

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO HENRIQUE DE MOURA CRUZ

**ANÁLISE DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM MÚLTIPLOS
ESPORTES: UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA.**



**CURITIBA
2024**

GUSTAVO HENRIQUE DE MOURA CRUZ

ANÁLISE DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM MÚLTIPLOS
ESPORTES: UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Curso de Especialização em
Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do
Paraná. Sérgio Gregório da Silva, PhD.

CURITIBA
2024

Dedico este trabalho aos meus maiores
incentivadores: “Meu pai, minha mãe e
minha avó”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço a minha avó, Solange, que sem o seu apoio não seria possível concluir esta especialização e que sempre me apoiou em minha profissão.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício.

RESUMO

O treinamento muscular inspiratório (TMI) pode ser utilizado terapêuticamente através de exercícios realizados com um equipamento específico que aumenta a resistência dos músculos respiratórios, visando reduzir a fadiga e outros efeitos causados por mecanismos fisiopatológicos. Esta revisão de literatura narrativa investigou o impacto do TMI em atletas de diversas modalidades, como rugby, natação, corrida, basquete, futebol, remo, vôlei, judô e ciclismo. Estudos atuais analisados utilizaram resistores lineares para aumentar a resistência muscular respiratória e avaliaram parâmetros como Capacidade Pulmonar Total, Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo, Capacidade Vital, Volume de Reserva Expiratório e Força Muscular Inspiratória (PImáx). Os resultados mostraram que o TMI, especialmente em alta intensidade, aumentou significativamente a capacidade pulmonar, PImáx, Ventilação Voluntária Máxima (VVM) e Força Muscular Expiratória (PEmáx), além de reduzir a pressão diastólica e a frequência cardíaca. O treinamento de alta intensidade também pode atenuar a resposta pressora do metaborreflexo durante o exercício, diminuindo a fadiga muscular periférica e melhorando o desempenho físico. O TMI representa uma intervenção valiosa para aprimorar a eficiência respiratória e o rendimento esportivo, com benefícios, principalmente iniciais, que podem variar conforme o protocolo de treinamento adotado.

Palavras-chave: Treinamento Muscular Inspiratório, Atletas e Resistor linear específico.

ABSTRACT

The respiratory muscle training (RMT) can be used therapeutically through exercises performed with an specific equipment that increases the respiratory muscles resistance, aiming reduce the fatigue and others effects caused by pathophysiological mechanisms. This narrative literature review investigated the RTM effects in athletes of different modalities, as rugby, swimming, run, basketball, football (soccer), rowing, volleyball, judo and cycling. Current studies analysed used linear resistors to increase respiratory muscle resistance and evaluated parameters as Total Lung Capacity, Forced Expiratory Volume in One Second, Vital Capacity, Expiratory Reserve Volume, and Inspiratory Muscular Force. The results showed that RTM, especially in high intensity, increased significantly the lung capacity $P_{Im\acute{a}x}$, Maximum Voluntary Ventilation (VVM) e Expiratory Muscle Force ($PE_{m\acute{a}x}$), beyond the reduce of the diastolic pressure and the heart rate. The high intensity training can also reduce the pressor response of the Metaborreflexion during the exercise, reducing peripheral muscle fatigue and improving physical performance. The RTM represented an valuable intervention to improve the respiratory efficiency and the sport performance, with benefits, mainly in initial fases, which may vary according to the training protocol adopted.

Keywords: Inspiratory Muscle Training, Athletes and Specific Linear Resistor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. METODOLOGIA.....	8
3. DESENVOLVIMENTO.....	10
4. CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

Durante a prática de atividades físicas, os músculos requerem maior quantidade de oxigênio, resultando em um aumento na frequência respiratória e cardíaca. Esse fenômeno é essencial para aprimorar a percepção do esforço e aumentar a resistência à fadiga durante o exercício (JAFFRE, 2021). Enquanto indivíduos que se exercitam regularmente são considerados desportistas, os atletas são conhecidos por sua dedicação em alcançar um maior desempenho, geralmente em competições. O esforço físico pode ser dividido em baixa e moderada intensidade com uso de oxigênio (aeróbio) e exercícios de alta intensidade sem a presença de oxigênio suficiente (anaeróbio), sendo menos eficiente (JAFFRE, 2021).

O treinamento muscular respiratório (TMR) é uma técnica que ativa os músculos de inspiração ou expiração, direcionando o trabalho para essas fibras musculares, o que pode variar de acordo com a técnica e o equipamento utilizado (ARCHIZA, 2018). O treinamento muscular inspiratório (TMI) é uma abordagem terapêutica que visa aumentar a resistência enfrentada pelos músculos responsáveis pela amplitude respiratória. Esse processo deve ser cuidadosamente controlado, específico e executado em momentos espaçados de tempo. Estudos têm demonstrado que essa prática pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a aptidão pulmonar, permitindo que os praticantes aumentem sua capacidade de resistência em contextos exigentes durante o exercício físico (NEPOMUCENO JÚNIOR; GÓMEZ; GOMES NETO, 2016).

A capacidade do corpo para se exercitar eficientemente é afetada por limitações no sistema respiratório, como intensificação da atividade pulmonar, fadiga muscular respiratória e sensação de falta de ar. Durante o exercício, a alta demanda por oxigênio e a necessidade de eliminar mais dióxido de carbono, coloca uma carga adicional nos músculos respiratórios. Essa sobrecarga pode levar à fadiga dos músculos respiratórios e à dispneia, limitando o desempenho e a capacidade de sustentar atividades físicas intensas ou prolongadas (WELLS et al., 2005). O objetivo principal deste estudo é verificar a influência do Treinamento Muscular Inspiratório na capacidade aeróbia e na força muscular inspiratória, em atletas.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração desta revisão de literatura, foram utilizados como base artigos científicos obtidos através dos bancos de dados eletrônicos e revistas científicas, sendo estes: PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO), ScienceDirect (Elsevier) e Google Acadêmico. As palavras-chaves utilizadas na busca dos artigos nestes bancos de dados foram: “Efeitos”, “Treinamento Muscular Inspiratório” e “Atletas”.

Durante a pesquisa, foram selecionados artigos publicados em português ou inglês, entre o período de 2014 a 2023, com base no título e palavras-chave. Após o levantamento bibliográfico, cerca de 64 artigos foram coletados com base nas informações levantadas. Na etapa seguinte os resumos dos artigos foram lidos e foram excluídos do estudo, artigos que incluíam abordagens em populações específicas como: crianças, pacientes com comorbidades crônicas e tabagistas. Artigos encontrados mais de uma vez em diferentes plataformas foram excluídos de modo a restar apenas uma cópia para a filtragem. Resultando um total de 15 estudos selecionados para embasar o presente trabalho.

Para a estruturação metodológica da pesquisa, foi seguido o referencial teórico de Prodanov e Freitas (2013). A revisão da literatura permitiu identificar e analisar as principais contribuições teóricas sobre o tema em estudo, fundamentando a discussão e as conclusões apresentadas.

Tabela 01 – Relação de artigos analisados nesta revisão de literatura

N.	Título	Autores	Ano	Origem
1	A Utilização do Powerbreathe® no treinamento muscular inspiratório por atletas: revisão sistemática	Balbino Rivail Ventura Nepomuceno Júnior; Thaís Borges Gómez; Mansueto Gomes Neto.	oct./dec. 2016	Revista Fisioter. Mov., Curitiba, v. 29, n. 4, p. 821-830
2	Efeitos do treinamento muscular inspiratório em corredores de rua	Izabela de Moura Borges; Juliana Ribeiro Gouveia Reis.	jan./abr. 2018	Revista Perquirere 15(1):161- 174.
3	A efetividade do treinamento muscular respiratório com Powerbreathe em atletas de basquete	Aline Oliveira; Maiquelei de Lima; Gisiane Baretta de Mathia Guarda; João Aluísio Proner; Adarly Kroth.	2017	Revista Fisioterapia e Movimento, v. 3, p. 21-32
4	Efeito do treino dos músculos inspiratórios na função pulmonar de nadadores de competição	Luís Filipe Oliveira Martins; Rui Antunes Viana; Catarina Lemos.	2014	Universidade Fernando Pessoa - Porto

5	Efeitos do Treinamento da Musculatura Inspiratória em atletas de Judô	Julia Hadres Bueno; Fernanda Machado Kutchak; Daniele Rossato; Jessika Luísa Lopes Peixoto; Alessadra Bombarda Mueller.	2023	Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício
6	Efeitos do treinamento de alta intensidade da musculatura inspiratória nos atletas de rugby	Adauto de Oliveira Nunes Júnior; Marina Andrade Donzeli; Suraya Gomes Novais Shimano; Nuno Miguel Lopes de Oliveira; Gualberto Ruas; Dernival Bertonceolo.	2018	Revista Brasidelira de Medicina do esporte. Vol 24, n 3
7	Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de futebol	Henrique Paz da Silva; Thiago Silveira de Moura; Fernanda dos Santos Silveira.	jul./ago. 2018.	Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício
8	Eficácia de treinamento de força e endurance muscular respiratória com o Powerbreathe em atletas de voleibol	Ana Carolina Brianez Rodrigues; Isabela os Santos Silvério; Letícia Zerbetto Rodrigues; Victoria Message Fuentes; Lívia Frequete da Silva; Everaldo Enclide de Vasconcelos; Eloisa Maria Gatti Regueiro.	2021	RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar. Vol 2, n 10
9	Efeitos do treino dos músculos inspiratórios em remadores de competição	Cláudia Sofia Martins de Almeida.	2015	Dissertação de Mestrado - Instituto Politécnico do Porto
10	Caracterização temporal da fadiga diafragmática e dos efeitos do treinamento muscular inspiratório durante exercícios de alta intensidade em adultos saudáveis	Bruno Archiza.	2018	Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos
11	Treinamento muscular inspiratório em atletas.	Rayane Maria Pessoa de Souza; Luana de Moraes Bernardo; Isadora Taynç dos Santos Santana; Jordan Camilo Gon,Alves Bezerra; Francisca Niliany Batista Diniz; Rosa Camila Gomes Paiva; Nêcia Farias Braga Maciel; Zænia Trindade de Souto Araújo.	2017	Editora Rede Unida
12	Efeitos do treinamento muscular inspiratório na função pulmonar, capacidade cardiovascular e desempenho físico em indivíduos saudáveis.	Cecilia Gross Windmoller.	maio/jun. 2014	Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v.8, n.45, p.304-312.
13	Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists.	Rafael Martins de Abreu; Alberto Porta; Patricia Rehder-Santos; Beatrice Cairo; Claudio Donisete da Silva; Étore De Favari Signini; Camila Akemi Sakaguchi; Aparecida Maria Catai.	2019	American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology
14	Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na função pulmonar em atletas e desportistas: uma revisão bibliográfica.	Adrien Aimé Maurice Jaffre.	2021	Universidade Fernando Pessoa - Porto

15	Efeitos do treino dos músculos inspiratórios em atletas de competição: Uma revisão sistemática.	José Manuel Mendes Pereira dos Santos.	2023	Projeto de Mestrado - Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto
----	---	--	------	--

Fonte: o autor

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM ATLETAS

Estudos sobre Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) para atletas saudáveis revelaram sua eficácia em melhorar o desempenho em atividades de alta demanda, especialmente em esportes predominantemente aeróbicos e intermitentes. Benefícios incluem melhoras no desempenho em testes de tempo em diversas modalidades, assim como também em esportes intermitentes. Além disso, há aumento da tolerância ao exercício, melhora da força muscular inspiratória, ventilação voluntária máxima e resistência respiratória, e redução da percepção de esforço e desconforto respiratório. Entretanto, os benefícios encontrados podem ser variáveis de acordo com o desempenho esportivo após TMI, geralmente atribuídas ao tipo de protocolo de treinamento utilizado, que pode não corresponder às demandas ventilatórias específicas do esporte praticado. Algumas limitações metodológicas foram encontradas na literatura atualmente disponível como baixo tamanho da amostra e falta de critérios de inclusão/exclusão adequados (ARCHIZA, 2018).

3.1 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em corredores de rua

A pesquisa realizada por Borges e Reis em 2017, incluiu indivíduos entre 18 e 50 anos que praticavam corrida de rua em uma academia no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os participantes receberam planilhas de treino personalizadas e foram entrevistados na Clínica de Fisioterapia do UNIPAM, registrando dados antropométricos e sociodemográficos, patologias, hábitos de vida, tempo na corrida, quilômetros percorridos em competições, e capacidades respiratórias, incluindo força dos músculos respiratórios, capacidade inspiratória e pico de fluxo expiratório.

As avaliações foram feitas com equipamentos específicos: Pimáx e Pemáx com manovacuômetro analógico, pico de fluxo expiratório com *peak flow* modelo Philips Respironics, capacidade inspiratória com voldyne modelo Hudson RCI 5000, e capacidade de sprints repetidos com o RAST test. O índice de fadiga foi calculado a partir da potência dos sprints. O treinamento incluiu o uso do RESPIRON® em diferentes níveis de esforço. Durante um período de oito semanas, foram realizadas três sessões semanais, com sessenta inspirações ao dia (BORGES; REIS, 2018).

Os resultados deste estudo indicam que o protocolo teve efeitos benéficos na população estudada, com aumento das pressões máximas respiratórias, pico de fluxo expiratório (PFE) relacionado à otimização da ação mecânica dos músculos inspiratórios em 60% dos participantes, somando a um aumento na capacidade inspiratória em todos os envolvidos no estudo. Os resultados das avaliações da força dos músculos respiratórios mostraram variações entre os atletas, sendo importante considerar que cada atleta pode responder de forma diferente ao protocolo de treinamento devido às características individuais e às demandas específicas da corrida. Os resultados do teste de sprints repetidos indicaram uma redução no tempo total dos seis sprints após o protocolo de TMI, demonstrando uma melhoria no desempenho. Em relação ao índice de fadiga, é possível observar que a maioria dos atletas apresentou resultados negativos (BORGES; REIS, 2018).

Outro estudo clínico, atletas selecionados foram avaliados utilizando pressões respiratórias máximas inspiratórias (Pimáx) e pressões respiratórias máximas expiratórias (Pemáx). Instrumentos como estadiômetro e manovacuômetro analógico foram utilizados para esta avaliação. A amostra consistiu em 15 participantes distribuídos aleatoriamente em Grupo Controle (GC), que não recebeu treinamento; Grupo de Treinamento Muscular Inspiratório (TMI), que receberam treinamentos com o aparelho Threshold® IMT e Grupo de Treinamento Muscular Inspiratório/Expiratório (TMI/TME), que recebeu o treinamento com o Threshold® IMT e o Threshold® PEP (SOUZA et al., 2017).

Os resultados mostraram a relação da força muscular respiratória, antes e após a intervenção, observou-se que as pressões Pimáx e Pemáx variaram nos diferentes grupos: no GC, Pimáx foi de -100 vs -80cmH₂O e Pemáx foi de 75 para 100cmH₂O; no grupo TMI, Pimáx foi de -140 ± 33,33 para -190 ± 26,66cmH₂O e Pemáx foi de 126,6 ± 24,44 para 130 ± 20cmH₂O, por fim o grupo TMI/TME a Pimáx

foi de -115 ± 45 para -220 ± 80 cmH₂O e $P_{m\acute{a}x}$ foi de 85 ± 25 para 115 ± 5 cmH₂O. Os dados apresentados são indicativos que os treinamentos realizados nos grupos que sofreram intervenção foram eficazes (SOUZA et al., 2017).

3.2 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em jogadores de futebol

Uma das conclusões do estudo de Silva e colaboradores (2018) foi a diferença significativa na força muscular inspiratória, ao trabalhar os músculos envolvidos na inspiração, melhorando a capacidade respiratória. O estudo abordou os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) em jogadores de futebol sub 19 de um clube profissional em Porto Alegre, RS. Utilizando um ensaio clínico randomizado, os jogadores foram divididos em: Grupo A (Intervenção), que realizou o programa de TMI, e o Grupo B (Controle), que seguiu apenas o treinamento normal do clube. O TMI foi aplicado três vezes por semana durante seis semanas, antes dos treinos regulares, utilizando o aparelho Powerbreathe® com resistência equivalente a 50% da $P_{m\acute{a}x}$ de cada atleta (SILVA; MOURA; SILVEIRA, 2018).

Outro dado apresentado pelo estudo foi o desempenho dos atletas na distância máxima percorrida no teste de Cooper ($D_{m\acute{a}x}$). O Grupo Intervenção apresentou ganhos expressivos de força inspiratória em comparação ao Grupo Controle. Esses achados estão alinhados com outros estudos que também destacam a eficácia do TMI em aumentar a força dos músculos respiratórios. O protocolo adotado neste estudo, com carga de 50% da $P_{m\acute{a}x}$ e duração de seis semanas, seguiu recomendações da literatura para retardar o metaborreflexo, um mecanismo relacionado à fadiga durante o exercício (SILVA; MOURA; SILVEIRA, 2018).

Considerando a população envolvida no estudo e os resultados apresentados, o aumento na Pressão Inspiratória Máxima ($P_{Im\acute{a}x}$) está relacionada com o fortalecimento dos músculos respiratórios e melhora da resistência, frequentemente utilizada em atletas profissionais de alto rendimento, assim como a capacidade aeróbica e recuperação durante o jogo, reduzindo a fadiga e aumentando a reserva funcional, contribuindo para um melhor desempenho ao longo da partida (SILVA; MOURA; SILVEIRA, 2018).

3.3 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em nadadores

O estudo experimental realizado por Martins (2014) no Clube Fluvial Portuense e no Leixões Sport Club teve como objetivo analisar o efeito do treino dos músculos inspiratórios na função pulmonar de 20 nadadores de competição. Todos os participantes realizam treino de natação nove vezes por semana. O estudo utilizou espirômetros portáteis e um aparelho Powerbreathe® para treino dos músculos inspiratórios, durante 4 semanas com 50% da pressão máxima estimada. Os participantes foram submetidos a pré-teste e pós-teste espirométricos, com um treino diário, com 30 repetições.

Os resultados mostraram um aumento significativo na capacidade pulmonar (Volume expiratório forçado no primeiro segundo, capacidade vital forçada e pico de fluxo expiratório) após o treino dos músculos inspiratórios. Estudos anteriores também indicaram melhorias na função pulmonar com esse tipo de treino. O aumento no pico de fluxo expiratório após quatro semanas foi especialmente notável (MARTINS; VIANA; LEMOS, 2014).

Na avaliação feita por Santos em 2023, a redução da influência da compensação da acidose metabólica em nadadores jovens é notável, foi observada uma melhoria no desempenho após o Treinamento de Musculatura Inspiratória (TMI). O TMI promoveu inspirações mais rápidas, encurtamento muscular respiratório e maior sincronização com a técnica de nado, reduzindo a fadiga. Além disso, o protocolo aumentou a capacidade de fluuabilidade e melhorou parâmetros como o Volume Tidal (VT), Capacidade Vital Forçada (CVF) e Volume Minuto Ventilatório (VMV) no grupo experimental (GE). Esses resultados corroboram estudos anteriores sobre os benefícios do TMI na biomecânica respiratória e redução da fadiga muscular respiratória em nadadores (SANTOS, 2023).

3.4 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de Judô.

Um estudo conduzido com nove atletas masculinos de Judô, com uma média de idade de 21 anos, investigou os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) e sua interferência na capacidade respiratória e desempenho físico dos atletas. Os participantes foram submetidos a avaliações pré e pós-treinamento, que incluíram testes de força muscular inspiratória e expiratória (PImáx e PEmáx) e capacidade física específica do Judô. Os atletas foram submetidos a uma série de

atividades específicas avaliadas através do Special Judo Fitness Test para o grupo intervenção. Após as atividades, foi iniciado o treinamento muscular inspiratório utilizando o aparelho Powerbreathe® de cor vermelha, com cargas correspondentes a 70% da P_{Imáx} de cada atleta, durante cinco semanas, três vezes por semana com 30 repetições (BUENO ET AL., 2023).

Os resultados demonstraram um aumento significativo na força muscular inspiratória e expiratória após o treinamento, com elevações de até 52,7% se comparado ao início do treinamento na parte inspiratória, além de uma melhora na capacidade física. A frequência cardíaca também apresentou uma redução média de -5,4 bpm imediatamente após o teste, indicando uma resposta mais eficiente do sistema cardiovascular. O grupo controle não apresentou distinção dos resultados obtidos pré e pós-treinamento (BUENO ET AL., 2023).

3.5 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de Rugby

Outro estudo elaborado por Nunes Júnior e colaboradores (2018), examinou os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) em 20 jogadores de rugby amadores. O grupo de jogadores foi dividido em dois: um grupo realizou o TMI de alta intensidade, enquanto o outro foi o grupo controle. Foram realizadas avaliações pré e pós-treinamento, incluindo testes de função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade física. Os atletas foram submetidos a 36 sessões de treinamentos com o equipamento de carga de pressão linear *Breather Plus IMT Power* (NUNES JÚNIOR et al., 2018).

Os resultados mostraram que o TMI de alta intensidade levou a aumentos significativos na Ventilação Voluntária Máxima (VVM), Força Muscular Inspiratória (P_{Imáx}) e Força Muscular Expiratória (PE_{máx}), além de uma redução na pressão diastólica (DP). Esses resultados sugerem que o TMI pode atenuar a resposta pressora, reduzir a fadiga muscular e melhorar o fluxo sanguíneo durante a atividade física. Foi registrado um aumento de 22% em VM, 38% em P_{Imáx}, 32% em PE_{máx}, e 13% em DP (NUNES JÚNIOR et al., 2018).

No contexto do treinamento muscular inspiratório (TMI), o metaborreflexo desempenha um papel importante. O TMI de alta intensidade, como abordado pelo estudo, pode ajudar a atenuar a resposta pressora associada ao metaborreflexo durante o exercício. Isso significa que o treinamento inspiratório pode reduzir a

fadiga muscular periférica, melhorar o desempenho e permitir uma maior tolerância ao esforço físico (NUNES JÚNIOR et al., 2018).

3.6 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de voleibol

O artigo 'Eficácia dos Treinamentos de força e *Endurance* muscular respiratória com Powerbreathe® em atletas de voleibol', Rodrigues (2021) apresenta um relato de caso feito na Clínica Escola de Fisioterapia do Centro Universitário Barão de Mauá. Foram realizadas avaliações do sistema respiratório, exame físico, teste de função pulmonar, medidas de força muscular respiratória com um manuvacuômetro analógico e teste de *Endurance* dos músculos respiratórios com carga mínima de 10cmH₂O aumentado progressivamente a cada 2 minutos até 50 cmH₂O após 11 minutos. Ainda foi realizado um teste de caminhada de 6 minutos em pista de 30 metros (RODRIGUES et al., 2021).

O programa de treinamento físico compreendia o exercício físico por 15 dias, seguido de mais 15 dias de treinamento mesclado entre físico e respiratório, finalizando com 15 dias de apenas treinamento muscular inspiratório utilizando Powerbreathe®. Para força foram realizadas dez repetições em três séries e para *Endurance* sete séries de 2 minutos (RODRIGUES et al., 2021).

Os resultados apresentaram aumento da diferença entre inspiração e expiração na cirtometria toracoabdominal. As variáveis P_{lmax}, P_{Emáx} e P_{l máxS} obtiveram aumento. De acordo com os autores, o tempo de treinamento foi definido de acordo com pesquisas que afirmam maior eficácia do Treinamento de Resistência Muscular (TRM) por um período de 4 a 8 semanas. Observou-se que em seis semanas, há um limite fisiológico na melhora da força e na capacidade de resposta dos músculos inspiratórios, com os maiores ganhos ocorrendo nas primeiras quatro semanas, conforme demonstrado no estudo mencionado. O platô fisiológico é justificado pelos ganhos iniciais que acabam por ser mais significativos devido à adaptação inicial. É importante considerar a individualidade biológica de cada pessoa, pois alguns atletas podem apresentar uma resposta diferente ao treinamento (RODRIGUES et al., 2021).

3.7 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de basquete

Oliveira et al. (2017) apresentou um estudo clínico transversal, onde se analisou sete atletas profissionais do time de basquete Ablujhe. Os critérios de aceitação incluíam idade entre 16 e 30 anos, sexo masculino e ausência de doenças respiratórias. Na coleta de dados, foram aplicados questionários sobre dados pessoais, treinamento, idade, altura e estilo de vida. Além disso, os participantes foram avaliados quanto à função cardiorrespiratória, incluindo P_{Imáx}, P_{Emáx}, S-index, fluxo inspiratório e teste de caminhada de seis minutos, no início e final do estudo.

O protocolo de treinamento utilizou o Powerbreathe® Classic Medic ao longo de 16 sessões com duração de 10 minutos, realizadas em quatro dias na semana, por durante quatro semanas. Os níveis de resistência foram ajustados conforme a P_{Imáx} de cada atleta. A avaliação da P_{Imáx} e P_{Emáx} foi realizada regularmente para ajustar a resistência. A análise estatística dos dados utilizou o Teste t, Análise de Variância (Anova). Foi utilizado o software *Graph Prism* e teste post hoc de Dunnett's no caso de comparações múltiplas (OLIVEIRA et al., 2017).

Ao avaliar a força dos músculos respiratórios por meio da manovacuometria, pode-se observar o aumento dos valores de P_{Imáx} após treinamento, em um aumento de -60,47 cmH₂O para -76,43 cmH₂O. Os números do índice de intensidade S-index (valor de pico ou força global muscular inspiratória) mostraram um aumento significativo após o treinamento muscular com o Powerbreathe® Classic Medic, indicando sua eficácia. Antes do treinamento, o valor era de 120,36 cmH₂O, e após o treinamento, atingiu 155,77 cmH₂O. Este aumento claro destaca os benefícios do treinamento inspiratório muscular em atletas de basquete. Houve aumento do fluxo inspiratório após o décimo sexto dia do início do treinamento (OLIVEIRA et al., 2017).

3.8 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de remo

Abordando a aplicação de Treinamento Muscular Inspiratório em atletas de remo, com duração de seis semanas, com 14 participantes de dois clubes de remo de Porto, em Portugal, os autores buscaram esclarecer os benefícios para participantes deste esporte. O treino inspiratório foi realizado através do aparelho *Threshold IMT*® com 60 inspirações em duas séries com circuito fechada, com

carga aplicada de 41 cmH₂O. Os parâmetros avaliados foram Volume de Reserva Expiratória, Ventilação Voluntária Máxima, Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo, Capacidade Vital, Capacidade Pulmonar Total, Volume Corrente, Volume de Reserva Inspiratório e Expiratório (ALMEIDA, 2015).

Houve um leve aumento nas medidas de Capacidade pulmonar total, Volume Expiratório forçado no primeiro segundo, Capacidade vital e Volume de reserva expiratório, porém sem nível de significância, devido a especificidade de músculos inspiratórios do treinamento. Além disso, observou-se uma melhoria notável no Volume de reserva inspiratório. As variáveis Volume corrente, Ventilação voluntária máxima e Volume de reserva inspiratório apresentaram evidências estatísticas significativas entre as avaliações realizadas, indicando um aumento significativo nesses valores ao longo do tempo. Isso reflete positivamente os benefícios do treinamento, mostrando um progresso palpável e encorajador em relação à capacidade inspiratória. Adicionalmente, o autor destaca que o incremento na Ventilação Voluntária Máxima (VVM) pode indicar uma ampliada capacidade de resistência à fadiga. Isso ocorre porque a VVM oferece uma estimativa das reservas ventilatórias disponíveis para suprir as necessidades do corpo durante a prática de atividade física (ALMEIDA, 2015).

3.9 Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de ciclismo

Um estudo longitudinal randomizado juntou 30 ciclistas divididos em um grupo realizando treinamento muscular inspiratório de intensidade limitada, outro grupo realizando treinamento muscular inspiratório de intensidade moderada, com PImáx em 60% e por fim um grupo de treinamento muscular inspiratório de alta intensidade. Os participantes utilizaram o dispositivo Powerbreathe®, Ironman K5, HaB durante 11 semanas por 3 dias na semana ao longo de 1 hora (ABREU et al., 2019).

Os valores de PImáx sofreu alterações positivas, principalmente ao grupo com treinamento de alta intensidade, comparado ao de baixa intensidade. Análise das variações espontâneas do período cardíaco foram realizados em repouso e em atividade, resultando em um maior controle cardíaco no grupo de moderada intensidade em medições durante a atividade. O grupo de baixa intensidade apresentou bradicardia apenas em repouso na posição supina (ABREU et al., 2019).

Estudos que avaliam os efeitos do treinamento inspiratório em atletas que praticam ciclismo, apresentam resultados satisfatórios em pressão utilizada acima de 50%, com maiores resultados com 80 a 90% de pressão aplicada e com protocolos de intervenção acima de 11 semanas (JAFFRE, 2021).

3.10 Utilização de resistor linear específico

O Powerbreathe® é um dos modelos de resistores de carga linear disponíveis no mercado, ele utiliza resistência através de um sistema de mola ou válvula eletrônica. Sua principal distinção em relação a outros dispositivos está na capacidade de fornecer a carga mais elevada durante a terapia e de ajustar a resistência inspiratória conforme a curva de pressão versus volume pulmonar, porém essa abordagem necessita de aprofundamento em termos práticos (NEPOMUCENO JÚNIOR; GÓMEZ; GOMES NETO, 2016).

A utilização do resistor linear específico demonstrou melhorias na capacidade respiratória. No caso de um treinamento com carga controlada e adaptada individualmente, realizado regularmente, apresenta resultados no aumento do volume muscular e na capacidade de gerar força. Estudos com atletas submetidos ao TMI demonstraram um aumento na Pressão Inspiratória Máxima (P_{Imáx}) em comparação com um grupo placebo, com ganhos variando entre 17% e 28% (NEPOMUCENO JÚNIOR; GÓMEZ; GOMES NETO, 2016).

Cecília Gross Windmoller (2014), verificou que os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) sobre a capacidade cardiovascular e o desempenho físico revelam uma diversidade de resultados. Enquanto alguns autores sugerem um aumento no consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) e uma diminuição na frequência cardíaca (FC), outros não encontram diferenças significativas entre grupos de intervenção e controle. Isso pode ser atribuído à realização simultânea de treinamento cardiovascular, que pode ter influenciado os resultados. Quanto ao desempenho físico, os estudos variam dependendo do tipo de exercício realizado. A falta de melhoras significativas em grupo placebos sugere que os efeitos do TMI podem ser atribuídos a adaptação muscular. Essa variação pode ser correlacionada a diferentes metodologias de estudo e tipos de exercício avaliados (WINDMOLLER, 2014).

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados nos estudos abordados, pode-se concluir que o treinamento muscular inspiratório apresenta resultados positivos, independentemente do resistor inspiratório utilizado. O ganho de força inspiratório apresentado pelos atletas de diversos esportes incluídos, está relacionado com o aumento de resistência aplicado durante os treinamentos, mostrando uma evolução. É de extrema importância a devida definição da intensidade, variedade e duração do treinamento realizado, a fim de desafiar os músculos de forma eficaz e promover ganhos mais significativos.

Embora os estudos apresentem contrastes significativos em suas metodologias, incluindo variações na duração, frequência e equipamentos utilizados para o treinamento muscular inspiratório, todos compartilham objetivos semelhantes. Essa diversidade proposital de esportes abordados teve como intuito potencializar os resultados obtidos através uma visão mais abrangente dos efeitos do treinamento muscular inspiratório, considerando as demandas específicas de cada modalidade esportiva e as adaptações fisiológicas que podem ocorrer em diferentes contextos de treinamento.

O protocolo de Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) mostrou-se útil ao explorar possíveis variações na resposta ao treinamento, associando o programa a melhorias no desempenho físico durante testes aplicados. O principal ganho apresentado pelas referências abordadas foi relacionado aos testes de força muscular inspiratória. No entanto, persistem algumas controvérsias sobre a carga ideal a ser utilizada no treinamento inspiratório. A literatura atual sobre o escopo deste trabalho necessita de mais aprofundamento e estudo imparciais e objetivos com metodologias robustas para fortalecimento das atuais questões apresentadas.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. M.; PORTA, A.; REHDER-SANTOS, P.; CAIRO, B.; SILVA, C. D.; SIGNINI, E. F.; SAKAGUCHI, C. A.; Catai, A. M. *Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists*. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, n.317, 891–902, 2019. DOI: 10.1152/ajpregu.00167

ALMEIDA, C. S. M. **Efeitos do Treino dos Músculos Inspiratórios em Remadores de Competição**. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico do Porto, Portugal, 2015. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/f9a7a73bb5a5197cb2c5b5fbaee26a0a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> Acesso em: 27 abr. 2024.

ARCHIZA, B. **Caracterização temporal da fadiga diafragmática e dos efeitos do treinamento muscular inspiratório durante o exercício de alta intensidade em adultos saudáveis**. 127 f. Tese de Doutorado Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10641?show=full> Acesso em: 13 abr. 2024.

BORGES, I. M; REIS, J. R. G. Efeitos do treinamento muscular inspiratório. **Revista Perquirere**, v.15, n.1, p. 161-174, abr. 2018.

BUENO, J. H.; KUTCHAK, F. M.; ROSSATO, D.; PEIXOTO, J. L. L.; MÜLLER, A. B. Efeitos do treinamento da musculatura inspiratória em atletas de Judô. **RBPPEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 104, p. 322-329, jan. 2023.

JAFFRE, A. A. M. **Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na função pulmonar em atletas e desportistas: uma revisão bibliográfica**. Projeto de Graduação - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2021. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10284/10504>>. Acesso em: 27 abr. 2024.

MARTINS, L. F. O. **Efeitos dos treinos dos músculos inspiratórios na função pulmonar de nadadores de competição**. 18 f. Projeto de Graduação - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10284/4332>. Acesso em: 20 abr. 2024.

NEPOMUCENO JÚNIOR, B. R. V.; GÓMEZ, T. B.; GOMES NETO, M. Uso do Powerbreathe® no treinamento muscular inspiratório de atletas: revisão sistemática. **Fisioterapia e Movimento**, Curitiba, v. 29, n. 4, p. 821-830, out./dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.AO19>.

NUNES JÚNIOR, A. O.; DONZELI, M. A.; SHIMANO, S. G. N.; OLIVEIRA, N. M. L.; RUAS, G.; BERTONCELLO, D. Efeitos do treinamento de alta intensidade da musculatura inspiratória nos atletas de Rugby. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo. V. 24, n. 3, p. 216-219. 2018.

OLIVEIRA, A. G.; LIMA, M.; GUARDA, G. B. M.; PRONER, J.; KROTH, A. A efetividade do treinamento muscular respiratório com Powerbreathe em atletas de basquete. **Fisioterapia Em Ação**, v. 3, p. 21-32, mai. 2017. Disponível em <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/fisioterapiaemacao/article/view/13262>>.

Acesso em: 17 abr. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RODRIGUES, A. C. B.; SILVÉRIO, I. S.; RODRIGUES, L. Z.; FUENTES, V. M.; SILVA, L. F.; VASCONCELOS, E. E.; REGUEIRO, E. M. G. Eficácia Dos Treinamentos De Força E Endurance Muscular Respiratória Com O Powerbreathe Em Atletas De Voleibol: Relatos De Caso. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 2, n. 10, p. e210777, 2021. DOI: 10.47820/recima21.v2i10.777. Disponível em:

<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/777>. Acesso em: 30 abr. 2024.

SANTOS, J. M. M. P. **Efeito do treino dos músculos inspiratórios em atletas de competição: uma revisão sistemática**. 2023. 47 f. Tese de Mestrado - Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto, Porto, 2023. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/24847>. Acesso em 30 abr. 2024.

SILVA, H. P.; DE MOURA, T. S.; SILVEIRA, F. S. Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de Futebol. **RBPPEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 12, n. 76, p. 616-623, 11 ago. 2018.

SOUZA, R. M. P.; BERNARDO, L. M.; SANTANA, I. T. S.; BEZERRA, J. C. G.; DINIZ, F. N. B.; PAIVA, R. C. G.; MACIEL, N. F. B.; ARAÚJO, Z. T. de S. Treinamento Muscular Inspiratório em Atletas. **Cadernos de Educação, Saúde e Fisioterapia. Editora Rede Unida**, v.4, n. 8, p. 50-51, 2017.

WELLS, G. D.; PLYLEY, M.; THOMAS, S.; GOODMAN, L.; DUFFIN, J. Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5-6, p. 527-540, ago. 2005. DOI: 10.1007/s00421-005-1375-7

WINDMOLLER, C. G. Efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório na Função Pulmonar, Capacidade Cardiovascular e Desempenho Físico em Indivíduos Saudáveis. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício** - ISSN 1981-9900, São Paulo, v.8, n.45, p.304-312. maio/jun. 2014.