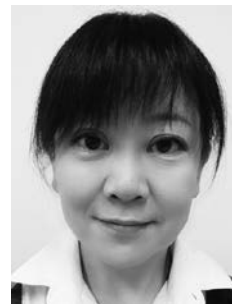


Impact of bypass flow rate and catheter position in veno-venous extracorporeal membrane oxygenation on gas exchange in vivo

*¹帝京平成大学健康メディカル学部医療科学科, *²国立循環器病研究センター研究所人工臓器部,
*³新潟医療福祉大学医療技術学部 臨床技術学科, *⁴鳥取大学医学部附属病院心臓血管外科,
*⁵横浜労災病院心臓血管外科, *⁶兵庫医科大学医学部附属病院心臓血管外科

東郷 好美*^{1,2}, 武輪 能明*², 片桐 伸将*², 藤井 豊*^{2,3}, 岸本 諭*⁴,
伊達 数馬*⁵, 宮本 裕治*⁶, 巽 英介*²

Konomi TOGO, Yoshiaki TAKEWA, Nobumasa KATAGIRI, Yutaka FUJII, Satoru KISHIMOTO, Kazuma DATE,
Yuji MIYAMOTO, Eisuke TASTUMI



1. はじめに

人工呼吸器を用いても酸素化や脱炭酸ガス化が改善しないような呼吸不全に対して、静脈脱血－静脈送血方式である膜型人工肺を用いた補助循環(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: VV ECMO)が行われることがある。VV ECMOは脱血カニューレと送血カニューレが同一の血管内に留置されるため、人工肺にて酸素化された血液が体循環に向かわず、そのまま脱血されてしまうリサーキュレーション現象が起り、ECMOによる酸素化が不十分になる可能性がある。

これまでにカニューレ位置やバイパス流量などのいくつかの因子がリサーキュレーションの原因となることが報告されているが¹⁾、成人を対象としたVV ECMOにおけるリサーキュレーションと酸素化の関連性に焦点を当てた調査は行われていない。そのため、VV ECMOにおいてリサーキュレーションに影響を与える因子を変化させた場合に、どのように酸素化が変化するのかを明らかにすることを研究の目的とした。

本受賞レポートの対象論文はJ Artif Organs誌に掲載されています。Togo K, Takewa Y, Katagiri N, et al. J Artif Organs 18: 128-35, 2015

■ 著者連絡先

帝京平成大学健康メディカル学部医療科学科
(〒170-8445 東京都豊島区東池袋2-51-4)
E-mail. k.togo@thu.ac.jp

2. 方法

平均体重が 58.6 ± 0.6 kgの8頭の成ヤギを用いた。全身麻酔下に、20-Frの送血カニューレを右頸静脈から挿入し、20-Frの脱血カニューレを下大静脈(inferior vena cava: IVC)に留置した。ECMO回路は遠心ポンプ(ROTAFLOW〔ゲティンゲグループ・ジャパン株式会社〕)と人工肺(BIOCUBE 6000〔ニプロ株式会社〕)により構成されたEndumoシステム(平和物産株式会社)を用いた。脱血カニューレはIVCに固定し、送血カニューレは臨床でよく留置されるIVC、右房(right atrium: RA)、上大静脈(superior vena cava: SVC)の3カ所に変化させデータを収集した(図1)。リサーキュレーション率は次式を用いて求めた²⁾。

リサーキュレーション率

$$= \frac{(\text{人工肺前酸素飽和度} - \text{混合静脈血酸素飽和度})}{(\text{人工肺後酸素飽和度} - \text{混合静脈血酸素飽和度})} \times 100$$

さらに、全身の酸素化が十分であるかを調査するため、人工呼吸器の停止と同時にVV ECMOを開始し、20分間の動脈血酸素飽和度(arterial oxygen saturation, SaO₂)と動脈血酸素分圧(arterial oxygen pressure, PaO₂)の経時変化を調査した。すべてのデータは平均値±標準誤差にて表記した。なお、この研究は、国立循環器病研究センター研究所の動物実験委員会の承認を得て施行した。

3. 結果

図2にリサーキュレーション率を示す。それぞれの送血

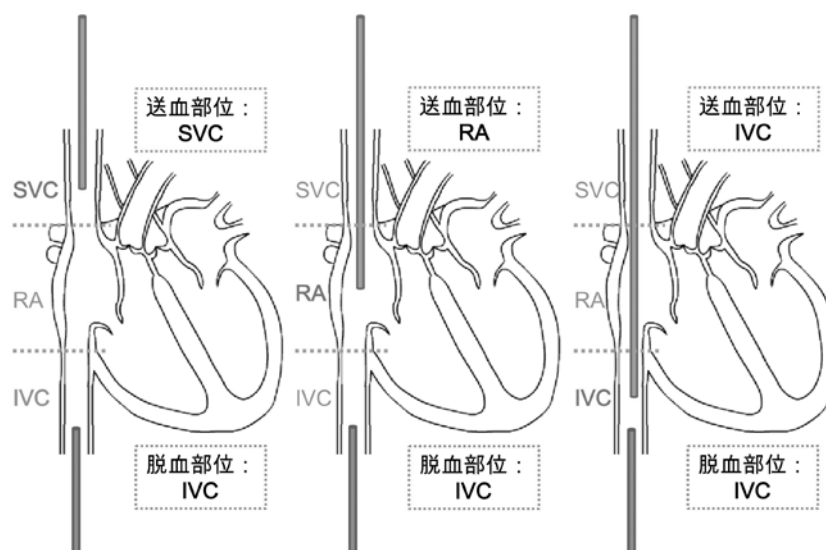


図1 送脱血カニューレの位置
SVC, 上大静脈; RA, 右房; IVC, 下大静脈。

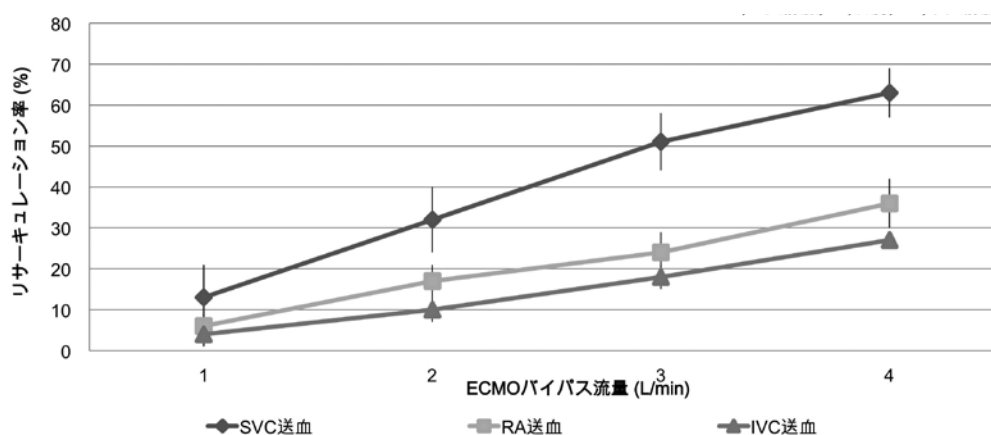


図2 リサーキュレーション率
SVC, 上大静脈; RA, 右房; IVC, 下大静脈。

位置において、バイパス流量が増加するに伴い、リサーキュレーション率も増加した。国際的にECMOのデータを収集しているELSO (Extracorporeal Life Support Organization) のガイドラインによると、VV ECMOでの酸素化の目標は SaO_2 を80%以上に保つこととされているが³⁾、バイパス流量が2 l/min以上でこの条件をクリアした。バイパス流量が4 l/minのときのSVC, RA, IVCにおけるリサーキュレーション率はそれぞれ $27 \pm 2\%$, $36 \pm 6\%$, $63 \pm 6\%$ であった。

図3に送血部位ごとの SaO_2 と PaO_2 の経時的変化を示す。バイパス流量が増加するにつれ、 SaO_2 と PaO_2 も増加した。バイパス流量が4 l/minのときのSVC, RA, IVCにおける PaO_2 はそれぞれ 162 ± 16 mmHg, 139 ± 11 mmHg, 77

± 9 mmHgであった。

4. まとめ

リサーキュレーション率が増加するにもかかわらず、バイパス流量を増加させると、 SaO_2 と PaO_2 は上昇した。バイパス流量は多いほうが酸素化にとって望ましく、また、酸素化の観点から、最良の送血カニューレの位置はSVCであることが明らかになった。効率的な酸素化のためにはカニューレ位置とバイパス流量を考慮する必要がある。

利益相反の開示

巽 英介: [研究費・寄付金] ニプロ株式会社, サンメディカル株式会社

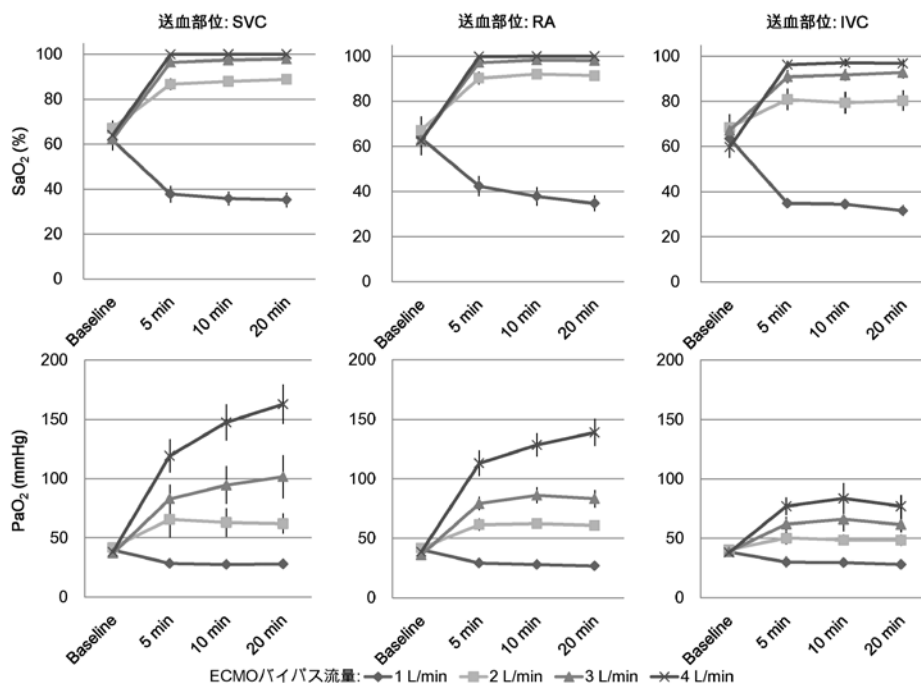


図3 酸素化の経時変化（動脈血酸素飽和度 [SaO₂] と動脈血酸素分圧 [PaO₂])
SVC, 上大静脈; RA, 右房; IVC, 下大静脈.

その他の著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Heard ML, Davis J, Fortenberry JD: Principles and practice of venovenous and venoarterial ECMO. ECMO Specialist Training Manual. 3rd ed., ed by Short BL, Williams L, Extracorporeal Life Support Organization, Ann Arbor, 2010, 59-76
- 2) van Heijst AF, van der Staak FH, de Haan AF, et al: Recirculation in double lumen catheter veno-venous extracorporeal membrane oxygenation measured by an ultrasound dilution technique. ASAIO J **47**: 372-6, 2001
- 3) ELSO Guidelines. General Guidelines for all Cases (Version 1.3). Extracorporeal Life Support Organization. Available from: <https://www.elseo.org/resources/guidelines>