REVISTA PORTUGUESA DE
ENFERMAGEM DE
REABILITAÇÃO

VOL. 9, Nº 1

Artigo original reportando investigação clínica ou básica
DOI - 10.33194/rper.2026.43864 | Identificador eletrónico – e43864
Data de submissão: 19-11-2025; Data de aceitação: 25-08-2026; Data de publicação: 31-08-2026

TREINO DOS MÚSCULOS INSPIRATÓRIOS EM DOENTES SUBMETIDOS A VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS UNDERGOING INVASIVE MECHANICAL VENTILATION: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Daniel Silva[1]; Isabel Oliveira[1]; Paulo Azevedo[2]

[1] *Unidade Local de Saúde São João, Porto, Portugal*
[2] *Escola Superior de Enfermagem de Coimbra, Coimbra, Portugal*
[3] *Escola Superior de Saúde Norte da Cruz Vermelha Portuguesa, Oliveira de Azeméis, Portugal*

Autor Correspondente: Daniel Silva, enf.daniel.silva@gmail.com

Como Citar: Silva D, Oliveira I, Azevedo P. Treino dos músculos inspiratórios em doentes submetidos a ventilação mecânica invasiva: : revisão sistemática da literatura. Rev Port Enf Reab [Internet]. 31 de agosto de 2026 [citado 26 de setembro de 2026];:e43864. Disponível em: https://rper.pt/article/view/43864

FICHA TÉCNICA

eISSN: 2184-3023 pISSN: 2184-965X
www.rper.pt

PROPRIEDADE INTELECTUAL

Associação Portuguesa dos Enfermeiros de Reabilitação
www.aper.pt

A equipa editorial da revista pode ser consultada em https://rper.aper.pt/index.php/rper/about/editorialTeam
A equipa de revisores da revista pode ser consultada em https://rper.aper.pt/index.php/rper/revisores

Este trabalho encontra-se publicado com a Licença Internacional Creative Commons. Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0. Direitos de Autor (c) 2026 Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação

RESUMO

Introdução: A ventilação mecânica invasiva (VMI) é essencial em doentes com insuficiência respiratória. Contudo, o uso prolongado pode causar fraqueza nos músculos inspiratórios. A reabilitação respiratória, particularmente o treino dos músculos inspiratórios (TMI), pode contribuir para o seu fortalecimento e diminuição do período de desmame ventilatório.

Metodologia: Realizada uma revisão sistemática segundo as orientações da Cochrane for Systematic Reviews of Interventions entre janeiro de 2018 e julho de 2023. Pesquisa na MEDLINE, CINAHL Complete, SciELO, Embase e Cochrane Library. A frase de pesquisa foi construída a partir dos termos MeSH critical care, artificial respiration e breathing exercises e outros termos naturais. Incluídos estudos experimentais ou quasi-experimentais de intervenções com avaliação da pressão inspiratória máxima (PIM). A qualidade metodológica foi avaliada através do RoB2.

Resultados: De 3269 artigos identificados, dois estudos cumpriram os critérios de elegibilidade. Ambos mostraram aumentos significativos na PIM nos grupos de controlo e experimentais, sem diferenças estatisticamente significativas no tempo de desmame ventilatório.

Discussão: As técnicas de TMI incluíam dispositivo eletrónico automático e manual com carga resistiva de fluxo gradual e um aparelho de treino mecânico. Apesar de melhorias na qualidade de vida e na dispneia no grupo TMI, não houve impacto significativo na PIM ou no desmame ventilatório. Os estudos selecionados apresentam algumas preocupações quanto à qualidade da evidência.

Conclusão: O TMI proporcionou melhorias modestas na força dos músculos respiratórios, sem impacto significativo na PIM ou no tempo de desmame. Futuras investigações são necessárias para confirmar o impacto do TMI no desmame ventilatório.

Descritores: Ventilação invasiva; desmame ventilatório; reabilitação; exercícios respiratórios.

ABSTRACT

Introduction: Invasive mechanical ventilation (IMV) is essential in patients with respiratory failure. However, prolonged use can lead to inspiratory muscle weakness. Respiratory rehabilitation, particularly inspiratory muscle training (IMT), could be crucial for increasing inspiratory muscle strength and reducing weaning duration.

Methodology: A systematic review was carried out according to the Cochrane guidelines for Systematic Reviews of Interventions between January 2018 and July 2023. A search was conducted in MEDLINE, CINAHL Complete, SciELO, Embase and Cochrane Library. The search phrase was constructed from the MeSH terms critical care, artificial respiration and breathing exercises and other natural terms. Experimental or quasi-experimental studies of interventions assessing maximal inspiratory pressure (MIP) were included. Methodological quality was assessed using RoB2.

Results: Out of 3269 identified articles, two studies met the eligibility criteria. Both studies showed significant increases in MIP in both control and experimental groups, with no statistically significant differences in weaning time.

Discussion: The IMT techniques included automatic electronic and manual devices with a gradual flow resistive load and a threshold mechanical training device. IMT is feasible and well tolerated in patients on IMV. Despite improvements in quality of life and dyspnoea in the IMT group, there was no significant impact on MIP or ventilator weaning. The selected studies raise some concerns about the quality of the evidence.

Conclusion: IMT provided modest improvements in respiratory muscle strength. However, the results showed no significant impact on MIP or weaning time. Further research is needed to confirm the impact of IMT on ventilator weaning.

Descriptors: Mechanical ventilation; ventilator weaning; rehabilitation; breathing exercises.

RESUMEN

Introducción: La ventilación mecánica invasiva (VMI) es esencial para salvar vidas en pacientes con insuficiencia respiratoria. Sin embargo, su uso prolongado puede causar debilidad en los músculos inspiratorios. La rehabilitación respiratoria, en particular el entrenamiento de los músculos inspiratorios (EMI), puede ser decisiva para aumentar la fuerza de estos músculos y reducir el periodo de destete ventilatorio.

Metodología: Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices de Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones entre enero de 2018 y julio de 2023. Búsqueda en MEDLINE, CINAHL Complete, SciELO, Embase y Cochrane Library. La frase de búsqueda se construyó a partir de los términos MeSH «critical care», «artificial respiration» y «breathing exercises», así como otros términos naturales. Se incluyeron estudios experimentales o cuasi-experimentales de intervenciones con evaluación de la presión inspiratoria máxima (PIM). La calidad metodológica se evaluó mediante el RoB2.

Resultados: De los 3269 artículos identificados, dos estudios cumplieron los criterios de elegibilidad. Ambos estudios mostraron aumentos significativos de la PIM en los grupos control y experimental, sin diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de destete del ventilador.

Discusión: Las técnicas de EMI incluyeron un dispositivo electrónico automático y manual con una carga resistiva de flujo gradual y un dispositivo de entrenamiento mecánico. El EMI es factible

y bien tolerado en pacientes con VMI. A pesar de las mejorías en la calidad de vida y la disnea en el grupo de EMI, no hubo repercusiones significativas sobre la PIM o el destete del respirador. Los estudios seleccionados plantean algunas inquietudes acerca de la calidad de la evidencia.

Conclusión: El EMI proporcionó mejoras modestas en la fuerza muscular respiratoria. Sin embargo, los resultados no mostraron un impacto significativo sobre la PIM o el tiempo de destete. Se necesitan más investigaciones para confirmar el impacto del EMI en el destete del ventilador.

Descriptores: Respiración artificial; destete del respirador; rehabilitación; ejercicios respiratorios.

INTRODUÇÃO

O recurso a ventilação mecânica invasiva (VMI) é uma intervenção essencial em doentes com insuficiência respiratória, que quando prolongada no tempo, pode ter como consequência a diminuição da força e resistência dos músculos inspiratórios[1]. A atrofia diafragmática ocorre rapidamente e é detetável nos doentes em apenas 18 a 69 horas sob VMI. Num estudo com 124 doentes ventilados mecanicamente por mais de 24 horas, 54% apresentavam fraqueza dos músculos inspiratórios dificultando o processo de desmame ventilatório[1]. O potencial de ação muscular reduzido e a diminuição da contractilidade resultam em fraqueza muscular induzida pelo desuso[2]. Um estudo, em que foi realizada biópsia muscular para investigar a força contráctil, concluiu que a redução da espessura muscular foi a principal alteração estrutural e que esta alteração não estava relacionada com disfunção mitocondrial ou stress oxidativo[3]. Os fatores de risco para a fraqueza dos músculos inspiratórios em doentes submetidos a VMI incluem: idade avançada, sedação, infeção, inflamação sistémica e doenças graves[4].

A reabilitação dos músculos respiratórios é um elemento crucial na recuperação dos doentes internados numa unidade de cuidados intensivos, que foram submetidos a VMI prolongada[5]. O treino dos músculos inspiratórios (TMI), assente numa abordagem multidisciplinar envolvendo a equipa de enfermagem, médicos e outros terapeutas, é tanto segura quanto viável[1]. Os mecanismos prováveis de melhoria com TMI incluem o aumento da eficiência tanto do diafragma como dos músculos intercostais, assim como a modulação do metaboreflexo associado à fadiga, em que, com o treino, a perfusão é redistribuída perifericamente para facilitar uma maior tolerância ao exercício[6]. Uma revisão sistemática com meta-análise recente, concluiu que o TMI acelera o desmame da VMI em comparação com a reabilitação convencional[7]. No entanto, existem igualmente estudos recentes que indiciam que o impacto do TMI não é significativo[8].

A melhoria da função dos músculos respiratórios, pode então ser alcançada através do TMI, sendo a medição da pressão inspiratória máxima (PIM) uma forma simples para avaliar a eficácia do treino. Segundo alguns autores[9] a medição da PIM é relativamente fácil de ser realizada e é informativa quanto ao processo de desmame ventilatório. Segundo os autores, valores de corte de -30cmH2O parecem ser relevantes para a identificação de doentes em risco para desmame ventilatório prolongado.

A evidência demonstra que a fraqueza dos músculos respiratórios em doentes sob VMI prolongada, tem implicações significativas no prolongamento do tempo de desmame ventilatório e que constitui um fator predisponente ao desenvolvimento de complicações, o que destaca a importância de explorar intervenções que limitem a dimensão do problema. Contudo, apesar de alguns estudos suportarem esta tipologia de treino, o TMI não é prática corrente em grande parte das unidades de cuidados intensivos, sendo apontadas como principais razões a variedade de métodos de treino descritos na literatura, acesso a equipamentos e a falta de protocolos publicados que orientem a prática[5]. Um inquérito transversal internacional com peritos nesta área, refere que 2/3 dos participantes utilizavam um aparelho de treino inspiratório threshold e que os restantes tinham como preferência a espirometria de incentivo e o dispositivo eletrónico Powerbreathe KH2, sendo que a metodologia de treino também variava entre aumentos progressivos de carga e/ou alta intensidade[10].

Dado o quadro atual é essencial sintetizar os dados existentes, identificar lacunas no conhecimento e fornecer recomendações baseadas em evidências para melhorar a prática clínica, verificando se o TMI melhora a força dos músculos inspiratórios dos utentes submetidos a VMI, facilitando o processo de desmame ventilatório.

METODOLOGIA

Foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura segundo as orientações da Cochrane for Systematic Reviews of Interventions[11]. Previamente foi realizada uma pesquisa preliminar nas bases de dados MEDLINE e CINAHL, com a finalidade de encontrar termos relevantes para aprimorar a revisão. Para suportar a realização desta revisão, foram consultadas publicações científicas de referência, incluindo as últimas revisões sistemáticas da literatura sobre a temática em estudo[7,12]. Considerando que a última revisão sistemática sobre o treino dos músculos inspiratórios em doentes submetidos a ventilação mecânica invasiva foi publicada em 2018, a presente revisão foi delineada com o objetivo de atualizar a evidência científica produzida após esse período, evitando a duplicação de estudos previamente sintetizados.

A estruturação da questão de investigação seguiu a mnemónica PICO: P – Estudos com doentes sob ventilação mecânica invasiva; I – Treino dos músculos inspiratórios; C – Sem treino dos músculos

inspiratórios; O – Impacto do treino dos músculos inspiratórios avaliado através da PIM, dando assim origem à questão de revisão: qual o impacto na PIM de um programa de treino de músculos inspiratórios em doentes sujeitos a ventilação mecânica invasiva?

Como objetivo secundário pretendeu-se também caracterizar os métodos de treino utilizados, o impacto do TMI no tempo de VMI, de desmame ventilatório e de internamento em cuidados intensivos.

A partir dos termos identificados foi construída a frase booleana com recurso aos operadores "AND" e "OR", conforme a tabela seguinte, sendo adaptada a cada base de dados onde se realizou a pesquisa:

Tabela 1 - Frase Booleana

Frase booleana utilizada na base de dados MEDLINE
(Intensive care* OR critical care OR critical illness) AND (respiratory insufficiency OR artificial respiration OR positive-pressure respiration OR mechanical ventilation) AND (respiratory muscle training OR inspiratory muscle training OR respiratory muscles OR breathing exercises OR pulmonary rehabilitation).

A pesquisa foi realizada nas bases de dados eletrónicas: MEDLINE (EBSCO); CINAHL Complete (EBSCO); SciELO; Embase (Elsevier) e Cochrane Library em agosto de 2023, tendo sido efetuado registo do protocolo de revisão na base de dados PROSPERO International prospective register of systematic reviews, com o código: PROSPERO 2023 CRD42023481714 e acessível através do link: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42023481714

Foram incluídos artigos que reportassem resultados da utilização de TMI em doentes sob ventilação mecânica invasiva com avaliação da PIM como medida de resultado, sendo o TMI definido como qualquer intervenção de reabilitação pulmonar ou física com o objetivo de melhorar a força dos músculos inspiratórios no doente adulto admitido em cuidados intensivos sob VMI. Foram incluídos estudos experimentais e quasi-experimentais, publicados nos idiomas português, inglês e espanhol, entre janeiro de 2018 e julho de 2023, correspondendo ao período subsequente à publicação da última revisão sistemática sobre esta temática e ao intervalo temporal definido para atualização da evidência científica disponível.

Todos os artigos foram inicialmente avaliados de acordo com o título e resumo de forma cega por dois revisores independentes. Quando não existiu consenso entre os dois revisores, o desempate foi realizado através do recurso a um terceiro revisor independente. A gestão do processo de revisão foi efetuada através do uso da plataforma Rayyan©.

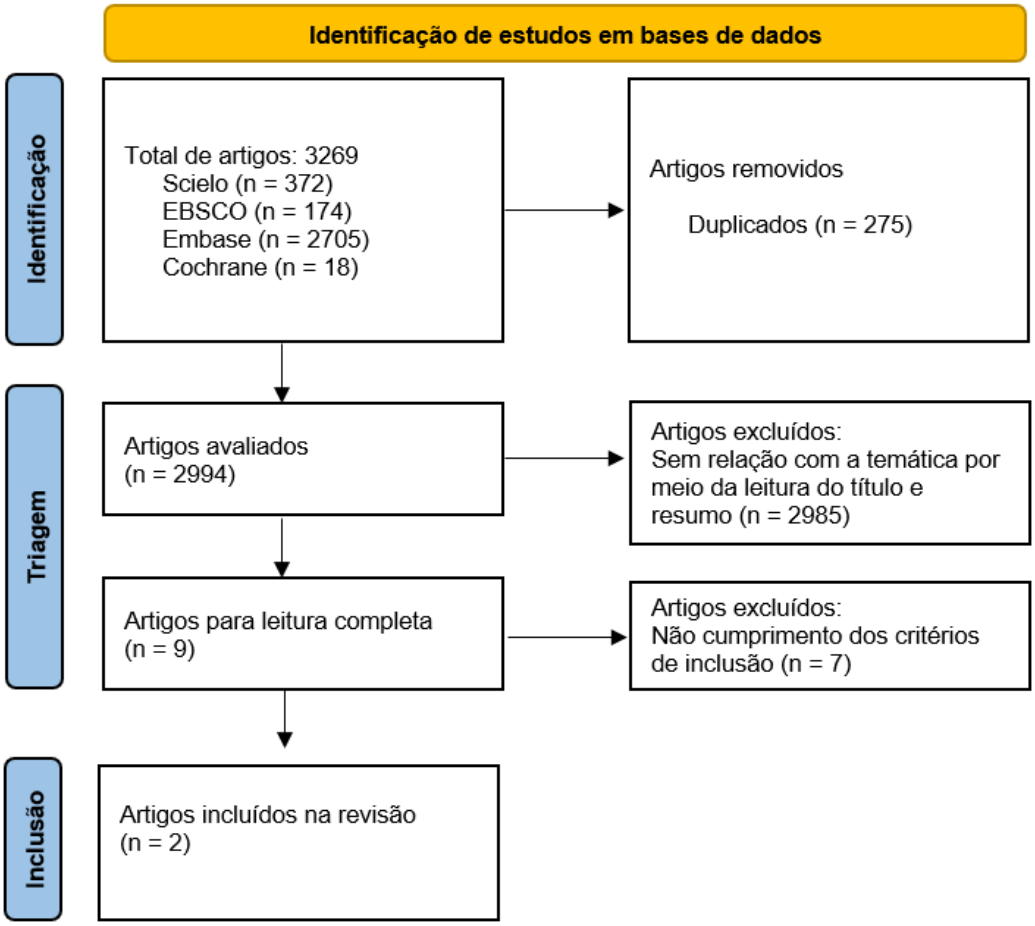
Os dados foram extraídos de forma independente para uma tabela construída para o efeito (tabela 2), de forma a registar as características dos participantes do estudo e do desenho do mesmo, a técnica de TMI (exercícios específicos, duração, frequência, intensidade, tempo e volume), o impacto do TMI na PIM e os desfechos clínicos (duração da ventilação, duração do desmame, mortalidade, tempo de internamento na unidade de cuidados intensivos e eventos adversos).

A avaliação da qualidade metodológica dos ensaios clínicos randomizados incluídos nesta revisão, nomeadamente quanto ao risco de viés, foi efetuada para cada ensaio através da Revised Tool to Assess Risk of Bias in Randomized Trials (RoB2)[13].

RESULTADOS

Foram identificados 3269 artigos científicos, sendo que destes, 275 foram excluídos por duplicidade. Excluíram-se 2985 artigos por não ser possível identificar relação com a temática por meio da leitura do título e resumo. Nove estudos foram selecionados para revisão integral dos textos, tendo sete sido excluídos e dois incluídos nesta revisão, conforme o PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) na figura seguinte (figura 1):

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.



Foram incluídos dois estudos randomizados controlados que englobaram 174 doentes (Tabela 2). No E1, a média de idades dos doentes foi de 60 anos e o valor médio do Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II) foi de 19 pontos. O grupo de controlo (n=37) recebeu cuidados de reabilitação respiratórios convencionais e o grupo experimental (n=33) foi submetido, uma vez por dia, a TMI de alta intensidade com um dispositivo de treino mecânico. Os doentes teriam de estar submetidos a VMI (via endotraqueal ou traqueostomia) por um período no mínimo de sete dias, com nível de consciência que permitisse a participação e colaboração. O TMI foi realizado uma vez por dia recorrendo à modalidade de treino de alta intensidade (no mínimo 50% da PIM), sendo que cada sessão foi composta por 5 sets de 6 inspirações. A carga foi aumentada entre sets de acordo com a tolerância do doente, recorrendo ao ventilador para descanso entre sets. O TMI terminava com a libertação do ventilador e as últimas avaliações foram realizadas uma semana após esse momento.

Embora se tenham verificado aumentos da PIM tanto no grupo experimental como de controlo (14.7% e 11.4%, respetivamente), não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na PIM entre o início e o final do programa entre os grupos (Intervalo de confiança de 95%: -7.4 a 14.0), tendo a maioria das melhorias em ambos os grupos, ocorrido na última semana. Também não se observaram diferenças significativas no tempo de desmame ventilatório, duração da VMI ou na duração do internamento em cuidados intensivos. Embora a média de dias de internamento hospitalar tenha sido superior no grupo experimental (32 contra 21 dias), a mortalidade não foi significativamente diferente entre os grupos. Não foram reportados eventos adversos e ambos os grupos apresentaram melhorias nos scores da escala de Borg modificada para a dispneia em repouso e durante o exercício, contudo, apenas as reduções no grupo do TMI foram estatisticamente significativas (-1.5 em repouso, -1.9 durante o exercício).

No E2, a média de idades dos doentes foi de 55 anos e o valor médio do APACHE II foi de 17 pontos. Foram incluídos apenas doentes traqueostomizados, a intervenção no grupo de controlo (n=53) consistiu em realizar períodos de ventilação espontânea através de peça em T e no grupo experimental (n=51), subdividido em dois grupos, foi realizado TMI com dispositivo eletrónico automático (n=25) e com dispositivo eletrónico manual (n=26). Os doentes selecionados para o grupo

de TMI com dispositivo eletrónico automático teriam de apresentar um score > 8 na Escala de Coma de Glasgow (ECG). Os doentes com score ECG ≤ 8 foram selecionados para o grupo sujeito a dispositivo eletrónico manual pela dificuldade de compreensão da metodologia de treino. Os dois grupos também foram sujeitos a períodos de ventilação espontânea com peça em T. As sessões de treino foram bidiárias e cada sessão consistiu em 30 repetições com uma carga correspondente a 30% da PIM, com incrementos diários de 10%. Foram realizadas 3 séries de 10 repetições, com descanso de um minuto.

Verificaram-se aumentos da PIM entre o grupo de controlo e o submetido ao TMI (P <0.001 e P=0.007, respetivamente), mas sem diferenças estatisticamente relevantes entre eles. A carga de treino nos grupos experimentais divergiu entre o modelo manual e o automático com diferenças assinaláveis (14.0 [13.0-19.5]cmH2O e 5.74 [5.3-7.1] cmH2O, respetivamente; P <0.001), sendo que a potência, pressão e volume corrente, apesar de apresentarem valores divergentes, não apresentaram diferenças significativas. O tempo de desmame ventilatório não diferiu significativamente entre os grupos (8.55 ± 6.48 dias e 10.86 ± 6.48 dias, grupo experimental e controlo respetivamente; P=0.23), assim como o tempo de duração da VMI e de internamento em cuidados intensivos. Não foram reportados eventos adversos.

Tabela 2 - Resultados dos Estudos

Estudo	Autor/Ano	Tipo de estudo	Participantes (n)	Intervenção	Resultados
E1[8]	Bissett et al., 2023	Estudo clínico randomizado controlado.	n = 33, grupo intervenção. n = 37, grupo controlo (cuidados usuais, sem TMI).	TMI: Threshold HS730 (9-41 cmH2O). Método: alta intensidade, baixa repetição (6 repetições). Intensidade com mínimo de 50% PIM máx., até ao máximo tolerado pelo doente para completar a 6ª inspiração. Treino: 5 séries de 6 repetições uma vez/dia, com aumento da resistência entre séries, com alguns minutos de descanso. Inicio do treino após randomização até 1 semana após libertação da VM.	Não houve diferença entre grupo de intervenção e controlo relativamente ao aumento da força dos músculos inspiratórios (PIM), tempo de VMI, duração do desmame, tempo de internamento nos Cuidados Intensivos. A mortalidade intra-hospitalar foi superior no grupo de controlo.
E2[14]	Ratti et al., 2022	Estudo clínico randomizado controlado.	n = 51, grupo de intervenção. n = 53, grupo de controlo (respiração espontânea por peça em T).	TMI: Powerbreathe KH2 Usados 2 protocolos: TMI em modo manual (n=26); 30% PImáx., com incrementos diários de 10%. TMI em modo automático (n=25); a carga foi ajustada pelo esforço do doente durante as 2 primeiras inspirações em cada sessão de treino. Em ambos os grupos o TMI consistiu em 2 sessões diárias (manhã e tarde), com 3 séries de 10 repetições, com 1 min de intervalo entre séries. O TMI foi mantido até que os doentes conseguissem respirar de forma autónoma por 48 horas.	No grupo de TMI em modo automático a PIM aumentou. Mas sem diferença significativa em comparação com o grupo de controlo. Não houve diferença significativa no tempo de duração da VMI, tempo de internamento em cuidados intensivos, não houve impacto significativo no tempo e sucesso do desmame ventilatório.

Foram utilizados diferentes métodos de TMI em ambos os estudos, sendo o mais comum a utilização de um dispositivo de carga mecânica externo de forma a aplicar diferentes níveis de carga utilizando um dispositivo mecânico (n=33) e na utilização de um dispositivo eletrónico automático e manual com carga resistiva de fluxo gradual, Powerbreathe KH2 (n=51). Os doentes dos grupos de controlo (n=90) foram apenas sujeitos aos cuidados de reabilitação respiratória convencionais como higiene brônquica, elevação da cabeceira> 30º, períodos de sentar ao lado da cama, exercícios ativos e ativos-assistidos, e períodos de ventilação espontânea com peça em T.

Não se verificou nos estudos selecionados que o TMI tenha tido impacto no acelerar o desmame ventilatório, o que não seria expectável, dada a conhecida associação entre a disfunção diafragmática e a dificuldade de desmame[15]. No entanto, a evidência resultante desta revisão é proveniente de estudos que apresentam algumas limitações relativamente ao risco de viés, nomeadamente quanto à modificação das intervenções e à avaliação dos resultados, conforme se pode verificar pela figura seguinte (figura 2):

Figura 2 - Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão



DISCUSSÃO

Na presente revisão sistemática da literatura, os estudos E1 e E2 demonstraram que, embora se tenham constatado aumentos na PIM tanto nos grupos experimentais como nos de controlo, não se verificaram diferenças estatisticamente relevantes entre as intervenções de TMI e os cuidados respiratórios convencionais, nem alterações significativas na redução do tempo sob VMI, duração do desmame ventilatório e internamento na unidade de cuidados intensivos.

A análise dos achados desta revisão quando comparados com uma revisão sistemática com meta análise de 2018[12] permite evidenciar diferenças nos resultados ao longo dos últimos anos. Na revisão de 2018, que incluiu 28 estudos (n=1.185 doentes), o TMI foi associado a um aumento médio significativo da PIM (6 cmH2O; IC95%: 5-8 cmH2O). Além disso, observou-se uma redução no tempo total de ventilação (4,1 dias; IC95%: 0,8-7,4 dias) e no tempo de desmame (2,3 dias; IC95%: 0,7-4,0 dias). Contudo, os autores alertaram para limitações metodológicas significativas, incluindo heterogeneidade das amostras e a existência de viés em alguns dos estudos incluídos. Em contraste, os resultados da presente revisão, limitada a dois estudos, não demonstram evidência de superioridade do TMI na melhoria da PIM, tempo de desmame ventilatório ou duração da VMI.

A presente revisão acrescenta um contributo relevante ao conhecimento existente ao demonstrar que, apesar da publicação de novos estudos após a revisão sistemática de 2018, a evidência científica continua limitada e não confirma de forma consistente os benefícios anteriormente descritos para o treino dos músculos inspiratórios. Estes resultados evidenciam que permanecem lacunas importantes relativamente à eficácia desta intervenção em doentes submetidos a ventilação mecânica invasiva, reforçando a necessidade de protocolos de treino mais uniformizados e de estudos metodologicamente robustos que permitam clarificar o seu verdadeiro impacto clínico.

Ao analisar a tipologia dos doentes incluídos na revisão de 2018[12], verifica-se que a média de idade variava entre 35-82 anos, com uma proporção de doentes do sexo feminino entre 15-57%. Os índices de gravidade, avaliados pelo APACHE II, situavam-se entre 17-34 pontos, o que sugere uma população heterogénea. O tempo médio de internamento na UCI e o tempo sob VMI variaram amplamente entre os estudos. Em relação ao momento de início do TMI, observou-se que este foi aplicado durante os primeiros dias de VMI em alguns estudos, enquanto em outros a intervenção foi implementada após a extubação.

A caracterização dos doentes nos estudos incluídos revela alguma heterogeneidade clínica, nomeadamente ao nível da idade, diagnóstico e gravidade, o que pode influenciar a resposta ao TMI e dificultar a comparação direta entre estudos.

No E1, os participantes consistiam em doentes ventilados mecanicamente por pelo menos sete dias, com uma média de idade de 60 anos (mínimo de

18 e máximo de 83 anos), sendo 59% do sexo masculino. Os diagnósticos mais frequentes incluíram sépsis (14%), pneumonia (10%), politrauma (11%) e acidente vascular cerebral (6%). O índice de gravidade APACHE II variou entre 7-40 pontos, com uma mediana de 19, enquanto o SOFA apresentou uma mediana de 8, com uma variação ampla de 0-35 pontos. O tempo médio de internamento na UCI foi de 30 dias e a duração média da VMI foi de 21 dias. No E2, foram incluídos doentes traqueostomizados, ventilados mecanicamente e com condições para o início do desmame. A média de idade foi de 55 anos, com 73% do sexo masculino. Os diagnósticos mais comuns foram do foro neurológico (39%), cardiovascular (15%) e ortopédico (21%). O índice APACHE II variou entre 14-18 pontos, com uma média de 18,67 (DP ± 8,04), refletindo maior gravidade clínica e uma probabilidade de mortalidade entre 21-33,6%. O tempo médio sob VMI foi de 19-24,5 dias, e o tempo médio de internamento na UCI variou entre 14,5 e 24,5 dias, dependendo do grupo de intervenção.

Nos estudos desta revisão, a alta prevalência de diagnósticos neurológicos no E2 (39%) também é um fator relevante, uma vez que estes doentes frequentemente apresentam alterações do drive respiratório e assincronia com o ventilador, o que pode prolongar o tempo de VMI e internamento na UCI, além de comprometer a eficácia do TMI. Quando comparado com a população de revisão anterior[12], que incluiu uma menor proporção de doentes com patologias neurológicas, esta diferença no perfil clínico pode justificar, pelo menos em parte, as diferenças nos resultados de desmame e tempos de ventilação observados.

Nos estudos incluídos nesta revisão foram aplicadas metodologias distintas de TMI, o que limita a comparabilidade dos resultados. No E1, aplicou-se um protocolo de treino de alta intensidade com um dispositivo mecânico threshold, cuja faixa de carga (9–41 cmH_2O) limita a amplitude de treino. Neste protocolo, os doentes realizaram, diariamente, cinco séries de seis inspirações, com incrementos progressivos de carga ajustados à tolerância individual. Em contraste, no E2 foi implementada uma abordagem de treino de força convencional, executada de forma bidiária, utilizando um dispositivo eletrónico, em modo automático e manual, que permitia uma gama mais ampla de intensidades (2–200 cmH_2O), proporcionando ajustes mais precisos na carga resistida. Nos estudos anteriormente revistos[12] o treino foi realizado predominantemente com dispositivos de carga mecânica, variando a intensidade entre 30-50% da PIM, com progressões graduais. Além disso, enquanto os estudos mais antigos muitas vezes não padronizavam a frequência e duração das sessões, os incluídos nesta revisão utilizaram protocolos mais estruturados. Estas diferenças ao nível da intensidade, frequência e dispositivos utilizados podem ter contribuído para a ausência de diferenças significativas entre grupos.

Apesar da diversidade das abordagens, os estudos (E1 e E2) reportaram aumentos na PIM tanto nos grupos experimentais como nos de controlo, sem que se verificassem diferenças relevantes entre eles. Este resultado sugere que, nos estudos incluídos, o TMI não demonstrou benefício adicional claro face aos cuidados respiratórios convencionais.

Importa salientar que a interpretação destes resultados deve ser feita com cautela, uma vez que a evidência disponível é limitada a apenas dois estudos, ambos com potencial risco de viés e limitações metodológicas. Adicionalmente, a variabilidade dos protocolos de intervenção e das características dos participantes pode ter influenciado os resultados observados.

Embora a literatura prévia sugira benefícios do TMI na melhoria da força dos músculos inspiratórios e na redução do tempo de ventilação mecânica, os achados desta revisão não corroboram de forma consistente esses resultados. Esta discrepância pode refletir diferenças metodológicas entre estudos, bem como a reduzida base empírica atualmente disponível.

Em síntese, os dados disponíveis indicam que não foi demonstrada evidência suficiente que suporte a superioridade do TMI relativamente aos cuidados convencionais nos desfechos analisados. Face à reduzida evidência atualmente disponível, são necessários estudos multicêntricos, com amostras mais representativas, protocolos de treino uniformizados e adequada caracterização das intervenções, que permitam clarificar o verdadeiro impacto do treino dos músculos inspiratórios no desmame ventilatório e apoiar a sua implementação baseada na evidência na prática da Enfermagem de Reabilitação.

CONCLUSÃO

Nesta revisão sistemática, analisou-se o impacto do TMI em doentes submetidos a VMI, considerando os resultados de dois estudos clínicos randomizados controlados. Apesar da viabilidade do TMI durante a doença crítica, os resultados demonstram que este não teve um impacto significativo quando comparado aos cuidados de reabilitação respiratória convencionais.

Em ambos os estudos, observaram-se aumentos na PIM tanto nos grupos experimentais quanto nos de controlo, mas sem diferenças estatisticamente relevantes entre eles. Da mesma forma, o tempo de desmame ventilatório não foi significativamente reduzido com a utilização do TMI. A divergência entre os resultados desta revisão e estudos anteriores, que apontavam para uma melhoria na força dos músculos respiratórios e aceleração do desmame ventilatório, pode ser atribuída a limitações como as diferenças quanto ao método de treino e a variabilidade dos dispositivos utilizados.

A qualidade da evidência disponível nesta revisão apresenta algumas limitações quanto ao risco de

viés, especialmente no que se refere à modificação das intervenções e à avaliação dos resultados. Essas limitações reforçam a necessidade de estudos futuros mais robustos e multicêntricos, que possam fornecer evidências mais consistentes e generalizáveis.

A investigação do TMI em doentes submetidos a VMI é uma temática relativamente recente e embora tenha evoluído nos últimos anos, ainda carece de uma base de evidência sólida e consensual. A natureza inovadora desta intervenção sublinha a necessidade de continuar a explorar e validar diferentes abordagens de TMI, com o objetivo de otimizar desfechos clínicos e melhorar a qualidade de vida do doente crítico.

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

1. Bissett B, Leditschke IA, Green M, Marzano V, Collins S, Van Haren F. Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians. Australian Critical Care [Internet]. 2018 Jul 11;32(3):249–55. Available from: https://doi.org/10.1016/j.aucc.2018.06.001
2. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. New England Journal of Medicine [Internet]. 2008 Mar 26;358(13):1327–35. Available from: https://doi.org/10.1056/nejmoa070447
3. Van Den Berg M, Hooijman PE, Beishuizen A, De Waard MC, Paul MA, Hartemink KJ, et al. Diaphragm atrophy and weakness in the absence of mitochondrial dysfunction in the critically ill. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine [Internet]. 2017 Aug 8;196(12):1544–58. Available from: https://doi.org/10.1164/rccm.201703-0501oc
4. Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical ventilation–induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine [Internet]. 2017 Sep 20;197(2):204–13. Available from: https://doi.org/10.1164/rccm.201703-0536oc
5. Bissett B, Gosselink R, Van Haren FMP. Respiratory Muscle Rehabilitation in Patients with Prolonged Mechanical Ventilation: A Targeted Approach. Critical Care [Internet]. 2020 Mar 24;24(1). Available from: https://doi.org/10.1186/s13054-020-2783-0
6. Bailey SJ, Romer LM, Kelly J, Wilkerson DP, DiMenna FJ, Jones AM. Inspiratory muscle training enhances pulmonary O2 uptake kinetics and high-intensity exercise tolerance in humans. Journal of Applied Physiology [Internet]. 2010 May 27;109(2):457–68. Available from: https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00077.2010
7. Worraphan S, Thammata A, Chittawatanarat K, Saokaew S, Kengkla K, Prasannarong M. Effects of inspiratory muscle training and early mobilization on weaning of mechanical ventilation: a systematic review and network meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation [Internet]. 2020 Aug 1;101(11):2002–14. Available from: https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.07.004
8. Bissett BM, Leditschke IA, Neeman T, Green M, Marzano V, Erwin K, et al. Does mechanical threshold inspiratory muscle training promote recovery and improve outcomes in patients who are ventilator-dependent in the intensive care unit? The IMPROVE randomised trial. Australian Critical Care [Internet]. 2022 Aug 28;36(4):613–21. Available from: https://doi.org/10.1016/j.aucc.2022.07.002
9. Bureau C, Van Hollebeke M, Dres M. Managing respiratory muscle weakness during weaning from invasive ventilation. European Respiratory Review. 2023 Apr 5;32(168):220205.
10. Hearn E, Gosselink R, Freene N, Boden I, Green M, Bissett B. Inspiratory muscle training in intensive care unit patients: An international cross-sectional survey of physiotherapist practice. Australian Critical Care [Internet]. 2021 Sep 8;35(5):527–34. Available from: https://doi.org/10.1016/j.aucc.2021.08.002
11. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.5 (updated August 2024). Cochrane, 2024. Available from www.training.cochrane.org/handbook
12. Vorona S, Sabatini U, Al-Maqbali S, Bertoni M, Dres M, Bissett B, et al. Inspiratory Muscle Rehabilitation in Critically Ill Adults. A Systematic Review and Meta-Analysis. Annals of the American Thoracic Society [Internet]. 2018 Mar 27;15(6):735–44. Available from: https://doi.org/10.1513/annalsats.201712-961oc
13. Sterne J a C, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ [Internet]. 2019 Aug 28;l4898. Available from: https://doi.org/10.1136/bmj.l4898
14. Roceto Ratti L dos S, Marques Tonella R, Castilho de Figueir□do L, Bredda Saad IA, Eiras Falcão AL, Martins de Oliveira PP. Inspiratory Muscle Training Strategies in Tracheostomized Critically Ill Individuals. Respiratory Care. 2022 May 31;67(8):939–48. Available from: https://doi.org/10.4187/respcare.08733
15. Dres M, Jung B, Molinari N, Manna F, Dubé BP, Chanques G, et al. Respective contribution of intensive care unit-acquired limb muscle and severe diaphragm weakness on weaning outcome and mortality: a post hoc analysis of two cohorts. Critical Care [Internet]. 2019 Nov 21;23(1). Available from: https://doi.org/10.1186/s13054-019-2650-z

DIVULGAÇÕES ÉTICAS

Contribuição do(s) autor(es):
Concetualização: DAS, IJO, PA
Curadoria dos dados: DAS, PA
Análise formal: DAS, PA
Investigação: DAS, PA
Metodologia: DAS, PA
Administração do projeto: DAS
Software: DAS
Supervisão: PA
Validação: DAS, PA
Visualização: DAS
Redação do rascunho original: DAS, PA
Redação - revisão e edição: DAS, PA, IJO
Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento:
Este trabalho não recebeu nenhuma contribuição financeira ou bolsa.

Comissão de Ética:
Por se tratar de uma revisão sistemática da literatura, não foi necessária aprovação por comissão de ética.

Declaração de consentimento informado:
Não se aplica, por se tratar de uma revisão sistemática da literatura sem participação direta de pessoas.

Conflitos de interesse:
Os autores não declaram nenhum conflito de interesses.

Proveniência e revisão por pares:
Não comissionado; revisto externamente por pares.