

**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUSÍADA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

VITÓRIA DE LIMA BALULA

**TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM ATLETAS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**SANTOS
2023**

VITÓRIA DE LIMA BALULA

**TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM ATLETAS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido no curso de Fisioterapia, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Fisioterapia no Centro Universitário Lusíada. Sob orientação do Professor Mestre Ricardo Nemoto e da Professora Doutora Larissa Perossi.

**SANTOS
2023**

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pela sua infinita misericórdia sobre a minha vida e por ter sido o único responsável por me capacitar a chegar onde estou hoje. Também quero agradecer a minha mãe Carol, meu pai André e meu irmão Henrique por estarem sempre ao meu lado, e me darem todo o apoio necessário, amo vocês mais do que sou capaz de expressar. Mas quero enfatizar um reconhecimento especial principalmente ao meu pai por se sacrificar todos os dias durante 5 anos, dormindo tarde e acordando cedo, enfrentando trânsito para ir e voltar, apenas para me levar a faculdade em outra cidade. Obrigada papai, esses anos não foram fáceis, mas sem você teriam sido 100 vezes mais difíceis.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão aos professores Luiz Ricardo Nemoto e Larissa Perosi, que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por todo o apoio, orientação e conhecimento compartilhado ao longo dessa etapa. Estar sob suas orientações foi extremamente fundamental para meu crescimento e aprendizado, e muito obrigada por dedicarem o seu tempo e expertise para enriquecer este trabalho. Vocês fizeram toda a diferença e são fontes de inspiração para mim.

Por fim, gostaria de agradecer também a Mimi, Simba e Beto, meus gatos, por me fazerem companhia nas noites e madrugadas de estudos e me incentivarem a não desistir, para assim, proporcioná-los uma vida de conforto e whiskas.

Obrigada a todos vocês, vocês fizeram parte da minha história.

RESUMO

O TMI (treinamento muscular inspiratório) adiciona uma carga sobre o diafragma com o objetivo de aumentar sua força e resistência, melhorando a força muscular inspiratória (PI_{máx}), a força muscular expiratória (PE_{máx}) e a tolerância ao exercício, diminuindo também os níveis de lactato no sangue e aliviando o metabolismo dos músculos respiratórios. **Objetivo:** reunir evidências relacionadas ao TMI em atletas e relatar a eficiência desta intervenção no desempenho físico de atletas. **Métodos:** revisão sistemática através de artigos que analisaram a eficiência do TMI em atletas, publicados no período entre 2018 e 2023. **Resultados:** Após a análise dos artigos, 276 publicações encontradas, 20 foram incluídas pela análise do título, 6 foram excluídas devido ao desenho do estudo e apenas 5 atendiam aos objetivos propostos neste estudo. **Conclusão:** o TMI principalmente com o uso do dispositivo Powerbreathe, prepara o atleta para atividades que demandam maior trabalho respiratório, proporcionando assim um melhor desempenho esportivo e permitindo uma melhor *performance* em atividades mais longas e rigorosas.

Palavras chave: atletas, treinamento respiratório, treinamento muscular inspiratório.

ABSTRACT

The IMT (Inspiratory muscle training) adds a load on the diaphragm with the aim of increasing its strength and resistance, improving inspiratory muscle strength (MIP), expiratory muscle strength (PEmax) and exercise tolerance, also controlling blood lactate levels and relieving the metabolism of resistant muscles.

Objective: to gather evidence related to IMT in athletes and report the efficiency of this intervention on the physical performance of athletes. **Methods:** systematic review through articles that analyzed the efficiency of IMT in athletes, published between 2018 and 2023. **Results:** After analyzing the articles, 276 publications were discovered, 20 were included by title analysis, 6 were archived due to the design of the study and only 5 met the objectives proposed in this study.

Conclusion: TMI, mainly with the use of the Powerbreathe device, prepares the athlete for activities that require greater protection work, thus providing better sports performance and allowing better performance in longer and more rigorous activities.

Keywords: athletes, respiratory training, inspiratory muscle training.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA	10
2.1 BUSCA METODOLÓGICA	10
2.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS	10
2.3 EXTRAÇÃO DOS ARTIGOS	10
2.4 TABULAÇÃO DOS DADOS	10
3 RESULTADOS	11
3.1 BUSCA DAS PUBLICAÇÕES	11
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS CLÍNICOS	11
4 DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O termo treinamento indica uma instrução dada de forma organizada com o objetivo de melhorar o desempenho físico e preparar o atleta para os níveis mais altos de rendimento. Logo, o treinamento esportivo estimula modificações funcionais e morfológicas no organismo interferindo diretamente no desempenho do esportista. De modo geral, o treinamento físico do atleta serve para fazer a manutenção, melhoria ou recuperação do rendimento. Ou seja, desenvolver as atividades condicionais e coordenativas que são necessárias para elevar o rendimento através da execução de exercícios (BARBANTI, Valdir J, 1997).

A respiração é o simples ato de mover o ar para dentro e para fora dos pulmões com objetivo de troca gasosa entre o ar ambiente e os capilares pulmonares. Entretanto, o papel da respiração durante o exercício vai muito além do que apenas melhorar o transporte de oxigênio. O foco principal da respiração durante a prática de exercício físico intenso é eliminar dióxido de carbono para postergar a fadiga. O acúmulo de ácido láctico do metabolismo anaeróbico é uma das causas relacionadas à dificuldade de sustentação prolongada do exercício intenso porém, como resposta fisiológica do organismo, ocorre a neutralização do ácido láctico com uma base alcalina (íon bicarbonato) reduzindo a acidificação do músculo e, conseqüentemente, a fadiga muscular (MCCONNELL, Alison, 2013).

O hidrogênio em excesso prejudica a contração muscular e a produção de ATP (trifosfato de adenosina), que é a principal molécula transportadora de energia e, conseqüentemente, o centro inspiratório responde com o aumento da frequência respiratória para auxiliar na remoção do dióxido de carbono e reduzindo a concentração de hidrogênio (COSTILL, W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L, 2020).

Durante o exercício intenso de atletas, a frequência respiratória pode chegar entre 40 e 50 respirações por minuto e um volume corrente de 3 a 4 litros. Porém, atletas olímpicos de resistência podem atingir um volume corrente acima de 5 litros, atingindo uma ventilação-minuto de 250 a 300 litros por minuto. Durante a respiração forçada, os músculos inspiratórios possuem a função de expandir a caixa torácica enquanto os músculos expiratórios auxiliam a expiração, comprimindo a caixa torácica. O principal músculo da inspiração é o

diafragma, que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal, e é responsável por gerar uma pressão negativa nos pulmões, garantindo que o volume de ar entre (MCCONNELL, Alison, 2013).

O diafragma é composto por 80% de fibras do tipo I e tipo IIA, que são oxidativas, ou seja, utilizam oxigênio para gerar energia, e são capazes de tolerar atividades mais rigorosas por um período prolongado de tempo sem fadigar (COSTILL, W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L, 2020). Nos exercícios de baixa intensidade temos o aumento da ventilação por meio do aumento do volume corrente, enquanto que nos exercícios mais intensos temos o aumento da ventilação por meio do aumento da frequência respiratória (COSTILL, W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L, 2020).

Existem alguns padrões respiratórios que podem estar alterados durante o exercício, prejudicando o desempenho do atleta: a dispneia decorrente do encurtamento e aceleração da respiração, a asma induzida pelo exercício devido a obstrução das vias aéreas inferiores acompanhada por tosse, respiração ofegante ou dispnéia, a hiperventilação e manobra de valsalva, fechamento da glote fazendo com que o ar fique retido nos pulmões (COSTILL, W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L, 2020.).

Durante o exercício, os músculos respiratórios estão propensos a fadigar e, com isso, o treinamento muscular inspiratório (TMI) é muito utilizado para aumentar a capacidade de atividade prolongada dos músculos bomba respiratória. O TMI adiciona uma carga sobre o diafragma com o objetivo de aumentar sua força e resistência, melhorando a força muscular inspiratória ($P_{Imáx}$), a força muscular expiratória ($P_{Emáx}$) e a tolerância ao exercício, diminuindo também os níveis de lactato no sangue e aliviando o metabolismo dos músculos respiratórios. Dessa forma, o TMI melhora a ventilação e o desempenho físico do atleta, preparando-o para atividades aeróbicas longas e de alta intensidade. (Mackała, Kurzaj, Okrzymowska, Stodółka, Coh e Rożek-Piechura, 2019).

O estudo sobre o treinamento muscular respiratório em atletas nos ajuda a compreender melhor os padrões de treinamento mais eficientes e mais utilizados para melhorar o desempenho cardiorrespiratório e, conseqüentemente, a performance do atleta. Com isso, o objetivo do presente estudo foi reunir evidências relacionadas ao TMI em atletas e relatar a eficiência

desta intervenção no desempenho físico de atletas nas atividades de alta intensidade.

2 METODOLOGIA

2.1 BUSCA METODOLÓGICA

A presente revisão foi realizada para buscar estudos que analisaram a eficiência do treinamento muscular inspiratório em atletas. Para isso, foram utilizadas as bases de dados *Pubmed* e *Scielo* para identificar os trabalhos disponíveis na literatura sobre o tema. Foram utilizados os descritores em inglês: “*breathing training*”, “*inspiratory muscle training*”, “*athletes*”, “*treinamento respiratório*”, “*treinamento muscular respiratório*” que foi limitada ao título e resumo dos artigos.

2.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS

A busca e seleção dos artigos foram realizadas de forma independente. Foram selecionados artigos que analisaram a eficiência do TMI em atletas e publicados no período entre Maio de 2018 e Janeiro de 2023. Os critérios de inclusão foram artigos que abordassem a eficiência do TMI em atletas, na língua inglesa, artigos completos, ensaios clínicos e relatos de casos. Os critérios de exclusão foram estudos de livros e documentos, revisão sistemática, meta-análises, revisão bibliográfica, artigos pagos, artigos envolvendo patologias, artigos envolvendo fármacos.

2.3 EXTRAÇÃO DOS ARTIGOS

Após a seleção, os artigos passaram pela leitura dos resumos/*abstracts* para avaliar a adequação dos métodos e população do estudo, de acordo com a proposta desta revisão. Os que se adequaram aos critérios de elegibilidade foram adquiridos em texto completo para análise mais detalhada e extração dos dados.

2.4 TABULAÇÃO DOS DADOS

Os textos selecionados foram lidos detalhadamente para o levantamento dos dados correspondentes a adaptações fisiológicas cardíacas em atletas. Os dados relativos à caracterização da amostra estudada, variáveis estudadas e resultados obtidos nos estudos foram organizados em uma planilha do *Microsoft*

Office Excel 2021, para analisar as alterações dos resultados encontrados em relação a este tema.

3 RESULTADOS

3.1 BUSCA DAS PUBLICAÇÕES

A trajetória da busca, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos científicos relacionados à utilização da VNI como recurso terapêutico para evitar a IOT ou a reintubação pode ser visualizada no fluxograma da **Figura 1**.

De acordo com as estratégias de busca utilizadas, 3 artigos foram encontrados na base de dados SCIELO e 273 estudos foram encontrados na PUBMED. Após a análise dos artigos baseada nos critérios de inclusão e exclusão, destas 276 publicações encontradas, 20 foram incluídas pela análise do título, 6 foram excluídas devido ao desenho do estudo e apenas 5 atendiam aos objetivos propostos neste estudo.

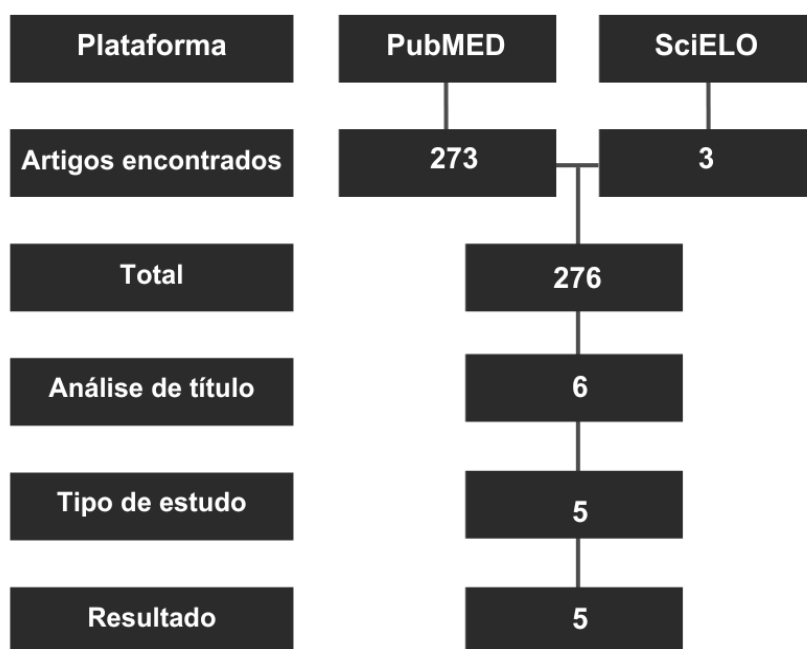


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS CLÍNICOS

Estudos abordando as adaptações cardíacas captadas atletas em diferentes esportes e que foram incluídos na presente revisão, estão descritos na **Tabela 1**. Os seguintes aspectos foram analisados em cada estudo:

- Identificação (autor, ano de publicação e título do artigo)
- Desenho do estudo
- Objetivos
- Amostra
- Metodologia
- Resultados
- Conclusão

AUTOR, ANO TÍTULO	DESENHO DO ESTUDO	OBJETIVOS	AMOSTRA GRUPOS	METODOLOGIA	RESULTADO S	CONCLUSÃO
Nunes Júnior A de O, Donzeli MA, Shimano SGN, Oliveira NML de, Ruas G, Bertoncello D. 2018 Efeitos do treinamento de alta intensidade da musculatura inspiratória nos atletas de <i>rugby</i> .	Randomização simples e análise de causa e efeito entre as variáveis investigadas.	Analisar os efeitos do treinamento da musculatura inspiratória (TMI) de alta intensidade nos atletas amadores de <i>rugby</i> da cidade de Uberaba, Minas Gerais, Brasil.	n = 20 jogadores amadores G1: n=10, realizaram TMI G2: n=10, controle Idade: G1: 22 ± 4 anos G2: 23 ± 2 anos	Avaliação: - Teste de função pulmonar - Força muscular respiratória Protocolo de TMI: - 3 sessões semanais - 12 semanas consecutivas - 1 série de 30 repetições - 80% da P _{Imáx} - Incremento de carga a partir da quarta sessão	Não foram observadas alterações significativas no teste de função pulmonar. A ventilação voluntária máxima, a pressão inspiratória máxima, a pressão expiratória máxima e a distância no	O IMT de alta intensidade com equipamento de carga de pressão linear proporcionou efeitos benéficos em jogadores amadores de <i>rugby</i> , com aumento significativo da VVM, P _{Imax} , PE _{max} e DP.

				Dispositivos: -Powerbreathe	teste de capacidade física aumentaram significativamente após o TMI.	
Mackała K, Kurzaj M, Okrzymowska P, Stodółka J, Coh M, Rożek-Piechura K. 2019	Estudo controlado randomizado.	Investigar se oito semanas de treinamento muscular inspiratório (IMT) em um programa de treinamento pré-temporada	n = 16 jogadores de futebol júnior competitivos de nível de clube G1: n=8, realizaram TMI G2: n=8, controle	Avaliação: - Teste de Cooper (força muscular respiratória, função pulmonar e resistência aeróbica) Intervenção:	Oito semanas de TMI tiveram um impacto positivo na força muscular expiratória. Foi relatado o aumento da	Houve melhora no consumo máximo de oxigênio alcançada por uma combinação de treinamento e

<p>O efeito do treinamento muscular respiratório na função pulmonar, ventilação pulmonar e desempenho de resistência de jovens jogadores de futebol.</p>		<p>de futebol, incluindo treinamento de resistência incremental (IET), mudaria a função pulmonar, a ventilação pulmonar e o desempenho aeróbico em jovens jogadores de futebol.</p>	<p>Idade: 17,63 ± 0,48 anos</p>	<p>- O grupo experimental realizou TMI adicional por 8 semanas com um Threshold IMT, com um total de 80 inalações (2 vezes por dia, 5 dias por semana). - O grupo controle continuou com seu programa regular de treinamento de futebol.</p>	<p>eficiência dos músculos inspiratórios melhorando a resistência aeróbica, medida pelo VO_2 max estimado da distância percorrida no teste cardiorrespiratório de Cooper.</p>	<p>treinamento IET em menor intensidade (até 85% da FC máxima) sugere que o treinamento de alta intensidade não é necessário (90-95% da FC máxima). O treinamento muscular inspiratório é considerado uma ajuda valiosa para jogadores de</p>
--	--	---	-------------------------------------	---	--	---

						futebol em nível de clube.
Rożek- Piechura K, Kurzej M, Okrzymowska P, Kucharski W, Stodółka J, Maćkała K. 2020	Estudo controlado randomizado.	Avaliar a eficácia do treinamento muscular inspiratório (TMI) em diferentes intensidades sobre a função pulmonar e as adaptações fisiológicas de corredores de longa distância em	n = 25 corredores de longa distância G1: n= 11 realizaram TMI com Powerbreathe G2: n=9 realizaram TMI com Threshold G3: n = 5, controle Idade (anos):	Avaliação: - Força muscular respiratória - Teste espiroergométric o Intervenção: Grupo 1 (Powerbreathe): - 30 inspirações máximas com padrão diafragmático.	O Grupo 1, apresentou aumentos significativos em todas as variáveis fisiológicas e de desempenho físico avaliadas. No grupo 2 , apenas o VO 2máx, VE e ventilação aumentaram	O uso do TMI com maior intensidade resultou em melhorias significativas na ventilação pulmonar. Após o treinamento o acúmulo de lactato diminuiu, e as características fisiológicas e as variáveis de

Físico de Corredores de longa distância		treinamento esportivo.	G1: 23,73 ± 2,1 G2: 23,89 ± 3,26 G3: 23,20 ± 1,92	1ª à 3ª semana intensidade de 50% da P _{lmáx} , 4ª à 6ª semana a intensidade de 60% da P _{lmáx} . 7ª à 6ª semana de intensidade 60% da P _{lmáx} e 8ª a intensidade foi para 70% da P _{lmáx} . Grupo 2 (Threshold): - 30 inspirações máximas com padrão diafragmático.	de forma significativa. No grupo controle, teve apenas uma redução na saturação.	força muscular respiratória melhoraram e no grupo que utilizou o aparelho Powerbreathe após 8 semanas de treinamento.
---	--	------------------------	---	---	--	---

				<ul style="list-style-type: none"> - Iniciou com carga de 30% do PI máx - Foi aumentada semanalmente até 50% do PI máx. <p>Grupo 3: Treinamento regular de corredores. *8 semanas, 2 vezes por dia por 5 dias da semana para ambos os grupos.</p>		
			n = 23 corredores	Avaliação:		

<p>Faghy MA, Brown PI, Davis NM, Mayes JP, Maden-Wilkinson TM. 2021</p> <p>Uma máscara de treinamento muscular inspiratório resistivo ao fluxo usada durante o treinamento intervalado de alta intensidade não melhora o</p>	<p>Estudo controlado randomizado.</p>	<p>Comparar uma máscara facial resistente ao fluxo (MASK) usada durante o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) com o treinamento muscular inspiratório de carga de limiar de pressão (IMT).</p>	<p>G1: n=8, treinamento de HIIT com a MASK</p> <p>G2: n=8, treinamento de HIIT com TMI</p> <p>G3: N=8, controle (HIIT)</p> <p>Idade (anos):</p> <p>G1: 37,7 ± 11,9</p> <p>G2: 36,5 ± 9,4</p> <p>G3: 35,2 ± 8,5</p>	<p>- teste de esforço máximo</p> <p>- Máscara Hans Rudolph para análise da respiração</p> <p>- Espessura do diafragma por ultrassonografia</p> <p>Intervenção:</p> <p>- 6 semanas de HIIT com 3 sessões semanais - O HIIT consistiu em trabalho repetido (2 min) na velocidade equivalente a</p>	<p>O desempenho no contra-relógio melhorou em todos os grupos (p < 0,05).</p> <p>O grupo IMT melhorou mais do que MASK e o CON (p = 0,004). Pós-intervenção, a P_{lmáx} e a espessura do diafragma melhoraram apenas no IMT (32% e 9,5%, respectivamente)</p>	<p>Uma máscara resistiva ao fluxo usada durante o HIIT não oferece nenhum benefício para o desempenho de 5 km quando comparada apenas ao HIIT.</p> <p>A junção do HIIT com o IMT melhora a força muscular respiratória, morfologia e desempenho</p>
--	---------------------------------------	---	--	--	---	---

<p>desempenho do contra-relógio de corrida de 5 km</p>				<p>95% do pico de O₂</p> <p>- grupo MASK usou uma máscara resistente ao fluxo durante todas as sessões</p> <p>- grupo IMT powerbreathe com 2 x 30 respirações diariamente a 50% da pressão inspiratória máxima (P_Imax)</p>	<p>te, p = 0,003 e 0,024).</p>	<p>maior do que o HIIT sozinho.</p>
--	--	--	--	---	--------------------------------	-------------------------------------

				- grupo de controle com apenas o HIIT.		
Chang YC, Chang HY, Ho CC, Lee PF, Chou YC, Tsai MW, Chou LW. 2021	Desenho comparativo randomizado de dois grupos, pré e pós-teste.	Investigar os efeitos do treinamento muscular inspiratório de 4 semanas na força muscular respiratória de corredores saudáveis.	n = 22 corredores G1: n=11, treinamento com TMI G2: n=9, controle - Dois participantes do grupo controle desistiram. Idade (anos): G1: 21,64 ± 2,06	Avaliação: - PImáx (com um medidor de pressão respiratória MicroRPM) - Teste de fluxo sanguíneo dos MI (através da pletismografia) - Teste de contra-relógio de 800m Intervenção:	O grupo IMT diminuiu significativamente a taxa de alteração do fluxo sanguíneo do membro após o treinamento IMT ($p < 0,05$). A PImáx melhorou significativamente no grupo IMT, no teste	O treinamento IMT de 4 semanas (duas vezes ao dia, 5 dias por semana) melhora significativamente a força muscular inspiratória dos participantes, o desempenho na corrida de 800 m e
Efeitos do treinamento muscular inspiratório de 4 semanas no desempenho esportivo em						

corredores universitários de 800 metros			G2: 20,78 ± 1,48	<ul style="list-style-type: none"> - O TMI consistiu em 30 esforços inspiratórios duas vezes ao dia com o Powerbreathe - 5 dias por semana - Intensidade de 50% a 80% da P_{Imáx} por 4 semanas - O grupo controle manteve 50% da P_{Imáx} por 4 semanas. 	de 800m também houve redução do tempo de corrida. Já o grupo controle não mudou significativame nte na P _{Imáx} e no teste de 800m.	diminui a taxa de alteração do fluxo sanguíneo dos membros.
---	--	--	------------------	---	--	---

4 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi reunir evidências relacionadas ao TMI em atletas e relatar a eficiência desta intervenção no desempenho físico de atletas. Durante os treinamentos e competições, os atletas apresentam uma maior demanda de oxigênio, ventilação e apresentam o aumento da função cardiovascular. Por mais eficiente que o sistema cardiovascular seja, o condicionamento físico é comprometido se o sistema respiratório não conseguir fornecer o suprimento suficiente para o organismo. Logo, com a diminuição de aporte de oxigênio necessário para o músculo, ele sofre fadiga mais rapidamente, e conseqüentemente causa acúmulo de ácido láctico provocando diminuição da força e resistência dos músculos respiratórios. (JUNIOR; DONZELI; SHIMANO; OLIVEIRA; RUAS; BERTONCELLO, 2018)

Nos estudos de Nunes Jr et. al (2018) e Chang et. al (2021) utilizaram o dispositivo *Powerbreathe* para realizar o treinamento muscular respiratório. Nunes Jr et. al (2018) teve como protocolo de TMI utilizando 80% da P_{Imáx} com incremento de carga a partir da 4^o sessão, já Chang et. al (2021) teve como protocolo o treinamento com aumento gradativo iniciando em 50% e chegando até 80% da P_{Imáx}. Os atletas de ambos os estudos tiveram uma melhora significativa na P_{Imáx} e nas variáveis respiratórias. Porém, no estudo de Nunes Jr et. al (2018) foi necessário um treinamento de 12 semanas consecutivas para os atletas alcançarem esse resultado já que os mesmos faziam o treinamento 3 vezes por semana, 1 vez ao dia. Enquanto no estudo de Chang et. al (2021) os atletas levaram apenas 4 semanas, treinando 5 dias na semana 2 vezes por dia. O aumento da frequência semanal e diária de um protocolo de TMI pode alcançar resultados promissores em um menor espaço de tempo. Ou seja, um treino de incremento de carga gradativo e com um maior número de repetições, visando o incremento da *endurance* dos músculos respiratórios, visando melhores resultados e por menos tempo de treinamento, garantindo melhor desempenho esportivo em atletas.

O autor Mackala et. al (2019) utilizou o protocolo de TMI com o dispositivo *Threshold*, utilizando de 45% a 75% da P_{Imáx}. Os atletas realizaram 80 inalações diárias por 5 dias na semana e foi observado que os atletas atingiram o dobro da força muscular inspiratória, além de um aumento significativo da

PE_{máx}. O incremento da PE_{máx} não é esperado em um protocolo de TMI porém, este fato já foi relatado em estudos envolvendo outro tipo de amostra. Sugere-se que, o aumento da mobilidade toraco-abdominal e a reorganização da mecânica dos músculos respiratórios tornam a expiração ativa, o que explica o ganho de força muscular expiratória (Lima et. al, 2008). Além disso, o ganho de força muscular respiratória promove melhora dos volumes pulmonares, o que também pode explicar o melhor desempenho tanto dos músculos inspiratórios quanto da musculatura expiratória (Noda et. al, 2009).

Rozek et. al (2020) comparou o uso do dispositivo *Powerbreathe* e *Threshold* e seus efeitos nos atletas. O *Powerbreathe* demonstrou melhoras significativas em todas as variáveis respiratórias, enquanto o aparelho *Threshold* teve poucas melhoras, mas sem afetar o desempenho esportivo. O *Powerbreathe* é um aparelho que gera uma resistência através de uma mola ou válvula eletrônica tendo como diferencial a capacidade de alcançar maiores cargas durante o treinamento e ajustar a resistência inspiratória à curva de pressão pulmonar, o que pode gerar estabilização da carga durante a respiração tornando mais confortável. Já o *Threshold* é um dispositivo limiar que não alcança cargas tão elevadas, sua capacidade de intensidade é inferior a do *Powerbreathe*, o que torna o dispositivo insuficiente para a melhora do treinamento da musculatura respiratória em indivíduos mais condicionados, como os atletas.

Já Faghy et. al (2021) utilizou em seu protocolo uma máscara resistente a fluxo (*Phantom Training Mask*) comparada ao dispositivo *Powerbreathe*, que foi utilizado de forma fixa a 50% da P_{l máx}. A resistência da máscara foi fixada no nível 4 de 4 e foi utilizada durante todo o treinamento, inclusive no período de recuperação. A *Phantom Training* fornece uma resistência inspiratória alinear, ou seja, a resistência ofertada é dependente do fluxo. Sendo assim, a resistência inspiratória ofertada não é constante, impossibilitando a determinação de uma porcentagem de treinamento baseada na P_{l máx}. O autor observou que a máscara não forneceu nenhum benefício adicional ao desempenho dos atletas quando comparada ao TMI com *Powerbreathe*, que teve uma melhora significativa da P_{l máx}. Isso pode ser explicado pelos estímulos insuficientes ofertados aos músculos inspiratórios durante as tarefas de exercício, ocorrendo baixa ou nenhuma adaptação à força ou resistência muscular respiratória.

Com isso presume-se que o dispositivo *Threshold* pode apresentar benefícios respiratórios, bem como a máscara resistente a fluxo porém, o dispositivo *Powerbreathe* demonstra resultados incomparavelmente melhores e mais eficientes em relação aos outros dispositivos. Devido a sua alta capacidade de resistência ajustável para fortalecer os músculos inspiratórios, a popularidade do *Powerbreathe* se destaca quando falamos de treinamento muscular inspiratório para atletas.

5 CONCLUSÃO

O TMI em atletas utilizado de forma complementar ao treinamento esportivo auxilia na melhora do condicionamento físico, força e resistência da musculatura respiratória, aumento da capacidade pulmonar além de reduzir o tempo de fadiga. Com isso, o TMI principalmente com o uso do dispositivo Powerbreathe, prepara o atleta para atividades que demandam maior trabalho respiratório, proporcionando assim um melhor desempenho esportivo e permitindo uma melhor *performance* em atividades mais longas e rigorosas.

Apesar da pequena quantidade de pesquisas incluídas no presente estudo em relação ao TMI focado para atletas, foi possível aumentar a compreensão da importância do TMI inserido nos treinamentos dos atletas e sua influência nessa população.

REFERÊNCIAS

MACKAŁA, Krzysztof; KURZAJ, Monika; OKRZYMOWSKA, Paulina; STODÓŁKA, Jacek; COH, Milan; ROŚEK-PIECHURA, Krystyna. The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 234, 28 dez. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17010234>.

BARBANTI, Valdir J. *Treinamento esportivo*. Editora Blucher, 1977. *E-book*. ISBN 9788521217428.

COSTILL, W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L. *Fisiologia do esporte e do exercício 7a ed*. Editora Manole, 2020. *E-book*. ISBN 9786555760910.

MCCONNELL, Alison. *Treinamento Respiratório para um Desempenho Superior*. Editora Manole, 2013. *E-book*. ISBN 9788520450253.

Chang YC, Chang HY, Ho CC, Lee PF, Chou YC, Tsai MW, Chou LW. Effects of 4-Week Inspiratory Muscle Training on Sport Performance in College 800-Meter Track Runners. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Jan 15;57(1):72. doi: 10.3390/medicina57010072. PMID: 33467421; PMCID: PMC7830231.

LIMA EVNCL, LIMA WL, NOBRE A, DOS SANTOS AM, BRITO LMO, COSTA MRSR. Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas. *J. Bras. Pneumol*. 2008, 34 (8): 552-558. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132008000800003>

Mackała K, Kurzaj M, Okrzymowska P, Stodółka J, Coh M, Rożek-Piechura K. The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Dec 28;17(1):234. doi: 10.3390/ijerph17010234. PMID: 31905644; PMCID: PMC6981841.

Noda JL, Sonoda LT, Sangean M, Fávero FM, Fontes SV, Oliveira ASB. O efeito do treinamento muscular respiratório na miastenia gravis: revisão da literatura. *Revista Neurociências* 2009; 17 (1): 37-45.

Nunes Júnior, A. de O., Donzeli, M. A., Shimano, S. G. N., Oliveira, N. M. L. de ., Ruas, G., & Bertencello, D.. (2018). EFFECTS OF HIGH-INTENSITY INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN RUGBY PLAYERS. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 24(3), 216–219.

Faghy MA, Brown PI, Davis NM, Mayes JP, Maden-Wilkinson TM. A flow resistive inspiratory muscle training mask worn during high-intensity interval training does not improve 5 km running time-trial performance. *Eur J Appl Physiol*. 2021 Jan;121(1):183-191. doi: 10.1007/s00421-020-04505-3. Epub 2020 Oct 1. PMID: 33001229; PMCID: PMC7815609.

Rożek-Piechura K, Kurzaj M, Okrzymowska P, Kucharski W, Stodółka J, Maćkała K. Influence of Inspiratory Muscle Training of Various Intensities on the Physical Performance of Long-Distance Runners. *J Hum Kinet*. 2020 Oct 31;75:127-137. doi: 10.2478/hukin-2020-0031. PMID: 33312301; PMCID: PMC7706668.