

Estimulação elétrica muscular na pessoa em programa de reabilitação respiratória: uma revisão sistemática

Selmo José Pinto Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentado à Escola Superior de Saúde do Instituto
Politécnico de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Enfermagem de
Reabilitação

Orientação Científica: Professora Doutora Maria José Gomes

Coorientação: Mestre Ruben Duarte Fernandes

Bragança, outubro de 2024



Carvalho, S. (2024). Estimulação elétrica muscular na pessoa em programa de reabilitação respiratória: uma revisão sistemática.

Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Bragança.

Bragança, 2024

RESUMO

Introdução: As doenças respiratórias podem ter um impacto significativo na autonomia e na qualidade de vida da pessoa. Apesar do treino de exercício ser considerado um componente essencial da reabilitação respiratória, é diversas vezes um obstáculo, dado o descondicionamento e os sintomas associados de dispneia e fadiga. A estimulação elétrica neuromuscular, é uma modalidade de estimulação muscular com baixas necessidades ventilatórias, isto é, menor esforço cardiovascular e, conseqüentemente, menor consumo de oxigênio, que pode contribuir para um melhor desempenho muscular. **Objetivo:** Mapear a evidência científica relativa ao efeito da estimulação elétrica neuromuscular na pessoa em programa de reabilitação respiratória. **Método:** Revisão sistemática da literatura segundo as orientações do Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Estudos publicados entre 1 de janeiro de 2019 e 11 de junho de 2024. Pesquisa completa nas bases de dados CINAHL Complete, Cochrane Central Register of Controlled Trials, MEDLINE Complete e PubMed Central. **Resultados:** Foram incluídos 13 estudos na revisão, com uma amostra total de 576 pessoas. Os estudos indicam que a estimulação elétrica neuromuscular tem um efeito positivo na força muscular e na preservação muscular. A revisão da literatura evidenciou que há melhorias significativas na tolerância ao exercício e na capacidade funcional. A estimulação elétrica neuromuscular foi associada à redução do tempo de ventilação mecânica. Os estudos indicam que há melhorias significativas no espessamento diafragmático. **Conclusões:** A estimulação elétrica neuromuscular pode melhorar a função diafragmática e reduzir a duração da ventilação mecânica, contribuindo para a recuperação da pessoa com doença ou alteração da função ventilatória e a melhoria da sua qualidade de vida.

Palavras-chave: Terapia por Estimulação Elétrica; Reabilitação; Enfermagem em Reabilitação; Terapia respiratória; Exercícios Respiratórios.

SUMMARY

Introduction: Respiratory diseases can have a significant impact on a person's autonomy and quality of life. Although exercise training is considered an essential component of respiratory rehabilitation, it is often an obstacle given deconditioning and associated symptoms of dyspnea and fatigue. Neuromuscular electrical stimulation is a modality of muscle stimulation with low ventilatory needs, that is, lower cardiovascular effort and, consequently, lower oxygen consumption, which can contribute to better muscular performance. **Objective:** Map scientific evidence regarding the effect of neuromuscular electrical stimulation on people undergoing a respiratory rehabilitation program. **Method:** Systematic review of the literature according to the guidelines of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Studies published between January 1, 2019, and June 11, 2024. Complete search in the CINAHL Complete, Cochrane Central Register of Controlled Trials, MEDLINE Complete and PubMed Central databases. **Results:** Thirteen studies were included in the review, with a total sample of 576 people. Studies indicate that neuromuscular electrical stimulation has a positive effect on muscle strength and muscle preservation. The literature review showed that there are significant improvements in exercise tolerance and functional capacity. Neuromuscular electrical stimulation was associated with reduced mechanical ventilation time. Studies indicate that there are significant improvements in diaphragmatic thickening. **Conclusions:** Neuromuscular electrical stimulation can improve diaphragmatic function and reduce the duration of mechanical ventilation, contributing to the recovery of people with illness or changes in ventilatory function and improving their quality of life.

Keywords: Electrical Stimulation Therapy; Rehabilitation; Rehabilitation Nursing; Respiratory therapy; Breathing Exercises.

SIGLAS

μ s- Microssegundos

APAT- treino de atividade ativa e passiva

AST-RF- variação da área transversal do reto femoral

cm- Centímetros

cmH₂O- Centímetro de água

CoP AP- direção anteroposterior

CoP ML- direção mediolateral

CoP V- velocidade do centro de pressão

CVF- Capacidade Vital Forçada

CVM- contrações voluntárias máximas

DFEG- eletroestimulação funcional diária

DPOC- Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

DTC6- distância percorrida em 6 minutos

DTF- Variação da Fração de Espessamento Diafragmático

EC olhos fechados

EEER- Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação

EENM- Estimulação Elétrica Neuromuscular

EER- Escala de Equilíbrio de Berg

EO – olhos abertos

ET- treino de resistência

EX- Exercício

FiO₂- fração inspirada de oxigênio

GC- Grupo de Controlo

Hz- Hertz

IMC- Índice de Massa Corporal

Kg- quilograma

Kg/m²- quilograma por metro quadrado

L- Litro(s)

m- Metros

mA- Miliamperes

min- Minuto(s)

mL- Mililitros

mm- Milímetros

MRC-FM- Escala de Força Muscular da Medical Research Council

ms- Milissegundos

PaO₂- pressão parcial de oxigênio

PEF- pico de fluxo expiratório

pH- potencial hidrogeniônico

P_{Imáx}- pressão inspiratória máxima

PRISMA- Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analysis

QdV- Qualidade de Vida

RR- Reabilitação Respiratória

RT- treino de força

s- Segundo(s)

SBT- teste de respiração espontânea

SF-36- Questionário de Qualidade de Vida de 36 itens

SOFA- Avaliação sequencial da falência de órgãos

TFEG- eletroestimulação funcional duas vezes ao dia

TRA- variação da espessura do músculo reto abdominal

TUG- Teste Levantar e Ir

VEF1- Volume Expiratório forçado no primeiro segundo

VM- Ventilação Mecânica

VO2- consumo de oxigênio

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	7
1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	8
1.1 Programa de Reabilitação Respiratória.....	8
1.2 Estimulação Elétrica Neuromuscular.....	9
2. OBJETIVO.....	13
3. MÉTODO.....	14
3.1 Critérios para considerar estudos para esta revisão.....	15
3.2 Medidas de resultado.....	15
3.3 Métodos de pesquisa para identificação de estudos.....	16
3.4 Recolha e análise de dados.....	18
3.5 Envolvimento do consumidor.....	18
4. RESULTADOS.....	20
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	44
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

FIGURAS E TABELAS

Figura 1- Fluxograma PRISMA 20

Tabela 1- Resumo dos estudos de revisão 21

INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias constituem cinco das trinta causas mais comuns de morte em todo o mundo, sendo a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) a terceira maior (World Health Organization, 2023). Em Portugal, as doenças respiratórias representam a terceira causa de morte, sendo que, em 2021, as doenças do pulmão foram responsáveis por 124841 óbitos (Fundação Portuguesa do Pulmão, 2023). Problemas relacionados com as doenças respiratórias podem ter um impacto significativo na independência e na qualidade de vida (QdV) da pessoa.

A reabilitação é um processo abrangente e dinâmico que procura a recuperação física e psicológica da pessoa com incapacidade, visando a sua reintegração social. Nesse contexto, o Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação (EEER) desempenha um papel crucial (Ordem dos Enfermeiros, 2018). Os programas de exercício são fundamentais para a reabilitação respiratória (RR) da pessoa. No entanto, são muitas vezes dificultados pelo descondicionamento e pela manifestação de sintomas de dispneia e fadiga, principais motivos de referenciação da pessoa para um programa de reabilitação. Uma das soluções poderá passar por alterar as intervenções do treino, para que o exercício se traduza na redução da carga ventilatória pulmonar, mas permita manter um estímulo de trabalho de alta intensidade (Troosters, Janssens, Demeyer, & Rabinovich, 2023). A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é exemplo de uma modalidade de estimulação muscular com baixas necessidades ventilatórias, isto é, menor esforço cardiovascular e, conseqüentemente, menor consumo de oxigénio (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

A evidência científica tem demonstrado o efeito positivo da EENM na RR da pessoa (Inverarity, 2023). No entanto, não foi identificada nenhuma revisão da literatura que sintetize o efeito de programas de reabilitação que incluam a EENM. Neste sentido, considerou-se pertinente a realização desta revisão sistemática da literatura com o objetivo de mapear a evidência científica relativa ao efeito da EENM na pessoa em programa de RR.

1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1 Programa de Reabilitação Respiratória

A RR foi definida como uma intervenção ampla, construída a partir de uma análise detalhada da pessoa. Inclui terapias personalizadas que contemplam o exercício físico, a literacia e a sensibilização para alterações comportamentais, entre outros aspetos. Estas medidas visam melhorar tanto o bem-estar físico como psicológico da pessoa que lida com a doença respiratória crónica, promovendo a adesão consistente a hábitos saudáveis a longo prazo (Spruit, 2014). Atualmente, a evidência científica suporta a eficácia da RR em diversas condições respiratórias, como fibrose pulmonar e outras doenças pulmonares intersticiais, hipertensão pulmonar, fibrose cística, bronquiectasias, doença restritiva da parede torácica, asma, cancro do pulmão e na preparação para ou recuperação de cirurgia torácica (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

É crucial gerir os sintomas em várias fases da gravidade da doença, tanto em períodos de estabilidade clínica como durante ou após a ocorrência de agudizações ou situações críticas, adaptando o cuidado a diferentes ambientes de atendimento (Spruit, 2014). O EEER merece destaque enquanto elemento essencial na gestão de doenças respiratórias, pois desempenha um papel fundamental ao abordar os problemas e limitações enfrentados por essas pessoas, tanto em situações agudas quanto crónicas, em ambientes hospitalares, comunitários e domiciliares (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

Para aqueles que enfrentam limitações físicas devido à dispneia e ao descondicionamento físico, a transição para uma vida mais ativa por iniciativa própria pode ser desafiadora, pois há receio dos sintomas e possíveis complicações do exercício não supervisionado por profissionais de saúde. Os programas de RR desempenham um papel crucial através da capacitação da pessoa para o regresso à vida ativa. Ao encorajar a manutenção de padrões de atividade regular, permitem o alcance de efeitos benéficos na pessoa-alvo dos cuidados, influenciando positivamente o prognóstico da doença pela redução de agudizações e da mortalidade. Além disso, os programas de RR traduzem-se em ganhos ao nível da gestão em saúde, na medida em que contribuem para a utilização mais eficiente dos serviços de saúde, com redução dos episódios de urgência e de consultas não programadas (Rodrigues, 2020).

Os objetivos dos programas de RR são amplos, refletindo uma abordagem holística e interdisciplinar. Incluem a minimização dos sintomas, maximização da capacidade de exercício físico, promoção da autonomia, aumento da participação social, melhoria da QdV relacionada com a saúde e a implementação de mudanças a longo prazo para promover o bem-estar (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

São direcionados, principalmente, a pessoas com doenças respiratórias com sintomas associados e impacto nas atividades diárias e na QdV. Focam-se em atividades físicas adaptadas à pessoa e em informações que a ajudam a compreender e a gerir de forma eficaz as suas condições e sintomas. Geralmente, estes programas têm uma duração de seis a oito semanas, com duas a três sessões por semana. Incluem um plano de exercícios e educação individualizados, que integra treino de resistência, treino de força e apoios, com o objetivo de melhorar o estilo de vida (NHS England, 2020).

Os ganhos obtidos com o treino de exercício nos programas de RR possibilitam que a pessoa realize as tarefas diárias que exigem esforço físico, com menor dispneia e fadiga, promovendo maior autonomia e independência. Em situações em que os exercícios convencionais apresentam desafios devido a limitações físicas, restrições de tempo ou falta de motivação, a EENM surge como uma opção para promover a adesão a programas de exercícios, fomentando melhorias na composição corporal e na força física. Além de ser uma ferramenta fundamental na reabilitação, tem sido utilizada por pessoas saudáveis e atletas de alto rendimento como um complemento aos treinos convencionais, visando otimizar o desempenho e prevenir lesões (Hart & White, 2017).

1.2 Estimulação Elétrica Neuromuscular

A EENM consiste na aplicação de corrente elétrica com o objetivo de induzir a contração de um músculo individual ou de um grupo muscular. Os elétrodos são colocados em vários pontos da pele para ativar as fibras musculares apropriadas. A contração muscular induzida eletricamente melhora a forma como o músculo afetado se contrai, com a possibilidade de ajustar as configurações para promover uma contração muscular mais forte ou mais suave (Inverarity, 2023).

Está indicada em diversas condições de saúde, contribuindo para reverter a atrofia muscular, aprimorar a força e proporcionar apoio à função. A preservação da densidade

óssea e a colaboração em terapias restauradoras, incluindo a formação de células do sistema nervoso central e mielinização, complementam as diversas aplicações desta técnica (Hart & White, 2017). Além de promover o aumento da função muscular e a contração do músculo, também estimula o fluxo sanguíneo na área, contribuindo para a recuperação de lesões. Esta estimulação, também pode ser utilizada para reduzir espasmos musculares, induzindo a fadiga do músculo em espasmo e promover o relaxamento muscular (Inverarity, 2023).

Trata-se de uma intervenção segura e perfeitamente tolerável. Esta abordagem destaca-se das demais, por melhorar a capacidade de exercício. É uma escolha significativa no tratamento de disfunções musculares graves relacionadas com a falta de atividade física, oferecendo benefícios como menor consumo de oxigênio, diminuição da frequência respiratória e alívio da sensação de dispneia e fadiga, quando comparada com as respostas fisiológicas do treino convencional. Pode também ser considerada como terapia complementar em indivíduos com doença respiratória grave e significativa redução do índice de massa corporal (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

Decorrente dos avanços tecnológicos na área, foram desenvolvidos dispositivos portáteis, acessíveis e de uso fácil em diversos contextos, desde unidades de saúde a ambientes domésticos e de lazer. Estudos prévios corroboram a sua eficácia na melhoria da função muscular e do desempenho físico em diferentes grupos populacionais, abrangendo desde jovens saudáveis até idosos e pessoas com perda muscular devido a condições adversas (Park, et al., 2023).

As instruções dos dispositivos, de uma forma geral, detalham as situações em que o uso é desaconselhado, sendo crucial que estas sejam verificadas previamente ao seu uso. A análise das contraindicações implica considerar os riscos relacionados com as contrações musculares e o aumento do fluxo sanguíneo. A estimulação elétrica não deve ser utilizada se o movimento ativo não for apropriado, como uma contração muscular que evocará movimento em torno de uma fratura instável. O uso durante a gravidez carece de evidência clara sobre benefícios e riscos. Discussões sobre tumores, pele com soluções de continuidade e implantes metálicos devem ocorrer com a equipa médica, embora possam ser identificadas como situações de precaução e não contraindicações absolutas. A compatibilidade com outros implantes, como pacemaker, deve ser cuidadosamente ponderada (Bracciano, 2022).

A corrente elétrica pode ser aplicada através de eletrodos aderentes ou de borracha, colocados, de forma estratégica, sobre os músculos que se pretendem estimular. A contração resulta da passagem de corrente elétrica pelos tecidos, desencadeando uma despolarização num neurónio motor íntegro. Este neurónio motor conduz, por sua vez, o sinal até ao músculo específico, através da transmissão sináptica até às placas terminais motoras (Bracciano, 2022). A intensidade da contração muscular gerada pode variar significativamente, desde uma contração de pequena amplitude até uma contração suficientemente robusta para desencadear um movimento fisiológico nas articulações-alvo. A manipulação cuidadosa dos parâmetros de estimulação elétrica é responsável por esta adaptação na contração muscular produzida. Estes parâmetros englobam a frequência, a amplitude e a largura de pulso (Hart & White, 2017).

A frequência, medida em Hertz (Hz), representa o número de pulsos elétricos por segundo. Frequências mais baixas (1-10 Hz) geram contrações musculares mais fracas, potencialmente menos confortáveis, mas com menor fadiga, sendo recomendadas para músculos fortemente atrofiados. Na faixa média (20-60 Hz), ocorre uma contração muscular tetânica suficiente para realização de movimentos articulares fisiológicos, o que a torna adequada para tarefas funcionais. Frequências mais altas (60-70 Hz) aumentam a força da contração muscular, mas afetam mais os neurónios sensoriais levando a uma diminuição gradual da contração tetânica devido ao aumento da resposta sensorial, podendo causar parestesia distal aos eletrodos (Allen & Goodman, 2014).

A largura do pulso, em microssegundos (μ s) ou milissegundos (ms), define a duração de cada grupo de pulsos. Os dispositivos de EENM, oferecem faixas entre 200-300 μ s, com a opção de ajuste. No que se refere à largura do pulso, configurações mais baixas (50-200 μ s) geram uma contração fraca e superficial, menos intensa, podem ser mais confortáveis, sendo apropriadas para grupos musculares menores. Nas configurações médias (200-350 μ s), observa-se uma contração mais intensa, recrutando mais fibras motoras. Configurações mais altas (350-500 μ s) recrutam um maior número de neurónios motores, resultando numa contração muscular mais poderosa, profunda e intensa, sendo indicadas para grupos musculares maiores (Hart & White, 2017).

A amplitude, ou intensidade, medida em miliamperes (mA), indica a força da estimulação. Este ajuste está sempre disponível, pois a amplitude pode variar conforme o fortalecimento muscular, a posição dos eletrodos e a tolerância individual. Uma baixa

amplitude produz uma resposta fraca, mas confortável, enquanto uma alta amplitude gera uma resposta mais intensa, podendo causar desconforto. Essas configurações permitem a adaptação da estimulação às necessidades específicas, considerando a condição muscular, o tipo de movimento desejado e a tolerância do paciente (Allen & Goodman, 2014).

Não foram encontrados estudos comparativos sobre a eficácia da estimulação elétrica muscular nos diferentes tipos de exercício (isométrico, isocinético ou isotônico), nem estudos comparando a estimulação elétrica muscular isolada com a estimulação elétrica muscular combinada com exercício. No entanto, diversos estudos compararam o uso da estimulação elétrica combinada com exercício (isométrico, isocinético ou isotônico) e o exercício isolado. O estudo de Colson, Martin, & Hoecke (2009) concluiu que a eletromioestimulação foi mais eficiente do que o treino isométrico voluntário para melhorar a força isométrica e dinâmica. O estudo de Lima, et al. (2008) demonstrou que tanto a EENM como o treino isotônico foram eficazes no aumento da força dos músculos flexores. O estudo de Hammami, et al. (2022) revelou que a combinação de treino muscular isocinético e EENM apresentou resultados superiores significativos ao treino muscular isocinético isolado na maioria dos parâmetros avaliados para o tratamento da osteoartrite do joelho.

2. OBJETIVO

Para orientar a investigação, é fundamental estabelecer um objetivo que justifique a realização da pesquisa. Assim, partindo-se da questão de revisão “Qual o efeito da EENM na pessoa em programa de RR?”, definiu-se o seguinte objetivo geral:

- Mapear a evidência científica relativa ao efeito da EENM na pessoa em programa de RR.

3. MÉTODO

Realizou-se um estudo de revisão sistemática da literatura, uma metodologia de investigação importante para a literatura científica. A sua utilização tem crescido anualmente pela sua evidência de alta qualidade (Donato & Donato, 2019).

Segundo o Cochrane Handbook (2023), uma revisão sistemática consiste num agrupamento de evidências empíricas enquadradas de acordo com critérios elegíveis pré-estabelecidos. São utilizados métodos sistematizados de forma a reduzir o viés e a fornecer resultados seguros e confiáveis para o desenvolvimento posterior de conclusões e resoluções. Na estruturação do estudo seguiram-se as orientações do Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Higgins, et al., 2023).

O protocolo foi registado na Prospero com o número de registo CRD42024548247, disponível em https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42024548247.

De forma a relatar com clareza e detalhe a revisão sistemática, foram seguidas as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analysis).

A pesquisa bibliográfica é determinante na qualidade da revisão sistemática da literatura. A construção da questão de revisão segundo a estratégia PICO proporciona uma investigação completa e específica, possibilitando uma maior precisão dos resultados obtidos. A estratégia PICO simplificou a pesquisa, assegurando o seu foco em quatro componentes: População (P) - Pessoas em programa de RR, Intervenção (I) - EENM, Comparação (C) - Pessoas sem programa de RR com EENM, resultados ou *Outcome* (O) - Efeitos produzidos pela EENM na pessoa em programa de RR (Frandsen, Nielsen, Lindhardt, & Eriksen, 2020).

3.1 Critérios para considerar estudos para esta revisão

Foram incluídos estudos publicados entre 1 de janeiro de 2019 e 11 de junho de 2024 e com texto integral disponível em acesso aberto. Não foi feita restrição em função do idioma de publicação. Foram considerados ensaios clínicos controlados randomizados, estudos de caso-controlo, estudos de coorte e séries de casos. Excluíram-se estudos secundários ou realizados em animais.

População: Foram incluídos estudos em adultos (idade ≥ 18 anos) com doença respiratória ou alteração da função respiratória, independentemente da gravidade da doença e da estabilidade clínica. Excluíram-se estudos nos quais o uso da EENM tenha sido aplicado em pessoas saudáveis, sem patologia respiratória ou sem alteração da função respiratória.

Intervenção: Consideraram-se apenas intervenções com uso de EENM de forma isolada, e como complemento ao treino de exercício. Excluíram-se estudos em que a intervenção não estivesse diretamente relacionada com pessoas com alteração da função respiratória.

Resultados: Para ser incluído, o estudo deve demonstrar o efeito da EENM na pessoa em programa de RR. Resultados não centrados na pessoa e sem evidência clínica relevante foram excluídos.

3.2 Medidas de resultado

Na análise do conteúdo dos artigos incluídos, consideraram-se os resultados que vão ao encontro do documentado na literatura mais recente relativa aos potenciais efeitos da EENM na RR, nomeadamente:

Resultados primários: Melhoria da função pulmonar, avaliada por meio de medidas objetivas, como capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e relação VEF1/CVF; capacidade de exercício.

Resultados secundários: QdV relacionada com a saúde; sintomas respiratórios;

Resultados adicionais: relacionados com a função muscular respiratória, como pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima; redução da dispneia; funcionalidade e independência nas atividades de vida diária.

Consideraram-se outros resultados relevantes relatados nos estudos incluídos. Não foram excluídos estudos com base no seu método de avaliação.

3.3 Métodos de pesquisa para identificação de estudos

A estratégia de pesquisa contemplou a realização de uma pesquisa inicial limitada que incluiu a combinação dos termos “respiratory disease” e “neuromuscular electrical stimulation”. Pretendeu-se a identificação de palavras de texto e termos de indexação contidas no título e resumo de artigos relevantes para a temática em estudo. Estas foram combinadas com recurso aos operadores booleanos AND e OR.

A estratégia de pesquisa foi adaptada de acordo com a estrutura e os requisitos específicos de cada base de dados, de forma a garantir abrangência e sensibilidade na identificação de estudos relevantes.

Devido à constante evolução das tecnologias e abordagens terapêuticas na área da RR, optou-se por estabelecer um limite temporal de cinco anos, com o intuito de abranger as evidências mais recentes e relevantes sobre o uso da EENM em programas de RR.

Foi realizada pesquisa completa nas bases de dados CINAHL Complete (EBSCOhost), Cochrane Central Register of Controlled Trials (EBSCOhost), MEDLINE Complete (EBSCOhost) e PubMed Central, limitando-se a pesquisa em “TI Title” e “AB Abstract”. Foram ainda analisadas as listas de referências dos estudos incluídos na revisão para identificar estudos adicionais que possam ser pertinentes.

A Tabela 1 expõe a estratégia de pesquisa para as diferentes bases de dados.

Tabela 1 – Estratégia de pesquisa

Base de dados	Estratégia de pesquisa
EBSCOhost <i>CINAHL complete</i>	S1: TI transcutaneous electrical nerve stimulation OR TI neuromuscular electrical stimulation OR TI electrical muscle stimulation OR TI diaphragmatic

<p><i>Cochrane Central Register of Controlled Trials MEDLINE complete</i></p>	<p>stimulation OR TI transcutaneous electrical stimulation OR TI electromyostimulation OR TI phrenic nerve stimulation OR TI muscle stimulation OR TI electrostimulation OR TI NMES</p> <p>S2: AB lung OR AB pulmonary OR AB respiratory OR AB rehabilitation OR AB breathing OR AB diaphragmatic OR AB ventilation OR AB oxigenation OR AB physiotherapy OR AB COPD</p> <p>S3: S1 AND S2</p> <p>Limitadores - Texto Integral; Data de Publicação: 20190101-20241231</p>
<p>PubMed Central</p>	<p>Search ((((((((((transcutaneous electrical nerve stimulation[Title]) OR neuromuscular electrical stimulation[Title]) OR electrical muscle stimulation[Title]) OR diaphragmatic stimulation[Title]) OR transcutaneous electrical stimulation[Title]) OR electromyostimulation[Title]) OR phrenic nerve stimulation[Title]) OR muscle stimulation[Title]) OR electrostimulation[Title]) OR NMES[Title])) AND ((((((((((lung[MeSH Terms]) OR pulmonary[MeSH Terms]) OR respiratory[MeSH Terms]) OR rehabilitation[MeSH Terms]) OR breathing[MeSH Terms]) OR diaphragmatic[MeSH Terms]) OR ventilation[MeSH Terms]) OR oxigenation[MeSH Terms]) OR physiotherapy[MeSH Terms]) OR COPD[MeSH Terms]))</p> <p>Filters: Open access; Publication date from 2019/01/01</p>

3.4 Recolha e análise de dados

Seleção dos estudos

Os estudos resultantes da estratégia de pesquisa foram importados para o software Ryyan Intelligent Systematic Review (Cambridge/Estados Unidos da América, Doha/Qatar) que permitiu a eliminação das referências duplicadas.

Realizou-se uma triagem inicial por dois revisores independentes, com base no título e resumo dos estudos identificados, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão. A decisão das divergências foi efetuada por um terceiro revisor. Posteriormente, os estudos selecionados para análise foram avaliados em texto completo para determinar aqueles que foram incluídos na revisão.

Extração e gestão de dados

A análise e extração dos dados foi realizada por dois revisores, sendo que, nos primeiros 5 artigos, este processo foi conjunto para aprimoramento da extração de dados e redução do possível viés de interpretação.

Recolheram-se os elementos de identificação de cada estudo, nomeadamente, título, nome dos autores, país de origem e ano de publicação. Extraíram-se ainda, os objetivos, tipo de estudo e classificação, critérios de inclusão e exclusão, amostra, intervenção, descrição e controlo da intervenção, e resultados principais do estudo.

A classificação dos estudos foi realizada de acordo com a Hierarquia de Evidência do Oxford Centre for Evidence - Based Medicine (OCEBM Levels of Evidence Working Group, 2011).

3.5 Envolvimento do consumidor

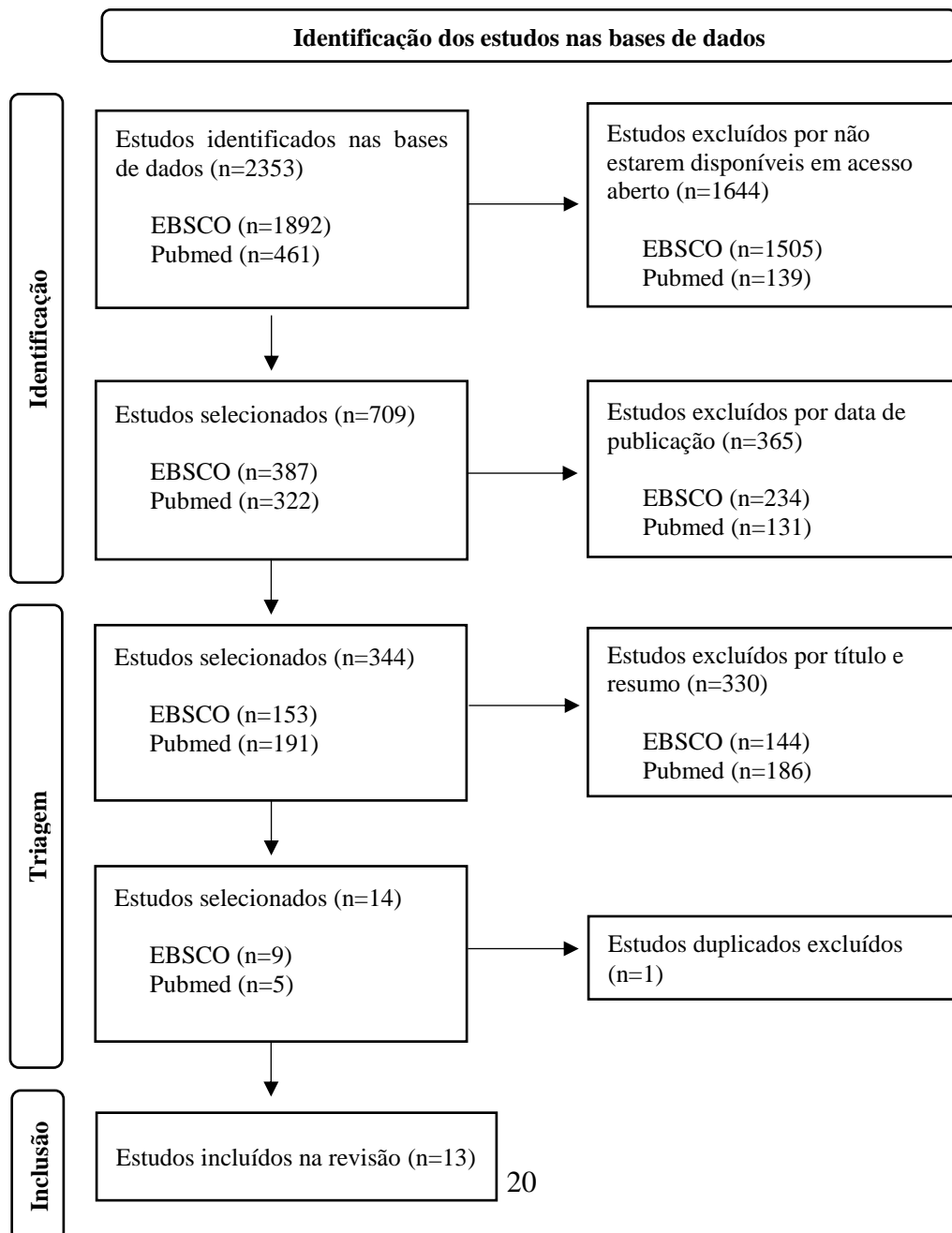
Esta revisão sistemática da literatura foi desenvolvida sem a participação direta da pessoa, cuidadores ou membros da comunidade afetados pela condição de interesse. A decisão de não envolver consumidores foi tomada com base na natureza específica da revisão, que se centra na análise de estudos relacionados com a eficácia da EENM em programas de

RR. Devido à natureza técnica e metodológica da revisão, o envolvimento direto dos consumidores não foi considerado necessário ou viável. No entanto, os resultados desta revisão foram interpretados à luz das necessidades e perspectivas dos consumidores, com base em evidências adicionais e na experiência clínica relevante.

4. RESULTADOS

Da estratégia de pesquisa nas 4 bases de dados resultaram 2353 estudos, dos quais 1644 foram excluídos por não estarem disponíveis em acesso aberto. Dos restantes 709 estudos, 365 foram excluídos por não corresponderem ao período cronológico definido. Após leitura do título e resumo dos 344 estudos, excluíram-se 330 estudos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão definidos. Dos 14 estudos restantes, um foi removido devido a duplicação em duas bases de dados distintas. Após a consolidação das citações identificadas em cada base de dados, conforme representado na Figura 1, um total de 13 estudos foram incluídos nesta revisão.

Figura 1- Fluxograma PRISMA



Para visualizar e facilitar a análise dos resultados, foi elaborada a Tabela 2 que reúne as características dos estudos incluídos. Foram evidenciados resultados primários em 3 estudos, Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi (2019), Lopez, et al. (2021) e Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi (2020), resultados secundários nos estudos de Grunow, et al. (2019), Chen, Hsiao, Li, Chen, & Huang (2019), Latimer, et al. (2019) e Bao, et al. (2022), e resultados adicionais nos estudos de Liu, et al. (2023), Santos, et al. (2020), Soták, Roubík, Henlín, & Tyll (2021), Latimer, et al. (2019), Lago, et al. (2022) e Nonoyama, et al. (2022).

Tabela 2- Resumo dos estudos de revisão

ESTUDO 1	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation Grunow JJ, Goll M, Carbon NM, Liebl ME, Weber-Carstens S, Wollersheim T. Alemanha, 2019
Objetivos	Caracterizar a resposta do doente crítico à EENM e investigar os potenciais benefícios de resultados de uma resposta contrátil adequada.
Tipo e classificação do estudo	Subanálise de um estudo clínico randomizado; Grau de evidência: 2b
Critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: doentes ventilados mecanicamente, ≥ 18 anos de idade; avaliação de falha de órgãos relacionada à sépsis (SOFA) ≥ 9 ; primeiras 72 horas após a admissão. Exclusão: tratamento hospitalar prévio > 7 dias; doença que proíba a mobilização precoce; doença neuromuscular pré-existente; diabetes mellitus insulino-tratado; Índice de Massa Corporal > 35 kg/m ² ; não deambular antes da admissão; mau prognóstico com elevada probabilidade de morte nas próximas horas.
Amostra	21 doentes

Intervenção	Os doentes receberam fisioterapia 2x/dia por 20 minutos e EENM 1x/dia por 20 minutos, bilateralmente em oito grupos musculares. A corrente elétrica foi aumentada até 70mA ou até que uma contração fosse detetada à palpação ou visualmente.
Descrição e controlo da intervenção	A EENM foi aplicada diariamente, com início no dia da inscrição até ao dia 28, durante 20 minutos num grupo muscular bilateralmente em oito grupos musculares diferentes (tibial anterior, tríceps sural, vasto lateral, parte posterior da coxa, bíceps braquiais, tríceps braquial, extensores de punho, flexores de punho). Não foram estimulados grupos musculares opostos ao mesmo tempo. Aplicaram-se impulsos elétricos com uma duração de 350µs, frequência de 50 Hz, tempo de estímulo de 6/10s e tempo de pausa de 10/15s com rampa de 1s. A corrente elétrica foi aumentada até que a contração muscular fosse visível ou palpável e mantida nesse nível durante a sessão.
Resultados	Foram incluídas nesta subanálise 1824 estimulações elétricas neuromusculares realizadas em 21 doentes após a admissão e até ao 7º dia de internamento. A resposta contrátil diminuiu de 64,4% no dia 1 para 25,0% no dia 7, com uma taxa de resposta significativamente menor nas extremidades inferiores e nos grupos musculares proximais. A corrente elétrica necessária para provocar uma contração não mudou ao longo do tempo (dia 1, 50,2 [31,3/58,8] mA; dia 7, 45,3 [38,0/57,5] mA). A corrente elétrica necessária para uma resposta contrátil foi maior nas extremidades inferiores. Ao primeiro despertar, os pacientes apresentavam fraqueza significativa (3,2 [2,5/3,8] score MRC-FM [Escala de Força Muscular da Medical Research Council]). Ao dividir a coorte em respondedores e não respondedores (> 50% vs. ≤ 50% de resposta contrátil), observou-se uma pontuação na Avaliação Sequencial da Falência de Órgãos (SOFA) significativamente maior em não respondedores. A corrente elétrica necessária para uma contração muscular nos respondedores foi significativamente menor

	(38,0 [32,8/42,9] vs 54,7 [51,3/56,0] mA, p <0,001). A força muscular apresentou valores mais elevados nas extremidades superiores dos respondedores na alta da unidade (4,4 [4,1/4,6] vs. 3,3 [2,8/3,8] score MRC-FM, p=0,036).
ESTUDO 2	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Effect of adding neuromuscular electrical stimulation training to pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomized clinical trial Marwa Mekki, Thierry Paillard, Sonia Sahli, Zouhair Tabka, Yassine Trabelsi Tunísia, 2019
Objetivos	Investigar a eficácia da EENM adicionada à reabilitação pulmonar na tolerância e equilíbrio da marcha em pacientes com DPOC.
Tipo e classificação do estudo	Ensaio clínico randomizado; Grau de evidência: 1b
Critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: diagnóstico de DPOC; ausência de outras doenças obstrutivas; ausência de condições musculoesqueléticas ou neurológicas que possam afetar o desempenho no exercício, doença cardíaca sintomática ou cirurgia pulmonar prévia. Exclusão: fumadores ativos; pessoas que apresentam resposta significativa aos broncodilatadores (aumento no volume expiratório forçado em 1s acima de 12% e excedem 200ml dos valores previstos).
Amostra	45 doentes com DPOC

Intervenção	O grupo de intervenção (n=25) foi submetido a EENM adicionada à reabilitação pulmonar e o grupo de controlo (n=20) foi submetido apenas à reabilitação pulmonar (durante 24 semanas, 3x por semana, 80 minutos cada sessão).
Descrição e controlo da intervenção	O grupo de intervenção foi submetido ao mesmo treino de resistência de 45 minutos, 3x por semana, durante 24 semanas e recebeu 20 minutos de EENM (em cada perna) no quadrícipite femoral, no tríceps sural e nos músculos isquiotibiais. Para cada perna foram colocados 6 elétrodos sobre os pontos motores dos músculos vasto medial, reto femoral e vasto lateral, 4 elétrodos foram aplicados nos pontos motores dos músculos semitendíneo e semimembranoso, e os outros 4 elétrodos foram colocados nos pontos motores dos músculos gastrocnémios medial e lateral. A corrente aplicada foi 400µs com frequência de 50 Hz. A intensidade variou entre 15 e 60mA. O tempo de estimulação foi de 5 segundos e 15 segundos de descanso, durante os primeiros 3 meses, e 10 segundos e 30 segundos nos últimos 3 meses (1 segundo de aceleração/1 segundo de desaceleração). A amplitude foi definida para provocar uma contração muscular visível e confortável e foi aumentada progressivamente em cada sessão de acordo com a tolerância do doente.
Resultados	No grupo de intervenção foi observado um aumento na tolerância ao exercício manifestado por uma maior distância percorrida no teste de marcha de 6 minutos 619,5 (39,6) m em comparação ao grupo controlo 576,3 (31,5) m. Os valores do tempo Up And Go, Escala de Equilíbrio de Berg e contração voluntária máxima no grupo de intervenção no acompanhamento foram significativamente maiores do que aqueles no grupo de controlo (P=0,02, P=0,01, P=0,0002, respetivamente). O centro de pressão nas direções mediolateral e anteroposterior, bem como a área do centro de pressão melhorou significativamente mais nos olhos abertos e nos olhos fechados no grupo intervenção em comparação ao grupo controlo (p<0,00).

ESTUDO 3

Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Effect of neuromuscular electrical stimulation combined with early rehabilitation therapy on mechanically ventilated patients: a prospective randomized controlled study Liu Y, Gong Y, Zhang C, Meng P, Gai Y, Han X, Yuan Z, Xing J, Dong Z. China, 2023
Objetivos	Investigar a eficácia da EENM combinada com reabilitação precoce no diafragma e músculo esquelético em pacientes em ventilação mecânica (VM).
Tipo e classificação do estudo	Estudo prospectivo randomizado controlado; Grau de evidência: 1b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: doentes com perspectiva de VM > 72 horas Exclusão: gravidez; lesões neuromusculares preexistentes; pneumotórax não drenado e distúrbios restritivos do movimento do diafragma; malformação do tórax ou diafragma; impossibilidade de fixação dos elétrodos por danos ou infecções locais na pele; portadores de pacemaker; índice de massa corporal > 35 kg/m ² ; acumulação grave de gases intestinais, anormalidades estruturais e outros motivos que impeçam a detecção ultrassonográfica do movimento do diafragma; doentes sob cuidados paliativos; expectativa de sobrevida não superior a 7 dias.
Amostra	80 doentes em VM por insuficiência respiratória
Intervenção	O grupo de intervenção (40 pessoas) adotou um método de tratamento de EENM combinado com reabilitação precoce e o grupo de controlo (40 pessoas) adotou apenas o método de reabilitação precoce.
Descrição e controlo da intervenção	Cada sessão de EENM durou cerca de 30 minutos. Eléttodos negativos foram colocados nos pontos de movimento das fibras do peitoral maior, reto abdominal e músculos quadricípíte bilaterais. O eléttodo positivo foi colocado em posição distal ao primeiro eléttodo, próximo ao músculo estimulado. Os parâmetros foram

	definidos com uma frequência de 50 Hz, duração do pulso de 300 ms, tempo de subida de 1 segundo, tempo de estímulo de 3 segundos, tempo de descida de 1 segundo e tempo de relaxamento de 10 segundos. Aumento gradual da intensidade da estimulação elétrica até que ocorram contrações musculares significativas.
Resultados	Nenhuma diferença significativa foi encontrada nas informações demográficas gerais e nos indicadores ultrassonográficos entre os dois grupos antes do tratamento (todos $p > 0,05$). Após o tratamento, a variação da fração de espessamento diafragmático (DTF) ($0,15 \pm 0,05\%$ vs. $0,12 \pm 0,04\%$, $p = 0,034$) foi significativamente maior no grupo de intervenção do que no grupo de controle, no dia da alta. A variação da espessura do músculo reto abdominal (TRA) ($0,05 \pm 0,09\%$ vs. $0,10 \pm 0,11\%$, $p = 0,029$) e a variação da área transversal do reto femoral (AST-RF) ($0,13 \pm 0,07\%$ vs. $0,19 \pm 0,08\%$, $p < 0,001$) no grupo de intervenção foram significativamente menores do que no grupo de controle. A duração da VM no grupo de intervenção foi significativamente menor do que no grupo de controle [109,5 (88,0, 213,0) horas Vs. 189,5 (131,5, 343,5) horas, $p = 0,023$]. O grupo de intervenção apresentou melhor pontuação de força muscular que o grupo controle na alta ($52,20 \pm 11,70$ Vs. $44,10 \pm 15,70$, $p = 0,011$).
ESTUDO 4	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation Yen-Huey Chen, Hsiu-Feng Hsiao, Li-Fu Li, Ning-Hung Chen e Chung-Chi Huang Taiwan, 2019
Objetivos	Examinar os efeitos da EENM na função muscular e nos resultados de hospitalização em indivíduos com VM prolongada

Tipo e classificação do estudo	Estudo prospectivo e randomizado; Grau de evidência: 1b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: idade ≥ 20 anos; VM > 6 horas/dia por > 21 dias; desmame ventilatório difícil; estabilidade clínica (gasometria arterial pH = 7,35–7,45, PaO ₂ ≥ 60 mmHg a 40% de FIO ₂ , ausência de sinais e sintomas de infecção e estabilidade hemodinâmica). Exclusão: cancro; infecção pulmonar aguda ou sistêmica; instabilidade hemodinâmica; doença neuromuscular prévia ou atual ou condições que pudessem interferir na avaliação de força; lesões cutâneas ou obesidade (índice de massa corporal > 35 kg/m ²).
Amostra	31 doentes em VM ≥ 21
Intervenção	O grupo de intervenção (n=16) recebeu EENM diária por 30 minutos/sessão, durante 10 dias.
Descrição e controlo da intervenção	2 sessões de EENM de 30 minutos por dia, 5 dias/semana, durante 2 semanas. Os elétrodos foram colocados em pontos motores do vasto lateral e reto femoral de ambas as pernas. A EENM foi realizada com uma frequência de 50 Hz e largura de pulso de 400 μ s, alternando ligado 2 segundos e desligado 4 segundos. A intensidade da EENM foi aumentada gradualmente até que uma contração muscular visível fosse observada.

Resultados	Após a EENM, não houve diferença na função pulmonar entre os grupos de intervenção e controle. Um aumento significativo dos pontos na Escala MRC-FM foi encontrado no grupo de EENM após a intervenção (2 [1-7] pontos vs 2 [1-3,5] pontos, respectivamente, $p= 0,034$). Nenhuma diferença nos pontos MRC-FM foi encontrada entre o início e o pós-medicação no grupo de controle (1[1-2] pontos vs 1[1-2,5] pontos, respectivamente, $p> 0,99$). No final do estudo, a circunferência das pernas no grupo de controle diminuiu significativamente em comparação com o valor basal ($47,5 \pm 8,3$ cm vs $44,6 \pm 5,7$ cm, respectivamente, $p= 0,004$) e permaneceu inalterada no grupo EENM. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de intervenção e controle. Não houve diferença no estado físico-funcional e na permanência hospitalar entre os grupos de intervenção e controle.
ESTUDO 5	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial Dos Santos FV, Cipriano G Jr, Vieira L, Güntzel Chiappa AM, Cipriano GBF, Vieira P, Zago JG, Castilhos M, da Silva ML, Chiappa GR. Brasil, 2020
Objetivos	Avaliar a eficácia da EENM, do exercício (EX) e da terapia combinada (EENM + EX) na duração da VM na pessoa em situação crítica.
Tipo e classificação do estudo	Estudo duplo-cego randomizado; Grau de evidência: 1b

Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: idade ≥ 18 anos; VM por menos de 72 horas; sem doença neuromuscular conhecida. Exclusão: paragem cardiorrespiratória; cancro em estágio terminal; aumento da pressão intracraniana; fraturas ósseas ou lesões cutâneas; VM prolongada superior a 21 dias.
Amostra	51 doentes
Intervenção	11 doentes no grupo EENM, 13 no grupo EX, 12 no grupo EENM + EX e 15 no grupo de controlo (GC). As sessões foram realizadas com duração de 55 minutos, 2x dia, durante o tempo de internamento por no máximo 6 semanas. Todos receberam fisioterapia respiratória e começaram no 3 ^o dia após a admissão na unidade. As sessões foram realizadas 7 dias por semana.
Descrição e controlo da intervenção	A EENM foi implementada em sessões 2x ao dia, com uma duração de 55 minutos, incluindo 5 minutos de aquecimento e 5 minutos de recuperação. Foram colocados 6 elétrodos sobre os pontos motores dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial de ambas as pernas. Implementados impulsos bifásicos simétricos de 45 Hz, duração do pulso de 400 μ s, intensidade e variação de frequência de acordo com o dispositivo, rampa de contração de 12 segundos, incluindo 0,8 segundos de tempo de subida e 0,8 segundos de queda e 6 segundos de relaxamento em intensidades capazes de causar contrações visíveis. Durante o período de aplicação, a amplitude foi aumentada para evitar o efeito de acomodaao do tecido.
Resultados	A duração da VM (dias) foi significativamente menor nos grupos terapia combinada ($5,7 \pm 1,1$) e EENM ($9,0 \pm 7,0$) em comparação ao GC ($14,8 \pm 5,4$).
ESTUDO 6	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Phrenic nerve stimulation prevents diaphragm atrophy in patients with respiratory failure on mechanical ventilation

	Soták M, Roubík K, Henlín T, Tyll T. Chéquia e Irlanda, 2021
Objetivos	Determinar a eficácia da estimulação do diafragma na prevenção da atrofia, através da medição da sua espessura.
Tipo e classificação do estudo	Estudo prospetivo, intervencionista, controlado e de centro duplo; Grau de evidência: 1b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: idade ≥ 18 anos; perspetiva de ventilação > 48 horas a partir do momento do recrutamento; Exclusão: fração de ejeção do ventrículo esquerdo <20%; pouca probabilidade de sobrevida nas próximas 72 horas; pacemaker implantado; enfarto agudo do miocárdio nas 72 horas anteriores; suporte inotrópico em altas doses; em choque cardiogénico; diátese hemorrágica significativa ou em risco de hemorragia significativa; paralisia do nervo frénico conhecida ou suspeita; doenças musculares, neuromusculares ou inflamatórias; infeção sistémica ativa ou infeção local no local de aplicação dos elétrodos; neutropenia ou com sinais de imunocomprometimento significativo; grávida ou mulher a amamentar; cirurgia na região do pescoço; tratamento de cancro de pescoço nos últimos 5 anos; presença de trombo intracardíaco; hipertiroidismo ou hipertensão arterial não controlada, evento isquémico cerebral nos 6 meses anteriores; distúrbios nervosos degenerativos; hemidiafragma elevado.
Amostra	22 doentes
Intervenção	Um total de 12 pacientes no grupo de intervenção e 10 pacientes no grupo de controlo foram inscritos. A espessura do diafragma foi medida por ultrassom em ambos os grupos no início da inscrição no estudo (às 0 horas), às 24 horas e no final do estudo (às 48 horas).
Descrição e controlo da intervenção	Foram realizadas 6 sessões de tratamento de estimulação de duas horas ocorrendo durante 48 horas. Utilizando orientação de ultrassom, elétrodos de estimulação multipolar foram inseridos próximos ao nervo frénico, na

	região do pescoço. Durante o tratamento, cada quarta respiração foi estimulada e a corrente de estimulação foi ajustada para manter o trabalho respiratório dos doentes entre 0,2-2 joules/L. A estimulação cessou quando o doente começou a expirar conforme determinado novamente pelo sensor de fluxo.
Resultados	A espessura basal do diafragma no grupo de intervenção foi de $(1,98 \pm 0,52)$ mm e após 48 horas de estimulação do nervo frénico aumentou para $(2,20 \pm 0,45)$ mm ($p=0,001$). A espessura basal do diafragma de $(2,00 \pm 0,33)$ mm diminuiu no grupo de controlo após 48 horas de VM para $(1,72 \pm 0,20)$ mm ($p<0,001$).
ESTUDO 7	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Randomized feasibility study of twice a day functional electrostimulation in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease hospitalized for acute exacerbation Lopez-Lopez L, Torres-Sanchez I, Rodriguez-Torres J, Cabrera-Martos I, Cahalin LP, Valenza MC. Espanha, 2021
Objetivos	Avaliar a viabilidade e os possíveis efeitos de um programa de eletroestimulação funcional diária versus duas vezes ao dia em indivíduos hospitalizados com DPOC grave.
Tipo e classificação do estudo	Ensaio clínico randomizado; Grau de evidência: 1b
Critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: doentes internados nos Serviços Respiratórios dos Hospitais de Granada; diagnosticados com DPOC grave; hospitalizados por exacerbação aguda da DPOC. Exclusão: doenças cardiovasculares instáveis; problemas ortopédicos; doenças nos membros superiores e inferiores; internados em unidades de cuidados intensivos ou uso de VM; sequelas motoras; comprometimento neurológico ou cognitivo que interfere com a avaliação e o tratamento, bem como contra-indicações da eletroterapia.

Amostra	48 doentes com DPOC grave
Intervenção	A intervenção foi realizada a partir do segundo dia de internamento até à alta. Os doentes foram randomizados em três grupos: grupo de controlo (n =16), grupo de eletroestimulação funcional diária (DFEG; n =15) e grupo de eletroestimulação funcional duas vezes ao dia (TFEG; n =17).
Descrição e controlo da intervenção	A eletroestimulação funcional consistiu em um exercício de ciclismo, utilizando um pedal exercitador, combinado com EENM, durante 30 minutos. A EENM foi administrada através de um estimulador elétrico com 2 eléctrodos colocados na face média do quadríceps e vasto medial. O protocolo de estimulação consistiu em uma frequência de 50 Hz com uma duração de pulso de 400 ms. O tempo de contração foram 8 segundos com 20 segundos de relaxamento. Ambas as pernas foram estimuladas de forma síncrona. A intensidade foi ajustada de acordo com a tolerância do doente, durante cada sessão consecutiva. A resistência do pedal exercitador também foi aumentada a cada sessão aquando tolerância na sessão anterior e os níveis de dispneia e fadiga permaneceram abaixo de 6 na Escala de Borg Modificada. Foi administrado oxigénio para manter a saturação de oxigénio acima de 88%.
Resultados	Após oito sessões, DFEG e TFEG apresentaram diferenças significativas quando comparados ao grupo de controlo em todas as variáveis (força do quadríceps; teste de sentar para levantar de 5 repetições; dispneia em repouso; dispneia pós-exercício; exaustão percebida em descanso; exaustão percebida pós-fisioterapia) medidas no momento da alta ($p \leq 0,001$). Nenhum evento adverso foi observado em nenhum dos grupos de tratamento. Foram encontradas melhorias significativas na força ($p \leq 0,05$) entre os grupos DFEG e TFEG. No entanto, a função dos membros inferiores não apresentou diferenças significativas, apesar da alteração média ter favorecido o TFEG ($23,53 \pm 3,53$ vs. $19,56 \pm 11,89$). A dispneia melhorou significativamente em todos os grupos no

	momento da alta, com resultados semelhantes para os grupos de controlo e de eletroestimulação funcional diária ($p = 0,037$ e $p = 0,041$, respetivamente). A exaustão percebida melhorou significativamente no grupo da eletroestimulação funcional duas vezes ao dia em comparação com os outros dois grupos.
ESTUDO 8	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	The Effect of Adding Neuromuscular Electrical Stimulation with Endurance and Resistance Training on Exercise Capacity and Balance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a Randomized Controlled Trial Acheche A, Mekki M, Paillard T, Tabka Z, Trabelsi Y. Tunísia, 2020
Objetivos	Investigar a eficácia da adição de EENM ao treino de resistência (ET) e treino de força (RT) na tolerância ao exercício e no equilíbrio em pacientes com DPOC.
Tipo e classificação do estudo	Estudo controlado randomizado; Grau de evidência: 1b
Critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: DPOC diagnosticada; clinicamente estável; sem outras doenças obstrutivas; ausência de cardiopatias; ausência de doenças neuromusculares; sem queda nos últimos 5 anos ou quase queda recente. Exclusão: indivíduos com condições psiquiátricas, neurológicas ou musculoesqueléticas graves e/ou doenças cardiovasculares instáveis.
Amostra	42 doentes com DPOC
Intervenção	O grupo RT + ET recebeu 45 minutos de treino de resistência (ET) combinado com 40 minutos de treinamento de força (RT). O grupo de intervenção (grupo RT + ET + EENM) recebeu programa ET (45 min) + EENM (20 min) + RT (20 min). Ambos os grupos realizaram 72 sessões (3x por semana durante 24 semanas).

Descrição e controlo da intervenção	Foram aplicados 16 elétrodos, cada um deles localizado em um dos pontos anatómicos motores do quadricípite e gémeos. Foi parametrizado uma frequência de 50 Hz, pulsos de 400 μ s, amplitude de intensidade de 15 a 20 mA e ciclo de trabalho de 10/30 segundos.
Resultados	A distância percorrida, a dispneia e a frequência cardíaca melhoraram após o período de treino ($p < 0,001$) para ambos os grupos ($p < 0,05$). O grupo TE + TR + EENM apresentou resultados melhores que o grupo TE + TR na DTC6 (distância percorrida em 6 minutos). CoP ML (direção mediolateral), CoP AP (direção anteroposterior) e CoP V (velocidade do centro de pressão) foram significativamente ($p < 0,001$; $p < 0,05$; $p < 0,001$, respetivamente) melhores nas condições de EO (olhos abertos) e EC (olhos fechados) no grupo TE + RT + EENM do que no grupo ET + RT. Os valores de EEB (Escala de Equilíbrio de Berg), TUG (Teste Levantar e Ir) e CVM (contrações voluntárias máximas) melhoraram em ambos os grupos após o treino ($p < 0,001$). Os desempenhos nos testes TUG e CVM foram significativamente maiores no grupo TE + TR + EENM do que no grupo TE + TR ($p < 0,01$; $p < 0,001$, respetivamente).
ESTUDO 9	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation in mechanically ventilated patients: a randomised study Medrinal C, Machefert M, Lamia B, Bonnevie T, Gravier FE, Hilfiker R, Prieur G, Combret Y. França, 2023
Objetivos	Avaliar o impacto da estimulação elétrica ativa diária versus estimulação simulada na prevenção da disfunção do diafragma durante o processo de desmame da VM.
Tipo e classificação do estudo	Estudo controlado randomizado duplo cego; Grau de evidência: 1b

Critérios de inclusão e exclusão	<p>Inclusão: idade > 18 anos; ventilados por pelo menos 24 horas com permanência prevista de mais de 72h na unidade; totalmente independentes antes da admissão na unidade.</p> <p>Exclusão: internado > 72 horas antes da admissão na unidade; possuir pacemaker ou desfibrilador implantável; lesão cutânea que pudesse interferir nas sondas; patologia neurológica com fraqueza muscular incapacitante; perda crónica de autonomia; IMC > 35 kg/m²; DPOC grave e decisão de suspender tratamento de suporte vital.</p>
Amostra	66 doentes
Intervenção	O tratamento foi realizado diariamente, 5x por semana até à 1ª tentativa de extubação. A sessão de estimulação elétrica durou 20 minutos. Os 66 doentes foram randomizados na proporção de 1:1. A estimulação simulada, grupo SHAM, foi uma corrente bidirecional com frequência de 2 Hz e duração de pulso de 300µs, que não produziu contrações musculares. Todas as manhãs foi medida a espessura do diafragma perpendicularmente à direção das fibras entre as membranas pleural e peritoneal, mas não incluindo as membranas.
Descrição e controlo da intervenção	Aplicaram-se 2 pares de elétrodos em cada hemitórax, um par acima e um par abaixo das laterais do processo xifoide entre o 8º e o 10º, espaços intercostais anteriores. O 2º par era aplicado sobre a linha médio-axilar do tórax entre o 8º e o 10º, espaços intercostais. Ao grupo TEDS, a estimulação aplicada foi com uma frequência de 50 Hz e largura de pulso de 300 ms. A intensidade foi ajustada para produzir uma contração palpável dos músculos sob as sondas. Cada ciclo foi programado para produzir 6” de estimulação e 10” de descanso.
Resultados	A média de dias de VM foi de 10 ± 6,8. A fração de espessamento do diafragma foi > 30% no SBT (teste de respiração espontânea) para 67% dos participantes do grupo TEDS e 54% do grupo de controlo (OR1,55, IC 95% 0,47–5,1; p = 0,47). A PImáx (pressão inspiratória máxima) e o PEF (pico de fluxo expiratório) foram

	semelhantes nos grupos TEDS e Sham (respectivamente $35,5 \pm 11,9$ vs. $29,7 \pm 11,7$ cmH ₂ O; $p = 0,469$ e $83,2 \pm 39,5$ vs. $75,3 \pm 34,08$ L/min; $p = 0,83$). A taxa de falha na extubação não foi diferente entre os grupos.
ESTUDO 10	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomised crossover clinical trial Lago AF, Basile-Filho A, de Oliveira AS, de Souza HCD, Dos Santos DO, Gastaldi AC. Brasil, 2022
Objetivos	Identificar se a EENM realizada nas primeiras 72 horas após o diagnóstico de choque séptico ou posteriormente é segura do ponto de vista metabólico.
Tipo e classificação do estudo	Estudo cruzado randomizado e controlado; Grau de evidência: 1b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: estabilidade hemodinâmica após reposição de volume intravascular, drogas vasoativas e VM. Exclusão: idade ≤ 18 anos ou > 85 anos; grávidas; morte cerebral; doenças neuromusculares ou em uso de bloqueador neuromuscular nas últimas 24 horas; fraturas; queimaduras; lesões de pele; doenças de comprometimento vascular sistémico; amputações de membros inferiores; pacemaker; trombocitopenia abaixo de 20.000/mm ³ ; IMC > 35 kg/m ² ; edema importante dos membros inferiores.
Amostra	37 doentes, 16 no estudo do choque séptico agudo (nas primeiras 72 horas do diagnóstico) e 21 no estudo da sépsis e choque séptico na fase tardia (após 72 horas do diagnóstico).
Intervenção	Os doentes foram alocados aleatoriamente ao protocolo de intervenção (com EENM) e controlo (sem EENM). Foram alocados em Grupo 1 (intervenção e controlo) ou grupo 2 (controlo e intervenção) com período de <i>wash-out</i> de 4 a 6 horas. As variáveis metabólicas foram avaliadas por calorimetria indireta.

Descrição e controlo da intervenção	Eléctrodos adesivos foram posicionados no músculo gastrocnémio. Foram fornecidos pulsos bifásicos simétricos de 250ms a 50 Hz, 2 segundos de estímulo (um tempo de subida de um segundo e um tempo de descida de um segundo) e 5 segundos de descanso, durante 30 minutos em intensidade para gerar contrações musculares e movimentos articulares visíveis.
Resultados	Não houve diferenças significativas entre os valores de consumo de oxigénio (VO ₂) na fase aguda do choque séptico quando comparados o período basal, intervenção e protocolos de controle (186,59 ± 46,10; 183,64 ± 41,39; 188,97 ± 44,88, p>0,05 expresso em mL/Kg/min). O mesmo foi observado quando comparados os valores de VO ₂ na fase tardia (224,22 ± 53,09; 226,20 ± 49,64; 226,79 ± 58,25, p>0,05). As demais variáveis metabólicas seguiram o mesmo padrão, sem diferenças significativas entre os protocolos. Quando as variáveis metabólicas foram comparadas entre a fase aguda e a tardia, foram observadas diferenças significativas (p<0,05).
ESTUDO 11	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Impact of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation or resistance exercise on skeletal muscle mRNA expression in COPD Latimer LE, Constantin D, Greening NJ, Calvert L, Menon MK, Steiner MC, Greenhaff PL. Reino Unido, 2019
Objetivos	Investigar as mudanças na abundância de mRNA muscular de vários alvos genéticos em resposta a uma única sessão EENM em comparação com exercício de resistência.
Tipo e classificação do estudo	Estudo controlado randomizado; Grau de evidência: 1b

Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: diagnóstico clínico de DPOC; no momento do recrutamento, estavam livres de exacerbaes e de medicao esteróide oral ≥ 4 semanas; não haviam participado de reabilitao pulmonar ≥ 1 ano; não tinham comorbilidades que levassem a limitaes significativas ao exercício.
Amostra	26 doentes com DPOC estável
Interveno	13 doentes com DPOC receberam EENM e 13 realizaram exercício de resistência voluntário. Biópsias do músculo vasto lateral foram obtidas em repouso imediatamente antes e 24 horas após a interveno.
Descrio e controlo da interveno	O protocolo EENM contempla a colocao de dois elétrodos sobre o quadricípite. O protocolo consistiu em 30 minutos de estimulao com pulso bifásico de 50 Hz (durao do pulso 300 μ s) composto por ciclos de trabalho de 15 segundos com descanso de 5 segundos. Os doentes auto-selecionaram a intensidade de estimulao e foram incentivados a definir a corrente no limite da tolerância.
Resultados	EENM e exercício de resistência alteraram a abundância de mRNA de 18 e 68 genes, respetivamente (taxa de descoberta falsa $< 5\%$), dos quais 14 genes eram comuns a ambas as intervenes e da mesma magnitude de alterao de dobramento. As funes biológicas dos genes regulados positivamente incluíam inflamao, hipertrofia, renovao de proteínas musculares e crescimento muscular, enquanto os genes regulados negativamente incluíam funes de sinalizao mitocondrial e celular.
ESTUDO 12	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicao	Neuromuscular electrical stimulation in the intensive care unit prevents muscle atrophy in critically ill older patients: A retrospective cohort study Nonoyama T, Shigemi H, Kubota M, Matsumine A, Shigemi K, Ishizuka T. Japão, 2022

Objetivos	Examinar a evolução de doentes idosos em situação crítica tratados com EENM na Unidade de Cuidados Intensivos e definir o impacto de seu uso.
Tipo e classificação do estudo	Estudo de coorte retrospectivo unicêntrico; Grau de evidência: 2b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: idade ≥ 65 anos com previsão de permanência na UCI > 48 horas. Exclusão: VM < 72 horas; não elegível para protocolos de mobilização precoce e reabilitação; paralisia motora; fratura óssea; menos de 3 sessões de EENM; edema, feridas ou doenças de pele no local de medição do ultrassom; pacemaker; balão intra-aórtico ou suporte cardiopulmonar percutâneo; administração de relaxantes musculares; presença de trombose venosa profunda.
Amostra	42 idosos em situação crítica
Intervenção	A reabilitação precoce foi iniciada nas 48 horas desde admissão na unidade, em ambos os grupos, grupo controlo (n=20) e grupo EENM (n=22). Para análise de subgrupo, cada grupo foi classificado em pré-idoso (65 – 74 anos) e idoso (≥ 75 anos). Definiram-se os efeitos da EENM na espessura muscular (volume muscular), intensidade de eco do músculo (qualidade muscular), força muscular e função física.
Descrição e controlo da intervenção	A EENM foi aplicada uma vez por dia, durante 30 minutos, 5 dias por semana e somente durante a permanência na unidade. Eléctodos de cinto foram fixados nas coxas e tornozelos do paciente. As configurações foram definidas para uma frequência de 20 Hz, uma largura de pulso de 250 μ s e um ciclo de trabalho de 5 segundos de estimulação seguido de 2 segundos de pausa. A intensidade da estimulação eléctrica foi fixada em intensidade máxima sem dor, e a contração muscular foi confirmada por inspeção e palpação.
Resultados	O grupo de controlo apresentou diminuição significativa da espessura muscular. O grupo que realizou EENM apresentou menor redução da espessura muscular e diminuição da intensidade do eco muscular, em comparação

	ao grupo de controlo. A EENM inibiu a diminuição da espessura muscular no grupo de pré-idoso versus o grupo idoso. O efeito decrescente da EENM na intensidade do eco manifestou-se apenas na faixa etária pré-idoso.
ESTUDO 13	
Título, Autores, País de origem e Ano de publicação	Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study Weiwei Bao, Jiajia Yang, Mingna Li, Kang Chen, Zheng Ma, Yuehong Bai & Yiming Xu China, 2022
Objetivos	Comparar a eficácia e segurança da EENM para prevenir a atrofia muscular em doentes de uma Unidade de Cuidados Intensivos sem lesão nervosa.
Tipo e classificação do estudo	Estudo randomizado controlado; Grau de evidência: 1b
Crítérios de inclusão e exclusão	Inclusão: consciente; sem lesão do sistema nervoso central e periférico; sem exacerbação aguda; internamento na unidade >1 semana. Exclusão: coma; incapacidade de cooperar com o tratamento; defeito original da função do membro ou doença neuromuscular; ferida ou fixação externa da área de tratamento; sarcopénia (circunferência gemelar < 34 cm para homens e < 33 cm para mulheres e força de prensão < 28 kg para homens e <18 kg para mulheres); febre alta; pacemaker; arritmia grave.
Amostra	65 doentes
Intervenção	Os doentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: Grupo Experimental I (n = 21), Grupo Experimental II (n=22) e Grupo de Controlo (n=22). Grupo experimental I (treino de atividade ativa e passiva (APAT) + tratamento com EENM no músculo gastrocnémio e tibial anterior), grupo experimental II (tratamento

	com APAT + EENM em gastrocnémio sozinho) e grupo controlo (APAT sozinho). Avaliaram-se antes e depois da intervenção as alterações na força do gastrocnémio, na amplitude de movimento do tornozelo e na área da secção transversal do músculo da perna inferior. O início da intervenção foi no 2º ou 3º dia após admissão e terminou no dia da saída da unidade ou no dia anterior.
Descrição e controlo da intervenção	A pele da região gemelar foi exposta e 2 eléctrodos foram colocados no ponto motor do músculo alvo. Frequência de 30 Hz, largura de onda de 300µs, relação liga/desliga de 1:4, intensidade da corrente de acordo com a tolerância, durante 20', 2x ao dia por pelo menos 7 dias até à alta da unidade. A estimulação muscular eficaz foi definida como contração muscular palpável e visível.
Resultados	A força muscular do gastrocnémio, a amplitude de movimento da articulação do tornozelo e a área muscular transversal da perna, nos três grupos, mostraram uma tendência decrescente. A diminuição da força do músculo gastrocnémio no Experimental I e no Experimental II foi menor que no grupo controlo ($p < 0,05$), mas não houve diferença entre o I e o II. A diminuição na amplitude de movimento ativa do tornozelo e na área transversal da perna I e II foi menor que a do grupo controlo ($p < 0,05$), e a diminuição no I foi menor que a do II (todos $p < 0,05$). O efeito curativo no I foi melhor que no II. Não houve diferenças significativas nas alterações dinâmicas do tempo de protrombina, ácido láctico e proteína C reativa durante os três grupos ($p > 0,05$).

No estudo 1 (Grunow, et al., 2019), a resposta contrátil diminuiu significativamente ao longo do tempo, com uma taxa de resposta menor nas extremidades inferiores e nos grupos musculares proximais. No entanto, a corrente elétrica necessária para provocar uma contração muscular permaneceu constante. Observou-se que doentes com uma maior pontuação na SOFA, responderam menos à EENM. A força muscular nas extremidades superiores dos respondedores foi significativamente maior na alta, sugerindo um benefício específico em termos de força muscular com a EENM.

No estudo 2 (Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi, 2019) o grupo de intervenção demonstrou melhoria significativa na tolerância ao exercício e em vários parâmetros de equilíbrio e contração voluntária máxima. A EENM pareceu melhorar a capacidade funcional e a estabilidade postural dos pacientes em RR.

No estudo 3 (Liu, et al., 2023), após a intervenção, o grupo de EENM mostrou uma maior variação na fração de espessamento diafragmático e uma menor variação na espessura do músculo reto abdominal e na área transversal do reto femoral em comparação com o grupo de controlo. A duração da VM foi significativamente menor no grupo de EENM, sugerindo uma recuperação mais rápida.

No estudo 4 (Chen, Hsiao, Li, Chen, & Huang, 2019), apesar da EENM não ter mostrado diferenças na função pulmonar entre os grupos, houve um aumento significativo na pontuação MRC-FM no grupo de EENM. A circunferência das pernas permaneceu estável no grupo EENM, enquanto diminuiu significativamente no grupo de controlo, indicando um potencial efeito de preservação muscular da EENM.

No estudo 5 (Santos, et al., 2020), a duração da VM foi menor nos grupos que receberam terapia combinada e EENM, em comparação ao grupo controlo, reforçando a eficácia da EENM na redução do tempo de suporte ventilatório.

No estudo 6 (Soták, Roubík, Henlín, & Tyll, 2021), a espessura do diafragma aumentou no grupo de intervenção após 48 horas de EENM, enquanto diminuiu no grupo de controlo. Este achado sugere que a EENM pode prevenir a atrofia diafragmática associada à VM.

No estudo 7 (Lopez, et al., 2021), os grupos de EENM mostraram melhorias significativas em vários parâmetros de força e dispneia, sem eventos adversos. A exaustão percebida

melhorou significativamente no grupo de EENM duas vezes por dia, indicando uma potencial vantagem do aumento da frequência de EENM.

No estudo 8 (Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi, 2020), os resultados indicaram melhorias significativas na distância percorrida, na estabilidade postural e nos testes de equilíbrio e força no grupo de EENM combinado com treino físico. A EENM pareceu aumentar os benefícios do treino físico regular.

No estudo 9 (Medrinal, et al., 2023), não houve diferenças significativas na taxa de falha na extubação entre os grupos, mas a fração de espessamento do diafragma foi maior no grupo de EENM. Isto sugere um possível efeito positivo da EENM na função diafragmática, apesar da ausência de impacto na taxa de sucesso da extubação.

No estudo 10 (Lago, et al., 2022), não foram encontradas diferenças significativas no consumo de oxigênio e outras variáveis metabólicas entre os grupos. No entanto, foram observadas diferenças significativas entre as fases aguda e tardia, indicando uma recuperação metabólica ao longo do tempo.

No estudo 11 (Latimer, et al., 2019), a EENM e o exercício de resistência alteraram a expressão de vários genes relacionados com a inflamação, hipertrofia e crescimento muscular. Isto sugere que a EENM pode ter efeitos benéficos na regeneração e manutenção muscular a nível molecular.

No estudo 12 (Nonoyama, et al., 2022), a EENM inibiu a redução da espessura muscular e a diminuição da intensidade do eco muscular, especialmente no grupo de pré-idosos. Este resultado destaca o potencial da EENM na prevenção da atrofia muscular em populações envelhecidas.

No estudo 13 (Bao, et al., 2022), os grupos experimentais mostraram uma menor diminuição na força muscular, amplitude de movimento do tornozelo e área muscular transversal da perna em comparação com o grupo controlo. A EENM pareceu ter um efeito protetor contra a deterioração muscular e funcional.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Grunow, et al. (2019), Chen, Hsiao, Li, Chen, & Huang (2019), Lopez, et al. (2021), Nonoyama, et al. (2022) e Bao, et al., 2022) indicaram que a EENM tem um efeito positivo na força muscular e na preservação muscular. No estudo de Grunow, et al. (2019) observou-se uma redução significativa na fraqueza muscular, medida pela pontuação MRC-FM, em doentes que responderam positivamente à EENM. Esta resposta foi mais pronunciada nas extremidades superiores, sugerindo um potencial benefício diferencial, dependendo da localização da estimulação muscular. Chen, Hsiao, Li, Chen, & Huang (2019) não encontraram diferenças significativas na função pulmonar entre grupos com e sem EENM, mas evidenciaram um aumento significativo na pontuação MRC-FM após a intervenção e preservação da circunferência das pernas. Isso sugere que os benefícios da EENM podem estar mais relacionados com a força muscular direta do que com a função pulmonar. O estudo de Nonoyama, et al. (2022) observou menor redução da espessura muscular e diminuição da intensidade do eco muscular no grupo EENM, enquanto Bao, et al. (2022) demonstraram que a diminuição da força do músculo gastrocnêmio foi menor nos grupos de EENM comparado ao grupo controlo.

Os estudos de Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi (2019), Lopez, et al. (2021) e Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi (2020) mostraram melhorias significativas na tolerância ao exercício e na capacidade funcional. O estudo de Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi (2019) relatou um aumento na distância percorrida no teste de marcha de 6 minutos e melhoria em parâmetros de equilíbrio, cruciais para a recuperação global e da QdV dos doentes em programas de RR. O estudo de Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi (2020) observou melhorias na distância percorrida e na estabilidade postural na pessoa submetida a um programa de EENM combinada com treino físico.

A EENM foi associada a uma redução na duração da VM nos estudos de Liu, et al. (2023), Santos, et al. (2020) e Soták, Roubík, Henlín, & Tyll (2021). Liu, et al. (2023) demonstraram que a duração da VM foi significativamente menor no grupo de EENM. O estudo de Santos, et al. (2020) corroborou estes resultados ao evidenciar menor duração da VM nos grupos que receberam EENM ou terapia combinada. Adicionalmente, Soták, Roubík, Henlín, & Tyll (2021) demonstraram um aumento na espessura do diafragma com a EENM, sugerindo proteção contra a atrofia diafragmática.

Os resultados de Liu, et al. (2023) destacaram que a EENM pode influenciar positivamente a morfologia muscular, com aumento significativo na espessura do músculo diafragma e na área transversal do músculo reto femoral. Essas alterações morfológicas estão associadas a melhorias na função muscular e na capacidade respiratória, aspectos fundamentais na reabilitação de doentes com comprometimento respiratório. O estudo de Nonoyama, et al. (2022) observou que a EENM pode ser mais eficaz na preservação da massa muscular e na redução da intensidade do eco muscular em indivíduos mais novos (pré-idosos) em comparação com indivíduos mais velhos (idosos). Essa descoberta sugere que a idade pode modular a resposta à EENM e destaca a necessidade de ajustes personalizados nos protocolos de tratamento com base na faixa etária dos doentes.

A EENM demonstrou eficácia na melhoria da estabilidade postural e equilíbrio nos estudos de Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi (2019) e Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi (2020). Mekki, Paillard, Sahli, Tabka, & Trabelsi (2019) relataram melhorias nos parâmetros de equilíbrio medidos pela escala de equilíbrio de Berg e no teste "Up And Go". Ficou demonstrada melhorias significativas na estabilidade postural e na velocidade do centro de pressão (Acheche, Mekki, Paillard, Tabka, & Trabelsi, 2020).

Latimer, et al. (2019) exploraram os efeitos da EENM a nível molecular, identificando alterações significativas na expressão de genes relacionados com a inflamação, hipertrofia e crescimento muscular. Esses achados fornecem *insights* importantes sobre os mecanismos pelos quais a EENM pode influenciar a recuperação muscular e a resposta adaptativa dos tecidos durante a RR.

O estudo realizado por Medrinal, et al. (2023) não encontrou diferenças significativas na taxa de falha na extubação entre os grupos, mas a fração de espessamento do diafragma foi maior no grupo de EENM. Por outro lado, Lago, et al. (2022) não documentaram diferenças significativas no consumo de oxigênio e outras variáveis metabólicas entre os grupos, mas observaram diferenças significativas entre as fases aguda e tardia, indicando recuperação metabólica ao longo do tempo.

Decorrente do referido, considera-se que a implementação da EENM em programas de RR pode trazer diversas implicações práticas importantes como melhoria na força e capacidade muscular, redução da duração da VM, aplicação em diversos contextos

clínicos, combinação com outras intervenções de reabilitação, melhoria na função diafragmática, redução da fadiga e melhoria da capacidade de exercício, implicações económicas e melhoria da QdV.

Os resultados dos estudos analisados indicam que a EENM pode melhorar significativamente a força muscular e a capacidade funcional dos doentes. Isso é especialmente relevante para doentes com DPOC e outras doenças respiratórias crónicas que muitas vezes enfrentam descondicionamento físico e atrofia muscular devido à inatividade e à dispneia. A EENM pode ser uma intervenção valiosa para ajudar esses doentes a recuperar a força muscular e melhorar a sua capacidade de realizar atividades diárias, promovendo uma maior independência e QdV (Hart & White, 2017).

A redução da duração da VM, observada por Liu, et al. (2023), Santos, et al. (2020) e Soták, Roubík, Henlín, & Tyll (2021). Liu, et al. (2023) é uma implicação prática crucial. Menor tempo de VM está associado a uma redução das complicações relacionadas com a ventilação prolongada, como infeções nosocomiais e lesões pulmonares induzidas pela ventilação. Isso pode resultar em uma recuperação mais rápida e menos onerosa para os pacientes, além de uma redução nos custos de saúde associados ao tratamento intensivo (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

A EENM pode ser integrada em diferentes fases do tratamento de pacientes com doenças respiratórias, desde a fase aguda em unidades de cuidados intensivos até a reabilitação em ambientes domiciliares ou comunitários. A flexibilidade e a portabilidade dos dispositivos de EENM permitem que esta intervenção seja aplicada em diversos contextos clínicos, facilitando a continuidade do cuidado e a adesão dos doentes aos programas de reabilitação (Hart & White, 2017).

A EENM pode ser usada em combinação com outras intervenções de reabilitação, tais como exercícios de resistência e programas educacionais. A sinergia entre a EENM e outras modalidades de tratamento pode potenciar os efeitos terapêuticos, proporcionando uma reabilitação mais abrangente e eficaz. Isso é particularmente importante para a pessoa com limitação para a realização de exercícios físicos tradicionais devido à fadiga e à dispneia (Spruit, 2014). Estudos como os de Colson, Martin, & Hoecke (2009) e Hammami et al. (2022) indicam que a combinação de EENM com exercícios pode oferecer benefícios superiores em termos de ganho de força muscular em comparação com o exercício isolado. Isso sugere que, na prática clínica, a integração de EENM com

programas de exercício pode ser uma estratégia mais eficaz para melhorar a força muscular e a funcionalidade em pacientes com necessidade de reabilitação respiratória.

A EENM oferece uma forma de exercício com baixo esforço cardiovascular, o que é especialmente benéfico para pacientes que sofrem de fadiga severa e têm uma baixa tolerância ao exercício físico convencional. A capacidade de realizar exercícios de alta intensidade sem a carga ventilatória significativa pode ajudar a melhorar a capacidade de exercício e a resistência dos pacientes, facilitando a sua participação em programas de reabilitação (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

A melhoria na função diafragmática, como observado nos estudos de Liu, et al. (2023) e Soták, Roubík, Henlín, & Tyll (2021), é particularmente relevante para doentes com fraqueza muscular respiratória. A EENM pode ajudar a fortalecer o diafragma e outros músculos respiratórios, melhorando a eficácia da respiração e reduzindo a sensação de dispneia, resultando em maior capacidade de exercício e melhor QdV (Hart & White, 2017).

A utilização da EENM pode ter implicações económicas positivas ao reduzir a duração da hospitalização e a necessidade de intervenções médicas intensivas. A melhoria na capacidade funcional e a redução das complicações associadas à VM podem contribuir para a redução dos custos gerais de saúde. Além disso, a capacidade de realizar a EENM em casa pode diminuir a necessidade de visitas frequentes ao hospital, proporcionando uma solução económica para a reabilitação a longo prazo (Hart & White, 2017).

A melhoria na força muscular, na capacidade funcional e na função respiratória pode resultar em uma QdV significativamente melhor para a pessoa. A capacidade de realizar atividades diárias com menos dispneia e fadiga pode aumentar a sua independência e a participação social, contribuindo para um bem-estar geral melhorado (Ordem dos Enfermeiros, 2018).

Forças e Limitações

Uma das forças desta revisão é a inclusão de uma variedade de estudos que exploram diferentes aspetos da EENM. A análise abrange diversos parâmetros, como força muscular, capacidade funcional, espessamento diafragmático e redução da duração da VM, proporcionando uma visão alargada dos benefícios potenciais da EENM. Este

alcance amplo permite uma compreensão mais holística dos impactos da EENM em pessoas com doenças respiratórias crónicas, o que é crucial para a integração dessa intervenção na prática clínica.

Contudo, a heterogeneidade dos estudos representa uma limitação significativa. Os estudos variam em termos de populações de doentes, protocolos de EENM e metodologias utilizadas, o que dificulta a comparação direta e a generalização dos resultados. Além disso, alguns estudos apresentaram amostras pequenas e falta de controlo de variáveis confundidoras, o que pode influenciar a validade dos resultados. A ausência de estudos longitudinais também limita a compreensão dos efeitos sustentados da EENM.

A falta de padronização nos protocolos de EENM é outra limitação importante. Diferentes estudos utilizaram diferentes intensidades, frequências e durações de EENM, o que pode contribuir para a variabilidade nos resultados. Além disso, muitos estudos não reportaram adequadamente os efeitos adversos, o que impede uma avaliação completa da segurança da EENM. Para assegurar a segurança e eficácia da EENM, é crucial que futuras pesquisas adotem protocolos padronizados e incluam relatórios detalhados sobre quaisquer efeitos adversos observados.

Outra limitação relevante é a diversidade nas condições clínicas dos doentes incluídos nos estudos. A variabilidade nas condições de saúde e na gravidade das doenças respiratórias entre os participantes pode ter influenciado a resposta à EENM, tornando difícil a aplicação dos resultados a uma população mais ampla de doentes com doenças respiratórias crónicas.

Sugestões para Pesquisas Futuras

Futuras pesquisas devem focar-se em estudos de maior escala e bem controlados que investiguem os mecanismos pelos quais a EENM melhora a função muscular e a capacidade funcional. Ensaios clínicos randomizados com amostras maiores e seguimento a longo prazo são necessários para confirmar os achados preliminares e determinar a eficácia sustentada da EENM.

Estudos futuros também devem explorar a resposta individual à EENM para identificar quais os doentes que mais podem beneficiar desta intervenção. Pesquisas que examinem

os fatores que influenciam a variabilidade na resposta, como a gravidade da doença, o estado nutricional, a presença de comorbilidades e a adesão ao tratamento, podem ajudar a personalizar a EENM para maximizar os benefícios para cada doente. Por exemplo, a identificação de marcadores biológicos ou genéticos que predizem uma melhor resposta à EENM poderia otimizar a seleção dos doentes para essa terapia.

Além disso, é importante investigar os efeitos combinados da EENM com outras intervenções de reabilitação, como exercícios de resistência e programas de educação, para desenvolver abordagens integradas que possam proporcionar benefícios sinérgicos. A combinação de EENM com técnicas tradicionais de reabilitação pode potencializar os efeitos terapêuticos, oferecendo uma reabilitação mais completa e eficaz. A padronização dos protocolos de EENM e a avaliação rigorosa dos efeitos, em trabalhos futuros, devem ser objeto de prioridade.

Adicionalmente, há uma necessidade de explorar o impacto da EENM em diferentes subgrupos de doentes, incluindo aqueles com diferentes níveis de severidade de doença respiratória, idade e condições coexistentes. Ensaios clínicos que estratifiquem os participantes por essas características podem fornecer *insights* valiosos sobre quais os grupos de doentes mais propensos a beneficiar da EENM.

Finalmente, a investigação sobre a relação custo-benefício da EENM é essencial para determinar a viabilidade econômica da sua implementação em larga escala. Estudos que avaliem os custos associados à EENM em comparação com os benefícios em termos de redução de hospitalizações, melhoria da QdV e aumento da capacidade funcional podem fornecer argumentos sólidos para a adoção desta intervenção em sistemas de saúde.

CONCLUSÃO

Em conclusão, esta revisão sistemática sugere que a EENM é uma intervenção promissora para melhorar a RR em pessoas com doenças respiratórias crónicas. Os achados indicam que a EENM pode melhorar a força muscular, a capacidade funcional, a função diafragmática e reduzir a duração da VM, contribuindo para a recuperação da pessoa dos doentes e melhoria da sua QdV.

No entanto, a variabilidade nas respostas individuais e a heterogeneidade dos estudos destacam a necessidade de investigação mais robusta para confirmar esses benefícios e otimizar os protocolos de EENM.

A integração da EENM em programas de RR pode oferecer uma abordagem complementar valiosa para melhorar os resultados dos doentes, especialmente aqueles com limitações físicas significativas. O EEER desempenha um papel crucial na implementação segura e eficaz da EENM dentro dos programas de RR, dado a sua capacidade de personalizar os parâmetros conforme as necessidades individuais dos doentes e monitorizar os resultados de forma a maximizar os benefícios terapêuticos dessa intervenção. A implementação eficaz dessa técnica depende da colaboração estreita entre enfermeiros especialistas, médicos e outros profissionais de saúde, com foco na personalização do tratamento e na segurança do doente.

Ao abordar as lacunas nas evidências atuais e desenvolver estratégias personalizadas, a EENM pode contribuir para uma prática clínica fundamentada em evidência e aprimorar a qualidade do cuidado oferecido às pessoas em programas de RR. A adoção de tecnologias avançadas, como a EENM, representa um passo significativo para melhorar a eficácia dos programas de reabilitação e a saúde geral dos doentes.

REFERÊNCIAS

- Acheche, A., Mekki, M., Paillard, T., Tabka, Z., & Trabelsi, Y. (2020). *The Effect of Adding Neuromuscular Electrical Stimulation with Endurance and Resistance Training on Exercise Capacity and Balance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a Randomized Controlled Trial*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33062081/>
- Allen, K., & Goodman, C. (2014). *Using Electrical Stimulation: A guideline for Allied Health Professionals*. Sydney, Austrália. Obtido em julho de 2024, de https://www.alliedhealthsupport.com/wp-content/uploads/2019/03/Using-Electrical-Stimulation_A-guideline-for-allied-health-professionals-January-2014.pdf
- Bao, W., Yang, J., Li, M., Chen, K., Ma, Z., Bai, Y., & Xu, Y. (2022). *Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study*. Obtido em junho de 2024, de <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-022-05739-2>
- Bracciano, A. (2022). *Physical Agent Modalities: Theory and Application for the Occupational Therapist* (3^a ed.). Taylor & Francis Group. Obtido em julho de 2024, de https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=a6cLEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA267&dq=Contraindications+and+Precautions+in+Electrical+Stimulation&ots=5yU_d1bA0m&sig=VLB1Ze_5hRVQBuJwg-d7IYo7TCI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Chen, Y.-H., Hsiao, H.-F., Li, L.-F., Chen, N.-H., & Huang, C.-C. (2019). *Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30723168/>
- Colson, S., Martin, A., & Hoecke, J. (2009). *Effects of electromyostimulation versus voluntary isometric training on elbow flexor muscle strength*. Obtido em junho de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050641108000928>

- Cunha, A. (2011). Questionário de Qualidade de Vida -SF-36. Obtido em junho de 2024, de <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3837/6/Question%C3%A1rio%20-%20SF%20-%2036.pdf>
- Donato, H., & Donato, M. (março de 2019). Stages for Undertaking a Systematic Review. *Acta médica portuguesa*, 32(3). Obtido em fevereiro de 2024, de <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923>
- Frandsen, T. F., Nielsen, M. F., Lindhardt, L. C., & Eriksen, M. B. (julho de 2020). Using the full PICO model as a search tool for systematic reviews resulted in lower recall for some PICO elements. *Journal of Clinical Epidemiology*, 127(69-75). Obtido em fevereiro de 2024, de [https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356\(20\)30569-2/abstract](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(20)30569-2/abstract)
- Fundação Portuguesa do Pulmão. (28 de setembro de 2023). Observatório Nacional de Doenças Respiratórias. Portugal. Obtido em fevereiro de 2024, de https://www.fundacaoportuguesadopulmao.org/ficheiros/ondr_2023.pdf
- Grunow, J., Goll, M., Carbon NM, N., Liebl, M., Weber-Carstens, S., & Wollersheim, T. (2019). *Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation*. Obtido em junho de 2024, de <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2540-4>
- Hammami, N., Jdidi, H., Khezami, M., Ghidaoui, L., Talbi, A., Hannachi, C., . . . Salah, F. (2022). Isokinetic strengthening and neuromuscular electrical stimulation protocol impact on physical performances, functional status and quality of life in knee osteoarthritis overweight/obese women. 39, pp. 106-115. Obtido em junho de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968016022001466>
- Hart, K., & White, M. (outubro de 2017). Association of Paediatric Chartered Physiotherapists. *A guide to the use of electrical stimulation in paediatric neurodisability*. Obtido em fevereiro de 2024, de <https://apcp.csp.org.uk/content/guide-use-electrical-stimulation-paediatric-neurodisability>

- Higgins, J., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M., & Welch, V. (2023). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.4*. Obtido em maio de 2024, de www.training.cochrane.org/handbook
- Inverarity, L. (novembro de 2023). *How Electrical Stimulation Is Used in Physical Therapy*. Obtido em fevereiro de 2024, de <https://www.verywellhealth.com/electrical-stimulation-2696122>
- Lago, A., Filho, A., Oliveira, A., Souza, H., Santos, D., & Gastaldi, A. (2022). *Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomised crossover clinical trial*. Obtido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35176099/>
- Latimer, L., Constantin, d., Greening, N., Calvert, L., Menon, M., Steiner, M., & Greenhaff P. (2019). *Impact of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation or resistance exercise on skeletal muscle mRNA expression in COPD*. Obtido em junho de 2024, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6612952/>
- Lima, M., Pupio, S., Takeshi, S., Regina, S., Tortoza, J., Gómes, J., . . . Lopes, R. (2008). Effect of neuromuscular electrical stimulation and isotonic exercises in flexor and extensor muscles of knee of hemiplegic patients. *46*(3), pp. 135-8. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18297618/>
- Liu, Y., Gong, Y., Zhang, C., Meng, P., Gai, Y., Han, X., . . . Dong, Z. (2023). *Effect of neuromuscular electrical stimulation combined with early rehabilitation therapy on mechanically ventilated patients: a prospective randomized controlled study*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37480065/>
- Lopez, L., Sanchez, I., Torres, J., Martos, I., Cahalin, L., & Valenza, M. (2021). *Randomized feasibility study of twice a day functional electrostimulation in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease hospitalized for acute exacerbation*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31769337/>
- Medrinal, C., Macherfert, M., Lamia, B., Bonnevie, T., Gravier, F., Hilfiker, R., . . . Combret, Y. (2023). *Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation in*

- mechanically ventilated patients: a randomised study*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37649092/>
- Mekki, M., Paillard, T., Sahli, S., Tabka, Z., & Trabelsi, Y. (2019). *Effect of adding neuromuscular electrical stimulation training to pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomized clinical trial*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30064259/>
- NHS England. (2020). *Pulmonary rehabilitation*. Obtido em fevereiro de 2014, de <https://www.england.nhs.uk/ourwork/clinical-policy/respiratory-disease/pulmonary-rehabilitation/>
- Nonoyama, T., Shigemi, H., Kubota, M., Matsumine, A., Shigemi, K., & Ishizuka, T. (2022). *Neuromuscular electrical stimulation in the intensive care unit prevents muscle atrophy in critically ill older patients: A retrospective cohort study*. Obtido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35945760/>
- OCEBM Levels of Evidence Working Group. (2011). *The Oxford 2011 Levels of Evidence*. Obtido em julho de 2024, de <https://www.cebm.net/wp-content/uploads/2014/06/CEBM-Levels-of-Evidence-2.1.pdf>
- Ordem dos enfermeiros. (2016). Instrumentos de recolha de dados para a documentação dos cuidados. Obtido em junho de 2024, de https://www.ordemenfermeiros.pt/media/9811/docinstrurecolhadadosenfreatilita%C3%A7%C3%A3o_vf.pdf
- Ordem dos Enfermeiros. (janeiro de 2018). Guia Orientador de Boa Prática - Reabilitação Respiratória. Portugal. Obtido em fevereiro de 2024, de https://www.ordemenfermeiros.pt/media/5441/gobp_reabilita%C3%A7%C3%A3o-respirat%C3%B3ria_mceer_final-para-divulga%C3%A7%C3%A3o-site.pdf
- Park, S., Yoo, H.-J., Oh, S., Kang, M., Seo, Y., Kim, B. G., & Lee, S.-H. (2023). Effects of electrical muscle stimulation on core muscle activation and physical performance in non-athletic adults: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, *102*(4). Obtido em fevereiro de 2024, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9875983/>

- Ribeiro S, et al. (Fevereiro de 2022). Portuguese validation of Medical Research Council (mMRC). pp. 89-93. Obtido em junho de 2024, de file:///C:/Users/selmo/Downloads/amp,+89-93_Appendix_01.pdf
- Rodrigues, F. (2002). *Recomendações da ATS para o teste de marcha de 6 minutos*, 8(5), pp. 479-481. Obtido em junho de 2024, de <https://journalpulmonology.org/pt-recomendacoes-da-ats-o-teste-articulo-S0873215915307807>
- Rodrigues, F. (outubro de 2020). *O que é a Reabilitação Respiratória e quais os seus benefícios?* Obtido em fevereiro de 2024, de <https://www.fundacaoportuguesadopulmao.org/publicacoes/conteudos/o-que-e-a-reabilitacao-respiratoria-e-quais-os-seus-beneficios/>
- Rodrigues, F. (2020). *O que é a Reabilitação Respiratória e quais os seus benefícios?* Obtido em junho de 2024, de Fundação Portuguesa do Pulmão: <https://www.fundacaoportuguesadopulmao.org/publicacoes/conteudos/o-que-e-a-reabilitacao-respiratoria-e-quais-os-seus-beneficios/>
- Santos, F., Cipriano, G., Vieira, L., Chiappa, A., Cipriano, G., Vieira, P., . . . Chiappa, G. (2020). *Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial*. Obtido em junho de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30321084/>
- Soták, M., Roubík, K., Henlín, T., & Tyll, T. (2021). *Phrenic nerve stimulation prevents diaphragm atrophy in patients with respiratory failure on mechanical ventilation*. Obtido em 2024 de junho, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34625059/>
- Spruit, M. (2014). Pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Review*, 23, 55-63. Obtido em fevereiro de 2024, de <https://err.ersjournals.com/content/23/131/55>
- Troosters, T., Janssens, W., Demeyer, H., & Rabinovich, R. (2023). Pulmonary rehabilitation and physical interventions. *European Respiratory Review*, 32(220222). Obtido em fevereiro de 2024, de <https://err.ersjournals.com/content/errev/32/168/220222.full.pdf>
- World Health Organization. (março de 2023). Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Obtido em fevereiro de 2024, de [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))

