

REVISÃO

Associação entre disfunção diafragmática e desmame ventilatório em pacientes críticos: Uma revisão integrativa

Association Between Diaphragmatic Dysfunction and Weaning from Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients: An Integrative Review

Eral Antônio de Rezende¹, Soraya de Paula Almeida Rezende², Kaick Santos Muri Siqueira³, Brenda Rocha Barbosa Ruas⁴, Matheus Alves Ribeiro⁵

¹Médico, Cirurgia Geral RQE 11804, Cirurgia Torácica RQE 11805 e Pneumologia RQE 17548 pela Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia (EMESCAM), Vitória, ES, Brasil

²Médica RQE 58533 pela Universidade Iguaçu (UNIG), Campus V, Itaperuna, RJ, Brasil

³Faculdade Metropolitana São Carlos, Bom Jesus do Itabapoana, RJ, Brasil

⁴Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Contagem, MG, Brasil

⁵Universidade Iguaçu (UNIG), Campus V, Itaperuna, RJ, Brasil

Recebido em: 29 de Setembro de 2026; Aceito em: 7 de Outubro de 2026.

Correspondência: Soraya de Paula Almeida Rezende, sorayaarezende@gmail.com

Como citar

Rezende EA, Rezende SPA, Siqueira KSM, Ruas BRB, Ribeiro MA. Associação entre disfunção diafragmática e desmame ventilatório em pacientes críticos: Uma revisão integrativa. Fisioter Bras. 2026;27(9):6192-6212. doi: [10.62827/fb.v27i9.1334](https://doi.org/10.62827/fb.v27i9.1334).

Resumo

Introdução: A ventilação mecânica invasiva constitui um recurso fundamental no suporte de pacientes críticos; entretanto, sua utilização pode estar acompanhada por alterações estruturais e funcionais da musculatura respiratória, especialmente do diafragma. A disfunção diafragmática pode estar relacionada a dificuldades durante o processo de desmame ventilatório, tornando relevante sua avaliação no acompanhamento da recuperação da respiração espontânea. Nesse contexto, a ultrassonografia diafragmática e estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória, como o treinamento muscular inspiratório, têm sido investigadas como recursos para avaliação e intervenção durante a ventilação mecânica. **Objetivo:** Analisar a associação da disfunção diafragmática com o desmame ventilatório de pacientes críticos, considerando sua relação com o sucesso ou a falha do desmame,

os métodos de avaliação da função diafragmática e as estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória. *Métodos:* Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e analítico, conduzida conforme o referencial metodológico de Whitemore e Knafl. As buscas foram realizadas entre agosto e setembro de 2026 nas bases Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), National Library of Medicine (PubMed/MEDLINE), Scopus e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foram estabelecidos critérios de elegibilidade contemplando estudos primários, experimentais ou observacionais, publicados entre 2011 e 2025 em português, inglês ou espanhol, com pacientes adultos críticos em ventilação mecânica invasiva e avaliação da função diafragmática, do desmame ventilatório e/ou de estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória. A seleção seguiu etapas independentes por dois revisores, com um terceiro revisor para resolução de discordâncias, e o processo foi apresentado conforme o PRISMA. A síntese foi narrativa e comparativa, com análise separada dos estudos observacionais e dos estudos de intervenção, sem o emprego de escores formais de qualidade. Revisões e demais estudos secundários foram excluídos. *Resultados:* Foram incluídos 12 estudos primários, sendo quatro ensaios clínicos randomizados e oito estudos observacionais, selecionados a partir de 176 registros identificados, dos quais 31 duplicados foram removidos. Após a triagem de 145 títulos e resumos, 41 artigos foram avaliados na íntegra e 29 foram excluídos. Os estudos analisados identificaram relações entre parâmetros da função diafragmática e diferentes desfechos do desmame ventilatório, incluindo desempenho no teste de respiração espontânea, duração da ventilação mecânica e ocorrência de falha do desmame. A ultrassonografia diafragmática foi o principal método de avaliação investigado, com análise de parâmetros como excursão, espessura e fração de espessamento. Entretanto, sua capacidade de prever isoladamente a falha da extubação não foi uniforme entre os estudos. O treinamento muscular inspiratório apresentou resultados favoráveis sobre parâmetros de força muscular respiratória e, em determinados contextos, associou-se à redução do tempo de ventilação mecânica. Contudo, não produziu efeitos uniformes sobre a duração do desmame, nem diferenças entre os protocolos de treinamento comparados. *Conclusão:* A disfunção diafragmática apresenta relação com diferentes aspectos do desmame ventilatório em pacientes críticos, podendo fornecer informações complementares para a avaliação da capacidade de reassumir a respiração espontânea. A avaliação ultrassonográfica e o treinamento muscular inspiratório constituem estratégias investigadas nesse contexto, mas seus resultados devem ser interpretados em conjunto com as condições clínicas e respiratórias do paciente. A heterogeneidade dos métodos e dos desfechos reforça a necessidade de estudos futuros com maior padronização dos protocolos de avaliação e intervenção.

Palavras-chave: Desmame do Respirador; Diafragma; Modalidades de Fisioterapia; Ultrassonografia; Unidades de Terapia Intensiva.

Abstract

Introduction: Invasive mechanical ventilation is an essential resource for the management of critically ill patients; however, its use may be accompanied by structural and functional changes in the respiratory muscles, particularly the diaphragm. Diaphragmatic dysfunction may be associated with difficulties

during the ventilator weaning process, making its assessment relevant to the monitoring of recovery of spontaneous breathing. In this context, diaphragmatic ultrasonography and physiotherapeutic strategies targeting the respiratory muscles, such as inspiratory muscle training, have been investigated as assessment and intervention approaches during mechanical ventilation. *Objective:* To analyze the association between diaphragmatic dysfunction and weaning from mechanical ventilation in critically ill patients, considering its relationship to the success or failure of weaning, methods for assessing diaphragmatic function, and physical therapy strategies targeting the respiratory muscles. *Methods:* This is an integrative literature review, descriptive and analytical in nature, conducted in accordance with the methodological framework proposed by Whittemore and Knafl. Searches were conducted between August and September 2026 in the following databases: Virtual Health Library (VHL), Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), National Library of Medicine (PubMed/MEDLINE), Scopus, and Scientific Electronic Library Online (SciELO). Eligibility criteria were established to include primary, experimental, or observational studies published between 2011 and 2025 in Portuguese, English, or Spanish, involving critically ill adult patients on invasive mechanical ventilation and assessing diaphragmatic function, weaning from mechanical ventilation, and/or physical therapy strategies targeting the respiratory muscles. The selection process involved independent stages conducted by two reviewers, with a third reviewer to resolve disagreements, and the process was reported in accordance with the PRISMA guidelines. The synthesis was narrative and comparative, with separate analysis of observational and intervention studies, without the use of formal quality scores. Reviews and other secondary studies were excluded. *Results:* A total of 12 primary studies were included—four randomized clinical trials and eight observational studies—selected from 176 identified records, of which 31 duplicates were removed. After screening 145 titles and abstracts, 41 articles were evaluated in full, and 29 were excluded. The analyzed studies identified relationships between parameters of diaphragmatic function and various outcomes related to weaning from mechanical ventilation, including performance on the spontaneous breathing test, duration of mechanical ventilation, and occurrence of weaning failure. Diaphragmatic ultrasound was the primary assessment method investigated, with analysis of parameters such as excursion, thickness, and thickening fraction. However, its ability to predict extubation failure on its own was not consistent across the studies. Inspiratory muscle training showed favorable results regarding respiratory muscle strength parameters and, in certain contexts, was associated with a reduction in the duration of mechanical ventilation. However, it did not produce consistent effects on the duration of weaning, nor did it result in differences among the compared training protocols. *Conclusion:* Diaphragmatic dysfunction is related to different aspects of ventilator weaning in critically ill patients and may provide complementary information for assessing the ability to resume spontaneous breathing. Ultrasonographic assessment and inspiratory muscle training are strategies investigated in this context, but their findings should be interpreted together with the patient's clinical and respiratory conditions. The heterogeneity of assessment methods and outcomes reinforces the need for future studies with greater standardization of assessment and intervention protocols.

Keywords: Ventilator Weaning; Diaphragm; Physical Therapy Modalities; Ultrasonography; Intensive Care Units.

Introdução

A ventilação mecânica invasiva constitui um recurso fundamental no suporte de pacientes críticos com insuficiência respiratória e outras condições que comprometem a manutenção da ventilação espontânea. Embora seja essencial para a estabilização clínica, sua utilização prolongada pode estar acompanhada por alterações estruturais e funcionais da musculatura respiratória, especialmente do diafragma, principal músculo responsável pela ventilação. Nesse contexto, a redução da atividade muscular e a exposição a diferentes níveis de assistência ventilatória durante a ventilação mecânica podem estar relacionadas ao desenvolvimento de fraqueza e disfunção diafragmática [1,2].

A disfunção diafragmática pode manifestar-se por alterações estruturais e funcionais, como a redução da força contrátil e da espessura muscular, sendo a ultrassonografia diafragmática um dos principais métodos para a sua identificação [3,4]. Em pacientes críticos sob ventilação mecânica, a integridade da função diafragmática é um fator importante para o sucesso do desmame ventilatório, processo que consiste na redução progressiva do suporte até a retomada da respiração espontânea [5]. Como a transição da ventilação mecânica aumenta a demanda sobre a musculatura respiratória, alterações na função do diafragma comprometem diretamente o desempenho do paciente nessa etapa, tornando sua avaliação clínica de extrema relevância [6].

A avaliação da função diafragmática pode, portanto, contribuir para a compreensão dos fatores relacionados ao sucesso ou à dificuldade do desmame. Entretanto, os parâmetros utilizados e sua capacidade de prever a evolução clínica não são uniformes entre os estudos. Enquanto algumas investigações observaram relação entre

a fração de espessamento, a excursão diafragmática ou outros parâmetros ultrassonográficos e os resultados do desmame, outras não identificaram capacidade suficiente desses indicadores para prever isoladamente a falha de extubação [7,8]. Essa variabilidade reforça a importância de interpretar a função diafragmática em conjunto com as demais condições clínicas e respiratórias do paciente.

Nesse contexto, a fisioterapia respiratória apresenta participação relevante no acompanhamento de pacientes submetidos à ventilação mecânica, incluindo avaliação da força muscular respiratória, estratégias de mobilização, manejo das condições respiratórias e utilização de treinamento muscular inspiratório. Diferentes estudos têm investigado o treinamento muscular inspiratório como estratégia para melhorar a força e a resistência dos músculos respiratórios durante o período de ventilação mecânica e de desmame, utilizando protocolos com diferentes intensidades, frequências e períodos de aplicação [9,10].

No entanto, os efeitos dessas intervenções sobre o prognóstico dos pacientes ainda apresentam divergências na literatura. Embora diversos estudos tenham investigado o impacto de estratégias voltadas para a musculatura respiratória, há uma grande heterogeneidade nos protocolos aplicados, nas populações estudadas e nos resultados obtidos [9-12]. Essa diversidade metodológica e de desfechos reforça a existência de incertezas quanto à uniformidade dos benefícios clínicos dessas abordagens durante o processo de desmame [9-12].

A reunião, em uma mesma revisão, dos achados sobre a avaliação da função diafragmática e sobre as intervenções direcionadas à musculatura respiratória pode oferecer uma visão mais abrangente dos fatores relacionados à liberação

da ventilação mecânica, ainda que analisados separadamente conforme seu delineamento.

Diante disso, esta revisão integrativa teve como objetivo analisar a associação da disfunção diafragmática com o desmame ventilatório de

pacientes críticos, considerando sua relação com o sucesso ou a falha do desmame, os métodos de avaliação da função diafragmática e as estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória.

Métodos

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e analítico, conduzida conforme o referencial metodológico proposto por Whitemore e Knafl [13], que permite a síntese, comparação e análise crítica de estudos com diferentes delineamentos metodológicos. O processo de revisão contemplou a definição da questão norteadora, o estabelecimento dos critérios de elegibilidade, a elaboração da estratégia de busca, a identificação e seleção dos estudos, a extração dos dados e a síntese dos achados relacionados à disfunção diafragmática e ao desmame ventilatório em pacientes críticos. Ademais, a busca bibliográfica foi realizada entre agosto e setembro de 2026.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), United States National Library of Medicine (PubMed/MEDLINE), Scopus e Scientific Electronic Library Online (SciELO). O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos foi organizado em fluxograma conforme as recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [14], utilizado como diretriz para a apresentação transparente do processo de seleção dos artigos.

A questão norteadora foi estruturada com base nos componentes da estratégia PICO (Population, Intervention, Comparison e Outcome) [15],

acrescidos do tipo de estudo como critério metodológico complementar.

No primeiro eixo, de caráter observacional, considerou-se como população pacientes adultos críticos submetidos à ventilação mecânica invasiva; como exposição de interesse, a presença de disfunção diafragmática e sua avaliação por métodos clínicos ou instrumentais, incluindo ultrassonografia diafragmática, excursão diafragmática, fração de espessamento e parâmetros relacionados à força ou função muscular respiratória; como comparação, pacientes sem disfunção diafragmática ou com diferentes graus de comprometimento da função diafragmática; e, como desfechos, sucesso ou falha do desmame, sucesso ou falha da extubação, duração do desmame, tempo de ventilação mecânica, necessidade de reintubação e outros indicadores relacionados à recuperação da função respiratória. No segundo eixo, de caráter intervencional, considerou-se como população pacientes adultos críticos submetidos à ventilação mecânica invasiva e em processo de desmame; como intervenção, estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória, especialmente o treinamento muscular inspiratório; como comparação, cuidados habituais, ausência da intervenção ou diferentes protocolos de treinamento, conforme o delineamento do estudo; e, como desfechos, força muscular respiratória, sucesso ou falha do desmame, sucesso ou falha da extubação, duração do desmame, tempo de

ventilação mecânica, necessidade de reintubação e demais indicadores relacionados à recuperação respiratória. Em ambos os eixos, foram considerados estudos primários com delineamentos experimentais ou observacionais, conforme os critérios de elegibilidade estabelecidos.

A partir desses dois eixos, foram definidas como questões orientadoras: 1) qual é a associação entre a disfunção diafragmática e o desmame ventilatório em pacientes críticos?; e 2) quais estratégias de avaliação da função diafragmática e intervenções fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória têm sido investigadas nesse contexto?

Considerando a natureza integrativa da revisão e a heterogeneidade dos estudos primários identificados, os dois eixos foram analisados separadamente na síntese dos resultados. As evidências observacionais relacionadas à associação entre disfunção diafragmática e desmame foram interpretadas de forma distinta das evidências provenientes de estudos de intervenção, especialmente aquelas relacionadas ao treinamento muscular inspiratório. Da mesma forma, os achados referentes à avaliação da função diafragmática foram analisados separadamente dos efeitos das intervenções fisioterapêuticas, evitando a interpretação conjunta de evidências de naturezas metodológicas distintas.

As estratégias de busca foram elaboradas a partir de descritores controlados dos vocabulários DeCS/MeSH e termos livres relacionados à disfunção diafragmática, ventilação mecânica, desmame ventilatório e musculatura respiratória. Os termos utilizados estão descritos abaixo, de acordo com a estratégia empregada em cada base de dados.

Para a PubMed/MEDLINE, a estratégia de busca foi estruturada combinando descritores MeSH e termos livres por meio dos operadores booleanos,

utilizando a seguinte sintaxe: ((“diaphragm dysfunction”[Mesh] OR “diaphragmatic dysfunction”[tiab] OR “diaphragm weakness”[tiab] OR “diaphragmatic weakness”[tiab]) OR (“diaphragm ultrasound”[tiab] OR “diaphragmatic excursion”[tiab] OR “diaphragmatic thickening fraction”[tiab]) OR (“respiratory muscles”[Mesh] OR “inspiratory muscle training”[Mesh] OR “respiratory muscle training”[tiab])) AND (“respiration, artificial”[Mesh] OR “mechanical ventilation”[tiab] OR “ventilator weaning”[Mesh] OR “weaning”[tiab] OR “extubation”[tiab]).

Na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e LILACS, a sintaxe foi adaptada utilizando os descritores correspondentes dos DeCS e os termos livres equivalentes, combinados por operadores booleanos da seguinte forma: (mh: (“Disfunção Diafragmática” OR “Músculos Respiratórios” OR “Respiração Artificial” OR “Desmame do Respirador”) OR “diaphragm dysfunction” OR “diaphragmatic dysfunction” OR “diaphragm weakness” OR “diaphragmatic weakness” OR “diaphragm ultrasound” OR “diaphragmatic excursion” OR “diaphragm thickening fraction” OR “inspiratory muscle training” OR “respiratory muscle training”) AND (mh: (“Respiração Artificial” OR “Desmame do Respirador”) OR “mechanical ventilation” OR “invasive mechanical ventilation” OR “weaning” OR “ventilator weaning” OR “liberation from mechanical ventilation” OR extubation).

Na base Scopus, a estratégia de busca foi adaptada para os campos de título, resumo e palavras-chave, assegurando a recuperação com os mesmos termos por meio da sintaxe: (TITLE-ABS-KEY (“diaphragm dysfunction” OR “diaphragmatic dysfunction” OR “diaphragm weakness” OR “diaphragmatic weakness” OR “diaphragm ultrasound” OR “diaphragmatic excursion” OR “diaphragm thickening fraction” OR “inspiratory muscle training” OR “respiratory muscle training”)) AND (TITLE-ABS-KEY (“mechanical ventilation” OR “invasive

mechanical ventilation” OR “weaning” OR “ventilator weaning” OR “liberation from mechanical ventilation” OR “extubation”)).

Na Scientific Electronic Library Online (SciELO), a estratégia foi configurada utilizando os termos e operadores compatíveis com o motor de busca indexado da plataforma, estruturada como: ((“diaphragm dysfunction” OR “diaphragmatic dysfunction” OR “diaphragm weakness” OR “diaphragm ultrasound” OR “diaphragmatic excursion” OR “diaphragm thickening fraction” OR “inspiratory muscle training” OR “respiratory muscle training”) AND (“mechanical ventilation” OR “invasive mechanical ventilation” OR “weaning” OR “ventilator weaning” OR “extubation”)).

Foram incluídos estudos primários publicados entre 2011 e 2025, realizados em pacientes adultos críticos submetidos à ventilação mecânica invasiva e que investigaram a função ou disfunção diafragmática, o processo de desmame ventilatório e/ou estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória no contexto da ventilação mecânica. Foram considerados elegíveis ensaios clínicos randomizados ou controlados e estudos observacionais, incluindo delineamentos prospectivos, de coorte e transversais, desde que avaliassem parâmetros relacionados à função diafragmática, incluindo ultrassonografia, excursão diafragmática, fração de espessamento, espessura muscular, força dos músculos respiratórios ou outros métodos de avaliação funcional. Também foram considerados estudos que investigassem estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória, particularmente o treinamento muscular inspiratório, quando relacionadas ao processo de desmame ou à liberação da ventilação mecânica. Foram considerados desfechos relacionados ao sucesso ou à falha do desmame, sucesso ou falha da extubação, duração do desmame,

tempo de ventilação mecânica, necessidade de reintubação, força muscular respiratória, função diafragmática e demais parâmetros relacionados à recuperação respiratória.

Foram excluídos estudos que não envolvessem pacientes adultos submetidos à ventilação mecânica invasiva, pesquisas exclusivamente pediátricas, estudos realizados em animais, relatos ou séries de casos, cartas ao editor, editoriais, opiniões de especialistas, resumos de congressos sem texto completo disponível e estudos sem avaliação de desfechos relacionados ao desmame ventilatório ou à função diafragmática. A busca foi restrita a publicações nos idiomas português, inglês e espanhol. Artigos cujos textos integrais não estavam disponíveis de forma gratuita ou por meio do acesso institucional das bases consultadas foram excluídos após tentativa formal de recuperação junto aos autores ou portais de periódicos. Também foram excluídas revisões sistemáticas, meta-análises, revisões integrativas, revisões narrativas e outros estudos secundários da síntese principal, uma vez que a presente revisão foi delimitada à análise de evidências provenientes de estudos primários. Estudos que abordassem exclusivamente doenças respiratórias ou neuromusculares sem relação com ventilação mecânica e desmame também foram excluídos. Estudos duplicados entre as bases de dados foram identificados e removidos antes da etapa de triagem.

A seleção dos estudos foi realizada em etapas sucessivas, compreendendo: (1) identificação dos registros nas bases de dados e remoção das duplicatas; (2) triagem dos títulos e resumos; e (3) leitura dos textos completos dos estudos potencialmente elegíveis, seguida da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Na etapa de leitura integral, foram avaliados o delineamento metodológico, as características da população, a duração da ventilação mecânica, a presença e o método de avaliação

da disfunção diafragmática, o momento da avaliação em relação ao desmame, as estratégias fisioterapêuticas empregadas, quando presentes, os grupos de comparação, os desfechos avaliados e os principais resultados apresentados.

O processo de busca, seleção e análise dos estudos foi realizado por quatro revisores. A extração dos dados foi distribuída entre os revisores utilizando um formulário padronizado, sendo que todos os dados extraídos por um avaliador foram integralmente conferidos e revisados de forma independente por um segundo revisor, de modo a garantir a acurácia e a confiabilidade das informações coletadas. A triagem dos títulos e resumos foi conduzida de forma independente por dois revisores, seguida da avaliação dos textos completos dos estudos potencialmente elegíveis, também realizada independentemente por dois revisores. Em caso de discordância quanto à elegibilidade, os avaliadores discutiram o estudo para resolução do conflito; quando necessário, um terceiro revisor foi consultado para definição da inclusão ou exclusão.

Para cada estudo incluído, foram extraídas informações referentes à autoria e ao ano de publicação, delineamento metodológico, tamanho e características da população, contexto clínico, duração da ventilação mecânica, método de avaliação da função diafragmática, parâmetros ultrassonográficos ou funcionais utilizados, momento da avaliação, características do desmame ventilatório, estratégia fisioterapêutica ou treinamento muscular empregado (quando aplicável), grupo de comparação, instrumentos ou testes utilizados e principais desfechos. Também foram registrados os resultados relacionados à excursão diafragmática, fração de espessamento, espessura do diafragma, força muscular respiratória, sucesso ou falha do desmame, sucesso ou falha da extubação, duração do desmame, tempo de ventilação mecânica,

necessidade de reintubação e demais parâmetros pertinentes à recuperação respiratória.

Não foi realizada avaliação formal da qualidade metodológica ou do risco de viés dos estudos incluídos, não tendo sido aplicadas ferramentas padronizadas, como o RoB 2 para ensaios clínicos randomizados ou a escala Newcastle-Ottawa para estudos observacionais. Embora o método integrativo admita flexibilidade nessa etapa, reconhece-se essa ausência como limitação, sobretudo porque a síntese reúne delineamentos distintos, o que reduz a segurança para comparar o peso das evidências. Por esse motivo, os eixos observacionais e intervencional foram analisados separadamente, a força das evidências foi interpretada com cautela e as conclusões foram consideradas exploratórias.

A síntese dos dados foi realizada de forma narrativa e comparativa, considerando as características metodológicas dos estudos, os métodos empregados para avaliação da função diafragmática, as estratégias fisioterapêuticas investigadas e os desfechos relacionados ao desmame ventilatório. Os achados foram organizados de acordo com os principais eixos identificados na literatura: avaliação ultrassonográfica e funcional do diafragma; relação entre disfunção diafragmática e sucesso ou falha do desmame; associação entre parâmetros diafragmáticos e extubação; alterações da espessura e da função diafragmática durante a ventilação mecânica; e estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória, especialmente o treinamento muscular inspiratório. A interpretação dos resultados considerou as diferenças entre as populações, os métodos de avaliação, os critérios utilizados para definir sucesso ou falha do desmame, os protocolos fisioterapêuticos e os delineamentos dos estudos, evitando a generalização de resultados específicos para todos os pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica.

Resultados

Diante dos critérios estabelecidos, foram identificados 176 registros nas bases de dados selecionadas. Após a remoção de 31 registros duplicados, permaneceram 145 estudos para triagem por títulos e resumos. Destes, 104 foram excluídos por não

atenderem aos critérios de inclusão. Assim, 41 artigos foram avaliados na íntegra, dos quais 29 foram excluídos após a aplicação dos critérios de elegibilidade. Ao final, 12 estudos foram incluídos na presente revisão integrativa (Figura 1).

Identificação de novos estudos via bases de dados

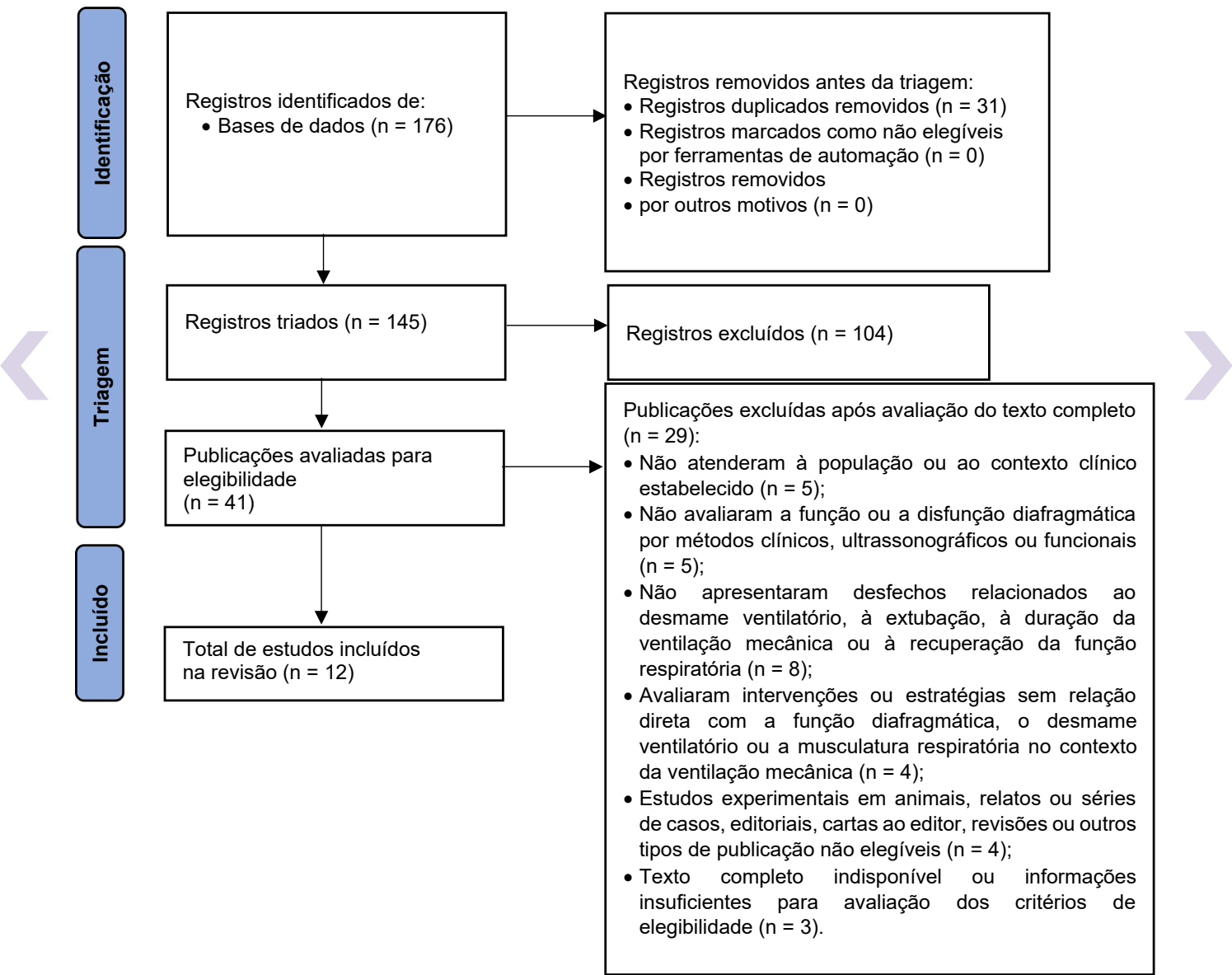


Figura 1 – Fluxograma do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos, conforme as recomendações PRISMA 2020.

Fonte: Autores, 2026.

O processo de busca e seleção bibliográfica resultou na inclusão de 12 estudos primários, publicados entre 2011 e 2025, compreendendo quatro ensaios clínicos randomizados e oito estudos observacionais (coortes prospectivas, estudos transversais e delineamentos multicêntricos). Para melhor compreensão do corpo de evidências, os achados foram sintetizados de forma narrativa e organizados segundo os eixos metodológicos previamente estabelecidos.

Função e Disfunção Diafragmática e Sua Relação com o Desmame

A disfunção diafragmática em pacientes críticos sob ventilação mecânica esteve associada a piores desfechos na liberação do suporte ventilatório. Kim et al. (2011) identificaram que a disfunção diafragmática esteve presente em 35,4% da coorte avaliada, correlacionando-se independentemente com maior duração da ventilação mecânica, desmame prolongado e maiores taxas de falha. No mesmo sentido, coortes prospectivas subsequentes reforçaram que alterações na contração e na espessura do diafragma estiveram associadas a maior risco de insucesso na retirada da ventilação (Dres et al., 2018; Kumbhar et al., 2025; Saravanan et al., 2022). Em contraste, Grassi et al. (2020) observaram recuperação gradual da espessura diafragmática com modalidades assistidas ao longo do acompanhamento em unidade de terapia intensiva, diferenciando-se da atrofia progressiva observada em modos totalmente controlados.

Desempenho da Ultrassonografia Diafragmática no Desmame e na Extubação

No que tange à utilidade clínica da ultrassonografia diafragmática, os estudos apontaram

convergências e divergências quanto ao seu valor preditivo. Parâmetros como a excursão diafragmática e a fração de espessamento mostraram-se úteis para monitorar a fadiga e estimar a probabilidade de sucesso no desmame (Samanta et al., 2017; Saravanan et al., 2022). No entanto, investigações específicas demonstraram limitações na predição isolada da falha de extubação (Vivier et al., 2019) ou ausência de diferenças estatísticas significativas nos pontos de corte tradicionais em subgrupos específicos, como em pacientes críticos com COVID-19, onde a fração de espessamento não diferiu significativamente entre os grupos com sucesso ou falha no desmame (Vetrugno et al., 2022).

Eficácia do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI)

As intervenções voltadas ao treinamento muscular inspiratório (TMI) foram avaliadas em quatro ensaios clínicos randomizados, apresentando heterogeneidade quanto aos protocolos e resultados. Enquanto estudos como o de Wang et al. (2025) demonstraram que o TMI associado ao cuidado habitual reduziu significativamente o tempo de ventilação mecânica (12,6 vs. 18,1 dias) e melhorou a força muscular respiratória em pacientes subagudos, outros trabalhos não observaram aceleração estatística no tempo total de desmame ou superioridade entre diferentes protocolos de intensidade (Condessa et al., 2013; Cader et al., 2012; Réginault et al., 2024). Contudo, mesmo na ausência de redução direta no tempo de desmame, os ensaios destacaram melhora de P_{lmax}, volume corrente e do índice de respiração rápida e superficial (índice de Tobin), além de boa factibilidade e segurança, segundo os autores.



Quadro 1 – Síntese das evidências utilizadas na construção da revisão, segundo tipo e especificidade.

Autor/Ano		Delineamento do estudo	População/ procedimento	Tema e parâmetros avaliados	Principais achados e medidas de associação/efeito
Kumbhar et al., 2025		Estudo observacional prospectivo de coorte	70 pacientes adultos foram inicialmente incluídos, com 50 pacientes na análise final; 30 apresentaram desmame simples e 20 desmame complicado	Avaliação ultrassonográfica da excursão e fração de espessamento diafragmático	A DE pré-intubação <10,5 mm foi associada à ocorrência de desmame complicado. O ponto de corte de 10,5 mm apresentou AUC=0,986 (IC95%: 0,903–1,000; p<0,0001), sensibilidade de 96,77% e especificidade de 100%. Pacientes com DE<10,5 mm apresentaram maior duração do desmame (8 [7–40] vs. 4 [2–40] dias) e maior permanência na UTI (16,5 [10–50] vs. 8,5 [5–52] dias; p<0,001).
Wang et al., 2025		Ensaio clínico randomizado	33 pacientes críticos em fase subaguda, submetidos à ventilação mecânica prolongada e com dificuldade de liberação do suporte ventilatório	Treinamento muscular inspiratório (TMI) associado ao cuidado habitual vs. cuidado padrão	O grupo TMI apresentou redução estatisticamente significativa na duração da ventilação mecânica (12,6±5,2 vs. 18,1±8,8 dias, p=0,04), além de melhora expressiva na força muscular respiratória e no índice de respiração rápida e superficial.
Réginault et al., 2024		Ensaio clínico randomizado multicêntrico	92 pacientes intubados e submetidos à ventilação mecânica, com desmame considerado difícil	Comparação de três programas distintos de treinamento muscular inspiratório (intensidades variadas)	O aumento da MIP foi de 10,8±11,9 cmH ₂ O no grupo de intensidade mista, 6,7±14,5 cmH ₂ O no grupo de alta intensidade e 4,5±14,8 cmH ₂ O no de baixa intensidade. Não houve diferença significativa entre intensidade mista e baixa (diferença ajustada=6,59; IC97,5%: -14,36 a 1,18; p=0,056) nem entre mista e alta intensidade (-3,52; IC97,5%: -11,57 a 4,53; p=0,321). O sucesso do desmame foi de 83,7%, 82,6% e 73,9%, respectivamente; as taxas de reintubação foram 7,5%, 9,5% e 13,6%.





Vetrugno et al., 2022	Estudo observacional multicêntrico transversal	57 pacientes críticos com COVID-19 (73,7% homens; mediana de idade de 65 anos) sob ventilação mecânica	Avaliação da ultrassonográfica do diafragma (fração de espessamento e diâmetros) durante o desmame	A fração de espessamento diafragmático (DTF mediana de 28%) não diferiu significativamente entre os grupos com sucesso (n=32) ou falha (n=25) no desmame (p=0,612), indicando limitações preditivas isoladas nessa coorte específica de COVID-19.
Saravanan et al., 2022	Estudo observacional prospectivo	200 pacientes adultos submetidos à ventilação mecânica invasiva e avaliados durante o processo de desmame	Avaliação da excursão e da fração de espessamento diafragmático por ultrassonografia	Para prever sucesso do desmame, as AUC foram 0,422 para RSBI, 0,654 para DTF, 0,809 para DE, 0,656 para RSBI+DTF e 0,807 para RSBI+DE. Para DE>1,21 cm, a sensibilidade foi 94%, especificidade 71% e índice de Youden 0,65; para DTF>37%, sensibilidade 80%, especificidade 52% e índice de Youden 0,31; para RSBI<82, sensibilidade 94%, especificidade 31% e índice de Youden 0,25.
Grassi et al., 2020	Estudo observacional prospectivo	60 pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica invasiva, acompanhados durante a internação em unidade de terapia intensiva	Dinâmica da espessura do diafragma por ultrassom em ventilação assistida vs. controlada	A espessura diafragmática diminuiu durante a ventilação controlada, de $1,84 \pm 0,44$ para $1,49 \pm 0,37$ mm (p<0,001), e aumentou parcialmente durante a ventilação assistida, de $1,49 \pm 0,37$ para $1,75 \pm 0,43$ mm (p<0,001)**. Redução >10% da espessura esteve associada a maior duração da ventilação controlada (10 [5–15] vs. 5 [4–8,5] dias; p=0,004) e maior PEEP ($12,6 \pm 4$ vs. $10,4 \pm 4$ cmH ₂ O; p=0,034). A recuperação >10% durante ventilação assistida associou-se a menor frequência respiratória ($16,7 \pm 3,2$ vs. $19,2 \pm 4$ irpm; p=0,019) e menor RSBI (37 ± 11 vs. 44 ± 13 ; p=0,029).





Vivier et al., 2019	Estudo observacional multicêntrico	191 pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica e avaliados antes da extubação	Acurácia da ultrassonografia diafragmática para predição de falha de extubação	A falha da extubação ocorreu em 33/191 (17%). A disfunção diafragmática foi semelhante entre sucesso e falha: pela excursão, 46% vs. 51% (p=0,55); pela espessamento, 71% vs. 68% (p=0,73). A excursão direita foi 14±7 vs. 11±8 mm (p=0,13) e a espessamento 29±29% vs. 38±48% (p=0,83). Em contraste, a força da tosse apresentou associação com a falha: 7%, 22% e 46% de falha nos grupos com tosse eficaz, moderada e ineficaz, respectivamente (p<0,01).
Dres et al., 2018	Estudo clínico observacional	76 pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica e a teste de respiração espontânea	Avaliação da função diafragmática por ultrassonografia e estimulação do nervo frênico em relação ao desempenho no teste de respiração espontânea e ao desmame	48 (63%) pacientes obtiveram sucesso e 28 (37%) falharam no teste. Os melhores pontos de corte para prever falha foram 7,2 cmH₂O para pressão de contração e 25,8% para fração de espessamento. A AUC foi 0,80 (IC95%: 0,70–0,89) para pressão de contração e 0,82 (IC95%: 0,73–0,93) para fração de espessamento (p=0,83). Pressão <11 cmH₂O apresentou sensibilidade 89% (IC95%: 72–98%) e especificidade 45% (IC95%: 30–60%) para falha.
Samanta et al., 2017	Estudo prospectivo exploratório	64 pacientes adultos submetidos à ventilação mecânica e avaliados durante o processo de desmame	Avaliação da fração de espessamento diafragmático por ultrassonografia como parâmetro para prever o resultado do desmame ventilatório	A DTF apresentou valores significativamente maiores no grupo de desmame simples em comparação ao complicado (p<0,001). Para ponto de corte ≥25,5% com gatilho de pressão negativa de 2 cmH₂O, a DTF apresentou sensibilidade de 97%, especificidade de 81%, AUC=0,91 (IC95%: 0,84–0,99; p<0,001). Os pontos de corte nos demais níveis foram 26,5%, 25,5% e 24,5%, respectivamente.





Condessa et al., 2013	Ensaio clínico randomizado	92 pacientes submetidos à ventilação mecânica em suporte de pressão	Treinamento muscular inspiratório durante o processo de desmame, comparado ao cuidado convencional	O TMI não reduziu significativamente o período de desmame: diferença média de 8 horas, com IC95% de -16 a 32 horas. Entretanto, houve aumento da pressão inspiratória máxima (diferença média 10 cmH₂O; IC95%: 5–15), da pressão expiratória máxima (8 cmH₂O; IC95%: 2–13) e do volume corrente (72 mL; IC95%: 17–128) em comparação ao controle. O RSBI não diferiu significativamente entre os grupos.
Cader et al., 2012	Ensaio clínico randomizado	28 pacientes idosos acamados internados em unidade de terapia intensiva e submetidos à ventilação mecânica	Treinamento muscular inspiratório durante o processo de retirada da ventilação mecânica, comparado ao cuidado convencional	O grupo TMI apresentou aumento da pressão inspiratória máxima de aproximadamente 7 cmH₂O (IC95%: 4–10) e redução do índice de Tobin de 16 respirações/min/L (IC95%: -26,23 a -6,05). Não houve diferença significativa na taxa de sucesso do desmame ($\chi^2=1,47$; $p=0,20$). O tempo de dependência de ventilação não invasiva foi menor no grupo TMI ($p=0,0001$), e a AUC foi $0,877\pm0,06$ para o índice de Tobin e $0,845\pm0,07$ para a MIP.
Kim et al., 2011	Estudo observacional prospectivo	82 pacientes críticos consecutivos submetidos à ventilação mecânica invasiva	Avaliação da disfunção diafragmática por ultrassonografia e investigação de sua influência sobre o processo de desmame da ventilação mecânica	A disfunção diafragmática esteve presente em 29 pacientes (35,4%) da amostra total, associando-se de forma independente a um tempo prolongado de ventilação mecânica, desmame mais duradouro e maiores taxas de falha primária e secundária.

Fonte: Autores, 2026.



Discussão

Esta revisão integrativa sintetizou os achados de 12 estudos primários sobre a disfunção diafragmática, sua avaliação ultrassonográfica e a eficácia do treinamento muscular inspiratório (TMI) em pacientes críticos sob ventilação mecânica. De forma geral, os resultados evidenciam que o comprometimento funcional e estrutural do diafragma foi frequentemente associado com maiores tempos de suporte ventilatório e dificuldades no desmame. No entanto, embora a ultrassonografia demonstre utilidade correlacional, sua capacidade preditiva isolada para o sucesso da extubação apresentou limitações. Paralelamente, o TMI mostrou resultados favoráveis sobre parâmetros de força muscular e associou-se à redução do tempo de ventilação em populações específicas.

A ultrassonografia diafragmática constitui um dos principais métodos investigados para avaliação da função muscular durante a ventilação mecânica e o desmame [1]. Por possibilitar a análise dinâmica da excursão e do espessamento do diafragma, esse recurso permite acompanhar alterações relacionadas à capacidade contrátil do músculo e ao desempenho durante a transição para a respiração espontânea [4,5]. Diferentes investigações identificaram associação entre parâmetros ultrassonográficos e resultados do desmame, especialmente em relação à fração de espessamento e à excursão diafragmática, sugerindo que alterações nesses parâmetros podem estar relacionadas à capacidade de sustentar a ventilação espontânea [8,9,12].

A relação entre função diafragmática e dificuldade de desmame também pode ser compreendida a partir das alterações observadas durante a ventilação mecânica [2]. A redução da participação ativa da musculatura respiratória pode modificar a demanda imposta ao diafragma, enquanto períodos

prolongados de suporte ventilatório podem estar associados a alterações estruturais e funcionais do músculo [6]. Diferentes níveis de assistência ventilatória também podem modificar a participação muscular e estar relacionados à evolução da espessura diafragmática ao longo da internação. Esses aspectos sugerem que a função do diafragma não permanece estática durante a ventilação mecânica e pode sofrer modificações de acordo com a duração e as características do suporte empregado [6,12].

A presença de disfunção diafragmática, entretanto, não deve ser interpretada como determinante isolado do resultado do desmame [5]. Embora diferentes estudos tenham identificado relação entre parâmetros diafragmáticos e falha do teste de respiração espontânea ou maior dificuldade de liberação da ventilação mecânica, a capacidade desses parâmetros para prever isoladamente a evolução após a extubação apresentou resultados menos consistentes [7,8]. Essa diferença é relevante porque o sucesso da extubação depende de fatores que ultrapassam a capacidade contrátil do diafragma, envolvendo também condições pulmonares, cardiovasculares, neurológicas e metabólicas, além da capacidade de proteção das vias aéreas [9,12].

Nesse sentido, a avaliação da função diafragmática parece apresentar maior utilidade quando integrada a outros elementos da avaliação clínica e respiratória [5,7]. A identificação de redução da excursão ou do espessamento diafragmático pode fornecer informações adicionais sobre a capacidade muscular do paciente, mas não substitui a análise do estado geral, das trocas gasosas, da mecânica respiratória, da tolerância ao teste de respiração espontânea e de outros critérios utilizados

para decisão sobre a retirada da ventilação mecânica. A heterogeneidade dos resultados encontrados reforça essa interpretação e desaconselha a utilização de um único parâmetro como marcador isolado de sucesso ou falha [8,9].

Outro aspecto relevante envolve a diferença entre os processos de desmame e extubação. O desempenho satisfatório durante um teste de respiração espontânea não garante necessariamente sucesso após a retirada do tubo orotraqueal, uma vez que a extubação acrescenta demandas relacionadas à manutenção da permeabilidade das vias aéreas, proteção contra aspiração e capacidade de eliminar secreções. Dessa forma, os resultados referentes à função diafragmática durante o teste de respiração espontânea e aqueles relacionados à falha de extubação devem ser interpretados separadamente, evitando que parâmetros associados a uma dessas etapas sejam automaticamente considerados preditores da outra [7,8].

O treinamento muscular inspiratório (TMI) destaca-se como a principal intervenção investigada nos estudos incluídos desta revisão, sendo aplicado com diferentes intensidades, frequências e momentos terapêuticos durante a ventilação mecânica e o processo de desmame. Os achados sintetizados a partir dos ensaios clínicos randomizados indicam que esta estratégia esteve associada a modificações favoráveis na força muscular respiratória e, em populações específicas como pacientes subagudos, associa-se à redução da duração do suporte ventilatório. No entanto, a resposta clínica não foi uniforme entre as investigações analisadas, refletindo variações nos protocolos de carga, no perfil clínico dos pacientes e nos critérios de progressão adotados.

A melhora da força muscular respiratória não necessariamente corresponde à redução do tempo de desmame. Essa distinção é importante para a

interpretação dos resultados, uma vez que foram observadas situações em que o treinamento muscular inspiratório esteve relacionado à melhora das pressões respiratórias máximas e de parâmetros ventilatórios, sem redução significativa da duração do processo de desmame. Dessa forma, os efeitos fisiológicos de uma intervenção podem ser identificados mesmo quando não há repercussão equivalente sobre um desfecho clínico mais amplo [10].

Em determinados contextos, o treinamento muscular inspiratório apresentou resultados relacionados à liberação da ventilação mecânica, especialmente em pacientes com ventilação prolongada ou desmame considerado difícil [2]. Entretanto, os resultados entre diferentes protocolos de treinamento não foram uniformes, e nem sempre foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades avaliadas [3,11].

A avaliação da força inspiratória e o acompanhamento da função diafragmática integram-se de forma complementar ao processo de liberação da ventilação mecânica. Assim, a intervenção muscular pode ser compreendida como parte de um processo progressivo de reabilitação e recuperação da capacidade de respirar espontaneamente, e não apenas como um estímulo isolado de ganho de força [10, 11].

As características clínicas dos pacientes constituem outro fator importante para a interpretação dos achados. Os estudos incluídos contemplaram diferentes populações de pacientes críticos, incluindo indivíduos submetidos à ventilação mecânica prolongada, pacientes com desmame difícil, idosos e pacientes com COVID-19 [2-5]. Essas diferenças podem modificar tanto a presença e a intensidade da disfunção diafragmática quanto a resposta às intervenções fisioterapêuticas. Consequentemente, resultados obtidos em populações específicas devem ser interpretados

considerando suas características clínicas antes de serem extrapolados para outros pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva [11].

A duração da ventilação mecânica também deve ser considerada no prognóstico da liberação do suporte. Conforme apontado pelas evidências sintetizadas, períodos prolongados de ventilação podem associar-se a maior comprometimento e atrofia da musculatura respiratória, elevando a dificuldade de transição para a respiração espontânea [6, 12]. Dessa maneira, a disfunção diafragmática deve ser compreendida no contexto da interrelação entre o tempo de suporte ventilatório, o modo de ventilação aplicado e o declínio da função contrátil observado nos pacientes críticos [6, 8, 12].

A heterogeneidade dos delineamentos, das características clínicas das populações e dos métodos de avaliação também limitou a comparabilidade direta dos resultados, razão pela qual os achados foram sintetizados de forma narrativa e comparativa. Embora a ultrassonografia seja utilizada com frequência para investigar a função diafragmática, os estudos empregaram diferentes parâmetros, momentos de avaliação e critérios para caracterizar comprometimento funcional. Além disso, os desfechos relacionados ao desmame também variaram, abrangendo falha do teste de respiração espontânea, falha de extubação, duração da ventilação mecânica e tempo de desmame. Essa diversidade dificulta a comparação direta entre os resultados e limita a possibilidade de estabelecer valores ou parâmetros únicos aplicáveis a diferentes populações [1,4,5,7–9,12].

A interpretação dos achados também deve considerar que a relação entre disfunção diafragmática e desmame não implica necessariamente uma relação causal simples [2,6]. O comprometimento da função diafragmática pode contribuir para a dificuldade de retirada do suporte ventilatório,

mas também pode ser consequência da própria condição crítica e do período de ventilação mecânica. Dessa forma, existe uma interação entre a condição clínica, a duração e o modo de ventilação, a função muscular e a capacidade de realizar a transição para a respiração espontânea. A compreensão dessa interação é importante para evitar interpretações simplificadas dos parâmetros diafragmáticos [12].

Entre os pontos fortes desta revisão destaca-se a inclusão de estudos primários diretamente relacionados à função diafragmática, ao desmame ventilatório e às estratégias fisioterapêuticas direcionadas à musculatura respiratória. A reunião de estudos observacionais e ensaios clínicos permitiu contemplar diferentes perspectivas do problema, desde a investigação de parâmetros associados ao desmame até a avaliação de intervenções voltadas à recuperação da força muscular respiratória. Essa abordagem possibilitou identificar tanto resultados favoráveis quanto achados que não demonstraram associação ou benefício uniforme, proporcionando uma interpretação mais abrangente do tema.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas na interpretação destes achados. No que tange aos estudos primários, observou-se heterogeneidade quanto ao tamanho amostral, características clínicas, duração da ventilação mecânica, momentos de avaliação, métodos de mensuração da função diafragmática e protocolos de treinamento muscular inspiratório aplicados. Tais variações limitam a comparabilidade direta entre os resultados e dificultam a generalização de uma intervenção padronizada para diferentes perfis de pacientes críticos. A inclusão conjunta de ensaios clínicos randomizados e estudos observacionais, com desenhos e níveis de evidência distintos, acentua essa limitação. Adicionalmente, em relação às limitações inerentes à condução

desta revisão, destacam-se a restrição do idioma aos artigos publicados em português, inglês e espanhol, a exclusão de estudos cujos textos integrais não estavam disponíveis e a ausência de síntese quantitativa (metanálise), que impede estimar de forma agregada o desempenho preditivo dos parâmetros ultrassonográficos. Destaca-se ainda, como limitação central, a ausência de uma avaliação formal da qualidade metodológica e do risco de viés dos estudos incluídos, aspecto que, embora o método integrativo admita flexibilidade nessa etapa, reduz a segurança para comparar o peso das evidências entre os estudos. Essa lacuna deve ser ponderada na análise crítica, de modo que a força das evidências sintetizadas seja interpretada com cautela e as conclusões desta revisão sejam consideradas exploratórias.

Outro aspecto relevante é a concentração de parte das evidências em populações específicas, como pacientes com desmame difícil, indivíduos idosos e pacientes com COVID-19 [2-5]. Embora esses estudos contribuam para a compreensão do problema em diferentes cenários, suas características clínicas particulares devem ser consideradas antes da extrapolação dos resultados para outras populações de terapia intensiva [11].

Diante desse conjunto de achados, a avaliação da função diafragmática pode contribuir para

a compreensão das dificuldades encontradas durante o desmame ventilatório, especialmente quando integrada aos demais parâmetros clínicos e respiratórios. A ultrassonografia representa uma ferramenta frequentemente investigada para essa finalidade, enquanto o treinamento muscular inspiratório constitui uma estratégia fisioterapêutica que apresentou resultados favoráveis em determinados contextos, embora ainda exista heterogeneidade quanto aos desfechos clínicos observados.

Os resultados também indicam a necessidade de maior padronização dos métodos empregados para avaliação da função diafragmática e dos critérios utilizados para definir sucesso ou falha do desmame. Estudos futuros podem contribuir para esclarecer quais parâmetros ultrassonográficos apresentam maior utilidade em diferentes etapas da retirada da ventilação mecânica, bem como quais características dos programas de treinamento muscular inspiratório estão mais relacionadas à recuperação da força respiratória e à liberação do suporte ventilatório. A investigação de protocolos com maior uniformidade quanto à intensidade, frequência, duração e momento de início poderá facilitar a comparação entre os resultados e ampliar a compreensão da contribuição fisioterapêutica nesse processo.

Conclusão

A disfunção diafragmática foi associada a diferentes aspectos do processo de liberação da ventilação mecânica em pacientes críticos, como a duração da ventilação, o desempenho em testes de respiração espontânea e a ocorrência de falhas no desmame. Os estudos analisados sugerem que parâmetros ultrassonográficos, como excursão, espessura e fração de espessamento, e intervenções

como o treinamento muscular inspiratório associam-se à recuperação respiratória. Entretanto, essas associações não significam que tais parâmetros tenham desempenho suficiente para prever, de forma individual, a falha do desmame ou da extubação, devendo ser interpretados em conjunto com o contexto clínico global do paciente. Essa interpretação deve ser feita com cautela, dada a

heterogeneidade dos delineamentos e a ausência de avaliação formal do risco de viés.

De forma geral, os achados desta revisão sugerem que a avaliação da função diafragmática pode fornecer informações complementares para a compreensão das dificuldades encontradas durante o desmame, desde que interpretada em conjunto com as condições clínicas, respiratórias e funcionais do paciente. O treinamento muscular inspiratório apresentou resultados favoráveis sobre determinados parâmetros de força e função respiratória em alguns estudos e, em contextos específicos, esteve relacionado à liberação da ventilação mecânica; entretanto, não demonstrou redução uniforme do tempo de desmame ou da duração da ventilação mecânica. Dessa forma, a interpretação desses achados deve considerar as características das populações estudadas, os critérios clínicos utilizados para o desmame e as particularidades dos protocolos empregados.

A integração entre avaliação diafragmática, acompanhamento fisioterapêutico e avaliação clínica multiprofissional pode contribuir para uma

abordagem mais abrangente do processo de liberação da ventilação mecânica. Contudo, a heterogeneidade dos métodos e dos desfechos identificada nesta revisão reforça a necessidade de estudos futuros com protocolos mais padronizados, amostras maiores e critérios uniformes para avaliação da função diafragmática, do desmame e da extubação.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

A inteligência artificial foi utilizada somente para revisar erros ortográficos do estudo. Todo o conteúdo produzido foi submetido à supervisão, validação e interpretação dos pesquisadores, que permaneceram responsáveis por todas as decisões analíticas e pela versão final do manuscrito. A IA utilizada para essa ferramenta foi a LanguageTool.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Fontes de Financiamento

Não houve financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Rezende EA, Rezende SPA, Siqueira KSM, Ruas BRB, Ribeiro MA; Redação do manuscrito: Rezende EA, Rezende SPA, Siqueira KSM, Ruas BRB, Ribeiro MA; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Rezende EA, Rezende SPA, Siqueira KSM, Ruas BRB, Ribeiro MA.

Referências

1. Kumbhar PG, Tejpal M, Karna ST, Singh P, Saigal S, Waindeskar V. Sonographic diaphragmatic parameters as a predictor of weaning failure in critically ill patients in need of invasive mechanical ventilation: a prospective observational cohort study. *Monaldi Arch Chest Dis* [Internet]. 2025 [cited 2026 Sep 29]. doi:10.4081/monaldi.2025.3548. Available from: <https://doi.org/10.4081/monaldi.2025.3548>
2. Wang SJ, Fang TP, Rowley DD, Liu NW, Chen JO, Liu JF, Lin HL. Inspiratory muscle training facilitates liberation from mechanical ventilation in subacute critically ill patients—a randomized controlled trial. *Front Med (Lausanne)* [Internet]. 2025 [cited 2026 Sep 29];11:1503678. Available from: <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1503678>
3. Réginault T, Martinez Alejos R, Coueron R, Burle JF, Boyer A, Frison E, Vargas F. Impacts of three inspiratory muscle training programs on inspiratory muscles strength and endurance among intubated and mechanically ventilated patients with difficult weaning: a multicentre randomised controlled trial. *J Intensive Care* [Internet]. 2024 [cited 2026 Sep 29];12(1):28. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40560-024-00741-3>

4. Vetrugno L, Orso D, Corradi F, Zani G, Spadaro S, Meroi F, D'Andrea N, Bove T, Cammarota G, De Robertis E, Ferrari S, Guarnieri M, Ajuti M, Fusari M, Grieco DL, Deana C, Boero E, Franchi F, Scolletta S, Maggiore SM, Forfori F. Diaphragm ultrasound evaluation during weaning from mechanical ventilation in COVID-19 patients: a pragmatic, cross-section, multicenter study. *Respir Res* [Internet]. 2022 [cited 2026 Sep 29];23(1):210. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12931-022-02138-y>
5. Saravanan R, Nivedita K, Karthik K, Venkatraman R. Role of diaphragm ultrasound in weaning mechanically ventilated patients: a prospective observational study. *Indian J Anaesth* [Internet]. 2022 [cited 2026 Sep 29];66(8):591-598. Available from: https://doi.org/10.4103/ija.ija_229_22
6. Grassi A, Ferlicca D, Lupieri E, Calcinati S, Francesconi S, Sala V, Ormas V, Chiodaroli E, Abbruzzese C, Curto F, Sanna A, Zambon M, Fumagalli R, Foti G, Bellani G. Assisted mechanical ventilation promotes recovery of diaphragmatic thickness in critically ill patients: a prospective observational study. *Crit Care* [Internet]. 2020 [cited 2026 Sep 29];24:85. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2761-6>
7. Vivier E, Muller M, Putegnât JB, Steyer J, Barrau S, Boissier F, Bourdin G, Mekontso-Dessap A, Levrat A, Pommier C, Thille AW. Inability of diaphragm ultrasound to predict extubation failure: a multicenter study. *Chest* [Internet]. 2019 [cited 2026 Sep 29];155(6):1131-1139. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.03.004>
8. Dres M, Goligher EC, Dubé BP, Morawiec E, Dangers L, Reuter D, Mayaux J, Similowski T, Demoule A. Diaphragm function and weaning from mechanical ventilation: an ultrasound and phrenic nerve stimulation clinical study. *Ann Intensive Care* [Internet]. 2018 [cited 2026 Sep 29];8(1):53. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0401-y>
9. Samanta S, Singh RK, Baronia AK, Poddar B, Azim A, Gurjar M. Diaphragm thickening fraction to predict weaning—a prospective exploratory study. *J Intensive Care* [Internet]. 2017 [cited 2026 Sep 29];5:62. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40560-017-0258-4>
10. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother* [Internet]. 2013 [cited 2026 Sep 29];59(2):101-107. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70162-0](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70162-0)
11. Cader SA, Vale RGS, Zamora VE, Costa CH, Dantas EHM. Extubation process in bed-ridden elderly intensive care patients receiving inspiratory muscle training: a randomized clinical trial. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2012 [cited 2026 Sep 29];7:437-443. Available from: <https://doi.org/10.2147/CIA.S36937>
12. Kim WY, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* [Internet]. 2011 [cited 2026 Sep 29];39(12):2627-2630. Available from: <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182266408>
13. Whittemore R, Knafl K. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing* [Internet]. 2005 [cited 2026 Jul 12];52(5):546-553. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ [Internet]. 2021 [cited 2026 Jul 12];372:n71. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
15. Schardt C, Adams MB, Owens T, Keitz S, Fontelo P. Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. BMC Med Inform Decis Mak [Internet]. 2007 [cited 2026 Sep 29];7:16. Available from: <https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16>



Este artigo de acesso aberto é distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CC BY 4.0), que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.