

特 集

ECMO を用いた呼吸不全の治療戦略

ECMO 中のリハビリテーション

岩永 航¹⁾・中村幸子²⁾・平田晶子¹⁾・竹田晋浩¹⁾

キーワード：呼吸不全, ECMO, リハビリテーション

I. 重症患者における
リハビリテーションの必要性

リハビリテーションの語源はラテン語で re (再び) + habilis (適した) であり、すなわち「再び適した状態になること」「本来あるべき状態への回復」などの意味を持っている。原疾患の治療に加えリハビリテーションを早期より行うことで、生存退院のみではなく、入院前の生活状態へ戻すことを目標としている。

重症患者へのリハビリテーションは、主に身体運動機能の維持や改善、呼吸機能の改善、せん妄予防などを目的とした理学療法や作業療法などが挙げられる。

ICU 患者の 65% は拘縮・筋力低下などの長期的な運動機能障害を呈することが報告されており、重症疾患に罹患することで新たな運動機能障害が生じ、退院後も日常生活活動 (activity of daily living : ADL) 制限を認め、一部の ADL 制限は 8 年後にも残存することがある¹⁾。ICU 合併症として新たに身体機能障害を生じる ICU 関連筋力低下 (ICU acquired weakness : ICU-AW) が認知されており、身体機能予後に非常に影響すると考えられている。ICU-AW の病態としては重症疾患ミオパチー (critical illness myopathy : CIM) と重症疾患多発ニューロパチー (critical illness polyneuropathy : CIP) の 2 つが考えられているが、確立された治療方法は未だない。危険因子として、①多臓器不全、②筋弛緩剤の投与、③高血糖、④ステロイド

の使用などが挙げられており、リスクを減らす予防の重要性が指摘されている²⁾。そして、早期リハビリテーションが ICU-AW 予防に繋がる可能性についても指摘されている³⁾。

また一方で、人工呼吸器装着患者に対して鎮静薬を 1 日 1 回中断し早期リハビリテーションを施行することが、退院時の ADL の自立やせん妄期間・人工呼吸器期間の短縮に繋がったという報告がある⁴⁾。以前は鎮静薬を用いて患者を不動化することで安静を得て治療を行っていたのが、近年は必要最低限の鎮静薬を用いて積極的に意識を保ち、リハビリテーションを取り入れる管理が主流になってきている。せん妄は退院後の予後も悪化させるといわれており、重症患者治療における早期リハビリテーション介入は非常に重要である。

II. ECMO とリハビリテーション (図 1)

呼吸不全患者に対するリハビリテーションは、介入するタイミングや度合いを見極めることが非常に重要である。過度な身体的負荷により酸素供給に対して酸素需要が上回ると、呼吸苦により補助呼吸筋を使用した努力呼吸を呈し、人工呼吸器との不同調や呼吸筋疲労を生じることがある。特に急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) 患者では、肺の炎症が非常に強く呼吸努力が強いため、急性期には適切な鎮静・鎮痛管理が必要である。

また最近の報告では、過度な自発呼吸努力により肺障害が起こる可能性も指摘されている⁵⁾。そのため ARDS 患者において体外式膜型人工肺 (extracorporeal mem-

1) 日本医科大学付属病院 外科系集中治療科

2) 同 看護部

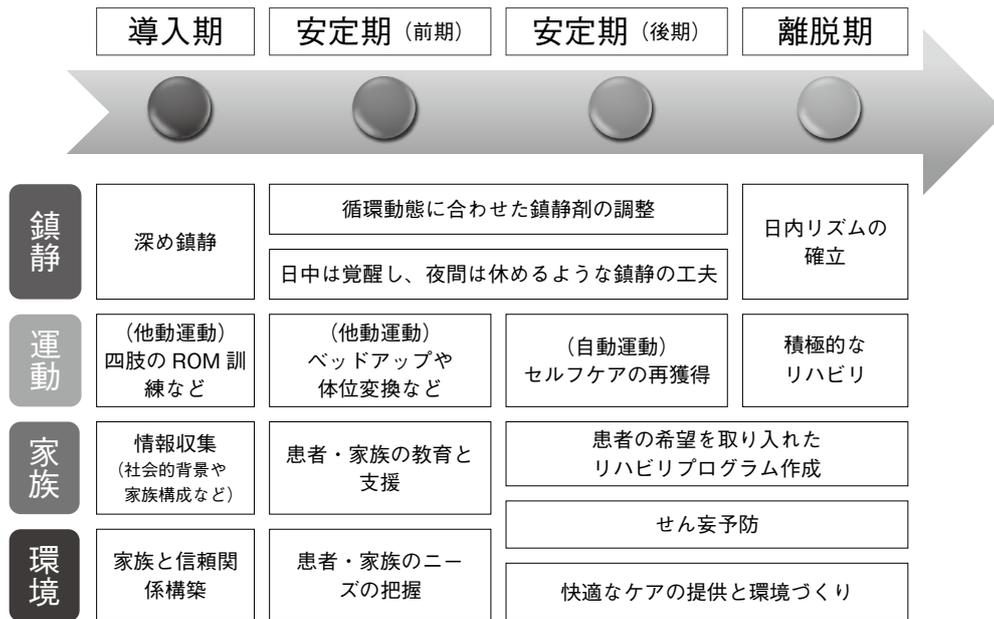


図1 ECMO 装着中患者のリハビリの流れ

- 導入期とは筋弛緩など使用し、RASS -3 と深い鎮静を要する時期。
- 安定期 (前期) とは、RASS-3 ~ -2 に向け鎮痛、鎮静剤を調整するが循環動態の変調があり ECMO フローが不安定な時期
- 安定期 (後期) とは、RASS-2 ~ 0 で循環動態および ECMO 流量が安定している時期
- 離脱期とは、ECMO 離脱トライアルが検討される期間

brane oxygenation : ECMO) を導入した場合、急性期の炎症が強い時期は肺を休ませる「lung rest」が基本となる。適切な酸素需要供給バランスを保ち、適切な鎮痛・鎮静管理のもと努力呼吸を減少させ、呼吸筋疲労と肺障害を最小限にすることが重要である。

ECMO 治療導入直後は、代謝を抑え、酸素需給バランスを安定化させるために深い鎮静が必要になるが、その後、急性期の炎症が治まり、酸素受給バランスが安定し肺の回復が始まったと判断されれば、鎮静薬を調整して覚醒に近い形で管理する。ECMO 治療中の鎮静については 2000 年に、ARDS に対する ECMO 治療中の患者において、少ない鎮静で自発呼吸による管理をしたことで生存率が改善したと報告されている⁶⁾。覚醒に近い形で管理を行うため、この時期に積極的なリハビリテーションの介入が可能である。

ECMO 治療中のリハビリテーションは ECMO 離脱期間の短縮や離脱率の改善を期待できるが、今のところエビデンスは確立されていない。また、ECMO 治療中リハビリテーションのデメリットとして酸素需要の増大とカニューラ関連合併症には特に注意が必要となる。

ECMO 治療中のリハビリテーションについてはいく

つか報告があるが、ECMO 治療を行った 100 例の検討では、35 例で積極的なリハビリが施行可能であり、そのうち 18 例 (51%) は歩行リハビリまで施行したとの報告がある⁷⁾。近年欧米では頸静脈からのダブルルーメンのカニューラが使用されるようになり、より患者の ADL 拡大がしやすく歩行訓練が可能となっている。今後、本邦での使用拡大にも期待したい。大腿動静脈からのカニューラ挿入ではカニューラ関連の合併症(出血、回路の閉塞等)が懸念されるが、大腿静脈挿入患者の歩行訓練は絶対禁忌ではなく、先の報告でも 18 例中 2 例は大腿挿入の患者であった。

Ⅲ. 自施設での取り組み

当院で ECMO 治療を行った 2 名の患者から治療中の経験をお聴きする機会があった。患者らは 2 名とも ECMO 治療中覚醒下で管理し、積極的なリハビリを行った。退院後半年から 1 年経過した時点でも、両名とも大きな後遺症もなく社会復帰を果たしている。

【症例 1】抗好中球細胞質抗体 (anti-neutrophil cytoplasmic antibody : ANCA) 関連肺障害で呼吸不全となり、ECMO 治療に至った 55 歳男性。

ECMO 管理：13 日間

[アクセス] 脱血：右大腿静脈（下大静脈脱血）→左大腿静脈（右房脱血）

送血：右内頸静脈（上大静脈送血）

[カニューレ] 脱血管 20Fr→25Fr 送血管 16Fr

[呼吸管理] 人工呼吸器（PC モード）、気管切開、ステロイドパルス療法

ECMO 治療 2 日目から鎮静薬の調整で、家族とのコミュニケーションもとることができ、5 日目からはヘッドアップ 30 度ほどで TV 鑑賞をすることができた。

大腿静脈のカニューレの合併症を懸念して、可動域訓練をはじめとするベッドアップ上のリハビリが中心であった。CT 所見上、背側無気肺を主体とした肺障害が認められたため、完全側臥位による体位ドレナージを実施し、14 日目には ECMO 離脱した。その後はスムーズに端座位、車椅子、歩行器を用いた歩行が可能となり、29 病日目に転院となった。

この症例はベッド上のリハビリに留まったが、日中にリラックスして過ごす時間を多く作ることができた。家族とのコミュニケーションも良好であり、治療意欲・病状への理解も良好だった。適切な鎮静レベルを保ちながら苦痛の除去がなされていたので、治療に意欲的に取り組むことができたと考えられる。

【症例 2】レジオネラ肺炎にて呼吸不全となり、ECMO 治療に至った 63 歳男性

ECMO 管理：6 日間

[アクセス] 脱血：右大腿静脈（右房脱血）

送血：左大腿静脈（下大静脈送血）

[カニューレ] 脱血管 24Fr 送血管 20Fr

[呼吸管理] 人工呼吸器、気管切開

ECMO 治療 3 日目からは腹臥位療法を実施した。腹臥位療法時には、鎮静薬に加えて筋弛緩薬も使用し 1 日 6 時間実施した。しかし、その翌日にはカニューレ刺入部からの出血合併症をきたし、積極的な体位変換などは不可能であった。

しかし、鎮静コントロールにより面会時には家族と過ごす時間を設け、家族間のコミュニケーションの介入

を積極的に行った。その後、6 日目に ECMO 離脱し、離脱後から積極的リハビリを開始した。この症例も安静を余儀なくされた症例ではあったが、患者と家族とのコミュニケーション確立の困難さとのその重要性を再認識した症例であった。

IV. リハビリ施行時の実際

1. 積極的な体位交換

ECMO 治療中の患者は体外循環という大きな機械が必要ではあるが、回路の長さゆとりがあるため患者の体位交換や移動は可能である。

体位変換時、マンパワーは少なくとも 4～5 人のスタッフが必要になる。すなわち、患者の気管チューブの保持に 1 名、送血・脱血カニューレの保持に 1 名、患者の体位変換するスタッフに 2 名、バイタルサインなど全体に目を配るスタッフ 1 名である。

安静に施行できるよう、医師・看護師・呼吸療法士などの多職種のスタッフが協力し、カニューレの事故除去や出血合併症をきたさないよう注意が必要である。

2. 腹臥位・端座位・立位

日本で使用できるカニューレはいくつかあるが、硬い素材のカニューレでは血管損傷やカニューレの折れ曲がりによる合併症が危惧される。実際に端座位や立位は難しいことが多いが、Tilt up などの立位に近い形のトライアルは日本でも行われている。

当院でも経験したことがだが、原疾患のコントロールがなされて肺が回復してきた際に、無気肺や下側・背側の肺障害が問題となることが多い。また、ARDS に対する腹臥位の有用性も報告されており⁸⁾、臨床現場で腹臥位療法が検討されることは多い。ECMO 中の腹臥位の適応は、医療チームで十分に検討し、必要性がある場合に限られる。

事故除去がないように、カニューレの位置、気管チューブの位置に十分に注意して施行する。腹臥位療法の効果判定として、酸素化や臨床症状の改善が一番の指標ではあるが、ECMO の回路は長く移動も可能なので、CT など画像評価も行いながら戦略を練ることができる。

体位変換など理学療法を施行する際に留意する点を表 1 にまとめる。

表1 ECMO挿入中患者の体位変換（腹臥位を含む）の注意点

- ECMOの脱血・送血カニューレの挿入部の出血の有無
- ECMO回路の屈曲やねじれがないようにする
- 気管チューブの位置
- 喀痰吸引がすぐに行えるような準備
- 点滴ライン、尿道カテーテルやドレーン類の安全
- 顔面や眼球の保護、褥瘡が発生しやすい部位の除圧
- 患者の循環動態の変動の有無
- 患者の苦痛の除去と鎮静レベルの査定

3. 環境調整

ECMO治療中の患者は非常にストレスが多い。さまざまな機械に囲まれ、モニター音の鳴り響く特殊な環境下におかれ、安静を強いられる。

ストレス下の患者の意欲を最大限に引き出せるよう、入院前の生活スタイルを把握し、日常生活をどのように取り入れていけるかを模索することは大切である。病状の安定している時期は、患者の社会的背景や趣味を考慮し、手足を動かす運動ができる環境を作ることによって患者の自発性を促せる。患者自身がよくなることを信じ、治療に向き合えるように常に医療スタッフから現状説明をしていくことは必須である。そして、患者とコミュニケーションをとり、患者自身がいかに前向きに取り組めるか。その観点から、また精神的なサポートとしても、家族の存在は大きい。そのため患者家族もまた十分な説明を受け、共に治療に協力できるように配慮することが重要である。機械に囲まれた患者に近づくことに恐怖感を覚え、不安が募るのは仕方のないことではあるが、一つ一つ丁寧に説明し、不安を軽減させ、家族と患者が近づけるようにしていくことも重要である。

ま と め

ECMO装着患者のリハビリの目標は社会復帰である。

ECMO中のリハビリテーションの方法は、欧米と比較すると日本ではまだ各施設での模索段階にあるが、目指すゴールは同じで、すなわち肺機能の低下や吸気流速（PF）及び呼吸回数（RF）の低下を最小限に留め、ADLを高めていくことである。

ECMO中のリハビリの成功には、適切な鎮痛と鎮静を行い、患者と家族の協力を得ながら患者の自律を支援していくことが必須ではないだろうか。そのためには、医師・看護師・臨床工学技士をはじめ、理学療法士・栄養士・薬剤師など全ての分野にまたがるスタッフが協力することが重要である。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) Iwashyna TJ, Ely EW, Smith DM, et al : Long-term cognitive impairment and functional disability among survivors of sepsis. *JAMA*. 2010 ; 304 : 1787-94.
- 2) Kress JP, Hall JB : ICU-acquired weakness and recovery from critical illness. *N Engl J Med*. 2014 ; 370 : 1626-35.
- 3) Needham DM : Mobilizing patients in the intensive care unit : improving neuromuscular weakness and physical function. *JAMA*. 2008 ; 300 : 1685-90.
- 4) Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, et al : Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients : a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 ; 373 : 1874.
- 5) Amato MB, Maeda MO, Slutsky AS, et al : Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015 ; 372 : 747-55.
- 6) Lindén V, Palmér K, Reinhard J : High survival in adult patients with acute respiratory distress syndrome treated by extracorporeal membrane oxygenation, minimal sedation, and pressure supported ventilation. *Intensive Care Med*. 2000 ; 26 : 1630-7.
- 7) Abrams D, Javidfar J, Farrand E, et al : Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation : a retrospective cohort study. *Crit Care*. 2014 ; 18 : R38.
- 8) Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al : Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013 ; 368 : 2159-68.