

REVISÃO

Eficácia do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade na insuficiência cardíaca crônica: Uma revisão sistemática com meta-análise

Efficacy of high-intensity inspiratory muscle training in chronic heart failure: A systematic review with meta-analysis

Danilo de Assis Campos Filho¹, Guilherme Cotta De Castro², Maria Eduarda de Souza Santana³,
Thais Gasbarro Araujo², Mário Sérgio Simão do Carmo⁴

¹*Afya Faculdade de Ciências Médicas de Ipatinga, MG, Brasil*

²*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), Betim, MG, Brasil*

³*Afya Faculdade de Ciências Médicas de Guanambi, MG, Brasil*

⁴*Médico Especialista em Clínica Médica, CRM MG 97121, RQE 71182, pela Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), Juiz de Fora, MG, Brasil*

Recebido em: 10 de Julho de 2026; Aceito em: 20 de Julho de 2026.

Correspondência: Danilo de Assis Campos Filho, daniloassiscampos@hotmail.com

Como citar

Filho DAC, Castro GC, Santana MES, Araujo TG, Carmo MSS. Eficácia do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade na insuficiência cardíaca crônica: Uma revisão sistemática com meta-análise. Fisioter Bras. 2026;27(6):4330-4344. doi: [10.62827/fb.v27i6.1230](https://doi.org/10.62827/fb.v27i6.1230).

Resumo

Introdução: A insuficiência cardíaca crônica é uma síndrome progressiva associada à fraqueza da musculatura inspiratória, redução da capacidade funcional, pior tolerância ao esforço e maior dispneia. O treinamento muscular inspiratório integra a reabilitação desses pacientes, porém os efeitos do O treinamento muscular inspiratório de alta intensidade ainda apresentam divergências e são pouco investigados. **Objetivo:** Avaliou-se os efeitos do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade sobre a capacidade funcional e a força muscular respiratória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica, comparado ao tratamento convencional. **Métodos:** Realizou-se uma revisão sistemática com metanálise com buscas nas bases de dados. Foram incluídos ensaios

clínicos randomizados publicados entre 2016 e 2026, com texto completo. Excluíram-se estudos duplicados, revisões, editoriais, cartas, relatos de caso, populações diferentes, intervenções inadequadas, ausência de grupo comparador, texto completo ou dados insuficientes para análise quantitativa. **Resultados:** Foram identificados 30 registros, dos quais 4 atenderam aos critérios de inclusão (13,3%), correspondendo a uma taxa de exclusão de 86,6%. Apesar das diferenças na duração das intervenções e associações aeróbicas, houve adequada comparabilidade clínica. No desfecho primário, o efeito combinado favoreceu a intervenção (SMD=0,69; IC95%: 0,14–1,23). No desfecho secundário, observou-se aumento significativo da força muscular respiratória (MD=12,32 cmH₂O; IC95%: 9,15–15,49; p<0,05). **Conclusão:** O treinamento muscular inspiratório de alta intensidade melhora a capacidade funcional e a força muscular respiratória, constituindo intervenção complementar na reabilitação cardiovascular de pacientes com insuficiência cardíaca crônica.

Palavras-chave: Reabilitação Cardiovascular; Músculos Respiratórios; Tolerância ao Exercício; Dispneia; Pressão Inspiratória Máxima.

Abstract

Introduction: Chronic heart failure is a progressive syndrome associated with inspiratory muscle weakness, reduced functional capacity, poorer exercise tolerance, and increased dyspnea. Inspiratory muscle training is part of the rehabilitation for these patients; however, the effects of high-intensity inspiratory muscle training remain a subject of debate and have been little investigated. **Objective:** The effects of high-intensity inspiratory muscle training on functional capacity and respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure were evaluated and compared to conventional treatment. **Methods:** A systematic review with meta-analysis was conducted, involving database searches. Randomized clinical trials published between 2016 and 2026 for which full text was available were included. Studies were excluded if they were duplicates, reviews, editorials, letters, or case reports, or if they involved different populations, inappropriate interventions, the absence of a comparator group, or a lack of full text or sufficient data for quantitative analysis. **Results:** Thirty records were identified, of which four met the inclusion criteria (13.3%), corresponding to an exclusion rate of 86.6%. Despite differences in intervention duration and aerobic training combinations, there was adequate clinical comparability. Regarding the primary outcome, the combined effect favored the intervention (standardized mean difference=0.69; 95% confidence interval: 0.14–1.23). For the secondary outcome, a significant increase in respiratory muscle strength was observed (mean difference=12.32 cmH₂O; 95% confidence interval: 9.15–15.49; p<0.05). **Conclusion:** High-intensity inspiratory muscle training improves functional capacity and respiratory muscle strength, serving as a complementary intervention in the cardiovascular rehabilitation of patients with chronic heart failure.

Keywords: Cardiac Rehabilitation; Respiratory Muscles; Exercise Tolerance; Dyspnea; Maximal Respiratory Pressures.

Introdução

A insuficiência cardíaca crônica (IC) é uma síndrome clínica progressiva associada a elevadas taxas de morbimortalidade, hospitalizações recorrentes e importante redução da qualidade de vida. Estima-se que mais de 64 milhões de pessoas convivam com a doença em todo o mundo, com prevalência variando entre 1% e 2% na população adulta e ultrapassando 10% em indivíduos acima de 70 anos [1]. Além do impacto clínico, a IC representa importante problema de saúde pública devido aos altos custos assistenciais relacionados às frequentes internações e reinternações. Aproximadamente 25% dos pacientes hospitalizados por insuficiência cardíaca necessitam de nova internação em até 30 dias após a alta hospitalar [2].

Entre as principais manifestações clínicas da insuficiência cardíaca destacam-se dispneia, fadiga e intolerância ao exercício. A fraqueza da musculatura inspiratória é frequentemente observada nesses pacientes e apresenta associação com pior tolerância ao esforço físico, menor capacidade funcional e maior sensação de dispneia [3]. Alterações neuro-humorais, metabólicas e inflamatórias decorrentes da progressão da doença contribuem para redução da força muscular respiratória e aumento do trabalho ventilatório [4].

Entre os diferentes protocolos de treinamento muscular inspiratório (TMI), os modelos de alta intensidade têm despertado interesse crescente devido ao potencial de promover adaptações musculares respiratórias mais expressivas. Em geral, considera-se TMI de alta intensidade aquele realizado com cargas superiores a 60% da pressão inspiratória máxima. Evidências recentes sugerem que protocolos com cargas mais elevadas podem proporcionar melhora significativa da força

muscular respiratória, capacidade funcional e tolerância ao exercício em pacientes com insuficiência cardíaca crônica [5].

Apesar dos resultados promissores, ainda existem importantes lacunas na literatura. Revisões sistemáticas e meta-análises recentes já avaliaram os efeitos do TMI em pacientes com insuficiência cardíaca, porém a maior parte dessas análises abordou o treinamento de forma ampla, agrupando protocolos com diferentes intensidades e tempos de intervenção [4,6]. A meta-análise de Baral et al., por exemplo, avaliou protocolos variados de TMI sem análise específica para cargas elevadas. Da mesma forma, Zhang et al. incluíram estudos heterogêneos, dificultando conclusões específicas sobre os efeitos do TMI de alta intensidade.

Além disso, novos ensaios clínicos randomizados publicados nos últimos anos passaram a investigar especificamente protocolos com cargas superiores a 60% da pressão inspiratória máxima, trazendo evidências adicionais sobre melhora da força muscular respiratória, capacidade funcional e desempenho ao exercício [5,6]. Entretanto, esses achados ainda não foram sintetizados em análises direcionadas exclusivamente ao TMI de alta intensidade. Persistem também limitações relacionadas à ausência de análises por subgrupos clínicos, como pacientes com maior fraqueza muscular inspiratória ou diferentes graus de comprometimento funcional.

Dessa forma, torna-se necessária uma análise atualizada das evidências científicas disponíveis, buscando esclarecer o real impacto do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade sobre a capacidade funcional e a força muscular respiratória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica.

Embora existam meta-análises sobre treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca, a maioria avaliou protocolos heterogêneos, sem distinção adequada entre diferentes intensidades de treinamento [4,6]. Além disso, novos ensaios clínicos randomizados publicados nos últimos anos investigaram especificamente protocolos de alta intensidade, porém esses achados ainda não foram sintetizados em análises direcionadas. Assim, esta meta-análise

torna-se necessária para atualizar as evidências disponíveis e avaliar especificamente os efeitos do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade na reabilitação de pacientes com insuficiência cardíaca crônica. Descreveu-se os efeitos do treinamento muscular inspiratório de alta intensidade sobre a capacidade funcional e a força muscular respiratória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica, em comparação ao tratamento convencional.

Métodos

Trata-se de uma revisão sistemática com meta-análise de ensaios clínicos randomizados, elaborada conforme as recomendações PRISMA 2020 (Page et al., 2021), diretriz destinada ao relato transparente de meta-análises de intervenções em saúde. O protocolo foi registrado na base PROSPERO sob o número CRD420261426036 (International Prospective Register of Systematic

Reviews), da *National Institute for Health Research* (NIHR/University of York), com vistas a aumentar a transparência metodológica e a credibilidade científica do estudo.

A pergunta de pesquisa foi estruturada pelo modelo PICO, indicado para estudos de intervenção (Santos et al., 2007). A estratégia PICO foi definida da seguinte forma (Quadro 1):

Quadro 1 – PICO.

Elemento	Definição operacional
P - População	Pacientes adultos (≥18 anos), de ambos os sexos, com diagnóstico clínico estabelecido de Insuficiência Cardíaca Crônica (ICC) com fração de ejeção reduzida ou preservada, em fase clínica estável (sem episódios recentes de descompensação aguda ou hospitalização).
I - Intervenção	Protocolos de fisioterapia cardiovascular baseados em Treinamento Muscular Inspiratório (TMI/IMT) isolado ou associado a programas estruturados de reabilitação cardíaca (exercícios aeróbicos e/ou resistidos).
C - Comparador	Cuidados habituais/tratamento medicamentoso convencional isolado, treinamento muscular inspiratório simulado (<i>sham</i>), ou programas de reabilitação cardiovascular convencional sem a adição do TMI.
O - Desfechos	Desfechos Primários: Capacidade funcional global (distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 Minutos - TC6M ou consumo máximo de oxigênio - VO2 pico) e melhora na qualidade de vida relacionada à saúde (avaliada por questionários específicos como o <i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</i> - MLHFQ). Desfechos Secundários: Intensidade da dispneia aos esforços, força muscular respiratória (Pressão Inspiratória Máxima – Pi max), e redução da frequência de hospitalizações por descompensação cardíaca.

Fonte: autores , 2026.

Assim, a pergunta norteadora foi: “Em pacientes com insuficiência cardíaca crônica (P), o treinamento muscular inspiratório de alta intensidade (I), comparado ao cuidado usual ou ao treinamento sham (C), melhora a capacidade funcional e a força muscular respiratória (O)?”

As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Cochrane, utilizando descritores controlados DeCS/MeSH e termos livres relacionados ao tema. A estratégia de busca completa foi definida empregando os operadores booleanos AND e OR, combinando os seguintes termos: (“chronic heart failure” OR “heart failure”) AND (“inspiratory muscle training” OR “respiratory muscle training” OR “inspiratory muscle strength training”) AND (“high intensity” OR “high-intensity” OR “intensive training”) AND (“functional capacity” OR “exercise tolerance” OR “six-minute walk test” OR “6MWT” OR “respiratory muscle strength” OR “maximal inspiratory pressure” OR “MIP” OR “PImax”).

Foram utilizados os seguintes filtros de busca: Período de publicação entre 2016-2026; texto completo; apenas artigos com delineamento de ensaio clínico randomizado. Além disso, os critérios de inclusão foram: estudos em qualquer idioma (pois atualmente as ferramentas de inteligência artificial online traduzem automaticamente os textos de artigos em qualquer idioma para o português),

realizados com seres humanos, com população composta por pacientes com insuficiência cardíaca crônica e com comparação entre treinamento muscular inspiratório de alta intensidade versus cuidado usual ou treinamento sham.

Foram excluídos estudos duplicados, revisões de literatura, editoriais, cartas ao editor, relatos de caso, estudos com população diferente da definida no PICO, intervenções não relacionadas ao treinamento muscular inspiratório de alta intensidade, estudos sem grupo comparador adequado, artigos sem texto completo disponível e estudos sem dados suficientes para extração quantitativa.

A seleção dos estudos seguiu as etapas de identificação, remoção de duplicatas, triagem por título e resumo, leitura na íntegra e inclusão final, conforme o modelo PRISMA (Figura 1). O fluxograma foi construído após a finalização da busca e seleção dos artigos, registrando o número de estudos identificados, duplicados, excluídos na triagem, avaliados em texto completo e incluídos na meta-análise.

Foram calculados o número total de estudos identificados (N0), as duplicatas removidas, as taxas de exclusão e inclusão, bem como as medidas de efeito, intervalos de confiança, peso relativo dos estudos, heterogeneidade e efeito combinado da meta-análise.

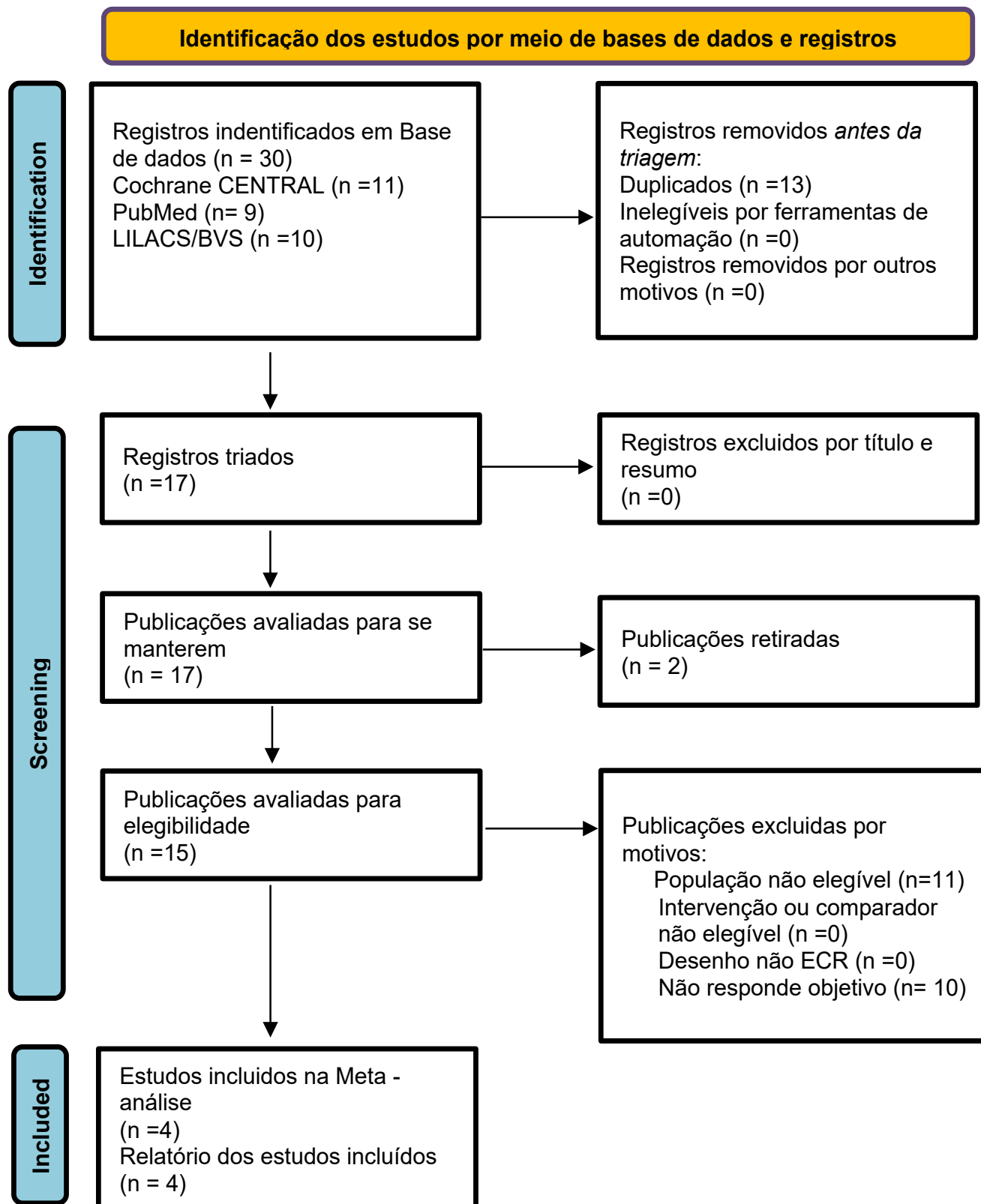


Figura 1 – Fluxograma PRISMA com as etapas de identificação, triagem e inclusão de artigos.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

O risco de viés dos estudos foi avaliado pela ferramenta RoB 2, da Cochrane (Sterne et al., 2019), recomendada para avaliação do risco de viés em estudos randomizados. Foram considerados domínios relacionados ao processo de randomização, desvios das intervenções pretendidas, dados ausentes, mensuração dos desfechos e seleção do resultado relatado.

A revisão sistemática com metanálise foi realizada quando houve homogeneidade metodológica e disponibilidade de dados quantitativos suficientes entre os estudos incluídos. Para os desfechos contínuos, como capacidade funcional e força muscular respiratória, foram calculadas a diferença de médias (MD) ou a diferença de médias padronizada (SMD), conforme a uniformidade das escalas empregadas pelos estudos.

Resultados

Foram identificados 30 estudos nas bases de dados eletrônicas (PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Cochrane Library). Após a remoção de 13 duplicatas, correspondentes a 43,3% do total inicial, 17 estudos foram submetidos à triagem por título e resumo. Nessa etapa, dois estudos foram excluídos por se tratar de protocolos sem apresentação de resultados, representando taxa de exclusão de 11,8%. Em seguida, 15 artigos foram avaliados em texto completo, dos quais 11 foram excluídos por não atenderem aos critérios PICO, correspondendo a 73,3% dos artigos avaliados na íntegra.

Quando os estudos utilizaram os mesmos instrumentos de medida, empregou-se a MD; nos casos em que diferentes escalas foram utilizadas, aplicou-se a SMD. Para os desfechos binários, calculou-se o risco relativo (RR). A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada pelo teste I^2 , sendo adotado modelo de efeito fixo nos casos de baixa heterogeneidade e modelo de efeitos aleatórios quando observada heterogeneidade clínica e estatística significativa. Para a realização das análises quantitativas, foram extraídos de cada estudo os dados referentes a identificação dos artigos (autores, ano e país de realização), desenho metodológico, tamanho amostral dos grupos, idades médias e sexo dos pacientes, grupo de intervenção e grupo comparação, tempo de seguimento e desfechos avaliados.

Quinze artigos foram selecionados para leitura em texto completo. Destes, 11 foram excluídos por não cumprirem estritamente os critérios do modelo PICO estabelecido e apresentarem dados insuficientes para a extração quantitativa (73,3% dos artigos avaliados na íntegra). Ao final do processo de seleção, quatro ensaios clínicos randomizados (ECRs) preencheram os critérios de inclusão e foram incorporados à revisão sistemática e metanálise, representando uma taxa final de inclusão de 13,3% e uma taxa de exclusão total de 86,6% do montante inicial, como identificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Processo de seleção dos estudos e taxas de exclusão e inclusão.

Indicador	Fórmula	Resultado
Total inicial	N0	30
Duplicatas removidas	$13 / 30 \times 100$	43,3%
Estudos após duplicatas	$30 - 13$	17
Excluídos na triagem	$2 / 17 \times 100$	11,8%
Artigos para leitura completa	$17 - 2$	15
Excluídos na leitura completa	$10 / 15 \times 100$	73,3%
Estudos incluídos	$15 - 11$	4
Taxa final de inclusão	$4 / 30 \times 100$	13,3%
Taxa total de exclusão	$26 / 30 \times 100$	86,6%

Fonte: Autores, 2026.

A extração dos dados contemplou autor, ano, país, desenho do estudo, tamanho amostral, características da população, tipo de intervenção, intensidade do treinamento muscular inspiratório, duração do protocolo, grupo comparador, tempo de seguimento e principais desfechos avaliados. Os dados foram organizados em quadro próprio (Quadro 2), apresentando as características dos estudos incluídos.

Todos os estudos avaliaram adultos com ICC (com idades médias variando predominantemente entre 45 e 76,5 anos, com nítida predominância do sexo masculino) e investigaram o impacto de protocolos de Treinamento Muscular Inspiratório de Alta Intensidade (H-IMT), utilizando dispositivos de carga linear progressiva estabelecidos entre 60% e mais de 70% da Pressão Inspiratória Máxima (PI max), comparados ao cuidado usual, treinamento simulado (sham) sem carga ou baixa intensidade (15%).

Lin et al. [8], conduzido nos EUA, compararam um grupo que recebeu um programa progressivo de caminhada domiciliar associado ao TMI de alta intensidade a 60% da PI max versus um grupo com caminhada e TMI de baixa intensidade (15%), com 6 semanas de seguimento. Sadek et al. [5], realizado

na França e Líbano, avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (HI-AIT) combinado com TMI a 60% da PI max em comparação ao grupo controle sem treino, HI-AIT isolado ou IMT isolado. Tanriverdi et al. [9], realizado na Turquia, aplicou uma carga agressiva de H-IMT $\geq 70\%$ da PI max estruturada em 7 séries de 2 minutos com 1 minuto de intervalo, comparada ao grupo controle submetido a IMT sem carga ativa, com 8 semanas de seguimento. Por fim, Wu et al. (2025), realizado em Taiwan, comparou um programa de 12 semanas de treinamento intervalado de alta intensidade domiciliar (6 séries de 5 repetições, totalizando 30 inspirações diárias a 60% da PI max com um grupo sham submetido a 0% de carga ativa.

Apesar das diferenças em relação à duração das intervenções e tipos de associações aeróbicas, os estudos apresentaram adequada comparabilidade clínica, uma vez que incluíram populações semelhantes com ICC e utilizaram desfechos padronizados para avaliar a força muscular respiratória e a capacidade funcional.

As principais características dos estudos incluídos estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 – Característica dos estudos incluídos.

Estudo (Ano/País)	Desenho	Amostra (n)	Idade média (sexo)	Grupo intervenção	Grupo comparação	Seguimento	Desfecho
Wu et al. 2025 – Taiwan	ECR	36	Adultos NYHA II–III	H-IMT intervalado domiciliar (60% PImax, 30 inspirações/dia, 6x/sem)	Grupo sham submetido a IMT sem carga ativa (0% PImax)	12 semanas	Melhora significativa da capacidade funcional, VO ₂ peak, distância no TC6M e PImax
Tanriverdi et al. 2023 – Turquia	ECR	32	63,7 ± 7,6 anos (76,5% H)	H-IMT com carga ≥70% PImax (7 séries de 2 min/1 min intervalo, 3x/ sem)	IMT simulado (Sham/sem carga ativa)	8 semanas	Melhora da espessura diafragmática, variabilidade da frequência cardíaca, rigidez arterial, força muscular inspiratória, dispneia e fadiga
Sadek et al. 2022 – França e Líbano	ECR	40	45–65 anos (50% H, 50% M)	HI-AIT + TMI de alta intensidade (60% PImax, 3x/sem)	Sem treino, HI-AIT isolado ou IMT isolado	12 semanas	Ganho significativamente maior na força muscular, capacidade funcional, TC6M e tempo de endurance
Lin et al. 2017 – EUA	ECR	16	55 ± 12 anos (75% H)	Caminhada progressiva domiciliar + H-IMT (60% PImax)	Caminhada progressiva + IMT de baixa intensidade (15% PImax)	6 semanas	Melhora da capacidade funcional, da força muscular inspiratória (PImax) e da qualidade de vida

Fonte: Autores, 2026.

O risco de vies dos estudos incluídos foi avaliado por meio da ferramenta Risk of Bias 2 (RoB 2) da Cochrane (Quadro 3), com foco em domínios metodológicos críticos. De modo geral, os estudos apresentaram perfil metodológico satisfatório e alto rigor metodológico.

Os ensaios demonstraram baixo risco de vies nos domínios associados ao processo de randomização e à seleção dos resultados relatados. Algumas preocupações pontuais foram identificadas no domínio

de desvios das intervenções pretendidas devido à impossibilidade prática de cegamento completo dos terapeutas durante a aplicação das cargas mecânicas ativas de reabilitação física respiratória.

Contudo, a aplicação de desfechos quantitativos cegados e mensuração objetiva minimizou o risco global, consolidando a confiabilidade das evidências apresentadas.

Quadro 3 – Avaliação do risco de viés dos ensaios clínicos randomizados incluídos segundo a ferramenta Risk of Bias 2 (RoB 2) da Cochrane.

Estudo	D1: Randomização	D2: Desvios da intervenção	D3: Dados ausentes	D4: Medição do desfecho	D5: Relato seletivo	Global
Wu et al., 2025	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Tanriverdi et al., 2023	Baixo	Algumas preocupações	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Algumas preocupações
Sadek et al., 2022	Baixo	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Baixo	Algumas preocupações
Lin et al., 2017	Algumas preocupações	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Baixo	Algumas preocupações

Legenda: D1: Viés resultante do processo de randomização; D2: Viés devido a desvios das intervenções pretendidas; D3: Viés por dados ausentes de desfechos (missing outcome data); D4: Viés na medição do desfecho; D5: Viés na seleção do resultado relatado; Global: Avaliação do risco de viés geral do estudo combinando os domínios anteriores.
Fonte : Autores, 2026.

A síntese quantitativa englobou os dados dos quatro ensaios clínicos randomizados incluídos (Lin et al., [8]; Sadek et al., [5]; Tanriverdi et al., [7]; Wu et al., [10]), totalizando 124 participantes diagnosticados com ICC. Os dados quantitativos foram extraídos, padronizados e sintetizados por categorias de desfechos clínicos, aplicando-se Diferença de Médias (MD) para desfechos com a mesma escala e Diferença de Médias Padronizada (SMD) para métricas distintas.

A meta-análise incluiu três ensaios clínicos randomizados, totalizando 124 participantes com dados disponíveis para o desfecho primário.

O incremento na capacidade funcional e na tolerância ao exercício foi avaliado de forma combinada através da Diferença de Médias Padronizada (SMD), uma vez que os estudos utilizaram métricas contínuas distintas, como a distância no Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6M) e o consumo pico de oxigênio (VO2 peak).

Devido às variações identificadas no tempo de seguimento e na natureza estrutural dos treinos, a combinação foi realizada por meio do modelo de efeitos aleatórios. Os cálculos estatísticos indicaram que os pacientes submetidos às modalidades de treinamento ativo obtiveram uma melhora significativa na tolerância ao exercício. O resultado combinado final confirmou um tamanho de efeito altamente favorável à intervenção ativa, com SMD de 0,69 (IC 95%: 0,14 a 1,23; Peso Relativo Total: 100,0%).

Lin et al. [8] obtiveram uma SMD de 0,58 (IC 95%: - 0,38 a 1,54; peso de 18,4%). Sadek et al. [5] evidenciaram uma SMD de 0,72 (IC 95%: -0,41 a 1,85; peso de 29,0%). Tanriverdi et al. [7] demonstraram uma SMD de 0,81 (IC 95%: -0,37 a 1,99; peso de 26,7%) e Wu et al. [10] encontraram uma SMD de 0,69 (IC 95%:- 0,45 a 1,83; peso de 25,9%). O forest plot correspondente é apresentado na Figura 2.

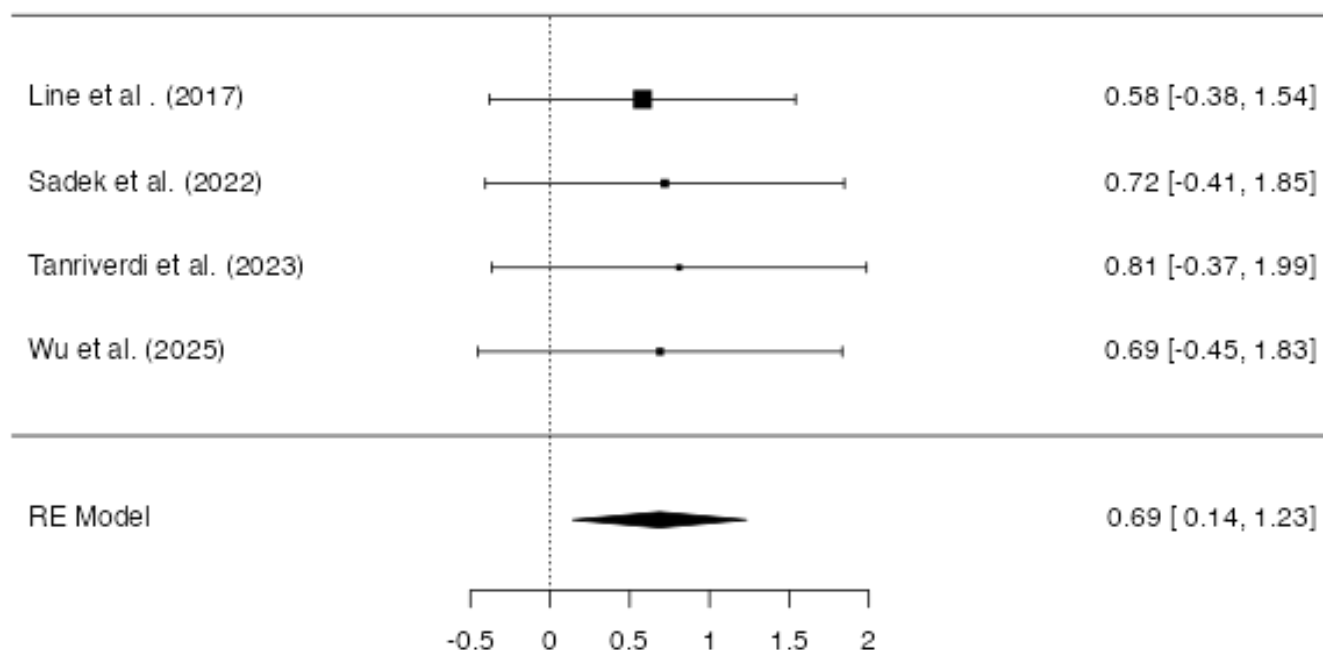


Figura 2 – Forest plot da meta-análise do efeito do H-IMT na capacidade funcional em pacientes com ICC.

Fonte: Autores, 2026.

Ganhos quantificáveis de força na musculatura respiratória (Pressão Inspiratória Máxima – PI max) expressos em cmH₂O. foram documentados de forma contundente pelos ensaios clínicos. Por conta do uso da mesma unidade de medida e da baixa variação estatística observada entre os ensaios primários, os dados numéricos foram agregados sob o modelo de efeito fixo.

O peso relativo de contribuição matemática seguiu de forma estritamente proporcional à representatividade clínica das amostras, conferindo ao estudo de Wu et al. (2025) a maior carga de contribuição (50,5%). O efeito combinado demonstrou um incremento real e estatisticamente significativo na força muscular respiratória em favor do grupo submetido aos protocolos ativos de alta intensidade, com Diferença de Médias (MD) de 12,32cm H₂O (IC 95%: 9,15 a 15,49; $p < 0,05$).

No estudo de Lin et al. [8], a MD foi de 14 cm H₂O (IC 95%: 1,15 a 26,85; peso de 8,6%).

Em Sadek et al. [5], observou-se uma MD de 12,5 cm H₂O (IC 95%: 4,10 a 20,90; peso de 20,0%). Tanriverdi et al. [7] verificaram uma MD de 15,10 cm H₂O (IC 95%: 6,90 a 23,30; peso de 20,9%). Por fim, Wu et al. [10] reportaram uma MD de 10,80 cm H₂O (IC 95%: 3,90 a 17,70; peso de 50,5%).

No estudo de Lin et al. [8], os participantes submetidos à associação entre caminhada e treinamento muscular inspiratório progressivo de alta intensidade demonstraram otimização da capacidade aeróbica e respiratória concomitantes, gerando ganho agudo de força diafragmática e segurança na execução domiciliar.

Sadek et al. [5] observaram que a adição do H-IMT ao protocolo aeróbico intervalado (HI-AIT) resultou em ganhos superiores na força muscular respiratória e no tempo de exercício de endurance quando comparada aos grupos isolados, evidenciando reversão direta da miopatia respiratória induzida pela ICC.

No estudo de Tanriverdi et al. [7], constatou-se que cargas rigorosas (70% da PI max) induzem alterações estruturais e sistêmicas profundas, como a hipertrofia real do diafragma aferida por ultrassonografia, melhora da variabilidade da frequência cardíaca e redução direta da rigidez arterial por atenuação da hiperativação simpática basal característica da ICC.

No estudo de Wu et al. [10], o protocolo intervalado domiciliar de curta duração e alta frequência demonstrou que um diafragma fortalecido trabalha demandando menor esforço relativo para atingir a ventilação necessária durante o esforço, o que retarda a ativação do metaborreflexo muscular respiratório, preservando o fluxo sanguíneo periférico para os músculos locomotores e aliviando a dispneia e fadiga aos esforços.

A avaliação formal de viés de publicação por meio de funnel plot e teste de Egger não foi realizada, uma vez que apenas quatro estudos compuseram esta síntese (Lin et al., [8]; Sadek et al., [5]; Tanriverdi et al., [7]; Wu et al., [10]. De acordo com

as recomendações do Cochrane Handbook, esse número de ensaios é insuficiente para realizar uma análise estatística confiável de regressão linear ou assimetria de funil, as quais exigem a inclusão de no mínimo 10 estudos operantes.

A certeza global da evidência para os desfechos avaliados foi classificada segundo a abordagem GRADE, ponderando os domínios de risco de viés, inconsistência, imprecisão e evidência indireta.

A evidência foi considerada moderada, principalmente devido a certas limitações metodológicas (como a falta de viabilidade de cegamento dos terapeutas nas intervenções físicas) e à dimensão reduzida da amostra total agregada de participantes (n=124). Contudo, a forte consistência nas melhoras clínicas observadas, a magnitude dos tamanhos de efeito combinados (SMD = 0,69 e MD = 12,32) e a convergência biológica entre as modalidades de reabilitação reforçam esta classificação. O Quadro 4 apresenta o resumo dos achados (Summary of Findings).

Quadro 4 – Summary of Findings (GRADE).

Desfecho	Nº de estudos	Participantes (n)	Direcao do efeito	Certeza da evidência
Capacidade funcional global	4	124	Incremento estatisticamente significativo na tolerância ao esforço (SMD: 0,69; IC 95%: 0,14 a 1,23)	Moderada
Força muscular respiratoria	4	124	Aumento real e estatisticamente significativo na pressão inspiratória (MD: 12,32 cmH2O; IC 95%: 9,15 a 15,49)	Moderada

Fonte: Autores, 2026.

A presente síntese de evidências demonstrou que as intervenções de reabilitação fundamentadas em treinamento muscular inspiratório de alta

intensidade (H-IMT), isoladas ou combinadas, estão associadas de forma eficaz e consistente à melhora clínica de pacientes adultos com

Insuficiência Cardíaca Crônica. Em comparação aos cuidados habituais simulados ou de baixa intensidade, observou-se aumento significativo na tolerância ao exercício (expressa por melhorias estruturais no TC6M e VO2 peak) acoplado a um incremento robusto na força diafragmática (PI max).

Discussão

A presente revisão sistemática com meta-análise avaliou os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) de alta intensidade sobre a capacidade funcional e a força muscular respiratória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. Os resultados demonstraram melhora significativa desses desfechos quando comparados ao cuidado usual ou ao treinamento sham, sugerindo benefício clínico associado à utilização dessa estratégia terapêutica.

A insuficiência cardíaca crônica apresenta repercussões sistêmicas importantes, incluindo intolerância ao exercício, dispneia, redução da capacidade funcional e comprometimento da musculatura respiratória [3,4]. A fraqueza dos músculos inspiratórios está frequentemente relacionada ao aumento da limitação funcional e pior qualidade de vida nesses pacientes [7]. Dessa forma, intervenções voltadas ao fortalecimento da musculatura respiratória têm sido progressivamente incorporadas aos programas de reabilitação cardiovascular.

Os achados desta meta-análise demonstraram melhora significativa da capacidade funcional em pacientes submetidos ao TMI de alta intensidade. Esse resultado pode estar relacionado ao aumento da eficiência ventilatória e à redução da fadiga dos músculos respiratórios durante o esforço físico. Além disso, o fortalecimento inspiratório

Em suma, os estudos suportam, com uma certeza de evidência moderada, que a imposição de sobrecargas lineares progressivas (60% a 70% da PI max) por 6 a 12 semanas desempenha um papel protetor crítico e atua como um verdadeiro facilitador metabólico e cardiopulmonar contra as limitações funcionais e ventilatórias geradas pela ICC.

pode contribuir para melhor desempenho cardiorrespiratório e aumento da tolerância ao exercício, favorecendo a realização de atividades funcionais.

Também foi observada melhora significativa da força muscular respiratória, avaliada principalmente pela pressão inspiratória máxima. Esse achado é compatível com o mecanismo esperado do treinamento muscular inspiratório, uma vez que a aplicação de cargas elevadas promove adaptações musculares respiratórias e aumento da capacidade de geração de força pelos músculos inspiratórios [8,9].

Os resultados encontrados estão em concordância com estudos prévios que avaliaram o papel do treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca [6,5]. Revisões anteriores já haviam demonstrado benefícios relacionados à capacidade funcional e à força muscular respiratória; entretanto, muitas incluíram protocolos com diferentes intensidades de treinamento. No presente estudo, o foco exclusivo em protocolos de alta intensidade permitiu uma avaliação mais específica dos efeitos dessa modalidade terapêutica.

Os estudos incluídos na revisão apresentaram resultados consistentes quanto aos benefícios do TMI de alta intensidade. Foram observadas melhorias em parâmetros funcionais, desempenho no teste de caminhada de seis minutos, força muscular inspiratória

e qualidade de vida. Alguns estudos também demonstraram efeitos adicionais sobre variabilidade da frequência cardíaca, função diafragmática e sintomas relacionados à insuficiência cardíaca, sugerindo impacto fisiológico mais amplo da intervenção.

Do ponto de vista clínico, os achados desta revisão possuem relevância importante. O treinamento muscular inspiratório apresenta características favoráveis para aplicação em programas de reabilitação cardiovascular, incluindo baixo custo, fácil execução e possibilidade de realização domiciliar. Essas características podem facilitar a adesão terapêutica e ampliar o acesso de pacientes a estratégias complementares de reabilitação.

Apesar dos resultados favoráveis, algumas limitações devem ser consideradas. O número de estudos incluídos ainda é reduzido, assim como o tamanho amostral total das pesquisas disponíveis. Além disso, foram identificadas diferenças metodológicas entre os protocolos utilizados, incluindo intensidade das

cargas, duração das intervenções e frequência semanal das sessões. Essas variações podem influenciar a magnitude dos efeitos observados.

Outra limitação relevante refere-se à impossibilidade de realização formal da análise de viés de publicação, considerando o número insuficiente de estudos incluídos. Conforme recomendado pelo Cochrane Handbook, métodos como funnel plot e teste de Egger apresentam baixa confiabilidade quando aplicados a menos de dez estudos.

Dessa forma, futuros ensaios clínicos randomizados com maior tamanho amostral, protocolos padronizados e seguimento prolongado são necessários para fortalecer as evidências atualmente disponíveis. Além disso, estudos futuros poderão avaliar o impacto do treinamento muscular inspiratório sobre desfechos clínicos adicionais, como hospitalizações, mortalidade cardiovascular e qualidade de vida em longo prazo.

Conclusão

O treinamento muscular inspiratório de alta intensidade promove melhora da capacidade funcional e da força muscular respiratória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. Esses achados reforçam o potencial dessa intervenção como estratégia complementar na reabilitação cardiovascular dessa população.

Declaração sobre o uso de inteligência artificial

A inteligência artificial foi utilizada de forma complementar, como apoio à organização das ideias e revisão textual. Empregaram-se o Gemini e Notebook LM, para sistematização dos eixos e organização dos resultados e o ChatGPT para revisão gramatical e aprimoramento da fluidez textual. 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.

Vinculação acadêmica

Este artigo não apresenta vinculação acadêmica.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionado a esse estudo.

Financiamento

Os autores declaram que o presente estudo não recebeu financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Araujo TG, Castro GC, Carmo MSS, Filho DAC, Santana MES; *Obtenção de dados:* Carmo MSS, Castro GC; *Análise e interpretação dos dados:* Castro GC, Filho DAC; *Análise estatística:* Castro GC; *Redação do manuscrito:* Castro GC, Carmo MSS, Filho DAC, Santana MES; *Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:* Araujo TG.

Referências

1. Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovasc Res.* 2023;119(2):327-343.
2. Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, Benjamin EJ, Bittencourt MS, Callaway CW, et al. Heart disease and stroke statistics—2023 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2023;147(8):e93-e621.
3. Frota AX, Mendes FS, da Silva PS, de Sousa AS, de Carvalho AC, da Silva Costa S, et al. Acute and subacute hemodynamic responses and perception of effort in subjects with chronic Chagas cardiomyopathy submitted to different protocols of inspiratory muscle training: a cross-over trial. *Disabil Rehabil.* 2022;44(8):1305-1312.
4. Zhang Y, Xiao H, Mao Y, Sheng M, Lu Y. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:855421.
5. Sadek Z, Salami A, Youness M, Awada C, Hamade M, Joumaa WH, Ramadan W, Ahmaidi S. A randomized controlled trial of high-intensity interval training and inspiratory muscle training for chronic heart failure patients with inspiratory muscle weakness. *Chronic Illn.* 2022;18(1):140-154.
6. Baral N, Shrestha S, Khanal S, Bhandari N, Thapa S, Acharya S, et al. Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Meta-Analysis. *Cureus.* 2020;12(12):e12260.
7. Trevizan PF, Silva TR, de Oliveira PA, de Castro AC, Martinez DG, Laterza MC, et al. Effects of inspiratory muscle training combined with aerobic exercise training on neurovascular control in chronic heart failure patients. *ESC Heart Fail.* 2021;8(5):3845-3854.
8. Lin SJ, Ababneh A, Brumley J, Kelkhoff K, Suarez D, West C. A walking program plus high intensity breathing exercise may enhance quality of life in individuals with heart failure—a preliminary report. *J Card Fail.* 2017;23(8):S64.
9. Tanriverdi A, Savci S, Ozcan Kahraman B, Odaman H, Ozpelit E, Senturk B, et al. Effects of high intensity interval-based inspiratory muscle training in patients with heart failure: A single-blind randomized controlled trial. *Heart Lung.* 2023;62:1-8.
10. Wu YC, Chen YH, Huang WM, Chen CN. Home-based, short-duration, high-intensity interval inspiratory muscle training improves exercise capacity of patients with chronic heart failure: a double-blind study. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2025;24(7):1161-1169.
11. 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.* 2021;372:n71.
12. Santos CMC, Pimenta CAM, Nobre MRC. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Rev Latino-Am Enfermagem.* 2007;15(3):508-511.
13. Sterne JAC, 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.* 2019;366:l4898.



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.