

Title : Early Neuromuscular Electrical Stimulation in Addition to Early Mobilization Improves Functional Status and Decreases Hospitalization Days of Critically Ill Patients

著者 : Campos DR, Bueno TB, Anjos JSGG, Zoppi D, Dantas BG, Gosselink R, Guirro RRJ, Borges MC

雑誌 : Crit Care Med. 2022 Jul 1;50(7):1116-1126.

PMID: 35412472

重症患者に対する早期離床と早期神経筋電気刺激の併用は、身体機能を改善し、入院日数を短縮させる

訳者 : 苑田会ニューロリハビリテーション病院 中村 恒太

1. はじめに

ICUに入室した重症患者（以下、ICU入室患者）の筋力低下は問題であり、人工呼吸器の使用期間・ICU入室期間・入院期間を延長させる可能性がある¹⁾。筋力低下による諸問題の発生を防ぐために、早期モビライゼーション（Early Mobilization ; EM）が行われる。EMは、入院初期から開始され、自発的な筋収縮を必要としない運動から抵抗運動へ展開される。ICU入室患者は、自発的に筋収縮をさせることができないことが多い。神経筋電気刺激（Neuromuscular Electrical Stimulation ; NMES）は、自発的な筋収縮を必要としないため、ICUに入室した重症患者にも適用可能である。ICU入室患者に対するNMESの効果は未だ一定した見解は得られていない^{2,3)}。そこで、本研究の目的は、ICU入室患者に対するEM単独の効果とEMとNMESを併用した効果を比較することとした。

2. 方法

対象は、2018年7月から2019年12月までに、ICU入室患者のうち継続的に人工呼吸器を使用した139名とした。包含基準は、年齢が18歳以上、ICUに入室してから48時間未満の者、人工呼吸器を使用しICU滞在期間が48時間を超えることが予測される者とした。除外基準は、ICU入院前から自立歩行が不可能な者、神経・筋疾患や脊髄損傷の既往がある者、24時間以内に死亡の危険性がある、脳死の疑い又は確認された場合、筋骨格系および皮膚に異常があり電気刺激が困難な場合とした。対象は、年齢（18～29歳、30～59歳、60歳以上）による層別ランダム化により、EMのみ実施する群（EM群）とNMESを併用実施する群（EM+NMES群）に割り付けた。盲検化は、対象者にのみ群の割り付けを知らせなかった。

両群には、ICU入院後2日目から毎日20分から60分、6段階から成るEMプロトコルを実施した。EMプロトコルの詳細として、患者が意識障害を有し、動作の協力が得られない第1・2段階は、他動的ストレッチ

ち、2時間毎の体位変換、ベッド上座位練習などを中心に実施し、患者から動作の協力が得られる第3～6段階では、ストレッチ、有酸素運動、上下肢・体幹の抵抗運動などが中心に実施された。

NMESはICU入院後5日/週、1回/日、60分/回の頻度で実施した。対象者を背臥位にし、大腿四頭筋と前脛骨筋に対して実施した。NMESの刺激設定は、二相性で対称的な矩形パルス（80 Hz、400 μ s、5秒ON、10秒OFF、立ち上がり時間1秒）とし、筋収縮が確認できる強度に設定した。

メインアウトカムは、身体機能評価としてFunctional Status Score for the ICU（FSS-ICU）とし、覚醒初日、ICU退室時、退院時に測定した。FSS-ICUは、0点から35点で採点され、点数が高いほど、機能状態が良好なことを示す。副次アウトカムは、ICU入室の重症患者に対する四肢筋力を評価するMedical Research Council Sum-Score（MRC-SS）とICU入室の重症患者に対する身体機能を評価するPhysical Function Test in the ICU（PFIT）とし、覚醒初日、ICU退室時、退院時に測定した。その他、ICU入室後の筋力低下の発生率、各基本動作獲得までの日数（ベッド上座位、椅子座位、立ち上がり、歩行）、ICU入室期間、入院期間、人工呼吸器の使用期間、バーセルインデックス、QOL、せん妄の頻度、プロトコル実施中に発生した有害事象も評価した。

サンプルサイズは、機能状態の差を明らかにするため、FSS-ICUの最小変化量を7点、標準偏差8点、有意水準5%、検出力80%（ $\beta=20\%$ ）、と仮定して、21名が必要と算出された。

統計解析は、カテゴリー変数に対してはフィッシャーの正確確率検定、正規分布に従う連続変数に対してはスチューデントのt検定、非正規分布に対してはマン・ホイットニーのU検定を用いた。各基本動作獲得までの日数を評価するために Kaplan-Meier 曲線を使用した。有意水準は、5%とした。

3. 結果

【基本属性】

各群の基本属性は、EM群69名（年齢:50 \pm 18歳、男性:58%）、EM+NMES群70名（年齢:50 \pm 18歳、男性:71%）であった。基本属性に有意な群間差は認められなかった。

【主要アウトカム】

FSS-ICUは、EM群よりもEM+NMES群の方が有意に高値を示した（覚醒初日；EM+NMES群22対EM群12、 $p=0.019$ 、ICU退室時；EM+NMES群28対EM群18、 $p=0.004$ 、退院時；EM+NMES群33対EM群25、 $p=0.014$ ）

【副次アウトカム】

MRC-SSとPFITは、EM群よりもEM+NMES群の方が有意に高値を示した。また、ICU入室後の筋力低下の発生率は、EM群よりもEM+NMES群の方が有意に低値を示した。ICU滞在中の立ち上がり動作獲得までの日数と入院期間は、EM群よりもEM+NMES群の方が短かった。その他の評価項目に有意な群間差は認められなかった。有害事象は両群ともに認められなかった。

4. 考察

これまでの報告では、重症患者に対する NMES の効果について一貫した結果が得られていない。この違いには、NMES の開始時期などが関連している可能性がある。本研究では遅くとも入院 2 日目に NMES を開始していたが、NMES が奏功しなかった報告では入院 2 日目以降に開始しており、本研究と比べて開始時期が遅かった。したがって、NMES を早期から導入する戦略は患者の機能改善にとって重要な要素だと考えられる。

5. 私見

本研究は ICU 入室後の筋力低下を予防するために EM と早期からの NMES を併用した治療効果を明らかにしたランダム化比較試験である。研究の結果、身体機能、筋力、入院期間等に良好な結果を有害事象なく得られるということが明らかになった。

今後は、原因疾患により NMES による筋収縮の反応が異なることから疾患別に最適な NMES のプロトコルが確立される事が望まれる。それにより、さらに質の高いリハビリテーションの提供が可能になるであろう。また、本研究の対象筋は下肢であったが、ADL においては上肢の機能改善も重要である為、上肢に対する NMES の治療効果も明らかにされていくことが期待される。

6. 引用文献

- 1) De Jonghe B,Sharshar T,Lefaucheur JP,et al.Groupee de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation:Paresis acquired in the intensive care unit:A prospective multicenter study.JAMA.2002;288:2859-2867.
- 2) Liu M,Luo J,Zhou J,et al.Intervention effect of neuromuscular electrical stimulation on ICU acquired weakness:A meta-analysis.Int J Nurs Sci.2020;7:228-237.
- 3) Wollersheim T,Grunow JJ,Carbon NM,et al.Muscle wasting and function after muscle activation and early protocol-based physiotherapy:An explorative trial.J Cachexia Sarcopenia Muscle.2019;10:734-747.