

●総 説●

気管切開の適応と方法

内野哲哉・野口隆之

キーワード：気管切開，外科的気管切開，経皮的気管切開

要 旨

外科的気道確保は、長期人工呼吸管理が必要な場合、あるいは上気道閉塞・気道分泌物除去が必要な場合などにしばしば用いられる。外科的気道確保が緊急に必要な状況や喀痰の吸引が主たる目的では輪状甲状膜切開が頻用される。最近の傾向では、経口・経鼻気管挿管中の患者で長期人工呼吸管理が必要な場合において、患者の負担の軽減、または患者ケアの簡便さなどの理由から比較的早期に気管切開を施行する。また、従来の外科的気管切開に加え、各種キットを使用した経皮的気管切開の普及もその傾向を後押ししているといえる。一般的に、経皮的気管切開の方が簡便で迅速に施行できる点で広く使用されており、今後、経皮的気管切開の適応はさらに増加するものと考えられる。しかし、いずれの手法で気管切開を行う場合でも、頸部領域の正確な解剖学的知識に裏打ちされた技術の習得が必要不可欠であるといえる。

気管切開の適応・時期¹⁾

気管切開の適応はおおよそ3つに大別される。長期人工呼吸管理が必要な場合、上気道閉塞、気道分泌物が多い場合である(表1)。しかし、その全てが気管切開の適応症例となるわけではなく、侵襲をとまなう手技であることから適応は慎重であるべきであり、施行の際には十分なインフォームドコンセントが必要であることは言うまでもない。一方で緊急の気道確保が必要な状況において、マスク換気が困難な上、気管挿管も不可能な状態となった場合に経喉頭的気管挿管に拘りすぎてしまい、結果的に低酸素性脳障害などをきたすことは避けるべきである。症例によっては躊躇せず、外科的気道確保の適応を早急に決断し、すばやく施行することが求められる。

上気道閉塞の原因には反回神経麻痺、術後出血・浮腫、咽喉頭の腫瘍、外傷による出血・浮腫、感染症、

気道熱傷、気道異物、先天奇形などがある。直接的な異物除去や気管・口腔内吸引等で対処不可能な場合には気管挿管を試みる。それが不可能な場合は外科的気道確保の適応となる。緊急の外科的気道確保としては輪状甲状膜切開による気道確保が推奨されているが、長期人工呼吸管理には適さない。

気道分泌物や喀痰が多く、自己による喀痰排出が困難な場合には気管吸引カテーテルや気管支ファイバーを用いた気管吸引が有用である。しかし、気道粘膜からの分泌物過多が気管吸引を施行することで対処できる範囲内であれば問題はないが、気道閉塞を頻回に繰り返す状況を呈した場合には気管挿管下の吸引除去が望ましい。一方、近年では気道分泌物は多いものの人工呼吸器からのウィーニングが可能である場合、気管チューブを抜管後に輪状甲状膜切開によるトラヘルパー[®](トップ社)やミニトラックIIキット[®](スミスメディカル社)(図1)などを挿入し気管吸引を行うことが一般的となった。それにも関わらず、気道分泌が多く

大分大学医学部麻酔科学講座

表1 気管切開の適応 (文献1より改変)

| | |
|--------------|--|
| 1. 上気道閉塞 | 喉頭機能障害：反回神経麻痺 口咽喉頭の術後：舌、下咽頭、喉頭の術後出血・浮腫、閉塞性睡眠時無呼吸 咽頭喉頭腫瘍：咽頭癌、喉頭癌、声門部ポリープ 頭頸部外傷：口鼻腔大量出血、下顎骨折、気管切斷、喉頭挫滅・骨折、口腔・咽頭頭浮腫、頸髓損傷 熱傷：気道熱傷、顔面熱傷、瘢痕 喉頭異物：食物・玩具 感染：急性喉頭蓋炎、扁桃周囲炎、扁桃周囲膿瘍、クループ 先天性異常：声門下腔狭窄、声帯麻痺、喉頭軟化症、奇形 舌根沈下：遷延性意識障害 |
| 2. 気道分泌の除去目的 | 高齢者、神経筋疾患患者、重症肺炎患者などで自己による喀痰排出が困難な患者 |
| 3. 長期人工呼吸管理 | 長期人工呼吸管理が必要な患者：神経筋疾患、慢性呼吸不全など 人工呼吸器からのウィーニング困難症例：高齢者、COPD患者など |
| 4. その他 | 経口・経鼻気管挿管が不可能あるいは困難な場合 |

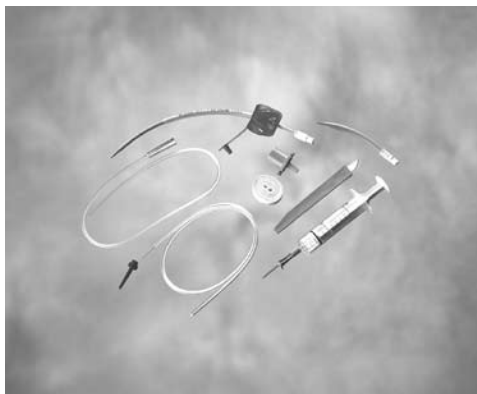


図1 ミニトラックⅡキット

長期にわたり頻回に気管吸引を行う必要があったり、分泌物の気道閉塞が原因である無気肺やそれに伴う低酸素血症をきたしたりする場合には気管切開を考慮しなければならない。

気管挿管により長期人工呼吸管理が予想される場合も気管切開の適応となる。そのタイミングは未だに統一した見解に至っていないのが現状である。気管挿管から気管切開までの期間は平均8～20日と国によってもばらつきがある^{2, 3)}。また患者の状態によってもその期間は変動しうる^{4, 5)}。しかし、経皮的気管切開が導入されたことにより、最近では当施設でも比較的早期に気管切開に移行する傾向がある。気管切開を早期に行うことで、気管挿管による呼吸管理時よりも患者の

表2 気管切開と長期気管挿管の比較 (文献6より改変)

| | 気管切開 | 気管挿管 |
|----------|---------|-----------|
| 手技 | 外科的手技必要 | 麻酔科医には容易 |
| 喉頭・声門 | 影響なし | 影響あり |
| 事故抜去の再挿入 | 少、早期は困難 | 多、再挿管容易 |
| 閉塞 | 少 | 多(長いチューブ) |
| 感染 | 創部に多い | 少 |
| チューブ移動 | 少、早期は困難 | 多(経鼻では少) |
| 安楽度 | 楽 | 苦 |
| 管理 | 一般病棟可 | ICUまたはHCU |
| 合併症(長期) | 少 | 多(2～3週以上) |
| 死腔 | 少 | やや多 |
| 自発呼吸時仕事量 | 少 | 多 |

苦痛・不快感が軽減されるばかりでなく、口腔ケアなどの看護も容易となることが多い(表2)。さらには人工呼吸器関連肺炎(ventilator-associated pneumonia: VAP)の減少、人工呼吸管理期間・ICU滞在期間の短縮、それに伴う経済効果なども指摘されている⁵⁻⁹⁾。

気管切開の禁忌

相対的禁忌として、緊急性が高く輪状甲状膜切開で対応できる場合は、極力そちらで対処する。出血傾向や凝固異常を認める症例では、可能な限り改善をみるまで施行しないことが望ましい。また頸部血腫による気管狭窄に対する気管切開は気管の偏位、浮腫により手技的に困難が予想される。

気管切開と輪状甲状膜切開

非経喉頭的気道確保法には輪状甲状膜切開と気管切開の2つのアプローチがある。どちらも外科的気道確保法であり、体表面より直接下気道へ通じる人工気道ルートを作成するという点では類似している。両者の相違点については表3に示した。輪状甲状膜切開（穿刺）は輪状甲状膜を切開あるいは穿刺し、カニューレや穿刺針を通して換気を行う方法であり、著者らの教室でも報告しているが、緊急時の気道確保として用いられる¹⁰⁾。具体的には、気管挿管の準備が間に合わないか、または準備ができない状況にある場合、CVCI (cannot ventilate, cannot intubate) のようにマスク換気が困難な上気管挿管も不可能な状態の場合、あるいは気道確保が早急に必要であるにも関わらず気管挿管が禁忌・不可能な症例などの場合がそれぞれあげられる。一方、気管分泌物を吸引する目的で使用される場合もある。

非経喉頭的気道確保の方法としては外科的方法と経

表3 輪状甲状膜切開と気管切開の比較 (文献11より改変)

| | 輪状甲状膜切開 | 気管切開 |
|----------|--------------------|---------|
| 適 応 | 短期間使用、緊急時 でCVCI | 長・中期間使用 |
| アクセス経路 | 輪状甲状膜 | 気管壁 |
| 難易度 | やや難 | 難 |
| 確保に必要な時間 | 中 | 長 |
| 患者苦痛 | 小 | 小 |
| 固 定 | 易 | 易 |
| 合併症 | 声門下狭窄、輪状軟 骨骨折 | 出血、気管狭窄 |

CVCI (cannot ventilate, cannot intubate)

皮的方法がある。最近では抜管後の喀痰吸引目的でトラヘルパーやミニトラックIIキット(図1)などの経皮的輪状甲状膜切開用キットがよく用いられる。

気管切開に必要な解剖学

1. 頸部の筋と筋膜の層構造 (図2・3)

円柱状を呈する頸部の内部構造はそのほとんどが筋で占められている。気管切開で頸部内臓にアプローチする際には、筋配置や筋膜の層構造を無視するわけにはいかない。

頸部の両側皮下には皮筋である広頸筋(Platysma)が下顎下縁全域から胸部皮膚真皮に向かって扇状に大きく走行する。広頸筋が起こるオトガイでは、左右の筋束は厚く互いに交叉することで間隙は消失する。しかし、左右の主筋束は外下方に斜走するため甲状軟骨の高さでは正中線上におおよそ2~3cmの筋間隙が出現する。そのため、同部に経皮的気管切開で横切開を加えたとしても、実質的に両側の広頸筋の内側縁に達する切開線は生じ難い。皮下には頸部固有の筋が浅・中・深層筋群として不完全な筋筒をつくっている。すなわち、頸部には体壁の層構造に対比した明確な膜層構造が存在する(図2・3)。広頸筋の深層には頸筋膜浅葉(superficial layer of cervical fasci, 浅頸筋膜)が位置して胸鎖乳突筋(sternocleidomastoid muscle)の前面を覆いながら外頸静脈の表層に達する。背側では、浅葉は僧帽筋(trapezius)を包括し中頸筋膜や深頸筋膜と合一して項靭帯に達する。喉頭周囲では甲状腺峡部前面に接して深頸筋膜気管前葉(pretracheal layer of cervical fascia)が位置する。頸筋膜気管前葉の下方には、正中で気管前筋膜(pretracheal fascia)などの内臓周囲鞘に包まれた甲状腺とそれと隣接する気管が位置する(図3)。左右の舌骨下筋群(胸骨舌骨筋:sternohyoideus、胸骨甲状筋:sternothyroid muscle、甲状舌骨筋:thyroid muscle、肩甲舌骨筋:omohyoid muscle)は、肩甲舌骨筋を除くと浅頸筋膜と中頸筋の筋膜隙に広く発達する。甲状軟骨と輪状軟骨との間隙は、やや段差が生じるため体表から容易に触知することができる。同部には学名(Nomina)のついた大きな血管や神経は分布しない。ただし、皮枝として頸横神経(C3由来)からの細枝が分布する。軟骨間をつなぐ輪状甲状膜(靭帯)の両側には輪状甲状筋が走行する。同膜直下には、正中輪状甲状靭帯とその外

側に弾性円錐からなる輪状甲状膜が縦走する。

2. 気管の構造

気管は輪状軟骨下縁から胸腔内で主気管枝が分岐するまでを示す。管壁の粘膜下組織内には分節的に馬蹄形（U字形）をした気管軟骨（硝子軟骨）が発達しており、Uの字の前方は浅頸筋膜に近接している。管壁

の後方は軟骨性壁が欠損しており膜性壁となっている。膜性壁の粘膜下組織には気管筋（平滑筋）や豊富な弾性線維（内線維弾性膜、inner fibroelastic membrane）が含まれている。膜性壁は食道前面と密着するが、その側方に窪んだ筋膜溝は気管食道溝と呼ばれ、反回神経（下喉頭神経）やリンパ管が走行する通路を提供している（図3、矢印）。

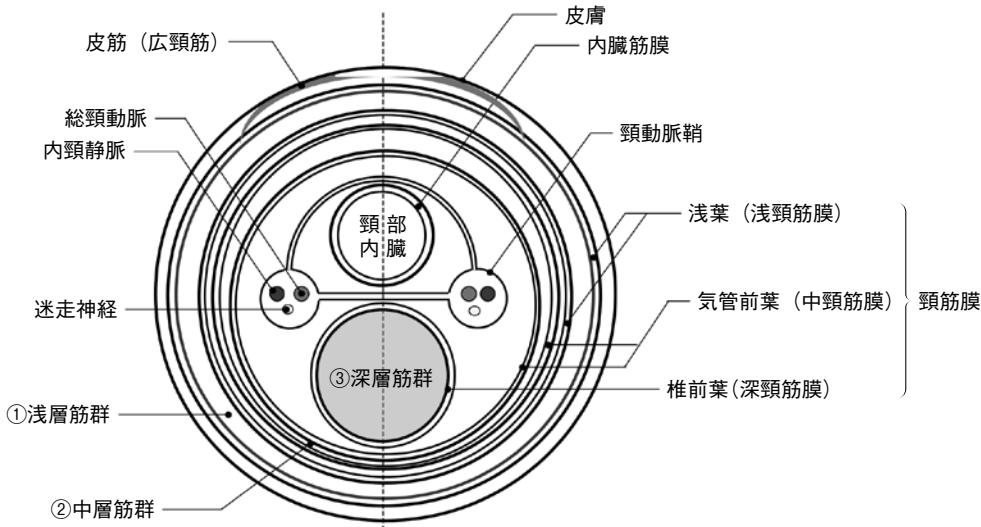


図2 頸部の筋と筋膜の層的基本配置 (模式図)

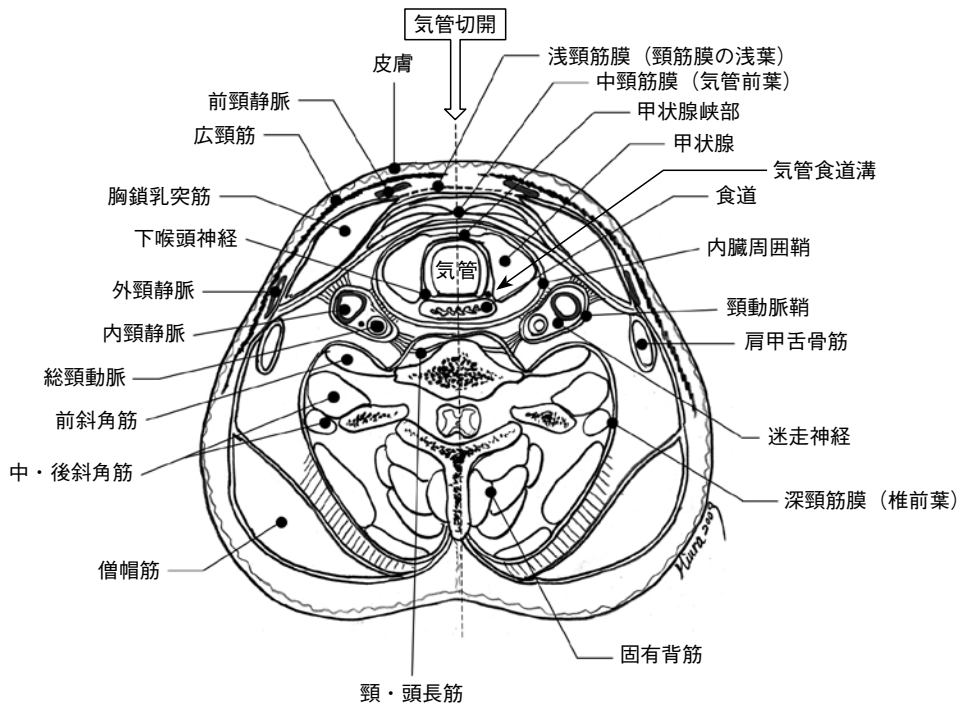


図3 頸部の筋と筋膜の配置 (甲状腺峡部水平断レベル)

3. 甲状腺の血管系 (図4)

甲状腺と胸腺はともに原始口腔上皮に由来する器官である。両者は器官発生の過程に生じる下方移動において密接な関係を有するため、甲状腺と胸腺に分布する動脈どうしは様々な最終形態をとる。その中で上甲状腺動脈は細くても欠如しない安定した動脈である。起始はほとんどが外頸動脈から発し、稀に頸動脈分岐部や総頸動脈から直接起こることもある。例外なく輪状甲状腺動脈も分岐する。下甲状腺動脈は、通常甲状頸動脈から起こり、必ず総頸動脈の背側を走行する。同動脈の欠損は約8%で生じるが、その場合対側の同名動脈が代償して大きく発達する。下喉頭動脈も恒常枝である。最下甲状腺動脈は発生過程で二次的に獲得された甲状腺動脈の破格と考えられている。成人では約4%出現する¹²⁾。ほとんどが腕頭動脈から起始しており、稀に総頸動脈や内胸動脈、または胸腺枝からも起こる。何れの動脈枝も総頸動脈の腹側を走行して最終的に甲状腺の正中線上を走行しやすいので、気管切開では念頭に入れておかなければいけない変異形態の一つである。

前頸静脈は、左右の外頸静脈のあいだに存在する静脈のうちで頸正中静脈を除いた静脈と捉えられている。同静脈には主流と考えられる静脈根が多数出現し、頸筋膜気管前葉上を何度か分枝・下降しながら胸骨切痕上隙の筋膜上で、個体間で発達形態の異なる種々の頸静脈弓を形成する。頸静脈弓は欠如する例が多いことも特徴である。

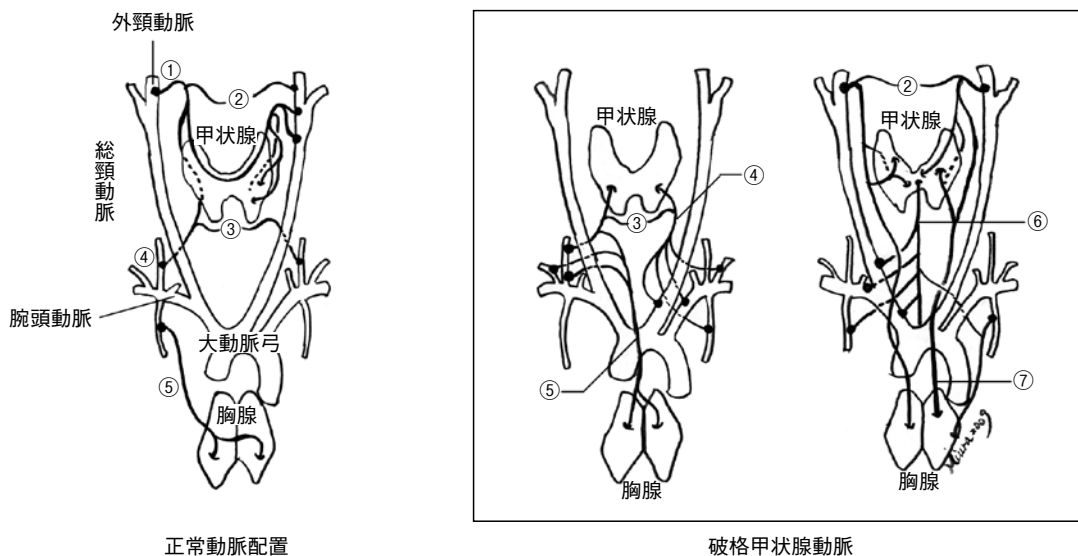


図4 気管切開に必要な甲状腺動脈の正常とその変異形態

①上甲状腺動脈、②上喉頭動脈、③下喉頭動脈、④下甲状腺動脈、⑤下胸腺動脈、⑥最下甲状腺動脈、⑦最上胸腺動脈

気管切開の方法

1. 外科的気管切開 (surgical tracheostomy)

気管切開は甲状腺峡部に対する位置により上・中・下気管切開術に分類されるが、上気管切開は気管狭窄の原因となることがある。一方、下気管切開は気管狭窄こそきたしにくいものの、気管の位置が深い上、気胸や血管損傷の可能性が高い。その為、当施設では甲状腺峡部の処理が必要となるが、中気管切開を行うことが多い。

1) 準備

すでに気管挿管が施行されている場合には、十分な鎮静・鎮痛下に行う。そうでない場合は局所麻酔下での手術となるが、患者の協力が不可欠である。患者は仰臥位で肩枕を置き、頸部伸展位とする。

2) 皮膚切開

頸部を充分消毒し、穴あきドレープをかけた後、局所麻酔を行う。輪状軟骨下縁から1 cm 程度下の位置で胸鎖乳突筋の内側縁を結ぶ線で4～5 cm 横切開する。

3) 気管までのアプローチ

広頸筋を切開した後、浅頸筋膜を露出し正中で縦切開する。筋鉤で浅頸筋膜を左右に広げると中頸筋膜が露出する。その上に前頸静脈が走行する。必要であれば結紮処理する。中頸筋膜を正中で縦切開し、左右に広げると胸骨舌骨筋および胸骨甲状筋が見える。左右

の胸骨舌骨筋間の白線を切開し、左右に広げる(図5)。胸骨甲状筋も同様に剥離すると、気管前筋膜が露出される。その正中を縦に電気メスで切開し、左右に牽引すると甲状腺峡部と気管が露出する(図6)。ここまですら頻回に気管を触知しながら施行し、常に気管を正中に捕らえ続けることが肝要である。それから甲状腺と気管壁を剥離、気管壁を露出した後、甲状腺峡部を切断・結紮する。

4) 気管切開

気管は2～3気管輪間を横切開した後、逆U字型に開窓する。それから気管の開窓部と下方の皮膚とを2～3カ所縫合する。

5) 閉創

術後皮下気腫、感染の原因やチューブ交換困難となることを予防するため、軽めに縫合する。

6) 気管チューブの挿入と固定

潤滑用のゼリーを塗布した気管切開チューブを挿入



図5 前頸筋と甲状腺

胸骨舌骨筋を左右に広げたところ。下に甲状腺が見える



図6 気管

気管を露出したところ

(図5・6はともに大分大学耳鼻咽喉科学講座 野田謙二先生提供)

する。その際、気管挿管がなされていた場合には、完全に抜管してしまわないように注意しながら気管切開部より口側へ抜去する必要がある。

2. 経皮的気管切開 (percutaneous tracheostomy)

1985年にCiagliaがダイレーターを用いるセルジンガー法を利用した経皮的気管切開を開発してから経皮的気管切開キットが広く普及してきている。外科的気管切開術と比較して感染や施行時の出血などの合併症が少ない上¹³⁾、その施行時間も有意に短いことから当施設においても経皮的気管切開セットを用いた気管切開を行う機会が増えている。

経皮的気管切開はいずれもセルジンガー法を応用したものであり、Ciaglia法とGriggs法とに大別される。Ciaglia法は穿刺口の拡張にダイレーターを用いる方法であり、チャリアブルーライン®(クックメディカル社)やネオパーク®(タイコヘルスケア社)(図7)などがある。Griggs法は特殊鉗子を用いる方法であり、パーキュティニアス・トラキオストミー・キット®(スミスメディカル社)がある。

1) Ciaglia法

ここでは特殊な2次ダイレーターを用いるネオパークを例に経口気管挿管から気管切開に移行する方法を述べる。

- ①鎮静薬、鎮痛薬、必要であれば筋弛緩薬を投与し、100%酸素投与下で換気を行う。切開後の止血に電気メスを用いる際は十分注意が必要である。
- ②患者の肩下に枕を入れ、頭頸部を伸展させる。
- ③SWIVEL Yコネクターなどを通し、気管チューブ



図7 ネオパーク(上気道用気管切開キット)

内に気管支ファイバースコープを挿入し直視下に声門直下まで気管チューブを抜いておく。

- ④甲状軟骨、輪状軟骨、胸骨頸切痕、気管特に第1～2あるいは第2～3気管軟骨間などを十分確認後、術野を想定し消毒を行い、穴あきドレープを被せる。
- ⑤第1～2あるいは第2～3気管軟骨間の正中部の皮膚に局所浸潤麻酔を行う。その際気管内まで穿刺し、空気の逆流を確認しておく（図8-1）。

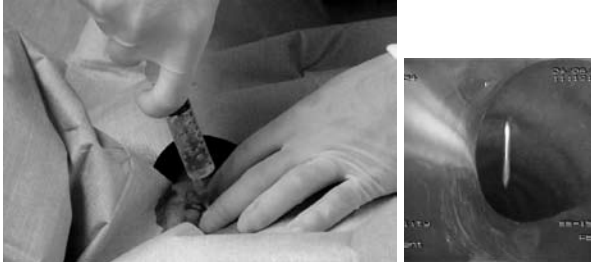


図8-1 局所浸潤麻酔

穿刺針が気管内に到達し、空気の逆流を認める。
(右は気管支ファイバースコープからの画像)

- ⑥気管切開チューブの外径より少し長めに横あるいは縦切開し、鉗子などで気管前組織を鈍的に剥離し、気管前壁を触知、解剖学的位置を確認する。その際、必要であれば十分に止血を行う（図8-2、3）。



図8-2 皮膚切開



図8-3 鉗子による剥離

- ⑦気管支ファイバースコープで気管内を確認しながら、生理的食塩水を入れたシリンジを接続した留置針で気管前壁を穿刺、空気が吸引できることを確認

した後カニューレを留置する（図8-4）。



図8-4 気管前壁の穿刺

- ⑧カニューレからガイドワイヤーを挿入した後、カニューレを抜去する（図8-5）。

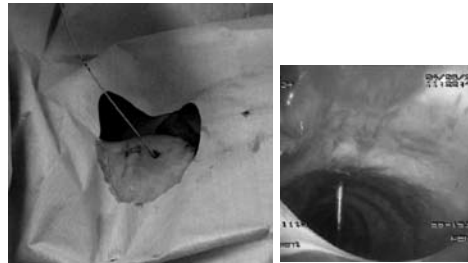


図8-5 ガイドワイヤーの挿入

- ⑨1次ダイレーターにガイドワイヤーを通して挿入し、穿刺孔を拡張する（図8-6）。

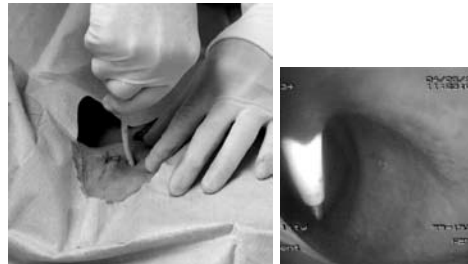


図8-6 1次ダイレーターの挿入

- ⑩2次ダイレーターをガイディングカテーテルと共に挿入し、穿刺孔をさらに拡張する（図8-7）。

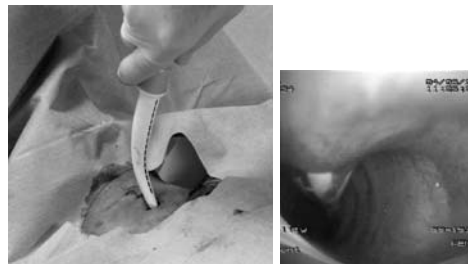


図8-7 2次ダイレーターの挿入

- ⑪ オブチュレーターとガイディングカテーテルを通した気管切開チューブにガイドワイヤーを通して気管内に挿入する (図 8-8)。

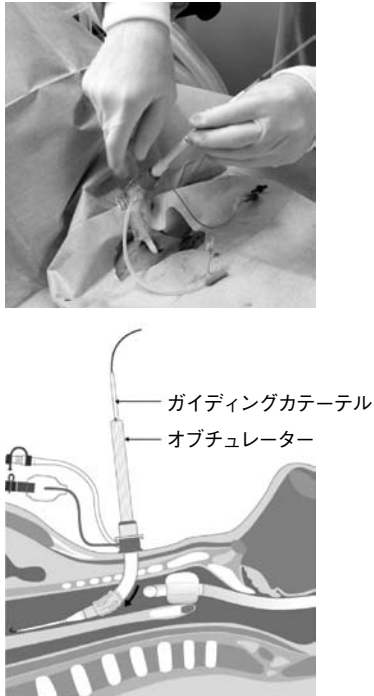


図 8-8 気管切開チューブの挿入

- ⑫ 気管切開チューブのみを残しカフを膨らませた後、換気を確認する。
 ⑬ 換気可能であれば、気管チューブを抜去する。
 ⑭ 気管切開チューブを皮膚に針糸で固定する (図 8-9)。

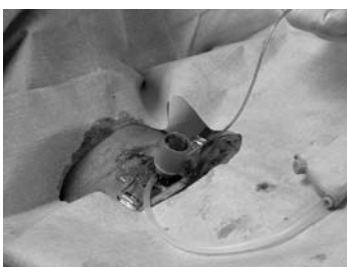


図 8-9 気管切開チューブの留置

- ⑮ 施行後、胸部レントゲン撮影を行い、気管切開チューブの位置、合併症の有無を確認する。

2) Griggs 法

本法ではガイドワイヤーを通すことが可能な特殊鉗子 (ガイドワイヤー・ダイレーティング鉗子) を用いて穿刺口を拡張する。

Ciaglia 法との違いは皮膚切開を 1.5 ~ 2.0cm の横切

開を行う点と、気管内で特殊鉗子の邪魔にならない様にカフが声門直上に位置するところで気管チューブを固定しなければならない点である。また、ダイレーター抜去後、特殊鉗子をダイレーターを通して気管内まで挿入した後、気管の走行と直角・平行方向に充分拡張する必要がある。充分拡張しておかなければ、気管内へ気管切開チューブを挿入しづらくなるが、一方で拡張しすぎると気管損傷を生じる可能性がある。

Ciaglia 法と Griggs 法の比較において、施行時間に有意差はないとされる^{13, 14)}。合併症に関しては、Griggs 法で 26 例中低酸素血症 2 例、少量出血 1 例、感染 1 例、不成功 3 例 (計 7 例 26%)、一方 Ciaglia 法で 27 例中少量出血を 2 例 (7.4%) 認めたが、発生件数には有意差を認めなかったとする Anon らの報告 ($p = 0.07$)¹⁴⁾ や、Ciaglia 法で PAP (peak airway pressure) の上昇、輪状軟骨骨折などの合併症が有意に発生したとする一方で Griggs 法では出血、気管切開チューブ挿入困難が有意にみられたとする Ambesh らの報告がある (表 4)¹⁵⁾。

気管切開による合併症

待機的気管切開は手術室で行うことが一般的であったが、最近では、経皮的気管切開の確立に伴い ICU や病棟処置室で気管切開を施行する機会が増えてきた。気管切開が計画される患者は呼吸状態不良であるのみならず、高度侵襲手術後、敗血症、多発外傷など重症患者であることが多い。また、緊急性が高い場合や劣悪な環境での施行を要求される場合もあり、当然ながら合併症の頻度は高くなると予想される。

気管切開の合併症頻度は技術的な問題、方法、患者特性、患者の状態などで変わってくる。現在までに様々な合併症が報告されているが、その発生時期により術中、術後早期、術後晩期に大まかに分類することが可能である (表 5)^{16, 17)}。

1. 術中合併症

外科的な手技の問題から発生することもあるが、体位がうまくとれない、肥満、体動、頸部血腫・腫瘍の存在など患者側の要因などに起因することもある。

術中の少出血はガーゼパッキングや気管切開チューブのカフを膨らませることでコントロール可能であることが多い。出血が多い場合はパッキング等のみでは

対処できず窒息、貧血などの原因となる可能性があるため確実な止血が不可欠である。
皮下気腫や気胸はパッキングや気切口を強固に縫合

した状態での陽圧換気や咳などが原因で起きやすい。気管切開施行後は確認のため胸部レントゲン撮影を行う必要がある。

表4 Ciaglia法とGriggs法との比較 (文献15より改変)

| | Ciaglia法 (n = 30) | Griggs法 (n = 30) | 有意差 |
|-----------------------|-------------------|------------------|-----|
| 平均施行時間 (分) | 7.5 (5 ~ 16) | 6.5 (3 ~ 15) | なし |
| 気管チューブの穿刺 | 2 | 3 | なし |
| 最高気道内圧の上昇 | 16.5 ± 5 | 6 ± 2.5 | あり |
| 低血圧、不整脈 | 2 | — | なし |
| カニューレ挿入困難 | 2 | 9 | あり |
| 出血 (11 ~ 50ml) | 1 | 5 | あり |
| 気腫 | — | 3 | なし |
| 気胸 | 1 | — | なし |
| 気管口の過大拡張 | — | 7 | あり |
| 48時間以内の偶発的なカニューレ抜去 | — | 1 | なし |
| 気管粘膜裂傷、擦過傷 | 2 | 3 | なし |
| 輪状軟骨、気管軟骨骨折 | 9 | — | あり |
| カニューレ抜去後8週間で気管異常、声の変性 | 3 | — | なし |

P < 0.05 有意差あり

表5 気管切開による合併症 (文献16より改変)

| 術中 | 早期 | 晚期 |
|---|---|--|
| 出血 気胸 気縦隔 皮下気腫 無気肺 気管後壁の損傷 反回神経損傷 輪状軟骨・気管軟骨の骨折 ガイドワイヤの誤挿入や消失 気管外への誤挿入 挿管チューブの抜去 気管切開チューブの挿入不可 換気不能、低酸素血症 誤嚥 心肺状態の悪化 | 出血 気管切開部位の感染 肺炎 縦隔炎 敗血症 気管切開チューブの挿入困難、誤挿入、閉塞 | 声帯機能不全 嚥下障害 喉頭浮腫 声門下狭窄 気管軟化症 気管食道瘻 肉芽形成 創傷治癒遅延 瘢痕形成 気管腕頭動脈瘻 |

2. 術後早期合併症

出血のほか感染やそれに伴う肺炎、縦隔炎などがある。

気管切開チューブの交換や抜管時に気管切開チューブの再挿入困難や誤挿入が起こりうる。特に経皮的気管切開施行の場合、気切口が小さいことが多く注意が必要である。また気管切開チューブの閉塞は血液や気管分泌物が原因で起こりうる。

吸引で改善しない場合はインナーカニューラや気管切開チューブそのものの交換が必要である。

3. 術後晚期合併症

気管狭窄は虚血、びらんなどが原因で約1～2%の確率で起こる¹⁶⁾。高圧カフや硬いチューブ、膨らませすぎたカフによる気管へのダメージもその要因となる。気切口、カフの接触部位、チューブの先端がその好発部位である。

その他、長期留置による肉芽形成、気管食道瘻、瘢痕形成などが起こりうる。

外科的気管切開と経皮的気管切開

気管切開施行に際し、従来の外科的方法で行うか、キットを用いた経皮的気管切開を行うかには明確な基準はない。経皮的気管切開は基本的に緊急気道確保、出血傾向、甲状腺肥大、穿刺部位の感染・腫瘍・手術既往、小児、短頸肥満などにより解剖が分かりにくいなどが禁忌とされているため、その場合には外科的気管切開を考慮しなければならない。いずれにせよ、どちらの手技、あるいはどのキットを用いた経皮的気管切開を行うかは患者の状態や状況、あるいは施行者の手技的な習熟度や慣れなどにも依存する。

過去に外科的気管切開と経皮的気管切開を比較した報告がなされている。施行場所、使用キット、施行者の習熟度などが統一されていないことから、未だにどちらも甲乙つけがたい。Holdgaard や Stoeckli らの報告にみられるように施行時間や術後出血、感染の発生率については経皮的気管切開の方が優位であるとする報告が多い^{18, 19)}。しかし、一方で経皮気管切開の方が術中の合併症が多いとする報告もある^{20, 21)}。そのひとつに気管切開チューブ挿入困難や誤挿入があげられる。経皮的気管切開で作成される気切口は小さめであることに加え、挿入用ダイレーターと気管切開の段

差が要因となり気管切開チューブを挿入する際の抵抗や挿入困難が生じやすい。また気切口が小さいことは抜管後や入れ替えの際の再挿入を難しくする原因にもなりうる。

Kollig らは経皮的気管切開の際、気管チューブから通した気管支ファイバー下に気管穿刺、ダイレーター・気管切開チューブの挿入の様子を観察することで気管後壁の損傷や気管外挿入などの合併症を防ぐことが可能であるとしている²²⁾。我々も経皮的気管切開の際には、可能な限り気管支ファイバーによる観察下での経皮的気管切開を行っているが、カフや気管チューブの穿刺を起こすことがある^{10, 23)}。また、マーフィー孔に穿刺針やガイドワイヤーを通してしまうこともまれにあり、注意が必要である。最近では超音波ガイド下での中心静脈カテーテル挿入や神経ブロックが一般的になってきたが、気管切開の際にも超音波による血管や気管周囲組織の観察が出血などの合併症の発生を防ぐために有用である可能性がある^{22, 24)}。

経皮的気管切開の歴史は外科的気管切開に比べると格段に浅く、長期予後に関する報告は少ないが、最近になって Ciaglia 法による気管切開が原因とみられる気管狭窄に関する文献を散見するようになった^{25, 26)}。今後、経皮的気管切開患者の長期フォローアップに加え、さらに安全性の高いデバイスの開発が必要であろう。

謝辞

本総説を執筆するにあたり、三浦真弘先生（大分大学大学院医学研究科基礎医学系生体構造医学講座）と森正和先生（医療法人社団唱和会明野中央病院麻酔科）より懇切丁寧な御指導と助言を賜りました。心より感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 丸川征四郎：気管切開の適応と禁忌。集中治療医学講座 13 気管切開－外科的気道確保のすべて－。丸川征四郎編。東京、医学図書出版、2002、pp7-12.
- 2) Esteban A, Anzueto A, Alía I, et al : How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit ? An international utilization review. Am J Respir Crit Care Med. 2000 ; 161 : 1450-1458.
- 3) Blot F, Melot C : Commission d'Epidémiologie et de Recherche Clinique : Indications, timing, and techniques of tracheostomy in 152 French ICUs. Chest. 2005 ; 127 : 1347-1352.
- 4) Ahmed N, Kuo YH : Early versus late tracheostomy in patients with severe traumatic head injury. Surg Infect

- (Larchmt) . 2007 ; 8 : 343-347.
- 5) Boynton JH, Hawkins K, Eastridge BJ, et al : Tracheostomy timing and the duration of weaning in patients with acute respiratory failure. *Crit Care*. 2004;8: 261-267.
 - 6) 野口隆之、後藤孝治 : 気管挿管と気管切開. *救急医学*. 2006 ; 30 : 835-839.
 - 7) Brook AD, Sherman G, Malen J, et al : Early versus late tracheostomy in patients who require prolonged mechanical ventilation. *Am J Crit Care*. 2000 ; 9 : 352-359.
 - 8) Möller MG, Slaikeu JD, Bonelli P, et al : Early tracheostomy versus late tracheostomy in the surgical intensive care unit. *Am J Surg*. 2005 ; 189 : 293-296.
 - 9) Flaatten H, Gjerde S, Heimdal JH, et al : The effect of tracheostomy on outcome in intensive care unit patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006 ; 50 : 92-98.
 - 10) Mori M, Fujimoto J, Noguchi T, et al : Emergency percutaneous dilatational cricothyroidotomy after failed intubation. *Anaesth Intensive Care*. 2002 ; 30 : 101-102.
 - 11) 野口隆之、松本重清 : 気道確保. 入門・呼吸療法. 沼田克雄監修. 東京、克誠堂出版、2004、pp86-96.
 - 12) 佐藤達夫、秋田恵一編 : 日本人のからだ—解剖学的変異の考察—脈管系 I 動脈系. 東京、東京大学出版会、2000、pp218-219.
 - 13) Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M : Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients : a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006 ; 10 : R55.
 - 14) Añón JM, Escuela MP, Gómez V, et al : Percutaneous tracheostomy : Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guide Wire Dilating Forceps. A prospective randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2004 ; 48 : 451-456.
 - 15) Ambesh SP, Pandey CK, Srivastava S, et al : Percutaneous tracheostomy with single dilatation technique : A prospective, randomized comparison of Ciaglia blue rhino versus Griggs' guidewire dilating forceps. *Anesth Analg*. 2002 ; 95 : 1739-1745.
 - 16) Quintel M, Bräuer A : Timing of tracheostomy. *Minerva Anesthesiol*. 2009 ; 75 : 375-383.
 - 17) De Leyn P, Bedert L, Delcroix M, et al : Tracheotomy : clinical review and guidelines. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007 ; 32 : 412-421.
 - 18) Holdgaard HO, Pedersen J, Jensen RH, et al : Percutaneous dilatational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy. A clinical randomised study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1998 ; 42 : 545-550.
 - 19) Stoeckli SJ, Breitbach T, Schmid S : A clinical and histologic comparison of percutaneous dilational versus conventional surgical tracheostomy. *Laryngoscope*. 1997 ; 107 : 1643-1646.
 - 20) Porter JM, Ivatury RR : Preferred route of tracheostomy—percutaneous versus open at the bedside : a randomized, prospective study in the surgical intensive care unit. *Am Surg*. 1999 ; 65 : 142-146.
 - 21) Gysin C, Dulguerov P, Guyot JP, et al : Percutaneous versus surgical tracheostomy : a double-blind randomized trial. *Ann Surg*. 1999 ; 230 : 708-714.
 - 22) Kollig E, Heydenreich U, Roetman B, et al : Ultrasound and bronchoscopic controlled percutaneous tracheostomy on trauma ICU. *Injury*. 2000 ; 31 : 663-668.
 - 23) 森正和、野口隆之 : 経皮的気管切開と輪状甲状膜切開 : その手技と問題点. *日集中医誌*. 2007 ; 14 : 289-297.
 - 24) Flint AC, Midde R, Rao VA, et al : Bedside ultrasound screening for pretracheal vascular structures may minimize the risks of percutaneous dilatational tracheostomy. *Neurocrit Care*. 2009 Aug 13.
 - 25) Christenson TE, Artz GJ, Goldhammer JE, et al : Tracheal stenosis after placement of percutaneous dilational tracheotomy. *Laryngoscope*. 2008 ; 118 : 222-227.
 - 26) Koitschev A, Simon C, Blumenstock G, et al : Suprastomal tracheal stenosis after dilational and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Anaesthesia*. 2006 ; 61 : 832-837.

Indications and techniques of tracheostomy

Tetsuya Uchino, Takayuki Noguchi

Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Oita University Faculty of Medicine

Corresponding author : Tetsuya Uchino

Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Oita
University Faculty of Medicine, 1-1 Idaigaoka-Hsamamachi-Yufu City-Oita

Key words : tracheostomy, surgical tracheostomy, percutaneous tracheostomy

Abstract

Tracheostomy is an established surgical airway management in ill patients who require long-term respiratory support, clearance of respiratory secretions and with whom upper respiratory tract occlusions. An incision in the cricothyroid membrane is typically made when urgent and immediate surgical airway management and expectoration of sputum are required. In recent years, surgical airway management is performed early in order to reduce the burden on patients and ease the care of long-term oral or nasal tracheal intubation patients. We are no longer restricted to conventional methods, and now have access to various kits for surgical airway management during percutaneous tracheostomy. Compared to conventional methods, use of kits allows tracheostomy to be performed earlier with less difficulty. As a result, we suspect that the frequency of percutaneous tracheostomy will increase. A working knowledge of the anatomy of the cervix and technical expertise is essential to perform surgical airway management effectively.