

●症例報告●

Intrapulmonary percussive ventilation を併用した人工呼吸管理を行い救命できた asthma and COPD overlap の 1 例

田代貴大¹⁾・福嶋一晃¹⁾・稲葉 恵¹⁾・須加原一昭¹⁾
林久美子²⁾・牛島 淳¹⁾・平田奈穂美¹⁾・吉永 健¹⁾

キーワード : intrapulmonary percussive ventilation, asthma and COPD overlap, 人工呼吸管理

要 旨

気管支喘息と慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) のそれぞれの特徴を併せもつ喘息 COPD オーバーラップ (asthma and COPD overlap : ACO) は慢性の気流閉塞を呈する疾患である。今回、我々は人工呼吸管理を要する著しい気流制限を伴う ACO の増悪症例に対して intrapulmonary percussive ventilation (IPV) を併用することで、P/F 比の改善と動的肺コンプライアンスの改善が得られ人工呼吸離脱に至った症例を経験したので報告する。

I. はじめに

慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) と気管支喘息の特徴を有する喘息 COPD オーバーラップ (asthma and COPD overlap : ACO) の増悪では、内因性 PEEP (positive end-expiratory pressure) の増加や気道分泌物の増加、気管支攣縮などにより換気障害を生じる。この病態の人工呼吸管理ではカウンター PEEP が有効な場合がある¹⁾。しかしウィーニングや離脱に難渋し、呼吸管理に苦慮することがある。Intrapulmonary percussive ventilation (IPV) (IPV[®]-1C、Percussionaire 社、米国) はベンチュリー効果により生じた高速ジェット流を、ガス小塊として断続的かつ高頻度に噴出する人工呼吸療法である。その有用性については喀痰排出や無気肺改善といった呼吸理学療法としての効果と^{2~5)}、呼吸不全症例におけるガス交換能改善効果^{6,7)}が報告されている。そして臨床使用では安定期の嚢胞性気管支拡張症^{3,8)}や

COPD 症例^{9,10)}、急性増悪をきたした COPD^{4,11)} や重症呼吸不全症例^{12,13)} に対して有効性が報告されている。今回我々は、気管支喘息の病態・症状を有する重症呼吸不全症例に対して、IPV を併用した人工呼吸管理を行い救命できた ACO の症例を経験したため報告する。

II. 症 例

患者 : 63 歳、女性。

主訴 : 全身倦怠感。

既往歴 : 34 歳時に右乳癌で外科的切除術。

喫煙歴 : 10 本 / 日を 42 年間。

現病歴 : 40 歳くらいから家族より夜間の咳嗽悪化や季節性の喘鳴を指摘されていたが医療機関への受診はなかった。今回は数日前からの全身倦怠感を主訴に近医を受診した。来院時意識清明であったが、CT 検査中に意識レベルの低下を認めた。リザーバーマスク酸素 10L / 分投与下での動脈血液ガス分析で pH 7.066、PaCO₂ 134.3mmHg、PaO₂ 102.1mmHg、HCO₃⁻ 37.7mmol/L と呼吸性アシドーシスの所見を認めたため精査加療目的に当科へ紹介入院となった。

1) 熊本中央病院 呼吸器内科

2) 同 臨床工学科

[受付日 : 2019 年 5 月 13 日 採択日 : 2019 年 10 月 29 日]

内服薬：なし。

身体所見：身長 148cm、体重 37kg、意識 Japan Coma Scale (JCS) III-300、体温 37.1℃、脈拍数 122bpm、血圧 151/81mmHg、経皮的動脈血酸素飽和度 92%（ネーザルカニニューレ酸素 2L/分投与）、呼吸回数 24 回/分で、呼吸音は両肺野の呼吸音は減弱していたが、呼吸時に喘鳴を聴取した。

胸部 X 線写真：右胸水貯留と左横隔膜の平底化を認めた。

胸部 CT 画像：息止め不良であったが、肺の気腫性変化と右胸水貯留と一部無気肺を認めた。

動脈血液ガス分析（ネーザルカニニューレ酸素 2L/分投与）：pH 7.02、PaCO₂ 測定不能（150mmHg 以上）、PaO₂ 86mmHg。

入院後経過：40 歳くらいから日内、季節性的変動を有する喘鳴という病歴と画像所見から ACO の増悪と診断し非侵襲的陽圧換気（noninvasive positive pressure ventilation：NPPV）を導入した。初期設定は average volume assured pressure support（AVAPS）モードで目標一回換気量 200mL、吸気気道陽圧（inspiratory positive airway pressure：IPAP）10～25cmH₂O、呼気気道陽圧（expiratory positive airway pressure：EPAP）6cmH₂O、呼吸回数 20 回/分、FiO₂ 0.5 とした。同時にアドレナリン 0.3mg 皮下注射、メチルプレドニゾロン 125mg 点滴静注、プロカテロール吸入による薬物治療も行った。NPPV 導入後の第 2 病日には意識レベルが JCS I-2 まで改善し、血液ガス所見も pH 7.32、PaCO₂ 95mmHg、PaO₂ 68mmHg、HCO₃⁻ 48.9mmol/L まで改善した。その後も NPPV による呼吸管理を行いながら、プレドニゾロンコハク酸エステルナトリウム 40mg 点滴静注を 1 日 2 回、プロカテロール吸入を 1 日 4 回、またツロブテロール 2mg の貼付による治療を継続したが、徐々に意識レベルが低下し血液ガス所見も pH 7.27、PaCO₂ 119mmHg、PaO₂ 67mmHg、HCO₃⁻ 52.6 mmol/L と悪化を認めたため、第 4 病日に気管挿管し人工呼吸管理とした。挿管直後は十分な換気量が得られなかった。気管支鏡で内腔を観察すると気管支粘膜の浮腫状変化と内腔の狭窄、白色分泌物の貯留を認めた。ACO の急性増悪と判断し、メチルプレドニゾロン 125mg 点滴静注、アドレナリン 0.3mg 皮下注射、プロカテロール吸入の薬物療法を併用しながら、PEEP を 4cmH₂O から徐々に 10cmH₂O まで増加し、カウンター



Fig. 1 Graphic waveform at day 7

This figure shows an obstructive disorder in the expiratory phase.

PEEP をかけ対応した。人工呼吸器の設定を従圧式換気（pressure controlled ventilation：PCV）、FiO₂ 0.5、吸気圧 12cmH₂O、PEEP 10cmH₂O、呼吸回数 12 回/分とし、血液ガス所見は pH 7.38、PaCO₂ 89mmHg、PaO₂ 72mmHg、HCO₃⁻ 52.6mmol/L まで改善を得た。しかし酸素化と一回換気量が安定せず、上記の人工呼吸器設定からのウィーニングに難渋した。要因として気道分泌物のドレナージ不良、気道攣縮と呼吸時の強い気流制限（Fig. 1）が考えられた。このため第 8 病日から排痰作用と薬物デリバリーによる上記要因の改善を期待し、IPV を併用することとした。IPV の圧設定は 20～30 pound-force per square inch (psi) とし、percussion 頻度は 200～300/分で行い、平均気道内圧は 10cmH₂O 程で推移した。この条件で 1 回の IPV 施行時間は 10～15 分とし、1 日 2 回施行した。この際に IPV のネブライザーに生理食塩水 20mL とプロカテロール 150 μg を調合し、さらなる気道狭窄の改善を期待した。鎮静管理は気管挿管後からプロポフォールで Richmond Agitation-Sedation Scale：RASS -2～0 で管理していた。IPV を施行する際もプロポフォールを増量することなく RASS -1～0 で行い、受け入れは良好であった。動的肺コンプライアンスの改善とともに呼吸状態も改善し、第 13 病日には圧支持換気（pressure support ventilation：PSV）FiO₂ 0.3、PS 8cmH₂O、PEEP 6cmH₂O へ変更した（Fig. 2）。その後も呼吸状態安定して経過し、第 15 病日に人工呼吸管理から離脱した。第 29 病日までマスクによる IPV を継続し、第 47 病日に在宅酸素療法を導入し自宅退院となった。

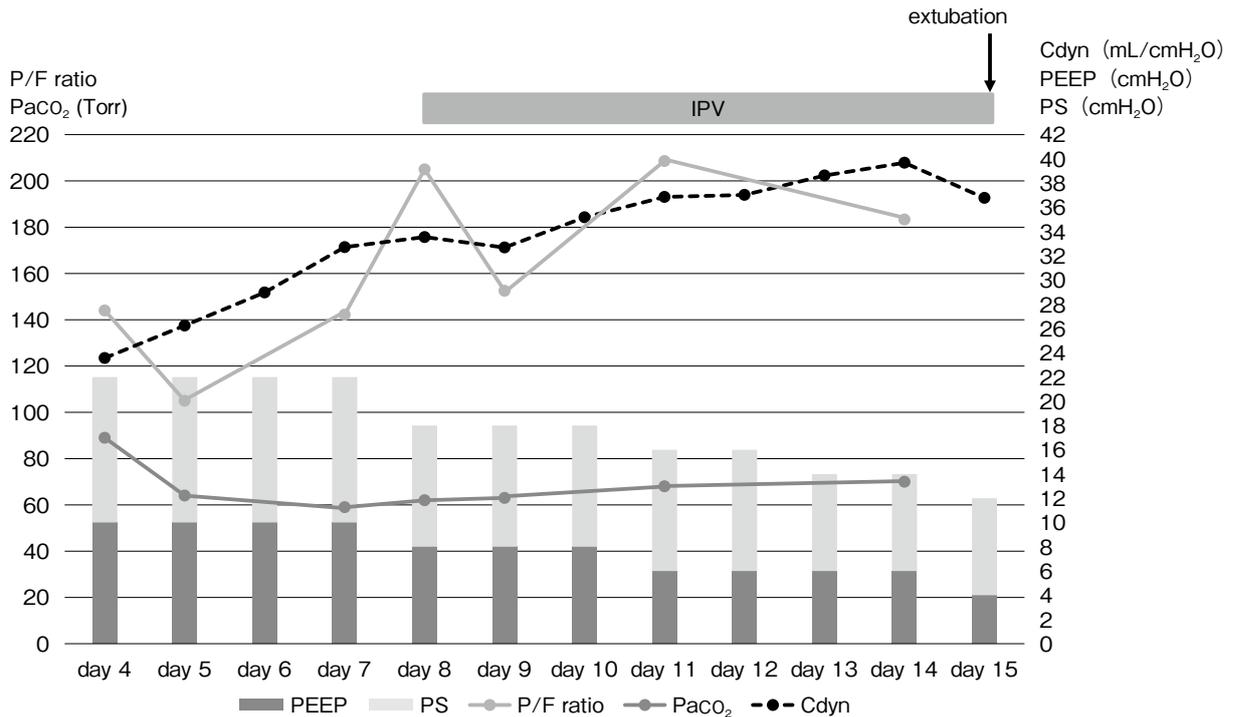


Fig.2 Clinical course of the patient (day4-15)

Cdyn : dynamic lung compliance

Ⅲ. 考 察

挿管人工呼吸管理を要する COPD 増悪症例の救命率は 82%と報告されている¹⁴⁾。また人工呼吸管理を要する重症気管支喘息症例のレビューでは死亡率は 6.5～10.3%とされ¹⁵⁾、他疾患よりも良好な成績とされている。しかし COPD のように気流制限が強い症例では内因性 PEEP の存在により、また気管支喘息では発作重積による気管支攣縮と気道分泌物増加・ドレナージ不良による換気不全が起り、人工呼吸管理が難渋する場面に直面する。

本症例において NPPV での呼吸管理では不十分と判断し、挿管人工呼吸管理へ移行した。挿管当日は徐々にカウンター PEEP をかけることで呼吸状態の改善を得ることができた。引き続き薬物治療も行っていたが、挿管から 4 日間の第 7 病日までは P/F 比 150 前後から改善できず、また換気量も不安定で吸気圧も減少させることができなかった。気流制限が存在したこと (Fig.1) と気管支鏡にて気管支粘膜面の浮腫と分泌物貯留を認めたことから、気管支攣縮と分泌物ドレナージ不良が呼吸状態改善に難渋する原因と考えた。そこで IPV による喀痰排出効果^{2~5)}に期待し導入した。IPV の

高頻度ガス噴出が喀痰を気道壁から「はがし」^{2,16)}、気道内に発生する呼気バイアスフローが中枢側に運搬する^{2,17)}、という機序が考えられている。排痰目的で IPV を実施した報告^{2~5)}では percussion 頻度は 120～300/分であり、今回我々も percussion 頻度を 200～300/分と設定した。一方で COPD の急性増悪に対する有用性の報告はあるものの^{4,11)}、気管支喘息の病態を有する ACO の増悪もしくは気管支喘息発作症例への安全性や有用性については確立されたものがなかった。このため導入時は主治医の他に呼吸ケアサポートチーム (respiratory support team : RST) もベッドサイドで待機し、状態変化に対応できる環境で行った。気管からの分泌物の吸引量は比較できていないが、動的肺コンプライアンスの改善 (Fig.2) の一助になったと考えている。

また人工呼吸管理中における IPV の薬剤デリバリーは定量噴霧吸入器よりも優れる可能性が示唆されている¹⁸⁾。今回我々は IPV を行う際にプロカテロール 150 μ g を併用しており、安全かつ有効に IPV を施行できた要因の 1 つと考えている。

IV. おわりに

人工呼吸管理のウィーニングに難渋した ACO の増悪症例に対して IPV を併用することで、呼吸状態の改善が得られた。IPV は気管支喘息の病態・症状を有する症例においても、治療法のオプションとして用いることを考慮できるかもしれない。

本稿の全ての著者には規定された COI はない。

参考文献

- 1) 榊原利博, 長谷川隆一, 近藤康博: COPD 急性増悪の呼吸管理. 人工呼吸. 2012; 29: 212-9.
- 2) Toussaint M, De Win H, Steens M, et al: Effect of intrapulmonary percussive ventilation on mucus clearance in duchenne muscular dystrophy patients: a preliminary report. *Respir Care*. 2003; 48: 940-7.
- 3) Varekojis SM, Douce FH, Flucke RL, et al: A comparison of the therapeutic effectiveness of and preference for percussive ventilation, and percussion, intrapulmonary percussive ventilation, and high-frequency chest wall compression in hospitalized cystic fibrosis patients. *Respir Care*. 2003; 48: 24-8.
- 4) Vargas F, Bui HN, Boyer A, et al: Intrapulmonary percussive ventilation in acute exacerbations of COPD patients with mild respiratory acidosis: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2005; 9: R382-9.
- 5) Clini EM, Antoni FD, Vitacca M, et al: Intrapulmonary percussive ventilation in tracheostomized patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. 2006; 32: 1994-2001.
- 6) Allardet-Servent J, Bregeon F, Delpierre S, et al: High-frequency percussive ventilation attenuates lung injury in a rabbit model of gastric juice aspiration. *Intensive Care Med*. 2008; 34: 91-100.
- 7) Schmalstieg FC, Keeney SE, Rudliff HE, et al: Arteriovenous CO2 removal improves survival compared to high frequency percussive and low tidal volume ventilation in a smoke/burn sheep acute respiratory distress syndrome model. *Ann Surg*. 2007; 246: 512-21.
- 8) Homnick DN, White F, de Castro C: Comparison of effects of an intrapulmonary percussive ventilator to standard aerosol and chest physiotherapy in treatment of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 1995; 20: 50-5.
- 9) Ravez P, Richez M, Godart G, et al: Effect of intermittent high-frequency intrapulmonary percussive breathing on mucus transport. *Eur J Respir Dis Suppl*. 1986; 146: 285-9.
- 10) McIntuff SL, Shaw LI, Hodgkin JE, et al: Intrapulmonary percussive ventilation (IPV) in the treatment of COPD. *Respir Care*. 1985; 30: 885.
- 11) Antonaglia V, Lucangelo U, Zin WA, et al: Intrapulmonary percussive ventilation improves the outcome of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease using a helmet. *Crit Care Med*. 2006; 34: 2940-5.
- 12) Hurst JM, Branson RD, Davis K Jr, et al: Comparison of conventional mechanical ventilation and high-frequency ventilation. A prospective, randomized trial in patients with respiratory failure. *Ann Surg*. 1990; 211: 486-91.
- 13) Velmahos GC, Chan LS, Tatevossian R, et al: High-frequency percussive ventilation improves oxygenation in patients with ARDS. *Chest*. 1999; 116: 440-6.
- 14) 日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第 5 版作成委員会: COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン 2018. 日本呼吸器学会. 東京, メディカルレビュー社, 2018, pp139-140.
- 15) Leatherman J: Mechanical ventilation for severe asthma. *Chest*. 2015; 147: 1671-80.
- 16) Soland V, Brock G, Kung M: Effect of airway wall flexibility on clearance by simulated cough. *J Appl Physiol*. 1987; 63: 707-12.
- 17) Fink JB, Mahlmeister MJ: High-frequency oscillation of the airway and chest wall. *Respir Care*. 2002; 47: 797-807.
- 18) 青木利裕, 星山裕介, 林督人ほか: 低肺機能で術前肺炎を合併した膀胱全摘出術後, 肺内パーカッションによる理学療法が有効であった 1 例. *日集中医誌*. 2011; 18: 659-60.

Intrapulmonary percussive ventilation was effective in one case with exacerbated asthma and COPD overlap

Takahiro TASHIRO¹⁾, Kazuaki HUKUSHIMA¹⁾, Megumi INABA¹⁾, Kazuaki SUGAHARA¹⁾
Kumiko HAYASHI²⁾, Sunao USHIJIMA¹⁾, Naomi HIRATA¹⁾, Takeshi YOSHINAGA¹⁾

¹⁾ Department of Respiratory Medicine, Kumamoto Chuo Hospital

²⁾ Department of Clinical Engineering Services, Kumamoto Chuo Hospital

Corresponding author : Takahiro TASHIRO

Department of Respiratory Medicine, Kumamoto Chuo Hospital

1-5-1, Tainoshima, Minami-Ku, Kumamoto, Kumamoto, 862-0965, Japan

Key words : intrapulmonary percussive ventilation, asthma and COPD overlap, mechanical ventilation

Abstract

Asthma and COPD overlap is a disease with chronic airflow obstruction that combines characteristics of asthma and COPD. We used intrapulmonary percussive ventilation for a case of asthma and COPD overlap exacerbation with a significant airflow limitation requiring mechanical ventilation. As a result, we were able to wean the patient from mechanical ventilation with an improved P/F ratio and improved dynamic lung compliance.

Received May 13, 2019

Accepted October 29, 2019