

●症例報告●

気管前面の軟部組織肥厚を伴う症例に対して可動式気管カニューレを用いた経皮的拡張式気管切開術 (PDT) を施行した 3 症例の経験

巽 博臣・黒田浩光・数馬 聡・後藤祐也
相坂和貴子・菊池謙一郎・鈴木信太郎・升田好樹

キーワード：経皮的拡張式気管切開術，気管カニューレ，肥満，浮腫

要 旨

経皮的拡張式気管切開術 (percutaneous dilatational tracheostomy : PDT) は短時間かつ低侵襲で行える気管切開法である。PDT は組織を拡張して行うため、瘻孔形成前の気管カニューレの入れ替えは困難である。また、頸部の浮腫のため気管前面の軟部組織の肥厚を伴う症例では、通常気管カニューレでは皮膚・気管粘膜の圧迫やカニューレの逸脱や位置異常が生じる可能性がある。このような症例に対して、われわれは PDT 施行時に可動式気管カニューレであるアジャストフィット® (AF) を挿入した 3 例を経験した。3 例の気管前面の軟部組織厚は CT 上でそれぞれ 27mm、28mm、40mm であった。AF は軟らかいため、気管壁に対して垂直に挿入するように注意した。カニューレ逸脱防止のために、挿入後はカニューレの固定翼を皮膚に 4 点で縫合固定し、気管支鏡で気管内腔と AF を確認しながら、気管粘膜が圧排されない長さに調節した。AF を用いることで、頸部の浮腫を伴う症例や肥満症例でも安全に PDT を施行できると考えられた。

I. はじめに

経皮的拡張式気管切開術 (percutaneous dilatational tracheostomy : PDT) は短時間かつ低侵襲で行える気管切開法であり、外科的気管切開よりも安全性が高いといわれている¹⁾。しかし、PDT は組織を拡張して気管カニューレを挿入するため、施行直後はカニューレの交換が難しい。一方、頸部の浮腫のため皮膚から気管前面までの軟部組織が肥厚している症例などでは、通常気管カニューレでは長さが短く、皮膚・気管粘膜の圧迫やカフやカニューレの逸脱が生じる可能性がある²⁾。このような症例に対して、われわれは PDT 施行時に可動式気管カニューレであるアジャストフィット® (富士システムズ、日本；以下、AF) を留置した 3 症例を経験したので、その詳細について報告する。

II. 症 例

3 症例の患者背景を表 1 に示す。いずれも急性呼吸促進症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) をはじめとする重症呼吸不全であり、症例 1、2 は長期人工呼吸管理 (2 週間以上) が予想されたため、人工呼吸管理開始からそれぞれ 21 日目と 14 日目に PDT を施行した。症例 3 は意識障害が遷延することが予想されたため、人工呼吸管理開始から 4 日目と早期に PDT を施行した。PDT 施行時、症例 2 に DIC が合併していたが、出血傾向はみられなかった。対象患者はいずれも BMI (body mass index) が 30 未満で高度肥満ではなかったが、症例 1、2 は長期の人工呼吸管理に伴う浮腫のため、症例 3 は急性期の血管透過性に伴う浮腫のため、気管前面の軟部組織厚 (第 2-3 気管輪の高さ) は CT 上でそれぞれ 27mm、28mm、40mm で、健常成人の 19.5 [13.4 ~ 21.7] mm (当 ICU に入室し、CT を撮影した連続 20 症例の中央値 [四分位範囲]) に比

表 1 3 症例の背景

症 例	① 66 y.o. Female	② 64 y.o. Male	③ 70 y.o. Male
主病名	骨髄異形成症候群 (骨髄移植後)	多発性骨髄腫 (末梢血幹細胞移植後)	肺癌 (術後、化学療法中)
ICU 入室理由	ARDS 腸管 GVHD	ARDS 敗血症性ショック	ARDS 意識障害 (髄膜播種)
BMI	27.9	29.0	28.5
皮膚から気管までの 軟部組織厚	27mm	28mm	40mm

ARDS : acute respiratory distress syndrome : 急性呼吸促迫症候群

BMI : body mass index : 体格指数

GVHD : graft-versus-host disease : 移植片対宿主病

挿管～気管切開は 21 日、14 日、4 日。

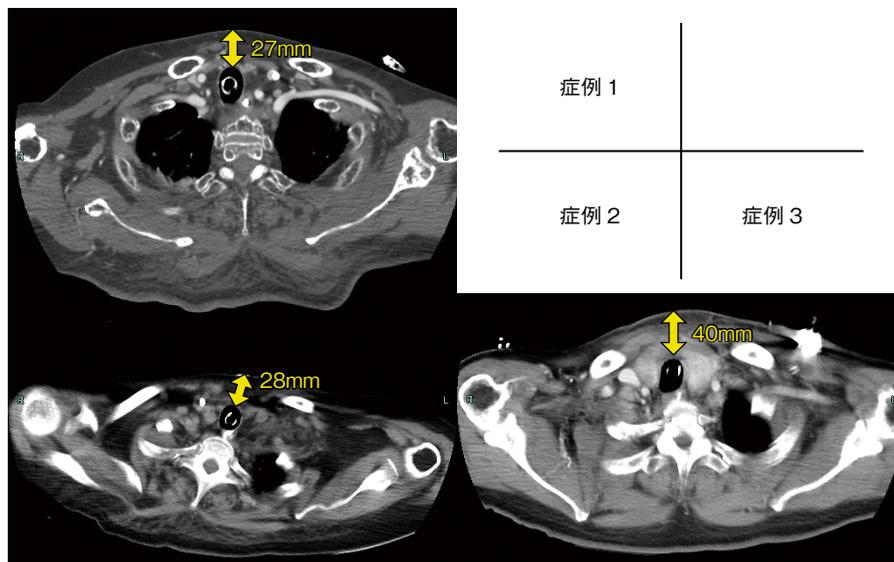


図 1 3 症例の CT 所見

べ厚かった (図 1)。

Ⅲ. PDT 施行方法

PDT は Ciaglia Blue Rhino® G2 経皮的気管切開ダイレクターキット (クックメディカルジャパン社、日本；以下、Blue Rhino) を用いて Ciaglia 法により施行した。当院 ICU における PDT 施行のポイントとして、①気管の位置や気管前面を走行する血管の有無を造影 CT あるいは超音波検査で確認する^{3,4)}、② PDT 施行時には気管支鏡を用いる⁵⁾、③第 2-3 気管輪 (または第 1-2 気管輪) に穿刺する、④ PDT 施行時の気道確保法として声門上器具を用いることがある^{6,7)}、⑤切開部位からの出血を最小限とするために、局所麻酔にはエピネフリン入りキシロカインを用いる、とした。

通常、気管カニューレはアスパーエース™ (コヴィディエンジャパン社、日本) を用いて留置している。皮膚から気管前面までの距離が長い場合には弓状に留置されるべきカニューレが直線的となり、容易に逸脱するリスクが高くなる。当施設では、気管カニューレのウイングの根元を 4 点で皮膚と縫合し固定している。しかし、咳嗽時や首の動きなどにより逸脱や位置異常をきたした症例を経験したため、このような症例では AF を用いることとした。

Ⅳ. PDT 施行時に AF を使用するときの注意点

PDT 施行時の AF 留置に際し、AF の可変式のウイングを最もカニューレが長くなるような位置で固定した (図 2A)。AF の内腔は一般的な気管カニューレより

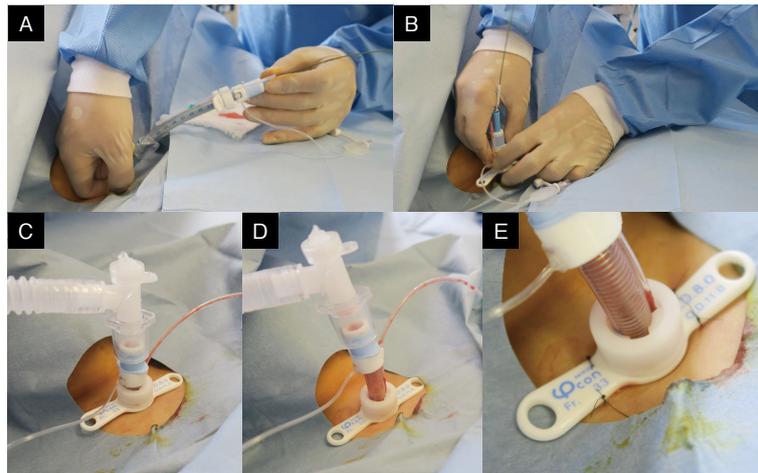


図2 PDT手順

も細く、PDT用のオブチュレーター（気管カニューレ用ダイレーター）が入るように、内径8.0mmのカニューレを選択した。AFのカニューレ自体は柔らかく、挿入時に力が伝わりにくいため、しっかり強く把持し、気管壁に対して垂直に挿入するように注意することで円滑に挿入できた（図2A・B）。さらに、気管支鏡で気管内腔とAFの位置（AFの先端が気管内腔に対して斜めになっていないこと）、皮膚とウイングとのスペース（皮膚への圧迫のないこと）を確認しながら、AFのウイングを気管粘膜が圧排されないような位置に調節・固定した（図2C・D）。AF留置後は、通常通り気管カニューレのウイングを皮膚に4点で縫合固定した（図2E）。AF留置後、皮膚潰瘍の形成はなかった。また、AF留置後に気管粘膜を観察することは難しいが、出血など潰瘍形成を疑わせる所見はみられなかった。

V. 考 察

PDTは短時間かつ低侵襲で行える気管切開法として、とくに救急・集中治療領域で普及し、気管カニューレを内包したPDTキット製品も市販されている⁸⁾。PDTは皮下組織の剥離操作をほとんど要しないため、外科的気管切開に比べて死腔が少なく、感染が生じにくいといわれている¹⁾。一方で、PDTでは組織を拡張して気管カニューレを挿入しているため、瘻孔（気切孔）が完成するまでに時間を要する。瘻孔完成前のカニューレを入れ替えると、気管カニューレが気管前面に迷入する危険性がある⁸⁾。そのため、われわれは原

則として、PDT施行後4週間経過するまではカニューレ交換を行わないことにしている。また、PDTでは挿入時に気管軟骨の損傷を生じ、気道閉塞の原因となることがあるため、必要時には耳鼻咽喉科の診察を受けることにしている。

呼吸不全を伴う肥満症例では死腔や気道抵抗を減少させるために早期のPDTが有効と報告されている⁹⁾。一方、手技的な面から、甲状腺過形成や肥満症の症例ではPDTより外科的気管切開のほうがよいとする報告もある¹⁰⁾。多くの症例で、通常は一般的な長さの気管カニューレを問題なく留置できるが、肥満や高度の浮腫などによって気管前面の軟部組織の肥厚を伴う症例では、一般的な気管カニューレでは長さが十分ではない。われわれが通常、気管カニューレとして使用しているアスパーエースのウイングからカフ上縁までの長さは、内径8.0mmサイズのカニューレを直線化して測定した場合で約37mmであった。アスパーエースの角度は100°に設計されており、実際には完全に直線化されることはないため、カニューレのウイングから気管前壁粘膜に接する部分までの距離は30mm以下になると考えられる。気管前面の軟部組織の肥厚を伴う場合、カニューレのウイングやカフによって皮膚や気道粘膜の圧迫が生じたり、カフやカニューレ自体の逸脱・事故抜去が生じたりするリスクが高まる（図3）¹¹⁾。皮膚や気道粘膜が長期に圧迫されると潰瘍・肉芽形成や感染を生じる可能性がある^{12,13)}。また、気管カニューレが逸脱した場合、PDT症例では瘻孔完成前にはカニューレの再挿入が難しいため、直ちに気管挿管など



図3 気管カニューレと軟部組織・気管との位置関係

の緊急処置が行えなければ、重篤な状態になりかねない。さらに、PDT 施行直後には長さを調節できる可動式気管カニューレへの入れ替えも困難である。このような皮膚から気管前面までの距離の長い症例に対して、われわれは Blue Rhino を用いて AF を留置したが、これまでに PDT 施行時に AF を用いた報告はない。通常使用しているカニューレの種類にもよるが、われわれは気管前面の軟部組織厚が 25mm 以上ある症例では AF の使用を考慮すべきと考えた。また、軟部組織の肥厚の原因が浮腫の場合、浮腫が改善すれば、その分、カニューレの先端は深くなる可能性があるため、X 線写真で先端位置が気管分岐部にかからないことを確認し、深くなった場合はカニューレを引き抜いて適切な位置に調整する必要がある。

AF は可変式であるとともに、カニューレが柔らかく、可動性がよいという特徴もある。気管壁や皮下組織への刺激が少ないというメリットがある一方、PDT で挿入する際は力加わりにくくなる。そのため、しっかり把持して、皮膚に対して垂直に挿入するのがコツである。また、AF はアスパーエースほど先端部のテーパ化がされていないため、オブチュレーターを挿入したときに段差がやや大きくなる。そのため、挿入時に皮膚や気管壁で抵抗を感じることもある。したがって、皮膚切開を通常よりやや長めにすること、ダイレーターでの拡張をしっかり行うことが重要である。このようにいくつかの注意点やコツがあるため、通常の PDT よりやや難易度が高いと感じられた。一般的な気管カニューレを用いた PDT の施行経験を積み重ねた、熟練した術者が行うことで安全に行えると考えられた。一方で、可変式の気管カニューレは、気管壁にかかる圧力が高く（直線に戻ろうとする力が強い）、気管潰瘍を生じたという報告もある¹⁴⁾。したがって、カニューレ留置後はカニューレによる気管粘膜

や皮膚へ圧力が強くかかっているか、適宜、カニューレの位置や長さの調整を行う必要がある。また、可変式気管カニューレは一時的な使用にすべきとする意見もある¹⁵⁾ ため、通常のカニューレへの変更が可能となった時点で入れ替えを検討するべきと考えられた。

VI. おわりに

Blue Rhino と AF を用いることで、頸部の高度浮腫を伴う症例や肥満症例でも安全に PDT を施行できると考えられた。ただし、PDT 施行時に AF を使用する場合は、PDT の手技に習熟している術者が施行すべきと考えられた。

本稿の要旨は、第 40 回日本呼吸療法医学会学術集会（2018 年、東京）において発表した。

COI に関し、巽 博臣はツムラ社より 50 万円以上の講演料収入、升田好樹は日本血液製剤機構、旭化成ファーマ社、MSD 社より 50 万円以上の講演料ならびに JIMRO 社より 200 万円以上の研究費の収入がある。その他の著者には規定された COI はない。

参考文献

- 1) Ülkümen B, Eskiizmir G, Tok D, et al : Our experience with percutaneous and surgical tracheotomy in intubated critically ill patients. *Turk Arch Otorhinolaryngol.* 2018 ; 56 : 199-205.
- 2) Mallick A, Bodenham A, Elliot S, et al : An investigation into the length of standard tracheostomy tubes in critical care patients. *Anaesthesia.* 2008 ; 63 : 302-6.
- 3) 君島知彦, 升田好樹, 巽 博臣ほか : 経皮的気管切開術施行時の腕頭動脈異常走行例の経験. *日集中医誌.* 2016 ; 23 : 179-80.
- 4) 鈴木昭広, 稲垣泰好, 後藤祐也ほか : 超音波によるプレスキヤンを併用した経皮的気管切開術の試み. *日集中医誌.* 2013 ; 20 : 293-4.
- 5) Saritas A, Saritas PU, Kurnaz MM, et al : The role of fiberoptic bronchoscopy monitoring during percutaneous

- dilatational tracheostomy and its routine use into tracheostomy practice. *J Pak Med Assoc.* 2016 ; 66 : 83-9.
- 6) 名和由布子, 升田好樹, 今泉 均ほか. ラリンジアルマスク, 気管支ファイバースコープを用いた Blue Rhino® 法による経皮的気管切開術の経験. *日集中医誌.* 2005 ; 12 : 129-31.
 - 7) 石田正之, 山本 彰, 中間貴弘ほか: 呼吸器内科医による経皮的気管切開術と外科的気管切開の比較検討. *気管支学.* 2010 ; 32 : 115-9.
 - 8) 前田恵理, 木村美和子, 二藤隆春ほか. 経皮的気管切開術後に生じた気管切開チューブ誤挿入の1例. *日気食会報.* 2007 ; 58 : 502-6.
 - 9) Kaese S, Zander MC, Lebiez P : Successful use of early percutaneous dilatational tracheotomy and the no sedation concept in respiratory failure in critically ill obese subjects. *Respir Care.* 2016 ; 61 : 615-20.
 - 10) Kilic D, Fındıkcıoğlu A, Akin S, et al : When is surgical tracheostomy indicated? Surgical “U-shaped” versus percutaneous tracheostomy. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 ; 17 : 29-32.
 - 11) 医療事故調査・支援センター: 医療事故の再発防止に向けた提言 第4号. 気管切開術後早期の気管切開チューブ逸脱・迷入に係る死亡事例の分析. *日本医療安全調査機構編.* 2018.
 - 12) 鹿野真人: 気管切開術後の管理—合併症とその対策・予防. *JOHNS.* 2013 ; 29 : 1715-20.
 - 13) 長井今日子. 気管切開の管理. *小児科診療.* 2019 ; 82 : 224-31.
 - 14) Tibballs J, Robertson C, Wall R : Tracheal ulceration and obstruction associated with flexible bivona tracheostomy tubes. *Anaesth Intensive Care.* 2006 ; 34 : 495-7.
 - 15) Hess DR, Altobelli NP : Tracheostomy tubes. *Respir Care.* 2014 ; 59 : 956-71.