

●症例報告●

早期 ECMO 導入により救命し得た インフルエンザ肺炎による重症 ARDS 3 症例の検討

石井賢二・吉田英樹・森川大樹・川口剛史・藤谷茂樹

キーワード：ECMO (extracorporeal membrane oxygenation), ARDS (acute respiratory distress syndrome), インフルエンザ A (H1N1) pdm09 ウイルス

要 旨

X 年 12 月から X+1 年 1 月にかけて当院で体外式膜型人工肺 (extracorporeal membrane oxygenation : ECMO) を導入した新型インフルエンザ肺炎による重症急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) の 3 症例について報告する。症例は年齢が 47 ~ 64 歳の男性であり、全例で人工呼吸管理開始後も PaO₂/FiO₂ ratio の改善を得られず、人工呼吸管理開始から 24 時間以内に ECMO が導入された。ECMO の使用期間は 5 ~ 10 日間であり、3 例とも ECMO 使用中の人工呼吸器設定は lung rest 設定で肺保護換気を徹底し、全例人工呼吸管理開始から 48 時間の筋弛緩管理も施行している。ECMO 管理期間が短期間であったため出血や感染といった合併症を起こすことなく、人工呼吸器離脱に難渋し気管切開を要した症例が 1 例あるが、3 例とも救命し 2 例は独歩退院している。ECMO の導入時期や管理方法、また離脱時期を適切に判断することで、ECMO 管理の成績をより向上させていくことができると考える。

I. はじめに

ウイルス性肺炎を契機に急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) に至った重症例において、人工呼吸管理を行っても呼吸不全により死亡する症例が報告されている。重症呼吸不全に対する治療の 1 つに体外式膜型人工肺 (extracorporeal membrane oxygenation : ECMO) が挙げられるが、現時点ではウイルス感染による ARDS 症例に対する明確な導入基準は確立していない。今回早期に ECMO を導入し良好な転帰となったインフルエンザ A (H1N1) pdm09 ウイルス感染の 3 症例を経験したので報告する。

II. 方法および使用機材

ECMO 機材はキャピオックスカスタムパック EBS 心臓キット[®] (テルモ社、日本) で、カニューラは送血・

脱血ともに BioMedicus Next Gen カニューレ[®] (メドトロニック社、アイルランド) を使用した。カテーテル挿入部位は 3 症例とも大腿静脈経由右房脱血、右内頸静脈経由上大静脈送血とした。抗凝固薬はヘパリンを使用し、ELSO (Extracorporeal Life Support Organization) の推奨に従い活性化凝固時間 (activated clotting time : ACT) 180 ~ 220 秒で管理した。カテーテル径は、症例 1・3 は送血側に 21Fr、脱血側に 25Fr、症例 2 は送血側に 23Fr、脱血側に 25Fr を使用した。

III. 症 例

1. 症例 1

49 歳男性。

主訴：咳嗽、呼吸困難。

既往歴：特記事項なし、常用薬なし。

家族歴：特記事項なし。

生活歴：喫煙歴なし、飲酒は機会飲酒。

現病歴：X 年 11 月下旬より発熱を自覚し、発症から 4

聖マリアンナ医科大学病院 救急医学
[受付日：2020 年 4 月 10 日 採択日：2020 年 11 月 6 日]

日後に近医を受診したがインフルエンザウイルス抗原迅速検査は陰性であり、2日後に施行したCTでも異常所見を認めなかった。発症から7日後に咳嗽、呼吸困難が出現し当院に救急搬送となり肺炎の診断にて入院となった。

来院時身体所見：身長163cm、体重73.6kg、意識清明、体温38.5℃、脈拍113回/分、血圧166/99mmHg、呼吸数35回/分、SpO₂91%（リザーバーマスク15L/分投与下）、眼瞼結膜に貧血、黄疸の所見はなく、胸部聴診では左背部でcoarse cracklesを聴取し、心雑音は認めなかった。腹部平坦軟、下腿浮腫はなく、神経学的異常所見は認めなかった。

来院時検査所見：動脈血液ガス分析（リザーバーマスク10L/分投与下）はpH7.42、PaCO₂34.1mmHg、PaO₂67.6mmHg、HCO₃⁻21.9mmolであった。血液検査では白血球3,500/ μ L、CRP21.8mg/dL、プロカルシトニン0.93ng/mLと上昇を認めた。自己抗体は認めず、肺炎球菌尿中抗原、レジオネラ尿中抗原、インフルエンザウイルス抗原迅速検査はいずれも陰性であった。胸部単純写真で両側びまん性のすりガラスおよび浸潤影を認め、胸部CT検査では両肺で気管支血管周囲索に優位な比較的境界明瞭なすりガラス影が広がっており、両側下葉には収縮性変化を伴う浸潤影も認められた。

入院後経過：救急外来にて気管挿管、人工呼吸管理を開始しICUに入院となった。また経肺圧のモニタリングのため食道内圧の測定も開始した。人工呼吸器設定は圧制御式アシストコントロール（pressure controlled-assist/control；以下、PC-A/C）を選択し、深鎮静管理を施行したが、自発呼吸に伴い吸気終末経肺圧は30～35cmH₂Oを認め、プラトー圧が30cmH₂O以下を維持できないためロクロニウムを用いた。人工呼吸管理開始から4時間が経過した時点で、FiO₂0.9の設定でPaO₂/FiO₂ ratio（P/F比）は60台と改善を認めないためECMOによる肺保護管理を開始した。インフルエンザウイルス感染を疑いペラミビル600mg/日の投与を開始し、市中肺炎合併の可能性も考えピペラシリン・タゾバクタム（PIPC/TAZ）、アジスロマイシン（AZM）、バンコマイシン（VCM）も併用した。ステロイドに関してはインフルエンザウイルス感染を疑っていたので使用はしなかった。入院翌日に左B⁵bより気管支肺胞洗浄（bronchoalveolar lavage：BAL）を施行し有意な菌の分離は認めなかったが、RT-PCR検査にてインフ

ルエンザA（H1N1）pdm09ウイルスを検出し原発性ウイルス性肺炎と診断した。抗菌薬は、AZMは3日間、PIPC/TAZは7日間投与終了とし、ペラミビルは症状・副作用の有無を観察しながら7日間連日投与した。

人工呼吸管理に関して、ECMOはflow5.0L/分、ECMO GasのFiO₂0.7の設定で開始し、人工呼吸器設定は量制御式アシストコントロール（volume controlled-assist/control；以下、VC-A/C）を選択し、FiO₂0.21、呼吸回数12回/分、一回換気量（tidal volume：VT）260mL（予測体重×4.3mL/kg）に設定した肺保護換気を行った。プラトー圧が30cmH₂O以下を維持するため、ロクロニウムは48時間の投与持続を行った。入院第3病日以降は患者との同調性を考慮して人工呼吸器設定をPC-A/Cに変更した。またPEEPを15cmH₂Oから徐々に下げたところ、P/F比の低下と画像上無気肺の増加を認め、呼気終末経肺圧も0cmH₂O以下となったためPEEPは15cmH₂Oとして継続し、その後も呼気終末経肺圧を指標にPEEPは適宜調整した。ECMO管理中はプロポフォールとフェンタニルを使用しRASS（Richmond Agitation Sedation Scale）が0～-2を目安に、吸気終末経肺圧は20cmH₂O以下、プラトー圧は30cmH₂O以下を維持するよう管理した。静的肺コンプライアンスはECMO導入時点で23mL/cmH₂Oであったが入院第7病日には44mL/cmH₂Oと改善を認め、P/F比も150～200で経過するようになり、以降連日ECMOのサポートを減じ入院第10病日にECMOを離脱した（表1-1）。その後入院第14病日に人工呼吸器離脱し、入院第22病日に退院となった。

2. 症例2

47歳男性。

主訴：発熱、倦怠感。

既往歴：2型糖尿病、高血圧、脂質異常症。

常用薬：オルメサルタン、ビソプロロール、ニフェジピン、ロスバスタチン。

家族歴：特記事項なし。

生活歴：喫煙歴なし、飲酒は機会飲酒。

現病歴：X年12月上旬より発熱、関節痛、乾性咳嗽が出現し、発症から6日後に近医受診したところ低酸素血症を認め当院に転院搬送となった。肺炎の診断となり気管挿管、人工呼吸管理を開始しICUに入院となっ

表 1-1 【症例 1】 ECMO 導入・離脱前後の人工呼吸管理の経過

| | | ECMO 導入直前 | ECMO 導入直後 | ECMO 離脱直前 ^{※2} | ECMO 離脱直後 |
|-------------|---|--------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 人工呼吸器設定 | Mode | PC-A/C | VC-A/C | PC-A/C | PC-A/C |
| | Pi (cmH ₂ O) / V _T ^{※1} (mL) | Pi 12 | VT 260 | Pi 12 | Pi 12 |
| | f (回 / 分) | 15 | 12 | 10 | 15 |
| | PEEP (cmH ₂ O) | 15 | 15 | 18 | 18 |
| | FiO ₂ | 0.9 | 0.21 | 0.4 | 0.4 |
| 血液ガス | pH | 7.397 | 7.338 | 7.463 | 7.464 |
| | PaCO ₂ (mmHg) | 33.1 | 37.1 | 38.1 | 35.9 |
| | PaO ₂ (mmHg) | 60.1 | 66.8 | 70.2 | 92.8 |
| P/F 比 | 66.8 | - | 175 | 232 | |
| 静的肺コンプライアンス | | 23 | | 44 | |
| 経肺圧 | 吸気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | 11 | | 13 | |
| | 呼気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | 3 | | 0 | |

※1 tidal volume : 一回換気量

※2 ECMO 離脱直前の ECMO 設定は、3 症例いずれも ECMO flow 2.0L/分、ECMO Gas は OFF した状態で測定

た。

来院時身体所見：身長 170cm、体重 87.4kg、意識 E4V2M6、体温 37.1℃、脈拍 104 回 / 分、血圧 96/72 mmHg、呼吸数 28 回 / 分、SpO₂ 89% (リザーバマスク 10L / 分投与下)、眼瞼結膜に貧血や黄疸の所見は認めず、胸部聴診では副雑音は聴取しなかった。

来院時検査所見：動脈血液ガス (リザーバマスク 10L / 分投与下) は pH 7.35、PaCO₂ 25.7mmHg、PaO₂ 50.8 mmHg、HCO₃⁻ 13.8mmol であった。血液検査では白血球 9,200 / μL、CRP 12.9mg/dL、LDH 673U/L、CK 381U/L と上昇を認め、肺炎球菌尿中抗原、レジオネラ尿中抗原はともに陰性で、インフルエンザウイルス抗原迅速検査は A 型陽性であった。胸部単純写真では両側びまん性のすりガラス影を認め、胸部 CT 検査では両肺で一部に consolidation を含む広範囲なすりガラス影を認めた。

入院後経過：人工呼吸器設定は PC-A/C を選択し、プラトー圧を 30cmH₂O 以下に維持するためロクロニウムを用いた。人工呼吸管理開始から 6 時間後、FiO₂ 1.0 の設定で P/F 比は 70 台であったため ECMO 管理を開始した。敗血症性ショックを呈しておりノルアドレナリン、バソプレシン (0.03U/分) とハイドロコルチゾン (200mg/日) の持続投与も開始した。インフルエンザウイルス感染に対しペラミビル 600mg/日の投与を開始し、セフトリアキソン (CTRX)、AZM も併用したが、AZM は 3 日間、CTRX は 7 日間で投与終了し、

ペラミビルは 5 日間連日投与した。人工呼吸管理に関しては、ECMO 導入後は VC-A/C を選択し、V_T 240 mL (予測体重 × 3.6mL/kg) に設定した肺保護管理を行った。入院日から 48 時間はロクロニウムを用いた管理を行い、第 3 病日以降は人工呼吸器設定を PC-A/C に変更し、PEEP 10cmH₂O、FiO₂ 0.4、Pi 10cmH₂O として V_T が 260 ~ 400mL (予測体重 × 4 ~ 6mL/kg) が維持されるようデクスメデトミジンとフェンタニルを使用して管理した。ECMO 導入時点での静的肺コンプライアンスは 21mL/cmH₂O であったが入院第 4 病日には 45mL/cmH₂O まで改善し、入院第 5 病日に ECMO を離脱した (表 1-2)。さらに入院第 6 病日には人工呼吸器離脱し翌日一般病棟へ転床となり入院第 15 病日に退院となった。

3. 症例 3

64 歳男性。

主訴：咳嗽、呼吸困難。

既往歴：大動脈弁閉鎖不全症に対して弁形成術施行歴あり、高血圧、脂質異常症。

常用薬：アスピリン、カルベジロール、ニフェジピン、ピタバスタチンカルシウム、エプレレノン、ランソプラゾール。

家族歴：特記事項なし。

生活歴：喫煙歴なし、飲酒は機会飲酒。

現病歴：X+1 年 1 月上旬より倦怠感を自覚し、翌日よ

表 1-2 【症例 2】 ECMO 導入・離脱前後の人工呼吸管理の経過

| | | ECMO 導入直前 | ECMO 導入直後 | ECMO 離脱直前 ^{※2} | ECMO 離脱直後 |
|-------------------|---|--------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 人工呼吸器設定 | Mode | PC-A/C | VC-A/C | PC-A/C | PC-A/C |
| | Pi (cmH ₂ O) / V _T ^{※1} (mL) | Pi 15 | VT 240 | Pi 10 | Pi 10 |
| | f (回 / 分) | 16 | 10 | 10 | 10 |
| | PEEP (cmH ₂ O) | 14 | 10 | 10 | 10 |
| | FiO ₂ | 1.0 | 0.21 | 0.4 | 0.4 |
| 血液ガス | pH | 7.358 | 7.246 | 7.461 | 7.471 |
| | PaCO ₂ (mmHg) | 23.2 | 32.2 | 41.9 | 38.5 |
| | PaO ₂ (mmHg) | 72.8 | 88.8 | 88.0 | 109.8 |
| | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | 12.7 | 13.5 | 29.5 | 27.7 |
| P/F 比 | 72.8 | - | 220 | 274.5 | |
| 静的肺コンプライアンス | | 21 | | 45 | |
| 経肺圧 ^{※3} | 吸気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | - | | - | |
| | 呼気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | - | | - | |

※1 tidal volume : 一回換気量

※2 ECMO 離脱直前の ECMO 設定は、3 症例いずれも ECMO flow 2.0L/分、ECMO Gas は OFF した状態で測定

※3 症例 2 では経肺圧測定を施行していない

り咳嗽、呼吸困難を認め発症 4 日後に呼吸困難が増悪したため近医受診し、室内気で SpO₂ 70% の低酸素血症と胸部単純写真で右肺炎像を認め、同日当院に転院搬送となり肺炎の診断により気管挿管、人工呼吸管理を開始し ICU 入院となった。

来院時身体所見: 身長 164cm、体重 60.3kg、意識清明、体温 36.8℃、脈拍 56 回 / 分、血圧 86/70mmHg、呼吸数 20 回 / 分、SpO₂ 89% (リザーバーマスク 10L / 分投与下)、眼瞼結膜に貧血や黄疸の所見は認めず、胸部聴診では副雑音は聴取しなかった。

来院時検査所見: 動脈血液ガス分析 (リザーバーマスク 10L / 分投与下) は pH 7.28、PaCO₂ 42.2mmHg、PaO₂ 64.6mmHg、HCO₃⁻ 19.4mmol であった。血液検査では白血球 5,500 / μL、CRP 17.6mg/dL、プロカルシトニン は 3.49ng/mL と上昇しており、AST 148U/L、LDH 715U/L、CK 1,002U/L、BUN 75.2mg/dL、Cre 2.59 mg/dL であった。インフルエンザウイルス抗原迅速検査は A 型陽性であった。胸部単純写真では右肺優位に両肺ですりガラス影を認め、胸部 CT 検査では両肺びまん性に非区域性に分布するすりガラス影を認め、両側下葉には収縮性変化を伴う浸潤影を認めた。

入院後経過: 人工呼吸器設定は PC-A/C を選択し経肺圧のモニタリングのため食道内圧の測定も開始した。ロクロニウムを用いて呼気終末経肺圧を 0cmH₂O 以上、吸気終末経肺圧を 20cmH₂O 以下、プラトー圧を 30

cmH₂O 以下の維持に努めたが、人工呼吸管理開始から 4 時間後の時点で、FiO₂ 1.0 の設定で P/F 比は 60 台であり ECMO 管理を開始した。ペラミビルは 200mg / 日で開始し、CTR X と AZM も併用したが、入院第 4 病日に胸部単純写真で新規浸潤影を認め人工呼吸器関連肺炎 (ventilator-associated pneumonia : VAP) の合併を考慮し抗菌薬を CTR X から PIPC / TAZ に変更した。ECMO 開始後の人工呼吸器設定は VC-A/C を選択し、V_T 320mL (予測体重 × 5.2mL/kg) に設定した。V_T が 500mL 以上、プラトー圧も 30cmH₂O 以上を認め、吸気終末経肺圧も 30 ~ 35cmH₂O と上昇を認めたため 48 時間を目安に入院第 2 病日までロクロニウムを用いた管理を行った。入院第 3 病日以降は人工呼吸器設定を PC-A/C に変更し、PEEP 12cmH₂O、FiO₂ 0.3、Pi 12 cmH₂O に設定した。プロポフォールとフェンタニルを用いて鎮痛鎮静管理を行ったが、安静が保てず RASS は -2 ~ -4 の管理とした。静的肺コンプライアンスは ECMO 導入時 31mL/cmH₂O であったが入院第 6 病日には 55mL/cmH₂O まで改善し、ECMO flow を下げても P/F 比は 150 ~ 200 は保たれるようになり、入院第 7 病日に ECMO を離脱した (表 1-3)。しかし ECMO 離脱後、喀痰の増加と画像上無気肺の増加を認め、また鎮静を弱め自発呼吸を促したところ、多大な努力呼吸も認めるようになり、P/F 比も 150 前後であった。数日の経過でも人工呼吸器の設定を下げることはでき

表 1-3 【症例 3】 ECMO 導入・離脱前後の人工呼吸管理の経過

| | | ECMO 導入直前 | ECMO 導入直後 | ECMO 離脱直前 ^{※2} | ECMO 離脱直後 |
|-------------|---|--------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 人工呼吸器設定 | Mode | PC-A/C | VC-A/C | PC-A/C | PC-A/C |
| | Pi (cmH ₂ O) / V _T ^{※1} (mL) | Pi 14 | VT 320 | Pi 12 | Pi 12 |
| | f (回 / 分) | 18 | 10 | 14 | 14 |
| | PEEP (cmH ₂ O) | 12 | 10 | 14 | 18 |
| | FiO ₂ | 1.0 | 0.21 | 0.4 | 0.5 |
| 血液ガス | pH | 7.314 | 7.337 | 7.422 | 7.417 |
| | PaCO ₂ (mmHg) | 38.4 | 36.1 | 30.4 | 31.0 |
| | PaO ₂ (mmHg) | 65.8 | 86.0 | 62.7 | 71.9 |
| P/F 比 | 65.8 | - | 156.8 | 143.8 | |
| 静的肺コンプライアンス | | 31 | | 55 | |
| 経肺圧 | 吸気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | 20 | | 9 | |
| | 呼気終末経肺圧 (cmH ₂ O) | 3 | | 5 | |

※1 tidal volume : 一回換気量

※2 ECMO 離脱直前の ECMO 設定は、3 症例いずれも ECMO flow 2.0L/分、ECMO Gas は OFF した状態で測定

ず、人工呼吸器離脱が困難であったため入院第 17 病日に気管切開を施行した。気管切開後はプロポフォールとフェンタニルの投与を終了でき離床を進めることができた。入院第 29 病日には PEEP 6cmH₂O、FiO₂ 0.3、サポート圧 5cmH₂O まで下げることができ、人工呼吸器設定を PAV+mode (proportional assist ventilation) に変更し、入院第 31 病日に T-piece を用いて人工呼吸管理から一時的に離脱させ、連日離脱時間を延ばしていき入院第 35 病日に人工呼吸管理からの完全離脱を得た。その後は酸素 3L/分の投与は要するものの、再度の人工呼吸管理を要することなく経過している。

IV. 考 察

2009 年に英国の Glenfield Hospital から発表された多施設無作為化比較試験 (randomized controlled trial : RCT) である CESAR trial¹⁾ の結果と、同年にパンデミックを起こしたインフルエンザ A (H1N1) pdm09 ウイルスによる ARDS に対する ECMO 使用の成績が報告されて以降 ECMO の使用が増え、さらに昨今の SARS-CoV-2 感染においても ECMO の使用が目ざされている。ECMO の導入は人工呼吸管理下において①肺病変は可逆的と考えられ、②重篤な低酸素血症や高二酸化炭素血症が持続し、③人工呼吸器関連肺損傷 (ventilator-induced lung injury : VILI) のリスクが高い場合に検討されるが、現時点では明確な導入基準は確立しておらずガイドラインや各臨床研究で用いられてい

る基準を参考に判断するしかないのが現状である。当院では ELSO²⁾ が提唱する適応基準 (表 2) を参考に導入時期を検討している。今回の 3 症例はいずれも FiO₂>0.9 のもとで PaO₂/FiO₂<100 かつ Murray score >3 であり、ECMO の導入が必要な症例であったと考える。

インフルエンザ感染による ARDS 症例での ECMO の管理期間に関して、初期の報告であるが ANZ-ECMO グループ³⁾ が 10 日、ELSO²⁾ が 12.3 日、本邦⁴⁾ が 8.5 日であったとしており、今回著者らが経験した 3 症例もそれぞれ 10 日、5 日、7 日といずれも上記報告に近いものであった。ARDS では病期が増殖期から線維化期へ移行するとリモデリングが起り自己肺の改善に時間を要するため⁵⁾、いかに早期に肺保護管理を行い滲出期での改善を得られるかが重要と考えられる。ELSO ガイドライン²⁾をはじめ CESAR trial¹⁾ や EOLIA trial⁶⁾ の導入基準でも、高い設定の人工呼吸管理が 7 日以上経過した症例は、すでに不可逆的肺損傷を生じ予後不良が予測されるため ECMO 導入の除外基準に挙げられており、ECMO 導入の判断を逸せず早期に判断することが求められている。EOLIA trial⁶⁾ では早期 ECMO 導入による 60 日死亡率の有意な低下は認められなかったが、対象患者では ECMO の使用の有無にかかわらず肺保護換気は遵守されており、また補助療法として筋弛緩薬・腹臥位療法もかなり高い割合で実施されていた。当院でも ECMO 管理中は肺

表2 成人呼吸不全不全に対する ECMO 導入基準 (ELSO ガイドラインより)²⁾

導入基準

1. 低酸素血症
ECMO を導入しない場合の死亡率が50%以上である場合に導入を考慮する
以下の a) の場合は死亡率が50%以上と推定され導入を考慮、b) の場合は死亡率が80%以上であると推定されその時点で導入適応
a) $FiO_2 > 90\%$ にて $PaO_2/FiO_2 < 150$ または Murray score 2 ~ 3 (※)
b) $FiO_2 > 90\%$ にて $PaO_2/FiO_2 < 100$ または Murray score 3 ~ 4 が6時間以上継続
2. 高二酸化炭素血症
プラトー圧 $> 35\text{cmH}_2\text{O}$ でも改善しない
3. 重度の air leak syndrome
4. 肺移植待ちで挿管管理が必要
5. 肺塞栓や窒息、治療反応に乏しい急激な循環不全ないしは呼吸不全

除外基準

絶対的除外基準はなし。下記の場合が ECMO でも予後改善が厳しいと想定される相対的な除外基準

1. 人工呼吸器が高い設定 ($FiO_2 > 0.9$ 、プラトー圧 $> 30\text{cmH}_2\text{O}$) で7日以上経過している場合
2. 薬剤による重度の免疫抑制状態 (好中球数 $< 400/\text{mm}^3$)
3. 増大傾向にある中枢神経系の出血
4. 回復の見込みのない中枢神経障害や末期の悪性腫瘍
5. 年齢 (制限はないが高齢になるにつれリスクがあることを考慮)

(※) Murray score の算出方法

| | 0点 | 1点 | 2点 | 3点 | 4点 |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Xp 上の肺陰影 | なし | 25% | 50% | 75% | 全肺野 |
| PaO_2/FiO_2 | ≥ 300 | 225 ~ 299 | 175 ~ 224 | 100 ~ 174 | < 100 |
| PEEP | 5 | 6 ~ 8 | 9 ~ 11 | 12 ~ 14 | ≥ 15 |
| コンプライアンス | ≥ 80 | 60 ~ 79 | 40 ~ 59 | 20 ~ 39 | < 19 |

保護換気の徹底のため、3症例とも呼吸回数を少なくし、 FiO_2 、プラトー圧も低く設定したいわゆる“lung rest”設定にて管理を行った。導入から最初の48時間は筋弛緩薬を使用した。以降は人工呼吸器との同調性を期待してPC-A/Cの設定にて管理した。今回比較的短期間でECMOから離脱が得られたが、いずれの症例も人工呼吸管理開始から6時間以内にECMOを導入、かつ筋弛緩薬も併用した肺保護管理を徹底したことが早期改善の理由の1つだと考えている。しかし症例3ではECMOからは早期に離脱できたが、人工呼吸器離脱までに35日を要した。肺保護管理の徹底のため筋弛緩薬の投与、深鎮静管理が人工呼吸管理期間の延長に影響したと著者らは考えている。ELSO²⁾では過度の鎮静を減らすため早期に気管切開の施行を提唱しているが、症例3ではhigh PEEPでの管理が続いていたため気管切開の施行は困難であった。

ECMO管理が長期化すると回路内血栓や人工肺不全などの回路関連の合併症だけでなく、出血や感染といった患者関連の合併症も増えるため、可能な限り早期の離脱が望ましいと考える。当院では自己肺改善の

評価として血液ガスでのP/F比や胸部単純写真、静的肺コンプライアンスを参考にしてECMOのサポートを減らしている。そしてECMO flowを2L/分に下げ SpO_2 が95%以上保たれることを確認後、スリーブガスをOFFして $PaCO_2 < 50\text{mmHg}$ 、P/F比が100~150以上は保たれることを確認して離脱するようにしている。離脱の基準は各施設に委ねられているのが現状であり、ECMOの離脱に関して体系的なプロトコルができれば、より治療成績は向上するものと期待される。

V. おわりに

今回著者らは早期のECMO導入にて救命を得たインフルエンザ肺炎によるARDSの3症例を経験した。重症のウイルス性肺炎に対し人工呼吸管理のみでは維持が困難であり、早期のECMO導入と肺保護管理の徹底はECMO期間の短縮、治療成績の向上にも寄与すると考える。

本稿の全ての著者に規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al : Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR) : a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 ; 374 : 1351-63.
- 2) Guidelines for Adult Respiratory Failure August, 2017. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). https://www.else.org/Portals/0/ELSO%20Guidelines%20For%20Adult%20Respiratory%20Failure%201_4.pdf (2020年4月1日閲覧)
- 3) Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) influenza investigators : Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) acute respiratory distress syndrome. *JAMA*. 2009 ; 302 : 1888-95.
- 4) Takeda S, Kotani T, Nakagawa S, et al : Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) severe respiratory failure in Japan. *J Anesth*. 2012 ; 26 : 650-7.
- 5) Artigas A, Bernard GR, Carlet J, et al : The American-European Consensus Conference on ARDS, part 2. Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study design strategies and issues related to recovery and remodeling. *Intensive Care Med*. 1998 ; 24 : 378-98.
- 6) Combes A, Hajage D, Capellier G, et al : EOLIA Trial Group, REVA, and ECMONet : Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2018 ; 378 : 1965-75.