

**EFFECTOS DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NEUROMUSCULAR (EENM) EN PACIENTES
POST COVID 19: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Luisa María Cambindo Larrahondo
Valentina Muñoz Chaux

**TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE FISIOTERAPEUTA**

Asesora

Fisioterapeuta Nathali Carvajal Tello
Especialista en Fisioterapia Cardiopulmonar
Magister en Alta Dirección de Servicios Educativos

Cotutor

Fisioterapeuta Alejandro Segura Ordoñez
Especialista en Fisioterapia Cardiopulmonar
Magister en Ciencias Biomédicas

Universidad Santiago de Cali

Facultad de Salud

Santiago de Cali

2023

Efectos de la estimulación eléctrica neuromuscular en pacientes post COVID 19: Una revisión sistemática

Effects of neuromuscular electrical stimulation in post-Covid 19 patients: A systematic review

Grupo de investigación Salud y Movimiento. Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.

Autor de correspondencia Nathali Carvajal Tello. Número de teléfono: 3183308401. Correo electrónico: carvajaltellonathali@gmail.com **Dirección actual:** Calle 5 No. 62-00. Campus Pampalinda Puerta Principal Santiago de Cali - Colombia Teléfono: 00 + 57 + 2 518 3000. Código postal: 760036.

Conflicto de intereses: Ninguno.

Fuentes de financiación: La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, comercial, o entidades sin ánimo de lucro.

Agradecimientos: A la Universidad Santiago de Cali - Colombia y su grupo de investigación Salud y Movimiento por brindar el apoyo académico en la realización del proyecto investigativo.

RESUMEN

Introducción: Las condiciones de salud de los pacientes con síndrome post COVID-19, favorecen el reposo prolongado, que es mayor con ventilación mecánica (VM), sedantes y relajantes. La estancia en VM puede ser prolongada y provocar síndrome de desacondicionamiento físico, con deterioro metabólico y sistémico debido a la inmovilización prolongada, generando atrofia, pérdida de fuerza, resistencia y fallo mecánico. La Estimulación Eléctrica Neuromuscular (EENM) ha reportado beneficios en fuerza, desarrollo muscular, microcirculación y mecánica cardiopulmonar. Es una técnica sencilla, segura, indolora y reproducible para mejorar la contractilidad muscular. Un mejor conocimiento de la prescripción y efectos en pacientes con síndrome post COVID-19 podría favorecer su uso. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo los criterios de inclusión a partir de búsqueda de bases de datos electrónicas como: Pubmed, Science Direct, Scopus, Ovid, Cochrane Central Register of Controlled Trials del 22/05/2022 al 30/04/2023 sin restricción de idioma, incluyendo estudios tipo Ensayos Clínicos Aleatorizados, casos y controles, y cohortes. **Resultados:** Se encontró un total 1718 artículos científicos y se delimitó la búsqueda de acuerdo al título, año, población objetivo, parámetros de dosificación y efectos de la EENM. En total, 4 artículos cumplieron los criterios de inclusión. Para la dosificación de la EENM, el tiempo de intervención osciló entre 9 y 30 días, la frecuencia de estímulo estuvo entre 20 y 121 Hz, el ancho de pulso entre 350 y 1400 μ s. El tiempo de aplicación fluctuó entre 30 a 60 minutos, la intensidad entre 20 y 250 mA, los grupos musculares estimulados fueron cuádriceps, tibial anterior, isquiotibiales y glúteos. La calidad metodológica de la literatura encontrada estuvo entre intermedia y alta. **Conclusiones:** La EEM como tratamiento complementario a la terapia física habitual tiene un efecto positivo en la rehabilitación de los pacientes supervivientes de COVID-19 en relación a variables de masa muscular, fuerza muscular y funcionalidad.

Palabras claves: Síndrome post-covid-19, Masa Muscular, Masa Fuerza, Estimulación Eléctrica Neuromuscular, Independencia Funcional.

ABSTRACT

Introduction: The health conditions of patients with post COVID-19 syndrome, favor prolonged rest, which is greater with mechanical ventilation (MV), sedatives and relaxants. The stay in MV can be prolonged and cause physical deconditioning syndrome, with metabolic and systemic deterioration due to prolonged immobilization, generating atrophy, loss of strength, endurance and mechanical failure. Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) has reported benefits in strength, muscle development, microcirculation and cardiopulmonary mechanics. It is a simple, safe, painless and reproducible technique to improve muscle contractility. A better knowledge of the prescription and effects in patients with post COVID-19 syndrome could favor its use. **Methods:** A systematic review was carried out following the inclusion criteria based on a search of electronic databases such as: Pubmed, Science Direct, Scopus, Ovid, Cochrane Central Register of Controlled Trials from 22/05/2022 to 30/04/2023 without language restriction, including Randomized Clinical Trials, case-control and cohort studies. **Results:** A total of 1718 scientific articles were found and the search was delimited according to title, year, target population, dosing parameters and effects of NMES. In total, 4 articles met the inclusion criteria. For NMES dosing, the intervention time ranged from 9 to 30 days, the stimulus frequency was between 20 and 121 Hz, the pulse width between 350 and 1400 μ s. The application time ranged from 30 to 60 minutes, the intensity between 20 and 250 mA, the stimulated muscle groups were quadriceps, tibialis anterior, hamstrings and gluteus. The methodological quality of the literature found was between intermediate and high. **Conclusions:** EEM as a complementary treatment to usual physical therapy has a positive effect on the rehabilitation of COVID-19 survivors in relation to variables of muscle mass, muscle strength and functionality.

Key words: post-COVID-19 syndrome, Muscle Mass, Mass Strength, Neuromuscular Electrical Stimulation, Functional Independence.

INTRODUCCIÓN

A finales del año 2019 y comienzos del año 2020, se presentó una problemática de salud a nivel mundial por COVID-19, la cual es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-COV-2, esta tuvo una rápida expansión, en donde la Organización Mundial de la Salud (OMS), la declaró como una emergencia sanitaria de preocupación nacional e internacional, afectando tanto a países desarrollados como tercermundistas (1). Esta enfermedad es conocida por diversos signos y síntomas que varían entre las personas que la adquieren, desde presentar síntomas leves gripales, hasta enfermedades respiratorias graves e incluso la muerte, la mayoría de los pacientes presentan esta enfermedad de forma leve, pero alrededor del 5% presentan una lesión pulmonar grave y requieren de unidad de cuidados intensivos (UCI)(2).

La gravedad de la enfermedad puede llevar a una estancia en la UCI, que impacta en la vida del paciente afectando los sistemas osteo neuromuscular, cardiovascular pulmonar, neurológico, tegumentario, ocasionando deficiencias que afectan su recuperación. De esta manera, si no existe una prevención o una intervención adecuada, estas alteraciones podrían durar muchos años (2). El COVID-19 se ha manifestado con síntomas como fiebre, dolor muscular y corporal, cefalea, tos, congestión nasal, debilidad y fatiga muscular. Así mismo, presenta secuelas como la reducción de la función pulmonar y la capacidad de ejercicio, trastorno de estrés postraumático, depresión, ansiedad y una calidad de vida reducida (3).

En algunos casos el periodo de estancia se prolonga a un mayor tiempo, lo que predispone a las pacientes a recibir fármacos sedantes y/o relajantes musculares, cuando se encuentran en VM. También, a periodos de inmovilización prolongada, presentando debilidad muscular, pérdida de

fuerza, disfunción y atrofia por el desuso, que se evidencia en cambios histológicos y electrofisiológicos, que conducen al síndrome de desacondicionamiento físico (4).

Se ha evidenciado que la intervención de fisioterapia en pacientes post COVID-19 puede retrasar o disminuir la aparición de dichas secuelas, reduciendo la morbimortalidad y los costos hospitalarios (5). La rehabilitación de estos pacientes incluye técnicas de fisioterapia como el entrenamiento aeróbico, anaeróbico, además, se utilizan técnicas de drenaje de secreciones o ventilatorias, que tienen como objetivo reeducar el patrón respiratorio, mejorar la ventilación, movilizar el tórax y favorecer el drenaje de secreciones, con el fin de mejorar la calidad de vida, función física, resistencia del sistema musculoesquelético, respiratorio y periférico (6).

Por otro lado, se ha descrito que la técnica de EENM en la rehabilitación física temprana, es adecuada en pacientes con síndrome de desacondicionamiento físico, relacionado con la estancia en UCI. Esta técnica trabaja por medio de electrodos que son adheridos a la piel, transmitiendo una serie de corrientes eléctricas que son de varias intensidades que se pueden implementar, efectuando impulsos eléctricos al área donde se requiera. Se han reportado beneficios con el empleo de esta técnica en fuerza, desarrollo muscular, microcirculación y mecánica cardiopulmonar (7). Específicamente, la estimulación eléctrica diafragmática ha mostrado beneficios en mejorar la dinámica cardiopulmonar, previene las polineuropatías y es una técnica sencilla, segura, indolora y reproducible, para mejorar la contractilidad diafragmática (8). Se sugiere que la EENM y la rehabilitación temprana en pacientes con secuelas físicas asociadas a la estancia en UCI, comience tan pronto como se alcanza la estabilidad clínica, mejorando la calidad de vida del paciente, incorporándose poco a poco a sus actividades cotidianas de manera factible y segura, porque la EENM podría ayudar a prevenir la debilidad muscular en la enfermedad crítica (9).

La EENM en músculo esquelético y diafragmático, con diferentes protocolos y periodos de aplicación han evidenciado resultados en el retraso de la aparición y en la disminución de la atrofia muscular en pacientes con restricción de la movilidad. La aplicación de esta técnica podría limitar el tiempo de VM, el desarrollo del síndrome de desacondicionamiento físico, la aparición de miopatías y neuropatías, disminuyendo así la estancia en UCI, el tiempo de hospitalización y reduciendo los costos hospitalarios (10).

El síndrome post coronavirus (COVID-19) favorece la aparición de desacondicionamiento físico y polineuropatías. Dentro de la rehabilitación descrita en esta población se encuentran técnicas de flujo espiratorio activa y asistidas como la tos, dispositivos de presión espiratoria positiva, entrenamiento de la musculatura respiratoria, insufladores mecánicos, dispositivos oscilantes de alta frecuencia, instilación de suero fisiológico o hipertónico, la EENM, podría ser un tratamiento alternativo para mejorar la fuerza y masa muscular e independencia funcional en estos pacientes (11).

Considerando que la utilización de este método ha sido incorporada en poblaciones sanas para el fortalecimiento en su sistema músculo esquelético y en su funcionalidad, como también en poblaciones con deficiencias neuromusculares como debilidad y fatiga muscular con el fin de rehabilitar y mejorar la condición (12). Ampliar el conocimiento en relación a la prescripción y efectos de la aplicación de EENM en pacientes con síndrome post COVID-19, podría aportar un beneficio a los profesionales a cargo de su aplicación para favorecer su implementación basada en la evidencia científica. Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Es la estimulación eléctrica Neuromuscular comparada con placebo efectiva para el incremento de la masa muscular, fuerza muscular y la independencia funcional en pacientes con síndrome post COVID-19? El objetivo

general de este estudio consistió en identificar si la EENM es efectiva para el incremento de la masa muscular, fuerza muscular y la independencia funcional en pacientes con síndrome post COVID-19. Como objetivos específicos se plantearon: Describir las características de la bibliografía encontrada durante el periodo 2019-2023, reconocer si la EENM es efectiva para el incremento de la masa muscular, la fuerza muscular y la independencia funcional en pacientes con síndrome post COVID-19.

MÉTODOS

Fuentes de búsqueda de información: Se analizaron investigaciones que contenían relación con las variables del estudio y se incluyeron Ensayos Clínicos Aleatorizados, casos y controles, estudios de cohortes desde el 2019-2023, recurriendo a revisiones que describieron las necesidades de la búsqueda a partir de las bases de datos electrónicas: PubMed, ScienceDirect, Scopus, Ovid, the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)), otras fuentes como Google académico entre el 22/05/2022 al 30/04/2023 sin restricción de idioma.

Se utilizaron los siguientes términos Mesh para la búsqueda y se usaron las diferentes combinaciones con los operadores booleanos: (stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat* OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapys OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status). Se usaron conectores en diferentes combinaciones de acuerdo a cada base de datos consultada, con el fin de alcanzar el mayor número de artículos publicados (Anexo 1. Ecuaciones de búsqueda).

Registro en Prospero:

PROSPERO 2022 CRD42022332036

Disponible en: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42022332036

Estrategia de búsqueda:

Extracción de datos (selección y codificación)

La extracción de información de los artículos incluidos se realizó por un investigador que recopiló los datos (HG), y cuatro investigadores analizaron estos datos de manera simultánea (NC, VM, LS, LC), mediante un instrumento de extracción de datos desarrollado por los investigadores en una matriz en Excel. Después de esta etapa, se confrontó el acuerdo y el desacuerdo del contenido de los artículos seleccionados entre los investigadores. Esta etapa tuvo como objetivo identificar los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, y se eliminaron los registros duplicados considerando las variables a analizar en el estudio. Posteriormente, los artículos potenciales se leyeron en su totalidad para realizar un análisis crítico de las características de la

investigación. Los datos extraídos del estudio fueron información sobre COVID-19, EENM, masa muscular, fuerza muscular e independencia funcional.

Evaluación del riesgo de sesgo (calidad)

Tras la extracción de la información, el acuerdo y desacuerdo del contenido de los artículos seleccionados entre los investigadores fueron confrontados. Se realizó discusión y convocatoria del tercer autor (AS), en los casos de desacuerdo entre los autores. Esto también evitó el riesgo de sesgo de selección en los artículos/estudios incluidos. La presencia de sesgo se identificó mediante un gráfico de embudo y pruebas estadísticas. Se utilizó la escala PEDRO para evaluar ensayos clínicos aleatorizados, esta escala consta de 11 ítems en donde se califica 1 si cumple y 0 si no cumple y de acuerdo a la sumatoria de la puntuación, se determina si la calidad metodológica del artículo es baja, intermedia o alta, teniendo en cuenta aspectos como grupo control adecuado, cegamiento, asignación al azar. Mientras la escala Minors, se utilizó para los estudios observacionales como casos y controles, estudios de cohortes, estudios longitudinales prospectivos, esta escala consta de 12 ítems, en donde se evalúa 0 si no se reporta, 1 si se reporta pero es inadecuado y 2 si es reportado y adecuado, tiene en cuenta aspectos como objetivos definidos, recolección prospectiva, cegamiento, cálculo de tamaño de muestra, análisis estadístico adecuado, una vez se suman los puntos se establece que el puntaje ideal sería 16 para estudios no comparativos y 24 para estudios comparativos.

Estrategia de síntesis de datos

Se realizó un resumen cualitativo de los diseños de los estudios incluidos, las características de la población, el número de participantes en cada estudio, los métodos de diagnóstico de COVID-19, las medidas de masa muscular, fuerza muscular e independencia.

Resultados principales

Se incluyeron los estudios con los siguientes resultados primarios: masa muscular por Ultrasonografía (U) o Área Transversal (AT). La fuerza muscular por Electromiografía de Superficie (sMEG), Contracciones isométricas voluntarias máximas tobillo (MVIC), Fuerza Manual Prensil (FMP), la Escala Medical Research Council (MRC), Test de Función Física de la UCI (PFIT-s), Funcionalidad de las extremidades inferiores evaluación de la probabilidad de caídas a través de la escala de caídas de Morse (MFS).

Resultados adicionales

La calidad de vida relacionada con la salud fue evaluada con una encuesta de formulario corto de 36 ítems (SF-36), Índice de Movilidad de Morton (DEMMI), Puntuación de Movilización Óptima de la Unidad de Cuidados intensivos (SOMS), tiempo dedicado al sedentarismo, tiempo dedicado a caminar o correr.

Criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión:

- Estudios donde los pacientes se encuentren post infección COVID-19 con alta epidemiológica y PCR negativo que hayan estado ingresados en unidades de cuidados intensivos por complicaciones o descompensación de enfermedad crónica no transmisible con secuelas.

Criterios de exclusión:

- Estudios donde los pacientes hayan tenido COVID-19 pero no se hayan rehabilitado con EENM.
- Estudios donde los pacientes tengan historial clínico con patologías de base antes de haberse contagiado del COVID-19 como lesiones cutáneas, marcapasos cardíacos, infección o traumatismo en extremidades, enfermedades neuromusculares, uso de bloqueadores neuromusculares.
- Estudios de revisiones sistemáticas.

Condición / Dominio del estudio

Descripción de PICO

Participantes/Población: Pacientes con el síndrome post COVID-19.

Intervención / Exposición: EENM.

Grupo control: Placebo.

Resultados: Medición de la masa muscular, fuerza muscular y funcionalidad.

TIPOS DE ESTUDIO

Para la revisión sistemática se tuvo en cuenta los siguientes tipos de estudios: Ensayos Clínicos Aleatorizados, casos y controles, estudios de cohortes, estudios longitudinales prospectivos, que permitieran realizar un análisis de las mediciones antes y después de la aplicación de EENM con el fin de poder establecer la relación causa efecto asociada a la intervención.

ELEMENTOS DE DATOS

Gestión de datos:

Se tomaron los datos de cada uno de los diferentes estudios en una plantilla de Excel que incluyó aspectos como: Nombre del estudio, autores y año, enlace directo al sitio web del artículo, características psicométricas de la base de datos utilizada (datos de validez, confiabilidad), población y finalmente datos de validez y confiabilidad respecto a los resultados del propio estudio.

Proceso de extracción y recolección de datos

En la búsqueda preliminar con la combinación de términos desarrolló una ecuación de búsqueda para las diferentes bases de datos: Pubmed, OVID, Science Direct, Scopus, Cochrane Central Register of Controlled Trials, otras fuentes como Google académico. Los resultados se les realizó filtro por año y se descargaron para analizar usando Microsoft Excel, la primera selección de estudios se realizó basándose en título y resumen, con el objetivo de precisar si el estudio o artículo encontrado, abordaba el tema en cuestión y resolvía la pregunta planteada en la investigación, de la misma forma se eliminaron los duplicados, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.

RESULTADOS

La revisión de la literatura permitió registrar 6488 estudios de las cinco bases de datos mencionadas, se eliminaron 3370 registros antes de la fase de elección por duplicado en donde se limitó entre el

periodo 2019-2023, en total 1560 registros fueron evaluados por título y resumen en donde 1517 fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión, quedando 43 estudios para lectura en texto completo, de los cuales 37 estudios no se recuperaron, de los 6 estudios evaluados en texto completo para elegibilidad se excluyen 2 (Anexo 2). En total 4 artículos fueron seleccionados para su análisis en la presente revisión sistemática (Figura 1).

Características de la bibliografía

De los 4 estudios incluidos el 100% $n= (4)$ se encontraron en la base de datos Pubmed, entre ellos tres Ensayos Clínicos Controlados (ECC) y un Estudio Longitudinal Prospectivo (ELP), 50% $n=(2)$ del continente europeo y el otro 50% $n= (2)$, en idioma inglés 100% $n= (4)$ (Tabla 1).

Características de los participantes

Las características de los sujetos se presentan en la tabla 2. El número total de participantes fue de 72, con edades comprendidas entre 63 y 73 años. El 51% $n= (37)$ de los participantes eran hombres, los 4 estudios incluyeron hombres y mujeres. El IMC de los pacientes estuvo entre 24.8 y 32.45 (Tabla 2).

Parámetros de dosificación para la aplicación de la EENM

El tiempo de intervención osciló entre 9 y 30 días mientras la duración de la sesión estuvo entre 30 y 60 minutos, los grupos musculares estimulados se encontraban en miembro inferior incluyendo cuádriceps, tibial anterior, isquiotibiales y glúteos. En cuanto a la dosificación de los parámetros de la EENM el tiempo On estuvo entre 4 y 6 y el Off en 12 segundos, el tipo de impulso fue de ondas bifásicas, la frecuencia en Hz estuvo entre 20 y 121 y el ancho de pulso entre 350 y 1400 μ s, la intensidad entre 20 y 250 mA (Tabla 3).

Evaluación del efecto del EENM en el incremento de la masa muscular, fuerza muscular e independencia funcional

En cuanto al incremento de masa muscular solo un estudio reportó evaluar con medición del área transversal y ultrasonografía (14), para la evaluación de la masa muscular un estudio evaluó con fuerza manual prensil (13) y tres estudios realizaron medición con Escala Medical Research Council (MRC) (13,14,15) encontrando para el grupo experimental entre 47.7 (9.2) y 58 (50 - 60). Para la evaluación de la independencia funcional los estudios utilizaron SF-36 (13), el tiempo dedicado al sedentarismo y a caminar o correr(15), el Test de Función Física de la UCI (PFIT-s), el Índice de Movilidad de Morton (DEMMI), Puntuación de Movilización Óptima de la Unidad de Cuidados intensivos (SOMS) (14) y la funcionalidad de las extremidades inferiores evaluación de la probabilidad de caídas a través de la escala de caídas de Morse (MFS) (16) (Tabla 4).

Calidad metodológica

La puntuación media de PEDro para los ECC, como se describe en la tabla 5 fue Intermedia para dos estudios y Alta para 1 estudio, las omisiones más frecuentes en el diseño del estudio o su informe fueron las siguientes: el proceso de asignación al azar no se ocultó y el no cegamiento de los sujetos y evaluadores. La puntuación media de Minors para el ELP, como se encuentra en la tabla 6 para el estudio fue de 15, en donde de acuerdo con la interpretación de los resultados el puntaje ideal sería 16 para estudios no comparativos, los resultados de la evaluación se asocian a la no evaluación

imparcial de los resultados (cegamiento). Se logró para las evaluaciones de la calidad metodológica con PEDro y Minors, un acuerdo entre tres calificadores sin requerir el apoyo de una cuarta persona.

DISCUSIÓN

Se realizó una búsqueda exhaustiva, donde se encontraron cuatro artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y que utilizaron como medida de tratamiento la aplicación de la EENM, para la recuperación de pacientes en la etapa post COVID 19, en donde se observó mejoría de la fuerza muscular, funcionalidad, reanudación de la marcha, prevención del desacondicionamiento físico y mejoramiento en la fuerza de los músculos respiratorios. Lo anterior, concuerda con la aplicación de este tipo de intervención en pacientes críticos en UCI con diversas patologías, como lo refieren los autores Gruther et al (17), Dos Santos et al (18), Gerovasili et al (19), mostrando una recuperación eficiente con la aplicación de EENM en sus estudios, presentando resultados positivos, siendo un complemento útil para revertir la atrofia y mantener la masa muscular de los pacientes que estuvieron en estado crítico.

Respecto a la aplicación del tratamiento, en los cuatro estudios se puede evidenciar parámetros de dosificación para la frecuencia de EENM entre 20Hz y 121 Hz (16), con un ancho de pulso entre 350 μ s (14) y 1400 μ s(16), el tiempo de intervención tuvo un rango entre los 9 a 30 días de tratamiento, la localización de los electrodos fue en su mayoría en los músculos de los miembros inferiores como cuádriceps, tibial anterior - posterior, vastos mediales - laterales y los isquiotibiales. Otros estudios se han encontrado con hallazgos similares en los parámetros de dosificación. Por ejemplo, en el artículo de Bao W et al (20), sobre la prevención de la atrofia muscular en UCI con EENM, se aplicó en los músculos gastronemios y tibial anterior una corriente pulsada y forma de onda rectangular bifásica, asimétrica y balanceada, frecuencia de 30 Hz, ancho de onda 300 μ s, con el valor de tiempo para estimular el nervio motor, ajustando la intensidad a tolerancia del paciente, 20 minutos, 2 veces al día, durante 7 días, en conclusión sugieren que en adición al entrenamiento físico la aplicación temprana de EENM puede prevenir la atrofia muscular. Mientras, el estudio de Kho et al (21), propone un protocolo de EENM para la debilidad muscular adquirida en UCI, basado en la literatura científica para los músculos cuádriceps y gastronemios con una corriente pulsada, asimétrica, forma de onda rectangular balanceada, frecuencia de 50 Hz.

Por otro lado se encontró en el estudio de Cárdenas et al (22), que se llevó a cabo en pacientes hospitalizados en UCI, en donde se aplicó terapia de EENM para el tratamiento de la atrofia diafragmática inducida por Ventilación Mecánica (VM), los parámetros de dosificación utilizados fueron frecuencia en Hz de 30 para una contracción muscular leve e intermitente y ancho de pulso 250 μ s permitiendo mayor tolerancia y asistencia en la contracción muscular, el tiempo de intervención propuesto fue de 3 días y la localización de los electrodos en el diafragma, con enfoque hacia la recuperación de los músculos respiratorios por atrofia diafragmática inducida por VM.

Con relación a los tiempos On/Off, 2 de los 4 estudios encontrados en nuestra revisión, mencionaron los rangos de tiempos muy semejantes en el tiempo On. El estudio de Ozyemisci et al (13) mostró un intervalo de tiempo de 6 seg On, pero el tiempo Off no fue especificado; a comparación con el artículo de Righetti et al (14) en donde el intervalo de tiempo fue de 4 seg On, y el tiempo Off fue de 12 seg. Comparando la dosificación de la EENM con el estudio de Mondragón et al (23), cuyo objetivo consistía en determinar la efectividad conjunta de la EENM y la terapia convencional temprana, en pacientes con VM en UCI planteó 8 seg On y 3 seg Off y una localización de los electrodos en la musculatura del miembro inferior cuádriceps, tibial anterior y gastronemios. El estudio de Ulutas et

al (24) también difiere en los tiempos On/Off implementados en donde se describen 10seg On / 50 seg Off, este estudio consistió en un reporte de caso sobre el papel de la rehabilitación en un sobreviviente de COVID-19 con debilidad adquirida en la UCI, en donde como parte de la intervención se realizó EENM, durante 5 días a la semana con 20 minutos de duración. Lo anterior, muestra que la dosificación de la EENM puede ser diferente de acuerdo con cada propuesta de protocolo de intervención determinada por los investigadores según su criterio clínico.

Es de importancia conocer la respuesta fisiológica de la contracción muscular frente a las diferencias de una contracción voluntaria y otra producida por la EENM en términos de fatiga, debido a que la intensidad tiempo On/Off depende mucho de la evaluación de fuerza y fatiga. Fernández et al (25), refiere que durante la EENM la activación de los músculos es incorporada de una forma diferente en vez de ser de forma voluntaria, cuando se generan contracciones eléctricas las unidades motoras se activan de manera sincronizada, pero las contracciones que se generan de forma voluntaria su activación no se muestran tan sincronizadas. Al igual se debe tener en cuenta que al realizar una contracción totalmente voluntaria, la primera activación de las unidades motoras son las fibras lentas resistentes a la fatiga. Teniendo en cuenta también que cuando se aumenta la fuerza, se activan las unidades motoras rápidas, seguido de esto se activan las que están hechas de fibras de contracción rápida y fatigables. Sin embargo, cuando se generan eléctricamente las contracciones, se activan primeramente las fibras de contracción rápida y fatigables, debido a que presentan un menor umbral de activación.

En cuanto a la intensidad de la EENM en nuestro estudio fue a tolerancia del paciente para dos estudios (14-15), mientras que Ozyemisci et al (13) manejo entre 20-25 mA y Zulbaran et al (16) utilizó entre 50-250 mA, siendo consistente en los estudios la utilización de intensidad suficiente para obtener al menos una contracción visible durante la aplicación. Por su parte, la investigación de Gerovasili et al (19) tuvo intensidades variables en cuanto a la prescripción, manejando rangos entre 19 a 55 mA para cuádriceps, y rango de 23 a 60 mA para los músculos peroneos. Otro estudio de Campos Biazon et al (26) evidenció que las intensidades medias deberían mantenerse entre 29 y 33 mA.

Cabe resaltar que, durante el proceso de selección de los artículos incluidos en la presente revisión, se encontraron dos estudios con propuestas de protocolos de EENM para pacientes COVID-19, los cuales no fueron incluidos dentro del análisis, ya que al ser protocolos no mostraban resultados de la intervención. El primero fue el de Minetto et al (27) titulado: "Efectos de la terapia de EENM sobre la función física en pacientes con neumonía asociada a COVID-19: Protocolo de estudio de un ensayo controlado aleatorizado", en donde como parámetros de dosificación de la intervención se proponen 15 días como tiempo de intervención, duración de la sesión 30 minutos, localización de los electrodos músculo cuádriceps y gastronemios, tiempos On /Off no especifica, tipo de impulso ondas rectangulares bifásicas simétricas, frecuencia 30 Hz, ancho de pulso 400µs, intensidad 135 mA. El segundo estudio encontrado fue el de Anil Kumar et al (28) llamado: "La EENM como tratamiento complementario para mejorar la disnea en pacientes con síndrome poscovídico" plantea los siguientes parámetros: tiempo de intervención 9 días, 30 minutos de duración de sesión, aplicación en el músculo cuádriceps, tiempos On 15 min /Off 15 min, tipo de impulso pulsos bifásicos, frecuencia 50 Hz, ancho de pulso 400µs, intensidad de acuerdo con tolerancia sensorial. Se puede evidenciar que los parámetros son similares en los protocolos de dosificación de la EENM propuestos por estos dos estudios, con los encontrados en la presente revisión, a su vez ratifica la importancia de describir puntualmente cada uno de los parámetros para una adecuada prescripción y control del tratamiento.

En nuestro estudio se emplearon diferentes métodos de evaluación para medir los resultados de la EENM que no permitieron realizar una correlación efecto en el incremento de la masa, fuerza muscular e independencia funcional del EENM. El único estudio que evaluó el área transversal y ultrasonografía fue el estudio de Righetti et al (14). Mientras el estudio de Zurbarán et al (16) utilizó la Electromiografía de Superficie (sMEG) y las contracciones isométricas voluntarias máximas tobillo. Por su parte la fuerza manual prensil, fue evaluada por el estudio de Ozyemisci et al (13). La Escala Medical Research Council (MRC), fue la más utilizada en donde 3 de los 4 estudios incluidos reportaron su medición (13), (14), (15). Otros estudios realizados en pacientes críticos por Medrinal et al (29) y Burgess et al (30), también coinciden con la utilización de la escala MRC, como estrategia para la evaluación de la fuerza muscular tras la aplicación de EENM. En el estudio de Chen S et al (31) también evaluó través de la fuerza de presión en pacientes con EPOC en UCI, en donde el grupo control al séptimo día tuvo un aumento significativo en cambio en el grupo de intervención no se vio reflejado de la misma forma. En los pacientes incluidos en los estudios mencionados anteriormente, se observa la incidencia de debilidad muscular causada por la prolongación de la estancia hospitalaria en UCI y el requerimiento de ventilación mecánica, en donde el objetivo de la intervención con EENM fue en pro de aumentar la intensidad de la rehabilitación precoz, para prevenir la atrofia adquirida en UCI.

Para la evaluación de la funcionalidad los estudios incluidos en la presente revisión, también mostraron evaluaciones muy distintas entre sí, que tampoco permitieron establecer correlaciones. El estudio de Ozyemisci et al (13) evaluó la escala de SF-36 Salud General, por su parte el estudio de Mateo et al (15) evaluó el tiempo dedicado a caminar y correr, el estudio de Righetti et al(14) contó con la escala de función física de la UCI(PFIT-s), el Índice de Movilidad de Morton (DEMMI) y la Puntuación de Movilización Óptima de la Unidad de Cuidados intensivos (SOMS). Mientras el estudio de Zulbaran et al (16) llevó a cabo la evaluación de la escala funcionalidad de las extremidades inferiores. En otros estudios Kurtoglu et al (32), quienes evaluaron el efecto de la EENM en la prevención de la debilidad adquirida en UCI en pacientes con EPOC también coincide con nuestro estudio en la forma de evaluación con la escala SF-36, mostrando una mejoría significativa en la función física, vitalidad y función social.

El diseño de nuestro estudio y la muestra reducida presentaron limitaciones; ya que contó con cuatro estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, para analizar la efectividad de la EENM en pacientes post-COVID-19. Lo anterior, puede asociarse a que la patología es reciente y por ende no se ha realizado suficiente exploración en el campo de la EENM y su dosificación para la mejoría de los pacientes, que posterior a la hospitalización han quedado con secuelas musculares. Adicionalmente, no se pudo realizar una comparación entre las evaluaciones de los estudios que fueron seleccionados, debido a que, las escalas de evaluación no eran semejantes para analizar los resultados del efecto de la EENM.

Es necesario recalcar que la dosificación de los parámetros de prescripción de la EENM fue muy distinta en cada protocolo, lo cual no facilitó poder realizar recomendaciones de parámetros específicos durante la intervención, muy probablemente por la diferente comorbilidad y estado de los pacientes en cuidado crítico. No obstante, todas las investigaciones analizadas arrojaron cambios positivos para la recuperación tras la técnica empleada.

Aunque la mayoría de los estudios seleccionados tuvieron una calidad metodología adecuada, mostrando que la EENM puede mantener o aumentar la fuerza muscular, mantener la masa y el volumen muscular y aumentar la independencia para las actividades de la vida diaria, aún se

necesitan más investigaciones que incluyan los beneficios para la óptima rehabilitación temprana, enfocados en pacientes post-COVID19 y pacientes sobrevivientes de la UCI.

A pesar de las limitaciones la presente revisión sistemática aporta información objetiva sobre la aplicación de la EENM en pacientes post-COVID-19. Futuras investigaciones podrían estar enfocadas a evaluar los efectos de esta intervención en la disminución de mortalidad de los pacientes, estancia hospitalaria o funcionalidad, estas variables, aunque han sido descritas por algunos artículos aún son materia de investigación.

CONCLUSIONES

La EENM como tratamiento complementario a la terapia física habitual tiene un efecto positivo en la rehabilitación de los pacientes supervivientes de COVID-19 en relación a las variables de masa muscular, fuerza muscular y funcionalidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Sitio Web Mundial. 2022 [citado 13 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/es/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov))
2. Ahmed MU, Hanif M, Ali MJ, Haider MA, Kherani D, Memon GM, Karim AH and Sattar A Neurological Manifestations of COVID-19 (SARS-CoV-2): A Review. *Front. Neurol.* 2020 [citado el 27 de septiembre de 2022] ; 11:518. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065720300762?via%3Dihub>
3. Tan W, Zhao X, Ma X. Vital Surveillances: The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19)-China, 2020 *China CDC Weekly* 2020 [citado el 27 de septiembre de 2022] ; 2(8):113-22. Disponible en: <https://weekly.chinacdc.cn/en/article/id/e53946e2-c6c4-41e9-9a9b-fea8db1a8f51>
4. Ramón M, Abreu P, Jesús J, Tejada G, Alejandro R, Guach D. *Medigraphic.com.* [citado el 17 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revhabciemed/hcm-2020/hcm202e.pdf>
[Importancia-del-servicio-de-soporte-Nutricional-en-el-paciente-infectado-por-COVID-19.pdf](https://www.medigraphic.com/pdfs/revhabciemed/hcm-2020/hcm202e.pdf) (urse.edu.mx)
5. Stephanie L, Falcón L. SECUELAS A LARGO PLAZO DE COVID-19 [Internet]. *Gob.es.* [citado el 17 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/Suplementos/Perspectivas/perspectivas12_llamosas.pdf
6. Sheehy LM. Considerations for Postacute Rehabilitation for Survivors of COVID-19. *JMIR Public Health Surveill.* 2020 May [citado el 27 de septiembre de 2022] 8;6(2):e19462. doi: 10.2196/19462. PMID: 32369030; PMCID: PMC7212817. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32369030/>
7. Manta Bruno, Sarkisian Armen G., García-Fontana Barbara, Pereira-Prado Vanesa. Fisiopatología de la enfermedad COVID-19. *Odontostomatología* [Internet]. 2022 Jun [citado 2022 Sep 14] ; 24(39): e312. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392022000101312&lng=es.](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392022000101312&lng=es) Epub 01-Jun-2022. [https://doi.org/10.22592/ode2022n39e312.](https://doi.org/10.22592/ode2022n39e312)

8. Schujmann, Debora Stripari y Annoni, Raquel Papel de fisioterapia no atendimento a pacientes con Covid-19 en unidades de terapia intensiva. *Fisioterapia e Pesquisa* [online]. 2020, v. 27, n. 3 [Accedido 12 Septiembre 2022] , pp. 218-219. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/1809-2950/00000027032020>>. Epub 11 Ene 2021. ISSN 2316-9117. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/00000027032020>.
9. Betancourt-Peña Jhonatan, Suaza-Casañas Diana, Pazmiño-Ordoñez Johana Carolina, Hurtado-Pantoja Carolina, Parra-Liévano Johan Andres, Jimenez Lina et al . Recomendaciones para la rehabilitación pulmonar en pacientes con COVID-19. *Univ. Salud* [Internet]. 2022 Apr [cited 2022 Sep 14] ; 24(1): 76-84. Disponible en : <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/5800>
10. Junqué Jiménez Anna, Esteve Simó Vicent, Tomás Bernaveu Ester, Paz López Óscar, Iza Pinedo Gorka, Luceño Solé Inés et al . Electroestimulación neuromuscular: una nueva opción terapéutica en la mejoría de la condición física de los pacientes en hemodiálisis. *Enferm Nefrol* [Internet]. 2014 Dic [citado 2022 Sep 14] ; 17(4): 269-276. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2254-28842014000400005&lng=es. <https://dx.doi.org/10.4321/S2254-28842014000400005>.
11. Cardona Pérez EM, González Quintero A, Padilla Chivata G, Páez Rincón SI, Alejo de Paula LA, Rodríguez Rojas YL. Alteraciones asociadas al descondicionamiento físico del paciente crítico en la Unidad de cuidado intensivo. *Revisión Sistemática. Mov. cient.* [Internet]. 1 de diciembre de 2014 [citado 13 de septiembre de 2022];8(1):131-42. Disponible en: <https://revmovimientocientifico.iberu.edu.co/article/view/mct.08114>
12. Sepúlveda-Loyola W, Gutiérrez-Espinoza H, Órdenes-Mora J, Araya-Quintanilla F. Práctica basada en evidencia en la rehabilitación post-COVID-19: una mirada desde la Fisioterapia [Evidence-based practice in post-COVID-19 rehabilitation: A physical therapy point of view]. *Fisioterapia*. 2022 May-June;44(3):197–8. Spanish. doi: 10.1016/j.ft.2021.12.002. Epub 2021 Dec 22. PMID: PMC8692057. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8692057/>
13. Ozyemisci Taskiran O, Turan Z, Tekin S, Senturk E, Topaloglu M, Yurdakul F, et al. Physical rehabilitation in Intensive Care Unit in acute respiratory distress syndrome patients with COVID-19. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(3):434-42. DOI: 10.23736/S1973-9087.21.06551-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33448757/>
14. Righetti RF, Grams ST, Costa W, Saraiva LT, de Salles ICD, Yamaguti WP. Neuromuscular Electrical Stimulation in Patients With Severe COVID-19 Associated With Sepsis and Septic Shock. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:751636. doi: 10.3389/fmed.2022.751636. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35252228/>
15. Mateo S, Bergeron V, Cheminon M, Guinet-Lacoste A, Pouget MC, Jacquin-Courtois S, et al. Functional electrical stimulation-cycling favours erectus position restoration and walking in patients with critical COVID-19. A proof-of-concept controlled study. *Ann Phys Rehabil Med*. 2021;64(6):101516. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33895378/>
16. Zulbaran-Rojas A, Mishra R, Rodriguez N, Bara RO, Lee M, Bagheri AB, et al. Safety and efficacy of electrical stimulation for lower-extremity muscle weakness in intensive care unit 2019 Novel Coronavirus patients: A phase I double-blinded randomized controlled trial. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:1017371. PubMed PMID: 36561714. PMID: PMC9763311. Epub 20221206. eng. DOI: [10.3389/fmed.2022.1017371](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36561714/) Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36561714/>
17. Gruther W, Kainberger F, Fialka-Moser V, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Spiss C, Crevenna R. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med*. 2010

- Jun;42(6):593-7. doi: 10.2340/16501977-0564. PMID: 20549166. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20549166/>
18. Dos Santos FV, Cipriano G Jr, Vieira L, Güntzel Chiappa AM, Cipriano GBF, Vieira P, Zago JG, Castilhos M, da Silva ML, Chiappa GR. Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract.* 2020 May;36(5):580-588. doi: 10.1080/09593985.2018.1490363. Epub 2018 Oct 15. PMID: 30321084. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30321084/>
 19. Gerovasili V. Neuromuscular electrical stimulation appears to be useful in people with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Physiother.* 2012;58(4):270. PubMed PMID: 23177231. eng. DOI: [10.1016/S1836-9553\(12\)70130-3](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23177231/). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23177231/>
 20. Bao W, Yang J, Li M, Chen K, Ma Z, Bai Y, et al. Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022 Aug 16;23(1):780. PubMed PMID: 35974369. PMCID: PMC9380284. Epub 20220816. eng. DOI: [10.1186/s12891-022-05739-2](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35974369/). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35974369/>
 21. Kho ME, Truong AD, Brower RG, Palmer JB, Fan E, Zanni JM, et al. Neuromuscular electrical stimulation for intensive care unit-acquired weakness: protocol and methodological implications for a randomized, sham-controlled, phase II trial. *Phys Ther.* 2012 Dec;92(12):1564-79. PubMed PMID: 22421734. PMCID: PMC3513483. Epub 20120315. eng. DOI: [10.2522/ptj.20110437](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22421734/). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22421734/>
 22. Cárdenas FJC, Godínez GF, Beltrán LMG, et al. Terapia de electroestimulación para el tratamiento de la atrofia diafragmática inducida por ventilación mecánica. *Med Crit.* 2022;36(1):50-54. doi:10.35366/104476. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=104476>
 23. Mondragón MA, Ferrer C, Quintero DM. Efectividad de la electroestimulación y la fisioterapia en el paciente crítico. Repositorio Digital Institucional REDICES. Universidad CES. Disponible en: https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/2761/Efectividad_Electroestimulacion.pdf?sequence=1
 24. Ulutaş F, S SNÖ, Ardiç F. Role of rehabilitation in a COVID-19 survivor with intensive care unit-acquired weakness: A case report. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2021 Mar;67(1):115-9. PubMed PMID: 33948553. PMCID: PMC8088800. Epub 20210304. eng. doi: [10.5606/tftrd.2021.7457](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8088800/#:~:text=Early%20physical%20and%20pulmonary%20rehabilitation,%2C%20cognitive%2C%20and%20mental%20impairment)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8088800/#:~:text=Early%20physical%20and%20pulmonary%20rehabilitation,%2C%20cognitive%2C%20and%20mental%20impairment>
 25. Fernández JM, Acevedo RC, Tabernig CB. INFLUENCIA DE LA FATIGA MUSCULAR EN LA SEÑAL ELECTROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS ESTIMULADOS ELÉCTRICAMENTE. *Revista EIA [Internet].* 2023 [cited 2023 Jun 1];(7):111–9. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000100010#:~:text=Los%20m%C3%BAsculos%20son%20reclutados%20de,asin%20cr%C3%B3nica%20%5B10%2C%2015%5D
 26. de Campos Biazon TMP, Libardi CA, Junior JCB, Caruso FR, da Silva Destro TR, Molina NG, Borghi-Silva A, Mendes RG. The effect of passive mobilization associated with blood flow restriction and combined with electrical stimulation on cardiorespiratory safety, neuromuscular adaptations, physical function, and quality of life in comatose patients in an ICU: a randomized controlled clinical trial. *Trials.* 2021 Dec 30;22(1):969. doi: 10.1186/s13063-021-05916-z. PMID: 34969405; PMCID: PMC8719392. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34969405/>
 27. Minetto MA, Fior SD, Busso C, Caironi P, Massazza G, Maffioletti NA, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation therapy on physical function in patients with COVID-19

- associated pneumonia: Study protocol of a randomized controlled trial. *Contemp Clin Trials Commun.* 2021 Mar;21:100742. PubMed PMID: 33585723. PMCID: PMC7871886. Epub 20210209. eng. DOI: [10.1016/j.conctc.2021.100742](https://doi.org/10.1016/j.conctc.2021.100742). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33585723/>
28. Anil Kumar A, Naqui Xicota C, Chin AC, De Conti Pelanda J, De Oliveira Monaco T, Mohamed LAA, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) as an Add-on Therapy for the Improvement of Dyspnea in Patients with Post-Covid Syndrome: a Protocol for a Phase II Randomized, Non-Pharmacological Intervention-Controlled, Double-Blind Study. *Principles and Practice of Clinical Research.* 2022 12/02;8(3):19-28. DOI:<https://doi.org/10.21801/ppcrj.2022.83.1>. Disponible en: <https://journal.ppcr.org/index.php/ppcrjournal/article/view/186>
 29. Medrinal C, Prieur G, Bonnevie T, Gravier FE, Mayard D, Desmalles E, et al. Muscle weakness, functional capacities and recovery for COVID-19 ICU survivors. *BMC Anesthesiol.* 2021 Mar 2;21(1):64. PubMed PMID: 33653264. PMCID: PMC7921277. Epub 20210302. eng. DOI: [10.1186/s12871-021-01274-0](https://doi.org/10.1186/s12871-021-01274-0). Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33653264/>
 30. Burgess LC, Venugopalan L, Badger J, Street T, Alon G, Jarvis JC, Wainwright TW, Everington T, Taylor P, Swain ID. Effect of neuromuscular electrical stimulation on the recovery of people with COVID-19 admitted to the intensive care unit: A narrative review. *J Rehabil Med.* 2021 Mar 18;53(3):jrm00164. doi: 10.2340/16501977-2805. PMID: 33634830; PMCID: PMC8814855. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33634830/>
 31. Chen S, Jiang Y, Yu B, Dai Y, Mi Y, Tan Y, Yao J, Tian Y. [Effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on prevention of intensive care unit-acquired weakness in chronic obstructive pulmonary disease patients with mechanical ventilation]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.* 2019 Jun;31(6):709-713. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.06.010. PMID: 31315728. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31315728/>
 32. Kurtoglu D, Kocan N, Tastekin M, Birtane E, Tabakoglu N, Sut N. Eficacia de la electroestimulación neuromuscular sobre los músculos respiratorios auxiliares en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica atendidos en la unidad de cuidados intensivos. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 61 (2015), págs. 12-17. Disponible en: <https://www.ftrdergisi.com/abstract.php?id=3788>

Anexo 1. Ecuaciones de búsqueda

Base de Datos: Pubmed

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
(stimulation OR stimulation[MeSH Terms] OR "Electric Stimulation Therapy" OR "Electric Stimulation Therapy" [MeSH Terms] OR EEN OR EEN[MeSH Terms] OR EENM OR EENM[MeSH Terms] OR "neuromuscular electrical stimulation" OR "neuromuscular electrical stimulation"[MeSH Terms] OR "electric stimulation" OR "electric stimulation"[MeSH Terms] OR Neuromuscular OR Neuromuscular[MeSH Terms] OR Rehabilitation OR Rehabilitation[MeSH Terms] OR "therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields] OR "treatments"[All Fields] OR "therapy"[MeSH Subheading] OR "therapy"[All Fields] OR "treatment"[All Fields] OR "treatment s"[All Fields] OR "treat"[All Fields] OR ("clinical trial"[Publication Type] OR "clinical trials as topic"[MeSH Terms] OR "clinical trials"[All Fields]) OR ("clinical trial"[Publication Type] OR "clinical trials as topic"[MeSH Terms] OR "clinical trial"[All Fields]) OR ("randomized controlled trial"[Publication Type] OR "randomized controlled trials as topic"[MeSH Terms] OR "randomized controlled trial"[All Fields] OR "randomised controlled trial"[All Fields]) OR ("randomized controlled trial"[Publication Type] OR "randomized controlled trials as topic"[MeSH Terms] OR "randomized controlled trials"[All Fields] OR "randomised controlled trials"[All Fields]) OR ("therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields] OR "therapies"[All Fields] OR "therapy"[MeSH Subheading] OR "therapy"[All Fields] OR "therapys"[All Fields] OR "therapys"[All Fields]) OR ("therapeutic"[All Fields] OR "therapeutically"[All Fields] OR "therapeuticals"[All Fields] OR "therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields] OR "therapeutic"[All Fields]) AND ("respiratory diseases" OR "respiratory diseases"[MeSH Terms] OR "acute respiratory distress" OR "acute respiratory distress"[MeSH Terms] OR pulmonary OR pulmonary[MeSH Terms] OR Lung OR Lung[MeSH Terms] OR "Pulmonary Gas Exchange" OR "Pulmonary Gas Exchange"[MeSH Terms] OR "Pulmonar Diffusing Capacity" OR "Pulmonar Diffusing Capacity"[MeSH Terms] OR "COVID-19" OR "COVID-19"[MeSH Terms] OR "post COVID-19 recovery" OR "post COVID-19 recovery"[MeSH Terms] OR "coronavirus infection" OR "coronavirus infection"[MeSH Terms] OR Coronavirus OR Coronavirus[MeSH Terms] OR "Respiratory Tract Infections" OR "Respiratory Tract Infections"[MeSH Terms] OR "SARS-Cov-2" OR "sars-Cov-2"[MeSH Terms] OR "Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2" OR "NCOV" OR "2019 NCOV" OR ("coronavirus"[MeSH Terms] OR "coronavirus" OR "COV") AND 2019/11/01[PDAT] : 3000/12/31[PDAT]) AND ("muscle contraction" OR "muscle contraction"[MeSH Terms] OR "muscle spasm" OR "muscle spasm"[MeSH Terms] OR "muscle reduction" OR "muscle reduction"[MeSH Terms] OR "muscle twitching" OR "muscle twitching"[MeSH Terms] OR "muscle shrinkage" OR "muscle shrinkage"[MeSH Terms] OR "muscle wasting" OR "muscle wasting"[MeSH Terms] OR "muscular retraction" OR "muscular retraction"[MeSH Terms] OR "muscle contortion" OR "muscle contortion"[MeSH Terms] OR "muscle pain" OR "muscle pain"[MeSH Terms] AND ("status functional" OR "status functional"[MeSH Terms] OR functional OR functional[MeSH Terms] OR "functional independence" OR "functional independence"[MeSH Terms] OR "activities of daily living" OR "activities of daily living"[MeSH Terms] OR "health status" OR "health status"[MeSH Terms])	22/05/2022	30/04/2023	896

Base de Datos: Ovid

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
(stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapys OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status).mp. [mp=title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, floating sub-heading word, keyword heading word, organism supplementary concept word, protocol supplementary concept word, rare disease supplementary concept word, unique identifier, synonyms]	22/05/2022	30/04/2023	342

Base de Datos: Science Direct

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapys OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status)	22/05/2022	30/04/2023	350

Base de Datos: Scopus

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat* OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapies OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status)	22/05/2022	30/04/2023	126

Base de Datos: Cochrane Central Register of Controlled Trials

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat* OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapies OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status)	22/05/2022	30/04/2023	0

Base de Datos: Otras fuentes - Google Académico

Método de Búsqueda	Inicio de búsqueda	Fin de búsqueda	Artículos encontrados
stimulation OR Electric Stimulation Therapy OR EEN OR EENM OR neuromuscular electrical stimulation OR electric stimulation OR Neuromuscular OR Rehabilitation OR therapeutics OR treatments OR therapy OR therapy OR treatment OR treatments OR treat* OR clinical trial OR clinical trials as topic OR clinical trials OR randomized controlled trial OR randomized controlled trials as topic OR randomised controlled trials OR therapeutics OR therapies OR therapy OR therapies OR therapeutical OR therapeutically OR therapeuticals OR therapeutics OR therapeutic) AND (respiratory diseases OR acute respiratory distress OR pulmonary OR Lung OR Pulmonary Gas Exchange OR Pulmonar Diffusing Capacity OR COVID-19 OR post COVID-19 recovery OR coronavirus infection Coronavirus OR Respiratory Tract Infections OR SARS-Cov-2 OR Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 OR NCOV OR 2019 NCOV) AND (muscle contraction OR muscle spasm OR muscle reduction OR muscle twitching OR muscle shrinkage OR muscle wasting OR muscular retraction OR muscle contortion OR muscle pain) AND (status functional OR functional OR functional independence OR activities of daily living OR health status)	22/05/2022	30/04/2023	4

Anexo 2.

Anexo 2. Artículos excluidos texto completo		
#	Primer autor, año	Razón para la exclusión
1	Minetto et al, 2021 (27)	No incluían mediciones de resultado evaluadas en el estudio
2	Anil Kumar et al, 2022 (28)	

Figura 1. Diagrama de Flujo Prisma

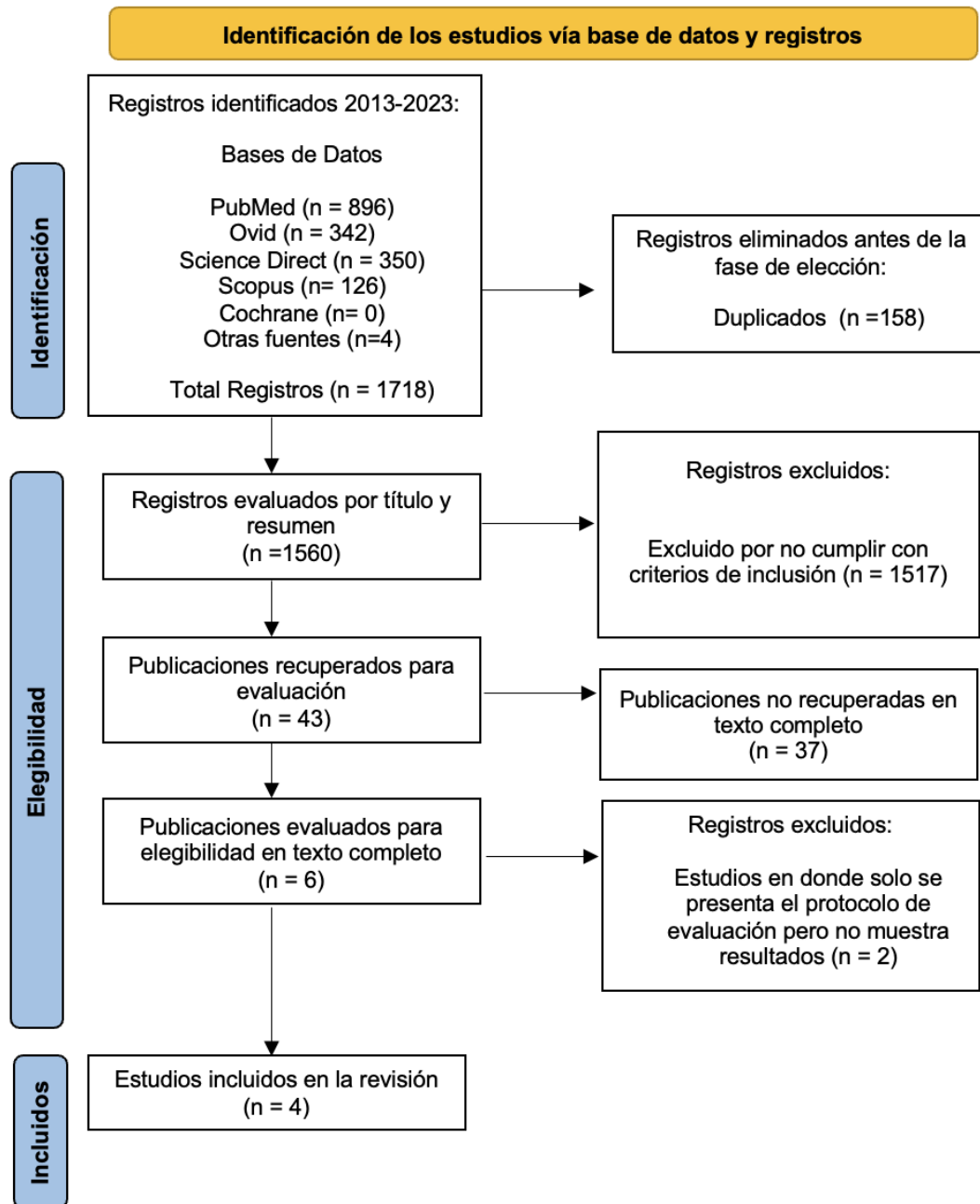


Tabla 1. Características de la bibliografía										
#	Autores	Título	Base de datos	Revista	Tipo de estudio	País	Continente	Idioma	Año	Objetivo
1	Ozyemisci et al (13)	Rehabilitación física en Unidad de Cuidados Intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda con COVID-19	Pubmed	European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine	ECC	Turquía	Europa	Inglés	2021	Evaluar los efectos del programa de rehabilitación temprana en unidad de cuidados intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda secundario a COVID-19.
2	Righetti et al (14)	EENM en pacientes con COVID-19 severo asociado con sepsis y shock séptico	Pubmed	Frontiers in Medicine	ELP	Brasil	América	Inglés	2022	Evaluar los efectos de la intervención con EENM sobre la masa muscular y la funcionalidad de pacientes con COVID-19 grave asociada a sepsis y shock séptico.
3	Mateo et al (15)	La FES cíclica favorece el restablecimiento de la posición erecta y la marcha con COVID-19 crítico	Pubmed	Annals of Physical and Rehabilitation Medicine	ECC	Francia	Europa	Inglés	2021	Evaluar si el ciclismo con FES podría usarse de manera segura en combinación con fisioterapia poco después del alta de la UCI en pacientes con COVID-19 crítico, y favorecer la restauración de la posición erecta en la reanudación espontánea de la marcha más rápidamente que la rehabilitación sin FES.
4	Zulbaran et al (16)	Seguridad y eficacia de la EENM para la debilidad muscular de las extremidades inferiores en la unidad de cuidados intensivos Pacientes con el nuevo coronavirus de 2019: un ensayo controlado aleatorio doble ciego de fase I	Pubmed	Frontiers in Medicine	ECC	Estados Unidos	América	Inglés	2022	Examinar la posible seguridad y eficacia de la EENM de las extremidades inferiores para prevenir el desacondicionamiento muscular de las extremidades inferiores en pacientes con COVID-19 en la UCI.
<p>Abreviaturas: Ensayo Clínico Controlado (ECC), Estudio Longitudinal Prospectivo (ELP), Estimulación Eléctrica Neuromuscular (EENM), Estimulación Eléctrica Funcional (FES)</p>										

Tabla 2. Características generales de los pacientes									
#	Primer autor, año	n	M/H	GE/GC	Edad (años)	IMC (kg/m2)	Comorbilidades	Características de inclusión	Características de exclusión
1	Ozyemisci et al, 2021 (13)	35	M = 11 H = 24	GE = 18 M = 11 (61%) H = 7 (39%) GC = 17 M = 4 (23%) H = 13 (77%)	GE = 73 (64 - 78) GC = 70 (62 - 76)	GE = 24.8 (19.5 - 28.1) GC = 29.4 (26.3 - 33.7)	ECV GE = 5 (28%) GC = 5 (29%) DM GE = 6 (33%) GC = 6 (35%) HTA GE = 7 (39%) GC = 10 (59%) EPC GE = 8 (44%) GC = 1 (6%) Cáncer GE = 6 (33%) GC = 2 (12%), Enfermedad neurológica GE = 4 (22%) GC = 0 (0%)	Pacientes ingresados a UCI con diagnóstico de SDRA secundario a COVID-19, edad > 18 años. Estos casos críticos se definieron como insuficiencia respiratoria con necesidad de VM o shock o insuficiencia orgánica, que requerían cuidados en la UCI de acuerdo con el protocolo de diagnóstico y tratamiento para la neumonía por el nuevo coronavirus.	No cumplir con los siguientes criterios mínimos de estabilidad médica: T <38,2°C, FC >60 lpm, <120 lpm, FR <30 respiraciones/minuto, PAS > 90 mmhg, <180 mmhg, SatO2 >92%, ausencia de aumento de la dosis del vasopresor, ausencia de arritmia (excepto fibrilación auricular crónica), ausencia de >50% de progreso en las imágenes de tórax dentro 24-48 horas, Fio2 ≤0,6, PEEP ≤10 CmH2O.
2	Righetti et al, 2022 (14)	7	M = 2 H = 5	GE = 7 (100%)	GE = 68.1 ± 4.6	GE = 30.2 ± 2.3	GE = HTA 4 (57%), DM 1 (14%), Obesidad 4 (57%), EDL 3 (42%), Ansiedad 0 (0%), Hipotiroidismo 2 (28%)	IMC ≤ 35 kg/m2, sin lesiones cutáneas, marcapasos cardíaco, infección o traumatismo en MI, enfermedades neuromusculares, uso de bloqueantes neuromusculares, polineuropatía y riesgo inminente de muerte en menos de 48 horas. (Puntuación Simplificada de Fisiología Aguda III - SAPS III ≤ 80).	Infarto y/o necesidad de dispositivos de bypass cardiopulmonar mecánico, o la necesidad de balón intraaórtico durante la hospitalización en la UCI.
3	Mateo et al, 2021 (15)	14	M = 2 H = 12	GC = 6 H = 5 (83%) M = 1 (16%) GE = 8 H = 7 (87%) M = 1 (12.5%) H = 12 M = 2	GE = 62.8 (9.1) GC = 64.8 (7.0)	GE = 28,1 (4,8) GC = 27,1 (4,4)	ECV GC = 2 (33%) GE = 5 (63%) EPC GC = 0 (0%) GE = 1 (13%) Depresión y ansiedad GC = 3.0 (2.9) GE = 5.1 (3.2)	Pacientes ingresados en el departamento de rehabilitación de Hospices Civiles de Lyon durante la primera ola pandémica en Francia después de la hospitalización en la UCI por una forma crítica de COVID-19.	Déficit cognitivo o comorbilidad neurológica o psiquiátrica.
4	Zulbaran et al, 2022 (16)	16	M = 7 H = 9	GE = 8 M = 5 (62.5%) H = 3 (37.5%) GC = 8 M = 2 (25%) H = 6 (75%)	GE = 66.75 ± 9.81 GC = 62.88 ± 9.51	GE = 28.49 ± 7.17 GC = 32.45 ± 8.04	ECV GE = 1 (12.5%) GC = 1 (12.5%) DM GE = 3 (37.5%) GC = 6 (75%) HTA GE = 5 (62.5%) GC = 6 (75%) EDL GE = 4 (50%) GC = 2 (25%) IRA GE = 1 (12.5%) GC = 1 (12.5%) IRC GE = 1 (12.5%) GC = 2 (25%) Anemia GE = 8 (100%) GC = 6 (75%) Neumonía GE = 7 (87.5%) GC = 8 (100%)	Pacientes admitidos en la UCI debido a una infección por COVID-19 dentro de los 3 días anteriores al inicio de la terapia EENM, haber recibido terapia de ventilación asistida y haber indicado reposo en cama durante al menos 7 días.	Pacientes médicamente sedados o bajo terapia vasopresora, se espera que sea dado de alta de UCI en las próximas 24 h; tenido amputaciones por debajo de la rodilla o heridas en las extremidades inferiores; marcapasos cardíaco a demanda, desfibrilador implantado u otros dispositivos electrónicos implantados; y cualquier condición que pueda interferir con resultados o aumentar el riesgo del uso de EENM según el juicio de los médicos.

Abreviaturas: Mujeres (M), Hombres (H), Grupo de Exposición (GE), Grupo Control (GC), No Específica (N/E), Enfermedades Cardiovascular (ECV) Diabetes Mellitus (DM), Hipertensión (HTA), Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA), Ventilación Mecánica (VM), Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), Temperatura (T), Frecuencia Cardíaca (FC), Frecuencia Respiratoria (FR), Presión Arterial Sistólica (PAS), Saturación de Oxígeno (SatO2), Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Miembros Inferiores (MI), Índice de Masa Corporal (IMC), Enfermedad Pulmonar Crónica (EPC), Insuficiencia Renal Aguda (IRA), Insuficiencia Renal Crónica (IRC), Enfermedad de Lípidos (EDL), Enfermedad Pulmonar (EP), Enfermedad Cardíaca (EC), Cáncer (C), Hiperlipidemia (HLPDM).

Tabla 3. Parámetros de dosificación para la aplicación de la EENM									
#	Primer autor, año	Tiempo de intervención/duración de la sesión	Localización de los electrodos	Tiempo On/Off	Tipo de impulso	Frecuencia (Hz)	Ancho de pulso (µs)	Intensidad (mA)	Intervención en GC
1	Ozyemisci et al, 2021 (13)	9 d / 52 min	Músculos cuádriceps y tibial anterior de forma bilateral	6 seg On / N/E seg Off	Ondas cuadradas bifásicas simétricas.	50	N/E	20-25	Cuidado estándar de UCI = Monitorización y tratamiento médico
2	Righetti et al, 2022 (14)	7 d / 40 min	Músculos vasto medial lateral distalmente sobre el área motora, y 5 cm por debajo de la región inguinal	4 seg On / 12 seg Off	Pulsos bifásicos de carga balanceada y ondas trapezoidales.	100	350	Pacientes despierto = Máxima contracción tolerada por paciente. Pacientes sedados= 50%.	N/A
3	Mateo et al, 2021 (15)	30 d/30 min	Músculo cuádriceps, isquiotibiales, tibial anterior y glúteo mayor o tríceps sural	N/E	N/E	N/E	N/E	Se instruyó a los pacientes para que mantuvieran una meseta de al menos el 60 % de la configuración de intensidad de estimulación máxima.	Ciclismo sin EENM
4	Zulbaran et al, 2022 (16)	14 d / 60 min	Músculo gastronemio proximal y el tendón de Aquiles	N/E	Onda pulsada bifásica sinusoidal amortiguada asimétrica	20 y 121	400 y 1400	50 - 250	Se le proporcionó un dispositivo idéntico pero no funcional (placebo) durante el mismo periodo.
Abreviaturas: d (días), min (minutos), Hz (Hertzios), µs (microsegundo), mA (miliamperios), No Especifica (N/E), No Aplica (N/A), Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), Pulsos por segundos(pps)									

Tabla 4. Evaluación del efecto del EENM en el incremento de la masa muscular, fuerza muscular e independencia funcional

#	Primer autor, año	Mediciones	Basal	Posterior	Observaciones
1	Ozyemisci et al, 2021 (13)	FMP (Kg)	N/E	GE = 30 (13 - 32) GC = 22 (11 - 27)	El estudio reporta las evaluaciones previas a la aplicación de EENM, sin embargo no reporta los valores de base. Menciona que no se observó inestabilidad hemodinámica en la aplicación y que la duración de la VM, la mortalidad, la estancia en la UCI y en el hospital fueron mayores en el GE, aunque la diferencia no fue significativa.
		MRC (puntuación)	N/E	GE = 58 (50 - 60) GC = 57 (51 - 60)	
		SF-36	N/E	GE = 90 (38 - 100) GC = 75 (45 - 80)	
2	Righetti et al, 2022 (14)	AT (cm2)	Cuádriceps Día 1= 1,44 (1,20 - 1,68) Recto Femoral Día 1= 0,65 (0,34 - 0,87)	Cuádriceps Día 8= 1,43 (1,20 - 1,65) Recto Femoral Día 8 = 0,52 (0,18 - 0,85)	El AT del recto femoral disminuyó significativamente (-16,9% [IC del 95%, -29,8 a -3,9]; p < 0,05) de los días 1 a 8, pero mostró un mantenimiento del grosor del compartimento anterior del músculo cuádriceps (-3,20% [IC del 95%, -10,6 a 4,2]; p = 0,3) de los días 1 a 8. Estos pacientes mostraron una reducción del 2,1% [IC del 95%: -3,7 a -0,5] por día en el área transversal del recto femoral y del 0,3% [IC del 95%: -1,3 a 0,5] por día en el grosor del compartimento anterior del músculo cuádriceps durante 8 días. Además, los pacientes mostraron un mantenimiento de la ecogenicidad (1,3% [IC 95%, -17,1 a 19,7%]; P = 0,8) de los días 1 a 8 con un aumento del 0,16% por día.
		U (píxeles)	Recto Femoral Día 1= 85,7 (52,3 - 117,5)	Recto Femoral Día 8 = 75,6 (55 - 97)	
		MRC (puntuación)	Día 1= 18,8 (5,3 - 43,6)	Día 8= 52,4 (49,2 - 55,8)	
		PFIT-s (puntuación)	Día 1= 1,63 (0,7 - 3,4)	Día 8= 6,6 (4,9 - 8)	
		DEMMI (puntuación)	Día 1= 7,4 (4,9 - 19)	Día 8= 45 (21,1- 68,3)	
SOMS (puntuación)	Día 1= 0,74 (0,3 - 1,7)	Día 8= 4 (3,8- 4,2)	Las puntuaciones DEMMI y SOMS aumentaron significativamente el día 8 en comparación con los días 1 y 5 (P < 0,05).		
3	Mateo et al, 2021 (15)	MRC (puntuación)	GE = 47.7 (9.2) GC = 50.2 (4.8)	N/E	Los datos fueron tomados al inicio de la intervención, no reporta datos posteriores de la escala MRC.
		Tiempo dedicado al sedentarismo	GE (Ciclismo +FES)= 778.6 (30.2) GC (Ciclismo)= 778.6 (30.2)	GE (Ciclismo +FES)= -148.3 (58.5) GC (Ciclismo)= 52.5 (70.9)	Ciclismo FES se asoció con un mayor descenso beneficioso del tiempo diurno dedicado al sedentarismo (por ejemplo, tumbado, reclinado o sentado): 200,8 min (IC 95%: 363,5; 38,2; P < 0,02) tamaño del efecto de 0,54 (efecto moderado). (tamaño del efecto = 0,52).
		Tiempo dedicado a caminar o correr	GE (Ciclismo +FES)= 6.8 (3.8) GC (Ciclismo)= 6.8 (3.8)	GE (Ciclismo +FES)= 43.5 (6.8) GC (Ciclismo)= 21.3 (8.3)	El grupo de ciclismo FES mostró un mayor aumento de tiempo dedicado a caminar o correr: 22,2 min (IC del 95%: 2,5; 41,9 min; p < 0,03)
4	Zulbaran et al, 2022 (16)	MVIC (Kg)	GE= 2.7 ± 1.7 GC= 2.5 ± 1.2	GE= 3.0 ± 1.6 GC= 2.1 ± 0.7	A los 3 días, el GE mostró una mejora no significativa en comparación con el GC con tamaños del efecto medios para Tobillos (p = 0,06, d = 0,77)
		sMEG	GE= 331 ± 10 GC= 327 ± 12	GE= 338 ± 36 GC= 314 ± 27	El GC mostró un deterioro no significativo para sMEG en comparación con el valor inicial (-3,9%, p = 0,08). A los 9 días, el GE mostró una mejora significativa en comparación con el GC, con un gran tamaño del efecto para la sMEG (p = 0,04; d = 0,97). En comparación con el valor inicial, sMEG del GE mostró una mejora significativa (+6,3%, p = 0,029).

		MFS	GE= 43.7 ± 17 GC= 31.2 ± 7.4	GE= 39.3 ± 11 GC= 46.2 ± 11.8	En comparación con el valor basal, la puntuación del MFS del GE mostró una mejora significativa (-12,7%, p = 0,05), al contrario que la del GC, que mostró un empeoramiento significativo de la puntuación (48,1%, p = 0,04).
Abreviaturas: Área Transversal (AT), Ultrasonografía (U), Electromiografía de Superficie (sMEG), Contracciones isométricas voluntarias máximas tobillo (MVIC), Fuerza Manual Prensil (FMP), Escala Medical Research Council (MRC), Test de Función Física de la UCI (PFIT-s), Índice de Movilidad de Morton (DEMMI), Puntuación de Movilización Óptima de la Unidad de Cuidados intensivos (SOMS) Funcionalidad de las extremidades inferiores evaluación de la probabilidad de caídas a través de la escala de caídas de Morse (MFS)					

Tabla 5. Calidad metodológica de los estudios ensayos clínicos controlados (PEDro score)														
#	Primer autor, año	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Calidad metodológica
1	Ozyemisci et al (13)	—	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Intermedia
3	Mateo et al, 2021 (16)	—	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Intermedia
4	Zulbaran et al, 2022 (16)	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	Alta

Criterios de la escala PEDro: (1) Los criterios de elección fueron especificados (*- Este ítem no se utiliza para calcular la puntuación PEDro), (2) Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos), (3) La asignación fue oculta, (4) Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes, (5) Todos los sujetos fueron cegados, (6) Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados, (7) Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados, (8) Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos, (9) Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar", (10) Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave, (11) El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave. Abreviaturas 1= ítem cumplido, 0 = ítem no cumplido. Criterios de calidad: ≥ 7 calidad alta, 5-6 calidad intermedia. ≤ 4 baja calidad

Tabla 6. Calidad metodológica de los estudios de comparativos (cohortes y casos y controles) Escala Minors														
#	Primer autor, año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
2	Righetti et al (14)	2	2	2	2	0	2	2	1	0	0	0	2	15

Criterios de la escala Minors: (1) Objetivo claramente definido, (2) inclusión de pacientes de forma consecutiva, (3) Recolección prospectiva de datos, (4) Resultados apropiados para el objetivo del estudio acordes a la intención de tratamiento, (5) Evaluación imparcial de los resultados (cegamiento), (6) Período de seguimiento apropiado para el objetivo del estudio, (7) Pérdida de seguimiento inferior al 5%, (8) Cálculo del tamaño de muestra del estudio, intervalo de confiabilidad 95%, (9) Un grupo de control adecuado, (10) Grupos gestionados al mismo tiempo tanto el control como estudio, (11) Equivalencia basal de grupos, (12) Análisis estadísticos adecuados. Abreviaturas 0 = no reportado, 1 = reportado pero inadecuado 2 = reportado y adecuado. El puntaje ideal sería 16 para estudios no comparativos y 24 para estudios comparativos