmritze bis in die Trachea vorgeschoben werden (► Abb. 8.37).

Der Tubus muss sich leicht und ohne Widerstand vorschieben lassen.

Der Cuff wird geblockt, das Laryngoskop entfernt und der Patient über den Tubus weiter beatmet.

► **Lagekontrolle.** Die Lagekontrolle des Tubus erfolgt durch Auskultation (seitengleiche Belüftung der Lunge) und kapno-

metrisch (Nachweis von CO<sub>2</sub> in der Ausatemungsluft), siehe Kapnometrie (S.176). Als sichere Nachweise einer endotrachealen Tubuslage gelten:

- Nachweis von CO<sub>2</sub> in der Expirationsluft
- laryngoskopisch erkennbare Tubuslage zwischen den Stimmbändern
- fiberoptische Lagekontrolle

Bei korrekter Lage kann der Tubus fixiert und der Cuffdruck reguliert werden.

#### Merke

Die gefährlichste Komplikation ist die nicht erkannte Tubusfehlage. Im Zweifelsfall muss der Tubus entfernt und der Patient über Maske weiter beatmet werden. Erst danach erfolgt ein neuer Intubationsversuch.

Zur endotrachealen Intubation sind genaue Absprachen über die Vorgehensweise notwendig. Eine mögliche Arbeitsteilung während der Intubation ist in ► Tab. 8.15 dargestellt.

### Tubusfixierung

Die Tubusfixierung muss sicher und komfortabel sein, d. h.

- eine Dislokation oder Extubation wird sicher verhindert,
- Lippen und Haut bleiben intakt und
- der Patient wird möglichst wenig durch die Fixierung eingeschränkt.

In der Praxis gibt es neben den speziell für die Tubusfixierung konzipierten Gewebebändern und Komplettsystemen nach wie vor selbst gefertigte Fixierungen mit festen Bändern oder Pflasterstreifen (Rothaug et al. 2013). Fixierungen, die um den Nacken herum geführt werden, dürfen nicht zu fest und nicht zu locker sein. Ein zusätzlicher „Beißschutz“, z. B. eine Mull-

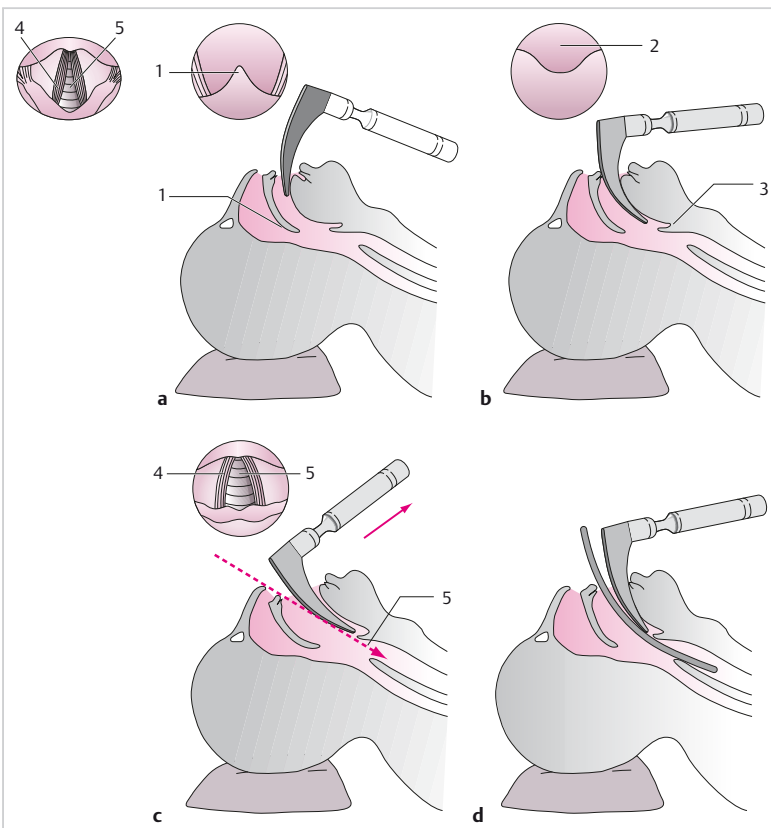


Abb. 8.37 Intubation unter laryngoskopischer Sicht. (Krier u. Georgi 2001)

- a Vorschieben des Spatels.
- b Platzieren der Spatelspitze zwischen Zungengrund und Epiglottis.
- c Zug am Laryngoskopgriff (durchgezogener Pfeil) und Sicht auf die Glottis (gestrichelter Pfeil).
- d Platzierter Tubus. 1) Uvula, 2) und 3) Epiglottis, 4) Stimmbänder, 5) Glottis.

Tab. 8.15 Mögliche Arbeitsteilung während der Intubation.

Arzt	Pflegender
<ul style="list-style-type: none"> <li>• injiziert die Medikamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bleibt beim Patienten</li> <li>• hält die Maske</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontrolliert die Vitalzeichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beatmet den Patienten mit der Maske</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt die Laryngoskopie durch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reicht den Tubus an</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beatmet den intubierten Patienten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• überprüft die korrekte Tubuslage</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontrolliert die Vitalzeichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fixiert den Tubus</li> </ul>

binde im Mund des Patienten, ist normalerweise nicht erforderlich.

## Nasotracheale Intubation

Die Vorbereitungen und einleitenden Maßnahmen entsprechen denen der orotrachealen Intubation. Zusätzlich werden beim nasalen Intubationsweg folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Gefäßverengende Nasentropfen in beide Nasenlöcher geben.
- Größeres Nasenloch zur Intubation wählen.
- Evtl. Nasengang mit Wendl-Tuben in aufsteigender Größe dilatieren.
- Tubusgröße 0,5–1 mmID kleiner wählen als bei orotrachealer Intubation.
- In tiefer Anästhesie den Tubus vorsichtig bis in den Mesopharynx vorschieben (Achtung: Verletzungsgefahr der Nase!).
- Laryngoskopie durchführen und weiter unter Sicht vorschieben, i. d. R. mithilfe einer Magill-Zange (nicht den Cuff mit der Zange fassen!).

Nasotracheale Tuben werden in vielen Abteilungen mit Pflasterstreifen gesichert, die auf den Nasenrücken und evtl. zusätzlich auf die Wangen geklebt werden. Der Tubus soll möglichst nah am Nasenloch fixiert werden und dennoch wenig Druck auf dessen Rand ausüben.

## Intubation bei erhöhter Aspirationsgefährdung

Die Aspiration von Mageninhalt ist eine gefürchtete Komplikation während einer Intubation, wenn die Schutzreflexe durch die verabreichten Anästhetika bereits erloschen sind, aber noch kein Aspirationschutz durch einen geblockten Tubus besteht. Gerade in diesem Moment ist die Gefahr von Erbrechen oder Regurgitation von Mageninhalt erhöht. Erbrechen kann durch den pharyngealen Reiz des Intubationsvorgangs provoziert werden, Regurgitation wird dadurch begünstigt, dass Anästhetika und Muskelrelaxanzien ein Erschlaffen des unteren Ösophagus-sphinkters bewirken.

Als besonders aspirationsgefährdet gelten

- Patienten nach Aufnahme fester Nahrung innerhalb der letzten 6 h,
- Patienten mit Ileus, Magen-Darm-Atonie, Peritonitis, gastrointestinalen Blutungen, Refluxkrankheit, Ösophagusdivertikeln, Tumoren und Engstellen des Magen-Darm-Trakts,
- Patienten mit erhöhtem intraabdominalem Druck (z. B. Schwangere oder Übergewichtige),
- alkoholisierte Patienten,
- Notfallpatienten.

## Rapid Sequence Induction (RSI)

Bei diesen Patienten wird die endotracheale Intubation modifiziert durchgeführt als **Rapid Sequence Induction (RSI)**, auch Blitzintubation oder Crush-Intubation genannt. Das Vorgehen zielt darauf ab, die Risiken für eine Aspiration zu verringern und die Phase der erhöhten Aspirationsgefahr möglichst kurz zu halten. Zur Vorbereitung und Durchführung der RSI siehe Kap. „Rapid Sequence Induction“ (S.707).

Wenn bei einem Patienten mit erhöhter Aspirationsgefahr Intubationsschwierigkeiten erwartet werden, wird er primär fiberoptisch wach intubiert.

## Fiberoptische Wachintubation

Die fiberoptische Wachintubation wird bei erwarteten Intubationsschwierigkeiten und/oder erhöhter Aspirationsgefahr angewendet. Sie hat folgende Vorteile:

- Schutzreflexe bleiben bis zum Einführen des Tubus weitgehend erhalten, das Risiko einer Aspiration ist dadurch deutlich geringer.
- Erfolgsaussichten unter fiberoptischer Führung sind auch bei schwierigen anatomischen Bedingungen sehr hoch.
- Auch bei Misslingen der Intubation ist der Patient durch die erhaltene Spontanatmung nicht vital gefährdet.

► **Vorbereitung.** Eine entscheidende Voraussetzung für den Erfolg der fiberoptischen Wachintubation ist, dass der wache oder gering sedierte Patient die Prozedur toleriert und mit dem Behandlungsteam kooperiert. Er wird Schritt für Schritt informiert und geführt und die Betreuer strahlen Ruhe und Sicherheit aus.

Vorab werden Bronchoskop samt Zubehör bereitgestellt und Tubus und Lokalanästhesie vorbereitet. Der Patient wird bequem und mit leicht erhöhtem Oberkörper gelagert. Über einen vorgehaltenen Sauerstoffschlauch wird die Inspirationsluft mit Sauerstoff angereichert. Die sonstige Vorbereitung erfolgt wie bei jeder Intubation (Überwachungsgeräte, venöser Zugang, usw.).

► **Lokalanästhesie.** Die Einführung des Bronchoskops und des Tubus erfolgen unter Lokalanästhesie von Nase, Pharynx, Larynx und Trachea. Hierfür eignet sich eine Oberflächenanästhesie durch Versprühen eines Lokalanästhetikums. Nase und Rachen können direkt besprüht werden; die tieferen Bereiche werden erreicht, indem der Patient das versprühte Anästhetikum tief einatmet oder indem das Anästhetikum intratracheal injiziert und durch Husten verteilt wird. Eine Alternative ist das Versprühen des Lokalanästhetikums über den Arbeitskanal des

Bronchoskops, über den gleichzeitig Sauerstoff appliziert wird.

Zunge und Kehlkopfbereich können alternativ durch periphere Nervenblockaden anästhesiert werden (N. laryngeus superior, N. glossopharyngeus).

► **Durchführung.** Für die fiberoptische Wachintubation wird überwiegend der nasale Zugangsweg gewählt. Der technische Ablauf ist folgender:

- Größeres Nasenloch auswählen und mit gefäßverengenden Nasentropfen behandeln.
- Lokalanästhesie durchführen.
- Evtl. Nasengang mit Wendl-Tuben in aufsteigender Größe dilatieren.
- Tubus auf das Bronchoskop auffädeln.
- Bronchoskop über Nase, Rachenraum und Kehlkopf in die Trachea einführen (je nach Vorgehensweise erfolgt hierbei evtl. die Lokalanästhesie von Kehlkopf und Trachea).
- Tubus über das Bronchoskop in den Rachenraum und bis in die Trachea vorschieben.
- Tubuslage bronchoskopisch kontrollieren, Bronchoskop entfernen, Tubus blocken und fixieren.

## Unerwartete Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation

Im Verlauf einer Intubation können Schwierigkeiten auftreten bei

- der Ventilation (mit der Gesichtsmaske, mit Alternativen),
- der Laryngoskopie und Intubation.

Die Vorgehensweisen bei der schwierigen Atemwegssicherung variieren je nach Ausstattung der Abteilung und Erfahrung des Teams. Allen Strategien sind folgende Prinzipien gemeinsam:

- Eine effektive Präoxygenierung verringert das Risiko unerwarteter Schwierigkeiten.
- Bei allen Schritten muss geprüft werden, ob der Rückweg (Patient wach werden lassen) möglich und sinnvoll ist.
- Ein Patient, der nicht ventiliert werden kann, darf nicht relaxiert werden.
- Alternativen müssen geprüft werden (z. B. Larynxmaske statt Intubation).

## Schwierigkeiten bei der Ventilation

Hierfür gibt es verschiedene Ursachen:

- Die Maske sitzt nicht dicht (z. B. durch falsche Maskengröße, bei Bartträgern, bei ungewöhnlicher Gesichtsform, z. B. bei zahnlosen oder adipösen Patienten, bei Fehlbildungen oder nach Gesichtstrauma).
- Der Atemweg ist nicht frei.