

Kapitel 7

Formen der Allgemeinanästhesie sowie (Analgo-)Sedierung

7.1	Balancierte Anästhesie	202
7.2	Total intravenöse Anästhesie (TIVA) (und intravenöse Anästhesie [IVA])	247
7.3	Reine Inhalationsanästhesie	255
7.4	Neuroleptanästhesie	257
7.5	(Analgo-)Sedierung	257
7.6	Literatur	263

7 Formen der Allgemeinanästhesie sowie (Analgo-)Sedierung

Eine Allgemeinanästhesie (Vollnarkose) kann als

- **balancierte Anästhesie** (Sauerstoff, volatiles Inhalationsanästhetikum plus Opioid, ggf. auch Relaxans und ggf. auch Lachgas; Kap. 7.1),
- **total intravenöse Anästhesie** (Sauerstoff, intravenöses Hypnotikum, Opioid, ggf. auch Relaxans, aber kein (!) Lachgas; Kap. 7.2),
- **intravenöse Anästhesie** (Sauerstoff, intravenöses Hypnotikum, Opioid, ggf. auch Relaxans und stets Lachgas; Kap. 7.2) oder als
- **reine Inhalationsanästhesie** (Sauerstoff, volatiles Inhalationsanästhetikum, ggf. auch Lachgas und Relaxans, aber kein (!) Opioid; Kap. 7.3)

durchgeführt werden. Die verschiedenen Formen der Allgemeinanästhesie können jeweils mit verschiedenen Methoden zum Offenhalten der Atemwege kombiniert werden (► Tab. 7.1).

7.1 Balancierte Anästhesie

Die balancierte Anästhesie ist vermutlich immer noch die am häufigsten durchgeführte Narkoseform. Bei einer balancierten Anästhesie werden zur Aufrechterhaltung der Narkose Sauerstoff, volatiles Inhalationsanästhetikum plus ein Opioid, ggf. auch ein Relaxans (und selten noch Lachgas) verabreicht. Bei einer balancierten Anästhesie können folgende Möglichkeiten eingesetzt werden, um die Atemwege offen zu halten bzw. um eine manuelle oder maschinelle Beatmung des Patienten durchzuführen (► Tab. 7.1):

- Eine (Gesichts-)Maske wird fest auf das Gesicht des Patienten aufgesetzt (Maskennarkose; Kap. 7.1.1).
- Der Patient wird endotracheal intubiert (Intubationsnarkose, ITN; Kap. 7.1.2).
- Eine Larynxmaske (bzw. ein Larynxstübchen) wird in die oberen Luftwege eingeführt (Narkose unter Verwendung einer Larynxmaske [Kap. 7.1.3] bzw. eines Larynxstübchens [Kap. 7.1.4]).

Tab. 7.1 Indikationen und Kontraindikationen für die verschiedenen Formen einer Allgemeinanästhesie und die Methoden zum Offenhalten der Atemwege.

Form/Methode	Indikationen	Kontraindikationen
Formen der Allgemeinanästhesie		
reine Inhalationsanästhesie	wird insgesamt nur noch selten durchgeführt, dann v. a. bei Kindern	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhter intrakranieller Druck • Neigung zu maligner Hyperthermie • schwerer Leberschaden • kreislaufinstabile Patienten
balancierte Anästhesie	Standardnarkose bei mittellangen und v. a. langen Eingriffen bei Erwachsenen	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhter intrakranieller Druck • Neigung zu maligner Hyperthermie • schwerer Leberschaden
total intravenöse Anästhesie (TIVA)	kurze, mittellange und (selten) lange Eingriffe; wird inzwischen sehr häufig durchgeführt	keine
intravenöse Anästhesie (IVA)	kurze, mittellange und (selten) lange Eingriffe; wird insgesamt nur noch selten durchgeführt (da Lachgas inzwischen unpopulär ist)	keine
Methoden zum Offenhalten der Atemwege		
Gesichtsmaske	nur bei sehr kurzen, unkomplizierten Eingriffen	<ul style="list-style-type: none"> • nicht nüchterner Patient • große Operationen, z. B. Operationen im Thorax- und Bauchraum • Bauch-, Seitenlage
Larynxmaske	<ul style="list-style-type: none"> • kurze und mittellange Eingriffe • (Sänger, vorbestehende Stimmbandschäden) 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht nüchterner Patient • große Operationen, z. B. Operationen im Thorax- und Bauchraum* • Bauch-, Seitenlage, krankhaftes Übergewicht II/III, hohe Beatmungsdrücke (Kap. 7.1.3)*
Endotrachealtubus	<ul style="list-style-type: none"> • nicht nüchterner Patient • kurze, lange, sehr lange Eingriffe • Operationen im Thorax-, Bauchraum) Gesichts-, Atemwegsbereich, Kraniotomien 	<ul style="list-style-type: none"> • keine absoluten Kontraindikationen • relative Kontraindikation: Sänger, banaler Atemwegsinfekt (dann möglichst Larynxmaske)
Larynxstübchen	<ul style="list-style-type: none"> • kurze und mittellange Eingriffe • (in der Anästhesie wird die Larynxmaske zumeist einem Larynxstübchen vorgezogen) 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht nüchterner Patient • große Operationen, z. B. Operationen im Thorax- und Bauchraum* • Bauch-, Seitenlage (Kap. 7.1.4)*

Jede Anästhesieform kann im Prinzip mit allen Methoden zum Offenhalten der Atemwege kombiniert werden.

*Zum Teil werden in diesen Fällen dennoch Narkosen unter Verwendung einer Larynxmaske (S. 233) durchgeführt.

Nachfolgend sollen die Maskennarkose, die Intubationsnarkose sowie eine Narkose unter Verwendung einer Larynxmaske (bzw. eines Larynxtubus) am Beispiel einer balancierten Anästhesie ausführlich besprochen werden. Als weiteres Thema sollen in diesem Kapitel Niedrigflussnarkosen besprochen werden, da diese vor allem im Rahmen einer balancierten Anästhesie durchgeführt werden.

7.1.1 Maskennarkose

Allgemeine Bemerkungen

Bei einer Maskennarkose wird der Patient während der gesamten Dauer der Narkose mittels eines Beatmungsbeutels und einer dicht um Mund und Nase geschlossenen Gesichtsmaske von Hand beatmet. Auf das Einführen eines Endotrachealtubus, einer Larynxmaske bzw. eines Larynxtubus wird verzichtet. Ist der Patient nicht nüchtern oder besteht eine andere absolute Indikation zur Intubation (Kap. 7.1.2), verbietet sich eine Maskennarkose.

Merke

M!

Bei jedem nicht nüchternen Patienten (Kap. 28) ist eine Maskennarkose grundsätzlich kontraindiziert!

Maskennarkosen sollten nur bei voraussichtlich unkomplizierten Eingriffen mit einer Dauer von weniger als ca. 30 Minuten vorgenommen werden. Eine Maskennarkose kann im Prinzip als

- balancierte Narkose (Kap. 7.1),
- total intravenöse Narkose (Kap. 7.2),
- intravenöse Narkose (Kap. 7.2) oder als
- reine Inhalationsanästhesie (Kap. 7.3)

durchgeführt werden.

Maskennarkosen werden – im Unterschied zu einer Intubationsnarkose oder einer Narkose unter Verwendung einer Larynxmaske (bzw. eines Larynxtubus) – normalerweise nicht im Narkoseeinleitungsraum (der sich in aller Regel unmittelbar vor dem Operationssaal befindet) begonnen, sondern erst direkt im Operationssaal.

Nachfolgend soll die Durchführung einer Maskennarkose am Beispiel einer balancierten Narkose erklärt werden.

Indikationen

Folgende Operationen werden häufig in Maskennarkose durchgeführt:

- Curettagen (*nicht* jedoch bei einem Abort oder einem Schwangerschaftsabbruch, wenn die Schwangerschaftsdauer das erste Trimenon überschritten hat [d. h., die 14. SSW; z. T. wird als Grenze auch die 20. SSW angegeben] oder bei einer Curettage unmittelbar nach einer Entbindung; diese Patientinnen sind prinzipiell als nicht nüchtern zu betrachten, sie müssen endotracheal intubiert werden; Kap. 7.1.2, Abschnitt „Indikationen“)
- Abszessspaltungen (soweit sich der Abszess nicht im Mund-Rachen-Bereich oder auf dem Rücken/Gesäß befindet)
- kurze kinderchirurgische Eingriffe (z. B. Herniotomien)

Narkosevorbereitungen

Vor einer Maskennarkose sind folgende Narkosevorbereitungen durchzuführen:

- Überprüfung des Narkosegerätes (Kap. 6.1)
- Überprüfung des Narkosewagens auf Vollständigkeit, Vorbereitung des Narkosewagens (Kap. 6.2.1)
- Aufziehen der Medikamente (Kap. 6.2.3)
- Vorbereitung des Patienten für die Narkose (Kap. 6.3)

Merke

M!

Auch bei einer Maskennarkose müssen die für eine evtl. notwendig werdende endotracheale Intubation benötigten Medikamente und Instrumente griffbereit liegen.

Narkoseeinleitung

Eine Maskennarkose wird mit den folgenden Schritten eingeleitet (► Abb. 7.1):

- Präoxygenierung
- Injektion eines Opioids
- Injektion eines Einleitungshypnotikums
- kontrollierte manuelle Beatmung über die Gesichtsmaske
- Einstellen von Rotameter und Vapor
- Kreislaufüberwachung

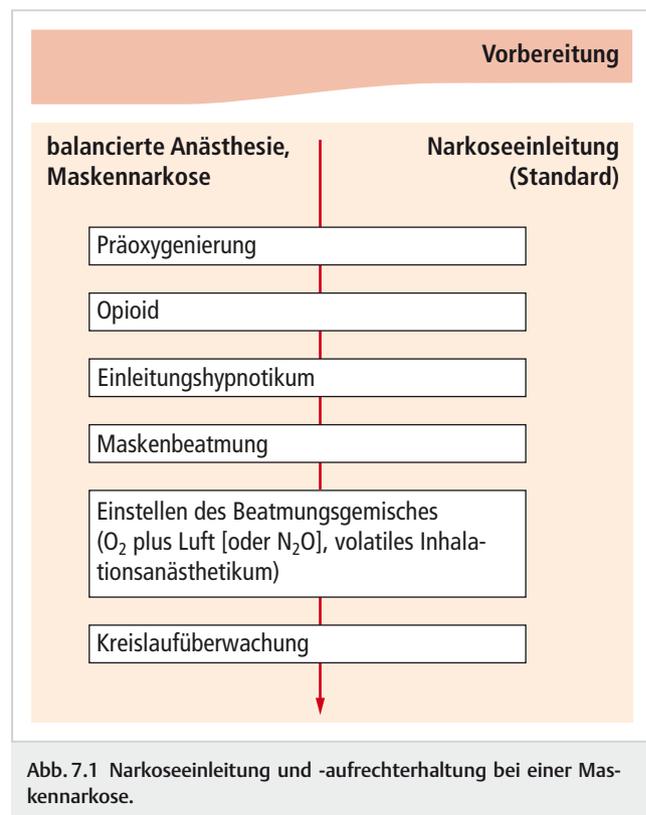


Abb. 7.1 Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung bei einer Maskennarkose.

Präoxygenierung

Merke

M!

Eine Präoxygenierung soll bei jedem spontan atmenden Patienten unmittelbar vor Beginn der Narkoseeinleitung durchgeführt werden [362].

Über eine auf das Gesicht des Patienten aufgesetzte Gesichtsmaske wird Sauerstoff (mit relativ hohem Fluss, meist ca. 5–10 l O₂/min) verabreicht. Hierbei ist das Überdruckventil (► Abb. 4.40b, ► Abb. 4.41a) zu öffnen, der Kipphebel bzw. das Drehrad ist auf „SPONT“ zu stellen. Dieses Einatmen von reinem Sauerstoff (mit normalem Atemzugvolumen) für ca. 3–4 Minuten vor Beginn der Narkoseeinleitung wird als Präoxygenierung bezeichnet und dient dazu, den Stickstoff (ca. 78 % der Umgebungsluft) aus der Lunge (der funktionellen Residualkapazität, FRC) auszuwaschen und die FRC und den Körper maximal mit Sauerstoff aufzusättigen (Denitrogenisierung). Eine Präoxygenierung ist besonders effektiv, wenn die Gesichtsmaske fest sitzt, sie ausreichend lange durchgeführt wird und ein ausreichend hoher Frischgaszufluss eingestellt ist. (Wird der Frischgasfluss – bei fest [!] aufgesetzter Gesichtsmaske – allerdings über 5 l/min erhöht [z. B. auf 7,5 oder 10 l/min], dann kann einer Studie zufolge kein Zugewinn mehr erwartet werden [352]. Wird mit einem üblichen Narkosekreissystem bei dicht sitzender Gesichtsmaske und einem Frischgasfluss von ca. 5 l/min für 3 Minuten präoxygeniert, lässt sich der Stickstoff zu 90–95 % aus der FRC auswaschen [352]. Die beste Möglichkeit, um zu überprüfen, ob eine ausreichende Denitrogenisierung stattgefunden hat, besteht darin, bei fest aufgesetzter Maske kontinuierlich die endexpiratorische O₂-Konzentration zu messen.

Merke

M!

In der aktuellen S 1-Leitlinie Atemwegsmanagement wird eine Präoxygenierung über 3–4 Minuten empfohlen oder es werden acht maximal tiefe Atemzüge innerhalb von 60 Sekunden oder es wird eine Präoxygenierung so lange empfohlen, bis die expiratorisch gemessene Sauerstoffkonzentration > 90 % beträgt [362]. In einer Notfallsituation können auch vier maximal tiefe Inspirationen innerhalb von 30 Sekunden durchgeführt werden [358].

Da in der klinischen Praxis die Gesichtsmaske bei der Präoxygenierung jedoch oft nicht ganz fest auf das Gesicht aufgesetzt wird, bzw. aufgesetzt werden kann (weil der Patient es nicht toleriert), empfiehlt es sich in diesen Fällen, mit einem Flow von deutlich mehr als 5 l/min, z. B. mit 10–15 l/min, zu präoxygenieren.

Unter einer Präoxygenierung mit 100 % O₂ können Resorptionsateletasen auftreten.

Merke

M!

In Abwägung von Nutzen und Risiko soll eine Präoxygenierung über eine dicht sitzende Gesichtsmaske dennoch mit 100 % Sauerstoff erfolgen [362].

Vor Beginn der Präoxygenierung sollte das Kreissystem sorgfältig durchgespült werden, um evtl. vorhandene Reste des im Rahmen der vorausgegangenen Narkose verabreichten volatilen Anästhetikums auszuwaschen. Sonst beklagen sich die Patienten oft (berechtigterweise) über den unangenehmen Geruch des verabreichten „reinen Sauerstoffs“. Das Kreissystem muss für eine schnelle Denitrogenisierung mit 100 % O₂ gefüllt sein.

Merke

M!

Eine Präoxygenierung soll – insbesondere bei adipösen Patienten ([333]; [310]) – wenn möglich mit erhöhtem Oberkörper durchgeführt werden [362]. Bei hypoxiegefährdeten Patienten kann die Apnoetoleranz durch nichtinvasive Ventilation (z. B. Druckunterstützung 8 cmH₂O, PEEP 5 cmH₂O) während der Präoxygenierung verbessert werden [362].

Durch entsprechende Aufklärung kann dem erwachsenen Patienten der Sinn der Präoxygenierung vermittelt werden, sodass er zumeist diese fest aufgesetzte „Gesichtsmaske“ tolerieren wird.

Detailwissen

Präoxygenierung

Treten nach Injektion des Einleitungshypnotikums bei Beginn der manuellen Beatmung über eine Gesichtsmaske Probleme (S. 206) auf, dann ist – nach einer guten Präoxygenierung – nicht so schnell mit einem Abfall des Sauerstoffpartialdrucks zu rechnen wie ohne suffiziente Präoxygenierung und die Maskenbeatmung kann nun ohne Hektik durch Korrektur der Maskenhaltung (z. B. bei undichtem Maskensitz) oder durch Nachinjektion von Hypnotikum (bei zu flacher Narkose) optimiert werden. Durch eine gute Präoxygenierung soll vor allem auch die Sicherheit des Patienten während einer endotrachealen Intubation (Kap. 7.1.2) oder während des Einführens einer Larynxmaske (Kap. 7.1.3) (bzw. eines Larynx tubes; Kap. 7.1.4) erhöht werden: Da während dieser Maßnahmen ein Atemstillstand (eine Apnoe) besteht, droht aufgrund des Sauerstoffverbrauchs von ca. 250 ml Sauerstoff pro Minute

beim Erwachsenen ein schneller Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks und damit eine Hypoxie.

Bei Atmung von Raumluft liegen in der funktionellen Residualkapazität der Lunge (ca. 2500 ml beim Erwachsenen) nach Berücksichtigung (Abzug) des dort vorliegenden p_ACO₂ und des Wasserdampfdrucks (vgl. Kap. 20.3.1, Abschnitt „pO₂“) nur ca. 13 % Sauerstoff vor, d. h., ca. 325 ml Sauerstoff. Dieser Sauerstoff-Vorrat würde nur für ca. 1,3 Minuten ausreichen (bei einem üblichen O₂-Verbrauch von ca. 250 ml/min). Bei suffizienter Präoxygenierung ist die ca. 2500 ml große funktionelle Residualkapazität nahezu vollständig mit Sauerstoff gefüllt. Der erwachsene Patient hat damit eine Sauerstoffreserve für fast 10 Minuten. Diese Zeitspanne von fast 10 Minuten kann durch eine sog. **apnoische Oxygenierung** sogar mehrfach verlängert werden. Bei der apnoischen Oxygenierung wird einem Patienten mit Atem-

stillstand (nach suffizientem Auswaschen von Stickstoff [bzw. Lachgas] aus der FRC) reiner Sauerstoff insuffliert. Der Patient verbraucht pro Minute ca. 250 ml Sauerstoff und nimmt diese Sauerstoffmenge aus der Lunge auf (Kap. 4.5.1, Abschnitt „Geschlossene ...“). Pro Minute werden ca. 200 ml Kohlendioxid produziert. Davon werden aber bei einem Atemstillstand lediglich ca. 20 ml (ca. 10%) über die Lungen abgegeben, während der Großteil bei einem Atemstillstand im Blut gespeichert wird (Kap. 20.3.1, Abschnitt „CO₂-Gehalt ...“). Dadurch wird der insufflierte Sauerstoff in die Lungen „gesaugt“. Es kommt zu einem alveolärwärts gerichteten Gasstrom. Wird dem Patienten 100% O₂ insuffliert, kann sogar eine fast einstündige apnoische Oxygenie-

rung überlebt werden (Übersicht bei [382]). Bei einer Apnoe steigt der p_aCO₂ während der ersten Minute um 10–13 mmHg an, danach nimmt er um ca. 3–4 mmHg pro Minute zu (Übersicht bei [382]).

Bei kleineren Kindern stellt eine suffiziente Präoxygenierung öfter ein praktisches Problem dar. Oft bekommen die Kinder Angst, wenn ihnen die Gesichtsmaske aufgesetzt wird, und sie wehren sich dagegen. Da somit einerseits eine suffiziente Präoxygenierung oft nicht gelingt, andererseits z. B. Säuglinge (S. 1117) einen deutlich erhöhten Sauerstoffverbrauch und eine höhere alveoläre Ventilation aufweisen, droht bei ihnen im Rahmen einer Apnoe wesentlich schneller eine Hypoxie als bei Erwachsenen.

Injektion eines Opioids

Als Opioid-Bolus bieten sich bei Erwachsenen für eine balancierte Anästhesie – die als Maskennarkose durchgeführt wird – z. B. 1,5–3 µg/kgKG (= 0,1–0,2 mg) Fentanyl, 0,2–0,3 µg/kgKG (= 15–20 µg) Sufentanil oder 15–30 µg/kgKG (= 1–2 mg) Alfentanil an. Der Opioid-Bolus sollte schon zu Beginn der Präoxygenierung verabreicht werden, damit er bereits wirken kann, wenn nach 3–4 Minuten Präoxygenierung das (schnell wirk-same) Einleitungshypnotikum verabreicht wird.

Merke

M!

Durch die zusätzliche Gabe eines Opioids kann der MAC-Wert des verwendeten Inhalationsanästhetikums deutlich vermindert werden (Kap. 5.1.2), d. h., das Inhalationsanästhetikum kann sowohl in der Anflutungsphase als auch während der Narkoseunterhaltung niedriger dosiert werden als bei einer reinen Inhalationsanästhesie (Kap. 7.3), womit auch dessen Nebenwirkungen geringer sind.

Injektion eines Einleitungshypnotikums

Um einen gesunden erwachsenen Patienten in eine balancierte Anästhesie zu versetzen, wird als Einleitungshypnotikum häufig z. B. Propofol (ca. 1,5–2–2,5 mg/kgKG i. v.; Kap. 5.2.3), seltener noch Thiopental (ca. 5 mg/kgKG i. v.; Kap. 5.2.3) oder sehr selten noch Methohexital (1–1,5 mg/kgKG i. v.; Kap. 5.2.3) verabreicht. Bei Patienten in reduziertem Allgemeinzustand müssen die angegebenen Dosen reduziert (S. 1193) werden. Bei Patienten, die regelmäßig Alkohol zu sich nehmen, müssen diese Dosen meist erhöht (S. 1106) werden. Wichtig ist stets die **langsame Injektion** und die **Dosierung nach Wirkung** (Kap. 5.2.2, Abschnitt „Wirkungsintensität“). Nach Injektion des Hypnotikums werden die Patienten zumeist innerhalb von ca. 30 Sekunden bewusstlos. Dies ist bereits bei genauem Beobachten des Patienten erkennbar, aber auch durch leichtes Bestreichen der Wimpern oder Hochziehen des Oberlids lässt sich dies feststellen. Normalerweise verursacht ein Bestreichen der Wimpern oder ein leichtes Hochziehen des Oberlides ein reflektorisches Zusammenkneifen der Lider. Erst bei ausreichend tiefer Bewusstlosigkeit erlischt dieser Reflex. Bei Verwendung von Propofol sind diese Zeichen allerdings weniger zuverlässig [369]: Die Propofol-Dosis, die zur Akzeptanz der Maskenbeatmung

notwendig ist, kann deutlich höher sein als die, die zur Ausschaltung des Lidreflexes notwendig ist.

Kontrollierte manuelle Beatmung über eine Gesichtsmaske

Ist der Patient nach Injektion des Einleitungshypnotikums tief bewusstlos, kann der Sauerstofffluss, der für die Präoxygenierung oft auf ca. 8–10 l/min eingestellt wird, auf ca. 3–6 l/min reduziert (S. 206) werden und die Gesichtsmaske wird nun mit der linken Hand fest auf das Gesicht gesetzt und um Mund und Nase dicht verschlossen. Mit der rechten Hand kann jetzt der Beatmungsbeutel bedient werden (► Abb. 7.2).

Die Gesichtsmaske ist über ein Winkelstück mit dem Ein- und Ausatemschlauch des Narkosegerätes verbunden (► Abb. 4.26).

Für die kontrollierte manuelle Beatmung muss jetzt noch das Überdruckventil eingeschaltet werden (indem der Kippschalter bzw. das Drehrad von „SPONT“ auf „MAN“ gestellt wird; ► Abb. 4.40a, ► Abb. 4.41b) und am Feinregulierventil wird eine Druckgrenze von ca. 15(–20) mbar eingestellt (Kap. 4.5.2, Abschnitt „Überdruckventil“). Bei der korrekten Maskenhaltung kommt der Daumen oberhalb und der Zeigefinger unterhalb



Abb. 7.2 Korrektes Halten der Gesichtsmaske.

des Winkelstücks zu liegen (sog. C-Griff). Mittel-, Ring- und Kleinfinger umgreifen den Unterkiefer im Bereich des Unterkieferwinkels. Besonders wichtig ist hierbei eine gleichzeitige Überstreckung des Kopfes mit der linken Hand, um zu verhindern, dass durch die bei Bewusstlosigkeit zurückfallende Zunge der Rachenraum verlegt und die Maskenbeatmung behindert wird. Mit der rechten Hand wird nun der Beatmungsbeutel intermittierend komprimiert. Bei der Maskenbeatmung ist streng darauf zu achten, dass mit einem **möglichst geringen Beatmungsdruck** beatmet wird. Ist der am Manometer angezeigte Beatmungsdruck höher als ca. 20 mbar, muss befürchtet werden, dass der Verschlussdruck des unteren Ösophagusphinkters evtl. überwunden wird und ein Teil des insufflierten Volumens in den Magen gelangt.

Bei der Maskenbeatmung sind evtl. folgende **Probleme** möglich (vgl. auch Kap. 27.3.1, Abschnitt „Schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung“):

- fehlender Druckaufbau
- undichte Maske
- zu hoher Beatmungsdruck
- Verlegung der Luftwege
- nicht bewusstloser Patient
- Thoraxrigidität

► **Fehlender Druckaufbau.** Baut sich bei gut sitzender Gesichtsmaske während der Beatmung fast kein Druck am Manometer auf, dann ist möglicherweise die Druckbegrenzung am Überdruckventil zu niedrig eingestellt.

► **Undichte Maske.** Bleibt der Beatmungsbeutel trotz ausreichend hoher Einstellung des Überdruckventils und ausreichendem Frischgasfluss zu schlaff, liegt der Grund meistens in einer nicht ausreichend abdichtenden Maske. Gelingt es nicht, die Maske gut abzudichten, sollte der Frischgasfluss erhöht werden. (Es soll nicht [!] das Flush-Ventil betätigt werden (S.84).) Zum Beispiel gelingt es durch Verwendung einer anderen Maskengröße oft, einen dichten Maskenabschluss zu ermöglichen.

► **Zu hoher Beatmungsdruck.** Ist der Beatmungsdruck zu hoch und der Beatmungsbeutel stark gebläht, ist die Druckbegrenzung am Überdruckventil zu hoch eingestellt. Eventuell liegt auch eine Verlegung der Luftwege vor (s.u.).

► **Verlegung der Luftwege.** Lässt sich der Patient trotz dicht sitzender Gesichtsmaske und korrekt eingestelltem Überdruckventil nicht/kaum beatmen (keine/kaum Thoraxbewegungen, keine zufriedenstellende Kapnometrie-Kurve, keine ausreichende Volumeteranzeige), ist zumeist der Kopf des Patienten nicht ausreichend überstreckt und die nach hinten fallende Zunge verlegt die oberen Luftwege. Durch eine korrekte Überstreckung des Kopfes kann dies meist beseitigt werden. Manchmal ist allerdings trotz korrekten Überstreckens des Kopfes eine Verlegung der oberen Luftwege durch die zurückfallende Zunge nicht zu vermeiden. In diesem Fall empfiehlt es sich, dem Patienten einen entsprechend großen Guedel-Tubus einzulegen (Kap. 4.1.5). Voraussetzung für das Einlegen eines Guedel-Tubus ist jedoch eine ausreichend tiefe Narkose mit Ausschaltung der Rachen- und Larynxreflexe. Bei zu flacher Narkose muss bei Reizung der Rachenschleimhaut mit Husten und Würgen, im schlimmsten Fall mit Erbrechen oder einem Laryngospasmus (Kap. 34.2) gerechnet werden.

► **Nicht bewusstloser Patient.** Eine andere (sehr häufige) Ursache für zu hohe Beatmungsdrücke und für Beatmungsschwierigkeiten liegt darin, dass der Patient noch nicht ausreichend tief bewusstlos ist und sich gegen die Maskenbeatmung „wehrt“ [342]. Es ist dann meist eine zu niedrige Dosis des Einleitungshypnotikums verabreicht worden und es empfiehlt sich eine Nachinjektion. Vor dem Einlegen eines Guedel-Tubus in dieser Situation ist zu warnen!

► **Thoraxrigidität.** Selten kann bei Beatmungsproblemen auch eine sog. Thoraxrigidität nach Vorgabe eines Opioids vorliegen (Kap. 5.2.4, Abschnitt „Wirkungen ...“).

Einstellen von Rotameterblock und Vapor

Nach Einleitung der Narkose und mit Beginn der kontrollierten manuellen Beatmung (S.205) werden am Rotameter meist 0,5 l O₂/min und 2,5 l Luft/min (oder evtl. 1 l O₂/min und 2 l N₂O/min), d. h., 3 l/min Frischgas (oder bei einer Maskenundichtigkeit jeweils z. B. der doppelte Flow = 6 l/min), eingestellt (High-Flow-Anästhesie). Diese Einstellungen entsprechen dem üblichen Zielbereich einer O₂-Konzentration im Inspirationsgemisch von ca. 30–35%.

Merke

M!

Nach intravenöser Narkoseeinleitung wird bei Durchführung einer balancierten Anästhesie in Maskennarkose nun am Vapor die gewünschte Dampfkonzentration des ausgewählten Inhalationsanästhetikums eingeschaltet. Zur anfänglichen **Anflutung** sind im „high flow“ kurzfristig relativ hohe Vaporeinstellungen notwendig, bei Verwendung von Isofluran ca. 2–3 Vol.-%, bei Sevofluran ca. 3–4 Vol.-% und bei Desfluran ca. 8–10 Vol.-%. Bei sensiblen Atemwegen (z. B. Atemwegsinfekt, Asthma bronchiale) ist Desfluran nicht zu empfehlen. Möglichst bald sollte bei Isofluran auf ca. 1,5 Vol.-%, bei Sevofluran auf ca. 2,5 Vol.-% und bei Desfluran auf ca. 6 Vol.-% reduziert werden.

Nach einigen Minuten kann – bei Beatmung mit einem Sauerstoff-Luft-Gemisch und Vorgabe von Fentanyl, Sufentanil der Alfentanil – die Konzentration des volatilen Inhalationsanästhetikums am Vapor schrittweise weiter erniedrigt werden und eine **Erhaltungskonzentration** von ca. 0,7–0,8 MAC endexpiratorisch (Isofluran: 0,8–0,9 Vol.-%, Sevofluran: 1,3–1,5 Vol.-%, Desfluran 4,6–5,3 Vol.-%) angestrebt werden. Wird als Opioid Remifentanyl per Spritzenpumpe verabreicht, dann reicht meist eine MAC von 0,5 aus. Wird (nur noch selten) eine Beatmung mit Sauerstoff in 70 % Lachgas durchgeführt, dann sollten bei einer balancierten Anästhesie (falls als Opioid Fentanyl, Sufentanil oder Alfentanil verabreicht wird) nur ca. 0,4–0,5 MAC endexpiratorisch (Isofluran 0,5–0,6 Vol.-%, Sevofluran 0,7–0,9 Vol.-%, Desfluran 2,6–3,3 Vol.-%) angestrebt werden. Wird als Opioid hierbei Remifentanyl per Spritzenpumpe verabreicht, dann reicht meist ein MAC von ca. 0,3 aus. (Durch ca. 70 % Lachgas kann eine ungefähr 30 %ige Reduktion des MAC-Werts erreicht werden; Kap. 5.1.3).

Kreislaufüberwachung

Da die Narkoseeinleitung eine relativ kritische Phase der Narkose darstellt, müssen nach der Einleitung unbedingt Blutdruck und Herzfrequenz kontrolliert werden. Es droht nun bei einer

Maskennarkose vor allem ein Blutdruckabfall, falls die Narkose zu tief sein sollte.

► **Vorgehen bei kritischem Blutdruckabfall nach Narkoseeinleitung**

- Erniedrigung der Konzentration des Inhalationsanästhetikums
- Steigerung der Infusionsgeschwindigkeit, evtl. Austausch einer kristalloiden Infusionslösung gegen ein künstliches kolloidales Plasmaersatzmittel (z. B. Gelatine; Kap. 9.3.1) mit größerem Volumeneffekt
- Injektion eines blutdrucksteigernden Medikaments (z. B. Akri-
nor; Kap. 23.3.1, Abschnitt „Theodrenalin ...“)

Narkoseaufrechterhaltung

Assistierte Spontanatmung über das Kreissystem

Da bei einer balancierten Anästhesie in Maskennarkose kein Muskelrelaxans verabreicht wird, setzt nach einigen Minuten meist die Spontanatmung langsam wieder ein. Durch leichte manuelle Hyperventilation kann dies verhindert, durch leichte Hypoventilation dagegen meist provoziert werden. Die Maskenbeatmung muss bei zurückkehrender Spontanatmung dem Rhythmus des Patienten angepasst werden. Dadurch kann mit nur minimalem Beatmungsdruck beatmet und die Eigenatmung des Patienten unterstützt werden (**assistierte Beatmung**). Durch genaues Beobachten der Thoraxbewegungen des Patienten sowie durch Beobachten der Kapnometrie Kurve (Kap. 8.2.3) können die In- und Expirationsbemühungen des Patienten gut erkannt werden. Mit einiger Erfahrung kann die Eigenatmung des Patienten auch sehr gut am rhythmisch praller und schlaffer werdenden Beatmungsbeutel gefühlt und gesehen werden. Füllt sich der Beatmungsbeutel, atmet der Patient aus. Beginnt der Beatmungsbeutel zu erschlaffen, fängt der Patient mit der Einatmung an. Wenn sich der Thorax des Patienten zu heben beginnt und der Beatmungsbeutel schlaffer wird, d. h., der Patient mit der spontanen Einatmung beginnt, dann sollte der Beatmungsbeutel gedrückt werden, d. h., die Einatmung unterstützt werden. Beim Erwachsenen sollte ein Atemminutenvolumen von ca. 6–8 l/min angestrebt werden.

Reine Spontanatmung über das Kreissystem

Soll der Patient bei ausreichender Eigenatmung über das Kreissystem spontan atmen und dabei nicht manuell unterstützt werden, muss das Überdruckventil ausgeschaltet werden (auf „SPONT“ gestellt werden). Im Kreissystem baut sich hierbei ein leichter Überdruck von ca. 5 mbar auf (PEEP; Kap. 7.1.2, Abschnitt „Kontrollierte maschinelle ...“), gegen den der Patient ausatmen muss. Der Beatmungsbeutel ist aufgrund dieses Überdrucks leicht gebläht und stellt damit ein Reservevolumen dar. Auch bei einem übermäßig tiefen spontanen Atemzug erhält der Patient damit genügend Inspirationsgas (Kap. 4.5.2, Abschnitt „Überdruckventil“).

Bei der Spontanatmung über das Kreissystem muss der Patient vermehrt Atemarbeit aufbringen. Entscheidende **Widerstände** bei der Spontanatmung über die Gesichtsmaske sind Lumeneinengungen wie z. B. Y- bzw. Winkelstück (Kap. 4.5.1, Abschnitt „Konventionelles ...“) oder eine Kapnometerküvette im Hauptstrom (Kap. 8.2.3, Abschnitt „Mess- und ...“). Die Beatmungsschläuche dagegen stellen keinen wesentlichen Atem-

wegswiderstand dar. Eine reine Spontanatmung über das Kreissystem sollte möglichst nur kurzfristig durchgeführt werden. Bei einer längerfristigen reinen Spontanatmung des narkotisierten Patienten droht eine Atelektasenbildung in der Lunge. Normalerweise sollte daher eine assistierte Spontanatmung (s. o.) vorgezogen werden.

Bei dem langsamer anflutenden volatilen Inhalationsanästhetikum Isofluran (Kap. 5.1.3) kann mit der Operation normalerweise erst 5 Minuten nach Narkoseeinleitung begonnen werden. Bei den schnell anflutenden volatilen Inhalationsanästhetika (Sevofluran, Desfluran) ist dies früher möglich.

Zur **Beurteilung der Narkosetiefe** eignen sich Blutdruck, Herzfrequenz, spontane Atembewegungen sowie der Muskeltonus des Patienten. Bei einer zu flachen Narkoseführung ist mit einem Blutdruck- und Herzfrequenzanstieg zu rechnen. Ursache ist eine stressbedingte vermehrte Catecholamin-Ausschüttung. Außerdem kann es schmerzbedingt plötzlich zu einer vertieften Spontanatmung des Patienten kommen. Bei sehr starken Schmerzreizen in ungenügender Narkosetiefe kann es auch zum Atemanhalten oder zum Auslösen eines Laryngospasmus (Kap. 34.2), evtl. auch zu Husten oder Würgen und Erbrechen kommen. Bei Hinweisen auf eine zu flache Narkose kann – zusätzlich zu einer Konzentrationserhöhung des volatilen Anästhetikums – die Nachinjektion eines Bolus an Hypnotikum oder Opioid notwendig werden, um schnell wieder eine ausreichend (sichere) Narkosetiefe zu erreichen. Als Repetitionsdosis bieten sich z. B. 0,7–1,5 µg/kgKG (= 0,05–0,1 mg) Fentanyl oder 0,07–0,15 µg/kgKG (= 5–10 µg) Sufentanil bzw. 7–15 µg/kgKG (= 0,5–1,0 mg) Alfentanil an. Da Maskennarkosen normalerweise relativ kurz sind, wird hierbei im Allgemeinen keine Repetitionsdosis verabreicht.

Wichtig ist stets die **genaue Beobachtung der Operation**. Bei voraussichtlich schmerzhaften Manipulationen sollte bereits vorher (!) die Konzentration des Inhalationsanästhetikums erhöht werden. Bei nachlassendem Operationsschmerz kann die Konzentration des volatilen Anästhetikums entsprechend niedriger eingestellt werden.

Narkoseausleitung

Wichtig ist bei kurzen Eingriffen die **genaue Absprache mit dem Operateur**. Da das voraussichtliche Operationsende vom Anästhesisten oft nicht genau abgeschätzt werden kann, ist es von Vorteil, wenn der Operateur das Operationsende z. B. 5 Minuten vorher ankündigt. Bereits zu diesem Zeitpunkt kann die Konzentration des zugeführten Inhalationsanästhetikums reduziert werden. Je länger die Operationsdauer, desto früher kann das Inhalationsanästhetikum vor Operationsende reduziert bzw. ausgeschaltet werden (Kap. 5.1.2, Abschnitt „Aufnahme, ...“). Falls der Patient bisher noch kontrolliert manuell beatmet wird, muss spätestens jetzt durch eine leichte Hypoventilation eine Spontanatmung des Patienten angestrebt werden. Anfangs muss die nun bald einsetzende Spontanatmung des Patienten noch manuell assistiert werden. (Eine evtl. Lachgas-Zufuhr sollte erst am Ende der Operation beendet werden. Anschließend wird für mindestens 3 Minuten ca. 6 l Sauerstoff zugeführt, um eine Diffusionshypoxie [Kap. 5.1.3, Abschnitt „Pharmakokinetik“] zu verhindern.) Zumeist setzt schnell eine ausreichende Spontanatmung ein, die immer weniger und bald nicht mehr unterstützt werden muss, da die Patienten nach kurzen Maskennarkosen normalerweise sehr schnell wieder wach und an-

sprechbar sind. Wird bei der Narkoseführung auf Lachgas verzichtet und braucht bei der Narkoseausleitung daher keine Diffusionshypoxie befürchtet werden, dann kann es bei Gabe von reinem Sauerstoff schon innerhalb von 5 Minuten bei den meisten Patienten (ca. 90%) zu sog. Resorptionsatelektasen (S.947) kommen. Durch eine Verminderung der inspiratorischen O₂-Konzentration von 100 auf 80% kann die Größe der Atelektasen um fast 85% vermindert werden [351]. Von manchen Anästhesisten wird daher in der Ausleitungsphase die F_iO₂ lediglich auf 0,8 eingestellt. Durch dieses Vorgehen kann allerdings die Sauerstoffreserve der funktionellen Residualkapazität reduziert und die Apnoezeit bis zum Abfall der S_aO₂ auf <90% (beim lungengesunden Patienten) um fast 2 Minuten reduziert werden.

Bei der Ausleitung einer Inhalationsanästhesie durchläuft der Patient ein Exzitationsstadium (Kap. 5.1.3, Abschnitt „Detailwissen: Ether ...“). Während dieser Phase sind Irritationen (z. B. Absaugen des Rachens) zu vermeiden (s. a. Kap. 7.1.2, Abschnitt „Extubationsprobleme“).

7.1.2 Intubationsnarkose

Allgemeine Bemerkungen

Eine Intubationsnarkose (ITN) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Patient intubiert und über einen Endotrachealtubus beatmet wird. Die anschließende kontrollierte Beatmung kann sowohl von Hand (Kap. 7.1.1, Abschnitt „Kontrollierte manuelle ...“) als auch mithilfe eines Beatmungsgerätes (Kap. 4.5.2, Abschnitt „Beatmungsgerät“) durchgeführt werden. Der Patient kann über den Endotrachealtubus auch spontan atmen oder seine Spontanatmung kann manuell assistiert werden. Eine Allgemeinanästhesie muss als Intubationsnarkose durchgeführt werden, wenn eine absolute Kontraindikation für eine Maskennarkose oder eine Narkose unter Verwendung einer Larynxmaske (Kap. 7.1.3) bzw. eines Larynxxtubus besteht. Die Durchführung einer Allgemeinanästhesie als Intubationsnarkose bietet sich an, wenn die Vorteile einer Intubation (S.208) genutzt werden sollen. Eine Intubationsnarkose kann entweder als balancierte Anästhesie (Kap. 7.1), als total intravenöse Anästhesie (TIVA; Kap. 7.2), als intravenöse Anästhesie (IVA; Kap. 7.2) oder als reine Inhalationsanästhesie (Kap. 7.3) durchgeführt werden. Die Intubationsnarkose soll nachfolgend am Beispiel einer balancierten Anästhesie ausführlich beschrieben werden.

Endotracheale Intubation

Allgemeine Bemerkungen

Unter endotrachealer Intubation wird das Einführen eines Schlauches oder Rohrs (lat. tubus=Röhre) durch die Stimmritze in die Trachea verstanden. Bei der endotrachealen Intubation wird normalerweise versucht, die Stimmritze direkt sichtbar zu machen und den Tubus unter direkter visueller Kontrolle durch die Stimmritze in die Trachea vorzuschieben (=direkte Laryngoskopie). In den letzten Jahren wird zunehmend häufiger – v. a. bei einer unerwartet schwierigen Intubation – eine Intubation unter indirekter Laryngoskopie (z. B. mithilfe eines Videolaryngoskops) durchgeführt. Im Prinzip kann eine endotracheale Intubation auch mithilfe eines flexiblen Fiber- (oder Video-)Bronchoskops durchgeführt werden, v. a. bei einer erwartet schwierigen Intubation/Maskenbeatmung (vgl. Kap. 27.2). Über den endotracheal

platzierten Tubus kann der Patient entweder selbstständig atmen oder assistiert bzw. kontrolliert beatmet werden.

Wird der Tubus durch den Mund in die Trachea eingeführt, dann wird von **orotrachealer Intubation**, beim Einführen des Tubus durch die Nase in die Trachea von **nasotrachealer Intubation** gesprochen.

Vorteile

Die Beatmung während einer Narkose kann sowohl über eine dicht um Mund und Nase geschlossene Gesichtsmaske (Kap. 7.1.1), eine Kehlkopfmaske (Kap. 7.1.3), einen Larynxxtubus (Kap. 7.1.4) oder über einen endotrachealen Tubus erfolgen. Vorteile einer endotrachealen Intubation gegenüber den anderen Verfahren sind:

- Schutz vor einem Eindringen von Speichel, Blut, Magen-Darm-Inhalt und sonstigen Fremdkörpern in die Trachea (Aspiration; s. a. Kap. 29.1)
- maschinelle Beatmung problemlos möglich
- gezieltes, endotracheobronchiales Absaugen leicht möglich
- geringere Personal- und Umweltbelastung durch Narkosegase (bei einer Maskenbeatmung z. B. können durch die meist nicht völlig abdichtende Maske Narkosegase in den Operationsraum entweichen; bei einer Intubationsnarkose können alle Narkosegase sicher abgesaugt werden)

Indikationen

- **absolute** Indikationen
 - nicht nüchterner Patient (z. B. Patienten mit Ileus, Schwangere ab ungefähr dem Beginn des zweiten Drittels der Schwangerschaft [= 14. SSW; oft wird als Grenze auch die 20. SSW angegeben], Notfallpatienten; s. a. Kap. 29.1.2)
 - Operationen im Gesichts-, Mund- und Halsbereich
 - Oberbauch- und Thoraxeingriffe, Kraniotomien
 - ungünstige Operationslagerungen wie Bauchlage, Seitenlage oder sitzende Lagerung, bei denen Maskenbeatmung, Larynxmaske bzw. Larynxxtubus zu vermeiden sind
 - Notwendigkeit zum wiederholten endotrachealen Absaugen
- **relative** Indikationen
 - sehr lang dauernde Eingriffe (hier ist die Verwendung einer Gesichtsmaske, Larynxmaske bzw. eines Larynxxtubus nicht sinnvoll)

Anatomie

Merke

M!

Bei der endotrachealen Intubation muss die Stimmritze möglichst sichtbar gemacht werden; der Tubus sollte unter Sicht durch die Stimmritze in die Trachea eingeführt werden.

Der Kehlkopf ist aus einem Knorpelskelett aufgebaut. Die wichtigsten Knorpel sind der **Schildknorpel** (Cartilago thyroidea), dessen prominentester ventraler Punkt normalerweise als „Adamsapfel“ getastet werden kann und der unmittelbar darunter sitzende, ventral enge und dorsal breite **Ringknorpel** (Cartilago cricoidea, sog. Krikoidknorpel), der die Form eines Siegelrings aufweist.

Detailwissen

Anatomie des Kehlkopfs

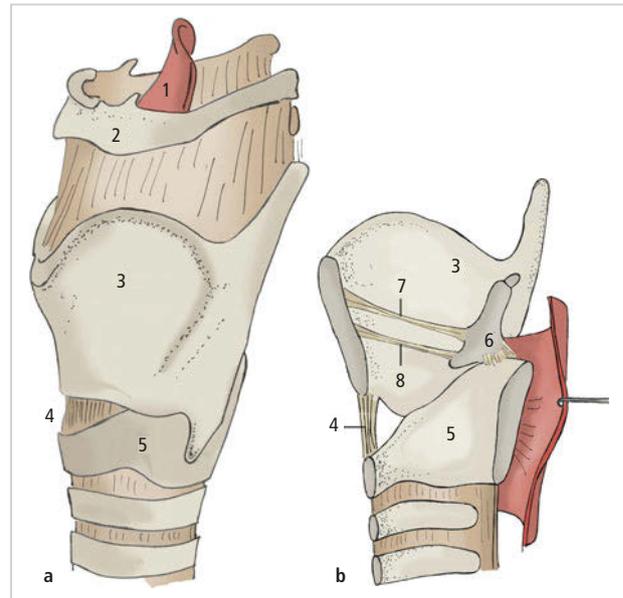
Die ventrale Lücke zwischen dem Schildknorpel und dem darunter liegenden Ringknorpel wird von dem **Ligamentum cricothyroideum** überspannt (► Abb. 7.3a). Dorsal sitzen auf dem Ringknorpel die beiden Stellknorpel (Cartilagine arytenoideae, sog. **Aryknorpel**) beweglich auf, die die Form einer dreiseitigen Pyramide haben. Vom Processus vocalis, einem nach ventral zeigenden Fortsatz des jeweiligen Aryknorpels, zieht das entsprechende **Stimmband (Lig. vocale)** nach ventral zur Innenseite des Schildknorpels (► Abb. 7.3b; ► Abb. 7.4a). Von den beiden Stellknorpeln zieht je eine nach kranial vorstehende Schleimhautfalte – die Plica aryepiglottica – nach ventral-lateral zur Epiglottis. Seitlich dieser beiden nach kranial vorragenden Plicae aryepiglotticae befindet sich jeweils der Recessus piriformis, durch die der Speiseweg in den Ösophagus hineinführt. Der Kehlkopfeingang, die Stimmritze (**Glottis**), wird durch die beiden Stimmbänder begrenzt (► Abb. 7.4; ► Abb. 7.6a). Während des Schluckaktes wird die Glottis von der darüber sitzenden **Epiglottis** (Kehldeckel) bedeckt, wodurch das Eindringen von Speisen in die Luftwege verhindert wird. Auch die etwas kranial der Stimmbänder gelegenen „falschen Stimmbänder“ können sich weitgehend verengen und einer Aspiration vorbeugen.

Die Stellknorpel können durch eine Reihe von Muskeln rotiert werden sowie nach lateral oder medial gleiten, wodurch die Stimmbänder verschlossen, geöffnet oder gespannt werden können (► Abb. 7.5). Der M. cricoarytenoideus posterior (sog. Postikus) rotiert den Stellknorpel nach lateral, sodass die Stimmritze geöffnet wird (► Abb. 7.5c).

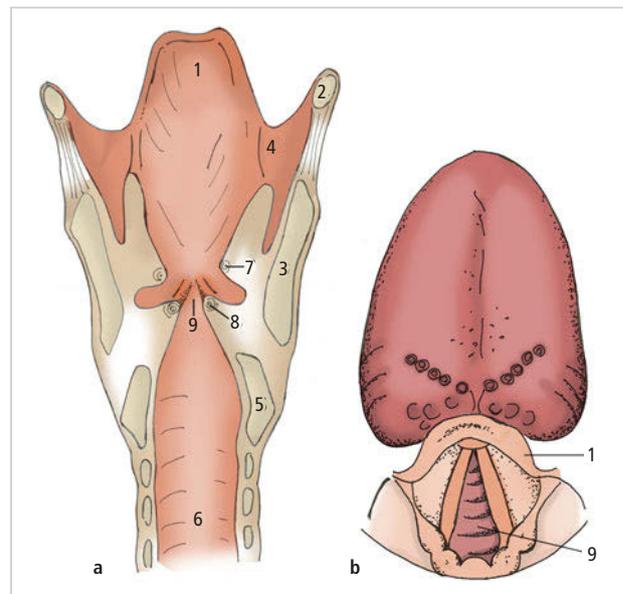
Fast alle anderen Kehlkopfmuskeln führen dazu, dass die Stimmritze verengt oder die Stimmbänder gespannt werden. Fast alle Kehlkopfmuskeln, auch der Postikus werden durch den N. recurrens (= N. laryngeus inferior) innerviert (einzige Ausnahme: der M. cricothyroideus wird über den N. laryngeus superior innerviert). Eine totale Lähmung des N. recurrens führt zu einer **Intermediärstellung** (unbewegliche „Kadaverstellung“ etwa in der Mitte zwischen Phonations- und Respiationsstellung; mittlere Abduktionsstellung) des entsprechenden Stimmbandes.

Häufiger als die Intermediärstellung („Kadaverstellung“) ist allerdings die sog. **Paramedianstellung**, bei der das Stimmband nur wenig von der Mittellinie abweicht. Eine Paramedianstellung ist meist durch eine teilweise Lähmung des N. recurrens (Überwiegen des Muskeltonus der vielen, die Stimmritze verengenden Muskeln gegenüber dem Muskeltonus des relativ schwachen Postikus) bedingt. Bei einer totalen Lähmung mit Ausfall aller Muskeln tritt dagegen die Intermediärstellung ein.

Bei einseitiger Stimmbandlähmung in Paramedianstellung ist die Stimme oft kaum verändert. Eventuell bleibt die Lähmung unbemerkt. Bei einer einseitigen Lähmung in Intermediärstellung ist die Stimme angestrengt, hauchend, da durch den mangelnden Glottisverschluss viel Luft zur Stimmbildung verbraucht wird. Ein kraftvolles Husten ist nicht möglich. Eine beidseitige Rekurrenslähmung in Paramedianstellung führt zu Atemnot, Erstickengefahr und Dysphonie. Es besteht ein inspiratorischer Stridor. Die Stimme ist meist noch einigermaßen erhalten, aufgrund der Atemnot sind jedoch nur kurze Wortfolgen möglich. Es ist meist eine operative Lateralfixation der Stimmbänder notwendig. Bei beidseitiger Rekurrenslähmung in Intermediärstellung tritt v. a. eine Dysphonie oder ein Phonationsausfall auf.

**Abb. 7.3 Kehlkopfskelett.****a** Außenansicht.**b** Sagittalschnitt, Blick von medial.

1 = Epiglottis, 2 = Zungenbein, 3 = Schildknorpel (Cartilago thyroidea), 4 = Ligamentum cricothyroideum, 5 = Ringknorpel (Cartilago cricoidea), 6 = Stellknorpel (Aryknorpel, Cartilago arytenoidea), 7 = Taschenband (Lig. vestibulare), 8 = Stimmband (Lig. vocale)

**Abb. 7.4 Kehlkopf.****a** Frontalschnitt durch den Kehlkopf, Blick auf die vordere Hälfte.**b** Sicht auf den Kehlkopfeingang.

1 = Epiglottis, 2 = Zungenbein, 3 = Schildknorpel (Cartilago thyroidea), 4 = Plica aryepiglottica, 5 = Ringknorpel (Cartilago cricoidea), 6 = Trachea, 7 = Taschenband (Lig. vestibulare, „falsches Stimmband“), 8 = Stimmband (Lig. vocale), 9 = Stimmritze

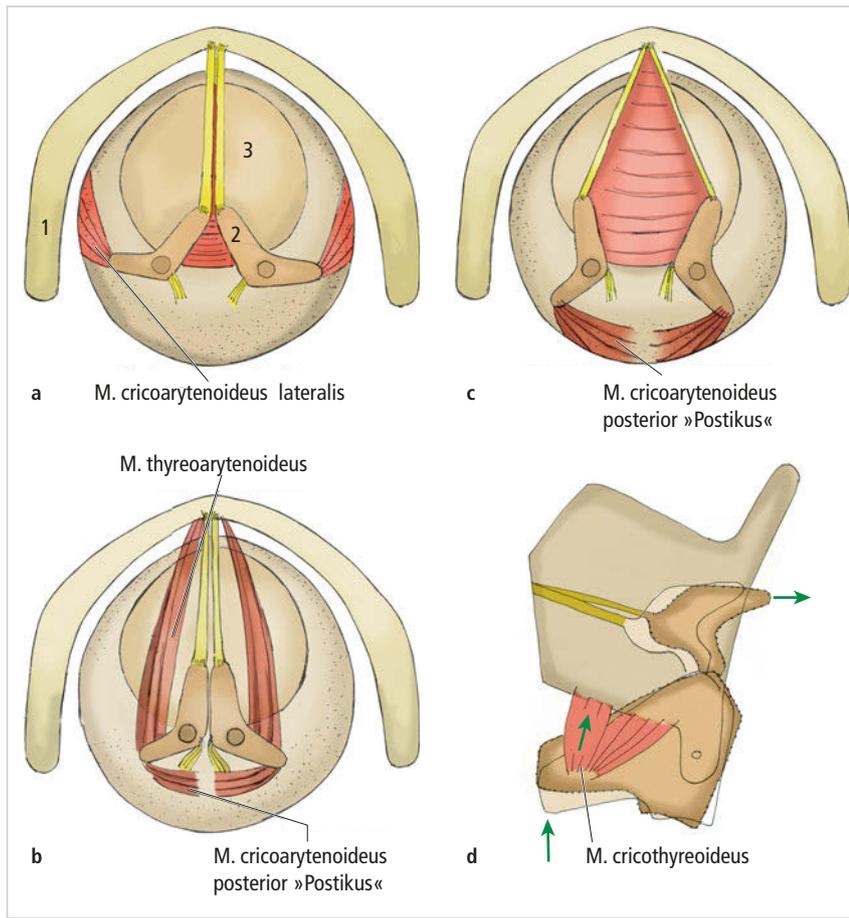


Abb. 7.5 Stimmbandstellungen.

- a Bänderschluss, Wirkung der Mm. cricoarytenoidei laterales, Stellung bei Flüstersprache. 1 = Schildknorpel, 2 = Aryknorpel, 3 = Stimm-bänder
- b Totaler Glottisverschluss, Wirkung des M. thyroarytenoideus und des M. cricoarytenoideus posterior (Phonationsstellung).
- c Weiteste Öffnung, Wirkung des M. cricoarytenoideus posterior bei forciertem Einatmen.
- d Spannung der Stimm-bänder durch Wirkung der Mm. cricothyroidei, Kippung des Ringknorpels nach oben bei festgestellten Aryknorpeln.

Die engste Stelle des Kehlkopfes ist beim Erwachsenen die Glottis. Die Größe eines Endotrachealtubus muss sich daher an der Größe der Glottis orientieren. Beim Kind dagegen ist die engste Stelle des Kehlkopfes unterhalb der Stimmritze im Bereich des Ringknorpels. Ein Endotrachealtubus, der sich durch die Glottis vorschieben lässt, kann daher beim Kind knapp unterhalb der Glottis noch auf Widerstand (S. 1117) stoßen. Er darf dann nicht mit Kraft vorgeschoben werden, sondern muss gegen einen kleineren Tubus ausgetauscht werden!

Merke

M!

Beim Erwachsenen ist die Trachea ca. 12–15 cm lang. Die hufeisenförmigen Trachealspangen sind dorsal offen. Diese dorsale Öffnung wird von der Pars membranacea überspannt. Unmittelbar dorsal der Trachea verläuft der Ösophagus.

Vorbereitungen

Zur endotrachealen Intubation sind folgende Vorbereitungen durchzuführen:

- Überprüfung des Narkosegerätes (Kap. 6.1)
- Überprüfung des Narkosewagens auf Vollständigkeit (Kap. 6.2.1)
- **Vorbereitung des Narkosewagens** (Kap. 6.2.2), d. h., Bereitlegen des für die Intubation notwendigen Zubehörs
 - Laryngoskop (Lichtquelle auf Funktionsfähigkeit prüfen!)
 - Tubus (Cuff kann durch Blocken auf Dichtigkeit geprüft werden; der Cuff sollte hierbei mindestens eine Minute ge-

blockt bleiben, damit auch ein kleines Leck mit langsamem Druckabfall im Cuff erkannt werden kann. Inzwischen sind allerdings bei Einwegtuben Materialfehler so extrem selten, dass auf einen Dichtigkeitstest auch verzichtet werden kann); zusätzlich müssen noch der nächstkleinere und der nächstgrößere Tubus griffbereit gelegt werden

- 5-ml- bzw. 20-ml-Spritze zum Blocken des Cuffs nach der Intubation (5-ml-Spritze für „low-volume cuffs“, 20-ml-Spritze für „high-volume cuffs“)
- Guedel-Tubus (Kap. 4.1.5) bei geplanter orotrachealer Intubation
- Führungsstab (Kap. 4.1.2) bei geplanter orotrachealer Intubation
- Magill-Zange (Kap. 4.1.4) bei geplanter nasotrachealer Intubation
- Pflaster zum Fixieren des Tubus
- unsterile Einmalhandschuhe (Für die endotracheale Intubation müssen Einweghandschuhe angezogen werden, um einen Hautkontakt mit Speichel oder evtl. mit Blut – im Fall einer schwierigen, traumatischen Intubation – zu vermeiden. Wichtig ist es, nach erfolgreicher Intubation die schmutzigen Handschuhe sofort (!) auszuziehen und nicht mit evtl. verunreinigten Handschuhen das Narkosegerät zu bedienen. Muss ein erfolgloser Intubationsversuch unterbrochen und nochmals mit der Maske zwischenbeatmet werden, müssen auch hierzu die bereits benutzten Handschuhe ausgezogen werden.)
- Aufziehen der Medikamente (Kap. 6.2.3)

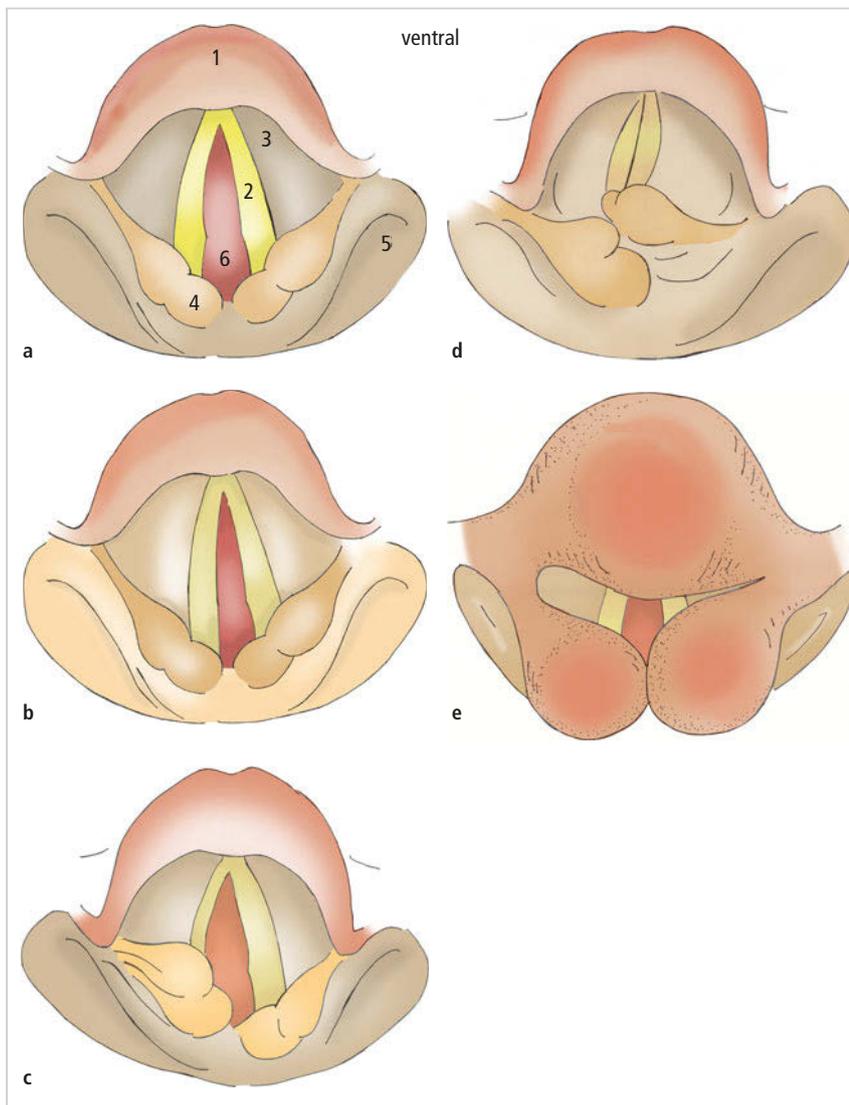


Abb. 7.6 Sicht auf den Kehlkopfeingang. Bei der direkten Laryngoskopie (S. 211) bzw. indirekten Laryngoskopie (S. 215).

- a** Stimmbandstellungen: normaler Kehlkopf beim narkotisierten Patienten.
1 = Epiglottis, 2 = Stimmband, 3 = Taschenband, 4 = Spitze des Stellknorpels, 5 = Recessus piriformis, 6 = Glottis
- b** Einseitige partielle Rekurrenslähmung mit Postikuslähmung, linkes Stimmband in Paramedianstellung fixiert.
- c** Vollständige Rekurrenslähmung links bei Inspiration; das atrophische Stimmband in Kadaverstellung.
- d** Schließen der Stimmritze gelingt durch kompensatorisches Übergreifen des rechten Stimmbandes zur linken Seite.
- e** Akutes Glottisödem.

- Vorbereitung des Patienten auf die Narkose (Kap. 6.3)
- **Inspektion des Intubationsweges:** Unmittelbar vor Beginn der Narkoseeinleitung sollte nochmals der Intubationsweg inspiziert und z. B. der Zahnstatus betrachtet werden (Kap. 2.3.5, Abschnitt „Voraussichtliche Probleme ...“). Der Patient sollte hierzu den Mund weit öffnen. Abschließend sollte der Kopf des Patienten in eine intubationsgerechte Lagerung gebracht werden.
- **Lagerung des Patientenkopfes:** Der Kopf des erwachsenen Patienten wird auf einem ca. 10 cm hohen Polster gelagert. Nach Narkoseeinleitung soll der Kopf des Patienten noch im Nacken überstreckt werden (sog. verbesserte Jackson-Position oder „Schnüffelposition“; ▶ Abb. 7.7). In dieser Lagerung bilden die Mundhöhle, der Pharynx (Rachen), der Larynx (Kehlkopf) und die Trachea annähernd eine Gerade (▶ Abb. 7.8e), was den Einblick auf die Stimmritze und damit die Intubation unter direkter laryngoskopischer Sicht erleichtert.

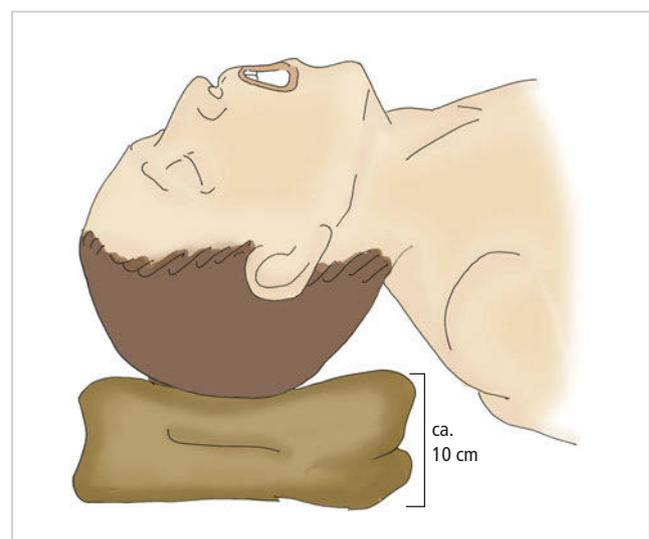


Abb. 7.7 Kopflagerung für die endotracheale Intubation (verbesserte Jackson-Position).

Technik

Orotracheale Intubation unter direkter laryngoskopischer Sicht

Die oro-tracheale Intubation unter direkter laryngoskopischer Sicht (= direkte Laryngoskopie) ist die Intubationsmethode der Wahl, falls von keinen Intubationsproblemen (und keinen Problemen bei der Maskenbeatmung) ausgegangen wird. Nachdem die Narkose eingeleitet wurde und der Patient bewusstlos ist, wird der Mund des Patienten mit den Fingern der rechten Hand im Bereich des rechten Mundwinkels geöffnet (► Abb. 7.8a). Dies ist gut möglich, wenn im Bereich des rechten Mundwinkels der rechte Mittelfinger auf die obere Zahnreihe und der Daumen auf die untere Zahnreihe gelegt wird. Mit diesem Griff (sog. Kreuzgriff) kann der Mund ggf. kraftvoll geöffnet und auch der Kopf überstreckt gehalten werden. Das angereicherte **Laryngoskop** wird in die linke Hand genommen. Es sollte unten am Griff (kurz vor dem Laryngoskopspatel) gehalten werden. Nun wird das Laryngoskop vorsichtig am rechten Mundwinkel eingeführt und

unter leichtem Wegdrängen der Zunge nach links zur Mundmitte gebracht (► Abb. 7.8b, c). Der Laryngoskopspatel wird vorgeführt, bis die Epiglottis erkennbar ist. Bei Verwendung eines Laryngoskops mit gebogenem Spatel nach Macintosh (Kap. 4.1.3) wird die Spatelspitze in der Falte zwischen Zungengrund und Epiglottis, der sog. glossoepiglottischen Falte, platziert (► Abb. 7.8e, ► Abb. 7.9a). Nun wird das Laryngoskop in Griff-richtung (!), also nach fußwärts und oben gezogen (► Abb. 7.8c, ► Abb. 7.10d). Dadurch wird die Zungenbasis angehoben und die daran fixierte Epiglottis aufgerichtet. Der Blick auf die Stimmritze (Glottis) wird frei, die Glottis ist eingestellt (► Abb. 7.9a). Eine direkte Laryngoskopie (= Blick durch Mund und Rachen auf den Kehlkopfengang) ist dann möglich, wenn die Achsen von Mund-, Rachen- und Kehlkopf weitgehend in eine gemeinsame Achse gebracht werden konnten (► Abb. 7.8, ► Abb. 7.9d). Bei normaler Kopflagerung (keine verbesserte Jackson-Position) und keiner Anhebung der Zungenbasis mittels eines konventionellen Laryngoskops weichen die Achsen von Mund, Rachen und Kehlkopf stark voneinander ab (► Abb. 7.8d).

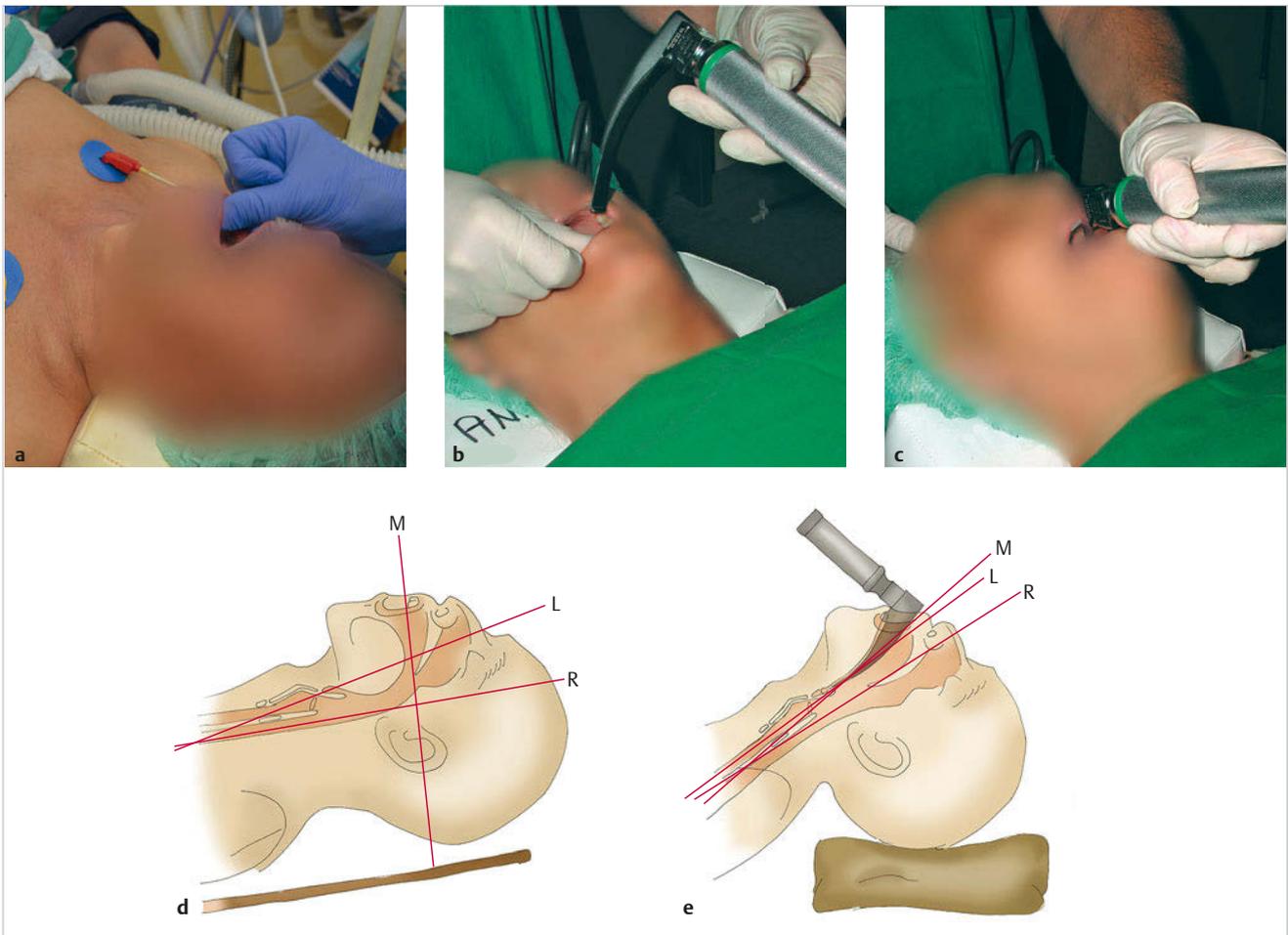


Abb. 7.8 Orotracheale Intubation unter laryngoskopischer Sicht.

- a** Öffnen der Zahnreihen mit Daumen und Mittelfinger (sog. Kreuzgriff) am rechten Mundwinkel.
- b** Vorsichtiges Einführen des Laryngoskops mit der linken Hand.
- c** Eingeführtes Laryngoskop mit angedeuteter Zugrichtung.
- d** Normale Kopflagerung. Die Achsen von Mund (M), Rachen (R) und Kehlkopf (L) weichen stark voneinander ab.
- e** Der Kopf ist in verbesserter Jackson-Position gelagert, mittels zusätzlicher Überstreckung des Kopfes und Anheben der Zungenbasis mit einem konventionellen Laryngoskop wurden Mund-, Rachen- und Kehlkopfachsen in eine gemeinsame Achse gebracht und eine direkte Laryngoskopie (Blick durch Mund und Rachen auf den Kehlkopfengang) ist möglich.