

症例報告

ECMO 施行中回路内血栓が剝離し遠心ポンプ流入部を完全閉塞させ循環停止した一症例

紺野幸哉¹⁾・後藤 武¹⁾・山本圭吾¹⁾・加藤隆太郎¹⁾・大平朋幸¹⁾・小笠原順子¹⁾・橋場英二²⁾

要 旨

症例は19歳男性。劇症型心筋炎と診断され、循環補助目的としてV-A体外式膜型人工肺(extracorporeal membrane oxygenation: ECMO)導入となった。遠心ポンプはROTAFLOW (Maquet社製)、人工肺はBIOCUBE 6000 (ニプロ社製)、回路は送血側10mm、脱血側12mmを使用した。回路内圧は脱血圧、人工肺前・後圧、酸素吹送圧を測定した。第12病日に脱血回路内の線状の血栓が剝離し血液ポンプ流入部を閉塞させ、突然循環停止となった。緊急で回路交換を実施し再開したが、循環停止時は、回路内圧上昇等の圧変化を認めなかった。その後循環動態の改善を認め、補助26日目にECMOを離脱し転院となった。ECMOプロジェクト回路は呼吸補助が対象だが、時間的に余裕があったことや、ECMO導入前から長期管理が見込まれたことから、回路内圧、酸素化ならびに電解質等をリアルタイムで測定できる本回路を使用した。本症例のようなポンプ流入部における血栓閉塞では脱血圧、送血圧ともに変化せず流量のみ停止となる。現在の回路内圧測定部では回路内血栓によるすべての閉塞部位を同定することはできないため、今後測定部位の再検討が必要と考える。

索引用語: 体外式膜型人工肺、ポンプ閉塞、緊急停止

Sudden stoppage of centrifugal pump due to the occlusion of the drainage circuit with a massive funiform thrombus; a case report

Yukiya Konno¹⁾, Takeshi Goto¹⁾, Keigo Yamamoto¹⁾, Ryutarō Kato¹⁾, Tomoyuki Ohira¹⁾, Junko Ogasawara¹⁾, Eiji Hashiba²⁾

Key words: extracorporeal membrane oxygenation, pump thrombosis, emergency stop

I. 緒 言

ECMOプロジェクトは2012年4月から日本呼吸療法医学会と日本集中治療医学会主導により、本邦での急性呼吸不全症例に対する体外式膜型人工肺(extracorporeal membrane oxygenation: ECMO)の治療成績向上、データの収集などを目的として開始された。当院でも2012年よりECMOプロジェクトに参加し、これまでECMOプロジェクトプロトコールに準じた

3例の呼吸補助と2例の循環補助に使用した。補助循環施行時、血栓等による遠心ポンプの緊急停止は致命的な結果になり得る¹⁾。ECMOプロジェクトの回路を使用した症例のうち1症例で脱血回路内に生じた血栓が剝離して、遠心ポンプを完全閉塞させて緊急停止した症例を経験した。

II. 症 例

症例は19歳男性。身長175cm、体重60kg。発熱により近医入院となり、徐々に酸素化が悪化し、当院へ転院搬送された。同日循環虚脱を認め、ICUへ入室し、劇症型心筋炎としてV-A ECMO、人工呼吸器管理施行となった。

III. 方 法

回路はECMOプロジェクトの推奨するデバイスを使用した。遠心ポンプは長期使用可能なROTAFLOW

1) 弘前大学医学部附属病院 臨床工学部
紺野幸哉 (Yukiya Konno)
〒036-8563 青森県弘前市本町53
Department of Clinical Engineering, Hirosaki University
School of Medicine and Hospital
53, Honcho, Hirosaki, Aomori, 036-8563, Japan

2) 同 集中治療部

[原稿受領日: 2017年12月31日 採択日: 2018年1月26日]

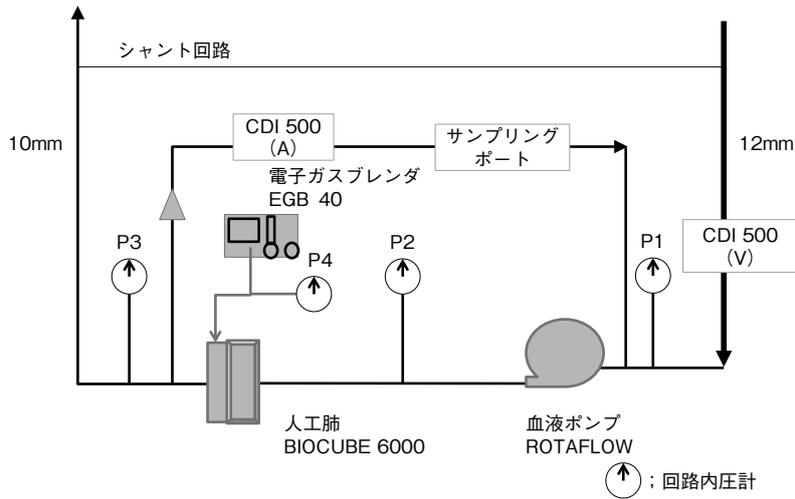


図1 ECMO 回路図

(Maquet 社製)、人工肺は BIOCUBE 6000 (ニプロ社製) を使用した。血液回路は脱血側を回路径 12mm、回路長 3m。送血側は回路径 10mm、回路長 3m とした。脱血圧、人工肺前・後圧、酸素吹送圧の 4 ヶ所の圧を測定した。送血カニューレはキャピオックス 16.5Fr (テルモ社製)、脱血カニューレは VFEM 24 Fr (Edwards 社製) を使用した。電子式ガスブレンダ EGB 40 (Maquet 社製) を用いて酸素流量とともに酸素吹送圧を測定した。回路内圧はカルディアプレス (JMS 社製) を用いて測定した。また体外循環用血液ガス分析装置 CDI 500 (テルモ社製) を用いて持続的に血液ガス値を測定した (図 1)。

IV. 結 果

第 2 病日より V-A ECMO 開始となった。第 8 病日より心拍出量の増加と心臓超音波検査による心機能の回復を認めたため、徐々に離脱を開始した。第 9 病日に脱血回路内の線状の血栓を ECMO の定期的な使用中点検のチェックリストで確認されていたが、回路交換の判断に至らず、そのまま管理していた。血栓第 12 病日に急激な血圧低下とともに、流量表示が 0 (ゼロ) を表示したため、緊急に遠心ポンプ、人工肺を含む回路交換ならびに、別の駆動装置であるキャピオックス遠心ポンプ (テルモ社製) へ交換した。循環停止時、停止前は脱血圧、人工肺前・後圧に変化は認めなかった。交換後にポンプを洗浄したところ、脱血回路にあった線状の血栓が遠心ポンプ流入部を完全閉塞させていた (図 2)。

その後離脱・再開と回路交換を計 3 度実施し、第 27 病日に ECMO を離脱し、第 47 病日に ICU 退室となった。補助循環中の ACT は 150 秒前後で安定していたが、APTT には 23 ~ 180 秒以上と変動が認められた。また循環停止前は FDP が 361 $\mu\text{g}/\text{dL}$ と急激な上昇を



図2 遠心ポンプ血栓

認めていた (図 3)。

V. 考 察

竹田らは、2010 年度のインフルエンザの世界的流行時における本邦の ECMO の生存率が 35.7% であり、海外の ELSO のレジストリーである生存率 64% と比較して成績が悪いことを報告している²⁾。それを踏まえ、日本呼吸療法医学会と日本集中治療医学会主導により本邦での急性呼吸不全症例に対する ECMO の治療成績を向上させること、国内での症例の集積、使用デバイスの統一、ガイドライン和訳などを目的として ECMO プロジェクトが開始され³⁾、当院でも 2012 年 4 月から参加した。ECMO プロジェクトでは長期型の人工肺と遠心ポンプを使用し、回路内圧も脱血圧、人工肺前・後圧、酸素吹送圧の測定などを推奨している⁴⁾。また回路は治療成績の良好な欧米で使用されている回路に合わせて、脱血回路径が 12mm と太く、回路長もリハビ

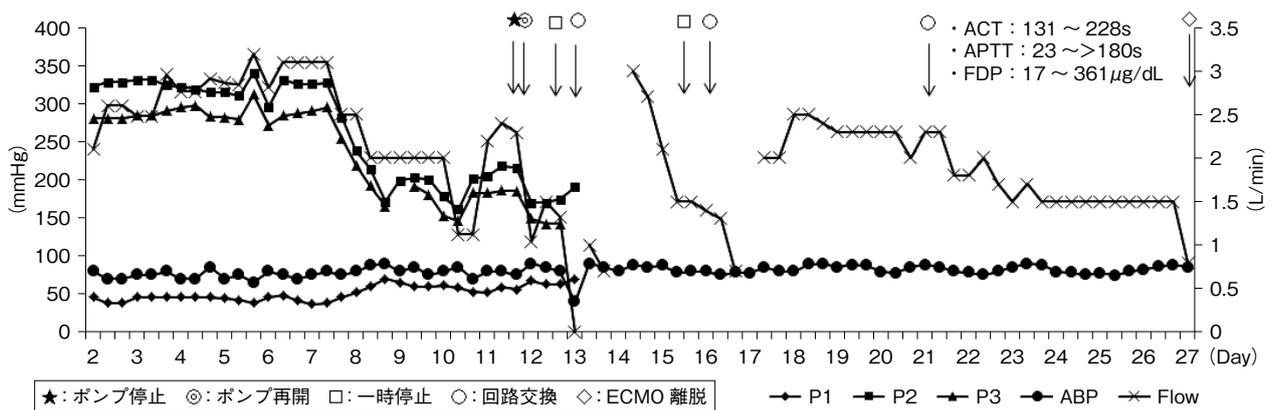


図3 ECMO経過表

リテーションを想定し、3mと国内で従来から使用されているものと比べて、太く長いものが選択されている。今回の症例では、呼吸補助を目的とするV-V ECMOではなく、循環補助目的のV-A ECMOであるが、導入までに時間的な余裕があったことと、長期の使用が見込まれることから充実したモニタリングを行うことを目的として、ECMOプロジェクトのシステムを用いて補助循環を施行した。

本症例で脱血回路内に血栓が生じた要因として、離脱に向けた低流量に加えて、患者からポンプまでの長い回路をベッドにループ固定させていたことが考えられる(図4)。

最も補助流量が高い時で3.2L/minから、離脱に向けた数日間は最も低い時で1.2L/minの補助を行っていた。また回路径が太く、断面積の大きな回路をループさせることで、遠心力により外側は流速が早く、内側は遅くなることで、血流が停滞しやすくなり、内側に線状の回路内血栓を認めたと考える。一方、同じくループ固定をしていた送血回路には血栓を認めていなかった。血栓を認めた脱血回路は12mmであるのに対し、送血回路が10mmと回路径が細く、回路の内側と外側での流速の差が生じにくく、血流の停滞が少なかったからと推測する。

脱血回路に確認されていた線状の血栓が、脱血回路から剝離して遠心ポンプ流入部に流入し、遠心ポンプを完全閉塞させて、循環停止に陥った。今回のように血栓を回路内に認めた際の対応としては、遠心ポンプの閉塞の原因となった血栓が付着した回路を部分的に回路交換する検討が必要であったものと考えられる。また測定していた回路内圧は、人工肺前・後圧のいずれも急激な値の変動を示さず、循環停止に陥った。一般的に流量低下した場合、脱血不良時であれば脱血圧の低下、もしくは人工肺の凝固等があれば人工肺前圧が上昇するように、様々なトラブルの原因を解析するために、回路内圧の変化を参考にする。しかし本症例のよ

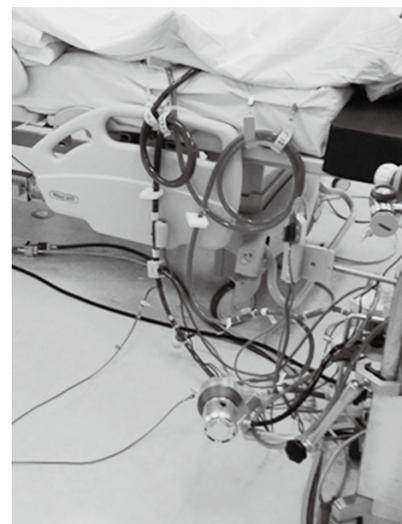


図4 ECMO回路ループ固定

うに血栓により遠心ポンプ流入部を閉塞させる事例では遠心ポンプは低い位置に設置していたため、右房と遠心ポンプの間の落差圧が一定圧かかり、循環停止前後で脱血圧は変化しなかった。また人工肺前・後圧については、遠心ポンプ流入部の閉塞により、流量が停止し、上昇することもなく、患者の動脈圧と遠心ポンプまでの落差圧が一定圧かかったことにより極端に低下することもなかった。ECMO管理をする上で循環停止などの流量が変化した場合、回路内圧も何らかの変化をするものと考えていたため、急な循環停止により流量表示は0を示すものの、回路内圧が変化しなかったために、原因究明に時間を要した。しかし、流量表示に加えて急激な血圧低下を認めたために速やかに胸骨圧迫を実施し、何らかの原因でポンプが停止しているものと判断し、ポンプ並びに回路、装置交換を行い、約20分後に新しいECMOシステムで補助循環を再開した。

今回は血栓を原因とした循環停止症例を経験した。当院では補助循環を管理する際の抗凝固管理の指標と

して、本症例では ACT に加えて APTT を測定している。しかし、APTT の測定は 1 日 1 回だけであったため、ACT と比較するうえでも、少なくとも 1 日 3 回程度の測定が必要であったと考える。FDP についても循環停止前の時点で上昇していた。回顧的に検討すると、脱血側に血栓が生じ、その血栓が大きくなることで線溶系が亢進し、FDP も上昇していたものと考えられる。補助循環の抗凝固管理としては ACT のみならず、APTT も同様に測定し、線溶系の指標である FDP や D-ダイマーの測定結果を踏まえて、回路交換を検討する必要がある。

VI. 結 語

ECMO プロジェクト推奨回路において、脱血回路にある回路内血栓が剝離して循環停止した症例を経験した。現状の回路内圧測定部位では、すべての回路閉塞部位を同定することはできない。また長い線状の血栓を認めた場合、部分的もしくは全体の回路交換を考慮すべきと考える。今後はループさせない回路固定方法による血栓形成防止対策、適切な抗凝固療法により、長期的かつ安全に補助可能な管理を施行したい。また回路内圧測定部位については再検討が必要である。

本稿のすべての著者には規定された COI はない。

●参考文献

- 1) 堀口敦史, 野堀耕佑, 春田良雄, ほか: V-A ECMO の遠心ポンプが血栓により停止した 1 症例. 体外循環技術, 41 (4): 482-486, 2014.
- 2) Takeda S, Kotani T, Tajimi K, et al.: Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) severe respiratory failure in Japan. J Anesth, 26 (5): 650-657, 2012.
- 3) 竹田晋浩, 青景聡之: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). 日本呼吸器学会誌, 3 (6): 777-782, 2014.
- 4) Toomasian M, Lawson D, Harris E: The Circuit: ELSO Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care. 4th Edition. Michigan, Extracorporeal Life Support Organization. 2015. p107-132.