

8 Seitengetrennte Beatmung

Christian Byhahn

In der modernen Chirurgie und Intensivmedizin gibt es eine Vielzahl von operativen Eingriffen und Krankheitsbildern, die entweder die gänzliche Ausschaltung einer Lunge aus der Ventilation oder eine differenzierte seitengetrennte Beatmung erfordern (Tab.8.1). Viele chirurgische und intensivmedizinische Therapieoptionen sind überhaupt erst durch die Implementierung einer Seitentrennung der Atemwege möglich geworden.

Tabelle 8.1 Indikationen zur Einlungenventilation oder seitengetrenten Beatmung

Einlungenventilation

- videoassistierte thorakoskopische Chirurgie (VATS)
- total-endoskopische Koronararteriosklerose (TECAB)
- total-endoskopischer ASD-Verschluss
- minimal-invasive Koronar- (LAST-OP) oder Mitralklappenchirurgie (Chitwood-OP)
- offene Eingriffe an der Lunge
- Ösophaguschirurgie
- Lavage einer gesamten Lungenhälfte (Alveolarproteinose, Inhalation radioaktiver Partikel)
- bronchopleurale Fistel

Seitengetrennte Beatmung

- bronchopleurale Fistel
- Blutung ins Bronchialsystem
- unilaterale Infektion (Abszess, Empyem, Bronchiektasen)

8.1 Seitentrennung der Atemwege mit einem Doppellumentubus

Die Geschichte des heutigen Standardinstrumentes zur Seitentrennung der Atemwege – des doppellumigen Endotrachealtubus (DLT) – geht bis ins Jahr 1939 zurück. Zu dieser Zeit publizierte Paul Gebauer erstmals die Beschreibung eines doppellumigen Katheters aus Gummi zur links-endobronchialen Platzierung im Rahmen der Bronchspirometrie. Ein

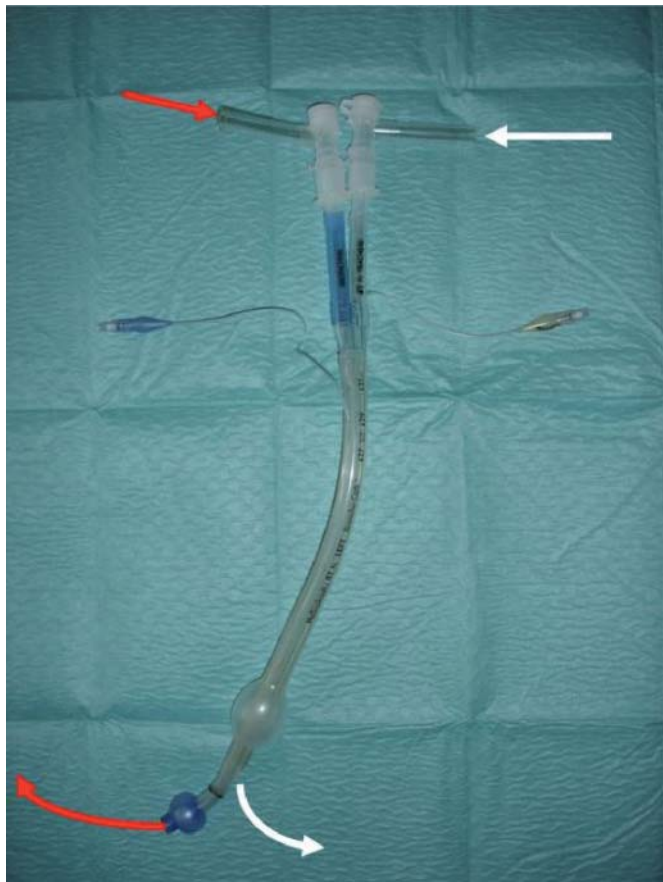
Jahrzehnt später entwickelte die Gruppe um Carlens und Björk den Prototypen des modernen DLT, der unter dem Namen Carlens-Tubus bekannt wurde. Dieser noch heute erhältliche Tubus verfügt – da zu dieser Zeit noch keine flexiblen Fiberoptiken zu Lagekontrolle des Tubus zur Verfügung standen – über einen sogenannten Carinasporn, der eine zu tiefe Platzierung der Tubusspitze im linken Hauptbronchus verhindern soll. Weiterentwicklungen führten unter anderem auch zur Konstruktion von rechtsendobronchialen DLT (Bryce-Smith-, White- und Robertshaw-Tubus). Das Modell von Robertshaw, der den Querschnitt durch 2 D-förmige Lumina optimierte, liegt den meisten heute gebräuchlichen DLT zugrunde.

Generell besitzen DLT 2 Beatmungswege sowie 2 getrennte Beatmungsanschlüsse, die entweder über einen Cobb-Konnektor zusammengeschaltet oder getrennt voneinander bedient werden können. Die Spitze des DLT wird je nach Bauart entweder in den linken oder rechten Hauptbronchus eingeführt und der bronchiale Cuff mit 2 ml Luft geblockt. Das proximale – tracheale – Beatmungslumen liegt knapp oberhalb der Carina. Wiederum proximal davon befindet sich der tracheale Cuff (Abb. 8.1).

Aufgrund der Anatomie des rechten Hauptbronchus, der bei Erwachsenen mit etwa 2,5 cm erheblich kürzer als der linke ist, würde bei rechtsseitiger Platzierung eines linksendobronchialen DLT der Abgang des rechten Oberlappenbronchus durch den distalen Tubuscuff verlegt werden. Aus diesem Grund verfügt der rechtsendobronchiale DLT über einen S-förmigen bronchialen Cuff, der ein zusätzliches seitliches Loch für die Ventilation des rechten Oberlappens aufweist (Abb. 8.2). Diese Öffnung muss mit dem Ostium des rechten Oberlappenbronchus in Deckung gebracht werden.

Größenwahl

DLT stehen in den Größen von 26 bis 41 F (linksendobronchial) bzw. von 35 bis 41 F (rechtsendobronchial) Außendurchmesser zur Verfügung. Generell sollte der größtmögliche Tubus gewählt werden, mit dem die Glottis atraumatisch passiert werden kann. Hierbei hat sich nach Narkoseeinleitung und suffizienter Relaxation zunächst die Evaluation der Glottis mittels direkter Laryngoskopie sowohl im Hinblick auf die Cormack-Lehane-Klassifikation als auch hinsichtlich des interligamentären Abstands bewährt.



- ◀ **Abb. 8.1** Linksendobronchialer Doppellumentubus „Bronchocath“. Die weiße Blockermanschette kommt tracheal, die blaue Manschette im linken Hauptbronchus zu liegen. Das Abklemmen des blauen Schenkels führt zur isolierten Beatmung der rechten Lunge (weiße Pfeile), das Abklemmen des trachealen Schenkels hat die isolierte Beatmung der linken Lunge zur Folge (rote Pfeile).

Bei einer Sicht von Grad IIb oder schlechter nach der modifizierten Klassifikation von Cormack und Lehane sollten bereits primär die Intubation mit einem großlumigen Monolumentubus und die nachfolgende Platzierung eines Endobronchialblockers erwogen werden, da Intubationsprobleme mit DLT bei ungünstigen Sichtverhältnissen unter direkter Laryngoskopie häufig sind und die Gefahr der Atemwegsverletzung bei „blinder“ Einführung deutlich ansteigt.



Abb. 8.2 Distales Ende eines rechtsendobronchialen Doppellumentubus. Die zusätzliche Öffnung im bronchialen Ende des Tubus (Pfeil) dient zur Ventilation des rechten Oberlappens.

Tabelle 8.2 Anhaltswerte für die Größenauswahl von doppellumigen Endotrachealtuben (DLT) und flexiblen Fiberoptiken (FFO) zur Lagekontrolle und intraoperativen Bronchoskopie

	Außendurchmesser des DLT (F)	Innendurchmesser der Tubuslumina (mm)	maximaler Außendurchmesser der FFO (mm)
Kinder	26	3,4	<3,1
	28	3,1	<3,1
	32	3,4	<3,1
Erwachsene <165 cm	35	4,8	3,7
	37	5,1	3,7
165–180 cm	39	5,3	3,7–4,9
>180 cm	41	5,4	3,7–4,9

Ist die Verwendung eines DLT zwingend indiziert (z. B. bei geplanter intraoperativer Bronchoskopie der ausgeschalteten Lunge), kann die Einführung des DLT beispielsweise auch unter indirekter laryngoskopischer Sicht mittels des Bonfils-Intubationsfiberskops erwogen werden.

Der interligamentäre Abstand kann bei entsprechender Erfahrung ebenfalls zur Abschätzung der Größe des DLT herangezogen werden. Einen Anhalt für die Auswahl der korrekten Tubusgröße sowie des korrespondierenden Fiberskopdurchmessers zur Lagekontrolle oder intraoperativen Bronchoskopie gibt Tab. 8.2.

Lagekontrolle

Nach Platzierung des DLT erfolgt zunächst eine auskultatorische Lagekontrolle (Tab. 8.3, Tab. 8.4) und ggf. eine Lagekorrektur. Bei uneindeutigem Auskultationsbefund sollte sich unmittelbar eine bronchoskopische Kontrolle der Tubuslage anschließen. Erfolgt die Lagekontrolle ausschließlich nach klinischen Kriterien, liegt dennoch in 38–78 % der Fälle eine Fehllage des DLT vor, die jedoch in den wenigsten Fällen Konsequenzen für die Qua-

Tabelle 8.3 Auskultationsbefund bei korrekter bzw. Fehllage eines links-
endobronchialen Doppellumentubus und Blockung beider Cuffs

	linke Lunge		rechte Lunge	
	apikal	Basal	apikal	basal
beide Lumina beatmet				
korrekte Lage	+++	+++	+++	+++
zu tiefe Lage*	(+)	+++	(+)	(+)
tracheale Lage*	+++	+++	+++	+++
seitenverkehrte Lage	+++	+++	(+)	+++
nur bronchiales Lumen beatmet				
korrekte Lage	+++	+++	–	–
zu tiefe Lage	(+)	+++	–	–
tracheale Lage	+++	+++	+++	+++
seitenverkehrte Lage	–	–	(+)	+++
nur tracheales Lumen beatmet				
korrekte Lage	–	–	+++	+++
zu tiefe Lage*	(+)	–	(+)	(+)
tracheale Lage*	(+)	(+)	(+)	(+)
seitenverkehrte Lage	+++	+++	(+)	–

* Beatmung häufig erschwert oder unmöglich

+++ : regelrechtes Atemgeräusch, ++ : Atemgeräusch abgeschwächt,

(+) : Atemgeräusch abgeschwächt, evtl. fehlend, – : kein Atemgeräusch

lität der Beatmung und chirurgischen Exposition hat. Dennoch sollte – insbesondere beim weniger geübten Anwender – die korrekte Tubuslage nach abschließender Lagerung des Patienten auch bronchoskopisch bestätigt werden.

Tabelle 8.4 Auskultationsbefund bei korrekter bzw. Fehllage eines rechtsendobronchialen Doppellumentubus und Blockung beider Cuffs

	linke Lunge		rechte Lunge	
	apikal	Basal	Apikal	basal
beide Lumina beatmet				
korrekte Lage	+++	+++	+++	+++
zu tiefe Lage*	(+)	(+)	(+)	+++
tracheale Lage*	+++	+++	+++	+++
seitenverkehrte Lage	+++	+++	+++	+++
nur bronchiales Lumen beatmet				
korrekte Lage	-	-	+++	+++
zu tiefe Lage*	-	-	-	++
tracheale Lage*	++	++	++	++
seitenverkehrte Lage*	+++	+++	-	-
nur tracheales Lumen beatmet				
korrekte Lage	+++	+++	-	-
zu tiefe Lage*	(+)	(+)	(+)	(+)
tracheale Lage*	(+)	(+)	(+)	(+)
seitenverkehrte Lage	-	-	+++	+++

* Beatmung häufig erschwert oder gänzlich unmöglich

+++ : regelrechtes Atemgeräusch, ++ : Atemgeräusch abgeschwächt,

(+) : Atemgeräusch deutlich abgeschwächt, evtl. fehlend, - : kein Atemgeräusch



In jedem Fall obligat ist die bronchoskopische Lagekontrolle bei der Anwendung rechtsendobronchialer Tuben.

Bei der fiberoptischen Lagekontrolle geht man mit dem Bronchoskop zunächst in das tracheale Lumen ein. Hierbei müssen – unabhängig von der Art des gewählten DLT – die Trachealbifurkation sowie der im jeweiligen Hauptbronchus zu liegen kommende distale Anteil des Tubus sichtbar sein. Bei Blockung des bronchialen Cuffs sollte dieser von der Trachea aus ebenfalls noch im Bronchus zu sehen sein.

Im nächsten Schritt wird der Tubus durch das bronchiale Lumen inspiert. Bei einem linksendobronchialen DLT blickt man hierbei auf die erste Bifurkation des linken Hauptbronchus. Im Falle eines rechtsendobronchialen DLT wird zunächst an der lateralen Wand in Höhe des Cuffs eine Öffnung sichtbar, die sich mit dem rechten Oberlappenbronchus decken muss. Der Blick aus dem distalen Ende des Tubus zeigt dann die Abgänge zum rechten Mittel- und Unterlappen.

Kontraindikationen

Die Kontraindikationen für die Verwendung von Doppellumentuben sind in Tab. 8.5 dargestellt. Liegen entsprechende Kontraindikationen vor oder gelingt die Platzierung eines DLT nicht, stehen verschiedene Endobronchialblocker zur Seitentrennung der Atemwege zur Verfügung.

Tabelle 8.5 Kontraindikationen zur Verwendung von Doppellumentuben

- schwieriger Atemweg
- primäre fiberoptische Intubation
- Aspirationsrisiko, Rapid Sequence Induction
- Kinder und Jugendliche < 30 kg
- Trachealstenose
- große luminale Tumoren
- fehlende Apnoetoleranz, z. B. kritisch kranke Patienten

8.2 Seitentrennung der Atemwege mit einem Endobronchialblocker

Bronchusblocker sind vor allem dann indiziert, wenn Kontraindikationen gegen die Verwendung von Doppellumentuben vorliegen, deren Platzierung nicht gelingt oder die selektive Blockung von Lungenlappen oder -segmenten erforderlich ist. Hierzu stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung.

Embolektomiekatheter nach Fogarty

Fogarty-Katheter sind in einer Vielzahl von Größen und Längen erhältlich und erlauben somit den selektiven Verschluss eines Haupt- oder Segmentbronchus bei Patienten nahezu beliebiger Körpergröße. Die Einführung erfolgt über einen endotracheal platzierten Monolumentubus. Problematisch ist bei Fogarty-Kathetern jedoch eine fehlende Führung, das heißt, die Katheterspitze kann quasi nicht in eine bestimmte Richtung gelenkt werden, was die Platzierung schwierig oder bisweilen unmöglich macht. Der klassische Fogarty-Katheter besitzt darüber hinaus kein Innenlumen, so dass die Deflation der nicht beatmeten Lunge nur sehr langsam über eine Sauerstoffresorption erfolgt und zudem weder ein Absaugen noch die CPAP-Applikation möglich sind. Aus diesem Grund gilt der Einsatz von Fogarty-Kathetern zur Bronchusblockade bei Vorhandensein entsprechender Alternativen heute als obsolet.

Univent-Tubus

Beim Univent-Tubus handelt es sich um einen funktionellen Monolumentubus mit einem in ein zweites Lumen integrierten Blocker. Der Tubus wird endotracheal platziert und der Blocker unter bronchoskopischer Sicht in den linken oder rechten Hauptbronchus vorgeschoben. Die Vorteile des Univent-Tubus gegenüber einem Doppellumentubus liegen in einem günstigeren Verhältnis zwischen Innen- und Außendurchmesser sowie der konventionellen endotrachealen Intubation. Eine Umintubation am Ende der Operation im Falle einer Nachbeatmung ist nicht erforderlich; hierzu muss lediglich der Blocker zurückgezogen werden.

Potenzielle Nachteile des Univent-Tubus ergeben sich aus dem dünnen Lumen des Blockers. Denn dadurch sind die Möglichkeiten zur Absaugung erheblich eingeschränkt und auch die Deflation der nicht beatmeten Lunge vollzieht sich langsam und unter Umständen nur suboptimal. Weiterhin neigt die Blockerspitze zur Dislokation und muss dann unter bronchoskopischer Sicht neu platziert werden.

Arndt-Endobronchialblocker

Die geschilderten Probleme der bis dato erhältlichen alternativen Gerätschaften zur Einlungenventilation führten 1999 zur Entwicklung des „Wire-Guided Endobronchial Blockers“, der nach dem Namen seines Entwicklers üblicherweise als Arndt-Endobronchialblocker bezeichnet wird. Der Arndt-Blocker ist ein doppelumiger Katheter, der in Größen von 5, 7 und 9 F Außendurchmesser erhältlich ist. Das dünnere Lumen dient zur Inflation des Cuffs an der Blockerspitze, während das dickere Lumen eine doppelläufige Gewebeschnur enthält, die an der Spitze des Blockers als Schlinge austritt und zur Führung des Blockers dient (Abb. 8.3).

Der Blocker wird über einen endotracheal platzierten Monolumentubus eingeführt, auf den ein im Blockerset enthaltener Multiport-Adapter aufgesetzt wird. Über einen Port wird das Bronchoskop eingeführt, über



Abb. 8.3 Arndt-Endobronchialblocker mit Multiport-Adapter. Die Koppelung an ein flexibles, pädiatrisches Bronchoskop erfolgt über die Schlaufe am distalen Ende, s. kleines Bild (Kleines Bild mit freundlicher Genehmigung von Cook Medical Incorporated, Bloomington, Indiana).