

症例報告

ガソリン誤嚥から ARDS を発症した症例に対し V-V ECMO+CHDF を施行した一例

森田倫行・佐藤昌臣・頼住啓一・佐々木大介
清水 好・石川浩史・西谷義宏・小杉 隆

要 旨

自傷目的にガソリンを飲用して救急搬送された成人男性患者。ガソリンの毒性から急激に急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) と急性腎障害 (acute kidney injury : AKI) の発症を認め、人工呼吸管理での生命維持が困難と判断し、肺保護目的に静脈脱血-静脈送血体外式膜型人工肺療法 (venovenous extracorporeal membrane oxygenation : V-V ECMO) を、並行して除水および溶質除去目的で持続血液透析濾過法 (continuous hemodiafiltration : CHDF) を導入し、それぞれ 81 時間後と 70 時間後に離脱し、患者を救命した。急性増悪の経過および対処について検討した。

索引用語 : ガソリン誤嚥、急性呼吸促迫症候群、静脈脱血-静脈送血体外式膜型人工肺療法、持続血液透析濾過法、急性腎障害

Underwent V-V ECMO and CHDF for a patient who developed ARDS from gasoline aspiration

Tomoyuki Morita, Masaomi Sato, Keiichi Yorizumi, Daisuke Sasaki, Kou Shimizu, Hirofumi Ishikawa, Yoshihiro Nishitani, Takashi Kosugi

Key words : gasoline aspiration, acute respiratory distress syndrome (ARDS), venovenous extracorporeal membrane oxygenation (V-V ECMO), continuous hemodiafiltration (CHDF), acute kidney injury (AKI)

I. 緒 言

公益財団法人日本中毒情報センター¹⁾によれば、ガソリンのヒト経口致死量は 10 ~ 50mL、誤嚥した際には 1 mL 以下でも重篤な肺炎を起こす可能性があるとされている^{2,3)}。経口摂取した際の症状として中枢神経抑制症状、誤嚥による化学性肺炎、肺水腫などがあり、誤嚥による症状が遅れて出現する可能性や気化した気体を高濃度に吸入すると興奮状態を経て麻酔状態に陥り、昏睡、あるいは場合によっては死亡するとも示している。急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) に対する治療は機械的人工換気、支持療法、および根本原因の治療である⁴⁾。

今回、我々はガソリンを誤嚥して ARDS と急性腎障害 (acute kidney injury : AKI) の発症など複数かつ連鎖的に危険状態に陥った患者に対し、静脈脱血-静脈送血体外式膜型人工肺療法 (venovenous extracorporeal membrane oxygenation : V-V ECMO)⁵⁾ と持続血液透析濾過法 (continuous hemodiafiltration : CHDF) が奏功し、救命し得た症例を経験したので報告する。

II. 症 例

患者は自傷目的でガソリンを経口摂取し救急搬送された 42 歳男性である。ガソリン摂取量は不明であったが、家族の証言などから多量の摂取が疑われた。搬送前に嘔吐している所見などから誤嚥の可能性も示唆された。身長 174.0cm、体重約 110kg、体表面積 (body surface area : BSA) は 2.23m²、入院時の意識レベルはジャパン・コーマ・スケール (Japan Coma Scale : JCS) 300、グラスゴー・コーマ・スケール (Glasgow Come Scale : GCS) 1-1-1 であった。搬送時に嘔吐物の吸引を行いながら気管挿管。挿管チューブより誤嚥物の排出を確認。心エコー所見より脱氷状態が著明であ

○関西医科大学附属滝井病院 臨床工学センター
森田倫行 (Tomoyuki Morita)
〒570-8507 大阪府守口市文園町 10-15
Clinical Engineering Center, Kansai Medical University Takii
Hospital
10-15, Fumizono-cho, Moriguchi, Osaka, 570-8507, Japan

[原稿受領日 : 2016 年 1 月 29 日 採択日 : 2016 年 2 月 15 日]

表 1 使用した機材および薬剤

ECMO モジュール	HAS-CFP	泉工医科工業
人工肺	メラ NHP エクセランプライム	泉工医科工業
遠心ポンプ	ジャイロポンプ	京セラ
ECMO 回路	メラエクセライン HP2 滝井オリジナル	泉工医科工業
脱血管	NSH ヘパリン化カニューレ PCKC-V 24Fr	東洋紡
送血管	NSH ヘパリン化カニューレ PCKC-A 18Fr	東洋紡
プライミング液	ボルペン [®] 輸液 6%	大塚製薬
CHDF モジュール	JUN55X	JUNKEN MEDICAL
CHDF 回路	JUNKEN MEDICAL 血液回路	JUNKEN MEDICAL
ヘモダイアフィルタ	SHG - 1.3	東レ
人工呼吸器	EVITA4	Drager

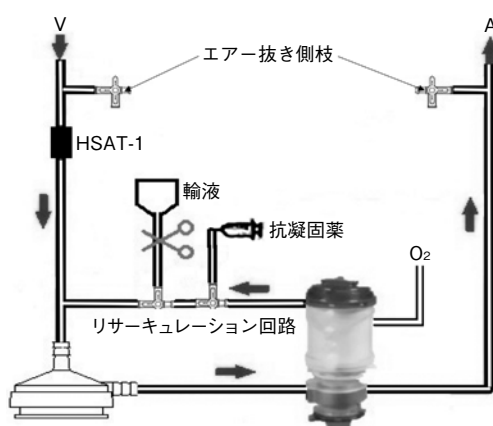


図 1 V-V ECMO 回路

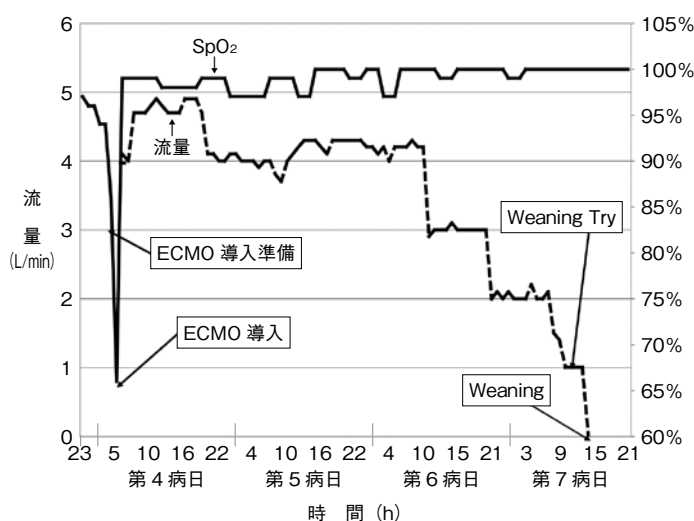


図 2 V-V ECMO 流量・SpO₂の変化

ったことから輸液処置を行った。胸部CTにて胸部背側に浸潤影、ガソリンの毒作用（毒性）による消化管の炎症および肛門部のびらんがあり、化学性の熱傷が多数確認された。発熱はなく血圧は120-50から140-60mmHg、入院後は体動が激しく1病日より複数の鎮静薬を状況に応じて使用した。ARDSへの呼吸管理として人工呼吸器を使用していたがAKIも発症し、輸液過多から血管内水分量がARDSの増悪を相互に招き、経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）が80%に低下、人工呼吸管理の限界と考えV-V ECMOの適応を判断した。V-V ECMOのカニューレシオン時にはSpO₂は更に急激に60%台まで低下していた。V-V ECMO開始から11時間後に体浮腫への除水改善および溶質除去を目的にCHDFを開始した。

Ⅲ. 経 過

1. V-V ECMO の導入（表 1）

ECMOシステムは泉工医科工業社製HAS-CFP[®]を使用した。ECMO回路は当院オリジナル回路を使用した。本回路は人工肺出口部から輸液回路へのリサーキ

ュレーション回路を設けており、リサーキュレーション回路から抗凝固薬が投与可能である（図1）。ブラッドアクセスは脱血カニューレに東洋紡NSHヘパリン化カニューレ[®]PCKC-V24Frを使用し、右大腿静脈から挿入し右房近傍に留置した。送血カニューレは東洋紡NSHヘパリン化カニューレ[®]PCKC-A18Frを使用し、右内頸静脈から上大静脈（superior vena cava：SVC）に留置した。ECMO流量4.0L/min、Perfusion Index（PI）は1.8L/min/m²、吹送ガス流量4.0L/min、酸素濃度100%で開始し、PI=2.0L/min/m²前後でSpO₂を95～100%に維持するようにECMO流量、吹送ガス流量、酸素濃度を適宜調節した（図2）。

人工呼吸器はドレーゲル社Evita4[®]を使用し換気モードはBIPAP+ASBとしてV-V ECMO導入後に酸素濃度100→60%、PEEP=20→15cmH₂O、吸気圧35→23cmH₂OのRest lungに変更した。

2. V-V ECMO 中の管理

人工肺へのガスフラッシュは一時的に酸素流量を10L/minにして1分間、1時間おきに行った。血液ガス測定は2～3時間おきに適宜行った。抗凝固薬はヘパリ

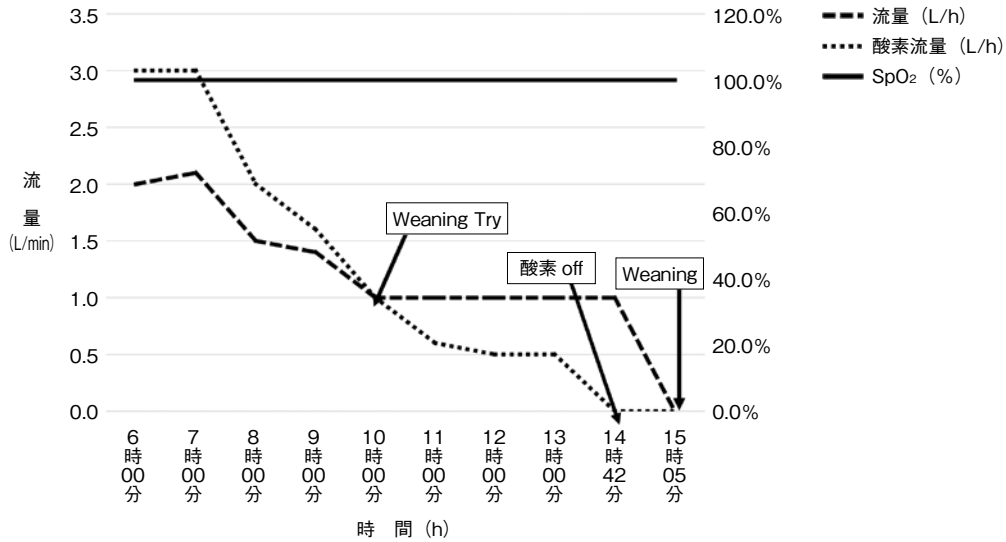


図3 Weaning時の条件経過

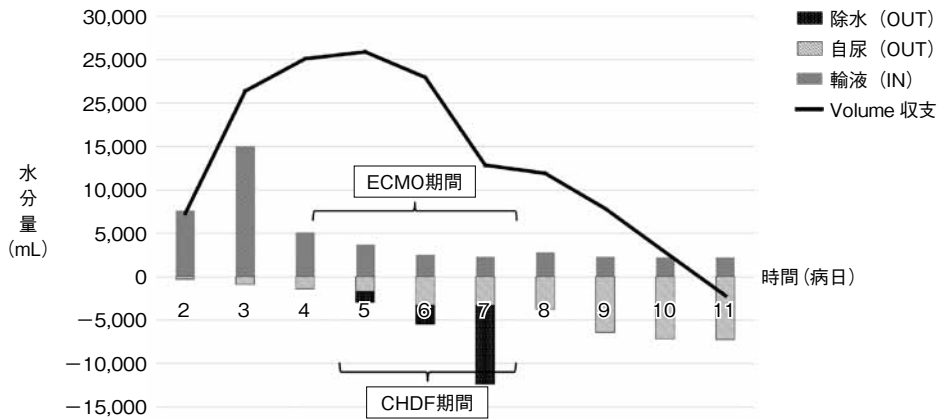


図4 体内水分量の経過

ンを使用した。導入時に5,000単位フラッシュと持続で2,000単位/h使用したが活性凝固時間（activated clotting time：ACT）が130秒台と十分に得られなかったため、ACT=180秒前後を維持するよう最終的に5,300単位/hまで増量した。なお、ATⅢは82%と正常範囲内であった。

3. V-V ECMOの離脱（図3）

図3は第7病日の離脱操作の開始直前から停止までのグラフを抽出し、酸素流量の値を追加したものである。停止目標時間の3時間前にSpO₂を指標に吹送ガス流量を徐々に下げ、離脱時（図中のweaning try）にECMO送血量を1L/minで4時間の経過観察を行った。SpO₂は十分保たれていたため吹送ガス流量を0L/min（OFF）にし、更に30分の経過観察を行い、SpO₂、PaO₂、PCO₂、胸部X線像所見、自尿量、体内水分バランスより離脱可能と判断してV-V ECMOを終了した。

V-V ECMO終了時の人工呼吸器の設定は酸素濃度

50%、PEEP 12cmH₂O、サポート圧 10cmH₂Oとした。ELSOガイドラインでは容認できる呼吸器の設定で1時間以上肺機能が十分であればカニューレ抜去の準備をするとある⁶⁾。V-V ECMOの離脱後もSpO₂の低下はみられず、その後カニューレ抜去後も肺機能は良好であった。

4. CHDFの導入（図4）

推算糸球体濾過量（estimated glomerular filtration rate：eGFR）は74→13mL/minと低下し、十分な尿量が得られずAKI発症が診断された。下大静脈（inferior vena cava：IVC）径も25mmと血管内水分過多となっていた。また、第1病日目からV-V ECMO導入前の第4病日間のクレアチニンの変化量が1.44mg/dLから3.37mg/dL、数時間後には4.63mg/dLと上昇していたことからAKIの増悪と判断した。V-V ECMO開始から11時間後に除水を主目的としてCHDFを導入した。除水量設定は血圧や心エコーによる診断をもとに適宜調節した。

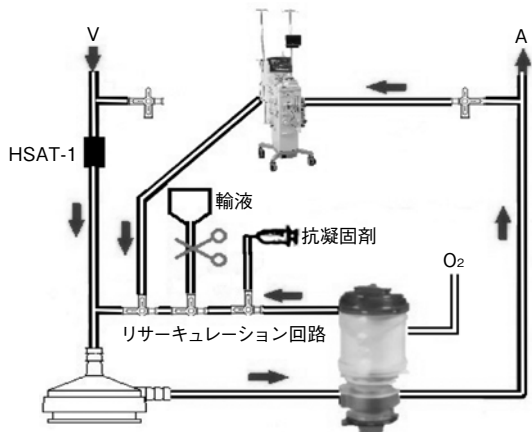


図5 V-V ECMO+CHDF 回路

5. CHDF のバスキュラーアクセス

患者の体格が大きいことに加えて大量輸液による血管内水分過多から全身への浮腫が進行して体表からのブロードアクセス挿入困難であり、V-V ECMO 回路より送脱血を行った (図5)。脱血は ECMO の送血回路側枝より行い、送血 (返血) はリサーキュレーション回路に行った。

6. CHDF の離脱

CHDF 導入後より徐々に自尿量の回復がみられ、V-V ECMO の離脱時には約 400mL/h 得られていたので V-V ECMO とともに CHDF も終了した。図6 は入院初日から第 10 病日までの胸部 X 線像の経過であり、ARDS および AKI 発症によって増悪していた症状が V-V ECMO による肺保護、CHDF による除水および自尿回復で改

善した様子を示す。

IV. 結 果

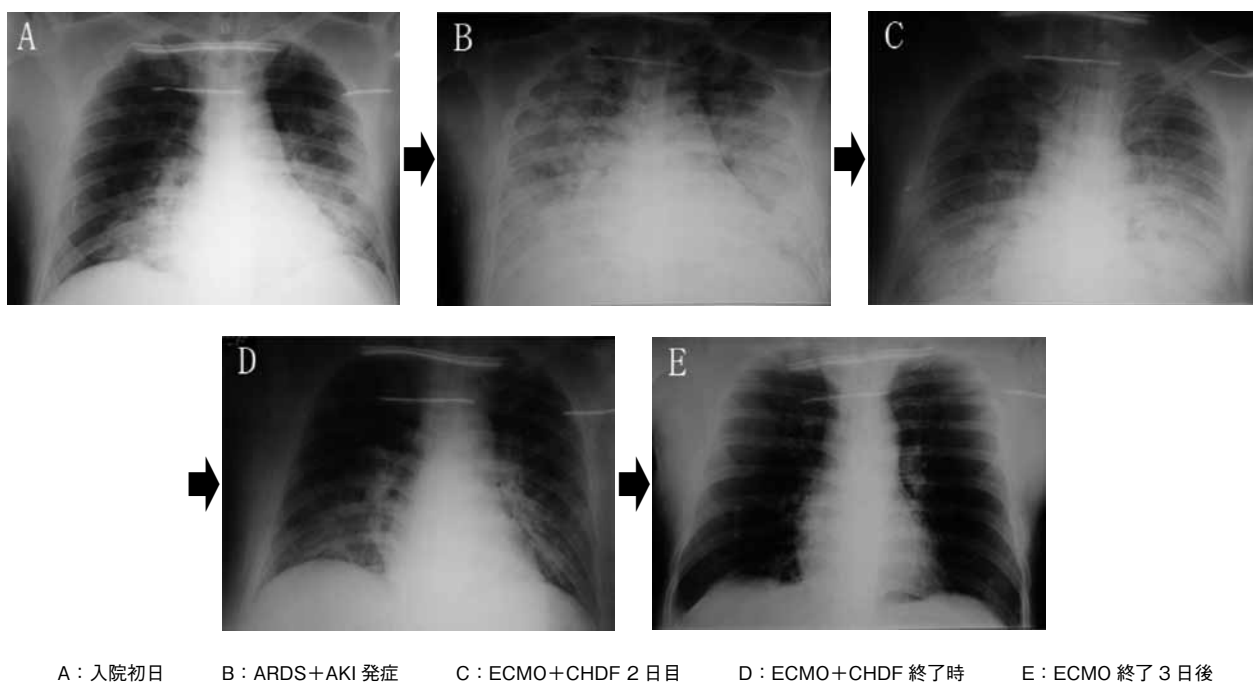
V-V ECMO は 81 時間、CHDF は 70 時間、CHDF による総除水量は 12,560mL であった。CHDF 終了後は継続的に自尿量が約 300 ~ 700mL/h に回復した。腎機能について、クレアチニンは高値時から V-V ECMO 離脱後の変化は 4.63mg/dL から 1.80mg/dL まで低下し、カリウムは 6.7mEq/L から 3.9mEq/L へ、尿酸は 107mg/dL から 22mg/dL まで低下した。

患者は入院 28 病日後に転院し、退院後は後遺症もなく社会復帰を果たしている。

V. 考 察

1. V-V ECMO の適応と選択

石油製品を経口摂取した際の症状や処置の情報は公益財団法人日本中毒情報センターが示している²⁾が、中でも生命維持に対し重大な影響をもたらすのが誤嚥から起こる化学性肺炎と肺水腫、高濃度の気体吸入である。処置を行う過程においても誤嚥に対する注意喚起を強調している。また、ECMO を施行される患者では腎機能障害から水分過多になるケースが多いとの報告があり⁷⁾、本症例でも AKI を発症していた。SpO₂ が 80 % 台まで低下したため、肺保護を目的として V-V ECMO を選択した。これは CESAR trial⁸⁾ における ECMO 適応基準を満たしており、また年齢が 42 歳と若く、血圧が約 140/70 ~ 200/100mmHg、心機能に問題はないため V-V ECMO を選択した。この患者が退院後も後



A : 入院初日 B : ARDS+AKI 発症 C : ECMO+CHDF 2 日目 D : ECMO+CHDF 終了時 E : ECMO 終了 3 日後

図6 胸部 X 線画像の推移

遺症なく社会復帰していることから、V-V ECMO の選択が適当であったと考える。

2. V-V ECMO の管理

ECMO 流量について、酸素消費量と二酸化炭素産生量に対応する流量が必要であり、ELSO ガイドライン⁶⁾では成人の V-V ECMO の場合には 60～80mL/kg/min とあるが、本症例では体重が 110kg 以上あり、全身の浮腫時には 130kg を超えていたため、この基準の適用は考えにくい。よって、PI=2.0L/min/m² を基準にし、SpO₂ を 95% 以上に保つことを目標に血液ガス測定や血圧および各バイタルを判断しながら、ECMO 流量と吹送ガス流量、酸素濃度を適宜調節し管理した。結果として SpO₂ が維持でき、過剰酸素化および低酸素状態における各臓器の不全作成を回避できたと考える。

3. V-V ECMO の抗凝固療法

抗凝固薬に関して、SAVE-J ガイドライン⁹⁾では ACT 1.5～2.5 倍（もしくは 160～180 秒）とするように推奨している。ECMO 導入時における問題点の 1 つとしてカニューレ部位からの出血があげられるが、本症例では送血部位からの少量の出血を認めたことに対し圧迫止血により対処できた。V-V ECMO 離脱後の回路や人工肺、遠心ポンプに血栓は確認できなかったことから、抗凝固薬の選択と投与量は適当であったと考える。

4. V-V ECMO の離脱

V-V ECMO の離脱に関して、背景らによる V-V ECMO 導入から離脱までの管理方法¹⁰⁾によれば、一般的には患者の状態によるが、PEEP 10cmH₂O 以下で十分な酸素化と安定した自発呼吸で二酸化炭素の除去が維持できていれば離脱を試みるとしている。また、ELSO ガイドラインでは、生体肺のガス交換機能を調べればよいとし、人工呼吸器を体外循環による長期間の生命補助（extracorporeal life support：ECLS）停止時に容認できる設定にし、スウィープガスを止め、人工肺を切り離し、SaO₂ と PCO₂ を監視、その後 1 時間以上生体肺機能に問題なければカニューレ抜去の準備を行う⁶⁾としている。本症例では体格が非常に大きいこととガソリンの気体吸入による毒性の影響を考慮し、慎重に V-V ECMO の離脱を行った。結果として安全に離脱を行うことができたが、複数の呼吸不全を起こす要因が存在する症例であるため離脱開始から終了するまでの時間が妥当であったのか、その判断は類似症例報告がないため困難と考える。

5. V-V ECMO の今後の課題

V-V ECMO では体内のリサーキュレーションが生じる。赤嶺らの ECMO の生理学¹¹⁾によれば、リサーキュレーションに影響を及ぼす主要な因子は、ECMO の

流量、送脱血に用いるカニューレの留置位置、自己心の拍出量、右房の血液量の 4 つで、V-V ECMO ではリサーキュレーションや ECMO を通過しない血液の存在により右心系に流れる血液の酸素飽和度 (SvO₂) は 80～90% としている。また、V-V ECMO は V-A ECMO とポンプ流量比較すると酸素化効率が不良¹²⁾で、完全な呼吸補助を行うためには 20% 以上高い流量が必要とされる¹³⁾が、流量を上げるとリサーキュレーション量も増加するため、酸素加には限界があるとしている。本症例ではリサーキュレーション率の測定および算出はできなかった。今後の課題として、リサーキュレーションが酸素加に及ぼす影響を臨床結果より示し、施行条件にリサーキュレーション率を加えることでより精密な条件設定が可能になるのではないかと考える。

6. CHDF について

本症例において CHDF 回路の接続は、安全面を考慮し V-V ECMO とは別系統で施行する必要があったが、体表からのブラッドアクセス挿入困難であったために V-V ECMO 回路から接続せざるを得なかった。CHDF の脱血は V-V ECMO の送血回路側枝（動脈側）より行った。これは V-V ECMO 脱血側の側枝は陰圧であるため、CHDF コンソール側で脱血不良が発生した場合に CHDF が不安定になるためである。CHDF の送血はリサーキュレーション回路へ接続した。このリサーキュレーション回路内は陽圧であり、V-V ECMO 回路内へのエア混入リスクを回避できるが、接続部の三方活栓誤操作などによって出血を来す危険性もあるため、操作には注意する必要がある。

ECMO 患者では腎機能障害から水分過多になるケースが多いことから腎代替療法（renal replacement therapy：RRT）は広く行われており、その有用性は広く知られている¹⁴⁾。本症例においても血管内水分過多が自尿回復までの水分コントロールは呼吸不全解消のために重要であった。胸部 X 線像でも顕著に表れたことや、AKI 発症後の溶質管理が順調であったことから CHDF の有用性は明らかであると考えられる。

VI. 結 語

ガソリン誤嚥を起因とした急激な ARDS および AKI、全身浮腫を発症した患者に V-V ECMO と CHDF を用い救命し得た症例を経験した。ガソリンの毒性により刻々と増悪する症状に対し、V-V ECMO と CHDF の積極的かつ迅速な導入判断、患者管理が奏功したことから本法の有用性は高いことが示唆された。

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) 公益財団法人日本中毒情報センター：保健師・薬剤師・看護師向け中毒情報。ガンリン。Ver1.00。
<http://www.j-poison-ic.or.jp/homepage.nsf>. Accessed, 2015.1.10.
- 2) Hydrocarbons. (Last Modified : May 20, 2015) In : POISINDEX (R) System (electronic version). Truven Health Analytics, Greenwood Village, Colorado, USA. Available at : <http://www.micromedexsolutions.com/> (cited : 2016-02-23).
- 3) Wang RY : CHAPTER 206 Hydrocarbon Products. Dart RC (ed). MEDICAL TOXICOLOGY 3rd edition. Philadelphia, LWW. 2004, p.1328-1351.
- 4) 福島雅典, 監修：救命救急医療。急性肺障害および急性呼吸促進症候群。メルクマニュアル ONLINE MEDICAL LIBRARY。
<http://merckmanual.jp/mmpei/sec06/ch066/ch066a.html>. Accessed, 2015.1.10.
- 5) Hill JD, O'Brien TG, Gerbode F, et al. : Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. N Engl J Med, 286 (12) : 629-634.
- 6) Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) General Guide-lines for all ECL cases.
<https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/929122ae88cusersshyerddocumentselsoguidelinesgeneralalleclsversion1.3.pdf>. Accessed, 2015.1.10.
- 7) Heiss KF, Pettit B, Bartlett RH, et al. : Renal insufficiency and volume overload in neonatal ECMO managed by continuous ultrafiltration. ASAIO Trans, 33 (3) : 557-560, 1987.
- 8) Peek GJ, Mugford M, Elbourne D, et al. : Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR) : a multicentre randomized controlled trial. Lancet, 374 (9698) : 1351-1363, 2009.
- 9) 坂本哲也 (研究代表者) : 厚生労働科学研究費補助金 (循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業) 総括・分担研究報告書。心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関するエビデンスを構築するための多施設共同研究。ECPRにおけるPCPSガイドライン。平成22年度総合研究報告書。2010。p.1-8.
- 10) 青景聡之, 竹田晋浩 : VV ECMO 導入から離脱までの管理方法。INTENSIVIST, 5 (2) : 343-352, 2013.
- 11) 赤嶺 斉, 新見能成 : ECMO の生理学。INTENSIVIST, 5 (2) : 269-278, 2013.
- 12) Bartlett RH : Extracorporeal life support for cardiopulmonary failure. Curr Probl Surg. 27 (10) : 621-705, 1990.
- 13) Andrews AF, Toomasian J, Bartlett RH, et al. : Total respiratory support with venovenous (VV) ECMO. Trans Am Soc Artif Intern Organs, 28 : 350-353, 1982.
- 14) Brogan TV, Thiagarajan RR, Bratton SL, et al. : Extracorporeal membrane oxygenation in adults with severe respiratory failure : a multi-center database. Intensive Care Med, 35 (12) : 2105-2114, 2009.

[本論文の要旨は第34回日本体外循環技術医学会近畿地方大会にて報告した]