

# 1 胸部の解剖

はじめに

- 麻酔を安全かつ効果的に行うためには適切な呼吸および循環管理が必須となる。胸部手術の麻酔の留意点のひとつに、気道、肺、心臓、大血管を含む胸腔内や縦隔に手術操作が及ぶという点が挙げられる。胸部以外の周術期管理においては、心臓や肺に直接的な侵襲が加わらないため、本来の心肺機能を活かすことができる場合が多い。しかし、胸部手術では肺そのものが術野になるだけでなく、肺や心臓が圧迫される場合があり、呼吸および循環管理に制限が加わることが多い。加えて合併症により術前から心機能・呼吸機能が低下している場合、術中や術後の呼吸循環管理が困難となる場合がある。胸部の解剖を理解することは、こういった胸部手術に特有の問題点に対処するために必要である。
- 胸部手術の麻酔において重要な解剖学的構造物として下気道・肺・縦隔・胸郭・呼吸筋などが挙げられる。
- 胸部手術の術野を確保するための分離肺換気や、気道狭窄や前縦隔の占拠性病変などにおける特殊な気道管理を適切に行うため、下気道の解剖を理解する。
- 肺切除の際、切除区域以外の気管支が閉塞していないかどうかの確認が必要となる場合があり、気管支鏡によるリアルタイムでの観察を円滑に行うため、肺区域の位置関係や気管支分岐を理解する。
- 呼吸生理を理解するため、呼吸筋・胸郭の解剖を理解する。
- 胸部手術での心臓・大血管の圧迫による循環虚脱、反回神経麻痺、横隔神経麻痺などの合併症を予測・対処するため縦隔内の構造物について理解する。

## Overview

- 気管は成人では第6頸椎から始まり、第6胸椎レベルで分岐する。気管軟骨は全周性ではなく馬蹄形(U字型)であり、気管後壁は膜性壁となっている。
- 右主気管支は左主気管支に比べて太く、短く、気管との角度差が少ない。右上葉枝には分岐異常がしばしば認められる。気管支後面から最初に分岐するのは左右ともに上下葉枝である。
- 下気道のうち、ガス交換に関わっているのは呼吸細気管支から末梢の部分のみであり、それより中樞側では換気はされてもガス交換は行われない解剖学的死腔である。
- 肺の血流は肺循環と気管支循環による二重支配を受けている。前者は肺胞におけるガス交換を、後者は主に組織の栄養を担っている。
- 中腋窩線から背側では、肋間神経および肋間動静脈は肋骨下縁を走行しているが、より腹側では肋骨の上下縁ともに走行する。
- 吸気において、肺実質が能動的に拡張しているわけではなく、吸気筋が胸郭の容積を増大させることで行われる。呼吸には横隔膜と肋間筋などの呼吸筋だけでなく、腹筋群、頸部の筋群も呼吸補助筋として関与している。
- 前縦隔は気管の腹側かつ気管分岐部付近から遠位側にある。
- 縦隔内には気管、食道、心臓、大血管だけでなく、胸管、左右反回神経、横隔神経が走行している。

## 胸郭(図4)

- 胸郭を構成する骨は、胸骨、胸椎、肋骨である。肋骨は背側で胸椎の肋骨窩および横突肋骨窩と関節を形成しており(それぞれ肋椎関節、肋横突関節)、腹側では胸骨と関節を形成している(胸肋関節)。第7肋軟骨は胸骨と結合する最下位の肋軟骨で、第8~10肋軟骨とともに肋骨弓を形成している。第11および12肋骨は浮遊肋と呼ばれ、胸骨とは連結していない。
- 肋間の筋群は外肋間筋、内肋間筋、最内肋間筋で構成され、肋骨下縁の肋間溝において内肋間筋と最内肋間筋の間に肋間動静脈および肋間神経が走行している。肋間動静脈および肋間神経(第1~6)は中腋窩線付近で分岐し、側副枝(外側皮枝)が直下の肋骨上縁に沿って走行している。

### MEMO

肋間神経および肋間動静脈は中腋窩線より背側では肋骨下縁を走行しているが、中腋窩線より腹側では側副枝が肋骨の上下縁を走行する。肋間神経ブロックや胸腔ドレーン挿入の際はこのことに留意すべきである。

## 呼吸筋

- 呼吸において吸気時に肺実質そのものが能動的に拡張しているわけではなく、横隔膜や頸部・胸壁および腹壁の呼吸筋が胸郭の容積を変化させることで行われる(図4)。
- 吸気筋とその支配神経には、横隔膜(C3-5)、胸鎖乳突筋(第XI脳神経、C2-3)、前斜角筋(C4-6)、中斜角筋(C3-8)、後斜角筋(C6-8)、僧帽筋(第XI脳神経、C2-4)、外肋間筋(T1-11)、傍胸骨肋間筋(T1-7)がある(図5)。小胸筋、前鋸筋も肋骨を挙上するため吸気筋と言える。
- 呼気筋とその支配神経には、腹直筋(T7-12)、外腹斜筋(T7-12)、内腹斜筋(T7-L1)、腹横筋(T7-L1)。内肋間筋(T1-11)、最内肋間筋(T1-11)、胸横筋(T2-6)がある(図5)。

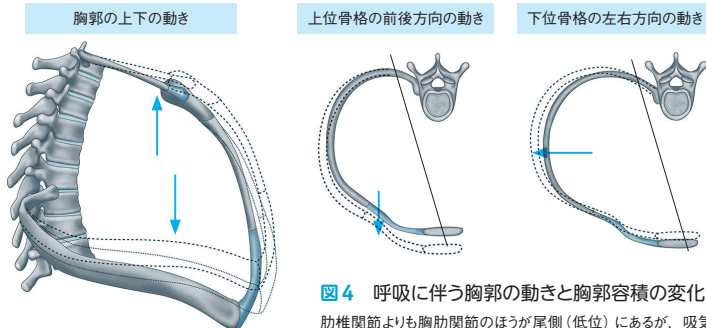


図4 呼吸に伴う胸郭の動きと胸郭容積の変化

肋椎関節よりも胸肋関節のほうが尾側（低位）にあるが、吸気時には胸郭の挙上によりその差が小さくなり、胸骨と脊椎の距離が長くなるため、胸郭容積の増大に寄与している。また、吸気時に胸郭は前後、左右方向にも拡大する。

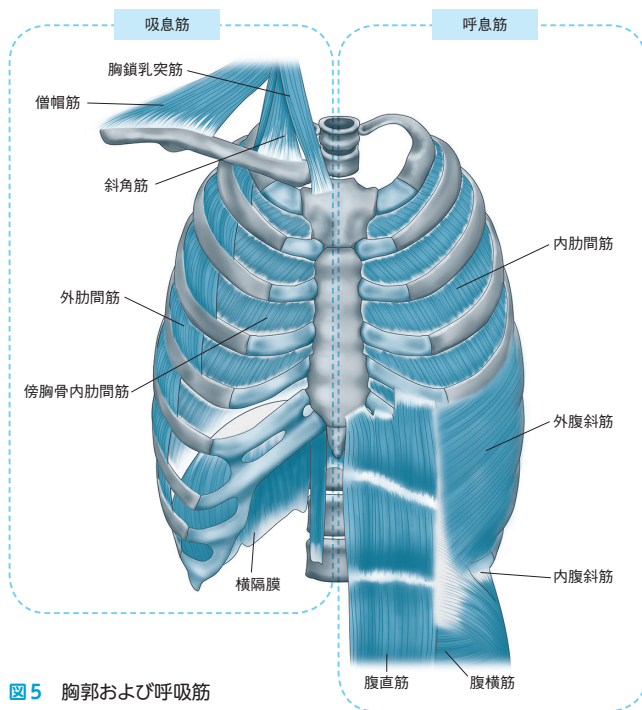


図5 胸郭および呼吸筋

## 5

# 気管支ブロッカーの 構造と使用法

### Overview

- 気管支ブロッカー (EBB) とは細いシャフトの先にカフがついたデバイスで、標準的な気管内チューブと組み合わせることで分離肺換気 (OLV) を可能とする。
- OLVの第一選択はダブルルーメンチューブ (DLT) となることが多いが、特定の状況において、EBBを用いることがある<sup>1)</sup>。
  - 困難気道のため、DLT挿管が困難
  - シングルルーメンチューブで管理中に急遽、OLVが必要
  - 小児や体格の小さい患者でDLTを挿管できない
  - 呼吸機能の予備力に乏しく、選択的な肺葉ブロックを要する

### はじめに

- ダブルルーメンチューブ (DLT) と気管支ブロッカー (EBB) を比較した際のメリット・デメリットを表1にまとめた。状況に応じて、DLTとEBBのどちらでも使えるよう、その使用法について熟知しておく必要がある。

### 気管支ブロッカーの構造

- 代表的なEBBの構造を図1に示す。各社、製品によって若干の仕様の差異はあるが、おおまかな構造は同様である。EBBの先端にはカフがあり、パイロットバルーンからエアを注入することでカフが膨らみ気管支を閉塞させる。シャフトは中空となっており、吸引ポートから非換気側の肺を脱気させることができる。また、シャフトには挿管チューブと接続させるためのコネクタがついている。コネクタには気管支鏡挿入用ポートがあり、換気をしながらEBBの位置調節を行うことができる。

表1 ダブルルーメンチューブと気管支ブロッカーのメリットとデメリット

	メリット	デメリット
ダブルルーメンチューブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 良位置への留置が気管支ブロッカーより容易</li> <li>• 位置の調整をほとんど要しない</li> <li>• 分離側を気管支鏡で観察できる</li> <li>• 分離側の分泌物の吸引が容易</li> <li>• CPAPを容易にかけられる</li> <li>• 気管支鏡がなくても留置することは可能</li> <li>• 分離側を左右簡単に切り替えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• サイズについて検討・選択する必要がある</li> <li>• 困難気道患者では挿管が非常に困難</li> <li>• 術後の人工呼吸には不向き</li> <li>• 咽喉頭・気管を損傷する恐れ</li> </ul>
気管支ブロッカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• サイズ選択が問題となることがほとんどない</li> <li>• 標準的な気管内チューブに容易に追加できる</li> <li>• 気管切開チューブに併用することもできる</li> <li>• 術後の人工呼吸器管理の際にチューブの入れ替えが不要</li> <li>• 留置中や位置の調整中も換気が可能</li> <li>• 困難気道患者でもダブルルーメンチューブより留置しやすい</li> <li>• 小児でも使用できる</li> <li>• 選択的に肺葉をブロックできる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 留置位置の調整に時間がかかる</li> <li>• 位置の再調整を必要とすることが多い</li> <li>• 留置に気管支鏡が不可欠</li> <li>• 分離側を気管支鏡で観察できない</li> <li>• 分離側の分泌物の吸引が困難</li> <li>• 分離側の切り替えに手間がかかる</li> </ul>

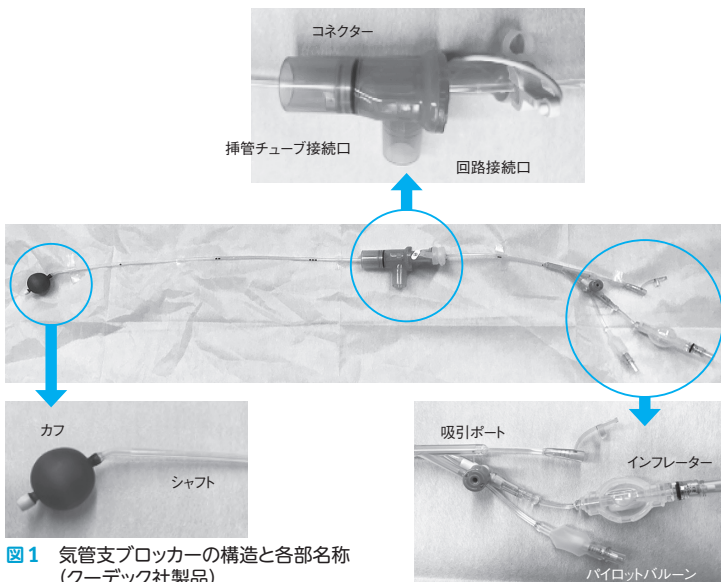


図1 気管支ブロッカーの構造と各部名称 (クワデック社製品)

**MEMO** 気管支ブロッカーの合併症

気管粘膜の損傷や、カフ位置不良による換気不全などが多くみられるが、自動吻合器による気管の切離の際に、気管支ブロッカーのカフより先の先端部分を巻き込んで一緒に切離してしまったという報告もみられる<sup>2, 3)</sup>。気管の切離の際には術者と声を掛け合い、確認していく必要がある。

## 8 膜型人工肺 (ECMO)

### はじめに

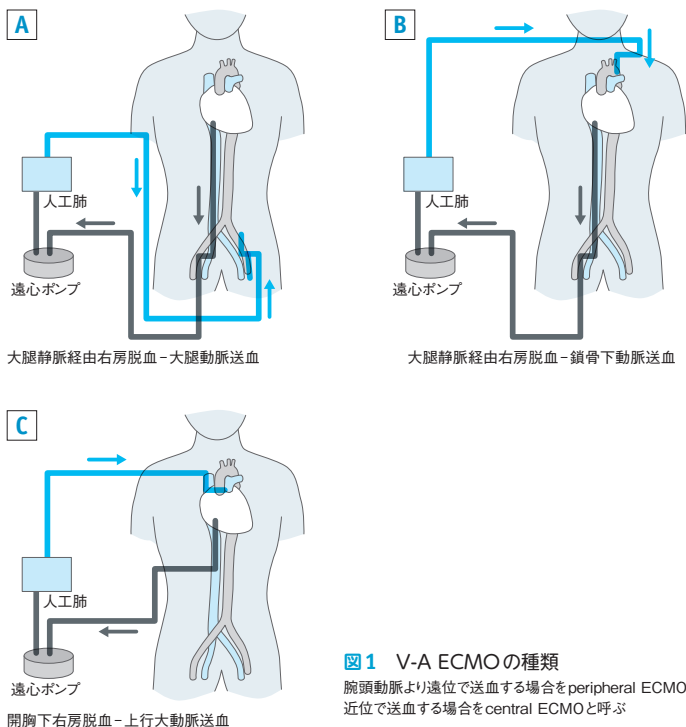
- ECMOとは、循環不全あるいは呼吸不全の患者の臓器補助を目的として施行する体外循環装置である。脱血は静脈より行うが、循環・呼吸補助の場合は動脈送血、呼吸補助の場合は静脈送血を選択する。

### 原理

- 静脈内に留置したカニューレから、血液を体外のポンプに脱血し人工肺でガス交換を行った上で、送血カニューレ経由で体内に戻す体外循環装置である。
- 現在多くのポンプは遠心ポンプを採用しており、一定の回転数で一定の揚程を出す。そのため、送血側の圧が高くなると、流量が出にくくなる特性がある。
- 膜型人工肺は、多孔質膜にシリコンコーティングを施したものや、ポリメチルペンテン製非対称膜の中空糸膜を用いた人工肺部と、加温と冷却を行う熱交換部から構成される。多くは外部灌流方式で、人工肺部で血液の酸素化と二酸化炭素の排出を行う。
- カニューレ、遠心ポンプ、人工肺、回路はそれぞれ血栓予防目的のコーティングが施されている。
- その脱血・送血経路によって、ECMOの実施方法は2通りに大別される。静脈から脱血して、動脈に送血するV-A ECMOと、静脈から脱血し静脈に送血するV-V ECMOである。
- 心補助目的のcardiac ECMOや心肺停止時の体外循環を用いた心肺蘇生法 (Extra-corporeal CPR; ECPR) は必ずV-A ECMOを行う。呼吸補助目的のrespiratory ECMOではV-V ECMOを行うが、循環不全や心補助を要する場合にはV-A ECMOを行う。

## Overview

- ECMOは心肺補助目的のV-A ECMOと、肺補助目的のV-V ECMOに大別される。
- ECMOは送・脱血カニューレ、遠心ポンプ、膜型人工肺で構成され、使用時には抗凝固療法が必要である。
- V-A ECMOは、低酸素の自己拍出血液が冠動脈や頭頸部を灌流する危険があるため、右橈骨動脈血の酸素飽和度をモニターする。
- V-V ECMOで送血を再度脱血するリサーキュレーションを生じる場合、脱血カニューレと送血カニューレが近すぎるので位置調整する。



### 図1 V-A ECMOの種類

腕頭動脈より遠位で送血する場合を peripheral ECMO、  
近位で送血する場合を central ECMO と呼ぶ