

●症例報告●

多職種で連携し VA-ECMO 中に側臥位療法を行った
急性肺血栓塞栓症の 1 例

福島卓矢¹⁾・森本陽介¹⁾・矢野雄大¹⁾・柴田和也²⁾
岡野美和³⁾・関野元裕⁴⁾・江石清行⁵⁾・神津 玲^{1,6)}

キーワード：VA ECMO, 無気肺, 体位管理, 多職種連携

要 旨

症例は 78 歳の女性。急性肺血栓塞栓症にて緊急入院となり、開胸下に肺動脈内血栓摘出術が施行された。術後、循環動態が不安定であり veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA ECMO) 補助下および人工呼吸管理下に ICU 入室となった。第 3 病日には循環動態は改善を示したが、自己肺の酸素化改善に至らず、左下葉の広範囲な無気肺によるシャント血流が原因と考えられた。改善には体位管理が必要と判断し、VA ECMO 補助下ではあったものの、第 4 病日より右完全側臥位による体位管理を多職種で安全面に留意しながら実施した。有害事象を認めることなく、第 5 病日には左下肺野の著明な含気改善とともに、酸素化の改善を認めた。第 6 病日に VA ECMO 離脱、第 8 病日に人工呼吸器離脱に至り、第 14 病日に ICU 退室となった。これらのことから、VA ECMO 補助下であっても、専門性を持った多職種が連携を図ることで安全に体位管理が実施可能であり、酸素化の改善に有効であることが示された。

I. はじめに

ICU 入室中の重症患者は、重篤な病態やそれに対するさまざまな治療によって仰臥位での管理が長期化し、無気肺をはじめとした呼吸器合併症をきたすことが少なくない¹⁾。このような合併症に対して、肺拡張およびそれに伴う無気肺改善、その結果として得られる酸素化改善を目的とした体位管理が有効な治療戦略であることは周知の事実である。適用される体位は側臥位、前傾側臥位や腹臥位であり、体位変換によって肺に加わる重力の作用方向を変化させることで虚脱肺領域の拡張を図るとともに、肺内血流の適正な分布を図り、換気血流のマッチングによる酸素化の改善が期待でき

る²⁾。ICU 入室患者の中で、とくに重症例に適用される体外式膜型人工肺 (extracorporeal membrane oxygenation : ECMO) 導入中の症例においても、上記を目的とした体位管理の有効性が示されている^{3~5)}。一方、カテーテル挿入部からの出血や不安定な循環動態の惹起といった有害事象も報告されているが⁶⁾、多くは重症呼吸不全例に対して veno-venous ECMO を導入した症例であり、高度循環不全に用いられる veno-arterial (VA) ECMO 導入中に施行している施設は多いとは言えず、その詳細は明らかではない。VA ECMO 導入中においても、カテーテル挿入部の出血や血腫の形成といった合併症の発生が報告されているが^{7,8)}、体位管理などの体動が加わることによってこれらの合併症が増加する可能性は十分に考えられる。加えて臨床場面では、循環動態悪化、カテーテルの屈曲や抜去といった有害事象が起こる可能性も懸念されるため、体位管理を含む積極的な理学療法は推奨されていない背景がある⁹⁾。今回、VA ECMO 補助下でも多職種連携

1) 長崎大学病院 リハビリテーション部

2) 同 ME 機器センター

3) 同 看護部

4) 同 集中治療部

5) 同 心臓血管外科

6) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 理学療法学分野

[受付日：2019 年 3 月 28 日 採択日：2020 年 1 月 23 日]

によって安全な体位管理が実施でき、これがVA ECMOならびに人工呼吸器からの早期離脱に寄与したと考えられる症例を経験したため、考察を加えて報告する。

Ⅱ. 症 例

78歳、女性、body mass index (BMI) : 29.1kg/m²。

診断名 : 急性肺血栓塞栓症。

主訴 : 胸痛、呼吸困難。

既往歴 : 高血圧症、高コレステロール血症、両側人工膝関節置換術後。

現病歴 : 胸痛と呼吸困難を主訴に当院に緊急搬送され、上記の診断にて同日、開胸下に肺動脈内血栓除去術が施行された。術後、循環動態が不安定であり、VA ECMO 補助下および人工呼吸管理下にICU入室となった。術後第1病日は高用量のカテコラミンに加え、輸液負荷を必要とする状態であったが、第3病日には、循環動態は改善傾向を示した。しかし、両側下肺野の無気肺が酸素化低下に影響し、VA ECMO および人工呼吸器離脱に難渋する可能性があったため、その改善を目的に第4病日より理学療法が開始となった。

Ⅲ. 経 過

理学療法開始時における意識レベルは、フェンタニルによる鎮痛およびプロポフォールによる鎮静管理下にてRichmond Agitation-Sedation Scale (RASS) -5、循環動態は、VA ECMO 補助(右大腿動静脈からの送脱血カテーテル挿入)に加え、カテコラミンが投与されており、呼吸状態としては、自発呼吸はなく、経口

挿管下に Assist/Control (A/C) モード、高い吸入酸素濃度 (inspired oxygen fraction : FiO₂) 0.8、換気回数 12 回 / 分、吸気圧 12cmH₂O、吸気時間 1.5 秒、呼気終末陽圧 (positive end-expiratory pressure : PEEP) 8cmH₂O での人工呼吸管理が行われた状況下に、右手指で測定した末梢動脈血酸素飽和度 (arterial oxygen saturation of pulse oxymetry : SpO₂) は 90 ~ 94% であった。身体所見として、視診および触診上、呼吸補助筋の動員や努力呼吸は認めず、胸腹式呼吸パターンであり、胸部の聴診では、左背側の呼吸音減弱を認め、副雑音は聴取しなかった。また、四肢・末梢は冷感が強く、浮腫を認めた。胸部単純レントゲン写真では、両側下肺野の透過性低下、とくに左横隔膜および下行大動脈辺縁のシルエットアウトを伴う左下肺野の広範な虚脱所見を認め、胸部 CT では両側胸水ならびに左下葉の無気肺を示唆する所見を認めた (Fig.1)。

第4病日の胸部聴診ならびに画像所見から、両下肺野、とくに左下肺野の広範な無気肺が形成されていると示唆され、無気肺の解除を目的とした体位管理の適応と判断した。VA ECMO 補助下であったが、ICU 専従医を中心に、理学療法士、臨床工学技士、看護師の多職種で連携を図り、まず実施前に各職種の役割を確認した。具体的には、ICU 専従医は全身状態のモニタリングと管理を実施し、体位管理に伴う酸素化能、循環動態への影響、さらには有害事象の有無を確認した。理学療法士は体位管理施行時の各スタッフの配置および指示を担った。臨床工学技士は右大腿から挿入されている VA ECMO のカテーテルの管理、看護師は症例

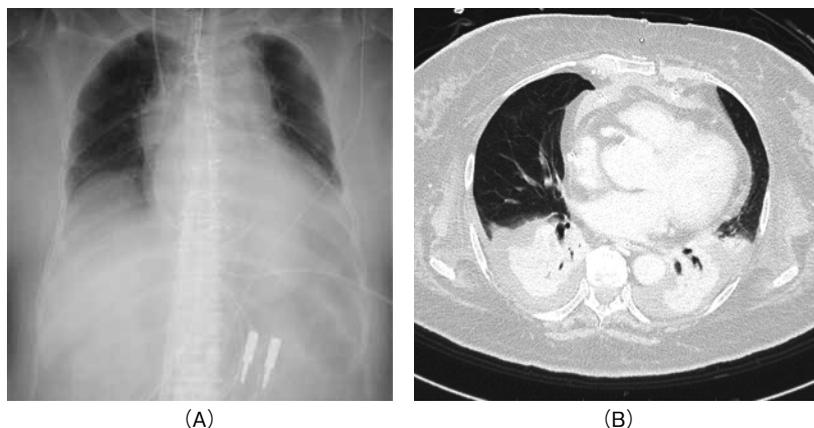


Fig.1 Chest X-ray and computed tomography scan at the beginning of physical therapy

Lung collapse was identified in the left lower lung field (A).

Bilateral pleural effusion and partial collapse were identified (B).



Fig.2 Right lateral body positioning

The right lateral position was carried out in multi-disciplinary staffs (A). Positioning was applied using a pillow and cushion, and was continued for 2 hours (B).

の介助を担った。次に、全職種で協議し、左背側の無気肺領域を解放する目的で右完全側臥位を選択した。患者の頭側にICU専従医、理学療法士を配置し、管理ならびに指示が通りやすい状況とし、症例の両側に看護師が2名ずつ介助についた。そして右完全側臥位を施行しやすいよう、背臥位のまま症例をベッドの左端に移動するよう理学療法士が指示を出し、看護師による両体幹・両下肢介助、臨床工学技士によるVA ECMOのカテーテル管理下に上記移動を実施した。右完全側臥位施行に際しても理学療法士が指示を出し、VA ECMO、人工呼吸器、胸腔ドレーンやルート類に注意を払いながら、体幹と下肢の長軸上に捻じれが生じないように理学療法士、看護師を中心に介助・体位変換を実施した。とくに右大腿から挿入されているVA ECMOのカテーテルは屈曲や抜去が生じないように臨床工学技士が細心の注意を払った。右完全側臥位となった後は、理学療法士、看護師が枕やクッションを用いてポジショニングを行い、ICU専従医が人工呼吸器、胸腔ドレーンやルート類、VA ECMOのカテーテルやフローに異常がないことを確認し、同体位を2時間実施した (Fig.2)。

体位変換実施前の人工呼吸器設定は、A/Cモード、PEEP 8cmH₂Oにて、一回換気量 (exhaled tidal volume: VT_e) は380mLであった。体位変換直後、多量の気道分泌物の移動を認め、吸引除去した。そして、2時間の体位管理実施後、VT_eはおおよそ500mLまで増大、聴診にて左背側の肺胞呼吸音を聴取することができた。介入後はVA ECMOの回転数を下げ、人工呼吸器のFiO₂を減じても、VT_eは500mL前後を保つことができた。翌第5病日も同様に2時間の右完全側臥位



Fig.3 Chest X-ray immediately after right lateral position
Complete reexpansion of left lower lung field occurred after the positioning.

を実施した。直後の胸部単純レントゲン写真では、左下肺野の良好な含気が得られるとともに (Fig.3)、聴診所見では同部位における肺胞呼吸音のさらなる改善を認めた。介入後はVA ECMOのFiO₂を減ずることができた (Fig.4)。なお、体位管理実施による大腿動脈の送脱血カテーテルの屈曲や抜去、出血・血腫、脱血不良、呼吸および循環動態の変動といった有害事象は皆無であった。

その後、第6病日にVA ECMOを離脱、離床を中心とした理学療法介入へ進展、第8病日に人工呼吸器離脱に至り、第14病日にICU退室となった。その後も、順調な経過をたどり、歩行および日常生活活動の自立のもと、加療目的で他院転院となった。

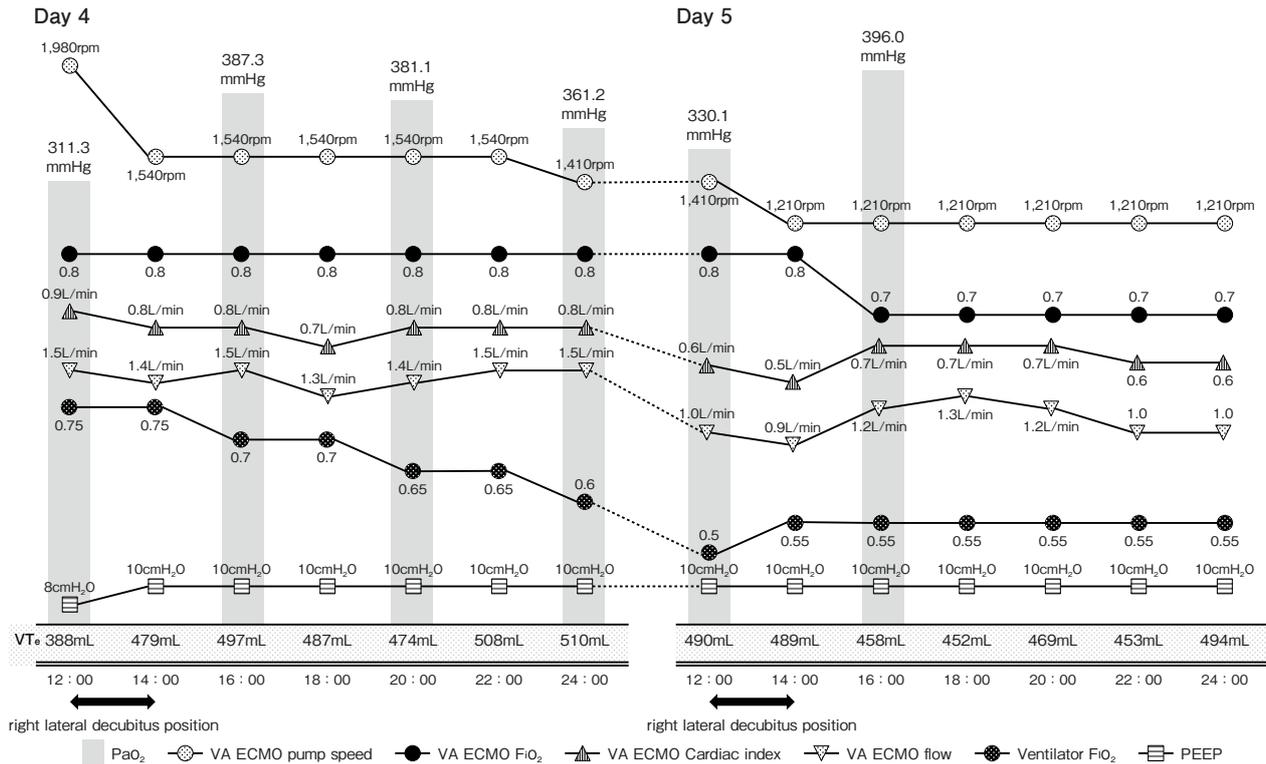


Fig. 4 Clinical course and physical therapy (Day 4-5)

Improvement in oxygenation and weaning of VA ECMO and mechanical ventilator have progressed as a result of right lateral body positioning.

FiO₂: fraction of inspiratory oxygen. mmHg: millimeter of mercury. PaO₂: partial pressure of oxygen. PEEP: positive end-expiratory pressure. rpm: rotations per minute. SpO₂: arterial oxygen saturation of pulse oxymetry. VT_e: exhaled tidal volume. VA-ECMO: venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation.

IV. 考 察

今回、VA ECMO 補助にて管理された肺動脈内血栓除去術後症例に対して、自己肺の酸素化改善を目的とした理学療法を経験した。本症例の酸素化障害は、第4病日の胸部画像所見および聴診所見から下肺野、とくに左下肺野の広範な肺虚脱に起因するシャント血流によるものと考えられたため、理学療法はこの点の改善を主たる目的とした。

背側に限局する無気肺、中でも下肺野の無気肺に対する体位管理としては、腹臥位管理が推奨されており、酸素化改善に対する有効性が認められている¹⁰⁾。一方で、循環動態への悪影響(低血圧、頻脈)、ルート類の抜去といった有害事象も報告されている^{2, 11, 12)}。腹臥位の代用として、前傾側臥位が適用されることも少なくなく、その有効性も報告されている^{13~16)}。前傾側臥位は腹臥位と比較して酸素化改善効果は小さいものの、有害事象が少なく、マンパワーを減ずることが可

能というメリットがある^{16, 17)}。本症例においても、体位管理の適用にあたっては、とくに心臓の圧迫による左下肺野の無気肺が酸素化障害に影響していると推察されたため、本来であれば病変部位である左側を上側とした右前傾側臥位が選択される。しかしながら、本症例はVA ECMOの送脱血カテーテルが右大腿動静脈より挿入されており、腹臥位および前傾側臥位ではカテーテルの屈曲や圧迫のリスクが増大すると推察された。そのためVA ECMOのカテーテルトラブルのリスクを減ずる目的で右完全側臥位を適用し、さらにVA ECMOのみならず人工呼吸器、胸腔ドレーンやルート類などのトラブル、体位管理に伴う呼吸・循環動態の変化も懸念されたため、専門性を持った多職種による十分なマンパワーを確保し、リスクを低減させたうえで体位管理を施行した。

本症例では右完全側臥位によって、無気肺の解除と酸素化の改善を得ることができた。それには、気道分泌物クリアランスが好影響を及ぼしたものと示唆され、

加えてそれに伴う虚脱肺領域の拡張から局所換気の改善による換気血流バランスの是正も寄与したと推察される^{2,18)}。さらに本症例は、BMIが29.1kg/m²と肥満であり、腹部臓器や胸腹部の軟部組織による虚脱肺領域への圧迫が、体位管理によって解除されたことも酸素化改善の相乗効果として寄与したものと推察される。

また、本症例では体位管理施行中に有害事象を認めなかった。Hodgsonらによる重症患者における運動の安全基準に関するエキスパートコンセンサス¹⁹⁾において、ECMO補助下ではベッド上の運動に関してのみ有害事象の発生率は低いと示されているものの、積極的な運動はきわめて重篤なイベントのリスクが高いことが明記されている。加えて、本邦のICU早期リハビリテーションに関するエキスパートコンセンサス⁹⁾においても、リスクよりもメリットが十分にあると多職種によって包括的に判断できる場合以外は、体動を伴う介入は見合わせることを望ましいと示されている。VA ECMO補助下における体位管理はベッド上の介入ではあるものの、体動を伴うため、循環動態の悪化、カテーテル挿入部の出血や血腫形成、カテーテルの屈曲や抜去といった有害事象が懸念された。そのため、体位管理施行においては各職種の役割を明確化したうえで連携を図り、それぞれの役割を通してリスクへの十分な配慮に努めたこと、加えて十分なマンパワーを確保したことが有害事象の発生を防げたものと推察される。これらの結果、右完全側臥位での体位管理によって、呼吸状態の改善に貢献し、VA ECMOならびに人工呼吸器の早期離脱に繋がったと示唆される。

V. 結 語

今回、右完全側臥位での体位管理によって、酸素化の改善、VA ECMOならびに人工呼吸器の早期離脱に寄与したと考えられる症例を経験した。VA ECMO導入下でも、体位管理は多職種が連携することで安全に実施可能であった。ただし、VA ECMOは循環動態の破綻した重症例が適応となることを念頭に置く必要があり、常にリスクが伴うことを認識すべきである。体位管理によって起こりうる有害事象を事前に多職種で想定し、各職種の役割を明確にすることで、安全かつ効果的な体位管理が実現するものと考えられる。

COIに関し、神津 玲は独立行政法人環境再生保全機構から研究費支援を受けている。その他の全ての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) 神津 玲:重症患者における早期理学療法の基本的考え方。理学療法 MOOK 18 ICUの理学療法。神津 玲編。東京、三輪書店、2015、pp202-11.
- 2) Stiller K: Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. Chest. 2000; 118: 1801-13.
- 3) Kimmoun A, Roche S, Bridey C, et al: Prolonged prone positioning under VV-ECMO is safe and improves oxygenation and respiratory compliance. Ann Intensive Care. 2015; 5: 35.
- 4) Guervilly C, Hraiech S, Gariboldi V, et al: Prone positioning during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome in adults. Minerva Anesthesiol. 2014; 80: 307-13.
- 5) Kipping V, Weber-Carstens S, Lojewski C, et al: Prone position during ECMO is safe and improves oxygenation. Int J Artif Organs. 2013; 36: 821-32.
- 6) Culbreth RE, Goodfellow LT: Complications of prone positioning during extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure: a systematic review. Respir Care. 2016; 61: 249-54.
- 7) Makdisi G, Wang IW: Extra corporeal membrane oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. J Thorac Dis. 2015; 7: E166-76.
- 8) Tanaka D, Hirose H, Cavarocchi N, et al: The impact of vascular complications on survival of patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. Ann Thorac Surg. 2016; 101: 1729-34.
- 9) 日本集中治療医学会早期リハビリテーション検討委員会: ガイドライン 集中治療における早期リハビリテーション～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～. 日集中医誌. 2017; 24: 255-303.
- 10) Mackenzie CF: 胸部理学療法-ICUにおける理論と実際-. 石田博厚監訳。東京、総合医学社、1991、pp82-120.
- 11) Guerin C, Gaillard S, Lemasson S, et al: Effects of systematic prone positioning in hypoxemic acute respiratory failure: a randomized controlled trial. JAMA. 2004; 292: 2379-87.
- 12) Mora-Arteaga JA, Bernal-Ramírez OJ, Rodríguez SJ: The effects of prone position ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. Med Intensiva. 2015; 39: 359-72.
- 13) 尾崎孝平: 腹臥位呼吸管理とは。ナースの質問119ベッドサイドの問題解決。丸川征四郎編。東京、南江堂、2002、pp123-30.
- 14) 朝井政治, 神津 玲, 俵 祐一ほか: 体位呼吸療法が奏功した急性呼吸不全の1症例。理学療法探求。2001; 4: 24-8.
- 15) 神津 玲, 朝井政治, 俵 祐一ほか: ALI/ARDSに対する呼吸ケア～腹臥位に代わって前傾側臥位による体位管理

- を適用した ARDS の 1 例. 日本呼吸管理学会誌. 2006 ; 15 : 461-5.
- 16) 神津 玲, 山下康次, 眞淵 敏ほか: 前傾側臥位が急性肺損傷および急性呼吸促進症候群における肺酸素化能、体位変換時のスタッフの労力および合併症発症に及ぼす影響. 人工呼吸. 2009 ; 26 : 82-9.
- 17) 神津 玲, 山下康次, 眞淵 敏ほか: 急性呼吸障害に対する前傾側臥位による体位管理の有用性. 特集 急性期呼吸管理のトレンドをチェック! プラクティカル体位呼吸療法. 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 594-9.
- 18) 俵 祐一, 朝井政治, 岡田芳郎ほか: 人工呼吸管理中の急性期理学療法. 特集 エビデンスから学ぶ! 呼吸理学療法. 呼吸器ケア. 2005 ; 3 : 959-66.
- 19) Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, et al : Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. Crit Care. 2014 ; 18 : 658.

A case of pulmonary thromboembolism treated with lateral position under venoarterial extracorporeal membrane oxygenation

Takuya FUKUSHIMA¹⁾, Yosuke MORIMOTO¹⁾, Yudai YANO¹⁾, Kazuya SHIBATA²⁾,
Miwa OKANO³⁾, Motohiro SEKINO⁴⁾, Kiyoyuki EISHI⁵⁾, Ryo KOZU⁶⁾

- ¹⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Nagasaki University Hospital
²⁾ Department of Medical Engineering, Nagasaki University Hospital
³⁾ Department of Nursing, Nagasaki University Hospital
⁴⁾ Department of Intensive Care Unit, Nagasaki University Hospital
⁵⁾ Department of Cardiovascular Surgery, Nagasaki University Hospital
⁶⁾ Department of Physical Therapy Science, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

Corresponding author : Takuya FUKUSHIMA
 Department of Rehabilitation Medicine, Nagasaki University Hospital
 1-7-1, Sakamoto, Nagasaki, 852-8501, Japan

Key words : venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, pulmonary atelectasis, positioning, collaborative approach for patient

Abstract

A 78-year-old woman was urgently hospitalized for pulmonary thromboembolism. Although pulmonary arterial thrombectomy was performed, the hemodynamics remained unstable, and she was admitted to the intensive care unit (ICU) for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) and mechanical ventilation. General condition of the patient improved on the 3rd day. However, it was thought that a blood flow shunt due to extensive atelectasis of the left lower lung field was impeding lung oxygenation. Therefore, the right lateral decubitus position, as therapeutic body positioning, was applied on the 4th and 5th days in collaboration with a multi-disciplinary team : the oxygenation improved, and left lower lung field atelectasis resolved. Subsequently, VA-ECMO was withdrawn on the 6th day, mechanical ventilator discontinued on the 8th day, and she was discharged from the ICU on the 14th day. This case suggests that therapeutic body positioning in association with VA-ECMO, carried out under collaboration with a multi-disciplinary professional staff is safe and effective for improving oxygenation.

Received March 28, 2019
 Accepted January 23, 2020