

長期人工呼吸管理後にPSVおよびTピースの2種類のSBTを用いて離脱に成功した1例

岡野侑紀子^{1,2)†}・岩田博文²⁾・小山有紀子²⁾・吉田健史²⁾

KEY WORDS 人工呼吸器離脱プロトコル, 自発呼吸トライアル (SBT)

I はじめに

人工呼吸療法はさまざまな領域で適応されているが、気管挿管期間の長期化は人工呼吸器関連肺炎のリスク因子であり、早期離脱が重要である¹⁾。しかし、片肺状態や自己免疫疾患に対するステロイド投与、重症感染症の既往など、離脱困難に関連する因子が複数存在する症例では、長期人工呼吸管理後の離脱可否の判断は容易ではない。今回、片肺かつ重症筋無力症を合併し、縦隔炎の既往を有する患者に対し、4カ月間の人工呼吸管理後にプレッシャーサポート換気 (pressure support ventilation : PSV) およびTピースの2種類の自発呼吸トライアル (Spontaneous Breathing Trial : SBT) を実施し、離脱に成功した1例を経験したため報告する。

II 症 例

50歳代女性。重症筋無力症を合併した悪性胸腺腫に対し、12年前に胸腺摘出術、5年前に右胸膜播種再発に対し右胸膜肺全摘術が施行されていた。重症筋無力症は眼筋型で、プレドニゾロン 3mg/日で管理良好であった。室内気でSpO₂ 98%維持できており、自覚症状は軽度の労作時呼吸困難感のみであった。

今回、心嚢内播種再発に対し人工心肺下に播種病変切除を施行した。片肺による肺容量低下と呼吸筋疲労による高二酸化炭素血症で人工呼吸器を離脱できず、術後14日目に気管切開となった。しかし術後55日目に縦隔炎を発症し、気管切開孔を閉鎖して再度経口挿管のうえ、縦隔洗浄および局所陰圧閉鎖療法を施行した。これらの治療により感染は制御され、術後120日目に閉胸した。

今後の呼吸管理について各科で検討した結果、重症筋無力症に対するプレドニゾロン内服継続のため気管切開

の状態では縦隔炎再燃リスクが高いこと、また播種切除術後より呼吸リハビリテーションを継続できていたことから、再度の人工呼吸器離脱を試みる方針とした。

一般病棟では経口挿管下にPSVを行い、設定はPS 7cmH₂O、PEEP 10cmH₂O、FiO₂ 0.23で、SpO₂ 95%、呼吸終末二酸化炭素分圧は約50mmHgで、動脈血ガス分析ではpH 7.447、PaO₂ 93.7mmHg、PaCO₂ 53.3mmHgであった。リハビリテーションは歩行器支持下で足踏み50回6セットを連続して実施できていた。

術後135日目にICUに入室し、人工呼吸器離脱の評価を行った。ICU入室後、1回目のSBTをPSV (PS 5cmH₂O、PEEP 5cmH₂O、FiO₂ 0.30) で2時間実施した。RR 14回/分、心拍数 100bpm、血圧 120/75mmHg、動脈血ガス分析ではpH 7.408、PaO₂ 136mmHg、PaCO₂ 55.7mmHgであった。呼吸窘迫徴候は認めず、成功と判断した。

翌日、2回目のSBTをTピース回路 (酸素流量10L/分、FiO₂ 0.40) で2時間実施した。RR 16回/分、心拍数 80bpm、血圧 120/65mmHg、動脈血ガス分析ではpH 7.426、PaO₂ 139mmHg、PaCO₂ 53.8 mmHgであった。呼吸窮迫徴候は認めず、成功と判断した。

ただしカフリークテスト陽性であったため、デキサメタゾン 4.95mgを8時間おきに24時間投与後抜管した (術後138日目)。

抜管後はHFNCを装着した。抜管後に施行した気管支鏡検査では披裂部浮腫を認めず、声帯運動も良好であった。酸素投与量を漸減し、翌日には経鼻カニューラへ変更して、翌々日に一般病棟へ転棟した (図1)。

III 考 察

SBTには複数の手法があり、それぞれに抜管遅延および抜管失敗・再挿管のリスクが存在する。わが国の人工呼吸器離脱プロトコルでは、SBTは持続気道陽圧またはTピースで実施することが推奨されている¹⁾。

2017年のAmerican Thoracic Society/American College of Chest Physiciansガイドラインでは、SBTは吸気

1) 大阪急性期・総合医療センター 麻酔科

2) 大阪大学大学院医学系研究科 麻酔集中治療医学教室
†責任著者

[受付日 : 2026 年 6 月 12 日 採択日 : 2026 年 9 月 8 日]

長期人工呼吸管理後にPSVおよびTピースの
2種類のSBTを用いて離脱に成功した1例**図1** 手術から抜管までの臨床経過

術後縦隔炎のため長期人工呼吸管理を要したが、PSVおよびTピースによるSBTを経て離脱に成功した。

PSV: Pressure Support Ventilation, SBT: Spontaneous Breathing Trial

圧補助なしで行うよりも、PS 5～8cmH₂Oで実施することが推奨されている²⁾。さらに、2019年の多施設RCTでは、初回SBTから72時間後の抜管成功率はPSVがTピースより高いと報告されている³⁾。2024年のシステムティックレビューおよびメタ解析の結果においても、PSVはTピースと比較してSBT成功率および抜管成功率が高く、再挿管率や死亡率には差がないとされている⁴⁾。

一方、呼吸仕事量の観点では、Tピースは抜管後の状態をより反映するとされる。Cabelloらは、呼吸器離脱困難な患者においてPSVによりpressure time productが低下し、PEEP付加によってさらに低下することを報告している⁵⁾。また2017年のメタ解析では、PSVでは呼吸仕事量が抜管後より低値となるのに対し、Tピースでは有意な変化を認めなかった⁶⁾。従来、PSは回路抵抗の補正目的で用いられていたが⁷⁾、近年の呼吸器性能の向上により回路抵抗は低減している⁸⁾。一方で、挿管に伴う上気道浮腫により、抜管後の呼吸仕事量は挿管中と同等あるいは増加する可能性がある^{9,10)}。このため、PSVによるSBTでは再挿管リスクを過小評価する可能性が指摘されている¹¹⁾。

抜管時期に関しては、SBT終了後に人工呼吸を再開してから抜管するほうが、そのまま抜管する場合と比較して再挿管率が低下すると報告されている¹²⁾。これは無気肺改善の寄与が大きいと考えられる。Coudroyらは、呼

気終末肺容積がSBT終了時にTピース、PSVいずれにおいても低下し、とくにTピースで低下が大きいものの、人工呼吸再開後1時間でSBT実施前と同程度に回復することを報告した¹³⁾。72時間以上人工呼吸管理を受けた患者において、Tピースを用いたSBT後に人工呼吸を再開してから抜管することで再挿管率が低下したとの報告もある¹⁴⁾。

また、抜管後の再挿管予防の観点からは、予防的NIVの有用性も指摘されている。抜管リスクの高い患者を対象とした2022年のRCTでは、多くの患者が抜管後に予防的NIVまたはHFNCを施行されており、これが良好な抜管成功率に寄与した可能性が示唆されている¹⁵⁾。高二酸化炭素血症を伴う患者などでは抜管後に呼吸仕事量が増加し再挿管リスクが高まるため、予防的NIVの導入が推奨されている¹¹⁾。

本症例は離脱困難リスクを複数有し、先の手術後に離脱できなかったという経緯もあり、抜管の時期や可否の判断は困難であった。そのためPSVによるSBTに加え、抜管後の呼吸仕事量をより反映するとされているTピースによるSBTを追加で実施して段階的かつ慎重に評価した結果、抜管可能の判断に至った。SBT終了後には人工呼吸を再開して無気肺の改善を図ったうえで抜管を行い、そして再挿管を予防するために抜管後はHFNCを装着した。

背景疾患や病態により適切なSBT手法は異なるとされており¹⁶⁾、患者個々のリスクおよび病態に応じたSBTの選択が重要である。

IV おわりに

長期人工呼吸管理後に、PSVおよびTピースの2種類のSBTを段階的に実施することで、安全に離脱できた1例を経験した。SBTの方法にはそれぞれ特性があり、患者の病態および再挿管リスクをふまえて適切に選択することが重要である。

本症例の報告について患者から書面で同意を得た。
本症例報告は第47回日本呼吸療法医学会学術集会（2025年、大阪）で発表した。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

長期人工呼吸管理後にPSVおよびTピースの
2種類のSBTを用いて離脱に成功した1例

参考文献

- 1) 3学会（日本集中治療医学会・日本呼吸療法医学会・日本クリティカルケア看護学会）人工呼吸器離脱ワーキング：人工呼吸器離脱に関する3学会合同プロトコル. 2015.
https://www.jsicm.org/pdf/kokyuki_ridatsu1503b.pdf（2026年6月1日閲覧）
- 2) Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, et al : An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline : Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017 ; 195 : 120-33.
- 3) Subirà C, Hernández G, Vázquez A, et al : Effect of pressure support vs T-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation : a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019 ; 321 : 2175-82.
- 4) Burns KEA, Khan J, Phoophiboon V, et al : Spontaneous breathing trial techniques for extubating adults and children who are critically ill : a systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open.* 2024 ; 7 : e2356794.
- 5) Cabello B, Thille AW, Roche-Campo F, et al : Physiological comparison of three spontaneous breathing trials in difficult-to-wean patients. *Intensive Care Med.* 2010 ; 36 : 1171-9.
- 6) Sklar MC, Burns K, Rittayamai N, et al : Effort to breathe with various spontaneous breathing trial techniques : a physiologic meta-analysis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017 ; 195 : 1477-85.
- 7) Brochard L, Rua F, Lorino H, et al : Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology.* 1991 ; 75 : 739-45.
- 8) Thille AW, Lyazidi A, Richard JC, et al : A bench study of intensive-care-unit ventilators : new versus old and turbine-based versus compressed gas-based ventilators. *Intensive Care Med.* 2009 ; 35 : 1368-76.
- 9) Straus C, Louis B, Isabey D, et al : Contribution of the endotracheal tube and the upper airway to breathing workload. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998 ; 157 : 23-30.
- 10) Ishaaya AM, Nathan SD, Belman MJ : Work of breathing after extubation. *Chest.* 1995 ; 107 : 204-9.
- 11) Thille AW, Richard JCM, Brochard M : The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013 ; 187 : 1294-302.
- 12) Fernandez MM, González-Castro A, Magret M, et al : Reconnection to mechanical ventilation for 1 h after a successful spontaneous breathing trial reduces reintubation in critically ill patients : a multicenter randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2017 ; 43 : 1660-7.
- 13) Coudroy R, Lejars A, Rodriguez M, et al : Physiologic effects of reconnection to the ventilator for 1 hour following a successful spontaneous breathing trial. *Chest.* 2024 ; 165 : 1406-14.
- 14) Dadam MM, Gonçalves ARR, Mortari GL, et al : The effect of reconnection to mechanical ventilation for 1 hour after spontaneous breathing trial on reintubation among patients ventilated for more than 12 hours. *Chest.* 2021 ; 160 : 148-56.
- 15) Thille AW, Gacouin A, Coudroy R, et al : Spontaneous-Breathing Trials with Pressure-Support Ventilation or a T-Piece. *N Engl J Med.* 2022 ; 387 : 1843-54.
- 16) Capdevila M, Aarab Y, Monet C, et al : Spontaneous breathing trials should be adapted for each patient according to the critical illness. A new individualised approach : the GLOBAL WEAN study. *Intensive Care Med.* 2024 ; 50 : 2083-93.