

RESUMO EXPANDIDO ESTRUTURADO - ESTUDOS EXPERIMENTAIS E DE
REVISÃO- METODOLOGIAS DE REVISÕES SISTEMÁTICAS,
INTEGRATIVAS, METAANÁLISE E MODELOS EXPERIMENTAIS EM
PESQUISA BIOMÉDICA.

**OS EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI) NA
PERFORMANCE ESPORTIVA**

Cicero Pereira (cicerok0@gmail.com)

Hycaro De Melo Moraes (hycarofisio123@Outlook.com)

INTRODUÇÃO

A busca pela excelência no desempenho esportivo tem levado à expansão das pesquisas sobre o papel da função respiratória na performance de atletas. O sistema respiratório, responsável pelas trocas gasosas vitais ao metabolismo energético, pode tornar-se um fator limitante durante exercícios de alta intensidade e longa duração. Segundo Sheel (2002), a demanda ventilatória pode aumentar de 15 a 25 vezes durante o exercício máximo, impondo sobrecarga metabólica aos músculos inspiratórios, especialmente o diafragma. Quando ocorre fadiga diafragmática, instala-se o metaboreflexo respiratório, que induz vasoconstrição periférica e reduz a perfusão nos músculos ativos, comprometendo o desempenho (DEMPSEY et al., 2006; ROMER; POLKEY, 2008).

Nesse contexto, o Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) surge como estratégia ergogênica complementar, inicialmente desenvolvida para reabilitação pulmonar e posteriormente incorporada ao esporte de alto

rendimento. O TMI consiste na aplicação de cargas resistivas inspiratórias progressivas, com o objetivo de aumentar força e resistência da musculatura respiratória. Estudos pioneiros, como o de Volianitis et al. (2001), demonstraram que o TMI melhora significativamente a performance de remadores de elite. Já HajGhanbari et al. (2013), em meta-análise, consolidaram evidências de que o TMI pode promover incrementos entre 1,5% e 4,8% no desempenho aeróbico, corroborando seu potencial ergogênico.

A literatura, porém, ainda mostra heterogeneidade de protocolos e resultados. Enquanto Chang et al. (2021) aplicaram um protocolo de 4 semanas (50–80% da P_{Imáx}) em corredores de 800 m, Rehder-Santos et al. (2019) desenvolveram um modelo baseado na Pressão Inspiratória Crítica (P_{ThC}) para ciclistas, levantando dúvidas sobre parâmetros ideais de prescrição. Além disso, os efeitos variam conforme a modalidade: esportes de endurance tendem a apresentar maior economia ventilatória, enquanto esportes de força e potência ainda carecem de estudos (McCONNELL, 2011).

Assim, este estudo busca sintetizar as evidências científicas sobre os efeitos do TMI na performance esportiva, identificando protocolos mais eficazes, mecanismos fisiológicos subjacentes e diretrizes práticas que sustentem sua aplicação profissional. O TMI é de baixo custo, não invasivo e facilmente integrável à rotina de treinamento, o que reforça sua relevância prática (McCONNELL, 2011).

OBJETIVO

Sintetizar as evidências científicas atuais sobre os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) na performance esportiva.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, cuja finalidade foi analisar criticamente as evidências científicas sobre o TMI e o desempenho esportivo. Embora não siga os rigores de uma revisão sistemática, esta abordagem permite integrar estudos de diferentes desenhos metodológicos, construindo uma narrativa ampla e contextualizada.

As buscas bibliográficas foram realizadas entre fevereiro e abril de 2024 nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS, Cochrane Library e Google Acadêmico. Utilizaram-se descritores controlados (DeCS/MeSH) como

“Inspiratory Muscle Training”, “Respiratory Muscle Training” e “Athletic Performance”, combinados por operadores booleanos (“AND”, “OR”). Foram incluídos artigos publicados entre 2010 e 2024, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que investigassem os efeitos do TMI em atletas ou indivíduos fisicamente ativos.

CrITÉRIOS de exclusão abrangeram revisões narrativas não sistemáticas, estudos com populações clínicas ou intervenções sem grupo controle isolado. A seleção ocorreu em três etapas: triagem por título/resumo, leitura integral e extração dos dados em formulário padronizado. Foram extraídos autores, ano, amostra, metodologia, protocolo de TMI e principais resultados. A qualidade metodológica foi avaliada narrativamente, considerando randomização, grupo controle, tamanho amostral e clareza dos resultados.

A análise dos achados foi qualitativa e crítica, estruturada em três eixos temáticos: (1) efeitos hemodinâmicos e metabólicos; (2) aplicações por modalidade esportiva; e (3) desafios e perspectivas de implementação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão identificou 18 estudos relevantes. O conjunto das evidências indica que o TMI promove melhorias significativas na função inspiratória, aumento da P_{Imáx} e da resistência muscular, redução da percepção de esforço respiratório e melhora global da performance atlética.

Efeitos Fisiológicos do TMI

O TMI reduz a ativação do metaboreflexo respiratório, aumentando a perfusão muscular periférica e o fornecimento de oxigênio durante o exercício (ROMER; POLKEY, 2008). Estudos apontam incremento de até 10% no fluxo sanguíneo dos membros ativos, o que melhora a economia metabólica. Ademais, concentrações menores de lactato e uma melhor relação ventilação/consumo de oxigênio (VE/VO₂) foram observadas após períodos regulares de treinamento (HAJGHANBARI et al., 2013).

Essas adaptações explicam os ganhos relatados por Chang et al. (2021), que observaram aumento de 16% na P_{Imáx} e redução de 3,8% no tempo de prova em corredores, associadas à melhora de 51,6% na perfusão periférica. Os achados sustentam a hipótese de que o TMI atua “reprogramando” reflexos

cardiovasculares, reduzindo a fadiga respiratória e otimizando o desempenho em endurance.

Aplicações por Modalidade Esportiva

Nos esportes de endurance, como corrida e ciclismo, o TMI promoveu melhoras de 3–5% no desempenho de time-trial e atrasou a fadiga (REHDER-SANTOS et al., 2019; SALAZAR-MARTÍNEZ et al., 2024). Nadadores competitivos também apresentaram ganhos de até 2% em provas curtas, em virtude da melhor capacidade ventilatória e controle respiratório durante apneias funcionais (KILDING et al., 2010). Em remadores de elite, Volianitis et al. (2001) relataram elevação significativa na potência média, demonstrando efeito ergogênico consistente.

Nos esportes intermitentes, como futebol e basquete, o TMI melhora a capacidade de recuperação entre esforços máximos. Oliveira et al. (2016) relataram aumento de 26% na $PI_{máx}$ e 29% no Pico de Fluxo Inspiratório (PIF) em atletas de basquete, resultando em ganhos de agilidade e potência de arremesso. Esses resultados se associam à menor percepção de esforço e melhor manutenção da técnica durante períodos de alta intensidade (NEDER et al., 1999).

Nos esportes de força e potência, o TMI tem papel emergente. Güler et al. (2025) demonstraram que bodybuilders submetidos a 4 semanas de TMI progressivo (40% da $PI_{máx}$, +10%/semana) apresentaram aumento de 23,19% na espessura diafragmática inspiratória, 28,69% na expiratória e 11,2% no 1RM do supino reto. O mecanismo proposto envolve o fortalecimento do diafragma e maior pressão intra-abdominal, o que melhora a estabilidade do core e a transmissão de força durante o levantamento de peso (HACKETT; JOHNSON; CHOW, 2013).

Avaliação e Monitoramento

O estudo de Kowalski e Klisiewicz (2023) validou o teste S-Index como ferramenta confiável ($ICC = 0,87–0,90$) para avaliação dinâmica da força inspiratória. Essa métrica reflete melhor as demandas respiratórias dos esportes de alta intensidade em comparação à $PI_{máx}$ estática, sendo recomendada para monitoramento das adaptações ao TMI.

Limitações e Desafios

Apesar dos resultados positivos, as amostras pequenas e a curta duração das intervenções (geralmente 4–12 semanas) limitam a generalização. Poucos estudos avaliam os efeitos de longo prazo ou a integração do TMI com outros tipos de treinamento (JOHNSON et al., 2007; McCONNELL; LOMAX, 2006). Além disso, o alto custo de dispositivos específicos e a falta de supervisão especializada são barreiras à aplicação em larga escala.

O cegamento dos participantes também se apresenta como desafio metodológico, já que é difícil estabelecer placebos convincentes para dispositivos de carga inspiratória. Assim, a qualidade metodológica ainda é um ponto crítico a ser aprimorado.

Perspectivas Futuras

Pesquisas futuras devem priorizar estudos longitudinais com atletas de elite, testando a manutenção das adaptações ao longo das temporadas e o papel do TMI na periodização do treinamento. Além disso, é essencial investigar sua aplicabilidade em atletas paralímpicos e em modalidades que exigem elevada estabilidade postural. A combinação entre fisioterapia esportiva e preparação física tende a otimizar os efeitos do TMI e consolidá-lo como ferramenta ergogênica de alto nível.

CONCLUSÃO

O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) configura-se como uma intervenção eficaz, acessível e cientificamente fundamentada para otimização do desempenho esportivo. As evidências demonstram que o TMI: Melhora a força e a resistência dos músculos inspiratórios; Reduz a fadiga respiratória e atenua o metaboreflexo; Aumenta a eficiência ventilatória e a perfusão periférica; Potencializa a economia de movimento e a capacidade de recuperação; Em esportes de força, contribui para a estabilidade do core e ganho de potência.

Recomenda-se a prescrição individualizada e periodizada, com acompanhamento profissional e monitoramento por métricas dinâmicas como o S-Index. Protocolos de 4 a 12 semanas têm se mostrado eficazes, devendo ser adaptados conforme a modalidade e o nível do atleta.

O TMI, portanto, deve ser considerado uma ferramenta ergogênica baseada em evidências, com aplicabilidade transversal nas ciências do esporte e grande potencial de expansão em contextos competitivos e clínicos.

Palavras-chave: desempenho atlético; força muscular; powerbreathe; treinamento muscular inspiratório.