

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：37501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K09407

研究課題名(和文)「拍動流補助循環」の重症呼吸不全治療に対する効果 -定常流補助と比較する-

研究課題名(英文)Effect of the Pulsatile Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome -comparison of nonpulsatile ECMO-

研究代表者

伊藤 英史 (ITO, Hideshi)

日本文理大学・工学部・教授

研究者番号：50711462

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：重症呼吸不全に対するECMO治療では従来から定常流によるV-V ECMOが主流である。本研究では、気管支肺胞洗浄法による重症呼吸不全モデル仔猪を用いて、従来からの定常流ECMOと拍動流ECMOが呼吸機能改善効果に与える影響について比較した。その結果、拍動流RV-PA(右心室脱血・肺動脈送血)ECMOを用いると肺血管抵抗の減少による肺血流量の増加と血管内皮細胞刺激による炎症反応の抑制傾向が認められ、さらに肺組織上でも炎症や浮腫の改善傾向が認められた。拍動流RV-PA ECMOは重症呼吸不全に対する呼吸機能改善効果を正当化する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果より、RV-PA ECMOを導入することで従来からあるV-V ECMO(右心房脱血・送血)よりも高効率的に酸素加血を傷害肺へ送ることができる。さらに、拍動流を付加させたRV-PA ECMOを用いることで右心室の過負荷を軽減でき、拍動による肺動脈血管内皮及び肺の毛細血管への刺激によって、肺の炎症を抑制できるだけでなく肺血管抵抗を減少させ、肺血流量の増加を得ることができると判明した。このことから、本研究にある拍動流RV-PA ECMOは重症呼吸不全の肺機能改善効果が明らかになり、重症呼吸不全に対する治療効果と生存退院向上に寄与することが期待される。

研究成果の概要(英文)：The golden standard of veno-venous ECMO with continuous flow for Acute Respiratory Distress Syndrome. This study aimed to investigate the impact of the right ventricle on pulmonary artery extracorporeal membrane oxygenation (RV-PA ECMO) for acute respiratory dysfunction with/ or without pulsatile flow during the RV-PA ECMO. We used the bronchoalveolar lavage procedure with intrapulmonary administration of warm saline to establish a severe acute respiratory distress syndrome model. The observation of pneumocytes clearly showed less pulmonary edema, pulmonary fibrosis, and inflammation after the RV-PA ECMO treatment. The concentration of IL-6 was less in the pulsatile group than in the non-pulsatile group. Our study demonstrated that the pulsatile RV-PA ECMO was less vasoconstrictive and supplied more effective oxygenated pulmonary flow than the non-pulsatile RV-PA ECMO. The pulsatile RV-PA ECMO ameliorates pulmonary circulation and facilitate recovery from acute respiratory failure.

研究分野：救急医学

キーワード：ECMO 重症呼吸不全 拍動流 定常流 RV-PA ARDS

1. 研究開始当初の背景

2009年のインフルエンザによる世界的パンデミック時に、H1N1 ウイルスにより劇症化したARDS（急性呼吸窮迫症候群）に対する治療法としてECMO(Extracorporeal Membrane Oxygenation)が選択され数多くの救命例が報告された【**Austraria and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators. 2009**】。以来、重症呼吸不全に対する呼吸補助治療としてECMOは注目されているにも関わらず生存退院率は世界的にも60%前後と十分に満足できる治療成績を得られていない【**ELSO registry reports. 2020**】。研究代表者らは呼吸・循環不全に対するECMO治療成績向上について研究を実施してきており、これまでに心電図同期可能な空気駆動方式による超小型拍動流ECMO装置を開発し、急性循環不全モデルを用いた動物実験で本装置による拍動流ECMOが定常流ECMOと比較して有意に血行動態エネルギーを増大させ微小循環改善に有効であることを証明している【**Itoh H et al, 2016**】。しかしながら、重症呼吸不全に対するECMO治療は定常流ECMOが主流で生体の自然な生理的拍動流肺循環とは全く異なる環境で循環が維持されている。生体と同様の拍動が得られる拍動流ECMOによる治療効果についてはこれまで十分な研究が実施されていない。このような背景から、重症呼吸不全モデルを作成し、拍動流ECMOが定常流ECMOと比較して治療改善効果が認められることを検証するという本着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、気管支肺胞洗浄法による重症呼吸不全モデルの仔豚を用いて、拍動流ECMO(P)群と定常流ECMO(NP)群の2群間比較試験を実施し、治療前後の肺機能改善効果について検証することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、研究機関等における動物実験等の実施に関する基本方針(文部科学省告示第七十一号)及び動物実験の適正な実施に向けたガイドライン(日本学術会議2006年6月1日)に基づき、動物の愛護及び管理に関する法律(環境省)、実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準(環境省告示第88号)を遵守し、事前に十分な教育訓練を受けた後に岡山理科大学全学動物実験管理委員会の承認を得て実施した(実2021-040)。

(1) 重症呼吸不全モデル仔豚による定常流Right Ventricle Pulmonary Artery ECMO(RV-PA ECMO)に関する実験

V-V ECMO (Veno-Venous Extracorporeal Membrane Oxygenation) 時の再灌流現象を回避し酸素化効率を上昇させる目的で、定常流Right Ventricle Pulmonary Arterial (RV-PA) ECMO (右心室脱血-肺動脈送血)による動物実験モデルの確立を検証する。体重8.67±0.50 kgの仔豚3頭を用いて気管支肺胞洗浄法による重症呼吸不全モデルの仔豚を作成した。ECMOの流量は60 mL/kg/minで6時間の灌流実験を実施した(図1)。定量観察として血行動態と血液ガス、定性観察として肺組織観察を実施した。

(2) 重症呼吸不全モデル仔豚による拍動流 RV-PA ECMO の効果に関する実験

先の実験で得られた知見より、重症呼吸不全モデル仔豚による拍動流 RV-PA ECMO と定常流 RV-PA ECMO の肺機能改善効果について比較試験を実施した。体重 8.45 ± 1.24 kg の仔豚 8 頭を拍動流群 4 例、定常流群 4 例の 2 群に無作為分類し、全身麻酔下に気管支肺胞洗浄法 (PaO_2/FiO_2 ratio <200) による ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome: 急性呼吸窮迫症候群) モデルを作成した。動物実験導入前の水系実験で得られた拍動条件を参考にしながら拍動 (1) の実験と同様の実験回路を用いて ECMO 流量を $60\text{mL}/\text{kg}/\text{min}$ で 6 時間の灌流実験を実施した (図 1)。定量観察として血行動態変化と血液ガス、炎症性反応の指標として IL-6、肺血管収縮の指標として ET-1 (血中エンドセリン 1 濃度) を測定した。定性観察として灌流実験前後の肺組織観察を実施し、さらに肺の乾湿重量比を測定した。

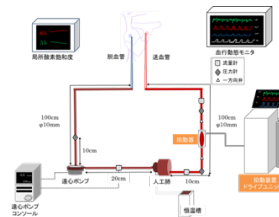


図 1 重症呼吸不全モデル RV-PA ECMO 実験回路図

4. 研究成果

(1) 重症呼吸不全モデル仔豚による定常流 Right Ventricle Pulmonary Artery ECMO (RV-PA ECMO) に関する実験

重症呼吸不全モデル仔豚での定常流 RV-PA ECMO では 6 時間の灌流中に貧血が原因と考えられる代謝性アシドーシスの進行は認められたが、血液ガスデータ結果より高二酸化炭素血症も改善し呼吸状態は徐々に回復が認められた。また、肺組織定性観察でも重症呼吸不全モデル作成時に観察された肺胞の肥厚 (浮腫、鬱血、炎症細胞) と肺の繊維化も改善傾向を示した。RV-PA ECMO 灌流中は血液の脱血状態も安定し、 $60\text{mL}/\text{kg}/\text{min}$ の ECMO 灌流量で灌流圧も平均 60mmHg 以上を維持できた。本実験は定常流 RV-PA ECMO の呼吸機能改善効果を示唆するものであり、通常の V-V ECMO (RA 脱血-RA 送血) の血液の再灌流問題を回避できることから RV-PA ECMO は重症呼吸不全に対する ECMO 灌流法の一つとして選択される余地があることが証明された。

(2) 重症呼吸不全モデル仔豚による拍動流 RV-PA ECMO の効果に関する実験

① 定量観察結果

灌流実験中は拍動流群及び定常流群ともに良好な血行動態と十分な脱血量と ECMO 流量を確保することができ、収縮期圧 $70-95\text{mmHg}$ (図 2) を維持し、動脈血酸素飽和度も 85% 以上を維持することが可能であった。平均肺動脈圧は拍動流 ECMO 群の方が定常流群よりも ECMO 灌流後に有意に低下した (P 群 : $32.75 \pm 3.11 \rightarrow 10.7 \pm 3.03$ mmHg, NP 群 : $31.25 \pm 4.44 \rightarrow 20.5 \pm 3.64$ mmHg, $P < 0.05$)。灌流実験後の IL-6 は定常流 ECMO 群で有意に高値を示した (P 群 : $16.33 \pm 5.72 \rightarrow 21.64 \pm 10.13$ pg/mL, NP 群 : $3.18 \pm 1.47 \rightarrow 283.73 \pm 62.31$ pg/mL, $P < 0.05$)。ET-1 濃度について、統計学的有意差は認められなかったものの拍動流群の方が低値であった。(P 群 : $5.41 \pm 1.66 \rightarrow 9.83 \pm 7.49$ pg/mL, NP 群 : $7.43 \pm 0.70 \rightarrow 16.29 \pm 12.23$ pg/mL, $P < 0.05$)

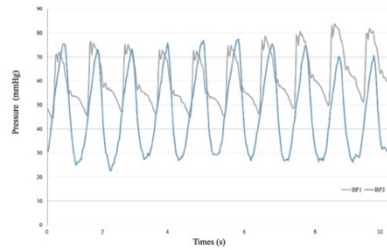


図 2：拍動流 ECMO 波形（BP1）と拍動流 ECMO 時の内頸動脈圧波形（BP2）

② 定性観察結果

重症呼吸不全モデル作成時に観察された浮腫や炎症傾向は、RV-PA 灌流後には拍動の有無に関係なく両群ともに改善傾向を示した（図 3）。肺の乾湿重量比では拍動流群で 14.80%であり、定常流群では 14.10%であって優位な差を認めなかった。

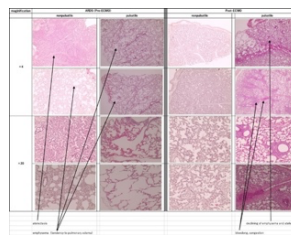


図 3：肺組織観察（ARDS モデル作成後及び RV-PA ECMO 灌流実験直後）

以上の研究結果から、拍動の有無に関わらず、RV-PA ECMO は重症呼吸不全モデルの仔豚の呼吸機能は両群ともに回復傾向を認めることが判明した。このことは従来から一般的に実施されている V-V ECMO (RA 脱血-RA 送血) に発生する ECMO 灌流血の再灌流問題を回避することが可能で、肺への有効的な酸素化血を送血することによる肺胞レベルでのガス交換効率が上昇したためであると思われる。特に、拍動流 RV-PA ECMO では拍動流による血管内皮細胞への刺激が肺血管抵抗を減少させ、さらに炎症性細胞の放出を抑制する効果が認められた。

本研究成果は重症呼吸不全に対する新たな治療法としての拍動流 RV-PA ECMO の呼吸機能改善効果について正当化する。

〈引用文献〉

- ① 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.
- ② Extracorporeal Life Support Organization Registry report. ELSO. 2020.
- ③ Itoh H, Ichiba S, Ündar A, et al. Effect of the pulsatile extracorporeal membrane oxygenation on hemodynamic energy and systemic microcirculation in a piglet model of acute cardiac failure. *Artif Organs* 2016; 40:19-26

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 27件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 原伸太郎, 市場晋吾	4. 巻 51 (3)
2. 論文標題 人工肺ー総説 2022	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 人工臓器	6. 最初と最後の頁 141-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11392/jsao.51.141	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山本舞, 市場晋吾, 坂西佐久子, 星野あつみ, 嶋田正子, 矢口 有乃, 野村 岳志	4. 巻 92 (3)
2. 論文標題 長期VV-ECMO管理中のCOVID-19関連重症呼吸不全患者の治療方針の決定に対してJonsen 4分割表を用いた倫理的アプローチを施行した1例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 東京女子医科大学雑誌	6. 最初と最後の頁 103-109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24488/jtwmu.92.3_103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 星野あつみ, 市場晋吾	4. 巻 282 (11)
2. 論文標題 人工臓器の最前線 (vol.6) 呼吸不全に対する膜型人工肺 (VV-ECMO) with コロナの時代に向けて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 1023-1030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 藤田健亮, 市場晋吾	4. 巻 29 (7)
2. 論文標題 ECMO装着患者の搬送 集約化のための安全な重症患者搬送を目指して	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 LiSA	6. 最初と最後の頁 676-685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾, 菊池規子	4. 巻 2022-23'
2. 論文標題 補助循環(ECMO、IABP、Impella)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 集中治療医学レビュー2022-'23	6. 最初と最後の頁 166-174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾, 服部 英敏, 山田 有希子, 清野 雄介	4. 巻 14(2)
2. 論文標題 経皮的循環補助の生理学(ECMO/IMPELLA/IABP) 各装置の適応, 臓器への影響, 管理, 合併症	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Intensivist	6. 最初と最後の頁 331-348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.3102200970	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Li Bassi G, Gibbons K, Dalton HJ, White N, Corley A, Hinton S, Forsyth S, Laffey JG, Fan E, Fanning JP, Panigada M, Bartlett R, Brodie D, Burrell A, Chiumello D, Elhazmi A, Esperatti M, Grasselli G, Hodgson C, Ichiba S, Luna C, Marwali E, Merson L, Murthy S, Nichol A, Ogino M, Pelosi P, Torres A, Ng PY, Fraser JF	4. 巻 26(1)
2. 論文標題 Early short course of neuromuscular blocking agents in patients with COVID-19 ARDS: a propensity score analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Crit Care	6. 最初と最後の頁 141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13054-022-03983-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Umei N, Ichiba S, Genda Y, Mase H, Sakamoto A	4. 巻 45(11)
2. 論文標題 Early predictors of oxygenator exchange during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: A retrospective analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Int J Artif Organs	6. 最初と最後の頁 927-935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/03913988221118382.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Umei N, Nishimura M, Ichiba S, Sakamoto A, Berg BW	4. 巻 89(4)
2. 論文標題 The Need for an Adult Intensive Care Unit Boot Camp for Residents and Fellows: A Cross-Sectional Survey among Intensive Care Unit Directors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Nippon Med Sch.	6. 最初と最後の頁 443-453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1272/jnms.JNMS	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino A, Ichiba S, Ishikawa J, Seino Y, Yoshida T, Sato N, Nomura T	4. 巻 11(2)
2. 論文標題 Chemotherapy-induced leukopenic septic shock treated with veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: A case report	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Clin Case Rep.	6. 最初と最後の頁 e6979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ccr3.6979.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda T, Ichiba S, Sasaki T, Sato M, Konoeda C, Okamoto T, Miyazaki Y, Nakajima J, Sakamoto A	4. 巻 26(1)
2. 論文標題 17.A case of severe respiratory failure due to interstitial pneumonia successfully bridged to lung transplantation from a brain-dead donor using 109-day veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J Artif Organs.	6. 最初と最後の頁 84-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10047-022-01341-4.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideshi ITOH, Nguyen The Binh, Le Ngoc Thanh, Hitomi Ando, Naohiro Inagawa, Shingo Ichiba	4. 巻 33
2. 論文標題 EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION FOR ACUTE RESPIRATORY AND CARDIAC FAILURE	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Vietnam Journal of Cardiovascular and Thoracic Surgery	6. 最初と最後の頁 55-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47972/vjcts.v33i.565	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Taniguchi H, Ikeda T, Takeuchi I, Ichiba S	4. 巻 30
2. 論文標題 Iliopsoas hematoma in patients undergoing venovenous ECMO	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Am J Crit Care	6. 最初と最後の頁 55-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4037/ajcc2021351.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 4.Li Bassi G, Suen JY, Dalton HJ, White N, Shrapnel S, Fanning JP, Liqueet B, Hinton S, Vuorinen A, Booth G, Millar JE, Forsyth S, Panigada M, Laffey J, Brodie D, Fan E, Torres A, Chiumello D, Corley A, Elhazmi A, Hodgson C, Ichiba S, Luna C, Murthy S, Nichol A, Ng PY, Ogino M, Pesenti A, Trieu HT, Fraser JF	4. 巻 25
2. 論文標題 COVID-19 Critical Care Consortium. An appraisal of respiratory system compliance in mechanically ventilated covid-19 patients	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crit Care	6. 最初と最後の頁 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/CCE.0000000000000567	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Muller T, Brodie D, Lorusso R, MacLaren G, Ichiba S	4. 巻 47
2. 論文標題 Expanding controlled donation after the circulatory determination of death: stronger emphasis on different cultural, religious, and legal backgrounds is needed	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Intensive Care Med	6. 最初と最後の頁 724-725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00134-021-06405-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoshiyasu N, Sato M, Anraku M, Ichiba S, Nakajima J	4. 巻 16
2. 論文標題 Lung transplant after long-term veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: a case report	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Cardiovasc Surg	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13019-021-01614-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 7. Idei M, Seino Y, Sato N, Saishu Y, Goto S, Namekawa M, Moriwaki S, Ishikawa J, Kamei D, Nakagawa M, Ichiba S, Nomura T	4. 巻 37
2. 論文標題 Catheter related thrombosis after cardiac surgery in patients with central venous and pulmonary artery catheters inserted into the right internal jugular vein: a single-center, prospective, observational study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heart vessels	6. 最初と最後の頁 691-696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00380-021-01955-3.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Umei N, Ichiba S, Genda Y, Mase H, Sakamoto A	4. 巻 45
2. 論文標題 Hospital survival outcomes in acute respiratory distress syndrome patients receiving venovenous extracorporeal membrane oxygenation for longer than 28 days: A retrospective study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Artif Organs	6. 最初と最後の頁 1533-1542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/aor.14051	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Li Bassi G, Suen JY, White N, Dalton HJ, Fanning J, Corley A, Shrapnel S, Hinton S, Forsyth S, Parsons R, Laffey JG, Fan E, Bartlett R, Ichiba S, Pelosi P, Torres A, Ng PY, Ogino M, Fraser JF	4. 巻 3
2. 論文標題 Assessment of 28-Day in-hospital mortality in mechanically ventilated patients with Coronavirus disease 2019: An international cohort study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crit Care Explor	6. 最初と最後の頁 e0567
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/CCE.0000000000000567	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 鈴木健一, 中山拓也, 市場晋吾	4. 巻 12
2. 論文標題 COVID-19とECMO/血液浄化装置の管理	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本急性血液浄化学会雑誌	6. 最初と最後の頁 15-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾	4. 巻 32
2. 論文標題 今, 臨床工学技士が知っておきたいCOVID-19 up-to-date (第3回). COVID-19症例におけるECMOの成績.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Engineering	6. 最初と最後の頁 484-491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾	4. 巻 32
2. 論文標題 体外循環と補助循環の基礎と臨床 -循環と呼吸の補助循環, 基礎と臨床-.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Engineering.	6. 最初と最後の頁 477-483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Li Bassi G, Suen JY, Dalton HJ, Liquet B, Hinton S, Millar JE, Forsyth S, Panigada M, Laffey J, Corley A, Hodgson C, Ichiba S, Luna C, Murthy S, Nichol A, Ng PY, Ogino M, Pesenti A, Trieu HT, Fraser JF; COVID-19 Critical Care Consortium	4. 巻 25
2. 論文標題 An appraisal of respiratory system compliance in mechanically ventilated covid-19 patients	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crit Care.	6. 最初と最後の頁 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13054-021-03518-4.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Shigeyuki Okahara; Satoshi Miyamoto; Zu Soh; Hideshi Itoh; Shinya Takahashi; Toshio Tsuji	4. 巻 8
2. 論文標題 Online Prediction of Normal Blood Viscosity During Cardiopulmonary Bypass Using Hematocrit- and Temperature-Dependent Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 5611-5621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2963355	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 鈴木 英正, 鈴木 健一, 市場 晋吾	4. 巻 37(1)
2. 論文標題 体外式膜型人工肺装着時における人工呼吸回路選択の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人工呼吸	6. 最初と最後の頁 103-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藤田健亮, 市場晋吾	4. 巻 24(4)
2. 論文標題 重症呼吸不全に対するVV-ECMOの適応と管理	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heart View	6. 最初と最後の頁 360-366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾	4. 巻 2020-21'
2. 論文標題 【集中治療医学レビュー 最新主要文献と解説 2020-'21】11章 集中治療における検査・技術 補助循環 (ECMO、IABP、Impella)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 集中治療医学レビュー	6. 最初と最後の頁 128-133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藤田 健亮, 梅井 菜央, 源田 雄紀, 間瀬 大司, 市場 晋吾	4. 巻 44(2)
2. 論文標題 ECMO管理中の鎮静・鎮痛 (特集 ECMOを極める(1)ER導入編) -- (ECMOの管理を極める)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 救急医学	6. 最初と最後の頁 213-221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 池田 督司, 市場 晋吾, 増山 素道	4. 巻 44(2)
2. 論文標題 Awake ECMOの管理 (特集 ECMOを極める(1)ER導入編) -- (ECMOの管理を極める)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 救急医学	6. 最初と最後の頁 222-228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigeyuki Okahara, Satoshi Miyamoto, Zu SoH, Hideshi Itoh, Shinya Takahashi, Toshi Tsuji	4. 巻 8
2. 論文標題 Online Prediction of Normal Blood Viscosity During Cardiopulmonary Bypass Using Hematocrit- and Temperature-Dependent Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 5611-5621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2963355	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 藤田健亮, 市場晋吾	4. 巻 24
2. 論文標題 重症呼吸不全に対するVV-ECMOの適応と管理	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heart View; 24(4): 360-366, 2020.	6. 最初と最後の頁 360-366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾	4. 巻 36
2. 論文標題 成人重症呼吸不全に対するECMOにおける終末期医療の実際と問題点	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工呼吸; 36(2): 124-129, 2019.	6. 最初と最後の頁 124-129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 池田督司, 市場晋吾	4. 巻 43
2. 論文標題 Respiratory ECMO Teamを組織する	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ICUとCCU; 43(10): 559-565, 2019.	6. 最初と最後の頁 559-565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市場晋吾	4. 巻 31
2. 論文標題 重症呼吸不全に対する体外式肺補助(ECMO)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 救急・集中治療; 31: 574-579, 2019.	6. 最初と最後の頁 574-579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 伊藤英史, 市場晋吾, 小畑秀明, 岡原重幸, 安東倫美, 川端晃幸
2. 発表標題 RV-PA ECMO実験モデルは確立できるか?
3. 学会等名 第38回日本医工学治療学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡原重幸, 宮本聡史, 吉野将, 高橋秀暢, 伊藤英史, 曾智, 辻敏夫
2. 発表標題 赤血球の形状変化による人工肺圧勾配の上昇
3. 学会等名 第60回日本人工臓器学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡原 重幸, 宮本 聡史, 吉野 将, 高橋 秀暢
2. 発表標題 人工心肺中のヘマトクリットレベルに対する血液粘度-温度特性
3. 学会等名 第47回日本体外循環技術医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安東倫美, 伊藤英史, 市場晋吾, 小畑秀明
2. 発表標題 重症呼吸不全に対するECMOの肺血管抵抗に及ぼす影響—定常流と拍動流の比較—
3. 学会等名 第39回日本医工学治療学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 市場晋吾
2. 発表標題 10年後にも役立つECMO治療の基礎
3. 学会等名 第60回日本人工臓器学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 工藤 弦, 堀部 達也, 加島 広太, 菊地 剛, 志真 奈緒子, 青山 要平, 野村 岳志, 市場 晋吾, 若林 秀隆
2. 発表標題 腹臥位中の集中治療 当院におけるVV-ECMO下の腹臥位管理法
3. 学会等名 第50回日本集中治療医学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	山田 有希子, 市原 有起, 飯塚 慶, 齋藤 聡, 菊池 規子, 服部 英敏, 萩原 誠久, 市場 晋吾, 野村 岳志, 新浪 博士
2. 発表標題	集中治療における重症心不全に対する補助循環によるブリッジ-VA-ECMO, ECPELLA, VAD- 当院における心原性ショックに対するMCSブリッジ戦略
3. 学会等名	第50回日本集中治療医学会
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	山本 舞, 星野 あつみ, 救仁郷 達也, 石川 淳哉, 清野 雄介, 吉田 拓生, 佐藤 暢夫, 幸野 真樹, 市場 晋吾, 野村 岳志
2. 発表標題	VV-ECMOからの離脱にINTELLiVENT-ASVを使用した一例
3. 学会等名	第50回日本集中治療医学会
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	星野 あつみ, 山本 舞, 出井 真史, 石川 淳哉, 清野 雄介, 吉田 拓生, 佐藤 暢夫, 中川 雅史, 市場 晋吾, 野村 岳志
2. 発表標題	化学療法後の好中球減少症を伴う敗血症性ショックに対し、VA-ECMOを使用し救命し得た成人症例
3. 学会等名	第50回日本集中治療医学会
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	市場晋吾
2. 発表標題	重症呼吸不全に対するECMOの最新知見
3. 学会等名	第39回日本医工学治療学会 (招待講演)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Hideshi ITOH
2. 発表標題 Impact on Cardiopulmonary Bypass Management for Double Outlet Right Ventricle Repair: compare univentricular repair with biventricular repair
3. 学会等名 16th International Conferences on pediatric mechanical circulatory support systems and pediatric cardiopulmonary bypass (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Hideshi ITOH
2. 発表標題 Pitfalls and problems in pediatric perfusion
3. 学会等名 The 52nd anniversary scientific conference in E hospital, Hanoi, Vietnam (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Hideshi ITOH
2. 発表標題 Perfusion education in Japan
3. 学会等名 The 52nd anniversary scientific conference in E hospital, Hanoi, Vietnam (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shingo Ichiba
2. 発表標題 Use of microbubbles as an approach to blood oxygenation.
3. 学会等名 The ASAIO (American Society for Artificial Internal Organs) 65th Annual Conference, 2019. San Francisco, USA. (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shingo Ichiba
2. 発表標題 Prevention and early detection of LV distension in VA ECMO.
3. 学会等名 The 4th Asia-Pacific Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Conference, 2019. Bangkok, Thailand. (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shigeyuki Okahara, Hideshi ITOH
2. 発表標題 A blood viscosity estimation method based on pressure-flow characteristics of an oxygenator during cardiopulmonary bypass
3. 学会等名 The 52nd anniversary scientific conference in E hospital, Hanoi, Vietnam (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shingo Ichiba
2. 発表標題 Connecting CRRT to the ECMO Circuit
3. 学会等名 The 4th Asia-Pacific Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Conference, Bangkok, Thailand.
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 市場晋吾
2. 発表標題 重症呼吸不全に対するECMOのTips and Pitfalls.
3. 学会等名 日本医工学治療学会第35回学術大会, 2019. 東京 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Shingo Ichiba
2. 発表標題 ECLS in Japan -Respiratory ECMO-.
3. 学会等名 The 3rd Chinese Society of Extracorporeal Life Support, Chengdu, China.
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 ECMO 実践ハンドブック-世界標準の成人ECMO管理	4. 発行年 2020年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 200
3. 書名 市場晋吾、清水敬樹	

1. 著者名 市場晋吾、清水敬樹	4. 発行年 2020年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 200
3. 書名 ECMO実践ハンドブック-世界標準の成人ECMO管理.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	市場 晋吾 (Ichiba Shingo) (30284102)	東京女子医科大学・医学部・教授 (32653)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岡原 重幸 (Okahara Shigeyuki) (50771185)	純真学園大学・医療工学科・准教授 (37128)	
研究分担者	小畑 秀明 (Obata Hideaki) (60437118)	岡山理科大学・工学部・准教授 (35302)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関