v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

EVIDÊNCIAS SOBRE PROTOCOLOS DE TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM ATLETAS: REVISÃO INTEGRATIVA

EVIDENCE ON RESPIRATORY MUSCLE TRAINING PROTOCOLS IN ATHLETES: AN INTEGRATIVE REVIEW

EVIDENCIA SOBRE PROTOCOLOS DE ENTRENAMIENTO MUSCULAR RESPIRATORIO EN ATLETAS: UNA REVISIÓN INTEGRADORA

Wilian Ferreira da Costa[1], Samuel Antônio da Silva[2], Luan Felipe de Sousa Soares Pimenta[3], Ítallo Vinícius Bezerra Azevedo[3], Rudolfo Hummel Gurgel Vieira[4], Tathiana Lindemberg Ferreira Macedo[5], Thaiza Teixeira Xavier Nobre[6], Maria do Socorro Luna Cruz[6], Lucien Peroni Gualdi[6], Catharinne Angélica Carvalho de Farias[6], Rêncio Bento Florêncio[7]

e7119245

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9245

PUBLICADO 11.2026

RESUMO

O estímulo de alta intensidade provocado pelas atividades esportivas gera adaptações fisiológicas que podem influenciar negativamente o desempenho dos atletas. Portanto, o método de treinamento muscular respiratório (TMR) apresenta evidências de regulação desses efeitos, com o intuito de melhorar a performance dos atletas. Objetivo: Sintetizar os parâmetros de prescrição do treinamento muscular respiratório em atletas e seus principais desfechos respiratórios e de desempenho físico. Metodologia: A seleção dos estudos foi realizada por dois revisores independentes, por meio da busca e triagem de estudos primários com delineamentos experimentais, quase-experimentais ou observacionais analíticos, incluindo ensaios clínicos randomizados, estudos controlados não randomizados e estudos caso-controle, publicados entre 2015 e setembro de 2025 e identificados nas bases SciELO, LILACS e PubMed. Resultados: Foram incluídos 18 estudos, totalizando 487 atletas; 54% eram profissionais ou de elite e 46% amadores ou recreativos. Os protocolos variaram de 4 a 11 semanas, com frequência de 3 a 7 dias por semana, predominantemente duas sessões diárias e 30 respirações por sessão. A intensidade variou de 30% a 90% da PImáx. Predominou o treinamento muscular inspiratório com dispositivos de limiar de pressão, especialmente Powerbreathe®, com progressão periódica ou individualizada da carga. Conclusão: Os estudos apontam benefícios do TMR principalmente sobre a força muscular inspiratória, com efeitos variáveis sobre a função respiratória e o desempenho físico. A heterogeneidade dos protocolos, especialmente quanto à intensidade e à progressão da carga, ainda limita a definição de uma prescrição ideal para diferentes modalidades esportivas.

PALAVRAS-CHAVE: Exercícios respiratórios. Músculos respiratórios. Fisioterapia. Atletas. Desempenho Físico Funcional.

[1] Graduando em Fisioterapia, Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Goiânia, Goiás, Brasil.
[2] Especialista em Fisioterapia Cardiorrespiratória pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e em Terapia Intensiva pela Faculdade Iguaçu, Fisioterapeuta do Hospital do Coração de Natal (HCN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.
[3] Graduando em Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA), Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil.
[4] Mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e especialista em Fisioterapia Respiratória pela UNIFESP/EPM e ASSOBRAFIR/COFFITO, Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC/UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.
[5] Especialista em Fisioterapia Respiratória pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Fisioterapeuta HuBrasil, Hub-UNB, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
[6] Doutora em Fisioterapia, Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA), Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil.
[7] Doutor em Biotecnologia da Saúde, Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Goiânia, Goiás, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ABSTRACT

The high-intensity stimulus caused by sports activities generates physiological adaptations that can negatively influence athletic performance. Therefore, respiratory muscle training (RMT) presents evidence of regulating these effects, aiming to improve athletic performance. Objective: To synthesize the prescription parameters of respiratory muscle training in athletes and its main respiratory and physical performance outcomes. Methods: Study selection was conducted by two independent reviewers through the search and screening of primary studies with experimental, quasi-experimental, or analytical observational designs, including randomized clinical trials, non-randomized controlled studies, and case-control studies published between 2015 and September 2025 and identified in the SciELO, LILACS, and PubMed databases. Results: Eighteen studies were included, totaling 487 athletes; 54% were professional or elite and 46% amateur or recreational. Protocols ranged from 4 to 11 weeks, with a frequency of 3 to 7 days per week, predominantly two daily sessions and 30 breaths per session. Intensity ranged from 30% to 90% of PImax. Inspiratory muscle training using pressure-threshold devices, especially Powerbreathe®, predominated, with periodic or individualized load progression. Conclusion: Studies indicate RMT benefits mainly on inspiratory muscle strength, with variable effects on respiratory function and physical performance. Protocol heterogeneity, especially regarding intensity and load progression, still limits the definition of an ideal prescription for different sports modalities.

KEYWORDS: *Respiratory exercises. Respiratory muscles. Physical therapy. Athletes. Physical Functional Performance.*

RESUMEN

El estímulo de alta intensidad provocado por las actividades deportivas genera adaptaciones fisiológicas que pueden influenciar negativamente el desempeño de los atletas. Por lo tanto, el método de entrenamiento muscular respiratorio (EMR) presenta evidencias de regulación de estos efectos, con el fin de mejorar el rendimiento de los atletas. Objetivo: Sintetizar los parámetros de prescripción del entrenamiento muscular respiratorio en atletas y sus principales desenlaces respiratorios y de desempeño físico. Metodología: La selección de los estudios fue realizada por dos revisores independientes mediante la búsqueda y selección de estudios primarios con diseños experimentales, cuasi experimentales u observacionales analíticos, incluidos ensayos clínicos aleatorizados, estudios controlados no aleatorizados y estudios de casos y controles, publicados entre 2015 y septiembre de 2025 e identificados en las bases de datos SciELO, LILACS y PubMed. Resultados: Se incluyeron 18 estudios, totalizando 487 atletas; el 54% eran profesionales o de élite y el 46% amateurs o recreativos. Los protocolos variaron de 4 a 11 semanas, con una frecuencia de 3 a 7 días por semana, predominantemente dos sesiones diarias y 30 respiraciones por sesión. La intensidad varió del 30% al 90% de la PImáx. Predominó el entrenamiento muscular inspiratorio con dispositivos de umbral de presión, especialmente Powerbreathe®, con progresión periódica o individualizada de la carga. Conclusión: Los estudios señalan beneficios del EMR principalmente sobre la fuerza muscular inspiratoria, con efectos variables sobre la función respiratoria y el desempeño físico. La heterogeneidad de los protocolos, especialmente en cuanto a la intensidad y a la progresión de la carga, aún limita la definición de una prescripción ideal para diferentes modalidades deportivas.

PALABRAS CLAVE: *Ejercicios respiratorios. Músculos respiratorios. Fisioterapia. Atletas. Rendimiento Físico Funcional.*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

1. INTRODUÇÃO

Durante o exercício físico, o aumento da demanda metabólica exige elevação progressiva da ventilação e, consequentemente, maior trabalho da musculatura respiratória. Em exercícios de elevada intensidade ou duração prolongada, essa demanda pode favorecer o desenvolvimento de fadiga muscular respiratória, com possíveis repercussões sobre a tolerância ao esforço e o desempenho esportivo. Nesse contexto, o treinamento muscular respiratório (TMR) tem sido investigado como estratégia complementar de condicionamento em atletas, visando aprimorar a força e a resistência da musculatura respiratória (Xavier *et al.*, 2025; Lima *et al.*, 2025).

Apesar do crescente interesse pelo TMR no esporte, seus efeitos não são uniformes entre modalidades, níveis de treinamento, protocolos e desfechos avaliados. Revisões anteriores identificaram ganhos de força muscular inspiratória com o TMI em atletas, mas também apontaram limitações metodológicas e diferenças entre protocolos (Karsten *et al.*, 2018; Nepomuceno Júnior *et al.*, 2016). Uma metanálise mais recente classificou a certeza das evidências disponíveis como baixa ou muito baixa (Xavier *et al.*, 2025). Além disso, diferenças relacionadas à intensidade, frequência, duração, volume e progressão da carga dificultam a definição de parâmetros universais de prescrição.

Diante dessa heterogeneidade, torna-se relevante sistematizar como o TMR vem sendo prescrito em atletas, para além da avaliação isolada de sua eficácia. Assim, esta revisão integrativa buscou responder à seguinte questão: quais são os parâmetros dos protocolos de treinamento muscular respiratório utilizados em atletas e quais desfechos respiratórios e de desempenho físico são observados após sua aplicação? O objetivo deste estudo foi sintetizar os parâmetros de prescrição do TMR utilizados em atletas, considerando frequência, intensidade, tempo, tipo, volume e progressão, bem como descrever os principais desfechos respiratórios e de desempenho físico observados após sua aplicação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os músculos respiratórios são submetidos a uma maior demanda em função do aumento do trabalho ventilatório associado ao exercício físico. Quando essa demanda se aproxima ou ultrapassa sua capacidade funcional, especialmente durante exercícios intensos ou prolongados, pode ocorrer fadiga da musculatura respiratória. Esse fenômeno pode contribuir

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

para limitação da tolerância ao exercício e constitui uma das justificativas fisiológicas para o treinamento específico dessa musculatura em atletas (Xavier *et al.*, 2025; Lima *et al.*, 2025).

Um dos mecanismos associados a essa limitação é o metaborreflexo muscular inspiratório. O aumento do trabalho respiratório e a fadiga dos músculos inspiratórios podem estimular fibras aferentes dos grupos III e IV, principalmente provenientes do diafragma. Essa ativação está associada ao aumento da atividade simpática, vasoconstrição periférica e redistribuição do fluxo sanguíneo da musculatura locomotora para a musculatura respiratória, podendo contribuir para redução da capacidade de exercício. Evidências recentes sugerem que o treinamento muscular inspiratório (TMI) pode atenuar essa resposta; entretanto, o reduzido número de estudos e a heterogeneidade metodológica ainda limitam recomendações definitivas (Lima *et al.*, 2025).

Treinamento muscular respiratório (TMR) compreende diferentes estratégias destinadas ao desenvolvimento da força e/ou resistência dos músculos envolvidos na ventilação. O treinamento muscular inspiratório (TMI) direciona a sobrecarga predominantemente aos músculos inspiratórios, enquanto o treinamento muscular expiratório direciona resistência à musculatura responsável pela expiração ativa; essas abordagens também podem ser combinadas. A força muscular respiratória pode ser avaliada por medidas como a pressão inspiratória máxima (PImáx) e a pressão expiratória máxima (PEmáx), que representam medidas volitivas da força global dos músculos inspiratórios e expiratórios, respectivamente (Laveneziana *et al.*, 2019). Na literatura esportiva, as intensidades utilizadas nos protocolos apresentam ampla variação, frequentemente entre 30% e 90% da PImáx e/ou PEmáx (Xavier *et al.*, 2025).

Os métodos de TMR também diferem quanto à forma de geração da sobrecarga. Entre os principais estão o treinamento com limiar de pressão inspiratória (inspiratory pressure threshold loading – IPTL), o treinamento com resistência ao fluxo afunilada (tapered flow resistive loading – TFRL) e a hiperpneia voluntária isocápnica (HVI). IPTL e TFRL são empregados predominantemente para o desenvolvimento da força muscular respiratória, enquanto a HVI utiliza ventilação elevada e sustentada, direcionando-se principalmente ao desenvolvimento da resistência dos músculos respiratórios (Kowalski *et al.*, 2025).

No IPTL, uma pressão mínima deve ser produzida para superar a carga oferecida pelo equipamento, enquanto no TFRL a resistência externa varia ao longo da inspiração de acordo com as relações entre pressão, fluxo e volume pulmonar. A hiperpneia voluntária isocápnica, por sua vez, utiliza períodos prolongados de ventilação elevada com estratégias destinadas à manutenção da isocapnia. Dispositivos como Threshold®, Powerbreathe®, Airofit®, SpiroTiger® e sistemas de hiperpneia isocápnica representam diferentes possibilidades de treinamento, com

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

características específicas de resistência e controle da carga (Kowalski *et al.*, 2025). A comparação de dispositivos realizada por Menezes *et al.* (2018) também evidenciou diferenças nos mecanismos de geração de resistência, faixas de carga e características de utilização. A própria literatura recente ressalta que diferentes métodos não devem ser considerados equivalentes, pois podem produzir estímulos distintos sobre força e resistência muscular respiratória (Kowalski *et al.*, 2024).

Apesar do crescente emprego do TMR em atletas, os resultados permanecem heterogêneos. Xavier *et al.* (2025) identificaram aumento significativo da PImáx em atletas de diferentes modalidades, porém destacaram a baixa ou muito baixa certeza das evidências disponíveis. Em modalidades esportivas intermitentes, Lorca-Santiago *et al.* (2020) também identificaram resultados promissores, mas destacaram a necessidade de mais estudos em atletas profissionais. Essa variabilidade também é observada quando modalidades específicas são analisadas. Em nadadores competitivos, Chen *et al.* (2026) encontraram melhora da PImáx e de alguns parâmetros de função pulmonar e desempenho aeróbio, mas não observaram efeitos significativos sobre PEmáx, capacidade vital forçada (CVF), ventilação voluntária máxima (VVM) ou desempenho em provas de 50, 100 e 200 metros.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura sobre os parâmetros de prescrição do treinamento muscular respiratório (TMR) em atletas e seus principais desfechos respiratórios e de desempenho físico. A apresentação do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos foi orientada pelas recomendações do PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), de acordo com a Figura 1.

A questão de pesquisa foi estruturada segundo a estratégia PICO, considerando: população (P), atletas adultos; intervenção (I), treinamento muscular respiratório; comparação (C), grupo controle, treinamento habitual, intervenção simulada ou outro protocolo de treinamento respiratório, quando presente; e desfechos (O), parâmetros de prescrição do TMR e resultados relacionados à função respiratória e ao desempenho físico.

Foram elegíveis estudos primários com delineamentos experimentais, quase-experimentais ou observacionais analíticos, incluindo ensaios clínicos randomizados, estudos controlados não randomizados e estudos caso-controle, quando compatíveis com a questão de pesquisa. Foram consideradas publicações em português ou inglês, no período entre janeiro de 2015 e setembro de 2025, envolvendo atletas de ambos os sexos com idade igual ou superior a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

18 anos. Os estudos deveriam descrever a modalidade esportiva dos participantes, a aplicação do treinamento muscular respiratório e as características do protocolo utilizado. Foram admitidas intervenções em que o TMR fosse aplicado de forma isolada ou associado ao treinamento esportivo habitual ou a outras intervenções complementares.

Foram excluídos artigos de revisão, teses, dissertações, monografias, trabalhos de conclusão de curso, estudos indisponíveis na íntegra, pesquisas envolvendo participantes menores de 18 anos ou com deficiência física, além de estudos que não descrevessem claramente a aplicação do TMR em atletas ou a modalidade esportiva investigada. Condições musculoesqueléticas, como lombalgia, não constituíram, isoladamente, motivo de exclusão, desde que os participantes atendessem aos demais critérios de elegibilidade.

3.1. Estratégia de busca

As buscas bibliográficas foram realizadas entre julho e setembro de 2025 nas bases PubMed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), e Scientific Electronic Library Online (SciELO). A estratégia de busca foi estruturada a partir de dois conjuntos conceituais: treinamento muscular respiratório e atletas. Foram empregados termos relacionados ao treinamento muscular respiratório, treinamento muscular inspiratório e treinamento muscular expiratório, associados aos termos referentes a atletas. Os sinônimos de um mesmo conceito foram combinados pelo operador booleano OR, enquanto os diferentes conceitos foram associados pelo operador AND, com adaptação da sintaxe às particularidades de cada base.

Na PubMed, foi utilizada a estratégia: *("respiratory muscle training"[Title/Abstract]* OR *"inspiratory muscle training"[Title/Abstract]* OR *"expiratory muscle training"[Title/Abstract])* AND *("Athletes"[MeSH Terms]* OR *athlete[Title/Abstract])* AND ("2015/01/01*"[Date - Publication]* : "2025/09/30*"[Date - Publication])* AND *(english[Language]* OR *portuguese[Language]).*

Na LILACS/BVS, utilizou-se: (tw:("treinamento muscular respiratório" OR "treinamento muscular inspiratório" OR "treinamento muscular expiratório" OR "*respiratory muscle training"* OR *"inspiratory muscle training"* OR *"expiratory muscle training"))* AND (mh:("Atletas") OR tw:(atleta OR *athlete*)), com aplicação dos filtros referentes ao período de janeiro de 2015 a setembro de 2025 e aos idiomas português e inglês.

Na SciELO, foi empregada a estratégia: (*subject:*"treinamento muscular respiratório" OR *subject:"*treinamento muscular inspiratório" OR *subject:*"treinamento muscular expiratório" OR *subject:"respiratory muscle training"* OR *subject:"inspiratory muscle training*" OR

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

subject:"expiratory muscle training") AND (subject:atleta OR subject:athlete), com os mesmos limites de período e idioma.

3.2. Avaliação do risco de viés

A avaliação do risco de viés dos estudos incluídos foi realizada por meio dos instrumentos de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI), selecionados conforme o delineamento de cada estudo. Para os ensaios clínicos randomizados, utilizou-se o checklist JBI específico para ensaios randomizados, composto por 13 critérios; para o estudo quase-experimental, aplicou-se o checklist JBI correspondente, composto por 9 critérios. Cada item foi classificado como “Sim”, “Não”, “Incerto” ou “Não aplicável”, de acordo com as informações disponíveis nos artigos. A avaliação contemplou aspectos relacionados à randomização, ocultação da alocação, comparabilidade basal, cegamento, tratamento concomitante, seguimento, mensuração dos desfechos, análise conforme a alocação original, adequação estatística e adequação do delineamento, conforme aplicável (Barker *et al.*, 2023; Barker *et al.*, 2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos artigos e dos protocolos

Foram incluídos 18 artigos publicados entre 2019 e 2025, com amostras que variaram de 12 a 64 participantes. As investigações contemplaram atletas com diferentes níveis de treinamento, incluindo iniciantes, amadores, recreativos, semiprofissionais, profissionais e de elite, com predominância de participantes do sexo masculino nas amostras descritas. Foram representadas modalidades de resistência, força, combate e esportes coletivos, além da patinação de velocidade. Essa diversidade amplia a descrição das aplicações do treinamento muscular respiratório (TMR), mas limita comparações diretas entre populações submetidas a demandas esportivas distintas.

Os protocolos apresentaram duração de 4 a 11 semanas e frequência de 3 a 7 dias por semana. Nos programas de treinamento muscular inspiratório (TMI), foram frequentes duas sessões diárias e aproximadamente 30 inspirações por sessão, embora também tenham sido utilizados protocolos organizados por tempo. As intensidades relatadas variaram de 30% a 90% da pressão inspiratória máxima (PImáx), com progressão percentual, incrementos absolutos de pressão ou ajustes individualizados. Na hiperpneia voluntária isocápnica (HVI), a sobrecarga foi caracterizada principalmente pela demanda ventilatória, frequência respiratória e duração das

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

sessões. Os parâmetros de prescrição e as características das amostras estão apresentados nos Quadros 1 e 2.

Essa heterogeneidade mostra que a intensidade deve ser interpretada em conjunto com frequência, duração, volume, tipo de treinamento e progressão da carga. Protocolos com percentuais semelhantes da PImáx podem produzir estímulos distintos quando diferem quanto ao número de repetições, tempo de execução, supervisão ou associação com o treinamento esportivo habitual. Portanto, as faixas identificadas descrevem as estratégias investigadas, sem estabelecer uma combinação ideal de parâmetros.

4.2. Desfechos respiratórios e desempenho físico

O aumento da força muscular inspiratória foi um dos achados recorrentes, enquanto as respostas da função pulmonar e do desempenho físico apresentaram maior variabilidade. Em corredores amadores, Ren *et al.* (2025) observaram aumento das pressões respiratórias e do tempo até a exaustão após oito semanas de TMI, acompanhado de redução da percepção de esforço e do acúmulo de lactato. Entretanto, não foram identificadas alterações significativas no consumo máximo de oxigênio (VO_2máx). Esse resultado evidencia a necessidade de analisar separadamente força respiratória, tolerância ao exercício e capacidade aeróbia.

Algumas investigações também identificaram benefícios em medidas mais próximas do desempenho esportivo. Chang *et al.* (2021) relataram melhora da PImáx e redução do tempo de corrida de 800 metros após um protocolo com progressão semanal da carga. Em corredores recreativos, Faghy *et al.* (2021) observaram melhora do desempenho de cinco quilômetros em todos os grupos submetidos ao treinamento intervalado de alta intensidade, com maior melhora no grupo que acrescentou TMI. A máscara de resistência ao fluxo não proporcionou benefício adicional em relação ao treinamento intervalado isolado. Esse achado não permite atribuir a ausência de benefício a um mecanismo específico de fadiga ventilatória sem demonstração direta.

Nas comparações entre dispositivos, Rożek-Piechura *et al.* (2020) e Okrzymowska *et al.* (2025) identificaram respostas favoráveis em diferentes parâmetros após protocolos com PowerBreathe®. Contudo, as intervenções comparadas também diferiram quanto à intensidade da carga. Assim, os resultados devem ser relacionados ao conjunto dispositivo–protocolo, evitando atribuir as diferenças exclusivamente ao equipamento utilizado.

Os resultados de outras modalidades reforçam a variabilidade das respostas. Em atletas de handebol, Parodi-Feye *et al.* (2023) não identificaram melhora consistente das variáveis espirométricas, dos indicadores aeróbios ou da percepção de esforço atribuível ao TMI. Em

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

patinadores de velocidade, Kowalski *et al.* (2024) não observaram diferenças significativas entre os métodos de limiar de pressão inspiratória e HVI no desempenho dos testes de Wingate, cardiopulmonares e específicos no gelo. A ausência de diferença estatística, especialmente em amostras pequenas, deve ser interpretada com cautela e não constitui demonstração de equivalência entre métodos.

Nas modalidades de força, Güler *et al.* (2025) e Çelikel *et al.* (2025) relataram benefícios adicionais no desempenho de uma repetição máxima no supino com a inclusão do TMI nos programas habituais de fisiculturistas. Güler *et al.* (2025) também observaram aumento da espessura diafragmática. Esses resultados sugerem potencial aplicação complementar do TMI nesse contexto, mas se referem a intervenções associadas ao treinamento habitual e a amostras pequenas e específicas.

As condições musculoesqueléticas dos participantes também precisam ser consideradas. Ahmadnezhad *et al.* (2020) identificaram melhora da função respiratória, da atividade de músculos do tronco e da dor em atletas com lombalgia crônica. Já Marugán-Rubio *et al.* (2022) observaram benefício adicional sobre o volume expiratório forçado no primeiro segundo com a associação de biofeedback ultrassonográfico ao TMI, em comparação ao TMI isolado, sem diferenças significativas nos demais desfechos avaliados. Esses achados dizem respeito a populações com dor lombar e a comparações específicas, o que limita sua generalização para atletas assintomáticos.

Nos esportes de combate, Koç *et al.* (2025) relataram alterações nas concentrações de lactato após esforços intensos e durante a recuperação em atletas de taekwondo. Alnuman e Alshamasneh (2022), por sua vez, identificaram melhora de alguns parâmetros pulmonares em atletas de artes marciais mistas, sem ganhos adicionais correspondentes no kickboxing. Esses resultados mostram que respostas favoráveis em uma modalidade ou variável não devem ser automaticamente estendidas a outros esportes ou interpretadas como melhora do desempenho competitivo.

Em conjunto, os achados apresentados no Quadro 3 indicam que o aumento da força respiratória pode ocorrer com ou sem melhora concomitante de outros desfechos. A relevância esportiva dos resultados depende da magnitude das alterações, do teste empregado e de sua proximidade com as exigências da modalidade. Melhoras em pressões respiratórias, parâmetros espirométricos ou marcadores metabólicos oferecem informações complementares, mas precisam ser relacionadas a medidas específicas de desempenho.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.3. Intensidade, treinamento concomitante e tolerabilidade

A comparação dos protocolos não sustenta uma relação universal segundo a qual cargas mais elevadas produziram melhores resultados. Em ciclistas, Martins de Abreu *et al.* (2019) identificaram respostas autonômicas favoráveis com intensidade moderada, enquanto Castro *et al.* (2023) descreveram adaptações metabólicas e maior melhora da força inspiratória no grupo de intensidade moderada. Além de investigarem desfechos diferentes, essas publicações compartilham o mesmo registro de ensaio clínico, devendo ser consideradas conjuntamente na interpretação, sem pressupor amostras independentes.

A associação do TMR ao treinamento esportivo também demanda atenção à carga total e à tolerabilidade. Kowalski *et al.* (2023) identificaram carga adicional em triatletas, com respostas dependentes do método e do sexo. Foram relatadas alterações gasométricas e sintomas de cefaleia e tontura durante o treinamento com limiar de pressão inspiratória. Esses achados reforçam a importância de considerar o momento de aplicação, a progressão, a recuperação e a resposta individual, além da carga prescrita. A adesão efetiva ao protocolo também é relevante para interpretar a exposição ao treinamento.

4.4. Avaliação crítica e limitações da síntese

A avaliação crítica dos 18 estudos incluídos, apresentada no Quadro 4, foi realizada por meio dos instrumentos do Joanna Briggs Institute (JBI), selecionados conforme o delineamento metodológico. Desses, 17 foram avaliados pelo checklist destinado a ensaios clínicos randomizados, enquanto o estudo quase-experimental de Subramanian e Goyal (2025) foi avaliado por instrumento específico. Entre os 17 ensaios clínicos, a ocultação da alocação foi classificada como incerta em 15 estudos e o cegamento dos avaliadores em 12. Esses julgamentos indicam insuficiência das informações disponíveis para confirmar os procedimentos e devem ser considerados na interpretação dos resultados. A classificação “incerto” não demonstra, por si só, que determinado procedimento deixou de ser realizado.

Embora a impossibilidade de cegamento possa decorrer das características das intervenções, ela aumenta a importância da padronização dos procedimentos e do controle de outras fontes de viés. No estudo piloto de Subramanian e Goyal (2025), a pequena amostra e as limitações identificadas na avaliação crítica recomendam interpretação exploratória dos resultados. Dessa forma, os achados favoráveis não devem receber o mesmo peso sem considerar o delineamento, a precisão das estimativas e as fragilidades de cada investigação.

As diferenças entre atletas amadores e de elite também devem ser interpretadas de forma descritiva. Os artigos envolveram modalidades, condições iniciais, comparadores e

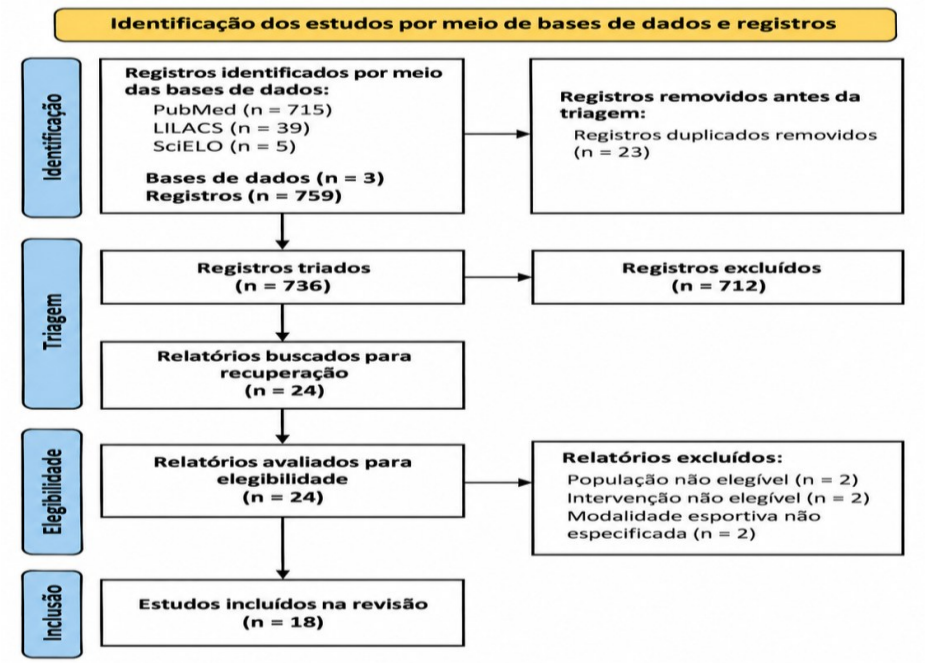
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

protocolos distintos, impossibilitando atribuir as diferenças observadas exclusivamente ao nível de treinamento. De modo semelhante, a predominância masculina nas amostras e o tamanho reduzido de alguns subgrupos limitam conclusões específicas sobre respostas segundo o sexo.

A presente revisão apresenta limitações relacionadas à consulta a três bases de dados, à restrição aos idiomas português e inglês e à heterogeneidade dos delineamentos, populações, intervenções e desfechos. A síntese narrativa permite caracterizar os protocolos e identificar padrões, mas não fornece uma estimativa combinada dos efeitos. Por fim, é preciso atentar para publicações originadas de um mesmo ensaio clínico, evitando a contagem duplicada de sujeitos e a inferência inadequada de que resultados dependentes constituem evidências independentes.

Os resultados permitem caracterizar diferentes formas de aplicação do TMR em atletas, com benefícios relatados principalmente sobre a força muscular inspiratória e respostas variáveis em função pulmonar e desempenho físico. A definição de parâmetros de prescrição deve considerar o objetivo do treinamento, a modalidade esportiva, as características dos participantes, a progressão da carga e a tolerabilidade. A heterogeneidade e as limitações metodológicas identificadas ainda restringem a determinação de uma prescrição ideal ou da superioridade geral de um dispositivo ou faixa de intensidade.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos segundo PRISMA, 2020



Fonte: Page *et al.* (2021). BMJ, v. 372, art. n71. DOI: 10.1136/bmj.n71.

This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 1. Resumo do protocolo de treinamento respiratório

Modalidades	Período	Carga	Série
Ciclismo	11 semanas	60% a 90% PImáx	3 vezes/semana; sessões de aproximadamente 1 hora, com aquecimento e três séries de 15 minutos
Combate	6 a 8 semanas	40% a 90% PImáx	3 a 7 vezes/semana; sessões de 20 minutos ou 30 manobras respiratórias
Fisiculturismo	4 a 6 semanas	Carga inicial de 40% da PImáx, com progressão semanal da carga	2 vezes/dia; 5 a 6 vezes/semana; 30 manobras respiratórias ou ciclos por sessão
Levantamento de peso, powerlifting	8 semanas	50% a 90% PImáx; progressão de 5%/semana	7 vezes/semana; 2x/dia; 30 respirações por sessão; FR 15/min
Triatlo	6 semanas	IPTL: 30% a 50% da PImáx; HVI: 60% a 90% da VVM	IPTL: 5x/semana, 2x/dia, 30 inspirações/sessão; HVI: progressão de duração e frequência respiratória

Legenda: LPO = Levantamento de peso olímpico; PImáx = Pressão inspiratória máxima.

Quadro 2. Caracterização dos participantes e protocolos de treinamento muscular respiratório (n = 18)

Estudo	Participantese modalidade	Dispositivo	Protocolo de TMR
Martins de Abreu *et al.*, 2019	N=30, homens; 29,56/32,10/29,27 anos (SHAM/MIP60/CIP); ciclistas amadores.	PowerBreathe K5	11 sem.; 3 dias/sem.; 1 h/sessão (5 min aquecimento + 3×15 min, intervalos de 1 min), 12 resp./min. SHAM: 6 cmH_2O; MIP60: 60% da PImáx; CIP: 80–90%.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Rożek-Piechura *et al.*, 2020	N=25, 12 homens e 13 mulheres; 23,6 anos; corredores de longa distância de elite.	PowerBreathe KH1; Threshold	8 sem.; 5 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 inspirações/sessão. PowerBreathe: 50→70% da PImáx (+10% a cada 3 sem.); Threshold: 30→50% (progressão semanal).
Ahmadnezhad *et al.*, 2020	N=47, 23 homens e 24 mulheres; 21,4/22,33 anos (TMI/controle); atletas de levantamento de peso com lombalgia.	PowerBreathe KH1	8 sem.; 7 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 resp./sessão, 15 resp./min. Carga: 50% da PImáx, +5%/sem. até 90%.
Ogawa *et al.*, 2020	N=16, 13 homens e 3 mulheres; 19,5 anos; corredores e velocistas universitários.	PowerBreathe K5	4 sem. (12 sessões); 3 dias/sem.; exercício em bicicleta por 20 min com carga inspiratória de 50% da PImáx (comparador: exercício sem carga inspiratória).
Faghy *et al.*, 2021	N=23, 13 homens e 10 mulheres; 36,5 anos; corredores recreativos.	PowerBreathe Classic; máscara resistiva	6 sem.; TMI 2 sessões/dia, 30 inspirações/sessão, 50% da PImáx (ajuste quinzenal); HIIT 3 dias/sem. Máscara com resistência constante durante o HIIT.
Chang *et al.*, 2021	N=20, 14 homens e 6 mulheres; 22,9 anos; corredores universitários de 800 m.	PowerBreathe K2	4 sem.; 5 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 inspirações/sessão. Carga progressiva: 50→80% da PImáx (+10%/sem.); comparador: 50% constante.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Marugán-Rubio *et al.*, 2022	N=64, 39 homens e 25 mulheres; 33,1 anos; atletas amadores e semiprofissionais de fitness/futebol com lombalgia.	PowerBreathe Medic	8 sem.; 7 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 inspirações/sessão a 60% da PImáx. Comparação: TMI isolado versus TMI + biofeedback diafragmático por ultrassom (RUSI).
Alnuman e Alshamas neh, 2022	N=26, homens; 22,7 anos; atletas de MMA e kickboxing.	Ultrabreathe	6 sem.; 7 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 respirações/sessão, com resistência individualizada e treino esportivo habitual.
Castro *et al.*, 2023	N=28, homens; 30,4 anos; ciclistas recreativos.	PowerBreathe K5	11 sem.; 3 dias/sem.; 1 h/sessão (5 min aquecimento + 3×15 min), 12 resp./min. SHAM: 6 cmH_2O; moderado: 60% PImáx; alto: 85–90%. Ajuste a cada 3 sem.
Parodi-Fe ye *et al.*, 2023	N=24, mulheres; 22,05 anos; atletas de handebol de elite.	PowerBreathe Plus (alta carga)	8 sem.; 5 dias/sem.; 30 inspirações/sessão. Semana 1: 1 sessão/dia, 29 cmH_2O; semanas 2–8: 2 sessões/dia, progressão de ¼ de volta (~28 cmH_2O) mediante desempenho.
Kowalski *et al.*, 2023	N=16, 9 homens e 7 mulheres; 30,2/32,5 anos (HVI/IPTL); triatletas.	PowerBreathe Plus; BreathWayBetter	6 sem. IPTL: 5 dias/sem., 2 sessões/dia, 30 inspirações, 30–50% PImáx. HVI: hiperpneia isocápnica progressiva, inicialmente 3 min a 20 resp./min.
Kowalski *et al.*, 2024	N=16, 10 homens e 6 mulheres; 22,6 anos; patinadores de velocidade de elite.	PowerBreathe Plus; BreathWayBetter	6 sem. IPTL: 5 dias/sem., 2 sessões/dia, 30 inspirações, carga progressiva individual. HVI: dias alternados, 3 min iniciais a 20 resp./min, progressão de duração e frequência.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Koç *et al.*, 2025	N=42, homens; 19,1 anos; atletas de taekwondo.	PowerBreathe Medic Plus (alta carga)	8 sem. Crônico: 7 dias/sem., 2 sessões/dia, 30 respirações, 60→90% PImáx (+10% a cada 2 sem.). Agudo: 3 dias/sem., 20 min, 40→50% PImáx.
Okrzymowska *et al.*, 2025	N=32, 17 homens e 15 mulheres; idades médias por sexo/grupo de 21,5 a 23,5 anos; corredores de meio-fundo de elite.	PowerBreathe K1; Threshold IMT	8 sem.; 5 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 inspirações/sessão. PowerBreathe: 50% (sem. 1–3), 60% (4–6), 70% (7–8). Threshold: 30% (1–2), 40% (3–5), 50% (6–8).
Güler *et al.*, 2025	N=22, homens; 23,6 anos; fisiculturistas naturais profissionais.	PowerBreathe	4 sem.; 5 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 respirações/sessão, carga de 40% PImáx com aumento semanal de 10%; associado ao treino habitual.
Çelikel *et al.*, 2025	N=14, homens; 22,9 anos; fisiculturistas naturais.	PowerBreathe	6 sem.; 6 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 ciclos/sessão, carga inicial 40% PImáx e progressão de 10 cmH_2O por semana; associado ao treino habitual.
Subramanian e Goyal, 2025	N=12, sexo não informado; 20,66/20,5 anos (TMR/controle); iniciantes em corrida, ciclismo e natação.	Dispositivo experimental sem marca (proporção áurea)	4 sem.; 5 dias/sem.; 15 min/dia; 30 ciclos inspiratórios/expiratórios (3×10, intervalo de 1 min); resistência equivalente a 50% da PImáx e PEmáx.
Ren *et al.*, 2025	N=30, homens; 22,2 anos; corredores amadores.	Xeek BW05	8 sem.; 5 dias/sem.; 2 sessões/dia; 30 inspirações/sessão. Comparação: alta intensidade (80% PImáx), baixa intensidade (50%) e controle.

Legenda: N = tamanho amostral; TMI = treinamento muscular inspiratório; TMR = treinamento muscular respiratório; PImáx = pressão inspiratória máxima; PEmáx = pressão expiratória máxima; HVI = hiperpneia isocápnica voluntária; IPTL = treinamento com limiar de pressão inspiratória; RUSI = ultrassonografia de reabilitação; SHAM = placebo; HIIT = treinamento intervalado de alta intensidade; resp. = respirações; sem. = semanas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 3. Objetivos, principais resultados e conclusões dos estudos incluídos (n = 18)

Estudo e delineamento	Objetivo	Resultados principais	Conclusão
Martins de Abreu *et al.*, 2019 — ECR	Avaliar intensidades de TMI e controle cardiovascular em ciclistas.	No MIP60, ↑ atividade de alta frequência em repouso (521,2→1.161 ms²) e índice de complexidade em pé (0,82→0,97). No CIP, ↓ período cardíaco em pé (791→737 ms). Sem efeito claro sobre PAS e barorreflexo.	O TMI moderado apresentou respostas autonômicas favoráveis; cargas elevadas exigem cautela. As comparações entre grupos foram limitadas.
Rożek-Piechur a *et al.*, 2020 — ECR	Comparar protocolos de TMI em corredores de longa distância.	No grupo PowerBreathe, melhorias em variáveis de função ventilatória, força respiratória e desempenho. No grupo Threshold, aumentos de VO_2máx, ventilação-minuto e tRER; respostas menos abrangentes.	Os protocolos mostraram respostas distintas; diferenças de carga impedem atribuir os resultados apenas ao dispositivo.
Ahmadnezhad *et al.*, 2020 — ECR	Investigar TMI, função pulmonar, ativação muscular central e dor lombar.	O grupo TMI apresentou aumento da atividade de multífidos e transverso abdominal, melhoria da função respiratória e redução da intensidade dolorosa ($p<0,05$).	O TMI pode complementar a reabilitação de atletas com lombalgia crônica, com benefícios respiratórios e musculare.s
Ogawa *et al.*, 2020 — ECR	Examinar TMI associado ao exercício em normóxia e hipóxia.	PImáx: 102±20→145±26 cmH_2O no grupo com carga inspiratória e 111±23→127±23 no comparador. VO_2pico e Wmáx melhoraram em ambos; a queda de Wmáx em hipóxia foi atenuada no grupo TMI.	O exercício com carga inspiratória pode ampliar a força inspiratória e atenuar perdas de desempenho em hipóxia aguda.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Faghy *et al.*, 2021 — ECR	Comparar máscara resistiva e TMI associados ao HIIT.	Tempo de corrida: melhora de 3,1% (máscara), 5,7% (TMI) e 2,6% (controle). Apenas o TMI aumentou PImáx (32%) e espessura diafragmática (9,5%).	O TMI associado ao HIIT apresentou benefícios adicionais; a máscara resistiva não superou o HIIT isolado.
Chang *et al.*, 2021 — ECR	Avaliar progressão da carga de TMI em corredores de 800 m.	No grupo de carga progressiva, PImáx aumentou de 112,95±27,13 para 131,09±28,20 cmH_2O; o tempo de 800 m caiu de 162,97±24,96 para 156,75±20,73 s. Houve redução da variação do fluxo sanguíneo periférico.	A progressão da carga inspiratória associou-se a ganhos de força inspiratória e desempenho na corrida.
Marugán-Rubio *et al.*, 2022 — ECR	Examinar biofeedback ultrassonográfico associado a TMI em atletas com dor lombar.	O grupo RUSI+TMI apresentou maior VEF_1 que o grupo TMI isolado (p=0,015; d de Cohen=0,62).	O biofeedback diafragmático associado ao TMI pode ampliar a resposta funcional pulmonar.
Alnuman e Alshamasneh, 2022 — ECR	Avaliar TMI resistivo em atletas de MMA e kickboxing.	Nos atletas de MMA, TMI associado ao treino habitual elevou VEF_1/CV e VVM (5,7% e 28,6%; p<0,05); resultados não equivalentes foram observados no kickboxing.	A resposta pulmonar ao TMI variou conforme a modalidade de combate.
Castro *et al.*, 2023 — ECR	Investigar alterações metabólicas séricas após TMI em ciclistas.	O TMI associou-se a maior PImáx e alterações nas vias de metabolismo de corpos cetônicos, ácidos graxos e aminoácidos; triptofano e valina aumentaram, e 2-hidroxibutirato diminuiu.	Os resultados sugerem adaptações metabólicas acompanhadas de melhora da força inspiratória.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Parodi-Feye *et al.*, 2023 — ECR	Avaliar efeitos cardiovasculares e respiratórios do TMI em atletas de handebol.	Não foram identificadas melhorias significativas nos principais parâmetros espirométricos nem na percepção de esforço submáximo; os desfechos de consumo de oxigênio não favoreceram consistentemente o TMI.	O protocolo foi viável, mas não demonstrou benefícios consistentes de desempenho nessa amostra.
Kowalski *et al.*, 2023 — ECR	Comparar carga fisiológica e subjetiva dos métodos IPTL e HVI em triatletas.	Ambos impuseram carga adicional, com respostas dependentes do sexo e método. HVI elevou a carga subjetiva; IPTL esteve associado a mudanças ácido-base, lactato, cefaleia e tontura.	A escolha do método deve considerar a carga adicional e a tolerabilidade dos atletas.
Kowalski *et al.*, 2024 — ECR	Comparar IPTL e HVI em patinadores de velocidade de elite.	Sem diferenças significativas entre métodos no Wingate, teste cardiopulmonar ou provas no gelo ($p>0,05$). A frequência respiratória máxima respondeu diferentemente ao método e ao sexo.	IPTL e HVI apresentaram resultados de desempenho semelhantes, com diferenças em respostas ventilatórias.
Koç *et al.*, 2025 — ECR	Examinar TMI crônico e agudo sobre o lactato em praticantes de taekwondo.	O protocolo crônico reduziu o lactato após teste de Wingate; padrões de remoção do lactato durante a recuperação variaram entre grupos e momentos.	O TMI pode alterar respostas de lactato ao exercício intenso, especialmente no protocolo crônico.
Okrzymowska *et al.*, 2025 — ECR	Comparar TMI com PowerBreathe e Threshold por sexo em corredores.	PowerBreathe associou-se a melhora de VO_2/kg, PEF, PImáx e PEmáx e parâmetros relacionados ao lactato; com Threshold, os ganhos foram mais restritos, principalmente PEmáx.	O protocolo de maior carga apresentou resultados mais amplos; o efeito da intensidade não deve ser confundido com o do aparelho.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Güler *et al.*, 2025 — ECR	Avaliar TMI sobre espessura diafragmática e força máxima em fisiculturistas.	O grupo TMI apresentou maiores ganhos de desempenho e espessura diafragmática inspiratória e expiratória (20,36% e 19,46%) em relação ao controle.	A inclusão de TMI ao treinamento convencional pode favorecer adaptações diafragmáticas e força máxima.
Çelikel *et al.*, 2025 — ECR	Examinar TMI progressivo sobre 1RM e função respiratória em fisiculturistas.	A força máxima aumentou 14,39% com TMI e 9,43% no controle; PImáx, PEmáx e parâmetros espirométricos melhoraram mais no grupo TMI.	O TMI progressivo pode complementar o treino de força, com ganhos respiratórios e de força máxima.
Subramanian e Goyal, 2025 — quase-experimental	Avaliar dispositivo experimental de TMR em atletas iniciantes.	O grupo com dispositivo apresentou melhorias em PImáx, PEmáx e medidas pulmonares; diferenças entre grupos para pressões respiratórias não foram estatisticamente significativas.	Resultados exploratórios sugerem potencial benefício, mas a pequena amostra limita inferências.
Ren *et al.*, 2025 — ECR	Comparar intensidades de TMI quanto à função respiratória e tolerância ao esforço.	Ambas as intensidades elevaram PImáx e PEmáx, ampliaram tempo de exercício e reduziram lactato e percepção de esforço; sem alteração significativa de VO_2máx ou FCmáx.	O TMI de 50% e 80% da PImáx pode melhorar força inspiratória e tolerância ao esforço, sem evidência de alteração do VO_2máx.

Legenda: ECR = ensaio clínico randomizado; ↑ = aumento; ↓ = redução.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa evidencia que o Treinamento Muscular Respiratório (TMR), com predomínio do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) via dispositivos de limiar de pressão, promove incrementos consistentes e significativos na força muscular inspiratória ($PImáx$) em atletas de diferentes modalidades. Todavia, a transferência desses ganhos para a função

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

pulmonar e o desempenho físico esportivo permanece heterogênea e altamente dependente das demandas específicas de cada esporte. A ampla variabilidade observada nos parâmetros de prescrição (duração de 4 a 11 semanas; frequências de 3 a 7 dias/semana; intensidades de 30% a 90% da $PImáx$) e a ausência de padronização no controle e na progressão da carga impedem, no momento, a definição de um protocolo único ou ideal. Os achados reforçam que o TMR deve ser compreendido como uma estratégia complementar individualizada, devendo ter sua sobrecarga FITT ajustada à tolerabilidade e ao calendário de treinamento do atleta. Em suma, embora o TMR consolide-se como uma ferramenta promissora para otimização da capacidade respiratória no esporte, a fragilidade metodológica do corpo de evidências atual, evidenciada pelas incertezas de viés na avaliação JBI, exige cautela na generalização dos resultados. Investigações futuras devem priorizar ensaios clínicos com rigoroso cegamento, amostras mais amplas e homogêneas e desfechos funcionais diretamente atrelados ao rendimento competitivo.

REFERÊNCIAS

AHMADNEZHAD, L.; YALFANI, A.; GHOLAMI BORUJENI, B. Inspiratory muscle training in rehabilitation of low back pain: a randomized controlled trial. Journal of Sport Rehabilitation, v. 29,
n. 8, p. 1151–1158, 2020. DOI: https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0231.

ALNUMAN, N.; ALSHAMASNEH, A. The effect of inspiratory muscle training on the pulmonary function in mixed martial arts and kickboxing athletes. Journal of Human Kinetics, v. 81, n. 1, p. 53–63, 2022. DOI: https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0005.

BARKER, T. H. *et al.* The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for randomized controlled trials. JBI Evidence Synthesis, v. 21, n. 3, p. 494–506, 2023. DOI: https://doi.org/10.11124/JBIES-22-00430.

BARKER, T. H. *et al.* The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for quasi-experimental studies. JBI Evidence Synthesis, v. 22, n. 3, p. 378–388, 2024. DOI: https://doi.org/10.11124/JBIES-23-00268.

CASTRO, A. *et al.* Insights into the serum metabolic adaptations in response to inspiratory muscle training: a metabolomic approach based on ^{1}H NMR and UHPLC-HRMS/MS. International Journal of Molecular Sciences, v. 24, n. 23, art. 16764, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms242316764.

ÇELIKEL, B. E. *et al.* Effects of inspiratory muscle training on 1RM performance and body composition in professional natural bodybuilders. Frontiers in Physiology, v. 16, art. 1574439, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1574439.

CHANG, Y.-C. *et al.* Effects of 4-week inspiratory muscle training on sport performance in college 800-meter track runners. Medicina, v. 57, n. 1, art. 72, 15 jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/medicina57010072.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CHEN, Y. *et al.* Effects of respiratory muscle training on swimming performance, respiratory muscle function, and pulmonary function of competitive swimmers: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Physiology, v. 17, art. 1770925, 2026. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1770925.

FAGHY, M. A. *et al.* A flow resistive inspiratory muscle training mask worn during high-intensity interval training does not improve 5 km running time-trial performance. European Journal of Applied Physiology, v. 121, p. 183–191, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s00421-020-04505-3.

GÜLER, I. *et al.* Inspiratory muscle training in natural bodybuilders: adaptations in diaphragm muscle thickness and maximal strength. Frontiers in Physiology, v. 16, art. 1628146, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1628146.

KARSTEN, M. *et al.* The effects of inspiratory muscle training with linear workload devices on the sports performance and cardiopulmonary function of athletes: a systematic review and meta-analysis. Physical Therapy in Sport, v. 34, p. 92–104, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.004.

KOÇ, M. *et al.* Effects of threshold pressure loading exercises applied to inspiratory muscles in taekwondo athletes on the concentration and utilization of lactate. Journal of Human Kinetics, v. 95,
p. 55–69, 2025. DOI: https://doi.org/10.5114/jhk/188542.

KOWALSKI, T. *et al.* Respiratory muscle training induces additional stress and training load in well-trained triathletes—randomized controlled trial. Frontiers in Physiology, v. 14, art. 1264265, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1264265.

KOWALSKI, T. *et al.* Comparative study of different respiratory muscle training methods: effects on cardiopulmonary indices and athletic performance in elite short-track speedskaters. Life, v. 14, n. 9, art. 1159, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/life14091159.

KOWALSKI, T.; DIAS RODRIGUES, G.; ZANINI, M. Application of respiratory muscle training for improved intermittent exercise performance in team sports: a narrative review. Frontiers in Sports and Active Living, v. 7, art. 1632207, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1632207.

LAVENEZIANA, P. *et al.* ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. European Respiratory Journal, v. 53, n. 6, art. 1801214, 2019. DOI: https://doi.org/10.1183/13993003.01214-2018.

LIMA, T. B. W. *et al.* The effect of inspiratory muscle training on the inspiratory muscle metaboreflex: a systematic review. Canadian Journal of Respiratory Therapy, v. 61, p. 51–59, 2025. DOI: https://doi.org/10.29390/001c.132324.

LORCA-SANTIAGO, J. *et al.* Inspiratory muscle training in intermittent sports modalities: a systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 17, n. 12, art.
4448, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17124448.

MARUGÁN-RUBIO, D. *et al.* Effectiveness of ultrasonography visual biofeedback of the diaphragm in conjunction with inspiratory muscle training on muscle thickness, respiratory pressures, pain, disability, quality of life and pulmonary function in athletes with non-specific low

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

back pain: a randomized clinical trial. Journal of Clinical Medicine, v. 11, n. 15, art. 4318, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/jcm11154318.

MARTINS DE ABREU, R. *et al.* Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, v. 317, n. 6, p. R891–R902, 2019. DOI: https://doi.org/10.1152/ajpregu.00167.2019.

MENEZES, K. K. P.; NASCIMENTO, L. R.; AVELINO, P. R.; POLESE, J. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. A review on respiratory muscle training devices. Journal of Pulmonary and Respiratory Medicine, v. 8, n. 2, art. 451, 2018. DOI: https://doi.org/10.4172/2161-105X.1000451.

NEPOMUCENO JÚNIOR, B. R. V.; GÓMEZ, T. B.; GOMES NETO, M. Use of Powerbreathe® in inspiratory muscle training for athletes: systematic review. Fisioterapia em Movimento, v. 29, n. 4, p. 821–830, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.AO19.

OGAWA, T. *et al.* Effect of inspiratory muscle-loaded exercise training on peak oxygen uptake and ventilatory response during incremental exercise under normoxia and hypoxia. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, v. 12, art. 25, 2020. DOI: https://doi.org/10.1186/s13102-020-00172-1.

OKRZYMOWSKA, P. *et al.* Inspiratory muscle training included in therapeutic and training regimens for middle-distance runners. Journal of Clinical Medicine, v. 14, n. 9, art. 3180, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/jcm14093180.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, art. n71, 2021. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

PARODI-FEYE, A. S.; CAPPUCCIO-DÍAZ, Á. D.; MAGALLANES-MIRA, C. A. Effects of inspiratory muscle training on physiological performance variables in women's handball. Journal of Human Kinetics, v. 89, p. 101–112, 2023. DOI: https://doi.org/10.5114/jhk/169366.

REN, Z. *et al.* Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, lactate accumulation and exercise tolerance in amateur runners: a randomized controlled trial. Life, v. 15, n. 5, art. 705, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/life15050705.

ROŻEK-PIECHURA, K. *et al.* Influence of inspiratory muscle training of various intensities on the physical performance of long-distance runners. Journal of Human Kinetics, v. 75, n. 1, p. 127–137, 2020. DOI: https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0031.

SUBRAMANIAN, T.; GOYAL, M. Enhancing lung function in novice athletes: the role of respiratory muscle training. Journal of Lifestyle Medicine, v. 15, n. 1, p. 31–37, 2025. DOI: https://doi.org/10.15280/jlm.2025.15.1.31.

XAVIER, D. M.; MIRANDA, J. P.; FIGUEIREDO, P. H. S.; LIMA, V. P. The effectiveness of respiratory muscular training in athletes: a systematic review and meta-analysis. Journal of Bodywork & Movement Therapies, v. 42, p. 777–792, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2025.01.010.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.