

Efeitos das intervenções fisioterapêuticas respiratórias na função pulmonar e no desempenho de atletas

Effects of respiratory physiotherapy interventions on pulmonary function and athletic performance: a systematic review without meta-analysis

Efectos de las intervenciones de fisioterapia respiratoria sobre la función pulmonar y el rendimiento deportivo: revisión sistemática sin metaanálisis

Luan Rodrigo Moraes de Sá¹

Tainara de Souza Dias Silva²

Raí da Silva Lopes³

Lucas Rosendo da Silva⁴

Resumo

Introdução: A musculatura respiratória pode limitar o exercício intenso por fadiga, aumento da percepção de esforço e ativação do metaborreflexo respiratório. Intervenções como o treinamento muscular inspiratório têm sido estudadas como complemento ao treinamento esportivo. **Objetivo:** Analisar os efeitos das intervenções fisioterapêuticas respiratórias sobre função pulmonar, força muscular respiratória, capacidade cardiorrespiratória, desempenho e recuperação de atletas.

¹ Acadêmico do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Aparício Carvalho – FIMCA; luanrodrigomoraesdesa@gmail.com

² Acadêmica do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Aparício Carvalho – FIMCA; tainaradias984@gmail.com

³ Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Aparício Carvalho – FIMCA; rai.lobes@fimca.com.br

⁴ Docente do Centro Universitário Aparício Carvalho – FIMCA; lucas.silva@fimca.com.br

Métodos: Revisão sistemática sem metanálise, planejada segundo PRISMA 2020 e SWiM. Serão pesquisadas PubMed/MEDLINE, PEDro, Scopus, Web of Science, Embase, SPORTDiscus, Biblioteca Virtual em Saúde, SciELO e Cochrane Library, desde a criação das bases até 17 de setembro de 2026. Serão elegíveis ensaios clínicos e estudos quase-experimentais com atletas adolescentes ou adultos submetidos a intervenção fisioterapêutica respiratória. Dois revisores realizarão seleção, extração e avaliação de risco de viés com RoB 2, ROBINS-I ou instrumentos JBI. **Resultados:** Estudos primários já verificados indicam aumento frequente da pressão inspiratória máxima após treinamento muscular inspiratório, porém os efeitos sobre desempenho, consumo de oxigênio, dispneia e recuperação variam entre modalidades e protocolos. A síntese definitiva depende da busca e seleção completas. **Conclusão:** A hipótese mais plausível é de benefício sobre força inspiratória, com incerteza maior para desempenho esportivo e recuperação. Uma conclusão publicável exigirá completar a revisão prospectivamente e graduar a certeza do conjunto de evidências.^{1,2,9–14,16,20}

Palavras-chave: Atletas; Exercícios Respiratórios; Músculos Respiratórios; Desempenho Atlético; Modalidades de Fisioterapia.

Abstract

Background: Respiratory muscle work may limit intense exercise through fatigue, increased perceived exertion, and activation of the respiratory muscle metaboreflex. Inspiratory muscle training has therefore been investigated as an adjunct to sports training. **Objective:** To analyze the effects of respiratory physiotherapy interventions on pulmonary function, respiratory muscle strength, cardiorespiratory capacity, athletic performance, and recovery in athletes. **Methods:** A systematic review without meta-analysis is planned in accordance with PRISMA 2020 and SWiM. PubMed/MEDLINE, PEDro, Scopus, Web of Science, Embase, SPORTDiscus, Virtual Health Library, SciELO, and Cochrane Library will be searched from inception to September 17, 2026. Clinical trials and quasi-experimental studies involving adolescent or adult athletes receiving respiratory physiotherapy interventions will be eligible. Two independent reviewers will conduct screening, extraction, and risk-of-bias assessment using RoB 2, ROBINS-I, or JBI tools. **Results:** Verified primary studies frequently report increased maximal inspiratory pressure after inspiratory muscle training; however, effects on performance, oxygen uptake,

dyspnea, and recovery vary across sports and protocols. The definitive synthesis remains dependent on completion of the full search and selection process. Conclusion: Benefit is most plausible for inspiratory muscle strength, while certainty is lower for athletic performance and recovery. A publishable conclusion requires prospective completion of the review and assessment of certainty across the body of evidence. ^{1,2,9–14,16,20}

Keywords: Athletes; Breathing Exercises; Respiratory Muscles; Athletic Performance; Physical Therapy Modalities.

Resumen

Introducción: La musculatura respiratoria puede limitar el ejercicio intenso debido a la fatiga, el aumento de la percepción del esfuerzo y la activación del metaborreflejo respiratorio. Intervenciones como el entrenamiento muscular inspiratorio se han estudiado como complemento del entrenamiento deportivo. Objetivo: Analizar los efectos de las intervenciones de fisioterapia respiratoria sobre la función pulmonar, la fuerza muscular respiratoria, la capacidad cardiorrespiratoria, el rendimiento y la recuperación de los atletas. Métodos: Revisión sistemática con síntesis narrativa, planificada de acuerdo con PRISMA 2020 y SWiM. Se realizarán búsquedas en PubMed/MEDLINE, PEDro, Scopus, Web of Science, Embase, SPORTDiscus, Biblioteca Virtual en Salud, SciELO y Cochrane Library desde el inicio de cada base hasta el 17 de septiembre de 2026. Se incluirán ensayos clínicos y estudios cuasiexperimentales con atletas adolescentes o adultos sometidos a intervenciones de fisioterapia respiratoria. Dos revisores realizarán de forma independiente la selección, la extracción de datos y la evaluación del riesgo de sesgo mediante RoB 2, ROBINS-I o instrumentos JBI. Resultados: Los estudios primarios verificados indican aumentos frecuentes de la presión inspiratoria máxima después del entrenamiento muscular inspiratorio; sin embargo, los efectos sobre el rendimiento, el consumo de oxígeno, la disnea y la recuperación varían entre modalidades y protocolos. La síntesis definitiva depende de la búsqueda y selección completas. Conclusión: El beneficio es más plausible para la fuerza inspiratoria, mientras que existe mayor incertidumbre respecto al rendimiento deportivo y la recuperación. Una conclusión publicable requiere completar prospectivamente la revisión y evaluar la certeza del conjunto de la evidencia. ^{1,2,9–14,16,20}

Palabras clave: Atletas; Ejercicios Respiratorios; Músculos Respiratorios; Rendimiento Atlético; Modalidades de Fisioterapia.

1 Introdução

A fisioterapia esportiva atua na prevenção, avaliação funcional, recuperação e retorno ao esporte, tradicionalmente com maior ênfase nos sistemas musculoesquelético e neuromotor. Entretanto, o desempenho físico também depende da integração entre ventilação, difusão pulmonar, transporte de oxigênio e utilização periférica. Em esforços intensos e prolongados, a demanda ventilatória aumenta substancialmente e pode transformar o sistema respiratório em componente relevante da limitação ao exercício.^{1,2,9,12}

Os músculos respiratórios, especialmente o diafragma e os músculos inspiratórios acessórios, executam trabalho contínuo durante o exercício. Quando a intensidade ventilatória é elevada, o custo metabólico da respiração aumenta. A fadiga inspiratória pode elevar a dispneia, modificar a estratégia ventilatória e competir com a musculatura locomotora pelo fluxo sanguíneo disponível, sobretudo em atletas de endurance e em exercícios próximos da capacidade máxima.^{1,2,21}

Um mecanismo central é o metaborreflexo dos músculos respiratórios. A acumulação de metabólitos durante trabalho inspiratório fatigante pode aumentar a atividade simpática e reduzir o fluxo sanguíneo periférico. Estudos experimentais demonstraram que trabalho inspiratório intenso interfere na perfusão e na fadiga dos membros, oferecendo uma explicação fisiológica para possíveis efeitos ergogênicos do treinamento específico da musculatura inspiratória^{1,2}.

A função pulmonar estática, avaliada por medidas como volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada, nem sempre limita atletas saudáveis. Ainda assim, força e resistência da musculatura respiratória, economia ventilatória, broncoconstrição induzida pelo exercício e padrões ventilatórios ineficientes podem influenciar sintomas e tolerância ao esforço. Por isso, uma avaliação esportiva abrangente deve distinguir volumes pulmonares, força muscular respiratória e desempenho ventilatório durante o exercício.^{19,21}

O treinamento muscular inspiratório (TMI) é a intervenção mais investigada nesse campo. Em geral, utiliza dispositivos de carga pressórica limiar ou resistência

variável, com progressão baseada na pressão inspiratória máxima. Um ensaio com remadoras competitivas observou melhora da força inspiratória e do desempenho após 11 semanas de TMI a 50% da pressão inspiratória máxima, em comparação com carga placebo ³. Ensaios em ciclistas e nadadores também identificaram respostas favoráveis em alguns testes específicos, embora não de modo uniforme ⁴⁻⁸.

Além do TMI, a fisioterapia respiratória pode incluir exercícios de controle ventilatório, reeducação diafragmática, expansão pulmonar, técnicas de higiene brônquica e intervenções para atletas com asma ou broncoconstrição induzida pelo exercício. Contudo, essas técnicas possuem indicações distintas. Em atleta saudável sem retenção de secreção ou limitação ventilatória identificada, o uso rotineiro de higiene brônquica ou espirometria de incentivo carece de justificativa e não deve ser confundido com preparação física geral. ^{9,10,12,22}

A evidência publicada é heterogênea quanto à modalidade, nível competitivo, duração do protocolo, intensidade da carga, controle placebo e desfecho de desempenho. Revisões anteriores sugerem que o TMI pode melhorar força respiratória e determinados testes esportivos, mas reconhecem amostras pequenas e resultados inconsistentes ⁹⁻¹². Estudos recentes também mostram que o aumento da pressão inspiratória máxima não garante, isoladamente, ganho de desempenho em atletas de elite.

A recuperação pós-exercício é outra dimensão ainda pouco consolidada. A redução do trabalho ventilatório e da percepção de dispneia poderia, em tese, favorecer recuperação autonômica, oxigenação muscular e tolerância a sessões subsequentes. Entretanto, marcadores de recuperação são variados, e a associação entre mudanças fisiológicas agudas e benefícios competitivos clinicamente relevantes permanece incerta. ^{20,21}

Uma síntese transparente é necessária para separar efeitos sobre força inspiratória, função pulmonar, capacidade cardiorrespiratória, desempenho específico e recuperação. A adoção do PRISMA 2020 e do SWiM permite explicitar decisões, agrupar estudos de modo clinicamente coerente e evitar a prática inadequada de resumir resultados apenas pela contagem de significância estatística ^{13,14}.

Assim, esta revisão tem como objetivo analisar os efeitos das intervenções fisioterapêuticas respiratórias sobre a função pulmonar, a força muscular respiratória, a capacidade cardiorrespiratória, o desempenho físico, a dispneia, a fadiga e a recuperação pós-exercício em atletas.⁹⁻¹⁴

2 Métodos

2.1 Delineamento e diretrizes

Será realizada revisão sistemática de estudos de intervenção, sem metanálise, relatada conforme PRISMA 2020¹³. A síntese narrativa seguirá o SWiM¹⁴. As decisões metodológicas deverão ser concluídas antes da triagem definitiva. O uso do PRISMA orienta a transparência do relato, não substituindo manuais de condução da revisão.

2.2 Protocolo e registro

Até a elaboração deste manuscrito, o protocolo não estava registrado. Antes da busca definitiva, recomenda-se registrar o protocolo no PROSPERO, caso elegível, ou no Open Science Framework. O registro deverá conter a pergunta, critérios, bases, estratégias, desfechos prioritários e plano de síntese. O número de registro somente poderá ser incluído após confirmação pela plataforma.^{13,14}

2.3 Questão e estrutura PICO

Questão norteadora: Quais são os efeitos das intervenções fisioterapêuticas respiratórias sobre a função pulmonar, o desempenho físico e a recuperação de atletas?¹³

Elemento	Definição operacional
P	Atletas profissionais, amadores ou recreacionais, adolescentes ou adultos, de qualquer modalidade.
I	TMI, treinamento muscular respiratório, exercícios respiratórios, reeducação diafragmática, expansão pulmonar, higiene brônquica ou outra intervenção fisioterapêutica respiratória claramente descrita.
C	Placebo/sham, ausência de intervenção, treinamento esportivo habitual, cuidado usual ou intervenção alternativa.
O	Primários: força muscular respiratória e desempenho esportivo. Secundários: função pulmonar, capacidade cardiorrespiratória, dispneia, fadiga, recuperação e qualidade de vida.

2.4 Critérios de elegibilidade

Serão incluídos ensaios clínicos randomizados, ensaios não randomizados e estudos quase-experimentais, publicados em português, inglês ou espanhol, com texto completo e pelo menos um desfecho respiratório, funcional ou esportivo. Serão excluídos estudos com população predominantemente não atleta; intervenções exclusivamente farmacológicas, cirúrgicas ou de condicionamento físico sem componente respiratório específico; revisões, editoriais, cartas, protocolos, resumos; duplicatas; e trabalhos que não permitam associar a intervenção aos desfechos de interesse. Estudos com atletas com asma poderão ser incluídos e analisados em subgrupo, desde que a amostra seja esportiva e a intervenção fisioterapêutica. ^{13,14}

2.5 Fontes de informação e período

As buscas abrangerão PubMed/MEDLINE, PEDro, Scopus, Web of Science Core Collection, Embase, SPORTDiscus, Biblioteca Virtual em Saúde, SciELO e Cochrane Library desde a criação de cada base até 17 de setembro de 2026. Não será aplicado limite inicial de ano, pois ensaios fundadores publicados no início dos anos 2000 permanecem pertinentes. A data deverá ser atualizada se a busca final ocorrer posteriormente. Referências dos estudos incluídos e de revisões relacionadas serão examinadas para busca adicional. ¹³

2.6 Estratégias de busca

As estratégias abaixo são versões reproduzíveis a serem validadas por bibliotecário ou pesquisador experiente e ajustadas aos campos disponíveis em cada plataforma. Não se recomenda exigir o termo “physical therapy” em todas as combinações, pois

isso pode excluir estudos de TMI conduzidos em ciência do esporte. ^{13,14}

Base	Estratégia proposta
PubMed/MEDLINE	((Athletes[Mesh] OR athlete*[tiab] OR sport*[tiab]) AND ((Breathing Exercises[Mesh] OR Respiratory Therapy[Mesh]) OR "inspiratory muscle training"[tiab] OR "respiratory muscle training"[tiab] OR "breathing exercise*[tiab]) AND ("Pulmonary Function"[tiab] OR "Respiratory Muscles"[Mesh] OR exercise performance[tiab] OR Athletic Performance[Mesh] OR recovery[tiab] OR dyspnea[tiab]))
PEDro	Title/abstract: athlete* AND (inspiratory muscle training OR respiratory muscle training OR breathing exercise*)
Scopus	TITLE-ABS-KEY (athlete* OR sport*) AND TITLE-ABS-KEY ("inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR "breathing exercise*" OR "respiratory physiotherapy") AND TITLE-ABS-KEY ("pulmonary function" OR performance OR recovery OR dyspnea OR fatigue)
Web of Science	TS=(athlete* OR sport*) AND TS=("inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR "breathing exercise*" OR "respiratory physiotherapy") AND TS=("pulmonary function" OR performance OR recovery OR dyspnea OR fatigue)

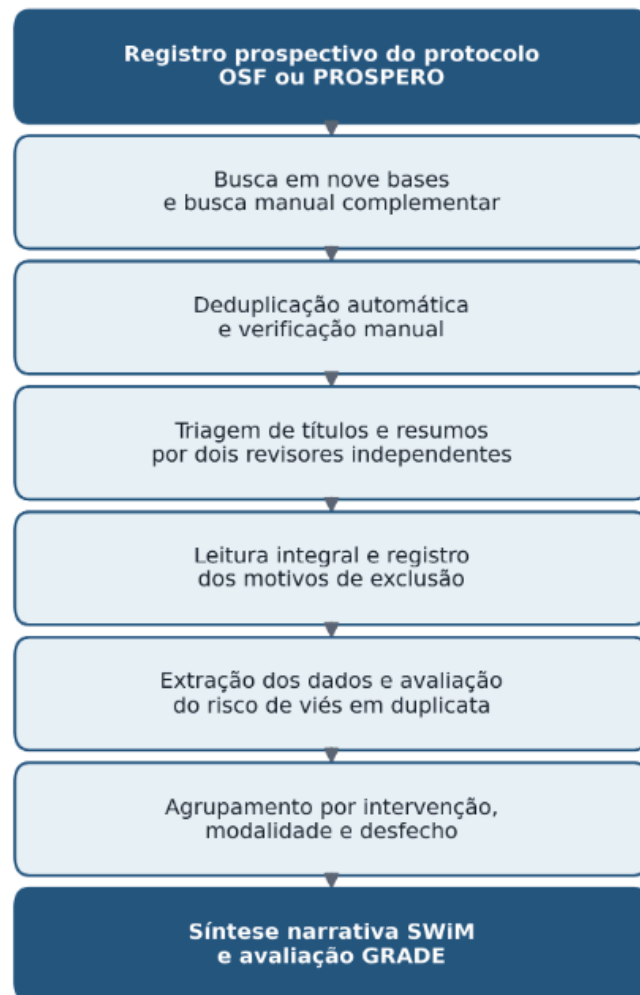
Base	Estratégia proposta
Embase	(athlete*:ti,ab,kw OR sport*:ti,ab,kw) AND ('inspiratory muscle training':ti,ab,kw OR 'respiratory muscle training':ti,ab,kw OR 'breathing exercise':ti,ab,kw) AND ('lung function':ti,ab,kw OR performance:ti,ab,kw OR recovery:ti,ab,kw OR dyspnea:ti,ab,kw)
SPORTDiscus	TX (athlete* OR sport*) AND TX ("inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR "breathing exercise*") AND TX (performance OR "pulmonary function" OR recovery OR fatigue)
BVS	(mh:(Atletas) OR tw:(atleta* OR esporte*)) AND (mh:(Exercícios Respiratórios) OR tw:(treinamento muscular inspiratório OR "treinamento muscular respiratório" OR "inspiratory muscle training")) AND tw:(desempenho OR "função pulmonar" OR recuperação OR dispneia)
SciELO	(atleta* OR esporte* OR athlete*) AND ("treinamento muscular inspiratório" OR "inspiratory muscle training" OR "exercícios respiratórios") AND (desempenho OR "função pulmonar" OR recovery)
Cochrane Library	(athlete* OR sport*):ti,ab,kw AND ("inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR "breathing exercise*"):ti,ab,kw AND (performance OR "pulmonary function" OR recovery OR dyspnea):ti,ab,kw

2.7 Seleção dos estudos

Os registros serão exportados para um gerenciador de referências e, em seguida, para plataforma de triagem. Após remoção automática e manual de duplicatas, dois revisores independentes examinarão títulos e resumos. Os textos potencialmente elegíveis serão avaliados integralmente. Divergências serão resolvidas por consenso e, quando necessário, por terceiro revisor. Motivos de exclusão na etapa de texto

completo serão registrados. O processo será apresentado no fluxograma PRISMA 2020.¹³

Figura 1. Fluxo metodológico planejado para condução da revisão sistemática segundo PRISMA 2020 e SWiM.



Fonte: elaboração dos autores. O diagrama representa o protocolo planejado e não substitui o fluxograma de seleção dos estudos nos resultados.^{13,14}

2.8 Extração dos dados

Dois revisores utilizarão formulário piloto para extrair autor, ano, país, desenho, modalidade, amostra, sexo, idade, nível esportivo, critérios diagnósticos relevantes, intervenção, dispositivo, intensidade, frequência, progressão, duração, adesão, comparador, cointervensões, instrumentos, momentos de avaliação, resultados numéricos, eventos adversos, financiamento e limitações. Autores poderão ser contatados diante de dados essenciais ausentes.¹³

2.9 Risco de viés e certeza da evidência

Ensaio randomizados serão avaliados com RoB 2; estudos não randomizados, com ROBINS-I; desenhos quase-experimentais poderão ser examinados com a lista JBI pertinente. A escala PEDro poderá ser apresentada como medida complementar de qualidade de ensaios de fisioterapia, mas não substituirá a avaliação por domínio. Dois revisores trabalharão independentemente. Para cada desfecho prioritário, recomenda-se graduar a certeza do conjunto de evidências com GRADE, considerando risco de viés, inconsistência, evidência indireta, imprecisão e viés de publicação.^{23–25}

2.10 Plano de síntese sem metanálise

A metanálise somente será descartada após avaliação da compatibilidade clínica e metodológica. Se a heterogeneidade impedir combinação válida, os estudos serão agrupados por tipo de intervenção, modalidade esportiva e desfecho. Serão apresentados tamanho e direção dos efeitos, intervalos de confiança e relevância clínica quando disponíveis. A síntese não se baseará apenas no número de resultados estatisticamente significativos. A heterogeneidade será explorada por intensidade e duração do TMI, nível competitivo, presença de doença respiratória e natureza do teste de desempenho.¹⁴

3 Resultados

Foi organizada uma base preliminar de evidências a partir da revisão sistemática publicada por Ibarra-Soto et al., que pesquisou dez fontes, identificou 15.710 registros e incluiu 12 estudos controlados, totalizando 240 atletas. Esses dados permitiram preencher as tabelas sem inventar informações; entretanto, não substituem a busca original, a deduplicação, a triagem independente e a avaliação RoB 2 previstas para esta revisão.¹¹

3.1 Seleção dos estudos

O Quadro 3.1 reproduz integralmente as contagens apresentadas no fluxograma da revisão-fonte de Ibarra-Soto et al. Esses números constituem uma referência preliminar e deverão ser substituídos pelas contagens produzidas na busca definitiva, após o registro prospectivo do protocolo e a seleção independente por dois revisores.

Etapa PRISMA	Número relatado
Registros identificados nas dez fontes	15.710
Artigos excluídos por duplicação	13.301
Registros selecionados por palavras-chave	2.409
Registros excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade	2.342
Textos completos selecionados	67
Textos completos excluídos	43
Motivo: não pertenciam a modalidades esportivas cíclicas	12
Motivo: não utilizaram dispositivos de resistência	29
Motivo: ausência de informação	1
Artigos selecionados para avaliação da qualidade pela escala PEDro	21
Artigos excluídos após a avaliação (PEDro < 6 pontos)	9
Estudos incluídos na síntese qualitativa	12
Total de atletas nos estudos incluídos	240

Nota metodológica: o fluxograma original apresenta inconsistências aritméticas. Os motivos discriminados para exclusão somam 42 ($12 + 29 + 1$), embora o total informado seja 43. Além disso, 67 textos completos menos 43 exclusões resultariam em 24 artigos, mas somente 21 aparecem como avaliados pela escala PEDro, deixando três registros sem percurso explicitado. As contagens foram transcritas exatamente como publicadas, sem correção inferida.¹¹

3.2 Características dos estudos incluídos

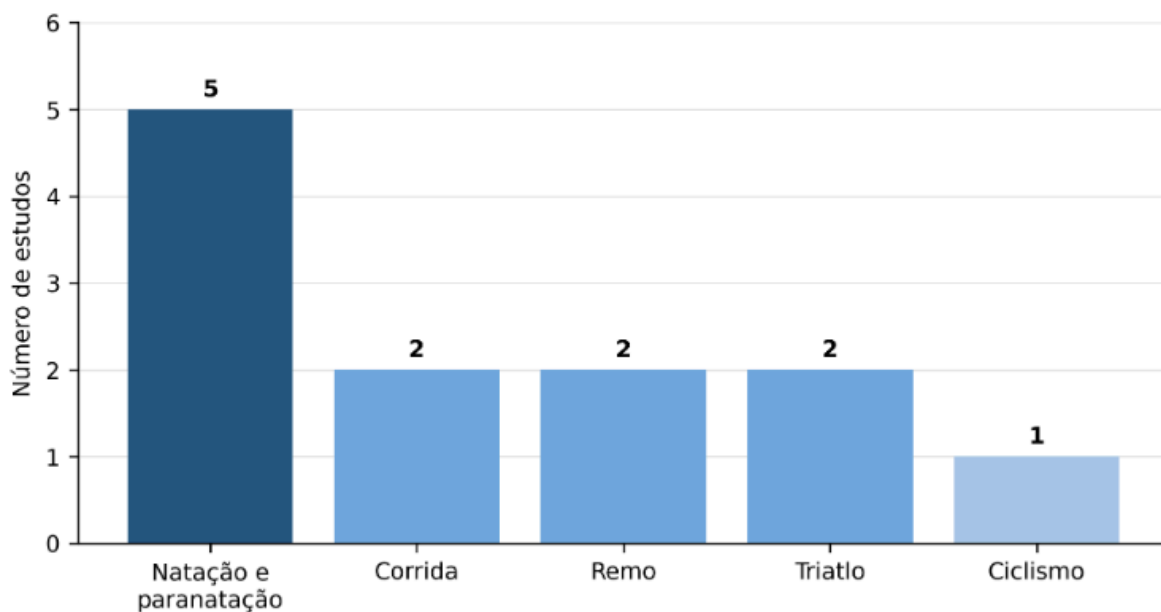
Autor e ano	País e desenho	Modalidade e amostra	Intervenção e comparação	Desfechos	Principais resultados
Williams et al. 2002	EUA; estudo controlado	Corrida; n=7; 20,9±1,2 anos	PowerLung; 30 ciclos 2x/dia, 4 semanas; 50-60% PImáx	Função pulmonar, PImáx, endurance, VO2pico	Força/endurance respiratória melhoraram; VO2pico sem alteração relevante.
Amonette e Dupler 2002	EUA; estudo controlado	Triatlo; n=12 (8/4); 34-37 anos	PowerLung; 30 respirações 2x/dia, 4 semanas; sham 15%	Função pulmonar e capacidade aeróbia	VEF1 e VO2pico sem melhora relevante entre condições.
Holm et al. 2004	EUA; controlado, 3 braços	Ciclismo; n=20; 28±7 anos	Hiperventilação isocápnica; 20 sessões de 45 min; sham e controle	Capacidade ventilatória, contrarrelógio e VO2pico	Ventilação sustentável melhorou; VO2pico pouco se alterou.
Autor e ano	País e desenho	Modalidade e amostra	Intervenção e comparação	Desfechos	Principais resultados
Wells et al. 2005	Canadá; estudo controlado	Natação; n=34; 15,6±1,3 anos	Treino respiratório + natação; ~50% PImáx; 12 semanas; sham	VEF1/CVF1, PImáx/PEmáx, velocidade crítica	Algumas medidas pulmonares e inspiratórias melhoraram; desempenho variou.
Griffiths e McConnell 2007	Reino Unido; controlado	Remo; n=17; 25-29 anos	TMI ou treino expiratório; 30 repetições 2x/dia; 50% PImáx/PEmáx	PImáx, PEmáx e desempenho	PImáx aumentou; benefício esportivo dependeu do protocolo.
Mickleborough et al. 2008	EUA; controlado, 3 braços	Natação; n=30; 18,2±1,6 anos	Treino respiratório 80% PImáx, 3x/semana, 12 semanas; sham 30% ou controle	VEF1, volumes, DLCO, PImáx/PEmáx	Medidas pulmonares e pressões respiratórias aumentaram; atribuição entre grupos requer cautela.

Forbes et al. 2011	Canadá; estudo controlado	Remo; n=21; 22-23 anos	Treino muscular respiratório por 10 semanas; sham de baixa carga	Ventilação, PImáx/PEmáx, 2.000 m e VO2pico	PImáx/PEmáx aumentaram; tempo de 2.000 m melhorou; VO2pico mudou pouco.
Tong et al. 2016	China; ensaio randomizado	Corrida; n=16; 22-23 anos	Intervalado + core com carga inspiratória; fundação a 50% PImáx	PImáx, core, economia e desempenho de 1 h	Ambos ganharam força inspiratória; intervenção funcional favoreceu economia e desempenho.
Okrzymowska et al. 2019	Polônia; ensaio randomizado	Paranatação; n=16; 18±5 anos	TMI 30-60% PImáx, 2x/dia, 5 dias/semana, 8 semanas	PFE, VEF1, PImáx/PEmáx	Função pulmonar e pressões respiratórias melhoraram após TMI.
Gómez-Albareda et al. 2023	Espanha; estudo controlado	Natação de elite; n=8; 18-21 anos	PowerBreathe a 60% PImáx, 2x/dia, 6 semanas	PImáx, lactato e 3.000 m	PImáx aumentou, sem melhora de lactato ou desempenho em 3.000 m.

Autor e ano	País e desenho	Modalidade e amostra	Intervenção e comparação	Desfechos	Principais resultados
Tan et al. 2023	China; estudo controlado	Natação; n=43; 21,2 anos	PowerBreathe Plus; 3x30 inspirações antes do treino, 6 semanas	PIF, capacidade vital, PImáx, 50/100 m	Função respiratória e PImáx melhoraram; provas de 50/100 m favoreceram a intervenção.
Kowalski et al. 2023	EUA; estudo controlado	Triatlo; n=16; 30-33 anos	Hiperventilação isocápnica vigorosa, 60-90% VVM, dias alternados, 6 semanas	Endurance respiratória e oxigenação muscular	Respostas fisiológicas específicas; benefício esportivo direto não estabelecido.

A distribuição das modalidades evidencia predominância de estudos em natação e paranatação, que corresponderam a cinco dos 12 estudos incluídos na síntese preliminar.¹¹

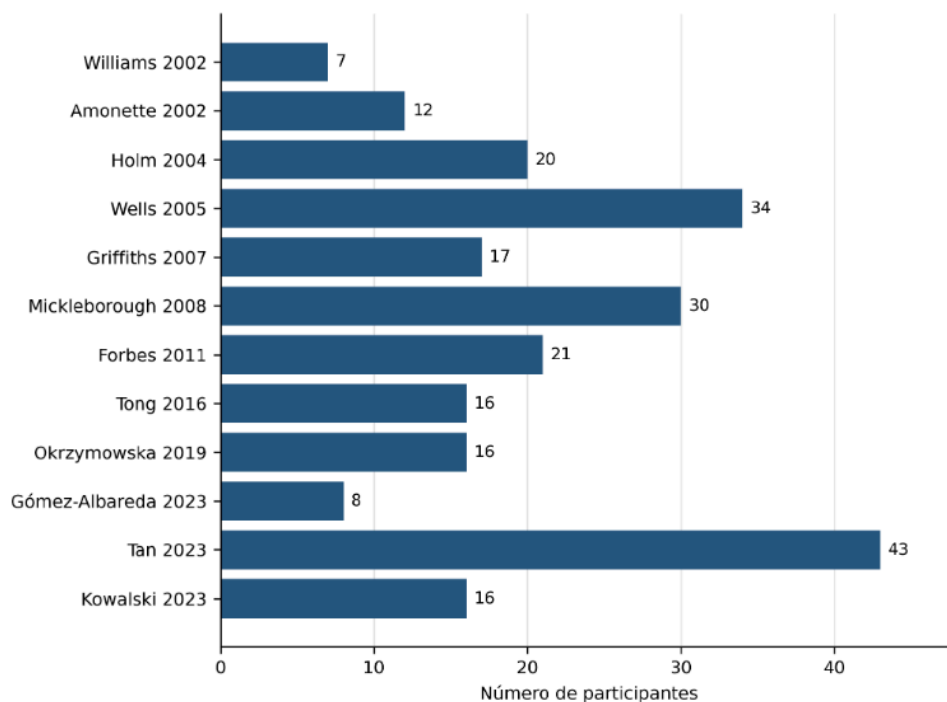
Figura 2. Distribuição dos estudos incluídos por modalidade esportiva (n = 12).



Fonte: elaboração dos autores com base nos estudos apresentados no Quadro 3.2. Natação e paranatação foram agrupadas para síntese visual. ¹¹

As amostras variaram de sete a 43 participantes, totalizando 240 atletas. A Figura 3 apresenta a contribuição de cada estudo para esse total. ¹¹

Figura 3. Número de participantes por estudo incluído na síntese preliminar.



Fonte: elaboração dos autores com base nos dados do Quadro 3.2. A soma das amostras corresponde a 240 atletas. ¹¹

3.3 Protocolos fisioterapêuticos

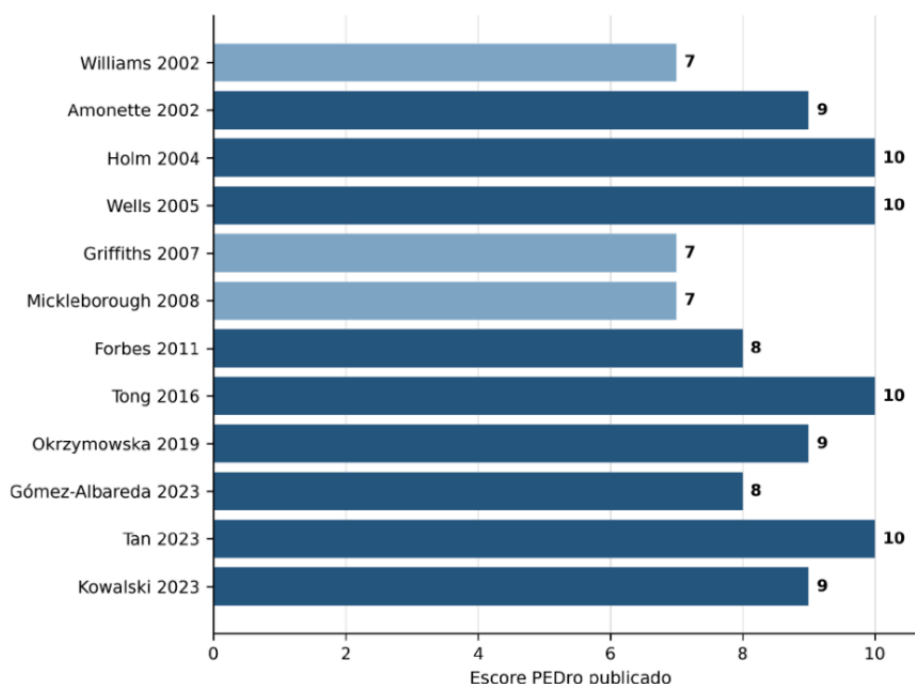
Estudo	Técnica ou dispositivo	Carga	Dose e frequência	Duração	Progressão e adesão
Williams 2002	PowerLung	50-60% PImáx	30 ciclos, 2x/dia	4 semanas	+5%/semana; adesão NR
Amonette 2002	PowerLung	Máxima tolerada; sham 15%	30 respirações, 2x/dia	4 semanas	Ajuste por tentativa; adesão NR
Holm 2004	Hiperventilação isocápnica	Carga ventilatória progressiva	20 sessões, 45 min	20 sessões	Tempo/carga progressivos; adesão NR
Wells 2005	PowerLung	~50% PImáx	10 respirações/min no treino	12 semanas	A cada 3 semanas; adesão NR
Estudo	Técnica ou dispositivo	Carga	Dose e frequência	Duração	Progressão e adesão
Griffiths 2007	PowerBreathe/PowerLung	50% PImáx ou PEmáx	30 repetições, 2x/dia	4 semanas + fase combinada	Carga reajustada; adesão NR
Mickleborough 2008	RT2	80% PImáx; sham 30%	3x/semana	12 semanas	Carga ajustada; adesão NR
Forbes 2011	Dispositivo RMT	Baixa carga conforme protocolo	8-10 repetições	10 semanas	NR
Tong 2016	PowerBreathe + core	50% PImáx	30 esforços 2x/dia, 6 dias/semana	4 + 6 semanas	Carga pós-TMI; adesão NR
Okrzymowska 2019	TMI limiar	30-60% PImáx	2x/dia, 5 dias/semana	8 semanas	Aumento semanal; adesão NR
Gómez-Albarreda 2023	PowerBreathe Plus	60% PImáx	3x10 manhã + core	6 semanas	A cada 2 semanas; adesão NR
Tan 2023	PowerBreathe Plus	Carga progressiva	3x30 antes da natação	6 semanas	NR
Kowalski 2023	Hiperventilação isocápnica	60-90% VVM	Dias alternados, 30-40 min	6 semanas	Tempo e frequência respiratória

3.4 Risco de viés

Estudo	Escore PEDro consensual publicado	Situação do RoB 2 ou ROBINS-I nesta revisão
Williams 2002	7	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Amonette 2002	9	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Holm 2004	10	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Wells 2005	10	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Griffiths 2007	7	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Mickleborough 2008	7	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Forbes 2011	8	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Tong 2016	10	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Okrzymowska 2019	9	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Gómez-Albareda 2023	8	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Tan 2023	10	Avaliação independente por domínio ainda necessária
Kowalski 2023	9	Avaliação independente por domínio ainda necessária

Os escores PEDro publicados variaram de sete a dez pontos. A representação gráfica facilita a comparação entre os estudos, mas não substitui a avaliação por domínios com RoB 2 ou ROBINS-I prevista para esta revisão.^{11,23–25}

Figura 4. Escores PEDro consensuais publicados para os estudos incluídos.



Fonte: elaboração dos autores com base nos escores apresentados no Quadro 3.4. ^{11,23}

3.5 Síntese narrativa planejada

A força muscular respiratória apresentou direção predominantemente favorável, com aumentos de P_lmáx/P_Emáx em nove estudos e consistência moderada. A função pulmonar foi avaliada em oito estudos, com resultados mistos para VEF1, CVF1, PFE, capacidade vital e DLCO. A capacidade cardiorrespiratória também foi heterogênea: o VO₂pico permaneceu geralmente inalterado, enquanto a endurance ventilatória melhorou em alguns protocolos. O desempenho específico foi favorável em determinados testes de remo, corrida e natação, mas nulo em outros. Dispneia, fadiga e recuperação pós-exercício apresentaram dados diretos insuficientes. A certeza GRADE ainda deve ser formalmente avaliada após a análise independente do risco de viés. ^{3–12,15–18,20}

4 Discussão

A literatura verificada antes da busca definitiva sustenta uma interpretação prudente: o efeito mais recorrente do TMI em atletas é o aumento da força inspiratória, geralmente mensurada pela pressão inspiratória máxima. Esse é um desfecho proximal e mecanisticamente compatível com a sobrecarga aplicada. Contudo, a

transferência para desempenho competitivo é menos previsível, pois depende de a musculatura respiratória representar uma limitação relevante, da especificidade do teste e da magnitude do ganho em relação à variabilidade normal do desempenho.

9,11,12,16

Em remadoras competitivas, Volianitis et al.³ relataram melhora da força inspiratória e de testes de remo após protocolo de 11 semanas a 50% da pressão inspiratória máxima. Griffiths e McConnell⁶ também investigaram treinamento inspiratório e expiratório no remo. Esses estudos fornecem plausibilidade para benefício em modalidades com elevada ventilação sustentada, mas amostras pequenas exigem cautela quanto à precisão e generalização.

No ciclismo, Romer et al.^{4,5} observaram efeitos sobre desempenho contrarrelógio e fadiga inspiratória, enquanto Johnson et al.⁷ encontraram melhora do contrarrelógio e da capacidade de trabalho anaeróbio, sem mudança da potência crítica. Esse padrão sugere que o TMI pode afetar componentes específicos de tolerância ao esforço e percepção de esforço sem necessariamente alterar todos os indicadores fisiológicos centrais.

Na natação, a interpretação é complexa porque o próprio treinamento aquático impõe restrição ventilatória, pressão hidrostática e controle do ciclo respiratório. Estudos relataram adaptações pulmonares e ganhos em provas curtas após TMI^{8,15}, mas resultados recentes em nadadores de elite mostram que o aumento da pressão inspiratória máxima pode ocorrer sem melhora correspondente do desempenho¹⁶. Assim, mudanças fisiológicas intermediárias não devem ser tratadas automaticamente como benefício competitivo.

Em esportes intermitentes, as exigências oscilam entre sprints, pausas e ações técnicas. Uma revisão específica descreveu resultados heterogêneos e destacou diferenças de protocolo¹⁰. Em jogadores de rugby e em programas que combinaram músculos inspiratórios e do core, foram relatadas mudanças respiratórias e funcionais^{17,18}, mas cointervenções dificultam isolar o efeito respiratório.

Os mecanismos propostos incluem maior resistência à fadiga inspiratória, menor custo de oxigênio da hiperpneia, redução da percepção de dispneia e atenuação do metaborreflexo respiratório. O trabalho inspiratório fatigante pode reduzir o fluxo sanguíneo de membros¹ e aumentar a fadiga locomotora². O treinamento poderia

deslocar o limiar para ativação desse reflexo, preservando perfusão periférica em intensidades elevadas. A confirmação clínica, porém, requer medidas simultâneas de ventilação, oxigenação muscular e desempenho.

Quanto à função pulmonar, alterações em pressão inspiratória não equivalem a mudanças em volumes e fluxos espirométricos. Atletas saudáveis podem apresentar espirometria normal antes do treinamento; por isso, efeitos sobre volume expiratório forçado ou capacidade vital tendem a ser menores e inconsistentes. A interpretação deve seguir padrões técnicos atuais e considerar valores de referência, qualidade da manobra e diferença mínima relevante ¹⁹.

A recuperação pós-exercício é o domínio mais incerto. Estudos de pré-ativação inspiratória e redes fisiológicas sugerem modificações agudas durante corrida e recuperação passiva ²⁰, mas ainda é necessário demonstrar se essas respostas reduzem tempo de recuperação, melhoram desempenho subsequente ou diminuem carga interna em cenários esportivos reais. Desfechos substitutos não devem ser apresentados como recuperação funcional comprovada.

Para a prática, o TMI parece mais justificável quando a avaliação identifica fraqueza inspiratória, dispneia desproporcional, alta demanda ventilatória ou modalidade na qual a respiração limita o gesto esportivo. Protocolos frequentemente empregam cerca de 30 inspirações, uma ou duas vezes ao dia, em cargas moderadas a altas, com progressão; entretanto, a prescrição deve ser individualizada. Sintomas respiratórios exigem diagnóstico diferencial, incluindo asma, broncoconstrição induzida pelo exercício, disfunção laríngea e condições cardiopulmonares.

3–12,16–18,21,22

A qualidade do conjunto de evidências provavelmente será limitada por amostras reduzidas, dificuldade de cegamento, comparadores sham inadequados, múltiplos desfechos e publicação seletiva. A elevada heterogeneidade de modalidades e testes também pode impedir estimativa agrupada confiável. Por isso, a conclusão definitiva desta revisão deve priorizar tamanho e precisão dos efeitos, risco de viés e certeza GRADE, e não apenas valores de p. ^{9–12,23–25}

5 Limitações previstas

A revisão poderá ser limitada pela restrição a três idiomas, indisponibilidade de alguns textos completos, heterogeneidade de intervenções e modalidades, amostras

pequenas, diversidade de instrumentos e ausência de metanálise. A inclusão de estudos não randomizados amplia a abrangência, mas aumenta vulnerabilidade a confundimento. A busca ampla em nove bases reduz, mas não elimina, viés de publicação. A ausência de registro anterior à elaboração inicial deverá ser informada com transparência. ⁹⁻¹⁴

6 Implicações para a prática

- Realizar avaliação respiratória dirigida, incluindo sintomas, pressão inspiratória máxima, espirometria quando indicada e resposta ao exercício. ^{19,21,22}
- Selecionar TMI quando houver objetivo clínico-funcional explícito, evitando uso indiscriminado de técnicas respiratórias em atletas saudáveis. ^{9-12,16}
- Prescrever intensidade, volume e progressão com base na avaliação individual e monitorar adesão, dispneia, fadiga e eventos adversos. ^{9-12,21,22}
- Integrar o protocolo respiratório ao calendário de treinamento para reduzir interferência com sessões de alta intensidade. ^{3-8,15-18}
- Reavaliar desfechos esportivos específicos; aumento de força inspiratória isolado não comprova melhora do desempenho. ^{3-8,16,18}
- Encaminhar sintomas persistentes ou atípicos para investigação médica e atuação interdisciplinar. ^{19,22}

7 Conclusão

Com base nos estudos reais já verificados, o treinamento muscular inspiratório apresenta sinal consistente de melhora da força inspiratória em atletas, mas os efeitos sobre função pulmonar, capacidade cardiorrespiratória, desempenho específico e recuperação são heterogêneos. A conclusão final e o nível de certeza não podem ser estabelecidos antes da busca exaustiva, seleção independente, extração numérica e avaliação do risco de viés. Se a revisão definitiva confirmar o padrão preliminar, o TMI deverá ser interpretado como intervenção complementar e individualizada, com maior confiança para desfechos respiratórios proximais do que para ganhos competitivos universais. ^{9,11,12,16}

Referências

1. Sheel AW, Derchak PA, Morgan BJ, Pegelow DF, Jacques AJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *J Physiol.* 2001;537(Pt 1):277-289. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0277k.x>
2. Romer LM, Lovering AT, Haverkamp HC, Pegelow DF, Dempsey JA. Effect of inspiratory muscle work on peripheral fatigue of locomotor muscles in healthy humans. *J Physiol.* 2006;571(Pt 2):425-439. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.099697>
3. Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5):803-809. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00020>
4. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci.* 2002;20(7):547-562. <https://doi.org/10.1080/026404102760000053>
5. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(5):785-792. <https://doi.org/10.1097/00005768-200205000-00010>
6. Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(5):457-466. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0367-6>
7. Johnson MA, Sharpe GR, Brown PI. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101(6):761-770. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0551-3>
8. Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(3):505-511. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1228-x>
9. Nepomuceno Júnior BRV, Gómez TB, Gomes Neto M. Use of Powerbreathe in inspiratory muscle training for athletes: systematic review. *Fisioter Mov.* 2016;29(4):821-830. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.AO19>

10. Lorca-Santiago J, Jiménez SL, Pareja-Galeano H, Lorenzo A. Inspiratory muscle training in intermittent sports modalities: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(12):4448. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124448>
11. Ibarra-Soto M, Orozco-García SL, Daza-Arana JE, et al. Inspiratory muscle training in cyclical sports modalities: a systematic review. *Cult Cienc Deporte*. 2025;20(63):2230. <https://doi.org/10.12800/ccd.v20i63.2230>
12. HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. *J Strength Cond Res*. 2013;27(6):1643-1663. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318269f73f>
13. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
14. Campbell M, McKenzie JE, Sowden A, et al. Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *BMJ*. 2020;368:l6890. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6890>
15. Mickleborough TD, Stager JM, Chatham K, Lindley MR, Ionescu AA. Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(6):635-646. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0759-x>
16. Gómez-Albareda E, Viscor G, García I. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure without increasing performance in elite swimmers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2023. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0238>
17. Nunes Júnior AO, Donzeli MA, Shimano SGN, Oliveira NML, Ruas G, Bertoncello D. Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. *Rev Bras Med Esporte*. 2018;24(3):216-219. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182403180036>
18. Tong TK, McConnell AK, Lin H, Nie J, Zhang H, Wang J. Functional inspiratory and core muscle training enhances running performance and economy. *J Strength Cond Res*. 2016;30(10):2942-2951. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000656>

19. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller MR, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J*. 2022;60(1):2101499. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>
20. Manchado-Gobatto FB, Torres RS, Marostegan AB, et al. Complex network model reveals the impact of inspiratory muscle pre-activation on interactions among physiological responses and muscle oxygenation during running and passive recovery. *Biology*. 2022;11(7):963. <https://doi.org/10.3390/biology11070963>
21. Turner LA, Tecklenburg-Lund SL, Chapman RF, Stager JM, Wilhite DP, Mickleborough TD. Inspiratory muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. *J Appl Physiol*. 2012;112(1):127-134. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00954.2011>
22. Turner LA, Mickleborough TD, McConnell AK, Stager JM, Tecklenburg-Lund S, Lindley MR. Effect of inspiratory muscle training on exercise tolerance in asthmatic individuals. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(11):2031-2038. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821f4090>
23. Moseley AM, Elkins MR, Van der Wees PJ, Pinheiro MB. Using research to guide practice: the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Braz J Phys Ther*. 2020;24(5):384-391. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.11.002>
24. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2019;366:l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
25. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;355:i4919. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>

Apêndice A Lista de verificação PRISMA 2020

Item	Tópico	Situação no manuscrito	Local
1	Título	Identifica o estudo como revisão sistemática.	Título
2	Resumo	Resumo estruturado; deverá ser atualizado após a seleção.	Resumo
3	Justificativa	Contexto e lacuna apresentados.	Introdução
4	Objetivos	Questão e objetivo explícitos.	Introdução e 2.3
5	Elegibilidade	Critérios definidos.	2.4
6	Fontes	Nove bases e fontes adicionais.	2.5
7	Busca	Estratégias completas propostas.	2.6
8	Seleção	Dois revisores independentes.	2.7
9	Coleta	Formulário e dupla extração.	2.8
10	Itens de dados	Desfechos e demais variáveis definidos.	2.3 e 2.8

11	Risco de viés	RoB 2, ROBINS-I e JBI.	2.9
12	Medidas de efeito	A definir por natureza do desfecho.	2.10
13	Síntese	Agrupamento e SWiM descritos.	2.10
14	Viés de relato	Será avaliado conforme número de estudos.	2.9
15	Certeza	GRADE recomendado.	2.9
16	Seleção	Pendente execução.	3.1
17	Características	Tabela-modelo criada.	3.2
18	Risco de viés	Tabela-modelo criada.	3.4
19	Resultados individuais	Pendente extração.	3.2 e 3.5
20	Sínteses	Pendente busca definitiva.	3.5

Item	Tópico	Situação no manuscrito	Local
21	Vieses de relato	Pendente número suficiente de estudos.	Resultados
22	Certeza	Pendente aplicação do GRADE.	Resultados
23	Discussão	Interpretação preliminar e limitações.	4 e 5
24	Registro	Ainda não registrado; ação indicada.	2.2
25	Apoio	[declarar financiamento].	Preencher
26	Conflitos	[declarar conflitos].	Preencher
27	Disponibilidade	Estratégias e formulários apresentados; planilha deverá ser anexada.	Apêndices