

Professional Quest™

Vol. 55



DLTをもっと簡単に使うには?

～適切な分離肺換気のためのDouble Lumen Tubeの選択と操作法～



川越 いづみ 先生

順天堂大学医学部
麻酔科学・ペインクリニック講座 主任教授

ご略歴

2000年 3月 香川医科大学医学部卒業
2000年 4月 東京大学医学部附属病院 麻酔科研修医
2002年 4月 虎の門病院 麻酔科 医員
2006年 4月 順天堂大学医学部
麻酔科学・ペインクリニック講座 助手
2008年 4月 同 助教
2014年 12月 同 准教授
2022年 2月 同 先任准教授
2022年 10月 同 主任教授

専門医・資格

日本麻酔科学会指導医・機構専門医
日本集中治療医学会専門医
日本臨床麻酔学会(神経ブロック)教育インストラクター
CAMES (Copenhagen Academy for Medical Education and Simulation) 気管支鏡指導医コース修了
EACTAIC (欧州胸部麻酔学会) 公認・胸部麻酔プログラム修了

1. Thoracic AnesthesiaとLung isolation

Thoracic surgeryとは診断と治療を目的として行われる胸部手術のうち心臓手術以外の手術である。呼吸外科手術や食道手術が含まれる。Thoracic surgeryの多くは分離肺換気 (Lung isolation) を必要とする。その技術のおかげで、呼吸器外科手術の手技、特に肺門部の操作や危険を伴う血管や気管支の操作の安全性は上がった。Thoracic anesthesiologist の役割は、確実な分離肺換気を行うことである。分離肺換気は Double Lumen Tube (DLT) とともに発達してきた。現在もカフやチューブの材質、形状など日々進化し続けている。

最近では分離肺換気中の換気側に加わるストレスを考慮して、鏡視下手術ではCO₂送気を併用した両肺換気という選択肢も再考されているようであるが¹⁾、肺を用手圧排しながら手術操作を行うと切除肺以外の肺実質損傷の危険性が高くなる上に、術操作がやりにくい。よって分離肺換気で最良の術野を提供して短時間に手術を終わらせる方が合理的だと考える。当院では呼吸器外科手術ほぼ全症例(年間700例以上)を分離肺換気で行っている。

分離肺換気を行う代表的なデバイスはDouble Lumen Tube (DLT) である。右用と左用があるが、大部分の呼吸外科手術を左用で対応することが可能である。

ユニベントチューブのような気管支ブロッカー付きのチューブや、気管支ブロッカー (Bronchial Blocker: BB) をSingle lumen tube : SLTと組み合わせて分離肺換気を行う方法もある。通常のSLTに気管支ブロッカーを組み合わせた場合には通常の気管挿管になるため、挿管困難に対しても通常のビデオ喉頭鏡で対応しやすい。ただ、開胸手術における気管支の牽引操作時には位置がずれ易く、分離肺換気が中断したり、換気不全に陥ったりすることがある。またDLTに比較して患側肺の脱気に時間がかかることが多い。特に右肺の手術においては上葉枝との位置が重要になり管理に難渋することもある。それらの理由から当施設の呼吸外科手術ではほぼ全例にDLTを使用している。

2. DLTを簡単に使うには

DLTは挿管しにくく、ずれやすく、扱いにくいと思われがちである。しかし、使用に慣れてしまえばDLT(特に左用)は手間いらずである。すなわち、正しい初期留置固定を行えば、術中に確認を行うこともほとんどない。位置決めのためのポイントとして最低限の気管支分岐を覚えている必要がある。左用DLTを留置する場合には、気管分岐部、左上下葉分岐部(secondary carina)、右主気管支(右上葉、中間気管支幹、右中下葉)の形状を識別できる必要がある。

サイズの選択

第一選択が成人男性は37Fr、女性は35Frでほぼ間違いないが小柄な女性(目安として150cm)では32Frの可能性も考慮する²⁾。男性の場合は、体格が大きな患者や気管支が太い患者などではサイズを上げる方が良い。CTの冠状断と胸部単純X線写真を参考にすると良い。

一般に、太いDLTは侵襲的で、できるだけ細いものを選択した方が良いように思われがちであるが、それは間違いである。気管支に対して細すぎるDLTは主気管支からカフが逸脱しやすい。細いDLTではsealingするためにカフに多くの空気を注入する必要があるが、内圧の高いカフは、気管支から滑り出しやすくなる。左肺の手術で左DLTを使用した場合には気管支が動かされるので特にカフの逸脱が起こりやすい。さらに、細すぎるBronchial lumenは、下葉枝に入り込んでしまう危険性がある。左のOLV(One Lung Ventilation)中の低酸素血症の原因の多くはDLTのズレ(左下葉一葉換気)と分泌物等による無気肺形成である。深く入りすぎるとTracheal lumenの先端で、気管支を損傷することもある³⁾。

また、当然のことであるが気道抵抗もDLTの径が細い方が高くなる。そして細いDLTには3mm台の細径の気管支鏡しか入らない。

DLTの挿管法

ブラインド法とファイバーガイド法の2種類がある。ブラインド法とはDLTが声帯を越えたら盲目的に回転させ聴診で確認する方法である。ファイバーガイド法は声門を超えたたらファイバーでガイドして主気管支に誘導して挿入するという方法である。2法を比較すると正確さは変わらないがブラインド法のほうが挿入の所要時間が少ないという研究がある⁴⁾。逆にブラインド法の方が正確さに劣るという文献もある⁵⁾。しかしガイドに時間がかかるのは技術的な問題であり、ブラインド法で挿入しても後に気管支鏡で確認するのならば、最初から気管支鏡で挿入した方が合理的であると考える。また盲目的に回転させて気管支を損傷する可能性があり当院ではファイバーガイド法で挿入している。本稿ではファイバーガイド法について紹介する。

気管支鏡を使用する際には必ず吸引を付ける。これは吸痰というよりは視野を良くする目的である。また手術台を下げるか自分が台に乗って、気管支鏡のシャフトが曲がらないように心がける。

3. 左DLTの確実な挿管管理方法(ファイバーガイド法)

(1)

通常SLT同様、喉頭鏡を用いて挿管する。青カフが超えたところでスタイルットを抜く。抵抗がなければ17cm前後までチューブを自然な向きで進める。(意識的に回転して挿入する必要はない)。チューブが先に進みにくい場合は喉頭鏡を口腔内から外す。下顎を左手で拳上し右手でチューブを優しく進める。それでも抵抗が少しでもありそうな(太すぎる)場合は速やかにサイズダウンを行う。

(2)

分岐部より上まで挿入したところで気管支鏡をBronchial lumenから挿入する。気管支鏡先端をチューブ先端に合わせ介助者とコンタクトを取りながら左主気管支にチューブを進める。Secondary carinaの直上で留める。【写真1】(大体口角で26-31cmであることが多い)。気管支鏡を先行させると、DLTとの口径差でチューブが分岐部にぶつかって進まないことがある(重要ポイント)。



写真1 左用DLTのBronchial lumenから見た風景 Second carina.
大体真正面にあるのは下葉枝。深く入りすぎると下葉換気になる。

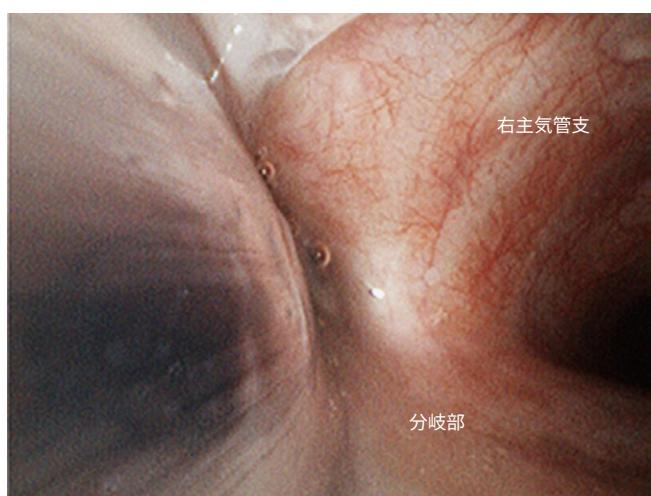


写真2 Tracheal lumenから見た気管分岐部
左主気管支からblue cuffが見えても見えなくてもよい。
基本はBronchial lumenで合わせる。



(3)

Secondary carinaを確認して引き抜いてくるときにbronchial lumen内腔よりcarinaとblue cuffは確認できる【写真2】。必要あれば、tracheal lumenより観察する。Tracheal lumenの内腔の方が狭く、Tracheal lumenからの観察は気管支鏡の故障に繋がる可能性があり、必須ではない。明らかに深すぎてtracheal lumenの先端がcarinaに当たっている場合は少し引き抜く。現在の第5世代のブロンコ・キヤス™では左用DLTの適正位置は気管分岐部に気管支側の黒いリングマークが一致する程度がよいといわれている。「青力フが少し見える」は第1世代用の基準であり、形状の変わった第2世代以降のチューブにはそぐわない。【写真3】

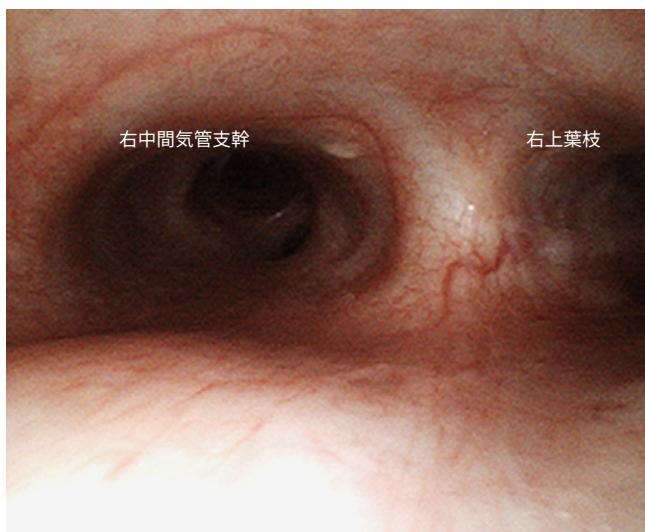


写真3-1 左用DLTのTracheal lumenからみた右中間気管支幹と右上葉枝

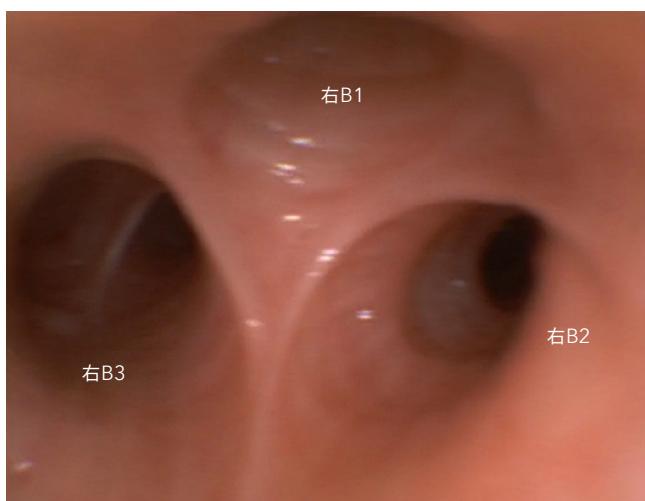


写真3-2 右上葉枝

(4)

DLTの第一義はsealingすることなのでカフの適正容量は患者によって異なる。Sealingできる最低の圧を目標にする。大体の目安としてTracheal cuff 5mLとBronchial cuff 2mLを入れておいて、過剰なら抜く、Sealing出来ていなければ入れる。しかし患者によっては、カフ容量が多くカフ内圧を高くしないとsealingできないこともある。

(5)

気管支の解剖を正確に理解している麻酔科医が施行する場合には、DLTの位置決めを目的とした聴診は不要である⁵⁾。肺胞呼吸音を確かめる意味での聴診は有用である。気管支の解剖に精通していない麻酔科医は聴診とクランプをする方法を併用してもよいが、ファイバーガイド法で挿入した場合にはその意義は少ない。聴診で左右を確かめる方法は必ずしも正確ではない⁶⁾。

(6)

リークがないかを確かめる。用手換気で確かめたのち、PCVでOLVを施行してみる。カプノメーターの波形、換気量、リーク音、脱気側のlumenの出口に指を当ててみる(漏れを感じる??)カフに空気を大量に入れてもリークがある場合には、仰臥位のこの時点でサイズアップを考える。

(7)

DLTを固定する場合は 側臥位にしてからが好ましい。患側の口角に固定する。左開胸なら左口角に、右開胸なら右口角に固定するとチューブのずれは少なくなる。固定で使用するテープは伸縮性が少なく、牽引や唾液などに強いテープが良い。伸縮性に優れたテープは、口元の皮膚の動きとともにテープが伸びてDLTがずれてしまう可能性がある。

(8)

側臥位にしてからもう一度気管支鏡を用いてBronchial⇒Tracheal lumenの順序で確かめる。側臥位にすると(特に左側臥位で左用DLTを使用する場合には) Bronchial lumenの先端がsecondary carinaに当たって閉塞する可能性があるので調整する。側臥位にしてからの観察で気管支鏡が通りにくいことがあるが、歯でDLTを噛まれている場合があるので注意する。

(9)

術中の換気設定はPCV(pressure control ventilation)をお勧めしたい。換気量の減少がDLTの位置異常を反映することがあるのでわかりやすい。また、片肺換気と両肺換気の切り替えの際に換気量の変更する必要がなく、安全である。PEEPについては4-6cmH₂Oを愛用している。

(10)

この留置方法で術中に位置を修正することはほとんどない。

4. 右用DLTについて

CT冠状断をみて上葉口が分岐部より遠位に分岐していればブロンコ・キャス右用を留置することが可能である。10mm以上離れていれば余裕がある。

大部分の呼吸器外科手術の術式に対し、左用DLTで対応可能である。しかし本来右用DLTを使用すべき術式（左管状肺全摘、左肺全摘、左管状切除）は右用DLTを使用する方が合理的である。管状肺全摘以外は、術中右用DLTを動かす必要がないので、垂れ込みも少なく、術者のストレスも少ない。麻醉科医のストレスを避けるために左用DLTを選択するのではなく、術者のストレスを避け手術手技の効率を上げるために右用DLTを選択してほしい。また、左主気管支に狭窄や偏位、瘻孔、腫瘍の突出などが存在する場合にも右用DLTの適応となる。左上葉切除後患者の右肺手術も右用DLTの良い適応である⁷⁾。ブロンコ・キャス右用は長軸方向にも、回転方向にもズレにくく麻醉科医にもストレスが少なく、初心者にも使いやすいDLTである。

5. 右用DLTの挿管法（ファイバーガイド法）

(1)

17cm前後までチューブを自然な向きで、盲目的に進めるまでは左用DLTと同様である。

(2)

まず気管支鏡でBronchial lumenから観察する。気管支鏡先端をチューブ先端に合わせ介助者とコンタクトを取りながら右主気管支にチューブを進める。中葉・底幹・B6の3分岐の直上で留める。【写真4, 5】次に側孔に気管支鏡の視野を合わせて、ゆっくりチューブを引き抜いてくる。気管支鏡の視野に上葉枝がわずかに見えたら留める。側孔の近位と上葉口の遠位が少し重なる程度が適正位置である。初めから側孔と上葉口がピッタリ合ってると術中に中枢側に引き抜かれて上葉口が閉塞することがある。【写真6】

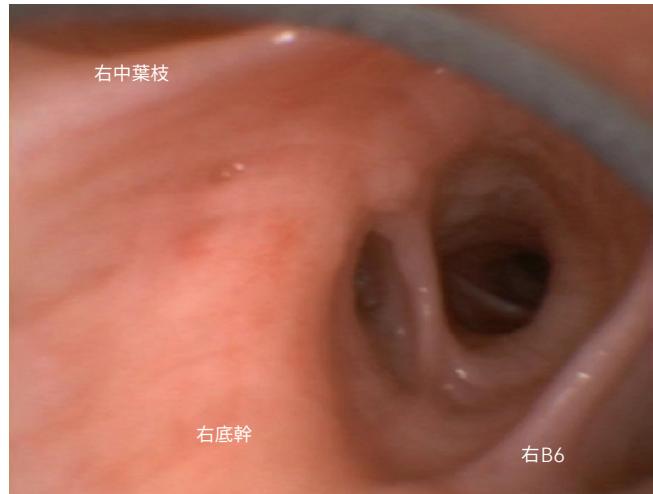


写真4 右用DLTのBronchial lumen先端からみた風景

中葉枝直上で留めたところ。

膜様部を6時とすると中葉枝は9-11時方向。

その直後にB6は2-4時方向に分岐する。



写真5 右用DLTのBronchial lumen先端からみた風景

写真4より少し引き戻した風景。



写真6 右用DLTのBronchial lumen側孔からみた上葉枝



(3)

Bronchial lumenから位置を調整した後、Tracheal lumen（左側）から観察し分岐部からどのくらい遠位に青カフが留置されているかを視覚的に覚える。（この距離は患者の解剖によって異なる。距離を把握しておけば術中DLTがズレた時に直しやすい）【写真7】



写真7 右用DLT Tracheal lumenから見たcarina

この患者では上葉枝と側孔との位置関係から、blue cuffは深め。深さは右上葉枝分岐の高さに依存する。

(4)

位置決めを目的とした聴診は不要。カフに空気を大量に入れてもリークがあり、上葉気管支が近位過ぎて分離換気できない場合には、仰臥位の時点でサイズアップや他のチューブの選択（左DLTやSLT+BB）を考える。

(5)

テープの固定は左用同様。

(6)

側臥位にしてからもう一度気管支鏡を用いて今度はTracheal lumen ⇒ Bronchialの順序で確かめる。Trachealから見て適正位置より深くなっているのか浅くなっているのか見当をつける。そのうえでBronchial lumenの側孔から見て適正位置に合わせる（前述）。最後にもう一度Tracheal lumenから青カフと分岐部との位置関係を視覚的に記憶する。

(7)

術中の換気設定は左同様。PCVでの換気量の減少がDLTの位置異常（右上葉枝との）を反映するので、右用DLTでは特に有用である。右用DLTを使用する症例は左術野で、右下側臥位なのでずれにくく、正しい初期留置さえ行なっておけば術中に留置位置を直すことはほとんどない。

6. DLT with McGRATH™ MAC

(1) 挿管困難

DLTとMcGRATH MACの組み合わせで一番初めに思い浮かぶのは、挿管困難症例である。McGRATH MACの登場で、DLTの挿管困難例は減少したように感じる。McGRATH MACでも困難な場合には、気管支鏡でDLTを直接挿管してしまう方法がある。予期せぬ挿管困難ではすでに筋弛緩薬が投与されているので、介助者の下顎拳上の技術が重要である。口腔内吸引も重要である。ファイバー挿管自体は慣れてしまえばさほど難しい手技ではない。現在は気管支鏡なしでDLTを使用する施設はほとんどないので、DLTのファイバー挿管は慣れておくと便利な手技である（新たな物品を用意する必要がない）。Thoracic anesthesiaの成書でも紹介されているので参考にされたい¹⁸⁾。ただし、DLTと共に用いる細径気管支鏡は故障しやすいので、行う場合には細心の注意を要する。

(2) DLT⇒SLTの入れ替え

DLTからSLTの入れ替えにDLT用チューブエクスチェンジャー（TE）が便利である。DLT専用のものが好ましい。しかし、SLTの先端が声門を通過しづらい症例で、TEごと跳ねられて食道に入ってしまうことがある。McGRATH MACを併用することで、TEガイド下にSLTが声門を通過する様子を複数人で視認することができるのでそのような心配がなくなった。DLTとMcGRATH MACの相性は、TEを組み合わせるとさらに改善する。

7. 最後に

呼吸器外科手術の麻酔において、麻酔科医の責任は大きい。良い術野を提供するためには完璧なairway managementが求められる。その基本はDLTによる分離肺換気である。どんな症例でも対応できるよう、適切で確実なDLTの使用法を習得されたい。

左用DLTからの風景 (図1~4)



図1 左用DLTのBronchial lumen先端からみた風景
Secondary carina. 深く入りすぎると下葉換気になる。



図4-1 左用DLTのTracheal lumenから見た右主気管支



図2 bronchial lumenの内腔からcarinaは見える

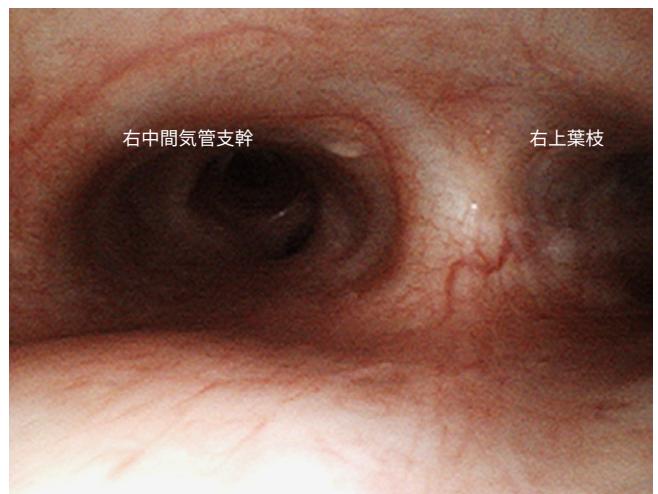


図4-2 左用DLTのTracheal lumenから見た右中間気管支幹と右上葉枝

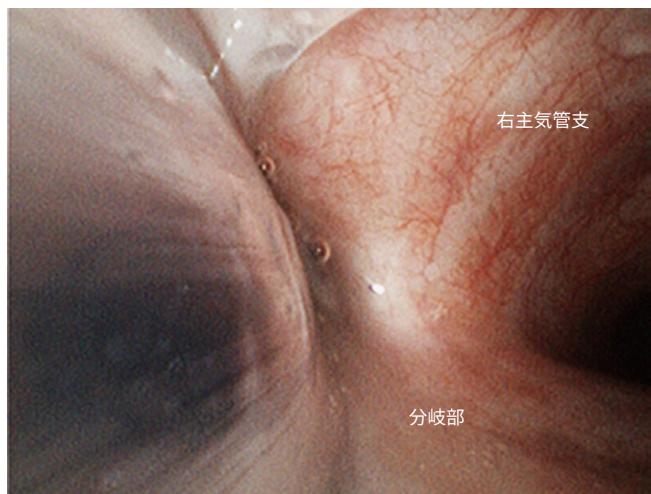


図3 左用DLTのTracheal lumenから見た風景
気管分岐部からBule cuffが見えなくともよい。

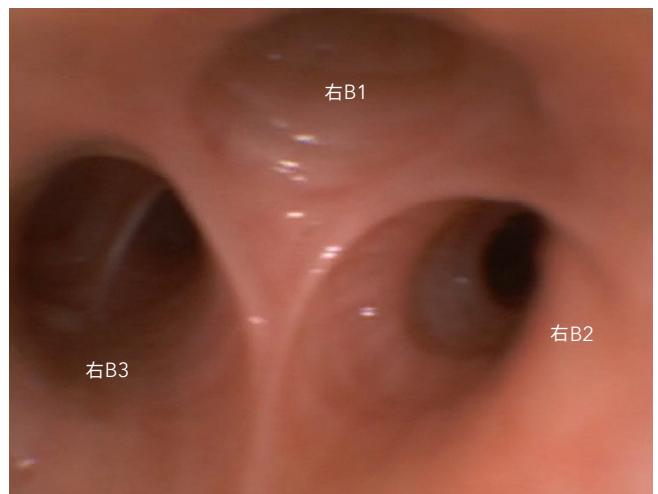


図4-3 右上葉枝
上葉枝は3分岐なことが多い。

右用DLTからの風景(図5~8)

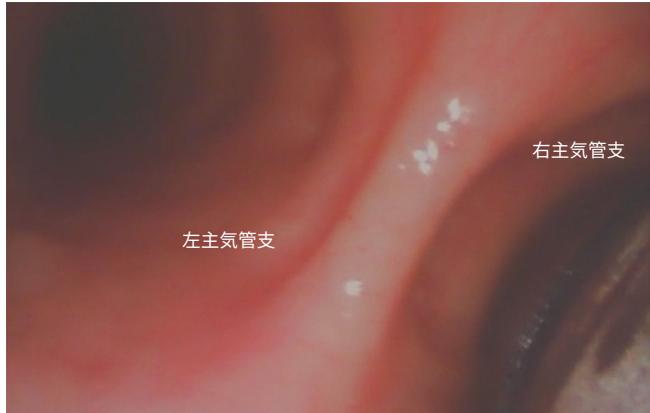


図5 右用DLTのTracheal lumenから見たcarina
この患者では分岐部から見えるblue cuffは深め。
深さは個人の右上葉枝分岐の高さに依存する。

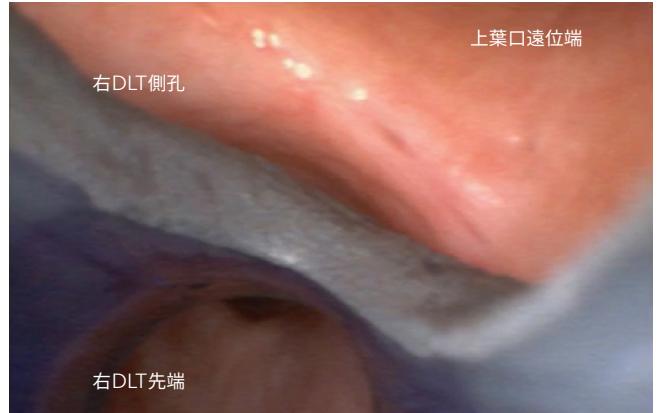


図8 右用DLTのBronchial lumen側孔からみた上葉枝

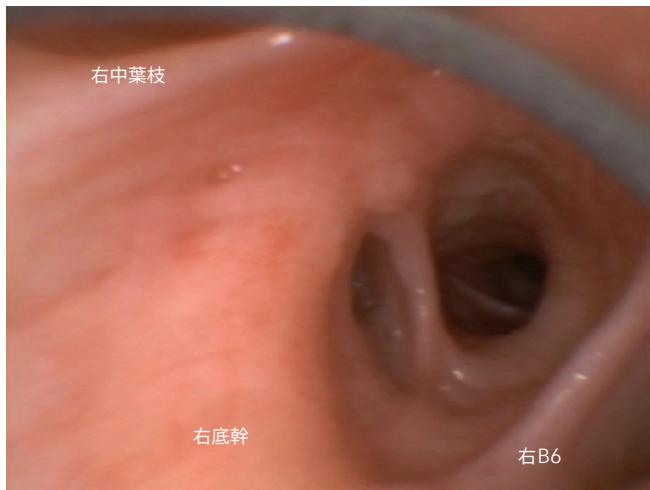


図6 右用DLTのBronchial lumen先端からみた風景
中葉枝直上で留めたところ。背中を6時とすると中葉枝は9-11時方向。
その後にB6は2-4時方向に分岐する。

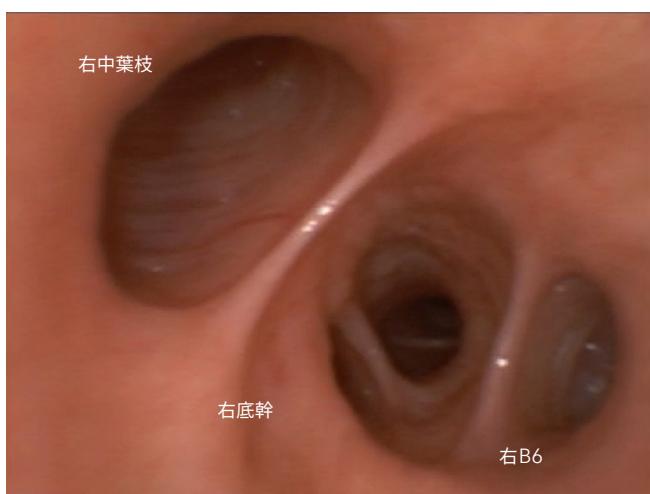


図7 右用DLTのBronchial lumen先端からみた風景
図6より少し引き戻した風景



References

- 1) Kim H, Kim HK, Choi YH, Lim SH. Thoracoscopic bleb resection using two-lung ventilation anesthesia with low tidal volume for primary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 2009; 87: 880-5. (PMID: 19231412)
- 2) Brodsky JB, Lemmens HJ. Tracheal width and leftdouble-lumen tube size: a formula to estimate left-bronchial width. *J Clin Anesth* 2005 Jun; 17(4): 267-70.
- 3) Sivalingam P1, Tio R. Tension pneumothorax, pneumomediastinum, pneumoperitoneum, and subcutaneous emphysema in a 15-year-old Chinese girl after a double-lumen tube intubation and one-lung ventilation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1999 Jun;13 (3):312-5.
- 4) Boucek CD1, Landreneau R, Freeman JA, Strollo D, Bircher NG. A comparison of techniques for placement of double-lumen endobronchial tubes. *J Clin Anesth*. 1998 Nov;10(7):557-60.
Javier Compos. Chapter 16 Lung isolation. Slinger P Ed., *Principles and practice of anesthesia for thoracic surgery*: Springer; 2011. pp 227-46
- 5) CAN J ANAESTH 1992 / 39:7 / pp 687-90
- 6) Klein U1, Karzai W, Bloos F, Wohlfarth M, Gottschall R, Fritz H, Gugel M, Seifert A. Role of fiberoptic bronchoscopy in conjunction with the use of double-lumen tubes for thoracic anesthesia: a prospective study. *Anesthesiology*. 1998 Feb;88(2):346-50.
- 7) 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* 30: 961-966, 2016
- 8) Javier Compos. Chapter 17 Lung Isolation in patients with difficult airways, Peter Slinger Editor, *Principles and practice of anesthesia for thoracic surgery*: Springer; 2011. pp247-58

販売名 プロンコ・キャス気管支内チューブ

医療機器承認番号 15700BZY00006000

販売名 McGRAH MACビデオ喉頭鏡

医療機器認証番号 224AABZX00112000

製造販売元 コヴィディエンジャパン株式会社

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

© 2018, 2022 Medtronic. Medtronic及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。
TMを付記した商標は、Medtronic companyの商標です。

Medtronic

お問い合わせ先

コヴィディエンジャパン株式会社

Tel:0120-998-971
medtronic.co.jp

mt-prqu(55)2302
RMS_2022_1200-A-1