



*Estimulación eléctrica y actividad física para la recuperación muscular del paciente crítico con debilidad adquirida*

*Electrical stimulation and physical activity for muscle recovery in critically ill patients with acquired weakness*

*Estimulação elétrica e atividade física para recuperação muscular em doentes críticos com fraqueza adquirida*

Narcisa Isolina Castillo Yanez <sup>I</sup>

[narcisa.castillo@unach.edu.ec](mailto:narcisa.castillo@unach.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9038-0849>

Johannes Alejandro Hernández Amaguaya <sup>II</sup>

[johannes.hernandez@unach.edu.ec](mailto:johannes.hernandez@unach.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7016-8499>

**Correspondencia:** [narcisa.castillo@unach.edu.ec](mailto:narcisa.castillo@unach.edu.ec)

Ciencias de la Salud  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 13 de enero de 2025 \* **Aceptado:** 23 de febrero de 2025 \* **Publicado:** 29 de marzo de 2025

- I. Licenciada en Ciencias de la Salud en Terapia Física y Deportiva, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Master Universitario en Fisioterapia del Sistema Musculoesquelético, Especialidad en Terapia Manual Ortopédica, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

La debilidad adquirida en pacientes que ingresan a la unidad de cuidados intensivos es una complicación frecuente causada por la inmovilización prolongada durante la hospitalización, lo que impacta negativamente en su posterior recuperación y calidad de vida, esta investigación explora la evidencia disponible sobre la efectividad de la estimulación eléctrica y la actividad física en la recuperación muscular de pacientes críticos con debilidad adquirida, para lo que se realizó una búsqueda minuciosa de cuatro bases de datos científicas donde fueron seleccionados 7 artículos científicos que abarcan las variables investigadas, los resultados muestran que la aplicación del tratamiento combinado reduce significativamente la pérdida de volumen muscular y contribuye al fortalecimiento de las extremidades, favoreciendo una recuperación más rápida y una mayor autonomía en la realización de actividades cotidianas después del alta hospitalaria lo que destaca la importancia de un enfoque integral en rehabilitación.

**Palabras clave:** Fisioterapia; movilización temprana; paciente crítico; estimulación eléctrica.

## Abstract

Acquired weakness in patients admitted to the intensive care unit is a common complication caused by prolonged immobilization during hospitalization, which negatively impacts their subsequent recovery and quality of life. This study explores the available evidence on the effectiveness of electrical stimulation and physical activity in muscle recovery in critically ill patients with acquired weakness. A thorough search of four scientific databases was conducted, selecting seven scientific articles covering the investigated variables. The results show that the application of combined treatment significantly reduces muscle volume loss and contributes to limb strengthening, promoting faster recovery and greater autonomy in performing daily activities after hospital discharge, highlighting the importance of a comprehensive approach to rehabilitation.

**Keywords:** Physiotherapy; early mobilization; critically ill patient; electrical stimulation.

## Resumo

A fraqueza adquirida em doentes internados em unidade de cuidados intensivos é uma complicação frequente provocada pela imobilização prolongada durante o internamento, o que impacta negativamente a sua recuperação posterior e qualidade de vida, esta investigação explora as evidências disponíveis sobre a eficácia da estimulação elétrica e da atividade física na recuperação

muscular de doentes críticos com fraqueza adquirida, para a qual foi realizada uma pesquisa exaustiva em quatro bases de dados científicas onde foram selecionados 7 artigos científicos que abrangem as variáveis investigadas, os resultados mostram que a aplicação do tratamento combinado reduz significativamente a perda de volume muscular e contribui para o fortalecimento das extremidades, favorecendo uma recuperação mais rápida e uma maior autonomia na realização das atividades diárias após a alta hospitalar, o que realça a importância de uma abordagem integral da reabilitação.

**Palavras-chave:** Fisioterapia; mobilização precoce; doente crítico; estimulação elétrica.

## Introducción

La debilidad adquirida es una complicación frecuente en los pacientes críticos que cursan por períodos de inmovilización y además reciben ventilación mecánica. Es un síndrome de debilidad muscular simétrica y bilateral, que se caracteriza por la reducción de la masa, fuerza muscular y pérdida de la funcionalidad (Martínez Cruz et al., 2022). Se ha reportado que por cada día el paciente encamado llega a presentar una pérdida de hasta el 2 % de su masa muscular y durante la primera semana hay una pérdida de alrededor de un 12,5 % (López-Yarce et al., 2023), se calcula que su prevalencia varía entre el 26 y el 65 % en pacientes que han recibido ventilación mecánica invasiva por un período mayor a cuatro días (Fan et al., 2014). La falta de intervención temprana en pacientes críticos puede prolongar la estadía en los hospitales, retrasar su recuperación y afectar negativamente su calidad de vida a largo plazo debido a la atrofia muscular.

En los últimos años, se han explorado algunas formas para contrarrestar la pérdida de masa muscular, entre las cuales, destacan la estimulación eléctrica (EE), que promueve el flujo sanguíneo local y facilita la activación de fibras musculares inactivas, incluso en pacientes encamados que son incapaces de realizar movimientos voluntarios (López-Yarce et al., 2023) (Patsaki et al., 2017a). Por otro lado, el movimiento corporal activo o pasivo, puede aumentar los beneficios de la EE y prevenir complicaciones relacionadas a la inmovilización prolongada, como contracturas articulares, disminución considerable de grados movimiento y desacondicionamiento cardiovascular (Gutiérrez-Arias & Jalil Contreras, 2022) (Gruther et al., 2017a) (Anekwe et al., 2020). Es decir, una actividad física regulada para el entorno hospitalario, utilizando modalidades de kinesioterapia y combinándola con EE, muestra resultados prometedores para acelerar la

recuperación muscular, reducir el tiempo de dependencia de la ventilación mecánica, tiempo de hospitalización y promover la recuperación funcional luego del alta.

Con base a revisiones sistemáticas previas, se ha demostrado que la EE ayuda a mitigar la debilidad muscular adquirida por la inactividad de pacientes en la unidad de cuidados intensivos (UCI), preservando la fuerza muscular, mejorando la circulación sanguínea y reduciendo marcadores de inflamación y estrés oxidativo logrando una mejor recuperación (Balke et al., 2022) (Kourek et al., 2024) (Zayed et al., 2020). Sin embargo, los efectos sobre la mortalidad y la duración de la estancia hospitalaria no fueron concluyentes. Por lo que la EE puede ser una herramienta complementaria en la rehabilitación de pacientes críticos, combinada con la actividad física para lograr tener mejores resultados.

El objetivo de este artículo es explorar la evidencia disponible sobre la efectividad de la estimulación eléctrica y la actividad física en la recuperación muscular de pacientes críticos con debilidad adquirida. Se abordarán los beneficios clínicos y las implicaciones prácticas de estas intervenciones, subrayando su papel en el manejo integral de esta población vulnerable.

## Metodología

La investigación es una revisión sistemática, realizada bajo la guía de la Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

## Búsqueda

La búsqueda se realizó en las bases de datos: Medline (Pubmed), Scopus, Proquest y Web of Science con la combinación de las palabras clave: “Neuromuscular Electrical Stimulation”, “early mobilization” "critical patient", unidos mediante términos booleanos: AND y OR, derivando en distintas ecuaciones de búsqueda (Tabla 1)

*Tabla 1. Estrategia de búsqueda por bases de datos*

| Base de datos | Ecuaciones de búsqueda   | Resultados |
|---------------|--|------------|
| Medline       | <i>(Neuromuscular Electrical Stimulation OR physiotherapy) AND early mobilization AND (critical patient OR UCI)</i>                              | 4          |
| Medline       | <i>Physiotherapy OR Neuromuscular Electrical Stimulation AND early mobilization And (critical patient OR critical illness OR intensive care)</i> | 9          |
| Scopus        |  | 18         |
| Proquest      |  | 21         |

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| Web of Science    | <i>Neuromuscular Electrical Stimulation<br/>AND early mobilization</i> | 75         |
| Medline           |  | 30         |
| <b>Resultados</b> |  | <b>157</b> |

## Selección de estudios

### Criterios de inclusión y exclusión

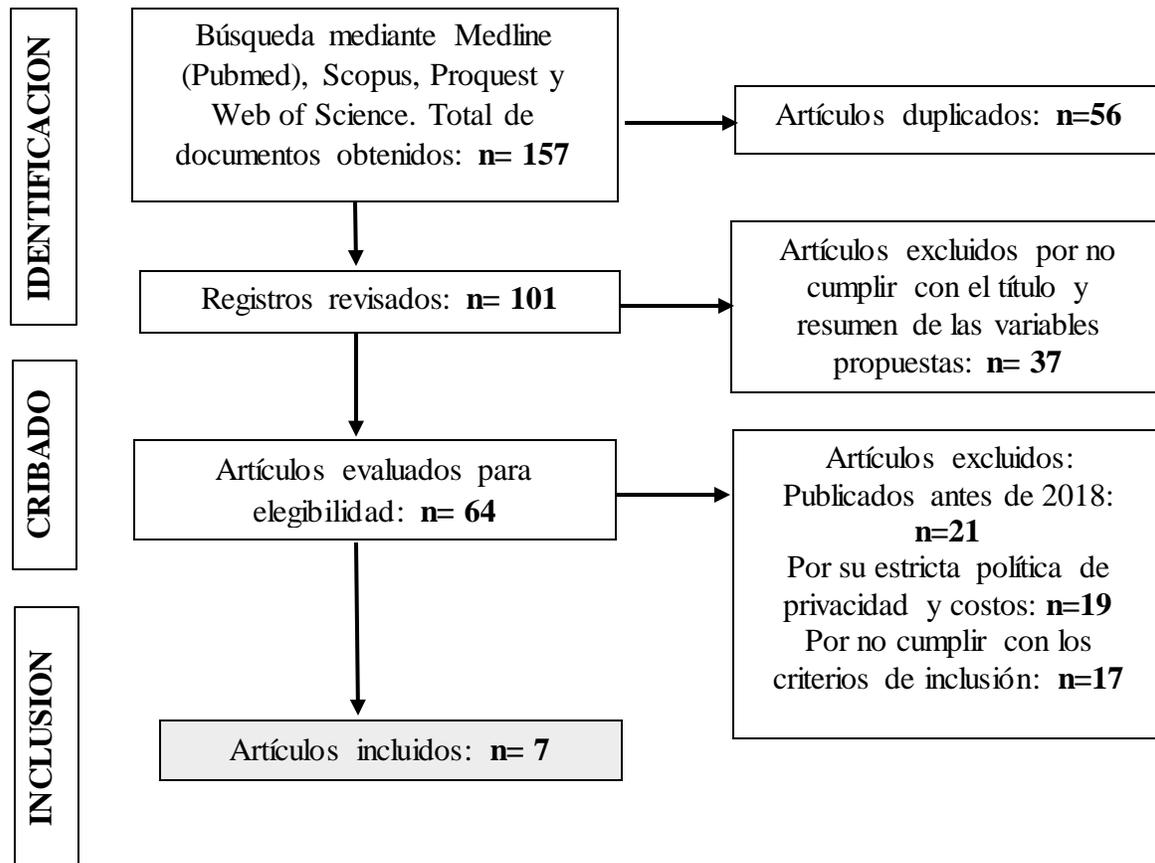
Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados que combinaron protocolos de estimulación eléctrica y actividad física para la recuperación muscular en pacientes críticos con diagnóstico de debilidad muscular adquirida en UCI. Los estudios seleccionados fueron publicados entre 2017 y 2024, en inglés o español. Para asegurar la homogeneidad de la población, se incluyeron pacientes que permanecieron con ventilación mecánica invasiva durante un período mínimo de 24 horas en adelante, dado que este tiempo se asocia con mayor riesgo de debilidad muscular crítica. Además, se exigió que los artículos reportaran parámetros específicos de la intervención, tales como la intensidad, frecuencia y duración de las sesiones de estimulación eléctrica, así como la descripción detallada de los ejercicios físicos realizados, mediciones de masa y fuerza muscular. Para garantizar la calidad metodológica, solo se incluyeron investigaciones con una puntuación mínima de 7 en la escala PEDro.

Se excluyeron publicaciones relacionadas sobre estudios de caso y estudios piloto. Además, los estudios que incluyeron pacientes con patologías neuromusculares preexistentes o comorbilidades que impactan significativamente la musculatura fueron descartados debido al riesgo de sesgo. Por último, no se consideraron investigaciones con población pediátrica o geriátrica (mayores de 80 años) por las diferencias fisiológicas en la respuesta al tratamiento, ni estudios que evaluaron únicamente marcadores bioquímicos o inflamatorios sin incluir resultados relevantes como fuerza, funcionalidad o independencia.

### Selección de datos y cribaje

La búsqueda inicial determinó un total de 157 estudios de las 4 bases de datos. Fueron elegibles para el proceso de cribado 64 artículos científicos, de los cuales fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión y otras determinantes como estrictas políticas de privacidad y costo. Finalmente se incluyeron 7 estudios (fig. 1).

Fig. 1. Diagrama de flujo PRISMA. Proceso de selección de artículos



### Evaluación de la calidad metodológica.

Para la puntuación final de los artículos se tomó en cuenta los parámetros 2 al 11 de validez interna de la escala PEDro, con una puntuación máxima de 10. (Tabla 2)

Tabla 2. Evaluación de artículos de acuerdo con la escala metodológica PEDro.

| Estudio.                   | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | TOTAL |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|
| (Fossat et al., 2018)      | Si | No | Si | No | No | Si | Si | Si | Si  | Si  | 8/10  |
| (Koutsioumpa et al., 2018) | Si | Si | Si | No | No | Si | Si | No | Si  | Si  | 7/10  |
| (Gruther et al., 2017)     | Si | No | Si | No | No | Si | Si | Si | Si  | Si  | 7/10  |
| (Nakamura et al., 2019)    | Si | No | Si | No | No | Si | Si | Si | Si  | Si  | 7/10  |
| (Patsaki et al., 2017)     | Si | Si | Si | No | Si | Si | Si | Si | Si  | Si  | 9/10  |

|                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| (Nakanishi et al., 2020) | Si | No | Si | No | No | Si | Si | Si | Si | Si | 8/10 |
| (Verceles et al., 2023)  | Si | No | Si | No | No | Si | Si | Si | Si | Si | 7/10 |

## Resultados y Discusión

*Tabla 3. Resumen de los artículos elegibles*

| ESTUDIO                | CAUSA DE ADMISIÓN A UCI  | PARTICIPANTES   | VARIABLE   | RESULTADOS DE LOS DATOS MEDIDOS                 |  |
|------------------------|--|---|--|---|--|
|                        |  |   |  | GC  | GE   |
| (Fossat et al., 2018)  | Pacientes críticamente enfermos: insuficiencia respiratoria, sepsis, insuficiencia renal, insuficiencia hepática | N = 314<br>GC: 155<br>GE: 159<br>Edad<br>GC: 66 (15)<br>GE: 65 (13)<br>VM $\geq$ 24 h<br>Participantes que terminaron el tratamiento: 83% | 1. Fuerza muscular: MRC<br>2. Independencia en las Actividades de la Vida Diaria: Índice de Katz<br>3. Capacidad de realizar ABVD: índice de Barthel | 1: 51 puntos<br>2: 3.5 puntos<br>3: 54 puntos   | 1: 48 puntos<br>2: 3.3 puntos<br>3: 58 puntos    |
| (Gruther et al., 2017) | Pacientes críticamente enfermos  | N = 53<br>GC: 27<br>GE: 19<br>Edad<br>GC: 59<br>GE: 64<br>VM <72 h<br>Participantes que terminaron el tratamiento: 86%                    | 1. Índice de Barthel<br>2. EVA<br>3. Prueba de marcha de 3 minutos<br>4. MRC   | 1: 30 puntos<br>2: 3 cm<br>3: 0<br>4: 44 puntos | 1: 5 puntos<br>2: 1,5 cm<br>3: 0<br>4: 54 puntos |

|                           |  |  |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|--|--|
| (Koutsoumpa et al., 2018) | Pacientes críticamente enfermos: hipertensión, EPOC, diabetes mellitus                                     | <b>N = 80</b><br><b>GC: 42</b><br><b>GE: 38</b><br><b>Edad</b><br><b>GC: 66 (13.1)</b><br><b>GE: 64 (12.4)</b><br><b>VM <math>\geq</math>96 h</b><br><b>Participantes que terminaron el tratamiento: 85%</b>   | 1. Índice de masa corporal<br>2. Predicción de mortalidad: Apache II<br>3. Evaluación muscular<br>4. Movilidad articular: Escala de Rankin | <b>1: 26,80 <math>\pm</math> 0,4</b><br><b>2: 19,54 <math>\pm</math> 1,40</b><br><b>3: 21,60 <math>\pm</math> 22,8</b><br><b>4: 3,8 <math>\pm</math> 2,1</b> | <b>1: 29,25 <math>\pm</math> 1,3</b><br><b>2: 18,64 <math>\pm</math> 1,07</b><br><b>3: 16,45 <math>\pm</math> 18,6</b><br><b>4: 3,2 <math>\pm</math> 1,8</b> |
| (Nakamura et al., 2019)   | Pacientes críticamente enfermos: septicemia, insuficiencia cardiaca, trauma.                               | <b>N = 94</b><br><b>GC: 47</b><br><b>GE: 47</b><br><b>Edad</b><br><b>GC: 74,6 (13,1)</b><br><b>GE: 76,6 (11,0)</b><br><b>VM <math>\geq</math>9 días</b><br><b>Participantes que terminaron el tratamiento: 39%</b>                                     | 1. Capacidad de realizar ABVD: índice de Barthel<br>2. Volumen muscular: medidas antropométricas   | <b>1: 29,0 <math>\pm</math> 18,8</b><br><b>2: 17,7 <math>\pm</math> 10,8</b>   | <b>1: 50,4 <math>\pm</math> 31,6</b><br><b>2: 10,4 <math>\pm</math> 10,1</b>   |
| (Nakanishi et al., 2020)  | Pacientes críticamente enfermos: insuficiencia cardiaca, insuficiencia respiratoria, post cirugía cardiaca | <b>N = 42</b><br>5 fallecieron<br><b>GC: 19</b><br><b>GE: 17</b><br><b>Edad</b><br><b>GC: 66 <math>\pm</math> 3</b><br><b>GE: 73 <math>\pm</math> 3</b><br><b>VM <math>\geq</math>48 h</b><br><b>Participantes que terminaron el tratamiento: 100%</b> | 1. Escala de movilidad en UCI al alta<br>2. Incidencia de debilidad adquirida en la UCI.<br>3. MRC   | <b>1: 2 puntos</b><br><b>2: 40 %</b><br><b>3: 52 puntos</b>  | <b>1: 3 puntos</b><br><b>2: 13 %</b><br><b>3: 55 puntos</b>  |
| (Patsaki et al., 2017)    | Pacientes críticamente enfermos  | <b>N = 128</b><br><b>GC: 65</b><br><b>GE: 63</b><br><b>Edad</b><br><b>GC: 53 <math>\pm</math> 16</b><br><b>GE: 53 <math>\pm</math> 15</b><br><b>VM <math>&gt;</math>72</b><br><b>Participantes que terminaron el tratamiento: 76%</b>                  | 1. Fuerza muscular evaluada con la puntuación MRC<br>2. Capacidad funcional evaluada con la FIM  | <b>1: 50 <math>\pm</math> 18 puntos</b><br><b>2: 99 <math>\pm</math> 24</b>  | <b>1: 48 <math>\pm</math> 21 puntos</b><br><b>2: 90 <math>\pm</math> 29</b>  |

|                         |                                  |  |  |   |   |
|-------------------------|----------------------------------|--|--|---|---|
| (Verceles et al., 2023) | Insuficiencia respiratoria aguda | <p><b>N</b> = 39<br/> <b>GC:</b> 23<br/> <b>GE:</b> 16<br/> <b>Edad</b> = 62 ± 9.3<br/> <b>VM</b> ≥24 h<br/> <b>Participantes que terminaron el tratamiento:</b> 48%</p> | <p>1. Capacidad de realizar ABVD: índice de Barthel<br/>                 2. Predicción de mortalidad: Apache II<br/>                 3. Riesgo nutricional: NUTRIC<br/>                 4. Volumen muscular: medidas antropométricas con cinta métrica del muslo y pierna<br/>                 5. Sección transversal muscular: ecografía de muslo y músculos de la pierna</p> | <p><b>1:</b> 93,0 ± 9,5<br/> <b>2:</b> 15,4 ± 7,4<br/> <b>3:</b> 3,6 ± 1,5<br/> <b>4:</b> muslo 1774.1 ± 56.1 parte inferior de la pierna<br/> <b>5:</b> muslo 85.7 ± 3.1 parte inferior de la pierna<br/>                 45.2 ± 1.7</p> | <p><b>1:</b> 93,4 ± 10,0<br/> <b>2:</b> 17,8 ± 5,5<br/> <b>3:</b> 3,9 ± 1,7<br/> <b>4:</b> muslo 2071.5 ± 53.5 parte inferior de la pierna<br/>                 27.9 ± 29.1<br/> <b>5:</b> muslo 98.4 ± 2.9 parte inferior de la pierna<br/>                 52.1 ± 1.6</p> |
|-------------------------|----------------------------------|--|--|---|---|

N: número de participantes, GC: grupo de control, GE: grupo experimental, VM: ventilación mecánica, ABDV: actividades básicas de la vida diaria, MRC: Medical Research Council, FIM: medida de independencia funcional, EVA: escala analógica visual para el dolor, NMES: estimulación eléctrica, EX: ejercicio, FTC: fisioterapia convencional, cm: centímetros

**Tabla 4.** Intervención y resultados de los artículos elegibles

| ESTUDIO               | INTERVENCION  | DOSIFICACIÓN   | RESULTADOS   |
|-----------------------|---|--|--|
| (Fossat et al., 2018) | <p><b>GC:</b> FTC</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios pasivos</li> <li>Ejercicios pasivo-activos</li> <li>Ejercicios activos, traslado al borde de la cama o a</li> </ol> | <p><b>GC:</b> No especifica el tiempo<br/> <b>GE:</b> los pacientes se sometieron a una sesión de 15 minutos de ejercicio + 50 min de NMES</p> | <p>La puntuación mediana del MRC al alta de la UCI no difirió entre los grupos 48 en el GE y 51 en el GC; no hubo cambios significativos entre los grupos.</p> |

|                           |  |   |  |
|---------------------------|--|---|--|
|                           | <p>una silla, de pie y caminando.</p> <p><b>GE:</b> Ejercicio de ciclismo de piernas (incluso en la cama) en un cicloergómetro (MOTOmed bed2, RECK-Technik) y, una sesión de estimulación eléctrica de 50 min de los músculos cuádriceps realizada mediante un estimulador eléctrico de 4 canales (Rehab 400, CefarCompex).</p>  |   |  |
| (Gruther et al., 2017)    | <p><b>GC:</b> ejercicios activos asistidos, ejercicios de movilidad en cama, participación en actividades de la vida diaria y caminar.</p> <p><b>GE:</b> técnicas de respiración coordinada, movilización, terapia de ejercicios y NMES. La terapia de ejercicios incluyó entrenamiento de resistencia (3 días a la semana, 1 a 3 series de 12 a 15 repeticiones, 8 a 10 ejercicios que involucraran los principales grupos musculares: muslos, pantorrillas, glúteos, tronco y cintura escapular) y ejercicio aeróbico. Para la NMES utilizaron dispositivos Compex-P que produjeron impulsos simétricos bifásicos con una frecuencia de 50 Hz y un ancho de pulso de 0,35 milisegundos (régimen de estímulo: 8 s encendido/24 s apagado)</p> | <p><b>GC:</b> La progresión de las actividades dependía de la tolerancia y la estabilidad del paciente.</p> <p><b>GE:</b> NMES, aplicada durante 2 horas, 5 días a la semana, hasta el alta del hospital de agudos.</p> | No se encontraron diferencias significativas entre los grupos.                 |
| (Koutsoumpa et al., 2018) | <p><b>GC: fisioterapia convencional (FTC)</b></p> <p>1. Ejercicios isotónicos, como contracciones musculares</p>   | Las sesiones para cada grupo tuvieron una duración de 60 min cada una, desde el 4º al 14º día en la UCI   | La puntuación de la evaluación muscular cambió significativamente en todas las |

|                          |   |   |   |
|--------------------------|---|---|---|
|                          | <p>estáticas suaves contra una resistencia creciente</p> <p>2. Contracción muscular repetitiva intensiva</p> <p>3. Estiramiento repetitivo de los músculos que se contrajeron para reducir la contracción.</p> <p><b>GE:</b></p> <p>1. NMES además de FTC, usaron 4 electrodos rectangulares (50×50 mm) simultáneamente en el músculo cuádriceps de cada extremidad inferior. Un estimulador eléctrico (EN-STIM 4, Enraf-Nonius) suministró impulsos bifásicos y simétricos de 50 Hz por cada fase de 500 mls de duración, a intensidades capaces de provocar contracciones musculares visibles</p> |   | <p>extremidades evaluadas entre el día 4 y el 14 de UCI en ambos grupos (pag&lt; .001)</p> <p>La escala de Rankin de 6 puntos para el GE y el GC fueron 3,2 (1,8) y 3,8 (2,1), respectivamente (pag=.09).</p> |
| (Nakamura et al., 2019)  | <p><b>GC:</b> FTC. Ejercicio de rango de movimiento, patear la pelota de estabilidad, ejercicio de pie y deambulación, según la condición del paciente.</p> <p><b>GE:</b> FTC más NMES tipo cinturón, los electrodos del cinturón se colocaron en 5 puntos: alrededor de la cintura del paciente, por encima de las rodillas y por encima de los tobillos, el abdomen y miembro superior, se administró NMES (frecuencia 20 Hz, ancho de pulso 250 µs)</p>  | <p><b>GC:</b> durante 20 minutos al día, en la cama o al lado de la cama.</p> <p><b>GE:</b> una vez al día, durante 20 min, con un ciclo de trabajo con estimulación durante 5 s y una pausa de 2s.</p> | <p>La tasa media de pérdida de volumen muscular fue (p = 0,0436). La puntuación del índice de Barthel al alta fue mejor en el grupo NMES, sin embargo, la diferencia no fue significativa (p = 0,163).</p>    |
| (Nakanishi et al., 2020) | <p><b>GC:</b> solo realizó un protocolo de movilización.</p> <p><b>GE:</b> La corriente de salida se ajustó para garantizar una contracción visible de los músculos. Las intensidades de</p>  | <p><b>GC:</b> 30min cada sesión, 5 días a la semana</p> <p><b>GE:</b> Recibieron sesiones diarias de NMES durante 30 minutos más 30min de fisioterapia convencional, 5 días a la semana</p>             | <p>Los cambios en el grosor de los músculos de las extremidades inferiores fueron de <math>-0,9 \pm 3,1</math> y <math>-14,7 \pm</math></p>   |

|                         |   |  |  |
|-------------------------|---|--|--|
|                         | NMES utilizadas fueron 30 miliamperios pico (mAp) (23-37 mAp) para el bíceps braquial y 41 mAp (33-50 mAp) para el recto femoral.   |  | 2,7 en el GE y el GC, respectivamente (pag=0,003) y los cambios en el área transversal fueron $-1,7 \pm 2,9$ y $-10,4 \pm 2,8$ en el GE y el GC, respectivamente (pag=0,04).   |
| (Patsaki et al., 2017)  | <p><b>GC:</b> La NMES simulada se implementó en el recto femoral y el peróneo largo de ambas extremidades inferiores, pero la intensidad se estableció en el valor mínimo de 1 a 5 mA, sin contracciones palpables</p> <p><b>GE:</b> NMES más FTC, el estimulador utilizado fue Rehab 4 Pro y entregó impulsos bifásicos y simétricos de 45 Hz, con una duración de pulso de 400 <math>\mu</math>s, 12 s encendido (tiempo de subida de 0,8 s y tiempo de caída de 0,8 s). 6 s de descanso, aplicado en el recto femoral y el peróneo largo de ambas extremidades inferiores.</p> | <p><b>GC:</b> La NMES simulada se aplicó 7 días a la semana durante 55 minutos</p> <p><b>GE:</b> La NMES se aplicó 7 días a la semana durante 55 minutos</p>   | La MRC, el estado funcional y la duración de la estancia hospitalaria no difirieron al momento del alta hospitalaria entre los grupos ( $p > 0,05$ ). La MRC una y dos semanas después del alta de la UCI tendió a ser mayor en el GE, mientras que fue significativamente mayor en el GE de pacientes con debilidad adquirida en la UCI a las dos semanas ( $p = 0,05$ ). |
| (Verceles et al., 2023) | <p><b>GC:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejercicios de fuerza</li> <li>2. Rango de movimiento</li> <li>3. Movilidad: sentarse en el borde de la cama, sentarse, ponerse de pie y deambular</li> </ol> <p><b>GE:</b></p> <p><b>Entrenamiento de fuerza y resistencia muscular:</b> se centró en recuperar la capacidad de sentarse, levantarse y deambular simultáneamente con una sesión NMES con una onda bifásica simétrica de 300 psec de duración de fase y frecuencia</p>   | <p><b>GC:</b> 1 sesión de 30 min 5 días a la semana</p> <p><b>GE:</b> 2 sesiones al día durante 30 min cada una, hasta 5 días a la semana. 1 sesión combinada entre fisioterapia estándar más NMES y la otra sesión solo NMES.</p> | No hubo diferencias en la duración de la estancia en la UCI. El volumen de los muslos y la parte inferior de las piernas no difirió entre los grupos al día 7. Sin embargo, el día 14, el grupo GC perdió más músculo al comparar el volumen del muslo y la parte inferior de la pierna en comparación con el GE ( $p = 0,03$ ; $p = 0,05$ ).                              |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | de pulso de 30 pulsos por segundo. Los tiempos de contracción y relajación se establecieron cada uno en 10 s y los 4 grupos musculares se estimularon simultáneamente |  |  |
|--|---|--|--|

psec: picrosegundo, s: segundo/s, min: minutos, FTC: fisioterapia convencional, Hz: hercios, mls: milisegundos, mAp: miliamperios

## Discusión

La debilidad adquirida en pacientes críticos es una complicación inevitable de los pacientes que pasan períodos largos de tiempo inmovilizados, lo que afecta su recuperación y calidad de vida. La investigación abarca algunos estudios con un total de 683 pacientes intervenidos de los cuales 546 terminaron sus intervenciones con éxito, donde se resalta la efectividad de la combinación de la NMES y actividad física en la recuperación de pacientes críticos con diferentes patologías que requieren VM.

Los estudios revisados muestran que las intervenciones que combinan NMES con FTC generan mejores resultados en comparación con la FTC sola. Como, Verceles et al. (2023) (Verceles et al., 2023) concluyo que aunque no hubo diferencias significativas en la duración de la estancia en la UCI entre los grupos, el grupo que recibió NMES mostró una menor pérdida de volumen muscular en comparación con el grupo control al día 14 de intervención ( $p = 0,03$ ;  $p = 0,05$  respectivamente), lo que sugiere que la NMES puede ser crucial para preservar la masa muscular durante períodos de inmovilización, (Koutsiumpa et al., 2018) Koutsiumpa et al. (2018) corrobora lo antes dicho al observar cambios significativos en la evaluación muscular entre el día 4 y el 14, destacando la efectividad del NMES en combinación con FTC para mejorar la fuerza muscular en las extremidades.

Nakanishi et al. (2020) (Nakanishi et al., 2020), indicaron cambios negativos en el grosor muscular, donde el GE mostró una disminución del  $-0.9 \pm 3.1$ , mientras que el GC tuvo una pérdida mucho mayor del  $-14.7 \pm 2.7$  ( $p = 0.003$ ), lo que demuestra cómo la NMES puede ser una herramienta vital para minimizar la atrofia muscular en pacientes críticos. Además, Nakamura et al. (2019) (Nakamura et al., 2019) encontraron que el GE presentó una tasa media de pérdida de volumen muscular del 10.4%, significativamente menor que el 17.7% del GC ( $p = 0.04$ ), resultados que

afirman que las intervenciones de FTC combinadas con NMES son efectivas para preservar masa muscular, por lo tanto la funcionalidad de los pacientes

Verceles et al., (2023) (Verceles et al., 2023) muestra el impacto a nivel de independencia funcional de los grupos tratados ya que debido a la intervención integral que combina el ejercicio, la suplementación proteica y la NMES, al igual que el estudio de Nakamura et al., (2019) (Nakamura et al., 2019) tuvo resultados significativos en cuanto a la prevención de la pérdida muscular. Por otro lado, la NMES contribuyó a una tasa de inhibición significativa de la pérdida de volumen muscular ( $p = 0,0436$ ). La puntuación del índice de Barthel al alta fue mejor en el grupo NMES, sin embargo, la diferencia no fue significativa ( $p = 0,163$ ). Además, Fossat et al., (2018) (Fossat et al., 2018), también afirma que la combinación de actividad física y NMES mejora la fuerza muscular, lo que beneficia a los pacientes en su recuperación funcional y la capacidad de realizar actividades diarias una vez que tienen el alta de la UCI acelerando incluso su proceso de recuperación.

Los pacientes admitidos en la UCI, suelen presentar condiciones médicas complicadas que necesitan un constante monitoreo y tratamientos personalizados, generalmente se enfrentan a situaciones de riesgo debido a la gravedad de sus enfermedades, que dentro de la revisión realizada incluyen insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca, sepsis, neumonía, traumatismos severos, entre otras. La atención multidisciplinaria se centra en mantener las funciones vitales, prevenir complicaciones, y garantizar la recuperación de aquellos pacientes en estado crítico, sin embargo, la estancia prolongada en la UCI y la inmovilidad pueden dar lugar a efectos secundarios como la debilidad muscular y la atrofia, lo que agrava el cuadro clínico de los pacientes. Por lo que las estrategias terapéuticas, adoptadas por (Verceles et al., 2023), (Koutsoumpa et al., 2018), (Nakamura et al., 2019), (Fossat et al., 2018) y (Patsaki et al., 2017), como la NMES y la actividad física, han demostrado su potencial para mejorar la fuerza muscular y acelerar la recuperación, contribuyendo a una mejor calidad de vida y reduciendo el riesgo de complicaciones y mortalidad, pero no todos los participantes terminaron su programa de intervención ya que de la totalidad de 750 pacientes: 94 murieron, 24 fueron dados de alta, 15 interrumpieron la terapia, 2 presentaron efectos adversos, 1 alergia cutánea a las almohadillas del electroestimulador y 1 extubación no planificada.

En el estudio de (Dos Santos et al., 2020) incluyen el nivel de conciencia, sin embargo, no fue la variable principal del estudio. En este contexto, luego del análisis de las investigaciones se asume

que los participantes al recibir NMES y movilidad como actividad física, se encontraban en estado de ligera a moderada sedación. Por otro lado, (França et al., 2020) enfocó el tratamiento en reducir el estrés nitrosativo y la inflamación, lo que contribuiría indirectamente a la mejora del estado general de los pacientes, incluso su nivel de conciencia, al disminuir la carga inflamatoria y metabólica, con un valor significativo de  $p = 0.098$ . Por otro lado, (Dos Santos et al., 2020), la muestra, eran pacientes críticos con VM, y por tanto, era probable que los participantes se encontraran en estado de sedación donde se encontró una significación estadística solo en el análisis de supervivencia con un  $p = 0,256$

La combinación de NMES y actividad física favorece en la preservación de la masa muscular, la funcionalidad y calidad de vida después del alta de la UCI, pues en los estudios se evidenció que los pacientes sometidos al tratamiento combinado tienen una mejor recuperación funcional y una mayor capacidad para realizar actividades de la vida diaria tras el alta hospitalaria. Sin embargo, existen algunos factores como la mortalidad y el abandono del tratamiento que influyeron en los resultados, como lo demuestra la pérdida de los participantes en los estudios analizados. Dichos hallazgos refuerzan la importancia de tomar en cuenta estrategias terapéuticas innovadoras que integran múltiples abordajes para una mejor recuperación y reducir el riesgo de posibles complicaciones en este grupo de pacientes.

## Conclusiones

La combinación de NMES y actividad física demuestra ser efectiva y de aplicación segura minimizando la pérdida de masa muscular en pacientes críticos, ya que mejora la fuerza muscular y reduce el tiempo de hospitalización en los grupos experimentales, además, el tiempo con ventilación mecánica disminuye, no todos los participantes terminaron las intervenciones porque ya fueron dados de alta o porque fallecieron, pero quienes terminaron se vieron beneficiados en su recuperación durante su estancia en UCI y luego del alta de acuerdo a los estudios que hicieron un abordaje después de los seis meses del alta.

La recuperación funcional y la capacidad de los pacientes para realizar actividades de la vida diaria tras su estancia en la UCI, es visible, aunque algunos de los test y pruebas no alcanzaron significancia estadística, la tendencia sugiere un impacto positivo en la rehabilitación y la calidad de vida de los pacientes al alta.

## Referencias

1. Anekwe, D. E., Biswas, S., Bussi eres, A., & Spahija, J. (2020). Early rehabilitation reduces the likelihood of developing intensive care unit-acquired weakness: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*, 107, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.12.004>
2. Balke, M., Teschler, M., Sch afer, H., Pape, P., Mooren, F. C., & Schmitz, B. (2022). Therapeutic Potential of Electromyostimulation (EMS) in Critically Ill Patients—A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 13, 865437. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.865437>
3. Campos, D., Bueno, T., Anjos, J., Zoppi, D., Dantas, B., Gosselink, R., Guirro, R., & Borges, M. (2022). Early Neuromuscular Electrical Stimulation in Addition to Early Mobilization Improves Functional Status and Decreases Hospitalization Days of Critically Ill Patients. *Critical Care Medicine*, 50(7), 1116-1126.
4. Dos Santos, F. V., Cipriano Jr, G., Vieira, L., G untzel Chiappa, A. M., Cipriano, G. B. F., Vieira, P., Zago, J. G., Castilhos, M., Da Silva, M. L., & Chiappa, G. R. (2020). Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(5), 580-588. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1490363>
5. Fan, E., Cheek, F., Chlan, L., Gosselink, R., Hart, N., Herridge, M. S., Hopkins, R. O., Hough, C. L., Kress, J. P., Latronico, N., Moss, M., Needham, D. M., Rich, M. M., Stevens, R. D., Wilson, K. C., Winkelman, C., Zochodne, D. W., & Ali, N. A. (2014). An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: The Diagnosis of Intensive Care Unit-acquired Weakness in Adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 190(12), 1437-1446. <https://doi.org/10.1164/rccm.201411-2011ST>
6. Fossat, G., Baudin, F., Courtes, L., Bobet, S., Dupont, A., Bretagnol, A., Benzekri-Lef evre, D., Kamel, T., Muller, G., Bercault, N., Barbier, F., Runge, I., Nay, M.-A., Skarzynski, M., Mathonnet, A., & Boulain, T. (2018). Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 320(4), 368. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.9592>
7. Fran ca, E. E. T., Gomes, J. P. V., De Lira, J. M. B., Amaral, T. C. N., Vila ca, A. F., Paiva J unior, M. D. S., Elihimas J unior, U. F., Correia J unior, M. A. V., Forgiarini J unior, L. A., Costa, M. J. C., Andrade, M. A., Ribeiro, L. C., & De Castro, C. M. M. B. (2020). Acute

- effect of passive cycle-ergometry and functional electrical stimulation on nitrosative stress and inflammatory cytokines in mechanically ventilated critically ill patients: A randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 53(4), e8770. <https://doi.org/10.1590/1414-431x20208770>
8. Gruther, W., Pieber, K., Steiner, I., Hein, C., Hiesmayr, J. M., & Paternostro-Sluga, T. (2017a). Can Early Rehabilitation on the General Ward After an Intensive Care Unit Stay Reduce Hospital Length of Stay in Survivors of Critical Illness?: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(9), 607-615. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000718>
  9. Gruther, W., Pieber, K., Steiner, I., Hein, C., Hiesmayr, J. M., & Paternostro-Sluga, T. (2017b). Can Early Rehabilitation on the General Ward After an Intensive Care Unit Stay Reduce Hospital Length of Stay in Survivors of Critical Illness?: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(9), 607-615. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000718>
  10. Gutiérrez-Arias, R., & Jalil Contreras, Y. (2022). Estimulación eléctrica neuromuscular en el paciente crítico. Una revisión narrativa. *Revista Chilena de Anestesia*, 51(1), 47-54. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5127121845>
  11. Kourek, C., Kanellopoulos, M., Raidou, V., Antonopoulos, M., Karatzanos, E., Patsaki, I., & Dimopoulos, S. (2024). Safety and effectiveness of neuromuscular electrical stimulation in cardiac surgery: A systematic review. *World Journal of Cardiology*, 16(1), 27-39. <https://doi.org/10.4330/wjc.v16.i1.27>
  12. Koutsioumpa, E., Makris, D., Theochari, A., Bagka, D., Stathakis, S., Manoulakas, E., Sgantzios, M., & Zakynthinos, E. (2018). Effect of Transcutaneous Electrical Neuromuscular Stimulation on Myopathy in Intensive Care Patients. *American Journal of Critical Care*, 27(6), 495-503. <https://doi.org/10.4037/ajcc2018311>
  13. López-Yarce, J., Solís-Martínez, O., & Vázquez-Roque, R. A. (2023). Efectos de la rehabilitación temprana en el paciente adulto en condición crítica: Una revisión narrativa. *Rehabilitación*, 6(2), 155-166. <https://doi.org/10.35454/rncm.v6n2.505>
  14. Martínez Cruz, B. L., Ramírez Campaña, J. C., Morales Barraza, A., Santos Alvarado, L., & Arrambí Díaz, C. (2022). Efecto de una rehabilitación temprana en pacientes con

- debilidad adquirida en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Medicina Crítica*, 36(1), 39-44.  
<https://doi.org/10.35366/104474>
15. Medrinal, C., Combret, Y., Prieur, G., Robledo Quesada, A., Bonnevie, T., Gravier, F. E., Dupuis Lozeron, E., Frenoy, E., Contal, O., & Lamia, B. (2018a). Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: A randomised cross-over trial. *Critical Care*, 22(1), 110.  
<https://doi.org/10.1186/s13054-018-2030-0>
  16. Medrinal, C., Combret, Y., Prieur, G., Robledo Quesada, A., Bonnevie, T., Gravier, F. E., Dupuis Lozeron, E., Frenoy, E., Contal, O., & Lamia, B. (2018b). Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: A randomised cross-over trial. *Critical Care*, 22(1), 110.  
<https://doi.org/10.1186/s13054-018-2030-0>
  17. Nakamura, K., Kihata, A., Naraba, H., Kanda, N., Takahashi, Y., Sonoo, T., Hashimoto, H., & Morimura, N. (2019). Efficacy of belt electrode skeletal muscle electrical stimulation on reducing the rate of muscle volume loss in critically ill patients: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(9), 705-711.  
<https://doi.org/10.2340/16501977-2594>
  18. Nakanishi, N., Oto, J., Tsutsumi, R., Yamamoto, T., Ueno, Y., Nakataki, E., Itagaki, T., Sakaue, H., & Nishimura, M. (2020). Effect of Electrical Muscle Stimulation on Upper and Lower Limb Muscles in Critically Ill Patients: A Two-Center Randomized Controlled Trial. *Critical Care Medicine*, 48(11), e997-e1003.  
<https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000004522>
  19. Othman, S., Elbiaa, M., Mansour, E., El-Menshawly, A., & Elsayed, S. (2024). Effect of neuromuscular electrical stimulation and early physical activity on ICU-acquired weakness in mechanically ventilated patients: A randomized controlled trial. 29(3), 584-596.
  20. Patsaki, I., Gerovasili, V., Sidiras, G., Karatzanos, E., Mitsiou, G., Papadopoulos, E., Christakou, A., Routsis, C., Kotanidou, A., & Nanas, S. (2017a). Effect of neuromuscular stimulation and individualized rehabilitation on muscle strength in Intensive Care Unit survivors: A randomized trial. *Journal of Critical Care*, 40, 76-82.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.03.014>

21. Patsaki, I., Gerovasili, V., Sidiras, G., Karatzanos, E., Mitsiou, G., Papadopoulos, E., Christakou, A., Routsis, C., Kotanidou, A., & Nanas, S. (2017b). Effect of neuromuscular stimulation and individualized rehabilitation on muscle strength in Intensive Care Unit survivors: A randomized trial. *Journal of Critical Care*, 40, 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.03.014>
22. Verceles, A. C., Serra, M., Davis, D., Alon, G., Wells, C. L., Parker, E., Sorkin, J., Bhatti, W., & Terrin, M. L. (2023). Combining exercise, protein supplementation and electric stimulation to mitigate muscle wasting and improve outcomes for survivors of critical illness—The ExPrES study. *Heart & Lung*, 58, 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2022.11.013>
23. Zayed, Y., Kheiri, B., Barbarawi, M., Chahine, A., Rashdan, L., Chintalapati, S., Bachuwa, G., & Al-Sanouri, I. (2020). Effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Australian Critical Care*, 33(2), 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.04.003>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).