

症例報告

【多領域専門職部門】

頸部カニューレションによる体外式膜型人工肺装着中の 患児に対して、合併症なく早期理学療法が 施行可能であった一例

金田 直樹¹⁾, 酒井 渉²⁾, 茶木 友浩³⁾, 名和 智裕⁴⁾¹⁾北海道立子ども総合医療・療育センター リハビリテーション課²⁾北海道立子ども総合医療・療育センター 小児集中治療科³⁾札幌医科大学 麻酔科学講座⁴⁾北海道立子ども総合医療・療育センター 小児循環器内科

Uncomplicated Early Physiotherapy for a Child with Extracorporeal Membrane Oxygenation with Neck Cannulation: A Case Report

Naoki Kaneda¹⁾, Wataru Sakai²⁾, Tomohiro Chaki³⁾, and Tomohiro Nawa⁴⁾¹⁾Department of Rehabilitation, Hokkaido Medical Center for Child Health and Rehabilitation, Hokkaido, Japan²⁾Department of Pediatric Intensive Care Medicine, Hokkaido Medical Center
for Child Health and Rehabilitation, Hokkaido, Japan³⁾Department of Anesthesiology, Sapporo Medical University, Hokkaido, Japan⁴⁾Department of Pediatric Cardiology, Hokkaido Medical Center for Child Health and Rehabilitation, Hokkaido, Japan

There are few reports on early physiotherapy for critically ill pediatric patients and extracorporeal membrane oxygenation in Japan due to concerns about medical device removal by accident. We present a safe method of early physiotherapy during extracorporeal membrane oxygenation with neck cannulation, as well as the treatment plan. The patient was a 2-year-old boy weighing 14.3 kg with no medical history. He had symptoms of tachypnea and severe tachycardia, so tachycardia-induced cardiomyopathy was diagnosed. On the 2nd day of hospitalization, the heart failure worsened, resulting in low cardiac output syndrome and requiring extracorporeal membrane oxygenation. Physiotherapy, which included range of motion exercises, respiratory physiotherapy, and postural drainage, began on the same day as extracorporeal membrane oxygenation; it was ensured that the neck cannulation insertion angle, drainage pressure, and blood flow were not changed using a handmade wedged-shape urethane cushion. Extracorporeal membrane oxygenation was removed on the 4th day of hospitalization, and there were no complications during the initial physiotherapy. The patient was extubated on the 11th day of hospitalization and discharged on the 14th hospitalization day. Early physiotherapy during extracorporeal membrane oxygenation could be performed safely in a pediatric patient with acute or severe heart failure by ensuring the neck cannulation insertion angle and neck position.

Keywords: rehabilitation, pediatric intensive care unit, physiotherapy, early mobilization, extracorporeal membrane oxygenation

2023年9月20日受付, 2024年2月12日受理

著者連絡先: 金田直樹 (E-mail: naoki.kaneda.0220@gmail.com)

〒006-0041 北海道札幌市手稲区金山1条1丁目1-240-6 北海道立子ども総合医療・療育センター リハビリテーション課

doi: 10.9794/jspccs.40.57

小児重症患者に対する体外式膜型人工肺（extracorporeal membrane oxygenation: ECMO）装着中の早期理学療法に関する報告は本邦ではまれである。その理由として、理学療法中の送脱血管の先端位置の移動や計画外抜去のリスクが考えられる。頸部カニューレーションによるECMO装着中の患児に、合併症なく早期理学療法を施行可能であった一例の経過と、具体的な早期理学療法内容を報告する。症例は既往のない2歳、14.3kgの男児で、頻脈、頻呼吸を認め、精査の後に頻拍誘発性心筋症と診断された。第2病日に心不全増悪かつ低心拍出状態に対し頸部カニューレーションによるECMOを導入した。関節可動域運動、呼吸理学療法に加え、ECMOの送脱血管の挿入角度の変化を脱血圧と送血流量を見ながら注意し、楔状のウレタンフォームを用い側臥位の体位ドレナージを行った。早期理学療法の合併症はなく、第4病日にECMOを離脱した。第11病日抜管し、第14病日に小児集中治療室を退室した。頸部カニューレーションによるECMOを要した小児急性・重症心不全患者の早期理学療法は、送脱血管の位置や角度を注意する事で合併症なく施行可能であった。

背 景

成人領域において、急性・重症心不全患者は長期安静臥床による身体的・精神的ディコンディショニング、低栄養や炎症性サイトカインによる骨格筋萎縮を来すために、早期理学療法が重要とされている¹⁾。しかし、小児患者では計画外抜管や中心静脈カテーテル等の医療デバイス事故抜去リスクなど、合併症に対する障壁から早期理学療法の報告が少ない²⁾。小児重症患者に対して行われた早期理学療法に関する研究では合併症を認めなかったが、静脈-動脈 体外式膜型人工肺（veno arterial-extracorporeal membrane oxygenation: VA-ECMO）を要した患児を除外している³⁾。我々は、VA-ECMOを要した小児急性・重症心不全患者に対して早期理学療法を行い、重篤な合併症なく退院に至ることが可能であった症例を経験した。配慮した工夫や、具体的な理学療法の介入方法と患児の入院経過について報告する。

症 例

症例紹介

身長87cm、体重14.3kgの2歳男児。特記すべき基礎疾患、既往歴と家族歴はなし。先行感染を認めず前日より頻呼吸と顔色不良を認めたため前医を受診し、頻脈を認めたため当院小児集中治療室に搬送された。来院時SpO₂ 98%（フェイスマスク酸素5L/分）、呼吸数33回/分、心拍数206回/分、血圧80/63mmHg、不機嫌で活気不良であった。血液検査で脳性利尿ナトリウムペプチド3,138pg/mLと上昇していたが、クレアチンキナーゼ上昇は認めなかった。胸部レントゲン写真で心胸郭比61%と著明な心拡大と肺うっ血を認めた。心電図検査で心拍数220回/分、左軸偏位、右脚ブロックと房室解離を認

めベラパミル静注で洞調律に復したため、ベラパミル感受性心室頻拍と診断された。しかし、心室頻拍発作が頻回に再燃し、それに伴い左室駆出率は42%と低下した。人工呼吸管理開始後も肺うっ血は増悪し低心拍出状態は改善せず、第2病日に右内頸静脈から脱血管、右総頸動脈から送血管を留置してVA-ECMOを装着した。第3病日に洞調律に復し、第4病日に心室頻拍発作の再燃はなく心機能は改善しVA-ECMOから離脱した。ベラパミル感受性心室頻拍を契機とした頻拍誘発性心筋症と診断された。

理学療法実施内容と方法

1) 循環動態不安定期（VA-ECMO装着時の理学療法）

第2病日からVA-ECMO管理中は筋弛緩薬投与で不動化し、循環動態は100mL/minのECMO送血流量で安定していた。ECMO管理中の長期臥床および不動化による影響を懸念し、早期理学療法の介入を決定した。具体的には当院で定める早期離床・リハビリテーションの禁忌事項に従い（Table 1）^{3,4)}、本症例では関節可動域運動と呼吸理学療法を行った。関節可動域運動は不動化に伴う関節拘縮の予防を目的とした。呼吸理学療法は、圧迫性無気肺の解除と新規の無気肺形成を予防する目的で徒手による呼吸理学療法と体位ドレナージを施行した。呼吸理学療法は胸郭拡張手技⁵⁾を用い、肩関節を外転・挙上後に肩甲帯と胸郭を把持して、直接胸郭を拡張させた。胸郭拡張手技中、肩関節90°以上の外転と肩甲帯挙上に伴い頸部側屈が強まり脱血圧上昇と送血流量減少を認めた。これは送血管挿入角度が変化することで送血流量が低下したと考え、送血管挿入角度に注意を払いながら肩関節角度と胸郭拡張方向を調節することで、送血流量を安定させながら胸郭拡張手技を施行することが可能であった（Fig. 1A）。体位ドレナージでは、頭部後屈や頸部カニューレーション側への側屈、頸部-体幹の対

側回旋が強まる際に脱血圧上昇または送血流量の変動が認められた。送血管挿入角度と脱血管先端の位置を安定させ、送血流量の変動を最小限とするため、理学療法士が患者の体形に合わせ作成した楔状のウレタンフォームを配置し、頸部-体幹の対側回旋を軽減させ、10~20°側臥位を中心としポジショニングを行った (Fig. 2)。第3病日に急性腎不全から無尿となり、

Table 1 早期離床・リハビリテーションの開始基準と中断基準

a) ポジショニング
本人または家族の同意が得られない
b) ギャッジアップ, 呼吸理学療法, ROMex
循環動態が不安定
開胸, 開腹手術当日
活動性出血
頭部外傷, 頸部損傷の不安定期
固定性不良の骨折
c) バギー座位, 端座位, 立位, 歩行
ECMO 管理中
ドレーン挿入部が不安定

早期離床・リハビリテーションの開始基準を示す。当院は基本的に全例で小児集中治療室入室後 48 時間以内に介入の必要性を検討し、禁忌項目に該当しない場合に開始する。鎮痛および鎮静薬を投与中の患児は、FLACC スケールや BPS を用い鎮痛度, SBS を用い鎮静度を評価している。苦痛を軽減するため鎮痛および鎮静度を集中治療科医師や看護師と検討する。当院では十分な鎮痛の下で介入を開始し, SBS+1~+2 へ変化が起こり鎮静薬の追加および増量が必要な場合は中止としている。a) ポジショニング開始時の禁忌項目 b) ギャッジアップ, 呼吸理学療法, ROMex 開始時の禁忌項目 c) バギー座位, 端座位, 立位, 歩行開始時の禁忌項目。BPS, Behavioral Pain Scale; ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; FLACC, Face, Legs, Activity, Cry, and Consolability; SBS, State Behavioral Scale; ROMex, Range Of Motion exercise; バギー, 小児用バギー型車椅子。

右大腿静脈から透析カテーテルを留置し、持続的血液濾過透析 (continuous hemodialysis and filtration: CHDF) を開始した。第4病日に ECMO 離脱評価で乳酸値は 9~10mg/dL と上昇なく、左室駆出率は 51% と改善しており、バイタルサインも安定していた。そのため、同日に VA-ECMO を離脱した。

2) 循環動態改善期 (VA-ECMO 離脱後, 人工呼吸器装着中の理学療法)

第5病日に筋弛緩薬の投与を終了し, State Behavioral Scale-2~-1 の鎮静度で管理した。循環動態は安定して経過し, 心機能については心臓エコー検査で適宜安定している事を確認した。理学療法耐容能を評価し, 小児集中治療科・小児循環器内科と検討後に理学療法の方針を決定した。無気肺が残存していたため, 呼吸機能の改善を目的として胸郭拡張手技の肩甲帯と胸郭可動範囲を拡大し (Fig. 1B), 透析カテーテルの屈曲や偏位に注意を払い腹臥位・シムス位による体位ドレナージを行った (Fig. 3)。また, 咳嗽を補助する目的で排痰補助装置 (E-70, PHILIPS, Amsterdam, Netherlands) の使用を開始した。最大呼気流量 (Peak Cough Flow) 160L/min 以上を目標として⁶⁾, 呼気圧-吸気圧-40~40hPa, 呼気時間 1.6 秒, 吸気時間 1.6 秒, 休止期 1.0 秒と設定した。第7病日に尿量の増加や腎機能の改善を認め, CHDF を離脱した。

3) 離床期 (人工呼吸器離脱後の理学療法)

無気肺の改善を認め, 第9病日に腹臥位療法を終了した。人工呼吸器のウィーニングとともに 15~20° のヘッドアップによる離床を目的とし, 呼吸理学療法を継続した。第11病日に人工呼吸器から離脱した。

第12病日に筋力, 運動機能の評価を Medical

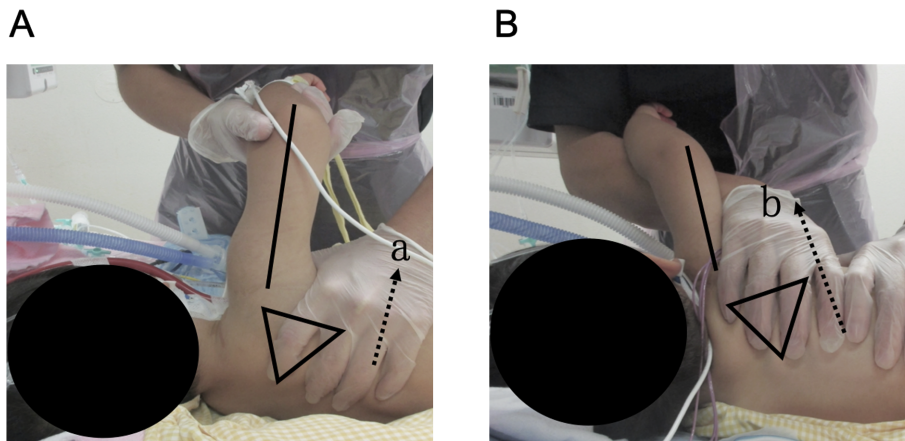


Fig. 1 本症例で実施した呼吸理学療法の方法

実線は右上腕骨および右肩甲骨を示し, 徒手による胸郭拡張方向を点線 a, b に示す。(A): 体外式膜型人工肺装着中の胸郭拡張手技。送血管挿入角度に注意し, 肩関節角度, 胸郭拡張の方向と範囲を調整した。(B): 体外式膜型人工肺離脱後の胸郭拡張手技。肩関節を 90° 以上に屈曲と外転させ胸郭拡張の方向と範囲を拡大した。

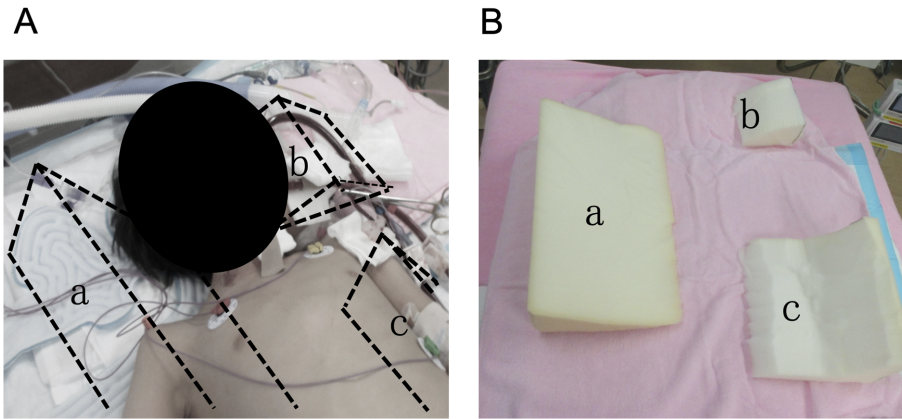


Fig. 2 体外式膜型人工肺装着中の側臥位体位ドレナージ方法

(A): 仰臥位から側臥位に変換するための楔状クッション挿入部位を a-c に示す。右内頸静脈から脱血管、右総頸動脈から送血管が留置され、頭部の後屈や右側屈が強まる際に回路圧の変動が認められた。(a) 骨盤帯から後頭部まで支持規定面を延長することで、後屈と側屈を予防し、側臥位角度を 20° に設定した。(b) 頭部-体幹を同一角度に維持した。(c) 体幹の側方の崩れを防止した。(B): 楔状クッションの形状。

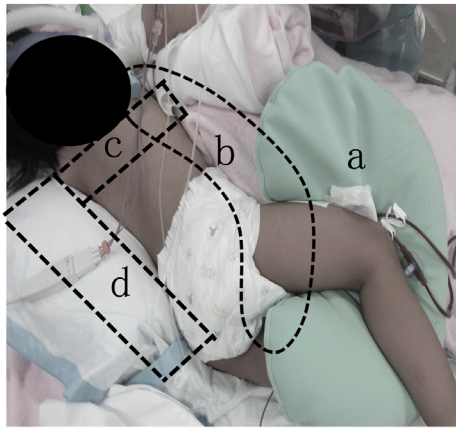


Fig. 3 体位ドレナージ姿勢（シムス位）の方法

a-d はロール形状のバスタオルおよびビーズクッション挿入部位を示す。持続的血液濾過透析の透析カテーテルが右大腿静脈に留置されていた。(a, b) 体幹の保持と股関節の屈曲を防止した。(c) 挿管チューブとベットマットの干渉を防止した。(d) 体幹側方の崩れを防止した。

Research Council⁷⁾ (MRC) score, Ability for basic movement scale for children⁸⁾ (ABMS-C) を用い行った (Table 2)。両評価は Cornell Assessment of Pediatric Delirium が 8 点以下の条件で行われ、せん妄の影響を除外した。結果、MRC score が 13/48, ABMS-C が 1/15 と低値を示し、筋力低下と運動機能障害を認めた。離床を促進するため、嚥下スクリーニングを行い唾液誤嚥リスクが低い事を確認した後に小児用バギー型車椅子 (R-V pocket, きさく工房, 福岡, 日本) による受動的座位、立位保持装置 (プロンボード) を使用した受動的立位を追加した。第 14 病日に小児内科病棟へ転棟した。転棟後は、家族から受傷前の遊び

の状況を聴取し、遊びを通じた自己身体制御を中心とした理学療法を展開した⁹⁾。同時に、立位保持装置の使用方法を病棟看護師・母に指導し、転倒・転落に配慮したうえで余暇時間に使用し離床を行った。第 30 病日には MRC score 42/48, ABMS-C 15/15, 自立歩行が可能となり、筋力と運動機能改善を認め、第 35 病日に自宅退院した。Table 2, Fig. 4 に身体機能評価の経過を示す。

考 察

小児重症患者に対する早期理学療法は、未だ合併症に対する障壁から実施報告が少ない²⁾。ECMO を装着した重症患者を除外した小児重症患者に対して、早期理学療法や合併症なく理学療法を行う事自体の臨床的意義を示した報告³⁾がある。海外では ECMO を装着した患児に対する理学療法の報告¹⁰⁾はあるが本邦ではまれである。我々は、小児急性・重症心不全患者に対して VA-ECMO 装着日より合併症なく早期理学療法を行い、退院時には MRC score や ABMS-C が改善し、自立歩行が可能となるまで筋力と運動機能が回復した症例を経験した。早期理学療法は小児急性・重症心不全患者に対して合併症なく介入が可能で、更に安静臥床による筋力・身体機能の影響を軽減し、離床を円滑化する可能性がある。我々が合併症に配慮し施行した、具体的な早期理学療法の方法と早期理学療法が改善しうる筋力と運動機能に関して考察する。

ECMO 装着患者に対する理学療法の問題点とし送脱血管位置や静脈還流の変化が挙げられている¹⁰⁾。

Table 2 身体機能評価の推移の詳細

	第 11 病日	第 12 病日	第 13 病日	第 14 病日	第 20 病日	第 35 病日
MRC (total score)	13	13	16	20	28	42
肩関節外転	1/1	1/1	1/1	2/2	3/3	3/4
肘関節屈曲	1/1	1/1	2/2	2/2	2/3	4/4
手関節背屈	1/2	1/2	2/2	2/2	2/3	4/4
股関節屈曲	1/1	1/1	1/1	2/2	2/3	3/4
膝関節伸展	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	3/3
足関節背屈	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	3/3
ABMS-C (total score)	1	1	3	3	7	15
頸部保持	1	1	2	2	3	3
座位保持	0	0	1	1	2	3
平面移動	0	0	0	0	1	3
立位保持	0	0	0	0	1	3
歩行	0	0	0	0	0	3

MRC score は「肩関節外転」「肘関節屈曲」「手関節背屈」「股関節屈曲」「膝関節伸展」「足関節背屈」の 6 項目の筋力をグレード 0~5 の 6 段階、左右の合計 60 点満点で評価する。低年齢児の場合はグレード 4 と 5 の判別に困難を有するため、合計得点を 48 点満点とし判定した。ABMS-C は、小児基本動作評価スケールであり、「頸部保持」「座位保持」「平面移動」「立位保持」「歩行」の 5 項目の基本動作の達成度をグレード 0~3 の 4 段階で評価を行う。ABMS-C, Ability for Basic Movement Scale for Children; MRC score, Medical Research Council score.

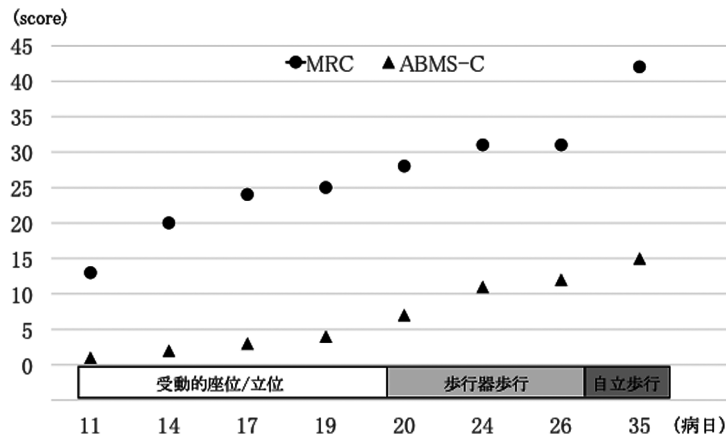


Fig. 4 身体機能評価の推移と離床状況

第 11 病日から速やかに受動的座位、立位保持装置による離床を開始した。MRC score の改善とともに、ABMS-C も改善を示した。第 20 病日から歩行器歩行を開始し、離床場面を拡大以降 MRC score が大きく改善した。第 30 病日に自立歩行を開始した。ABMS-C, Ability for Basic Movement Scale for Children; MRC score, Medical Research Council score.

成人領域では ECMO の送血管および脱血管が大腿部から留置されている場合、下肢の可動に伴い挿入角度や位置が変更される可能性がある¹¹⁾。また、ECMO 装着中の早期理学療法の施行で大腿部腫脹、送血管内血栓や脱血管破損の合併症も報告されている^{12,13)}。我々は小児重症患者の ECMO 装着中、送血管および脱血管の挿入長が成人と比較し短く事故抜去の危険性を伴うこと、理学療法施行によって送血管および脱血管挿入角度が変更される可能性を理解して理学療法を施行している。加えて、本症例は小児集中治療科・小児循環器内科医師と、送血管および脱血管位置変化による送血流量低下の早期理学療法の危険性と、無気肺等の呼吸機能障害の改善や長期不動に伴

う関節可動域制限の予防という早期理学療法の利点をカンファレンスで検討し、早期介入決定後に介入内容を家族に説明したうえで実施した。本症例で早期介入を可能とした要因として、右内頸静脈と右総頸動脈に脱血管および送血管が留置されており、大腿部留置に比較し可動や位置変更のトラブルが少なかったことが挙げられる¹¹⁾。しかし、頸部の留置においても胸郭拡張手技に伴う頸部側屈増加によって、送血管挿入角度が変更され送血流量減少を示したため、送血管挿入角度を観察しながら肩関節屈曲・外転角度を漸増し胸郭拡張の方向と範囲を調整する必要があった。これらの注意が合併症を認めず早期理学療法を可能とし、VA-ECMO を要した小児重症患児に対する早期理学

療法の一例を示すことができたと考えている。

急性・重症心不全患者では、長期安静臥床による身体的・精神的ディコンディショニング、骨格筋萎縮を来し機能的転帰に影響を与える事が示唆されており、早期理学療法の必要性が述べられている¹⁾。成人急性・重症心不全患者では、入院後2日以内に施行された急性期心臓理学療法によって退院時の日常生活動作が改善したと報告している¹⁴⁾。成人急性・重症心不全患者と比較する場合、加齢に伴うフレイルの存在や病態によりその回復過程が異なる可能性があるが、本症例においても入院後2日以内に理学療法を開始した。身体の長期安静臥床を予防し自立歩行が可能な状態で退院に至ったが、早期理学療法が小児急性・重症心不全患者の場合も機能的転帰に影響を与えるかは未だ不明である。その理由の一つとして、病態に合わせた理学療法の運動強度が、適切に設定されていない可能性を考える。本症例ではVA-ECMOや人工呼吸器による治療中に筋弛緩薬投与で不動化する事を重要視し管理を行っていたため、初回の四肢・体幹に対する負荷運動は第9病日以降に実施した。そのため、成人急性・重症心不全患者で実施される人工呼吸器管理中の低強度負荷の運動療法は実施できていなかった¹⁵⁾。早期理学療法の効果を述べるうえで、小児急性・重症心不全患者における適切な運動強度を明らかにする研究が必要であると考えている。

本症例は第35病日において小児集中治療室在室時と比較し筋力と運動機能回復に至っているが、退院後の認知や身体機能発達など後遺機能障害に関して追跡と検討を行っていない。退院時には10～36%の患児で身体機能面に後遺機能障害が認められ、さらに3年間で38%の患児は機能的な悪化を呈していたという報告がある¹⁶⁾。今後も小児急性・重症心不全患者に対する早期理学療法が筋力や運動機能だけでなく後遺機能障害に対する長期的な影響を追跡および研究する必要がある。

結 語

小児急性・重症心不全患者に対して、送脱血管位置と角度に配慮した工夫でVA-ECMO装着日より早期理学療法を合併症なく施行可能であった。小児急性・重症心不全患者に対するECMO中の早期理学療法に関して、安全性、方法、効果についてさらなる研究が本邦で必要と考える。

倫理的配慮

本症例の代諾者に対して本報告の趣旨を十分に説明し、理学療

法評価および経過について記載する事について同意を得た。

利益相反

本稿の全ての著者は、日本小児循環器学会の定める利益相反に関する開示事項はない。

著者の役割

金田直樹は筆頭著者として論文の構想ならびに患者情報の収集を行い、論文を執筆した。名和智裕は患者情報の確認を行った。酒井渉は論文の構想に関与し、論文執筆における直接的な指導を行った。茶木友浩は論文執筆の指導および批判的校閲に関与した。著者全員が出版原稿の最終承認を行った。

付 記

本報告は、第58回日本小児循環器学会 総会・学術集会で「特発性心室性頻拍及び急性心不全を発症した後、集学的治療を要した男児の理学療法経過」として発表した。

引用文献

- 1) 日本循環器学会/日本心不全学会合同ガイドライン：急性・慢性心不全診療ガイドライン（2017年改訂版）. 2018; p95
- 2) 熊丸めぐみ：小児集中治療室（PICU）における早期離床・リハビリテーション. 理学療法ジャーナル 2023; 57: 20-25
- 3) Wiczorek B, Ascenzi J, Kim Y, et al: PICU Up! Impact of a quality improvement intervention to promote early mobilization in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17: 559-566
- 4) Choong K, Canci F, Clark H, et al: Practice recommendations for early mobilization in critically ill children. *J Pediatr Intensive Care* 2018; 7: 14-26
- 5) 稲員恵美：呼吸理学療法の実践—呼吸理学療法—。周産期医学 2014; 44: 1615-1620
- 6) Chatwin M, Simonds AK: Long-term mechanical insufflation-exsufflation cough assistance in neuromuscular disease: Patterns of use and lessons for application. *Respir Care* 2020; 65: 135-143
- 7) 熊丸めぐみ, 下山伸哉, 岡 徳彦, 他：小児先天性心疾患手術後患者におけるICU-acquired weaknessの発症状況とそのリスク因子. *日集中治療医学会誌* 2020; 27: 267-272
- 8) Miyamura K, Hashimoto K, Honda M: Validity and reliability of Ability for Basic Movement Scale for Children (ABMS-C) in disabled pediatric patients. *Brain Dev* 2011; 33: 508-511
- 9) 伊藤利之, 小池順子, 半澤直美, 他：こどものリハビリテーション医学 発達支援と療育 第3版. 医学書院, 2017, pp266-269
- 10) Zebuhr C, Sinha A, Skillman H, et al: Active rehabilitation in a pediatric extracorporeal membrane oxygenation patient. *PM R* 2014; 6: 456-460
- 11) Thiagarajan RR, Teele SA, Teele KP, et al: Physical therapy and rehabilitation issues for patients supported with extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr Rehabil*

- Med 2012; 5: 47-52
- 12) Hermens J, Braithwaite SA, Heijnen G, et al: Awake' extracorporeal membrane oxygenation requires adequate lower body muscle training and mobilisation as successful bridge to lung transplant. *Intensive Care Med Exp* 2015; **3** S1: A510
 - 13) Salam S, Kotloff R, Garcha P, et al: Lung Transplantation after 125 days on ECMO for severe refractory hypoxemia with no prior lung disease. *ASAIO J* 2017; **63**: 66-68
 - 14) Ueno K, Kamiya K, Kaneko H, et al: Acute-phase initiation of cardiac rehabilitation for short-term improvement in activities of daily living in patients hospitalized for acute heart failure. *J Cardiovasc Dev Dis* 2022; **9**: 97
 - 15) 玉城雄也, 小西治美, 鳥脇麻希子, ほか: 重症心不全患者に対する心臓集中治療室での早期心臓リハビリテーションプログラムの導入. *心臓リハビリテーション* 2016; **22**: 71-76
 - 16) Pinto NP, Rhinesmith EW, Kim TY, et al: Long-term function after pediatric critical illness: Results from the survivor outcomes study. *Pediatr Crit Care Med* 2017; **18**: 122-130