

## ●短 報●

高頻度振動換気 (HFOV) から間欠的強制換気 (IMV) に変更して  
ECMO を回避できた新生児遷延性肺高血圧症の 1 例奥村純平・清水義之・旗智武志・稲田 雄  
竹下 淳・川村 篤・赤松貴彬・竹内宗之

キーワード：高頻度振動換気，間欠的強制換気，新生児遷延性肺高血圧症

## I. はじめに

新生児医療において、換気不全に対して間欠的強制換気 (Intermittent mandatory ventilation : IMV) で管理できない場合に高頻度振動換気 (High frequency oscillatory ventilation : HFOV) が有効な症例がある<sup>1,2)</sup>。我々は HFOV から IMV に変更後、呼吸・循環ともに安定し、体外式膜型人工肺 (extracorporeal membrane oxygenation : ECMO) を回避できた新生児症例を経験した。

## II. 症 例

日齢 4、男児、21 トリソミー。

**現病歴：**在胎 36 週 3 日、体重 2,328g、経膈分娩にて出生。アプガースコアは 8 点 / 8 点 (1 分値 / 5 分値) であった。呼吸窮迫症状が強く出生後 33 分で気管挿管された。動脈ラインは右橈骨動脈に留置された。出生直後から左肺に少量の胸水を認めた。心臓超音波所見より動脈管開存と心房中隔欠損、肺高血圧 (推定肺動脈圧 55mmHg) と診断した。IMV (PIP 20cmH<sub>2</sub>O、PEEP 6cmH<sub>2</sub>O、吸気時間 0.5 秒、回数 40 回 / 分、FiO<sub>2</sub> 1.0) で管理するも SpO<sub>2</sub> は 90% 以上にならず、人工呼吸ハミング X<sup>®</sup> (メトラン、日本) にて HFOV が導入された。平均気道内圧 (mean airway pressure : MAP) 12 cmH<sub>2</sub>O、ストローク・ボリューム (stroke volume : SV) 25mL、振動数 (frequency : Freq) 15Hz、FiO<sub>2</sub> 1.0、一

酸化窒素 (NO) 20ppm で開始されたが、依然として超音波では動脈管の血流は右左短絡優位であり肺高血圧は遷延していた (動脈血 pH 7.200、PaCO<sub>2</sub> 68.4mmHg、PaO<sub>2</sub> 71.9mmHg)。日齢 3 にはシルデナフィルの内服 (0.5mg/kg/日) および、筋弛緩薬、エポプロステノールの持続静注投与も併用された。その後も HFOV による人工呼吸管理が継続されたが、呼吸性アシドーシスは改善せず (動脈血 pH 7.040、PaCO<sub>2</sub> 118mmHg、PaO<sub>2</sub> 56mmHg)、OI (Oxygen Index) 26 と上昇傾向を認め、ECMO による管理も考慮されたため、日齢 4 に ICU に入室した。

**入室時現症：**フェンタニル、ミダゾラム、ロクロニウムの持続静注投与下、人工呼吸ハミング X<sup>®</sup> で HFO (MAP 15cmH<sub>2</sub>O、SV 48mL、Freq 15Hz、FiO<sub>2</sub> 1.0)、NO 20ppm 下で SpO<sub>2</sub> は右上肢で 94%、下肢で 86%。ドパミン 10 μg/kg/分、ドブタミン 10 μg/kg/分、エポプロステノール 1.1ng/kg/分、アルプロスタジル 8.7 ng/kg/分投与下で心拍数 152/分、血圧 74/49mmHg。胸部レントゲンでは肺野の透過性は軽度充進し両側横隔膜は平坦化。

**入室後経過 (Fig. 1)：**ICU に入室時、両側胸水貯留を認めたため、両側の胸腔ドレナージを施行し 60mL の漿液性胸水を回収した。その後も呼吸性アシドーシス (動脈血 pH 7.202、PaCO<sub>2</sub> 86.2mmHg、PaO<sub>2</sub> 132mmHg) は軽快せず、SpO<sub>2</sub> は右上肢 / 下肢 96%/92% であった。ドレナージ施行から 1 時間後に IMV (PIP 25cmH<sub>2</sub>O、PEEP 8cmH<sub>2</sub>O、吸気時間 0.5 秒、回数 48 回 / 分、FiO<sub>2</sub> 1.0) に変更したところ、IMV 施行後 1 時間で呼吸性ア

大阪母子医療センター 集中治療科  
[受付日：2018 年 12 月 7 日 採択日：2019 年 6 月 10 日]

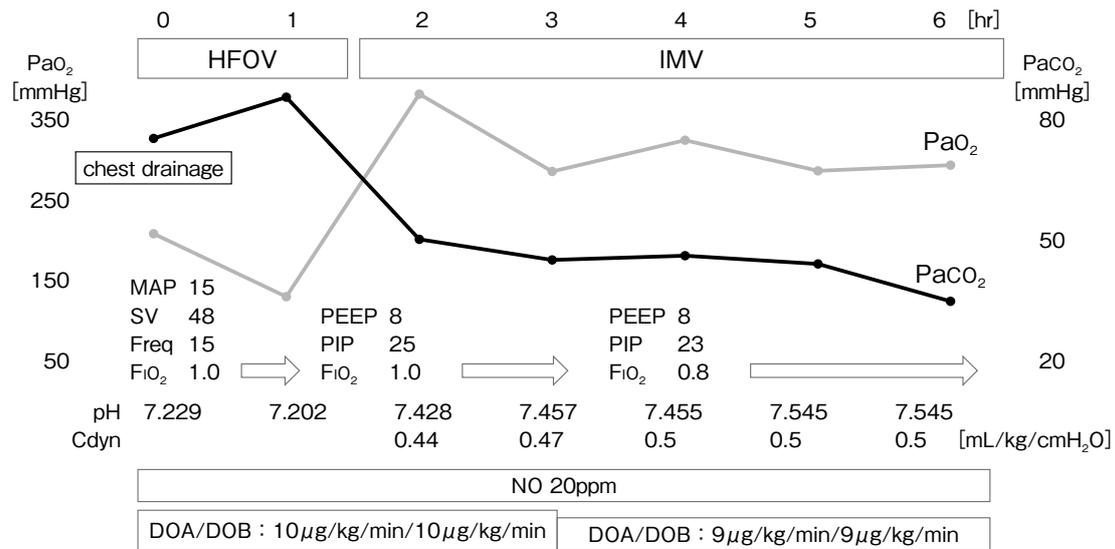


Fig. 1 Clinical course of the patient

HFOV : High frequency oscillation ventilation, IMV : Intermittent mandatory ventilation, MAP : mean airway pressure, SV : stroke volume, Freq : frequency, PEEP : positive end expiratory pressure, PIP : peak inspiratory pressure, Cdyn : dynamic compliance, DOA : Dopamine, DOB : Dobutamine, ppm : parts per million

シドーシスは軽快した（動脈血 pH 7.428、PaCO<sub>2</sub> 50.7 mmHg、PaO<sub>2</sub> 384mmHg）。心臓超音波上も肺高血圧は軽快傾向で動脈管の血流も左右短絡成分が劇的に増加した。その後も循環作動薬、呼吸器設定ともに下げることができた。日齢9にシルデナフィルを1mg/kg/日に増量し、日齢11にNOを終了した。ICU入室当初2,876gであった体重も、呼吸・循環動態の改善とともに2,362gまで減量し日齢18に抜管に至った。日齢23にICUを退室し、日齢57に明らかな後遺症なく退院となった。

### Ⅲ. 考 察

新生児遷延性肺高血圧症（persistent pulmonary hypertension of the newborn : PPHN）とは、種々の要因で生じた肺血管抵抗増大により卵円孔や動脈管を介した右-左シャントが発生した状態である。最近10年以内の重症のPPHNに対する大規模研究はないが、それ以前の報告としては、在胎34週以降で出生した、OI>25を呈する新生児に対してNO吸入がECMOへの移行率と予後に影響するかを検討した試験にて、NO吸入群のECMOへの移行率は39%程度と報告されている<sup>3)</sup>。一方で、重症のPPHNに対してHFOVでNO吸入を施行しECMOへの移行率を下げることもできたとの報告もある<sup>4)</sup>。

本症例は、NO吸入を併用したHFOVにても呼吸性アシドーシスが改善せず、重度の肺高血圧、OI>25の低酸素血症が遷延しECMOも考慮された症例であった。出生直後は胸水貯留に伴う肺実質障害が酸素化低下の原因と考えられ、さらに21トリソミーが原疾患としてあり、肺高血圧も強く酸素化低下を助長し、PPHNへとつながったと推測される。当施設に入室後、胸腔ドレナージにても肺高血圧は軽快せず、呼吸・循環動態の改善には至らなかった。一方でSigh圧がかかっているときの胸上がりが良好であったことからIMVに変更したところ、呼吸器系コンプライアンスが悪くないことがわかり、換気も十分に行えたので呼吸性アシドーシスは速やかに軽快し、循環も安定した。

HFOVにおけるCO<sub>2</sub>除去は周波数(f)と一回換気量(V<sub>T</sub>)の2乗の積に比例する<sup>5,6)</sup>とされる。HFOVはSVを大きくするとV<sub>T</sub>は増大する。しかし、本症例ではSVを大きくすることでは換気不全は改善されなかった。IMV管理中のグラフィックモニターでは、明らかな呼気延長は認めていなかったため、気道抵抗の上昇がHFOV失敗の原因であった可能性は低い。HFOV失敗の原因としては、過剰なMAP設定により過膨張が生じ十分なV<sub>T</sub>がとれなかったこと、さらには、過膨張により死腔が大きくなり、有効なガス交換ができなかったことが考えられる。循環動態に対してもMAP

が高いことによる心拍出量の減少と過膨張の影響で肺血管抵抗が増大することにより肺血流が著しく低下していたと推測される。過膨張を軽減するために、MAPを下げるなどの設定の調整を行えば、HFOVが継続できた可能性はある。HFOVでは気道抵抗、コンプライアンスなどを評価するためのモニタリングやカプノグラムが使用できず、IMVと比較して得られる情報は限られている。本症例においては一時的にIMVに変更し呼吸メカニクスを測定したところ動的コンプライアンスが0.5mL/kg/cmH<sub>2</sub>Oと悪くなく、十分にIMVで換気できることが予想され、結果的にIMVによる管理を継続できた。

HFOV中の管理として、IMVに変更して呼吸メカニクスの測定や聴診などを含め肺の状態の評価をし、呼吸器設定の調整を行うことは有用であった。

#### IV. 結 語

HFOVからIMVに変更後、呼吸・循環ともに安定し、ECMOを回避できたPPHNの1例を経験した。HFOVにてコントロール不良の換気不全の症例においてIMVにて肺の状態を評価し、IMVによる換気を試す価値はあると考えられた。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

#### 参考文献

- 1) Johnson AH, Peacock JL, Greenough A, et al : High-frequency oscillatory ventilation for the prevention of chronic lung disease of prematurity. *N Engl J Med.* 2002 ; 347 : 633-42.
- 2) Courtney SE, Durand DJ, Asselin JM, et al : High-frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med.* 2002 ; 347 : 643-52.
- 3) Neonatal Inhaled Nitric Oxide Study Group. Inhaled nitric oxide in full-term and nearly full-term infants with hypoxic respiratory failure. *N Engl J Med.* 1997 ; 336 : 597-604.
- 4) Kinsella JP, Truog WE, Walsh WF, et al : Randomized, multicenter trial of inhaled nitric oxide and high-frequency oscillatory ventilation in severe, persistent pulmonary hypertension of the newborn. *J Pediatr.* 1997 ; 131 : 55-62.
- 5) Van de Kieft M, Dorsey D, Morison D, et al : High-frequency oscillatory ventilation : lessons learned from mechanical test lung models. *Crit Care Med.* 2005 ; 33 : S142-7.
- 6) Pillow JJ : High-frequency oscillatory ventilation : mechanisms of gas exchange and lung mechanics. *Crit Care Med.* 2005 ; 33 : S135-41.