

症例  
ライブラリー肺切除術の  
周術期管理

左用DLTが  
使用できない場合の対策は？  
代替案を準備し、慌てない対応を

3D  
a  
ロ  
タ  
ン  
グ  
B  
36  
H  
4  
行送

秋吉 浩三郎  
AKIYOSHI, Kozaburo福岡大学病院  
麻酔科学教室

## ■症 例

80歳の男性，身長164 cm，体重60 kg。40本/日×60年の喫煙歴がある。70歳時に左上肺野に異常陰影を指摘され，精査にて扁平上皮癌と診断，当院呼吸器外科にて左肺上葉切除（開胸）を受けた。77歳時に中咽頭癌の診断を受け，当院耳鼻咽喉科にて中咽頭腫瘍切除および右頸部リンパ節郭清を受けた。今回，フォローアップ目的に施行した胸部CTにて，右肺上葉に腫瘤を指摘され，右肺部分切除の予定となった。

術前肺機能検査では，肺活量（VC）1.54 L，%VC 78.5%，1秒量（FEV1.0）1.00 L，1秒率（FEV1.0%）65.0%，術前の動脈血液ガス検査では，酸素分圧（PO<sub>2</sub>）74 mmHg，二酸化炭素分圧（PCO<sub>2</sub>）46 mmHg，動脈血酸素飽和度（SaO<sub>2</sub>）94%であった。頸部手術後であり，頸部後屈制限および開口障害（上下門歯間距離3 cm）を認めた。

## ■麻酔経過 1

全身麻酔は全静脈麻酔（TIVA）で導入・維持を行うこととした。分離肺換気が必要であり，37 Frの左用ダブルルーメン気管支チューブ double-lumen endobronchial tube（DLT）を準備した。100%酸素で前酸化化を行い，プロポフォール，レミフェンタニル，ロクロニウムによる急速導入を行った。用手的マスク換気は可能であり，筋弛緩モニターで十分な筋弛緩を確認した後，ビデオ喉頭鏡（McGTATH™ MAC）にて喉頭展開を行った。

ビデオ喉頭鏡のブレードを口腔内に挿入しようとしたところ，十分な開口が得られず，装着していたブレード（McGRATH MAC3 喉頭鏡ブレード）を口腔内に挿入はできるものの，喉頭の観察は困難であった。McGRATH X BLADE™ ブレードに変更したところ，口腔内および咽頭の観察が可能となり，声門も確認することができたので，準備した37 Fr左用DLTの挿管を試みたが，口腔内に十分な操作スペースがないため，DLTを声門に誘導することができない。スタイレットを調整して数回試みたが，挿管は困難であった。

アキ  
さて，あなたならどうする？

## 症例に応じた分離肺換気方法の選択

分離肺換気の方法には，①DLTを用いる，②気管支ブロッカー（BB）を用いる，③通常のチューブ〔シングルルーメンチューブ（SLT）〕を用いる，の3通りが考えられる（表1）。DLTは，安定した分離肺換気と良好な術野の提供が両立でき，分離肺換気の王道である。DLTには，気管支の解剖学的特徴に合わせた左用と右用があるが，左用は気管支カフの位置調整が容易であるという利点があり，換気側が左右どちらであっても，まず左用を用いることが多い。

ただし，SLTチューブが太く操作の自由度が低いDLTの挿管には，十分な視野が必要である。DLTの挿管困難患者には方針転換を迫られることもあり，術前診察の時点で挿管困難の有無について評価しておく必要がある。本症例のように，肺癌患者の5～8%には咽頭の悪性腫瘍の既往・合併があると報告されている<sup>2)</sup>。挿管困難の原因となり得る頸部の解剖学的異常（手術後の変化を含む），組織の硬化により挿管困難の原因となり得る化学放射線療法を確認し，挿管困難の可能性があれば，ほかの方法の準備もしておくべきである。

## 挿管困難患者での分離肺換気

分離肺換気が必要な患者で挿管困難に遭遇した場合，まず目的とすべきは，確実な気道確保である。DLTの挿管にはこだわらずビデオ喉頭鏡や気管支ファイバースコープ（以下，ファイ



▼表1 主な分離肺換気の方法 (文献1より、改変)

|                          | 利点   | 欠点  |
|--------------------------|--|---|
| ダブルルーメンチューブ (DLT)        | 留置が容易<br>位置の調整が容易<br>位置のずれが起こりにくい<br>気管支ファイバースコープによる非換気側の観察が可能<br>非換気側の吸引が可能<br>非換気側への持続気道陽圧 (CPAP) 負荷が容易<br>換気側・非換気側の変更が容易<br>気管支ファイバースコープがなくても留置可能 | チューブの選択肢が多い (サイズ、左用・右用)<br>挿管困難患者や気管形状により留置困難な場合がある<br>術後人工呼吸には適さない<br>喉頭損傷の可能性<br>気管損傷の可能性   |
| 気管支ブロッカー (BB)            | チューブの選択が容易<br>通常の気管挿管チューブで後から挿入可能<br>留置中も換気が可能<br>挿管困難患者や小児でも留置が容易<br>抜去して通常の気管挿管チューブとして使用可能<br>肺葉の選択的ブロックが可能<br>非換気側への CPAP 可能                      | 位置の調整に時間がかかる<br>位置のずれが起こりやすい<br>位置の調整に気管支ファイバースコープが必要<br>右肺のブロックは難しい<br>気管支ファイバースコープによる非換気側の観察はできない<br>非換気側の十分な吸引はできない<br>換気側・非換気側の変更は難しい |
| シングルルーメンチューブ (SLT) 気管支挿管 | 挿管困難患者や小児でも留置が容易   | 位置の調整に気管支ファイバースコープが必要<br>気管支ファイバースコープによる非換気側の観察はできない<br>非換気側の吸引はできない<br>右肺のブロックは難しい   |

パー), 声門上器具 (SGA) などを準備し, SLT を用いて気管挿管を行うことを第一の目標とする。SLT で確実な気道確保ができれば, 以下, 3つの方法による分離肺換気を検討する。

#### ■ SLT と BB の併用

SLT が挿管できれば, SLT + BB の併用による分離肺換気が可能である。SLT の内腔を通して BB を気管内に誘導し, ファイバーで確認しながら, 適切な位置に留置する。本症例では, BB を右主気管支に留置するが, 右上葉枝は気管から 1.5 ~ 2 cm で分岐するという解剖学的特徴があり, BB による右肺の確実な分離肺換気は困難である可能性が高い。たとえ右主気管支に BB のバルーンを留置できた場合でも, 右上葉もブロックしようとする, 主気管支のギリギリに位置させることになり, バルーンが頭側に抜けて気管内に位置してしまえば, まったく換気ができない状態になる。一方, BB のバルーンを右上葉枝に誘導して, 右上葉を選択的にブロックすることで手術が可能な場合もあるため, 術者と協議のうえ, 決定する。主な BB の適応は表2のとおりである。

#### ■ チューブエクステンジャーによる DLT 挿管

確実な分離肺換気が必要であれば, チューブエクステンジャーを用いて, SLT から DLT への入れ替えを検討する。

DLT への入れ替えは 83 cm 以上の長さのチューブエクステンジャーが必要になる。現在日本で使用可能なチューブエクステンジャーには, COOK 社製のもの (気管内チューブ交換用・挿管用カテーテル/コネクタ) があり (表3), 十分な余裕がある 100 cm のものを選択する。2種類の径があり, 11 Fr は 35Fr か 37 Fr の DLT に, 14 Fr は, 39 Fr か 41 Fr の DLT に使用可能である。

実際に入れ替えを行う前に, 使用予定のチューブエクステンジャーが DLT の内腔を通過

▼表2 気管支ブロッカーの適応

- ・肺の分離
- ・ロボット支援下手術など鏡視下手術 (比較的手術時間も短く, 手術数が増えている)
- ・術後のチューブ入れ替えが不要
- ・気道管理困難が予想される (喉頭・咽頭の手術後の患者, 気管切開患者, 気管変異がある患者, 経鼻挿管患者など)
- ・肺の虚脱が必要ない手術 (食道手術, 脊椎手術, 低侵襲心臓手術 (MICS) など)
- ・そのほかの状況 (短時間の肺手術, 片肺の分離肺換気に耐えられない患者, 肥満患者, 小児, 術中の方針転換により分離肺換気が必要になった場合, すでに挿管されている患者, など)

▼表3 気管内チューブ交換用・挿管用カテーテル/コネクタの選択

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| ＜タイプ 1＞<br>先端がソフトチップと<br>なっているもの  | 外径 11Fr 長さ 100 cm<br>(ダブルルーメン使用可能)<br>外径 14Fr 長さ 100 cm<br>(ダブルルーメン使用可能) |
| ＜タイプ 2＞<br>先端まで同一の素材で<br>作られているもの | 外径 8Fr 長さ 45cm<br>外径 11Fr 長さ 83cm<br>外径 14Fr 長さ 83cm<br>外径 19Fr 長さ 83cm  |

過できることを確認しておく。入れ替え時は, DLT が通過しやすいようにスニッフィングポジショントし, できる限りビデオ喉頭鏡 (または喉頭鏡でもよい) を挿入し, 舌などの軟部組織を避けておく (声門が確認できればより好ましい)。チューブエクステンジャーを挿管されている SLT 内に挿入し, カテーテルに表示されたインクマークを SLT に表示された対応するマーカーに合わせ, カテーテルを SLT 内の正しい位置に挿入する (カテーテルの 24 cm のインクマークを SLT の 24 cm のマーカーと合わせる)。チューブエクステンジャーの挿入による気管支損傷も報告されており, 気管内へのチューブエクステンジャー挿入長が長くなりすぎていないことを常に確認しながら手技を行う。その後, SLT のカフを脱気し, SLT を抜去, DLT の気管支ルーメンにチューブエクステンジャーを挿入して, DLT を気管内に誘導する。留置位置の確認にはファイバーを使用するが, チューブエクステンジャーの深さおよび DLT の位置確認の両方の観点から, 透視の併用が有効である。

#### ■ SLT の気管支挿管

BB の準備がない場合や, DLT への入れ替えに困難が予想される場合には, SLT をそのまま主気管支に進めて, 分離肺換気とすることも可能である。現在挿管されている SLT にファイバを挿入し, 目的とする気管支を視認しながら, 気管支内に先端を SLT の先端を挿入, カフが気管支内に入るまで SLT を進める。SLT の先端からカフまでの距離の関係上, 右主気管支に挿入した場合, 右上葉気管支がカフの場所に位置し, 換気ができなくなるため, 右肺の分離肺換気には適さない。また, ファイバーにより非換気側の観察はできない, 非換気側の吸引はできない, などの問題点はあるものの, 困った際の一手として頭に置いておくとよい。

#### ■ 麻酔経過 2

まずは SLT の挿管を試み成功した。

ビデオ喉頭鏡を口腔内に挿入, ブレードで舌を口腔内で左側に圧排した。ビデオ喉頭鏡では, 気管チューブと声門下部, 披裂軟骨が確認できた。チューブエクステンジャーを通して SLT を抜去し, 当初使用予定であった 37 Fr 左用 DLT の気管内への誘導を試みた。声門部で一時的に抵抗があったが, チューブを半時計回りに回転させることで, 気管内に誘導することができた。その後, ファイバーを用いて, DLT の気管支ルーメンを左主気管支に誘導しようとしたが, 気管から左主気管支への分岐が急峻であり, 左主気管支への DLT 誘導は困難であった。

さて, あなたならどうする?



## 左主気管支入口の変形

- ・気管内外の腫瘍による圧排
- ・胸部下行大動脈瘤による圧排

## 左主気管支が手術部位となる場合

- ・左肺移植
- ・左肺全摘
- ・左気管気管支断裂
- ・左主気管支の形成を伴う手術（スリーブ手術など）

表4  
右用 DLT の適応

37 Fr ↑  
70 Fr (1%以上)

## 左用 DLT が使用できない場合

胸部大動脈瘤や縦隔腫瘍などによる気管の偏位、気管内の腫瘍など、患者の気管・気管支の解剖学的特徴から、左用 DLT が使用しにくい、もしくは使用できない場合がある。本症例のように、左肺上葉切除の既往がある患者では、左肺下葉が代償的に頭側に移動し、気管と左主気管支のなす角度が急峻になることが報告されており<sup>3,4)</sup>、左用 DLT の気管支ルーメンの左主気管支への誘導が困難になることがある。また、右上葉気管支が気管から直接分岐する分岐異常でも、左用 DLT が使用しにくい・使用できない場合がある<sup>5)</sup>。術前評価の段階で、胸部 X 線写真や胸部 CT で気道、内径を含めた気管支の解剖を確認し、左用 DLT が使用可能か、使用できない可能性があれば、その場合の代替手段も考えておく必要がある。

本症例では、代替手段として、以下の三つが考えられる。

- ・プラン A：右用 DLT に変更する
- ・プラン B：SLT + BB の併用
- ・プラン C：SLT の気管支挿管

それぞれの方法の利点・欠点については表1にまとめたとおりである。右用 DLT の適応については表4にまとめたが、適応は麻酔科医・術者、手術部位などさまざまな因子で決まるため、術前に詳細な検討が必要である。

## ■その後の経過

本症例では、SLT + BB の併用（プラン B）では、分離肺換気による右肺の虚脱が不十分になる可能性があった。また、SLT の気管支挿管（プラン C）では、右肺の脱気がより悪くなるため、術野の確保がより困難になることが予想された。そこで、プラン A として、再びビデオ喉頭鏡の補助下に、37 Fr の左用 DLT の気管支ルーメンにチューブエクステンジャーを通し、左用 DLT を抜去、37 Fr の右用 DLT を挿管した。ファイバーを使用して留置位置を調整、分離肺換気が可能であることを確認し、手術開始となった。

## 術中の換気設定

術中の人工呼吸に関しては、従圧式調節換気（PCV）、従量式調節換気（VCV）のどちらでもよい。いずれも1回換気量が理想体重の5～6 mL/kg、5～10 cmH<sub>2</sub>O の呼気終末陽圧（PEEP）付加、最高気道内圧が35 cmH<sub>2</sub>O 以下、プラトー圧が25 cmH<sub>2</sub>O 以下となるように設定する。肺保護の観点からは PCV の使用が好ましいと考えられるが、術中の酸素化に関しては、PCV、VCV のいずれも差がないことが示されている<sup>6)</sup>。しかし、分離肺換気中には低酸素に加えて、チューブの位置異常の発生が懸念される。PCV であれば、チューブの位置がずれるとすぐに換気量の変化として表れるので、位置異常を察知しやすい。こうした観点からは PCV が推奨される。

## キーワード

チューブエクステンジャー  
右用ダブルルーメンチューブ  
気管支ブロッカー

## ■まとめ

■ 術前診察・検査所見から、左用 DLT が使用可能か、代替手段が必要か検討し、執刀医や看護師と共有する。

■ 代替手段に必要な器材や実際の手順を確認し、必要な場合に慌てず対応できる準備をしておく。  
← 123.5 mmHg

## ■さらなる学習のために

- 困った時の Miller。文献1は胸部手術の麻酔についても幅広くまとめられており、一読すべき。
- 山陰道明監・立花俊祐、茶木友浩編著。気道管理大全—Evidence and Tips—。東京：中外医学社、2024。  
今回紹介した選択肢を含め、気道管理のエッセンスが網羅されており、困った時のリファレンスとして手元に置いておくとうい。

## ■文献

1. Slinger P, Campos J. Anesthesia for Thoracic Surgery. In : Gropper MA, Cohen NH, Eriksson LI, et al, eds. Miller's Anesthesia. 10th ed. Philadelphia : Elsevier, 2025 ; 1505-76.
2. Campos JH. Lung isolation techniques for patients with difficult airway. Curr Opin Anaesthesiol 2010 ; 23 : 12-7.
3. Kawagoe I, Hayashida M, Suzuki K, et al. Anesthetic management of patients undergoing right lung surgery after left upper lobectomy : selection of tubes for one-lung ventilation (OLV) and oxygenation during OLV. J Cardiothorac Vasc Anesth 2016 ; 30 : 961-6.
4. Gu Q, Qi S, Yue Y, et al. Structural and functional alterations of the tracheobronchial tree after left upper pulmonary lobectomy for lung cancer. Biomed Eng Online 2019 ; 18 : 105.
5. 川越いづみ, 河内山幸, 林田真和ほか。右上葉気管支分岐異常を有する患者における右用二腔チューブの使用経験。麻酔 2016 ; 65 : 594-8.
6. Unzueta MC, Casas JJ, Moral MV. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation during one-lung ventilation for thoracic surgery. Anesth Analg 2007 ; 104 : 1029-33, tables of contents.

123.5 mmHg