



UNILEÃO – CENTRO UNIVERSITÁRIO DR LEÃO SAMPAIO
CURSO DE BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

JOSEFA CAMILA MARQUES SILVA

EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA REABILITAÇÃO
DO PACIENTE CRÍTICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

JUAZEIRO DO NORTE

2023

JOSEFA CAMILA MARQUES SILVA

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA REABILITAÇÃO
DO PACIENTE CRÍTICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Fisioterapia do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (Campus Saúde), como requisito para obtenção de nota para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Me. Albério Ambrósio
Cavalcante

JUAZEIRO DO NORTE

2023

JOSEFA CAMILA MARQUES SILVA

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA REABILITAÇÃO
DO PACIENTE CRÍTICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

DATA DA APROVAÇÃO: 26 / 06 / 2023

BANCA EXAMINADORA:

Albério Ambrósio Cavalcante

Professor(a) Me. Albério Ambrósio Cavalcante
Orientador

Terentia Batista Sá de Norões

Professor(a) Ma. Terentia Batista Sá de Norões
Examinador 1

Flório Sampaio Neves Peixoto

Professor(a) Me. Flório Sampaio Neves Peixoto
Examinador 2

JUAZEIRO DO NORTE

2023

ARTIGO ORIGINAL

EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA REABILITAÇÃO DO PACIENTE CRÍTICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Autores: Josefa Camila Marques Silva ¹ e Albério Ambrósio Cavalcante ²

Formação dos autores

*1 – Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO, Juazeiro do Norte - CE.

*2 – Docente do Colegiado de Fisioterapia do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio – UNILEÃO e Mestre em Saúde Pública / UFC

Correspondência:

1- E-mail: fisiojosefacamila@gmail.com

2- E-mail: alberio@leaosampaio.edu.br

Palavras-chave: estimulação elétrica, reabilitação, cuidados intensivos, terapia intensiva.

RESUMO

Introdução: O paciente crítico está sujeito ao surgimento de complicações musculoesqueléticas e até comprometimento da capacidade funcional resultante da internação em UTI. Em virtude disso, é necessário valer-se de recursos de Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) pela sua capacidade de estímulo à microcirculação, tonicidade e trofismo no tecido muscular. **Objetivo:** Descrever os efeitos da eletroestimulação neuromuscular no desfecho funcional do paciente crítico. **Metodologia:** O estudo designa-se como uma revisão de literatura integrativa de caráter descritivo e exploratório, na qual foi constituída com levantamento bibliográfico realizado nas bases de dados PubMed, Cochrane, Scielo e PeDRo, no período de Janeiro a Junho de 2023. A seleção dos artigos elencados para os resultados desta revisão foi fundamentada conforme os critérios de elegibilidade estabelecidos, foi utilizado os descritores em ciência da saúde (DECS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), com a combinação dos termos: terapia intensiva, cuidados intensivos, estimulação elétrica, reabilitação. Além do uso do operador *booleano* “and” e “or” associado aos termos acima, com utilizando de no mínimo dois descritores em cada pesquisa aplicada nas bases de dados. Posteriormente foi empregado 4 etapas metodológicas, desde análise de títulos e resumos até leitura criteriosa, em busca do N amostral desta revisão. Por último foi realizado a consequente análise e discussão dos dados, expostos de maneira descritiva e discursiva. **Resultados:** Os estudos acerca dessa temática se encontram em significativa variabilidade, em suma, entende-se que a EENM é uma técnica de sugestivo benefício aos pacientes críticos. Os desfechos dependem dos protocolos de intervenção, quadro clínico do indivíduo e equipe multiprofissional envolvida, alternando de efeitos na função e estrutura muscular, até impacto no estado funcional, domínios relacionados a internação e alta hospitalar. **Conclusão:** A estimulação elétrica promove resultados importantes na preservação de massa muscular e prevenção de atrofia muscular. Com efeitos discretos no quesito de força muscular, ainda não há conformidade acerca dos efeitos da EENM nos desfechos funcionais e hospitalares.

Palavras-Chave: estimulação elétrica, reabilitação, cuidados intensivos, terapia intensiva.

ABSTRACT

Introduction: The critically ill patient is subject to the emergence of musculoskeletal complications and even impairment of functional capacity resulting from ICU stay. As a result, it is necessary to use neuromuscular electrostimulation resources due to their ability to stimulate microcirculation, tone and trophism in muscle tissue. **Objective:** To describe the effects of neuromuscular electrical stimulation on the functional outcome of critically ill patients. **Objective:** To describe the effects of neuromuscular electrical stimulation on the functional outcome of critically ill patients. **Method:** The study is designated as an integrative literature review of a descriptive and exploratory nature, in which it was constituted with a bibliographic survey carried out in the PubMed, Cochrane, Scielo and PeDro databases, from January to June 2023. The selection of articles listed for the results of this review was based on the established eligibility criteria, the descriptors in health science (DECS) and Medical Subject Headings (MeSH) were used, with the combination of terms: intensive therapy, intensive care, electrical stimulation, rehabilitation. In addition to the use of the Boolean operator “and” and “or” associated with the terms above, using at least two descriptors in each search applied in the databases. Subsequently, 4 methodological steps were used, from title and abstract analysis to careful reading, in search of the sample number for this review. Finally, the consequent analysis and discussion of the data was carried out, exposed in a descriptive and discursive way. **Results:** Studies on this theme are in significant variability, in short, it is understood that NMES is a technique of suggestive benefit to critically ill patients. Outcomes depend on the intervention protocols, the individual's clinical condition and the multidisciplinary team involved, ranging from effects on muscle function and structure, to impact on functional status, domains related to hospitalization and discharge. **Conclusion:** Electrical stimulation promotes important results in the preservation of muscle mass and prevention of muscle atrophy. With discrete effects on muscle strength, there is still no agreement on the effects of NMES on functional and hospital outcomes.

Keywords: electrical stimulation, rehabilitation, intensive care, intensive therapy.

INTRODUÇÃO

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) é um setor hospitalar de alta complexidade em razão do potencial de gravidade na qual a saúde do paciente assistido pode se encontrar, e sendo assim, para prestação de um trabalho de qualidade é necessário que o profissional possua competência e domínio acerca das suas responsabilidades para tratamento do paciente crítico (CARVALHO, 2021).

Para Schell et al. (2018), a melhor maneira de descrever o paciente crítico é como qualquer indivíduo que se encontre no estágio mais grave de comprometimento de saúde em estado de possível reversibilidade, contudo que pode levar a morte ou maiores agravos do quadro.

De forma geral, o surgimento de complicações associadas ao período de internação na UTI já se encontra bem estabelecido na literatura. De acordo com a Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), o tempo de permanência de um paciente comum em uma UTI no hospital público é em torno de 6,5 dias. A fraqueza muscular adquirida em UTI (FAMUTI) pode surgir a partir de 5 dias, havendo a estimativa de que 25% a 50% dos pacientes em ventilação mecânica invasiva (VMI) irão desenvolver a síndrome (CHAWLA; GRUNER, 2010; FAN et al., 2014).

No estado crítico de saúde ocorre um consumo muscular exacerbado e perda de força muscular por um processo de catabolismo disfuncional sem oportunidade de repouso para recuperação, assim resultando em fraqueza muscular. (PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019). De acordo com Latronico et al. (2017), a fraqueza adquirida em UTI atinge capacidades motoras para realizar atividades de vida diária e a qualidade de vida do ex paciente crítico.

O índice de mortalidade nas UTIs tem diminuído significativamente, em razão da evolução da medicina e atuação da equipe multiprofissional com os pacientes, segundo Hirota (2020). O autor adiciona ainda que o fisioterapeuta tem função fundamental no setor intensivo ao trabalhar em diversas condições, desde desordens respiratórias até prevenção e tratamento de disfunções atreladas a internação hospitalar e diminuição da sua funcionalidade.

A eletroestimulação neuromuscular (EENM) é uma técnica terapêutica capaz de induzir contrações musculares a partir da indução de estímulos elétricos. Segundo Burgess et al. (2021), esse feito é possível pois a ativação de contração da musculatura ocorre em função de potenciais de ação que percorrem a membrana

muscular. Potencial este que a corrente elétrica é capaz de disparar nos neurônios, causando excitação do tecido nervoso e consequente contração muscular.

A Unidade de Terapia Intensiva é focada em realizar o suporte de vida e controle do quadro clínico, e enquanto as medidas intensivistas trabalham para a recuperação do paciente, a permanência prolongada no ambiente hospitalar torna o paciente suscetível ao surgimento de diversos prejuízos funcionais e déficits de função muscular.

A eletroestimulação possui resultados que aparenta favorecer indivíduos em estado de fraqueza muscular significativa, por isso é pertinente investigar esses aspectos em busca de compreender os danos a qual o paciente está sujeito e se a EENM seria uma técnica eficaz em reduzir déficits presentes, favorecer desfechos clínicos e colaborar para recuperação funcional e melhor sobrevida ao sujeito. Desta forma, surgiu a pergunta norteadora: Quais os efeitos da eletroestimulação neuromuscular na reabilitação do paciente crítico?

Esta pesquisa se propôs a descrever os efeitos da eletroestimulação neuromuscular no desfecho funcional do paciente crítico, bem como os objetivos específicos foram identificar os agravos de funcionalidades adquiridos pela internação em UTI e quais correntes elétricas mais utilizadas na reabilitação, descrevendo a atuação do fisioterapeuta nesse contexto.

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura integrativa de caráter descritivo e exploratório, no qual o levantamento bibliográfico para a pesquisa foi realizado no período de agosto de 2022 a junho de 2023, através de visitas nas bases de dados online PubMed, Cochrane, SciELO e PeDRO. A pesquisa foi conduzida nas bases de dados supracitadas utilizando os descritores em ciência da saúde (DECS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), com a combinação dos termos: terapia intensiva, cuidados intensivos, estimulação elétrica, reabilitação. Além da utilização do operador *booleano* “and” e “or” associado aos termos, com utilização de no mínimo dois descritores em cada pesquisa aplicada nas bases de dados.

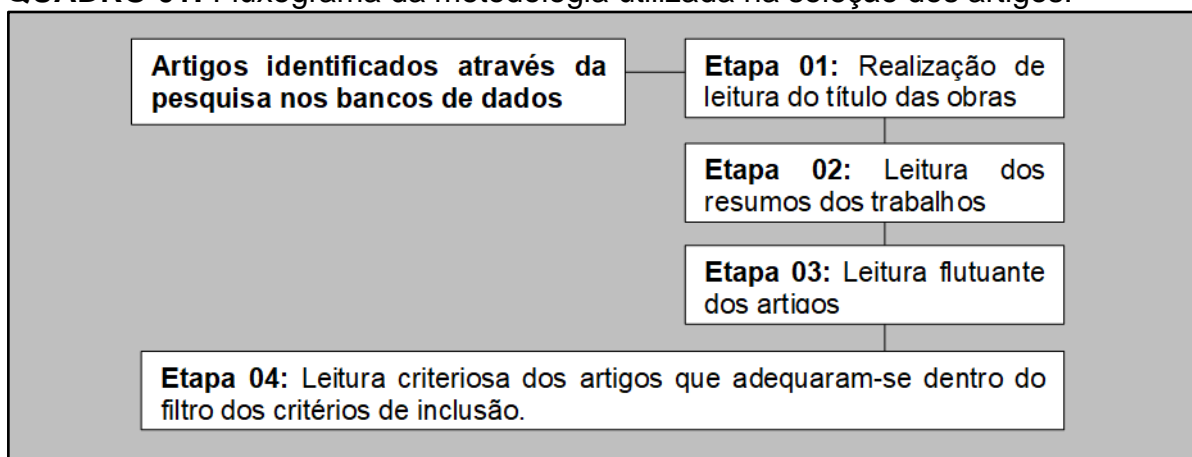
Permaneceram definidos como amostra desta pesquisa aqueles artigos com a temática do estudo e com recorte temporal a partir de 2018, com desenvolvimento de protocolos de estudos de intervenção, aplicados em seres humanos, que

contextualizam a aplicação da estimulação elétrica neuromuscular e seus efeitos nos resultados clínicos, publicados no idioma inglês e português. Desta forma, excluindo aqueles fora do delineamento proposto pela pesquisa, e a partir do tipo de estudo, levando ao descarte de resumos, estudos inconclusivos e duplicados, além de pesquisas de acesso pago e com baixa evidência científica.

Foi realizado inicialmente um levantamento bibliográfico de artigos nas bases de dados supracitadas, a partir dos critérios de elegibilidade eleitos pelo estudo. Posteriormente, a revisão integrativa realizou-se de acordo com o referencial metodológico empregado, em 4 etapas de desenvolvimento.

O Quadro 1 apresenta didaticamente as etapas; Etapa 01: Caracterizada pela leitura de títulos para selecionar aquelas obras que se adequaram à temática. Etapa 02: Leitura dos resumos dos trabalhos em busca do objetivo proposto pelo estudo. Etapa 03: Leitura flutuante dos artigos para facilitar a seleção. Etapa 04: Leitura criteriosa dos artigos que se adequaram dentro do filtro dos critérios de inclusão. Todas as etapas metodológicas utilizadas podem ser visualizadas no quadro nº1, que representa um fluxograma com o procedimento da seleção dos estudos.

QUADRO 01: Fluxograma da metodologia utilizada na seleção dos artigos.



Fonte: dados da pesquisa (2023).

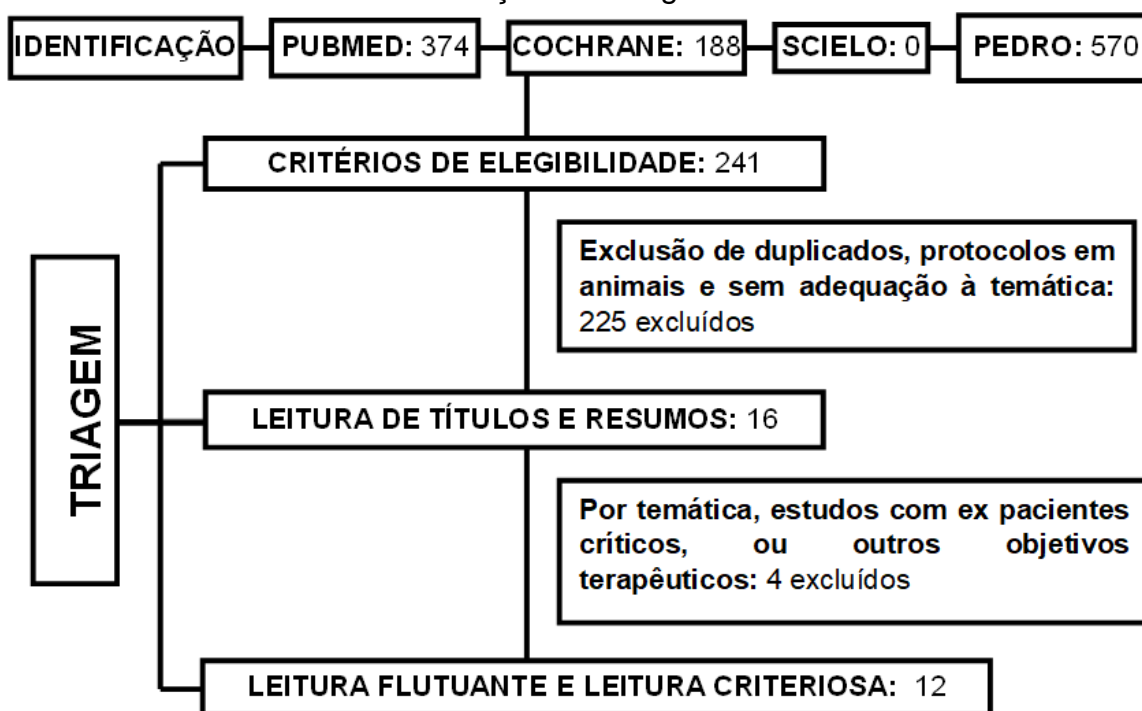
De acordo com os critérios de seleção, um conjunto de 12 artigos científicos foram alocados como amostra do estudo. Os resultados estão expostos de maneira objetiva por meio da construção de uma tabela, evidenciando o autor e ano, título da obra, objetivos do estudo, metodologia e resultados principais (tabela 01).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para dar seguimento a pesquisa com o aprimoramento dos resultados, foi realizada a identificação e triagem dos estudos encontrados. O processo de seleção se encontra exposto resumidamente em formato de fluxograma, conforme o Quadro 2., o qual permite visualizar desde os resultados iniciais da busca, com a amostra distribuída nas bases de dados, sendo 374 artigos na PUBMED, 188 artigos COCHRANE e 570 artigos na PeDRo até a composição da amostra final desta pesquisa.

Após a análise de elegibilidade foram incluídos 241 artigos, mais detalhadamente durante o processo de seleção excluíram-se 9 estudos em duplicidade, 1 por aplicação de protocolos em não humanos e 216 inadequados à temática, restando então 16 estudos após a leitura de títulos e resumos, com a sequência de leitura flutuante e em seguida análise completa e mais criteriosa obteve-se o n amostral com 12 artigos, ao excluir 3 pesquisas que não se alinhavam com o objetivo principal desta revisão integrativa.

QUADRO 2. Processo de busca e seleção dos artigos.



Fonte: dados da pesquisa (2023).

No propósito de sumarização e em virtude das divergências e aproximações dos estudos encontrados, a pesquisadora construiu 3 tabelas presentes abaixo, de acordo com três períodos bianuais (2018 e 2019; 2020 e 2021; 2022 e 2023) com quadros de apresentação dos dados e aspectos principais dos artigos relevantes à pesquisa, logo

em seguida, foi realizada a discussão da literatura pertinente aos resultados.

Tabela 01- Descrição de trabalhos científicos selecionados acerca da eletroestimulação neuromuscular na reabilitação do paciente crítico publicados entre 2018 e 2019.

AUTOR E ANO	TÍTULO	OBJETIVOS DO ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS PRINCIPAIS
MEDRINAL et al., 2018	Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: a randomised cross-over trial	Identificar os efeitos fisiológicos de quatro tipos comuns de exercício no leito em pacientes intubados e sedados confinados ao leito na UTI e determinar qual teve a maior intensidade.	Foram analisados 19 pacientes intubados e sedados confinados ao leito de UTI. Intervenção: Quatro sessões consecutivas de exercícios no leito: mobilização passiva de movimentos (PROM), estimulação elétrica do quadríceps, cicloergometria passiva e ciclismo junto à estimulação elétrica funcional (ciclismo FES). Cada terapia com duração de 10 minutos.	Observou-se que a maior parte dos exercícios no leito induziram uma baixa demanda muscular. A EENM causou aumento de HHb, evidenciando o seu efeito no metabolismo muscular local, porém o aumento veio apresentar-se mais significativo no ciclismo FES, o qual também aumentou o débito cardíaco, a resposta cardiorrespiratória e reduziu a HbO ₂ , sugerindo ser a intervenção de maior impacto no trabalho muscular.
FOSSAT et al., 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	Investigar se o uso de cicloergometria e EENM combinada a um protocolo de reabilitação padrão seriam capazes de preservar a força muscular global de pacientes gravemente enfermos.	Estudo com 312 pacientes em estado grave admitidos em menos de 72 horas, com deambulação e nível funcional independente nos dias anteriores à admissão, durante 28 dias em uma UTI de um hospital na França. Intervenção: protocolo de cicloergometria durante 15 minutos e EENM por 50 min em quadríceps combinado a reabilitação padronizada Versus um grupo de reabilitação padronizada isoladamente.	Neste ensaio clínico os valores de MRC, Escala de mobilidade da UTI, duração da VMI, estado funcional e qualidade de vida pós internação não diferiram entre os grupos de participantes. Concluindo que a cicloergometria e a EENM associada a protocolo de reabilitação padrão não foram capazes de influenciar na melhora da força muscular global na alta da UTI ou 6 meses após internação.
WOLLERSH EIM et al.,	Muscle wasting and	Avaliar efeitos da fisioterapia	A pesquisa compreende 37 pacientes em VM	Os autores obtiveram que as

2019	function after muscle activation and early protocol-based physiotherapy: an explorative trial	com medidas de ativação muscular, como a EENM, na massa e força muscular, homeostase da proteína e funcionalidade em pacientes com alto risco de FAMUTI.	com SFMO ou sepse de um hospital universitário de Berlim. Intervenção: Aplicação de fisioterapia associada a medidas de ativação muscular, em comparação com um protocolo de fisioterapia comum.	medidas de ativação muscular associadas a protocolo de fisioterapia manteve a área transversal da miofibrila, cooperando na preservação do tamanho da fibra muscular. Apesar disso, o feito não preveniu a fraqueza muscular ou teve impacto clínico na funcionalidade dos participantes.
GRUNOW et al., 2019	Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation	Caracterizar a resposta de pacientes críticos à EENM, determinando preditores para uma resposta contrátil e investigar os potenciais efeitos de uma resposta adequada à corrente elétrica.	O estudo foi composto por 21 pacientes em VM com SFMO ou sepse de um hospital universitário de Berlim. intervenção: Trata-se de uma sub-análise prospectiva de um estudo intervencional. Com aplicação diária de EENM durante 28 dias, por 20 minutos bilateralmente em oito grupos musculares diferentes de MMSS e MMII.	O estudo obteve que a variação de grupos musculares, bem como pacientes, varia na resposta à EENM e melhora clínica. Pacientes que responderam adequadamente à EENM apresentaram aumento de força nas extremidades superiores, se comparados àqueles não respondedores. Além disso, os MMSS e as extremidades distais provaram ser mais propensos a responder a EENM do que os MMII e as extremidades proximais.
SILVA et al., 2019	Neuromuscular electrical stimulation in critically ill traumatic brain injury patients attenuates muscle atrophy, neurophysiological disorders, and weakness: a randomized controlled trial	Avaliar os efeitos e o tempo necessário de um protocolo de EENM em um grupo de pacientes críticos com TCE na massa muscular, incidência de distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares (NED) e força muscular e,	Foram incluídos 60 pacientes submetidos à ventilação mecânica por até 24 horas, após traumatismo cranioencefálico grave. Intervenção: O grupo controle recebeu apenas fisioterapia convencional, enquanto no grupo EENM foi adicionalmente aplicado eletroestimulação diariamente por 14 dias nos músculos quadríceps femoral, isquiotibiais, tibial	Concluiu-se que a EENM pode ser benéfica ao reduzir a atrofia muscular, a incidência de distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares e a fraqueza muscular adquirida, ao aumentar o pico de força evocado, prevenir e tratar a NED e manter a excitabilidade neuromuscular preservada, em

		secundariamente e os desfechos clínicos	anterior e gastrocnêmio bilateralmente.	pacientes com TCE e estado geral grave.
CHEN et al., 2019	Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation	Examinar os efeitos da estimulação elétrica muscular na função muscular e nos resultados da hospitalização em indivíduos com ventilação mecânica prolongada.	Estudo composto por 37 pacientes em VM por mais de 21 dias. Intervenção: Um grupo recebeu eletroestimulação muscular diária no músculo vasto lateral e reto femoral bilateralmente, por 30 min durante 10 dias, enquanto o grupo controle recebeu tratamento médico semelhante, exceto pela EENM.	Este estudo revelou que a EENM foi eficaz na função muscular e previne a progressão da disfunção muscular, aumentando a força muscular pelo MRC, e preservando a circunferência da perna no grupo de intervenção. Todavia, nenhuma melhora significativa foi revelada na função pulmonar ou nos resultados da hospitalização.
NAKAMURA et al., 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	Determinar a eficácia do uso de EENM com eletrodo de cinto na redução da perda de volume muscular em pacientes críticos na fase aguda.	A amostra foi construída com 94 indivíduos em estado geral grave recentemente admitidos em UTI clínica cirúrgica de um hospital no Japão. Intervenção: O grupo EENM recebeu estímulo elétrico da musculatura abdominal até MMII por 20 min durante 10 dias e em comparação no outro grupo foi aplicado um protocolo de maior carga possível, incluindo exercícios de manutenção de ADM e mobilidade ativa.	Neste estudo foi possível observar respostas satisfatórias do grupo com aplicação de EENM em relação ao grupo controle. A eletroestimulação inibiu a perda de volume muscular, ao conter a diminuição de espessura muscular e além do mais melhorou a função de subir escadas de acordo com o Índice de Barthel.

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Ao estudar reabilitação na UTI, Holstein e Castro (2019), verificou que a mobilização precoce pode ser iniciada com paciente sedado ou inconsciente e independente do suporte ventilatório utilizado, desde que respeitem os critérios de segurança, a fim de promover a recuperação da independência funcional e reduzir o tempo de hospitalização. Sendo assim, a abordagem pode ser composta por diversas variações de protocolo, de exercício passivo e mais leves até terapias mais ativas e intensas, dentre tantas técnicas a EENM é uma alternativa que sugere eficácia no paciente crítico.

É importante compreender a intensidade de trabalho muscular demandado pelos exercícios aplicados em UTI, na busca por uma reabilitação física satisfatória. Pensando nisso, Medrinal et al. (2018), compararam efeitos fisiológicos de quatro tipos de exercício mais comuns na UTI, através de avaliação de função cardíaca e respiratória. Os resultados mostraram que nenhuma técnica passiva induziu resposta cardíaca ou melhora da função muscular, recomendando técnicas que alcançam indução de contração muscular, principalmente o FES associado ao ciclismo, para promover reabilitação precoce de maior intensidade para pacientes restritos ao leito.

Ainda sobre intensidade, o autor Grunow et al. (2019), entende que nem toda aplicação de estimulação elétrica provoca necessariamente uma contração muscular, o que pode ser um fator influente nos resultados terapêuticos. Por isso preocupou-se em investigar a resposta contrátil à EENM e seus efeitos, classificando a amostra como respondentes, que eram mais propensos a contrações adequadas e como não respondentes, aqueles com menor resposta. Os indivíduos respondentes apresentaram desfechos mais positivos, com uma força muscular de membros superiores significativamente maior do que os não respondedores na alta.

A pesquisadora chama atenção para o fato de que os estudos supracitados trazem preditores de importante consideração acerca da eletroestimulação na UTI, e que parecem se relacionar e influenciar nos alcances da reabilitação com EENM. Curiosamente, apesar da pesquisa acima chamar atenção para a presença de respostas contráteis, os autores consideraram a contração satisfatória ao identificar uma contração muscular visível ou palpável e mantendo neste nível pelo restante da sessão. Ignorando o tipo de contração induzida e a possibilidade de evocar maior intensidade, mais um elemento que seria interessante estudar e entender seu impacto nos desfechos.

A exemplo disso, a pesquisa de Silva et al. (2019), aplicou a EENM em 4 grupos musculares com estratégia de aplicar a amplitude da corrente mais alta possível em busca de provocar contrações máximas em cada grupo muscular, conseguindo demonstrar a eficácia da eletroestimulação em preservar a espessura muscular, aumentar o pico de força evocado e diminuir a incidência de distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares, o que parece corroborar com a teoria levantada anteriormente.

Indivíduos em estado crítico de saúde estão suscetíveis a desenvolver atrofia muscular em virtude da patologia de origem, submissão a ventilação mecânica invasiva prolongada e os efeitos deletérios do imobilismo. A utilização de EENM

demonstrou preservar a área de secção do miócito, mantendo o tamanho da fibra muscular ou reduzindo significativamente a taxa de perda de volume muscular. Os autores tiveram como resultado comum nas intervenções de eletroestimulação o efeito de prevenção e redução da atrofia muscular. (CHEN et al., 2019; WOLLERSHEIM et al., 2019; NAKAMURA et al., 2019)

Já Fossat et al. (2018), ao estudar os efeitos do ciclismo de perna no leito e da estimulação muscular elétrica, não descreveu nenhum aumento na função ou força muscular global, que se projetasse em resultados clínicos. No entanto, os próprios autores sugerem que a avaliação de força segundo o Medical Research Council (MRC) poderia ter prejudicado a identificação de diferenças nos resultados entre os grupos, com viés de efeito teto.

Diferentemente, Wageck et al. (2014), demonstrou efeitos promissores ao estudar a utilização e efeito da eletroestimulação neuromuscular no manejo de pacientes gravemente enfermos. Seus resultados demonstraram que a EENM influencia na manutenção ou aumento de volume e força muscular, colabora ao reduzir o tempo de ventilação mecânica, de desmame ventilatório e déficits musculares nos pacientes internados.

A Tabela 02 abaixo foi idealizada para apresentar as pesquisas correspondentes ao objetivo proposto e publicados entre os anos 2020 e 2021, sendo que após os critérios de seleção todos os artigos se concentraram no período de 2021.

Tabela 02- Descrição de trabalhos científicos selecionados acerca da eletroestimulação neuromuscular na reabilitação do paciente crítico publicados entre 2020 e 2021.

AUTOR E ANO	TÍTULO	OBJETIVOS DO ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS PRINCIPAIS
Nakano et al., 2021	Novel protocol combining physical and nutrition therapies, Intensive Goal-directed REhabilitation with Electrical muscle stimulation and Nutrition (IGREEN) care bundle	Avaliar a eficácia de um protocolo conciliando terapia nutricional e um protocolo de reabilitação com eletroestimulação neuromuscular (IGREEN)	Neste estudo foram incluídos 101 pacientes adultos em seu 2º dia de internação na UTI. Intervenção: incluso grupo controle com tratamento padrão e grupo intervenção de protocolo único que combina terapia nutricional rica em proteína e reabilitação com EENM (usando eletrodo tipo cinto em abdome e MMII) durante 20 min ao longo de 10 dias.	Os resultados encontrados sugeriram efeitos positivos na manutenção de massa muscular, no nível de mobilização precoce e no aumento da entrega de proteínas. No entanto, não mostraram diretamente uma melhora significativa na função física.

Waldauf et al., 2021	Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up	Testar os efeitos da reabilitação protocolizada precoce baseada em cicloergometria assistida por eletroestimulação funcional (FESCE) nos resultados funcionais dos pacientes.	A amostra foi formada por pacientes >18 anos, em VM por menos de 72 horas, mas com previsão de uma semana ou mais de internação. Intervenção: grupo intervenção com programa de mobilidade progressiva adaptada e uso de FESCE, até a alta da UTI ou dia 28, comparado a um grupo controle com protocolo padrão.	De acordo com os autores, o programa de intervenção não foi capaz de causar qualquer efeito de curto ou longo prazo. Sem melhorias nos estados funcionais, força e massa muscular dos membros inferiores, ou desfechos relacionados à hospitalização e alta.
----------------------	---	---	--	--

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Acrescentando o pensamento de Neto et al. (2016), a vivência em UTI requer conhecimento técnico-científico e habilidade profissional. Por outro lado, ela também concentra uma variedade de profissionais e recursos, por isso é importante a compreensão de que as ações desenvolvidas devem ser decididas pela equipe multidisciplinar, e um excelente trabalho em conjunto que gerencie e une as condutas em prol da melhor assistência possível.

Intervenções conjuntas de reabilitação com EENM e terapia nutricional rica em proteína podem ser importantes para alcançar os objetivos de preservar o volume muscular e está associado à maximização dos efeitos da reabilitação e eficácia nos resultados do paciente. No presente estudo, o protocolo IGREEN atingiu um nível de mobilização precoce maior, de acordo com a Escala de mobilidade de UTI, antes do grupo controle. A redução significativa de perda de massa do músculo reto femoral, indica benefícios na intervenção de modo a atenuar o desenvolvimento de atrofia muscular (NAKANO et al., 2021).

Para Ferreira et al. (2018), existe uma ligação entre a força muscular e a funcionalidade dos indivíduos a partir de 48 horas de internação na UTI. Elucidando que quanto menor a força muscular periférica, maior será o déficit de funcionalidade, além do impacto se desenvolver de maneira progressiva, diminuição de acordo com o aumento do tempo de internação.

Durante o estudo de Waldauf et al. (2021), o protocolo de intervenção levou a uma preservação da massa corporal magra, todavia, os mesmos não conseguiram relacionar o fato com nenhum sinal de melhora da função muscular e, em virtude disso, não considerarem um resultado clínico significativo da intervenção.

Já Campos et al. (2022), em uma revisão sistemática com meta-análise, investigou o uso de EENM em um protocolo de mobilização precoce, iniciando-se nas primeiras 48 horas de admissão na UTI até a alta da UTI. E identificou que a EENM aumentou o escore de estado funcional no primeiro dia acordado, levando menos dias para ficar em pé durante a internação, ademais houve menor tempo de permanência hospitalar, redução de fraqueza muscular adquirida na UTI e melhora na força muscular global.

A seguir na Tabela 03, é proposto expor os artigos selecionados para esta revisão com ano de publicação entre 2020 e 2021. No entanto, após aplicar a metodologia de seleção, os artigos restantes têm suas publicações endereçadas no ano de 2022.

Tabela 03- Descrição de trabalhos científicos selecionados acerca da eletroestimulação neuromuscular na reabilitação do paciente crítico publicados entre 2022 e 2023.

AUTOR E ANO	TÍTULO	OBJETIVOS DO ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS PRINCIPAIS
Lago et al., 2022	Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomised crossover clinical trial	Identificar se a EENM realizada nas primeiras 72 horas do diagnóstico de choque séptico ou mais tarde é segura do ponto de vista metabólico.	A amostra inclui 41 pacientes com choque séptico, nas primeiras 72 horas do diagnóstico ou posteriormente. Intervenção: protocolo de EENM com elevação de MMII em decúbito dorsal e grupo controle apenas com elevação de MMII durante 4 a 6 horas.	Os pesquisadores descobriram que apesar da alta demanda metabólica na sepse, a EENM não gera sobrecarga, e portanto, pode ser uma alternativa confiável para indução de contração muscular e mobilização no paciente crítico.
Bao et al., 2022	Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study	Comparar a eficácia e a segurança da EENM na prevenção da atrofia muscular em pacientes de unidade de terapia intensiva (UTI) sem lesão nervosa.	O estudo contou com 60 pacientes, fora do quadro agudo e conscientes em uma UTI de emergência. Intervenção: Formou-se um grupo experimental I: treinamento de atividade ativa e passiva (APAT) e EENM no músculo gastrocnêmio e tibial anterior; grupo experimental II: APAT + EENM no músculo gastrocnêmio; e grupo controle: APAT isolado	Neste estudo, os exercícios com EENM demonstraram retardar o desenvolvimento de atrofia muscular e inibir o declínio na força muscular. O protocolo de estimular simultaneamente músculos agonistas e antagonistas, foi capaz de melhorar a ADM da articulação e aumentar o efeito de preservação muscular.
Nonoyama	Neuromuscula	Examinar o	A pesquisa foi realizada	A EENM demonstrou

et al., 2022	r electrical stimulation in the intensive care unit prevents muscle atrophy in critically ill older patients: A retrospective cohort study	impacto da técnica de EENM na evolução de pacientes idosos e em estado grave na UTI.	com 42 pacientes da UTI com idade entre 65 e 75 anos. Intervenção: Categorizado por um grupo EENM e um grupo controle.	ter papel na prevenção de atrofia muscular, porém os efeitos foram menos visíveis de acordo com a idade, pois aqueles com mais de 75 anos não obtiveram os mesmos resultados. Não houve diferenças significativas na força muscular e estado funcional.
--------------	--	--	--	---

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Ao acrescentar o estudo de Conceição et al. (2017), entende-se que a mobilização precoce pode ser realizada, desde que o paciente mantenha quadro clínico estável, para suportar as respostas circulatórias e metabólicas demandadas pela intervenção. Para isso, é essencial a atenção aos critérios de segurança na mobilização do paciente crítico, a fim de minimizar os riscos relacionados à tal prática. Sobretudo, além de reabilitar fisicamente, o fisioterapeuta deve incorporar a habilidade de monitorização adequada, a fim de promover os potenciais ganhos para os pacientes sem efeitos deletérios.

Lago et al. (2022), entende que no estado de saúde crítico é comum sofrer agravos, entre eles o choque séptico, no qual o consumo de oxigênio é aumentado, evidenciando uma elevação da taxa metabólica. Sendo assim, se propôs em investigar se a aplicação da EENM causaria um aumento adicional na demanda metabólica em casos de sepse. A pesquisa refere que não ocorreram alterações metabólicas significativas durante a eletroestimulação, e, portanto, seria uma alternativa segura para reabilitação, nas primeiras 72 horas do diagnóstico ou posteriormente.

Os resultados de Bao et al. (2022), também mostraram que a intervenção EENM não interferiu no estado inflamatório e fator de coagulação dos pacientes, sendo considerada uma técnica segura. Além disso, a diminuição da força muscular do gastrocnêmio foi retardada nos pacientes de aplicação da EENM, enquanto a redução da amplitude ativa do tornozelo, e de área transversal da perna foi menor ainda nos indivíduos que receberam estímulos simultâneos em musculatura agonistas e antagonistas.

Para Sheng-Yeh et al. (2017), foi importante pesquisar sobre o impacto da eletroestimulação na permanência de suporte ventilatório em pacientes idosos com sepse e insuficiência respiratória. Em suma, os resultados demonstraram que a EENM é viável na indução de contração muscular, mas não colabora para nenhuma redução no tempo de ventilação mecânica.

De modo similar, Nonoyama et al. (2022), relata que a pessoa idosa internada em UTI está suscetível a atrofia muscular, o qual pode auxiliar no desenvolvimento de sarcopenia e de fragilidade. Ao estudar a EENM nesta população, observou-se que a intervenção inibe o declínio da espessura muscular durante a internação na UTI, porém o mesmo achados não foram observados com significância na faixa etária mais avançada, sugerindo que a eficácia é alterada em pacientes com mais de 75 anos. Além disso, não houve impacto na força muscular, e na incidência de FAMUTI e fragilidade.

Em contrapartida, Reidel et al. (2020), avaliou os efeitos da EENM sobre a funcionalidade de idosos em estado crítico e obteve como principais resultados o aumento da força dos membros inferiores e resistência muscular, de acordo com o desempenho funcional no teste de sentar e levantar (TSL). Já o tempo de permanência hospitalar não diferiu entre o grupo intervenção e o grupo-controle.

A pesquisadora reflete sobre a inserção da EENM e sua praticidade na rotina de UTI. Presume-se que o dia a dia em ambiente intensivo seja bastante atarefado, e alguns autores relatam que a eletroestimulação pode ser uma alternativa vantajosa para ambientes em que há alguma limitação ou constrangimento durante reabilitações mais ativas e de maior mobilidade. Esta teoria ao mesmo tempo choca com o posicionamento de alguns estudos que indicam a EENM como opção para pacientes inconscientes e não colaborativos. Nesta revisão, apesar de alguns desfechos conflitantes houveram estudos com resultados positivos compostos pelos dois tipos de pacientes. É necessário que estudos futuros investiguem o valor da EENM associado ao seu impacto na rotina de terapia intensiva.

Ademais, a pesquisadora levanta a problemática de que alguns artigos possuem bastante variabilidade entre si, em relação à quantidade de participantes nos estudos e nos protocolos de intervenção aplicados, o que compromete no seu N amostral.

CONCLUSÃO

Este artigo de revisão integrativa analisou o uso de recursos de eletroestimulação neuromuscular na reabilitação em UTI, abordando as diversas maneiras de aplicabilidade da técnica, os efeitos da EENM nos níveis clínicos e funcionais do paciente crítico e entendendo se existe impacto da técnica na sobrevida do sujeito. Este elemento foi positivo para o alcance do objetivo principal proposto pela pesquisa.

De acordo com os resultados apresentados, foi observado que a eletroestimulação neuromuscular demonstra resultados mais positivos na preservação de massa muscular, e portanto, influencia na prevenção de atrofia muscular. No que diz respeito à função de força muscular, a EENM ainda apresenta resultados de efeitos discretos. Além de tudo, os níveis de independência funcional, desfechos hospitalares e de médio e longo prazo, ainda apresenta resultados conflitantes.

Diante das limitações encontradas nesta revisão, sugere-se a realização de pesquisas futuras com inclusão de um N amostral significativo, mais regularidade da terapia e atenção às respostas musculares provocadas. Por fim, reafirma-se atuação do fisioterapeuta como essencial na elaboração e implementação de protocolos de reabilitação, visando preservar funções e estimular a recuperação funcional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA INTENSIVA. **AMIB apresenta dados atualizados sobre leitos de UTI no Brasil**. São Paulo, mar. 2020. 2p.

BAO, Weiwei *et al.* Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2022.

BURGESS, Louise C. *et al.* Effect of neuromuscular electrical stimulation on the recovery of people with COVID-19 admitted to the intensive care unit: a narrative review. **Journal of rehabilitation medicine**, Uppsala, v. 53, n. 3, p. 1-10, fev. 2021.

CAMPOS, Débora R. *et al.* Early neuromuscular electrical stimulation in addition to early mobilization improves functional status and decreases hospitalization days of critically ill patients. **Critical Care Medicine**. Mount Prospect, v. 50, n. 7, p. 1116-1126, jul. 2022.

CARVALHO, Franciely Midori Bueno de Freitas. Competências do enfermeiro para atuação em UTI. In: **Gestão, qualidade e segurança do paciente**. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A., 2021. 40 p.

CHAWLA, Jasvinder, GRUNER, Gregory. Gestão de polineuropatia e miopatia da doença crítica. **Neurologic Clinics**. Maryland Heights, v. 4, n. 28, p. 961-977, nov. 2010.

CHEN, Yen-Huey *et al.* Effects of electrical muscle stimulation in subjects undergoing prolonged mechanical ventilation. **Respiratory Care**, Irving, v. 64, n. 3, p. 262-271, 2019.

CONCEIÇÃO, Thais Martins Albanaz *et al.* Critérios de segurança para iniciar a mobilização precoce em unidades de terapia intensiva: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, Florianópolis, v. 29, n. 4, p. 509-519, 2017.

FAN, Eddy *et al.* 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**, New York, v. 190, n. 12, p. 1437-46, dez. 2014.

FERREIRA, Vitória Dias *et al.* Relação entre força muscular periférica e funcionalidade em pacientes críticos. **ConScientiae Saúde**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 315-321, set. 2018.

FOSSAT, Guillaume *et al.* 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**, Chicago, v. 320, n. 4, p. 368-378, 2018.

GRUNOW, Julius J. *et al.* Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation. **Critical Care**, London, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2019.

HIROTA, Adriana Sayuri. Umidificação e aquecimento de vias aéreas. In: TANAKA, Clarice.; FU, Carolina. **Fisioterapia em terapia intensiva**. Barueri: Manole, 2020. 304 p.

HOLSTEIN, Juliana Martins, CASTRO, Antônio A M Castro. Benefícios e métodos da mobilização precoce em UTI: uma revisão sistemática. **LifeStyle Journal**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 07-22, jul. 2019.

LAGO, Alessandra Fabiane *et al.* Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomised crossover clinical trial. **Plos one**, San Francisco, v. 17, n. 2, p. 15-25, 2022.

LATRONICO, Nicola *et al.* The ICM research agenda on intensive care unit-acquired weakness. **Intensive Care Medicine**, London, v. 43, n. 9, p. 1270-1281, mar. 2017.

MEDRINAL, Clément *et al.* Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: A randomised cross-over trial. **Critical care**, London, v. 22, n. 1, p. 1-8, 2018.

MORAES, Rafael Barberena *et al.* Avaliação Diária do Paciente Crítico. In: **Medicina intensiva: consulta rápida**. Porto Alegre: Artmed, 2014. 224 p.

NAKAMURA, Kensuke *et al.* 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**, Uppsala, v. 51, n. 9, p. 705-711, ago. 2019.

NAKANO, Hidehiko *et al.* Novel protocol combining physical and nutrition therapies, Intensive Goal-directed REhabilitation with Electrical muscle stimulation and Nutrition (IGREEN) care bundle. **Critical Care**, London, v. 25, n.4, p. 1-12, 2021.

NETO, João Dutra de Araújo *et al.* Profissionais de saúde da unidade de terapia intensiva: percepção dos fatores restritivos da atuação multiprofissional. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 29, n.1, p. 43-50, mar. 2016.

NONOYAMA, Tadayoshi *et al.* Neuromuscular electrical stimulation in the intensive care unit prevents muscle atrophy in critically ill older patients: A retrospective cohort study. **Medicine**, London, v. 101, n. 31, p. 31-39, abr. 2022.

REIDEL, Luísa Tiecker *et al.* Efeitos da eletroestimulação neuromuscular de quadríceps sobre a funcionalidade de idosos frágeis e pré-frágeis hospitalizados: ensaio clínico randomizado. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 27, n. 2, p.126-132, abr. 2020.

SCHELL, Carl Otto *et al.* The global need for essential emergency and critical care. **Critical Care**, London, v. 22, n. 1, p. 1-5, out. 2018.

SCHUJMAN, Debora Stripari; LAMANO, Murilo Zoccoler. Estimulação funcional do paciente criticamente enfermo. In: TANAKA, Clarice.; FU, Carolina. **Fisioterapia em terapia intensiva**. Barueri: Manole, 2020. 222 p.

SHENG-YEH, Shen *et al.* Estimulação elétrica muscular para desmame da ventilação mecânica em idosos com sepse grave e insuficiência respiratória aguda. **International Journal of Gerontology**, Taipei, v. 11, n. 1, p. 41-44, mar. 2017.

SILVA, Paulo Eugênio *et al.* Neuromuscular electrical stimulation in critically ill traumatic brain injury patients attenuates muscle atrophy, neurophysiological disorders, and weakness: a randomized controlled trial. **Journal of Intensive Care**, Irving, v. 7, p. 1-13, jan. 2019.

WAGECK, B. *et al.* Application and effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: systematic review. **Medicina Intensiva**, Madrid, v. 38, n. 7, p. 444-454, out. 2014.

WALDAUF, Petr *et al.* Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up. **Thorax**, London, v. 76, n. 7, p. 664-671, jul. 2021.