

症例報告

チューブエクステンジャーとジェット換気を用いて安全に気管チューブ交換がなされた 頭頸部広範囲熱傷の1例

野村岳志¹⁾、佐々木晃²⁾、越崎雅行²⁾、佐々木敦子²⁾、石飛奈津子³⁾、山森祐治³⁾、
松原康博³⁾

1) 島根県立中央病院 手術科 (現：横浜市立大学大学院医学研究科 麻酔科)

2) 島根県立中央病院 麻酔科

3) 島根県立中央病院 救命救急科

A successful tracheal tube exchange using jet ventilation via a tube exchanger in the patient with severe airway burn

Takeshi NOMURA¹⁾、Akira SASAKI²⁾、Masayuki KOSHIZAKI²⁾、Atsuko SASAKI²⁾、Natsuko
ISHITOBI³⁾、Yuji YAMAMORI³⁾ and Yasuhiro MATSUBARA³⁾

1) Department of Operation, Shimane Prefectural Central Hospital

2) Department of Anesthesiology, Shimane Central Prefectural Hospital

3) Department of Emergency Care Medicine, Shimane Central Prefectural Hospital

概要：

顔面頸部熱傷治療中、顔面から口腔および咽喉頭に浮腫が残存する時期に気管チューブ交換が必要となった症例を経験した。交換時、口唇浮腫や開口障害、頸部から顔面への熱傷など気道確保に関する多くの困難な状況があった。詳細な計画立案のもとに、気管チューブ交換用カテーテル（気管チューブエクステンジャー）を気管内に挿入して抜管し、それを介して気管内に酸素をジェット噴射することにより、チューブ交換が完了するまでの15分の間、低酸素に陥ることもなく、安全な管理が行えた。この症例を提示して気管チューブ交換時のチューブエクステンジャーとジェット換気の有用性とリスクを考察する。

索引用語：

気管チューブトラブル、チューブ交換、気管チューブエクステンジャー、ジェット換気、
頭頸部熱傷

Abstract：

It is well-known that the patients with the difficult airway during intubation face

the same situation during extubation or during re-intubation. We had to exchange the nasotracheal tube because of cuff disorder in the face burn patient whose airway was still deforming caused by burn injury. Various kinds of difficulty and risk were expected during tube exchange. Therefore, we built a detailed tube exchange strategy with using endotracheal tube exchanger (TE) and manual jet ventilator. During fifteen minutes until the ventilation using newly replaced tracheal tube, while the patient had been not intubated trachea, we could maintain the patient's oxygenation through use of jet ventilation via TE. The Efficacy of high-pressure oxygen ventilation is reported, but on the other hand the serious complications have been reported. We discussed the oxygenation method by using both TE and jet ventilation during long time of the tracheal tube exchange in the burn patient of difficult airway.

Key Words :

Difficult Airway, Endotracheal tube exchange, Jet ventilation, Tracheal tube exchanger, Burned airway

【はじめに】

緊急気道確保を目的とする気管チューブの挿入経路としては、経口、経鼻そして気管切開がある。通常は経口気管挿管で行われるが、経口挿管が制限される場合には経鼻気管挿管などが適応となる。このような状況で経鼻気管挿管が行われた症例では、また気管チューブの交換も難渋することが多い。今回、上半身熱傷（顔面頸部を含む）と気道熱傷で経鼻挿管が行われていた症例で、顔面頸部から咽喉頭の熱傷性浮腫がある状態での経鼻気管挿管チューブの入れ替え（左鼻挿管から右鼻挿管）が必要となった。咽喉頭のオリエンテーションが付かない状況でのチューブ交換であった。気管チューブ交換用カテーテル（気管チューブエクステンジャー：TE）を介したジェット換気を用いることにより、チューブ交換（抜管から再挿管まで）に要した15分間、血液酸素化を適切に保つことができたので考察をくわえて報告する。

【症例】

症例は60歳代、男性。身長165cm、体重約60kg。衣類の灯油燃焼にて上半身を中心に広範囲に重症熱傷（来院時：深達性II度熱傷9%、III度熱傷26%、熱傷指数：Burn Index 30）を受傷した。来院時、JCS3、GCS:E4V3M5。バイタルは頻脈で120beat/分以上、血圧は保たれていた。顔面頭部に2度、頸部全周性に3度の熱傷を認めた。気道熱傷も強く疑われ直ちに気管挿管を試みるが、口唇浮腫や開口不良にて気管支鏡を用いた左経鼻挿管（挿管チューブID:7.0）となった。挿管後は換気障害を認めなかった。以後、熱傷治療を集中治療室でおこなった。輸液療法、循環作働薬等で初期のショック状態から回復した9日目に胸部・前頸部デブリードマンおよび植皮術が予定された。麻酔は既に挿入されていた経鼻気管挿管による吸入麻酔で行った。術後、咽喉頭の清潔を保つため洗浄が行えるカフ上

部吸引付チューブへの交換を試みた。しかし気管支鏡での観察で咽頭浮腫や喉頭蓋・被裂部の浮腫が強く、解剖学的構造の同定が困難であったため、チューブ交換は不可能と判断した。受傷21日には気管チューブのカフ形状異常のためか唾液の気管内の垂れ込みが増加した。また気管吸引時にも吸引チューブの挿入抵抗が高くなったため、気管チューブの交換が必須となった。また抜管後の再挿管は困難な状況なので、予めチューブエクステンジャー (TE) とマニュアルジェットベンチレータの利用も考えた入念な計画を立てた。

・経鼻挿管チューブ交換計画 (図1)

気管チューブの交換は、鎮静にて自発呼吸を温存して行うこととした。フローチャートのように、100%酸素換気を行いながら、カフリークテスト陽性 (気管チューブカフ内の空気を抜いてみてリークの程度を評価するもので、気道浮腫が強い場合にはリークが生じない。) を再確認して手技を開始した。順序として1:右経鼻から気管支鏡挿入して左経鼻気管チューブの喉頭へ進行および咽喉頭の解剖を観察、2:左経鼻気管チューブを通してTEを気管内挿入、3:右経鼻から挿入した気管支鏡をガイドに新しい気管チューブ (カフ上部吸引ポート付き) を口腔に進行、4:左経鼻気管チューブを気管支鏡で連続観察下に抜去、5:気管内挿入しているTEを気管支鏡で視認し、TEの走行を視標に気管内に気管支鏡先端を進め、6:気管支鏡をガイドに右経鼻からの新しいチューブを進行し留置する、という計画であった。抜管後容易に右鼻から再挿管ができない場合はTEの内腔を通してマニュアルジェット換気で酸素を気管内に噴射注入することにした。そして、代替案として、本来なら副鼻腔炎などを防ぐため右経鼻に変更すべきだが、不可能な場合はTEをガイドに新しいチューブを再度左鼻孔から挿入する。また緊急気管切開 (頸部熱傷のため可能なかぎり避ける) をするという計画であった。

・気管チューブ交換中の経過

予定した手順通り、まず右鼻孔から気管支鏡を挿入して咽喉頭を観察したところ、気管チューブが腫脹した喉頭を通過して気管内に進入するところを確認できた。カフを虚脱させると空気が漏れでて、周囲の分泌物を口腔内に流出させていた。喉頭の腫脹が強くないと認識し、手順どおりTE留置下に抜管した。抜管時、経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂) は100%を示していた。すぐに気管支鏡を声門に進行させようとしたが、唾液分泌が非常に多く、また嚥下運動や咽喉頭反射にて声門の確認が困難となった。頻回に分泌物を吸引している間にSpO₂が徐々に低下しはじめた。迅速に再挿管ができないと判断して、ジェットベンチレータをTEに装着し100%酸素のジェット送気を低圧から開始した。肺の圧損傷を防ぐため、TEの深さは鼻孔から26cm (先端は気管分岐部付近) とした。酸素総気圧を少しずつ上昇させ、減圧弁表示0.2メガパスカル (MPa) = 約30psiで噴射時に胸郭が上がることを視認できた。0.2MPaで一瞬間酸素噴射、20噴射/分という手動でジェット換気を開始した。SpO₂は98%を継続して保つことができた。この時点で既に抜管して5分経過していた。血液酸素化が維持可能であるため、以後は安全確実な手技を心がけた。再度口腔内吸入を繰り返し、左鼻から入っているTEを喉頭で視認して辿っていくと声門が確認できた。気管支鏡を気管内に挿入して、右鼻から新しい気管チューブを挿入してTEを抜去した。新しい気管チューブでの換気ができるまで、約15分が経過していた。15分の間、TEを介し

たジェット換気にて酸素を気管内に噴射することにより、手技中のSpO₂を96%から98%に維持することが可能であった(図2)。新しい気管チューブでの換気開始時の呼気終末二酸化炭素濃度(ETCO₂)は約60mmHg以上であったが、不整脈などの高二酸化炭素血症の症状は認めなかった。人工呼吸補助で正常値まで回復させ、気管チューブ交換手技を終了した。抜管したチューブのカフは一部変形し、また内腔は喀痰沈着による狭窄部位を認めた。

【考察】

気道熱傷を伴う顔面熱傷の場合、気道確保目的にて挿入する気管チューブの経路の選択や固定方法に難渋することが多い。受傷来院時に開口が可能なら経口気管挿管が選択されるが、顔面熱傷にともなう口唇浮腫や咽頭浮腫がすでに生じている場合は、経鼻気管挿管が選択される。このような理由で行われる経鼻挿管であるが、挿管が長期になると肺炎の頻度が高くなる傾向や、副鼻腔炎を悪化させる傾向などが報告されている¹⁾²⁾。また鼻腔から口腔底へ移行する部位でのチューブの曲がり角度が大きいため、チューブ狭窄などが生じやすいとの報告もある³⁾。

本症例においても熱傷直後の痛みと腫脹による開口制限のため、当初より経鼻挿管となった。熱傷の治癒経過で、経口挿管または気管切開への移行を考えていたが、チューブトラブルにより腫脹が軽快しない時期にチューブ交換が余儀なくされた。通常なら経口挿管が不可能で長期の気道確保が必要な場合は気管切開が選択されるところであるが、頸部前面も熱傷で皮膚がない状態で気管切開も不相当と考えた。幸いなことに、右副鼻腔炎を併発しておらず反対側の右鼻孔からの挿管が今後の気道管理には最適と考え、反対の鼻からの再挿管を予定した。

再挿管困難が予想される症例では、気管チューブエクステンジャー(TE)を利用した抜管、再挿管がヨーロッパのDifficult Airway Societyガイドラインで推奨されている⁴⁾。TEは単純構造の長さ1mの中空ブジーであるが(図3左)再挿管には非常に有用となる⁵⁾。そのため多くの麻酔科医は再挿管の困難が予想される症例において、抜管前にTEを挿入留置した状態で抜管している。TEを留置した抜管は再挿管が必要となった症例において表1のように、多くの利点がある⁶⁾。また経鼻挿管から経口へ⁷⁾、経口から経鼻挿管へのチューブ交換時⁸⁾の利用も報告されている。頸部皮膚から気管までの距離が深い症例の気管切開チューブの交換時にも、TEを使用すると気管切開チューブが皮下に迷入することもなく、安全に交換を行うことができる⁹⁾。

今回は抜管後から再挿管完了まで約15分の時間を必要とした。マスク換気では不確実な換気が予想され、またマスクによる陽圧換気が咽頭分泌物を気管内に流入させる危険性もあった。そのため予定したとおりにTEにルーアークネクター(三方活栓のメスコネクター)を接続し、そのコネクターにマニュアルジェットベンチレータを接続して、酸素を気管内に噴射した(図3右)。細管を通したジェット換気は1971年に報告され¹⁰⁾、種々の状況で用いられている。マニュアルジェット換気は高頻度ジェット換気とは少し異なり、手動で約1秒間気体を噴射し、2秒程度呼気時間を与える様式である¹¹⁾。アメリカ麻酔科学会の困難気道ガイドラインでも、気管挿管不可能な症例において輪状甲状膜穿刺によるジェット換気が代替案として推奨されている¹²⁾。しかしながら、ジェット換気は高圧の酸素を先端から噴射するため、その欠点を理解していないと、種々の重篤な合併症を生じる。TE

を介して高圧酸素を噴射する場合、注意すべきはTE先端が細気管支にWedgeした状態で送気しないことである。例えば内径16Gのカテーテルにジェットベンチレータを接続して、今回用いた0.2MPaの送気圧で1秒間酸素を噴射すると約400mlの酸素が先端より放出される¹³⁾。そのため、放出部先端が気管または太い気管支に位置していないと、噴射によりすぐに肺の圧損傷、量損傷を生じる。両側の緊張性気胸を合併したという報告もある¹⁴⁾。しかし、アメリカ麻酔科学会がガイドラインで継続して推奨するように、その使用方法を習熟した医師が行えば気道管理に有用であることを疑わない。特に、本症例のような体表から気管までの構造が不明瞭な場合の挿管チューブ交換を安全に行うには、TEを通したジェット換気は有用な方法の一つと考える。

【おわりに】

今回経験した症例のように、熱傷により口腔、咽喉頭の解剖学的変化が生じ、さらに気管切開が不適当な場合、気道確保手段は多くの制限を受ける。そのためこのような症例での気管チューブ交換は、気管挿管に熟練した麻酔科医が行っても重篤な合併症をおこす可能性がある。種々の気道確保の専門知識、技量をもった医師が加わり計画をたて、気管チューブエクステンジャーやジェット換気などを適時使うことにより、気道の観察が困難な症例においても安全で確実なチューブ交換が可能となると考える。

【参考文献】

- 1) Artigas AT, Dronda SB, Vallés EC, et al: Risk factors for nosocomial pneumonia in critically ill trauma patients. *Crit Care Med*, 2001; 29: 304-309
- 2) Holzapfel L, Chevret S, Madinier G, et al: Influence of long-term oro-oronasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: results of a prospective, randomized, clinical trial. *Crit Care Med*, 1993; 21: 1132-1138
- 3) Prasanna D, Bhat S. Nasotracheal Intubation: An Overview. *J Maxillofac Oral Surg*, 2014; 13: 366-372
- 4) Mitchell V, Dravid R, Patel A, et al: Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia*, 2012; 67: 318-340
- 5) 水本一弘、根來孝明：非侵襲的手技. 3) GEB・チューブエクステンジャー. 中川雅史、上農喜朗 編. DAM 気道管理スキルアップ講座（克誠堂出版、東京）. 2010; 41-47
- 6) Mort TC. Continuous Airway Access for the Difficult Extubation: The Efficacy of the Airway Exchange Catheter. *Anesth Analg*, 2007; 105: 1357-1362
- 7) Cooper R. Conversion of a Nasal to an Orotracheal Intubation Using an Endotracheal Tube Exchanger. *Anesthesiology*, 1997; 87: 717-718
- 8) Hasmig S, Sanjay J, David G, et al: Conversion of an Oral to Nasal Orotracheal Intubation Using an Endotracheal Tube Exchanger. *Anesth Analg*, 2003; 95: 1817-1828
- 9) Ezri T, Katz J, Szmuk P, et al: Use of a ventilating tube exchanger in patients undergoing tracheostomy: report of two cases. *J. Clin. Anesth*, 2001; 13: 125-127

- 10) Spoerel WE, Narayanan PS, Singh NP. Transtracheal ventilation. Br J Anaesth, 1971; 43: 932-929
- 11) 野村岳志、二階哲朗：侵襲的手技. 1) 経気管ジェット換気法 (TTJV) . 中川雅史、上農喜朗編. DAM 気道管理スキルアップ講座 (克誠堂出版、東京) . 2010; 41-47
- 12) Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology, 2013; 118: 251-270
- 13) 日本メガケア株式会社. 製品資料. http://www.megacare.co.jp/products/02_mcs3.html. 【2016-07-20】
- 14) Nunn C, Uffman J, Bhananker SM. Bilateral tension pneumothoraces following jet ventilation via an airway exchange catheter. J Anesth 2007; 21: 76-79

図表解説

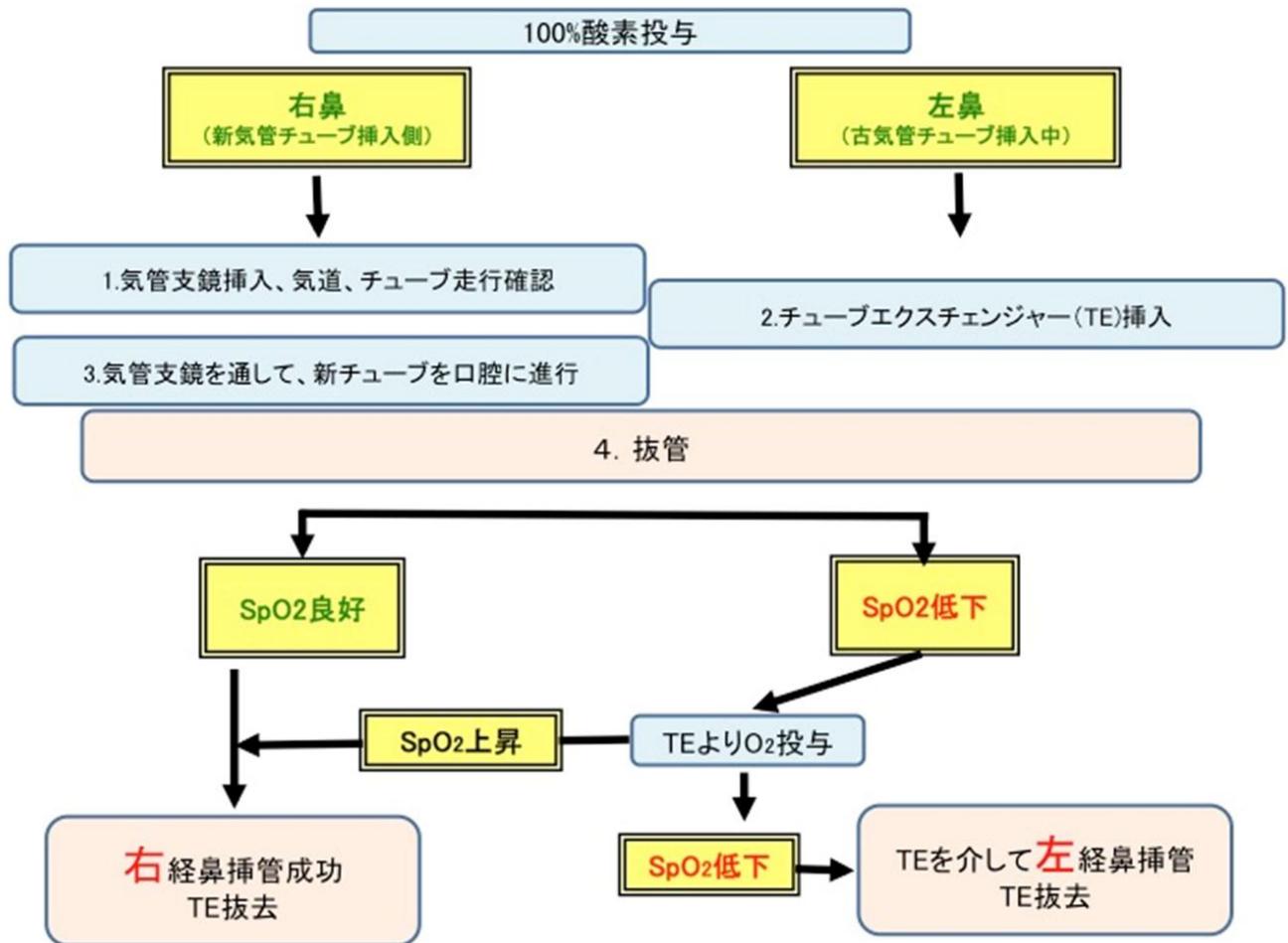


図 1. 経鼻挿管チューブ交換計画



図 2. 右鼻孔から新しいチューブを気管支鏡ガイドにて挿入中の風景

左鼻孔には、古い気管チューブ抜去前に挿入した、チューブエクチェンジャーが挿入されている。

矢印：チューブエクチェンジャーの先端にルアーコネクタを装着しジェットベンチレータが接続されている。



図3. チューブエクスチェンジャー（左写真）とジェットベンチレータ（右写真）

左写真：チューブエクスチェンジャー（TE）：気管チューブ交換用カテーテル（Cook Japan 製品写真）。

中空でアダプターを介して、麻酔回路またはジェットベンチレータに脱着できる

右写真：マニュアルジェットベンチレータ

直接、酸素配管に接続し減圧弁にて圧を調整する。

ノブ（矢印）を押すと先端から酸素が噴射される。

表 1. 再挿管時のチューブエクステンジャー (TE) の有用性 (文献 6 より引用)

	TE使用	TE不使用	<i>p</i>
再挿管、1回目の成功率	87%	14%	<0.02
再挿管中の低酸素血症 (SpO ₂ <90%) 発生率	8%	50%	<0.01
重度低酸素血症 (SpO ₂ <70%) 発生率	6%	19%	0.05
低血圧+徐脈 (心拍数<40bpm) の発生率	4%	14%	<0.05
3回以上の挿管トライ (他の器具併用を含む)	10%	77%	<0.02
食道挿管の発生率	0%	18%	
救援的気道確保器具・手段の使用	6%	90%	<0.01

再挿管の成功率、挿管中の低酸素血症の予防に非常に有効である。