

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CLARICE DA SILVA NOGUEIRA NEVES**

**A EFICÁCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM NADADORES  
COMPETITIVOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**



**CURITIBA  
2024**

CLARICE DA SILVA NOGUEIRA NEVES

A EFICÁCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM NADADORES  
COMPETITIVOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA 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: Orientadora: Doutora Lucelia Luna Melo-Diaz.

CURITIBA  
2024

Às pessoas mais especiais em minha vida:

Meus pais, Rosangela e Euripedes, e meu marido, Charles. Vocês me levantaram em cada dificuldade e nunca permitiram que eu desistisse ou me abalasse. Hoje estou aqui, graças ao apoio de vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço às pessoas mais especiais da minha vida, minha família, especialmente ao meu marido Charles e à minha mãe Rosângela, por compreenderem minha ausência, meus desafios e estresses ao longo dessa jornada. Vocês são minha base e porto seguro. O incentivo e a confiança de vocês em mim foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui. Sou eternamente grata a Deus por ter vocês em minha vida.

Aos professores da pós-graduação, meu sincero agradecimento por compartilharem seus vastos conhecimentos e por contribuírem significativamente para o meu crescimento profissional.

Gostaria de fazer um agradecimento especial à minha orientadora, Lucelia, que, após uma experiência intensa que foi a residência multiprofissional, aceitou o convite para seguir em outro desafio: executar este trabalho em meio a mudanças para o Canadá, com fuso horário diferente e todas as demandas individuais que cada uma possui. Nossa parceria prevaleceu e conseguimos. Muito obrigada por todos os ensinamentos, pela confiança, pelos conselhos e por me incentivar cada dia mais.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse concluir o Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício.

Agradeço a todos que auxiliaram nesse processo!

## RESUMO

**Introdução:** O treino muscular respiratório (TMR) pode otimizar a função pulmonar, contribuindo para a melhora do desempenho de nadadores competitivos. No entanto, há uma escassez de estudos que investiguem de forma abrangente o impacto do TMR especificamente em nadadores. Tendo em vista isto, o objetivo do estudo foi verificar a eficácia do TMR na força dos músculos respiratórios, na função pulmonar, no desempenho na natação e na capacidade aeróbica entre nadadores competitivos. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura existente, conduzida de acordo com os critérios do PRISMA e cadastrada na PROSPERO. Foram encontrados 475 artigos como resultado da busca pela estratégia de busca seguindo o PICO. Após a aplicação rigorosa dos critérios de elegibilidade, 11 artigos foram incluídos nesta revisão. **Resultados:** Os resultados indicaram uma melhora significativa nos valores de pressão inspiratória máxima, mas não mostraram mudanças significativas nos parâmetros gerais de função pulmonar. Além disso, constatou-se uma melhora no desempenho de natação, enquanto nenhuma mudança relevante foi observada na capacidade aeróbica dos nadadores competitivos. **Conclusão:** O TMR mostrou-se eficaz no aumento da força muscular respiratória, especialmente nos músculos inspiratórios, e contribuiu positivamente para o desempenho esportivo dos nadadores. No entanto, este treinamento não demonstrou eficácia na melhoria da função pulmonar geral nem na capacidade aeróbica dos atletas.

**Palavras Chave:** treino muscular respiratório, atletas; natação.

## ABSTRACT

**Introduction:** Respiratory muscle training (RMT) can optimize lung function, contributing to the improved performance of competitive swimmers. However, there is a scarcity of studies that comprehensively investigate the impact of RMT specifically on swimmers. Considering this, the objective of this study was to verify the effectiveness of RMT on respiratory muscle strength, lung function, swimming performance, and aerobic capacity among competitive swimmers. **Methodology:** This is a systematic review of the existing literature, conducted according to PRISMA criteria and registered in PROSPERO. A total of 475 articles were found as a result of the search strategy following PICO. After the rigorous application of eligibility criteria, 11 articles were included in this review. **Results:** The results indicated a significant improvement in maximum inspiratory pressure values, but no significant changes were observed in general lung function parameters. Additionally, there was an improvement in swimming performance, while no relevant changes were observed in the aerobic capacity of competitive swimmers. **Conclusion:** RMT was effective in increasing respiratory muscle strength, especially in the inspiratory muscles, and positively contributed to the sports performance of swimmers. However, this training did not demonstrate effectiveness in improving general lung function or the aerobic capacity of the athletes.

**Keywords:** respiratory muscle training, athletes, swimming.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. METODOLOGIA.....	9
3. RESULTADOS.....	12
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento muscular respiratório (TMR) constitui uma intervenção destinada a fortalecer e aumentar a resistência dos músculos inspiratórios e/ou expiratórios, com o propósito de otimizar a função respiratória (WATSON et al., 2022). O TMR é uma intervenção não farmacológica de baixo custo, fácil aplicação, segura e considerada primordial no tratamento de algumas doenças cardiopulmonares (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023) e coadjuvante na otimização da aptidão física e aprimoramento do desempenho físico de atletas (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023; YÁÑEZ-SEPÚLVEDA et al., 2022).

A relevância do TMR se acentua ao considerarmos o impacto da fadiga muscular respiratória no desempenho esportivo e em diferentes grupos populacionais (KOWALSKI et al., 2023). Nos atletas, a limitação do desempenho físico pode ser atribuída a redução do fluxo sanguíneo dos músculos esqueléticos, devido a vasoconstrição, e redirecionamento do fluxo sanguíneo para os músculos respiratórios. Esta ação fisiológica resulta em aumento de metabólitos nos músculos respiratórios, intensificando a fadiga local e culminando na redução no desempenho atlético (KOWALSKI et al., 2023).

Em busca de estratégias que contrariem essas limitações, atletas de diferentes modalidades têm recorrido ao TRM como meio de potencializar as respostas fisiológicas e melhorar a tolerância ao exercício físico (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021). A literatura aponta que a partir da melhoria na eficiência mecânica respiratória e resistência à fadiga e na redução do consumo de oxigênio há uma consequente melhoria na disponibilidade de oxigênio para os músculos esqueléticos, resultando em uma resistência ao exercício ampliada, redução da fadiga respiratória, da sensação de dispneia e o esforço durante o exercício em normóxia e hipóxia (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023; KOWALSKI et al., 2023; TAN et al., 2023).

Estudos corroboram com esses achados, evidenciando melhorias significativas no desempenho de atletas de diversas modalidades, como futebol (CAVALCANTE SILVA; HALL; MAIOR, 2019; EYRES; IGO, 2019), patinação (RICHARD; BILLAUT, 2018), Rugby (NUNES JÚNIOR et al., 2018), kickboxing (ALNUMAN; ALSHAMASNEH, 2022), tênis (WU et al., 2017), basquete (VASCONCELOS; HALL;

VIANA, 2017), corrida (CHANG et al., 2021; MIZUNO et al., 2022) e indução de carga adicional em triatletas (KOWALSKI et al., 2023).

Em contrapartida, a natação diferentemente de outras modalidades esportivas, é um esporte que exige força e resistência e demanda equilíbrio entre a produção de energia aeróbica e anaeróbica. A fadiga muscular inspiratória pode impactar no desempenho desses atletas, especialmente devido as demandas respiratórias associadas à posição prona, resultando em redução de 16% na capacidade de gerar força, restrição da frequência respiratória e aumento da resistência respiratória devido à imersão em água e à pressão hidrostática ao redor da cavidade torácica (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020; SHEI et al., 2016; TAN et al., 2023). Porém a inclusão do TRM nos treinos pode contribuir não apenas para melhora da força respiratória e performance como também nos períodos de apneia, o que consequentemente melhora o tempo de imersão e sustentação do nado (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017).

Embora existam revisões sistemáticas abordando o TMR em atletas (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023; HAJGHANBARI et al., 2013; KARSTEN et al., 2018) e até mesmo revisões mais específicas relacionando o TMR a esportes como futebol (LEÓN-MORILLAS et al., 2021), há escassez de estudos que investiguem o impacto do TMR em nadadores. Enquanto as conclusões destas revisões destacam melhorias na pressão inspiratória máxima ( $P_{Imax}$ ) (LEÓN-MORILLAS et al., 2021), consumo máximo de oxigênio (LEÓN-MORILLAS et al., 2021), melhora do desempenho esportivo (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021, 2023; HAJGHANBARI et al., 2013; KARSTEN et al., 2018), função pulmonar (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021, 2023) e força muscular respiratória (KARSTEN et al., 2018), as especificidades da natação tornam o contexto para os atletas deste esporte limitado. Diante deste cenário, o presente estudo visa verificar a eficácia do treinamento muscular respiratório na força dos músculos respiratórios, função pulmonar, desempenho na natação e capacidade aeróbica entre nadadores competitivos.

## 2. METODOLOGIA

### Delineamento do estudo

O estudo caracteriza-se por uma revisão sistemática, realizada de acordo com as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A estratégia PICO foi delineada de acordo com os objetivos deste estudo. Em seguida foi realizada uma busca por descritores DeCS e MeSH relacionados aos termos de *população* ('athlete') e *intervenção* ('respiratory muscle training').

Tabela 1: Estratégia PICO

Estratégia PICO	
P = (População)	Atletas
I = (Intervenção)	Treino muscular respiratório
C = (Comparação)	-----
O = (Resultados)	Função pulmonar Performance na natação Força muscular respiratória Capacidade aeróbica

### Estratégias de busca nas bases de dados

A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Pubmed, Web of Science, Scopus e Embase. Foram selecionados artigos publicados nos dez últimos anos (2013 a 2023), nos idiomas português, inglês e espanhol, com textos completos e de livre acesso, de acordo com os critérios de inclusão do estudo. A estratégia de busca ("respiratory muscle training" OR "inspiratory muscle training" OR "expiratory muscle training" OR "breathing exercises" OR "respiratory training" OR "breathing devices") AND ("Athlete\*" OR "Athletic performance"). Na base de dados Embase a estratégia utilizada foi ("respiratory muscle training" OR "inspiratory muscle training" OR "expiratory muscle training" OR "breathing exercises" OR "respiratory training" OR "breathing devices") AND ("Athletes" OR "Athletic performance") devido a um retorno maior de artigos.

### Seleção dos estudos

A seleção dos artigos se deu aos pares: duas revisoras analisaram os estudos de forma independente, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: estudos que tenham avaliado população humana, atletas de natação, estudos interventivos, observacionais (prospectivos, retrospectivos e transversais), ou experimentais (triagens clínicas randomizadas), sem restrição de raça, sexo ou país. Estudos individuais contidos nas revisões sistemáticas da estratégia rodada foram consultados a parte como seleção adicional (fora da estratégia de busca). Os critérios de exclusão foram: estudos não interventivos e/ou que não incluíssem o treino muscular respiratório, atletas com patologias (por exemplo, asma e lesão medular), estudos comparativos entre situações de normóxia e hipóxia ou em hipotermia, atletas de outras modalidades esportivas (por exemplo, futebol, basquete, rugby, tênis), estudos duplicados, estudos de casos e séries de casos, comentários, resumos de conferências, recomendações, cartas ao editor, editoriais, estudos contendo protocolos para triagens clínicas randomizadas, diretrizes, consensos, guidelines, artigos de revisão e artigos incompletos.

O título e resumo dos artigos potencialmente elegíveis foi lido por completo para a seleção de estudos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Os artigos em texto completo foram consultados quando as informações contidas no resumo foram insuficientes. Os casos de discordância foram sanados entre as autoras. O programa ZOTERO®, foi utilizado para gerenciar a triagem de dados. E por fim, um fluxograma de acordo com a recomendação PRISMA (<http://www.prisma-statement.org/>), foi utilizado para apresentar o resumo do processo de seleção dos estudos.

#### Extração dos dados

Foi realizada a leitura completa dos artigos selecionados na etapa anterior. Foram extraídos de cada estudo: identificação dos autores; ano de publicação; país de origem; desenho do estudo, tamanho da amostra; sexo e idade média dos sujeitos; tipo de treino respiratório e os principais resultados.

Para a avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi utilizado o instrumento do National Heart Lung and Blood Institute (NIHLBI): “Avaliação da qualidade de ensaio clínico randomizado” (NIHLBI, 2021). Esta ferramenta possui 14 itens, com possibilidades de marcação entre ‘sim’, ‘não’ ou ‘não relatado’. Para a marcação ‘Sim’ é atribuída uma pontuação 1, enquanto para as outras marcações é

atribuída uma pontuação 0. Portanto, a pontuação geral representa o número de respostas afirmativas. Para a avaliação qualitativa das pontuações finais, estudos com pontuação acima de 12 foram considerados “Bom”, estudos de 9 a 12 foram considerados “moderados” e estudos abaixo de 9 foram considerados “Fracos” (MA et al., 2020). A avaliação e qualidade foi conduzida de forma independente pelas duas autoras. Por fim, foi realizado o registro na base pública PROSPERO, sob o número CRD42024518455.

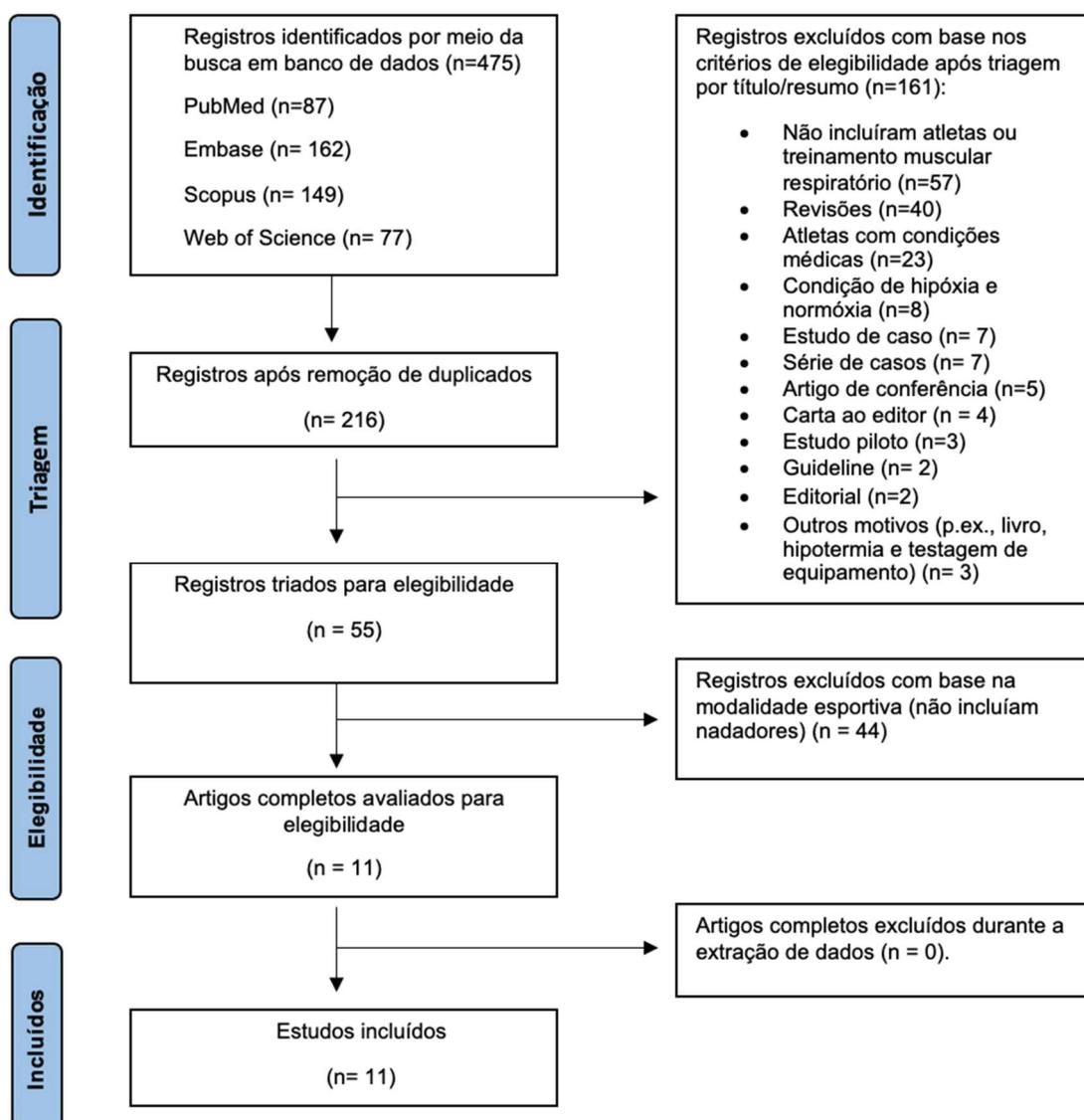


Figura 1: Fluxograma PRISMA de seleção de estudos

### 3. RESULTADOS

A busca inicial gerou 475 estudos, 87 da plataforma Pubmed, 162 da Embase, 149 da Scopus e 77 da Web of Science. Destes, 216 foram excluídos por duplicidade, 161 por não atenderem os critérios de inclusão e 44 por não incluírem nadadores (Figure 1: PRISMA flowchart of study selection).

Dos 11 artigos selecionados, todos foram ensaios clínicos randomizados. Quanto à qualidade metodológica, nove desses artigos foram considerados de qualidade razoável, enquanto dois obtiveram uma classificação de boa qualidade.

Os estudos foram conduzidos em diversos países, incluindo Estados Unidos (2 estudos) (BURTCH et al., 2017; SHEI et al., 2016), Reino Unido (2 estudos) (LOMAX et al., 2017; WILSON et al., 2013), além da Índia (HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017), República Tcheca (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017), Chile (YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021), México (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020), Portugal (CUNHA et al., 2019), China (TAN et al., 2023) e Japão (ANDO et al., 2020), com amostras que abrangiam ambos os sexos. Entre as amostras, um estudo não especificou o número de homens e mulheres participantes (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017) enquanto três estudos foram compostos exclusivamente por amostras masculinas (ANDO et al., 2020; TAN et al., 2023; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2022). A amostra mínima foi de 11 participantes (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020) e máxima de 43 (TAN et al., 2023), com idade média mínima de 11 anos (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017) e idade média máxima de 21 anos (TAN et al., 2023; WILSON et al., 2013). Todos os estudos foram publicados em inglês. Conforme a tabela 2

Table 2: Resumo das características e resultados dos estudos incluídos

Características do Estudo				Características da Intervenção			Características dos desfechos
Auto r/Ano/País	Tipo de estudo/Context o	Ta manho da amostra/% de homens/Id ade média (±DP)	A valiação da qualidad e	Intervenção	x Variáveis de desfecho	Principais achados (Após ajustes estatísticos onde aplicável)	
Hakked C.S., et al., 2017/ India	Estudo clínico randomizado com controle pareado.	217 (GE N = 14; GC N = 13) / 52% / Por grupos: YBP = 15,23 ± 1,59 anos; GC = 15,08 ± 1,26 anos.	B	Grupo de Práticas de Respiração Yogic (YBP): Respiração Seccional (Vibhagiya Pranayama), Respiração com Fole Yogic (Bhastrika Pranayama) e Respiração Alternada pelas Narinas (Nadi Shodhana) com Retenção Voluntária da	<b>Função pulmonar:</b> Teste de espirometria - CVL, VRE, CVF, VVM, VM e FEP no dia 1 e no dia 30.  <b>Desempenho na natação:</b> Observação subjativa das braçadas por respiração no dia 1 e no dia 30.	<b>Função pulmonar:</b> Função pulmonar: Houve uma melhora significativa em VVM ( $F_{(1,22)} = 6.06$ , $p = 0.02$ ) e CVF ( $F_{(1,22)} = 5.68$ , $p = 0.026$ ) entre os grupos após a intervenção. Não foram observadas diferenças significativas em CVL, VRE, VM e FEP.  <b>Desempenho na natação:</b> Desempenho na natação: As medidas pós-intervenção mostraram um aumento significativo no número de braçadas por respiração no	

Respiração Interna (Anthar kumbhaka) por 30 minutos, 5 dias por semana, durante 1 mês + natação regular e treinamento físico.

GC: apenas práticas de treinamento físico.

grupo YBP em comparação com os controles ( $F_{(1,22)} = 13.06$ ,  $p = 0.002$ ).

Burtch, A.R., et al., / 2017/ USA	Ensaio clínico randomizado	20 (GE, N = 9; GC, N = 11) / 56% / 20±1 ano.	R azoável	Ambos os grupos realizaram um aquecimento de 1000 m de natação fácil mista. O treino incluiu 4 sessões de treino/semana durante 4 semanas por 35 min. Consistiu em 12 repetições de uma natação de 50 m. Nadadores iniciaram	<p><b>Desempenho na natação:</b> Tempo de 200 jardas em seg.</p> <p><b>Força dos músculos respiratórios:</b> PIM e PEM</p> <p><b>Função pulmonar:</b> Espirometria - CVF, VEF em 1 segundo, Taxa de fluxo expiratório forçado</p>	<p><b>Desempenho na natação:</b> Quatro semanas de treinamento com RFC não melhoraram o desempenho na natação em comparação com o grupo controle (Interação Tempo x Grupo, <math>p = 0,479</math>).</p> <p><b>Força dos músculos respiratórios:</b> Uma prova de natação de 200 jardas resultou em uma diminuição de 12% nos escores médios de MIP 46 segundos após a corrida (116 cm H<sub>2</sub>O, <math>p &lt; 0,001</math>, IC 95% -7 a -23 cm H<sub>2</sub>O). No entanto, após 1,3 minutos</p>
-----------------------------------	----------------------------	--	-----------	--	---	---

cada repetição de 50 m a cada minuto na 1ª semana, a cada 55 seg. na 2ª e 3ª semanas, e a cada 50 seg. na 4ª semana. O grupo de respiração com frequência controlada (RFC) foi incentivado a limitar a respiração a 2 respirações por volta, resultando em 24 respirações por treino. GC foi solicitado a respirar em uma base de golpes correspondentes, respirando a cada 2-3 golpes, resultando em 10-12 respirações por volta.

no meio da expiração (FEF25-75) e Taxa de PEF.

**Capacidade aeróbica (medida usando medidas de esteira):** VO2max.

pós-exercício, os escores médios de PIM retornaram aos valores próximos da linha de base. Após 4 semanas de treinamento com RFC, a queda nos escores médios de PIM de antes para 46 segundos após o teste de tempo foi eliminada, enquanto o grupo controle ainda experimentou a mesma queda nos escores médios de PIM. Os escores de PEM não mudaram após a corrida no início do estudo ou após a corrida pós-treinamento porque os PEMs foram medidos vários minutos após os testes de PIM.

**Função pulmonar:** Não houve diferença significativa na proporção de nadadores que melhoraram pelo menos a menor mudança mensurável na capacidade de difusão (teste exato de Fisher,  $p = 0,32$  para ambos).

**Capacidade aeróbica:** Quatro semanas de treinamento com RFC não tiveram efeito

sobre esta variável. Esses parâmetros também não foram alterados no grupo controle.

<p>Vasicková, J., et al., / 2017 / Republica Tcheca</p>	<p>Ensaio clínico randomizado, controlado e cruzado com avaliador cego.</p>	<p>20 (, GE N = 12; GC, N = 8) / Não mostrado / Por grupos:: E =GE12.0 ± 1.7 anos; GC = 11.5 ± 2.4 anos.</p>	<p>R azoável</p> <p>GE: treinamento regular de natação com TMR diário por 1 mês. O TMR incluiu o uso diário de dispositivos TMI e PEP (pressão expiratória positiva) de limiar para 1 mês de TRMR e TFMR em casa. As resistências nos dispositivos foram ajustadas a 30% de seus valores máximos medidos PImax e PEmax durante a avaliação inicial. A cada semana, o valor inicial da resistência foi aumentado em 2 cm</p>	<p><b>Função Pulmonar:</b> CV, CVF, CI, VEF1 e FEP.</p> <p><b>Força Muscular Respiratória:</b> PImax e PEmax.</p> <p><b>Desempenho na natação:</b> Teste de Apneia Máxima - piscina coberta de 50 metros - de 3 a 5 vezes por semana (3 para nadadores mais jovens e 5 para os mais velhos) em uma piscina de 50 metros.</p>	<p><b>Função Pulmonar:</b> No GE, todos os parâmetros ventilatórios aumentaram após o TMR, mas a melhoria não foi significativa. Da mesma forma, o VEF1 e o FEP aumentaram após o TMR no GC, mas a diferença não foi significativa.</p> <p><b>Força Muscular Respiratória:</b></p> <p><b>Função Pulmonar:</b> No GE, todos os parâmetros ventilatórios aumentaram após o TMR, mas a melhoria não foi significativa. Da mesma forma, o VEF1 e o FEP aumentaram após o TMR no CG, mas a diferença não foi significativa.</p> <p><b>Força Muscular Respiratória:</b> No GE, após um mês de TMR, o valor de PImax aumentou significativamente (20,8%) e o</p>
---	---	--	---	--	---

---

H2O até que a resistência máxima possível nos dispositivos fosse alcançada. Eles treinaram com essa resistência máxima nos dispositivos pelo resto do período de treinamento. Ambos os dispositivos respiratórios foram usados diariamente. TFMR envolveu 10 repetições de inspiração máxima com o Threshold TMI e 10 repetições de expiração máxima com o Threshold PEP, onde o participante teve que superar um

valor de PEmax aumentou em 10,6%, o que significa que a força dos músculos inspiratórios e expiratórios melhorou. Também encontramos diferenças significativas nos parâmetros de PImax (13,4%) e PEmax (23,1%) no CG, que utilizou TMR no próximo período de treinamento. No GC, após o primeiro mês de treinamento na água, observamos um aumento não significativo nos parâmetros inspiratórios de PImax, mas um pequeno efeito negativo nos parâmetros expiratórios de PEmax que diminuíram. Houve um grande efeito em todos os valores de PImax e PEmax (pré, pós e último) entre o GE e o GC após o primeiro mês (pós:  $d = 1,28$ ) e um pequeno efeito após o segundo mês (último:  $d = 0,49$ ). Houve um efeito médio e grande nas medições pós e últimas (pós:  $d = 0,49$ ; último:  $d = 1,19$ ) nos parâmetros de PEmax.

---

---

determinado limiar e sustentar para gerar fluxo. TRMR durou 15 minutos para cada dispositivo e a tarefa era respirar continuamente contra a resistência.

Os participantes no GC tiveram apenas treinamento regular de natação.

**Desempenho na Natação:** O comprimento que os nadadores com nadadeiras no GE conseguiram nadar por uma inspiração aumentou em 11,36 metros (27,4%). Na última medição, os resultados foram ligeiramente piores, mas em comparação com as medições preliminares e finais, a diferença foi significativa, com um tamanho de efeito grande (9,45 metros). No GC, durante o primeiro mês de treinamento, houve uma melhora significativa no comprimento médio, de 3,37 metros. Ao comparar o teste preliminar e a última medição após um mês de treinamento respiratório adicional no GC, a diferença foi ainda mais significativa, com um tamanho de efeito grande. O comprimento da distância aumentou em 9,12 metros (20,7%).

---

<p>Yañez-Sepulveda, R., et al., / 2021 / Chile</p>	<p>Ensaio clínico randomizado</p>	<p>15 (GE, N = 9; GC, N = 6) / Por Grupos: GE = 15,5 ± 1,15 anos, grupo de controle sham (SCG): 14,7 ± 1,09 anos.</p>	<p>R azoável</p>	<p>Ambos os grupos realizaram um programa regular de treinamento aeróbico de natação na fase preparatória. Além disso, foi realizado um treinamento aeróbico que consistia em um microciclo de impacto (R1) e três microciclos de carga aeróbica (R2) com um volume total de 108,3 km. Na academia, foram realizadas três sessões de treinamento semanais com carga (60% -70% de 1RM) para melhorar a resistência nas extremidades</p>	<p><b>Função Pulmonar:</b> parâmetros/espirometria - VEF1; CVF; FEP; relação entre VEF1 e CVF ou índice de Tiffeneau (VEF1·FVC-1); FEF entre 25% e 75% do fluxo máximo (FEF25%-75%); e VVM.</p> <p><b>Força Muscular Respiratória (Força Máxima Muscular Inspiratória):</b> dispositivo POWERbreathe Kinetic K5® - para determinar o Índice S e o FIM.</p> <p><b>Desempenho na Natação:</b> três testes de nado livre de 50 m, 100 m e 200 m, em uma piscina olímpica, um em cada dia</p>	<p><b>Função Pulmonar:</b> As comparações dentro dos grupos mostraram que apenas os participantes do GE tiveram um aumento substancial do Índice S (p=0,0003), do fluxo inspiratório (p=0,0008), VEF1 (p=0,007), CVF (p=0,0004), FEP (p=0,01), FEF25-75% (p=0,03) e VVM (p=0,0001). O GE também reduziu os tempos de natação nos 50 m (p=0,0001), 100 m (p=0,0001) e 200 m (p=0,0001).</p> <p><b>Força Muscular Respiratória:</b> Em relação à comparação entre grupos das mudanças induzidas pelo TMI, encontramos efeitos significativos e grandes no Índice S (ES: 1,29 CI95%: 0,15 a 2,38; p=0,03) e FIM (ES: 1,31 CI95%: 0,16 a 2,42; p=0,02).</p> <p><b>Desempenho na Natação:</b> Houve grandes reduções nos tempos de natação em todos os três testes, como 50 m (ES: -2,29 CI95%: -3,86 a -0,68; p=0,002), 100 m (ES: -1,75 CI95%: -3,04 a -0,40; p=0,008) e</p>
--	-----------------------------------	---	------------------	--	---	---

---

superiores e inferiores (1 h) e movimentos funcionais (30 min) para estabilizar a musculatura central.	durante três dias consecutivos.	200 m (ES: -2,12 CI95%: -3,61 a -0,59; grande efeito; p=0,003). Como a melhoria absoluta da força da musculatura inspiratória foi maior, os tempos de natação nos testes de 50 m (r= 0,72; p=0,003) e 100 m (r= 0,65; p=0,008) também foram menores. Além disso, um fluxo inspiratório máximo mais alto foi relacionado a tempos de natação mais curtos em 50 m (r= 0,7; p=0,003) e 100 m (r= 0,62; p=0,01). Os outros parâmetros respiratórios não mostraram nenhuma associação com o desempenho na natação.
Em seguida, apenas os participantes do GE incluíram o TMI diariamente durante os quatro microciclos (quatro semanas), enquanto os participantes do SCG realizaram uma rotina simulada com uma carga considerada não adaptativa para o sistema respiratório.		
TMI (4 semanas): O GC realizou duas sessões diárias de		

---

---

treinamento de TMI  
com dispositivos  
POWERbreathe  
Classic Competition®,  
realizando 30 inalações  
dinâmicas até a  
capacidade máxima  
com uma carga  
ajustada/semana de  
acordo com o força  
muscular dinâmica  
máxima (Índice S).  
Ajuste de carga do GE:  
50% do Índice S com  
aumento de carga de  
5% semanalmente.  
Ajuste de carga do  
SCG: 15% do Índice S  
e mantido. Se a carga  
máxima fosse atingida  
antes de quatro  
semanas, o sujeito a

---

mantinha até o final do período de treinamento. Um aquecimento com 30 inalações máximas a 15% do Índice S foi realizado por ambos os grupos.

Espinosa-Mendez, C. M., et al., / 2020 / México	Ensaio clínico randomizado	11 (GE, N = 6; GC, N = 5) / 36,36/ 14.3±1.2 anos.	R azoável	GE: realizou TMR (MRFit) por 20 minutos, duas vezes por semana, durante oito semanas, incorporado ao seu treinamento habitual.  GC: realizou o treinamento habitual sem MRFit.	<b>Capacidade aeróbica:</b> VO2max - ergoespirometria em esteira ergométrica.	<b>Capacidade aeróbica:</b> Não houve diferenças significativas no VO2max com $p > 0,05$ para os dois grupos. O VO2max diminuiu em ambos os grupos; para o GE, a média foi de 47,35 ml/min, diminuindo em 2,03 ml/min, enquanto no GC a média no segundo VO2max foi de 49,12 ml/min, uma diferença de 4,9 ml/min em relação à primeira amostra (não estatisticamente significativa).
---	----------------------------	---	-----------	--	---	--

O protocolo MRfit consistiu em 16 sessões de treinamento de 20 minutos, durante oito semanas, utilizando um dispositivo de carga ponderada para os músculos respiratórios feito com tubos de quatro calibres diferentes (elaboração própria e previamente validada).

Lomax, M., et al., / 2017 /	Ensaio experimental não randomizado	33 (LOW, N = 18; HIGH, N = 15) / Por	R azoável	Os nadadores foram inicialmente divididos em 2 grupos com base na distância semanal de treinamento, definida	<b>Força Muscular Respiratória:</b> P <sub>lmax</sub> e P <sub>E</sub> max (antes do aquecimento) e depois de cada teste de desempenho).	<b>Força Muscular Respiratória:</b> P <sub>lmax</sub> e P <sub>E</sub> max foram semelhantes entre todos os grupos. P <sub>E</sub> max não foi afetada pelo IMT, mas P <sub>lmax</sub> aumentou (F = 105.142, p < 0.001) após o TMI. A maior melhoria na P <sub>lmax</sub> foi observada nos grupos LOWTMI
-----------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	-----------	--	--	--

Reino Unido	<p>grupos:  LOW = 16±3 anos  HIGH = 16±1 anos.</p>	<p>como grupo de baixa distância de treinamento (LOW) ou grupo de alta distância de treinamento (HIGH): a seleção das distâncias de treinamento foi consistente com as relatadas em estudos semelhantes. Durante todo o período de 6 semanas, os treinadores de natação dos grupos LOW e HIGH confirmaram que o programa geral de treinamento de natação era o mesmo tanto para os nadadores do TMI quanto para os</p>	<p><b>Desempenho na Natação:</b> Cada nadador completou um nado livre máximo de esforço de 100 e 200 metros a partir de um início de mergulho em uma ordem contrabalanceada e em ocasiões separadas dentro de 1 semana uma natação foi registrado por nado usando um cronômetro e, no caso do nado de 200 metros, também por parciais de 100 metros. A velocidade limpa de natação e a taxa de braçada foram registradas por 100 e 200 metros de nado (cronômetro Finis com</p>	<p>(98±4% de adesão ao TMI) e HIGHTMI (91±3% de adesão ao TMI) (<math>F = 16.355</math>, <math>p &lt; 0.001</math>, <math>d = 0.97-1.29</math>).</p> <p><b>Desempenho na Natação:</b> Os tempos de natação pré-TMI de 100 e 200 metros foram em média 14% mais rápidos (9,1 e 20,8 segundos, respectivamente) (<math>p &lt; 0,001</math>) no grupo HIGH (HIGHcon e HIGHTMI agrupados) em comparação com os nadadores do grupo LOW (LOWcon e LOWTMI agrupados). O TMI melhorou os tempos de natação de 100 m (<math>F = 14.455</math>, <math>p &lt; 0.001</math>, potência = 0.954) e 200 m (<math>F = 21.108</math>, <math>p &lt; 0.001</math>, potência = 0.993) (e, portanto, a velocidade) no grupo LOWTMI (100 m: <math>d = 0.32</math>; 200 m: <math>d = 0.64</math>), mas não nos grupos HIGHTMI, LOWcon ou HIGHcon. Os tempos de natação de 100 e 200 metros foram mais lentos após o IMT nos grupos HIGHTMI e HIGHcon,</p>
-------------	--	--	---	--

---

nadadores do grupo controle.	função de contagem de base 3) usando uma zona central de piscina de 12,5 metros e expressas por parcial de 100 metros dos nados de 200 metros.	respectivamente ( $p \leq 0.05$ ; 100 m: $d = 0.65$ ; 200 m: $d = 0.59$ ).
Intervenção: O treinamento muscular inspiratório foi realizado (POWERbreathe) duas vezes ao dia, 7 dias por semana, durante 6 semanas. Cada sessão consistia em 30 respirações com uma intensidade equivalente a 50% da P <sub>I</sub> max.		As primeiras e segundas parciais de 100 metros do total de 200 metros diferiram entre os grupos HIGH e LOW ( $F = 10.844$ , $p = 0.003$ , potência = 0.889). As primeiras parciais de 100 metros ( $d = 0.39$ ) e segundas parciais de 100 metros ( $d = 0.24$ ) foram mais rápidas após o TMI no grupo LOWTMI ( $p \leq 0.05$ ). As primeiras parciais de 100 metros ( $d = -0.58$ ) e segundas parciais de 100 metros ( $d = -0.58$ ) foram mais lentas ( $p \leq 0.05$ ) após a intervenção no grupo HIGHcon. A melhoria na P <sub>I</sub> max pós-TMI no grupo LOWTMI não foi correlacionada com a mudança nos tempos de natação de 100 ou 200 metros pré e pós-TMI ( $p > 0.05$ ).
Os participantes foram instruídos por um investigador a aumentar periodicamente a carga no treinador muscular inspiratório para que 30		

---

			respirações pudessem ser concluídas com dificuldade.		
Shei, R-J., et al., / 2016 / USA	Desenho experimental de grupos paralelos, duplo-cego	24 (GE 1, N = 8; GE 2, N = 8; GC, N = 8) / 50% / 19.9 ± 2.6 anos.	GE: Grupo 1: Nadadores combinaram treinamento de natação (TN) com TMI ajustado a 80% da pressão inspiratória máxima sustentada com proporções de trabalho-descanso progressivamente aumentadas até a falha da tarefa por 3 dias/semana (TN+TMI, n.=8), ou  GE: Grupo 2: TN com TMI simulado (TN+ShaM-TMI, n.=8), ou	<b>Função Pulmonar (Espirometria):</b> VRP e CPT.  <b>Força dos Músculos Respiratórios:</b> PIM, pressão inspiratória máxima sustentada (PIMS).	<b>Função Pulmonar:</b> Não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) entre os grupos TN+ShaM-TMI e apenas TN no início e no final do período de estudo de 12 semanas em: CVF, VEF1, VRP e CPT.  Não foram observadas mudanças significativas (P>0,05) dentro dos grupos após o período de treinamento:  - exceto que o FEV1 no grupo TN+IMT aumentou significativamente (P=0,001, IC 95% 0,19-0,68 L/s) no final do período de estudo de 12 semanas em comparação com o início (%Δ, +14,5%).  <b>Força dos Músculos Respiratórios:</b> Aumentos significativos (P<0,05) em várias medidas foram observados no grupo TN+TMI (no final do período de estudo de 12

---

GC: Grupo 3: (apenas TN, n.=8).

GE: Nadadores combinaram TN com TMI resistivo ao fluxo ajustado a 80% da pressão inspiratória máxima sustentada com proporções de trabalho-descanso progressivamente aumentadas até a falha da tarefa por 3 dias/semana (TN+TMI, N.=8), ou TN com TMI simulado (TN+SHAM-TMI, N.=8), ou atuaram como controles (apenas ST, N.=8).

semanas em comparação com o início), tais como:

- PIM (% $\Delta$ , +90,0%),
  - PIMS (% $\Delta$ , +49,2%).
-

Cunha, M., et al., / 2019/ Portugal	Ensaio controlado randomizado	29 (GE, N=17; GC, N=12) / 31,25% / MD: GE = 15 anos; GC=14 anos.	O GE recebeu um programa adicional de TMI descrito aos atletas como "TMR" em alta intensidade (50% da PIM). Os participantes do grupo de intervenção foram instruídos a aumentar periodicamente a carga que permitisse completar apenas 30 manobras inspiratórias.	<b>Desempenho na natação:</b> tempo necessário para completar o teste de 200m (TT).	<b>Desempenho na natação:</b> Após o período de 12 semanas, os grupos de intervenção e controle registraram um aumento nos pontos FINA, com mudanças de diferença média de 30 (intervalo de confiança: -0,60) e 19 (intervalo de confiança: 12, 27), respectivamente. No entanto, o protocolo de treinamento não mostrou diferenças significativas entre os grupos (P=0,271) no desempenho na natação.
			O GC recebeu uma intervenção de TMI em baixa intensidade de treinamento (15% da PIM). Foram instruídos a manter a carga inspiratória inicial	<b>Força dos Músculos Respiratórios (Inspiratórios):</b> PIM	<b>Força dos Músculos Respiratórios:</b> Não foram encontradas diferenças significativas (P=0,914) entre os grupos após a intervenção na força dos músculos inspiratórios. Dentro de ambos os grupos, o TMI resultou em uma melhoria nos valores de PIM, com mudanças de diferença média de 19,6 (P<0,001) e 17,9 (P=0,036) nos grupos de intervenção e controle, respectivamente.
				<b>Função pulmonar:</b> Espirometria.	

---

durante toda a intervenção.

O TMI foi realizado usando o dispositivo de limiar de pressão POWERbreathe Plus PB-2002. Os participantes foram instruídos a realizar 2 ciclos de 30 esforços inspiratórios cada, 5 dias/semana durante 12 semanas antes do treinamento de natação, em posição de pé. Eles foram orientados a iniciar cada respiração a partir do volume residual de maneira vigorosa e a não realizar ambos os

**Função Pulmonar:** Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos após as 12 semanas de TMI para CVF (P=0,262), FEV1 (P=0,265) e FEP (P=0,270). Foi encontrado um modesto aumento na CVF e no VEF1 para o GE, com mudanças de diferença média de 0,1 L, alcançando significância (P=0,011) para a CVF, mas não para o VEF1 (P=0,061).

---

---

ciclos de esforços  
inspiratórios  
consecutivamente.

Os participantes foram solicitados a fazer um registro diário da frequência e do volume de treinamento. O registro consistia em uma tabela com o número de dias por semana em que realizaram TMI e as manobras inspiratórias realizadas por dia (máximo de 60) durante o período do estudo.

---

Tan, M., et al., / 2023 / China	Ensaio controlado randomizado	43 (GE, N=20; GC, N=23) / 100% / Por grupos: GE = 21.21±0.6 1 anos; GC = 21.26±0.7 4 anos.	Os participantes foram aleatoriamente alocados em dois grupos:  1) GE: complementou o treinamento padrão com TMI aproveitando as capacidades do dispositivo Power Breather Plus - A intervenção durou seis semanas. O programa de TMI envolveu 15-20 minutos de treinamento dedicado por sessão, compreendendo três séries de 30 inalações cada;  2) GC: seguiu o treinamento regular de natação.	<b>Desempenho na natação:</b> tempo de 50 metros estilo livre, número de respirações em 50 metros estilo livre, distância antes da primeira respiração no estilo livre, tempo de 100 metros estilo livre;  <b>Força Muscular Respiratória:</b> PIM, FIM e CIM.  <b>Função Pulmonar:</b> espirometria – CVF.	<b>Desempenho na natação:</b> Para o tempo de 50 metros estilo livre, o GC demonstrou uma leve diminuição de uma média de 42 segundos para 40,4 segundos (p = 0,28), enquanto o GE mostrou uma diminuição significativamente maior de uma média de 39,6 segundos para 35,4 segundos (p = 0,0018). O número de respirações feitas no estilo livre de 50 metros foi consistente para o GC (15,73 vs. 15,75; p = 0,99), mas o GE reduziu consideravelmente o número de respirações de 11,45 para 7,85 (p = 0,006). A distância antes de fazer a primeira respiração no nado livre diminuiu ligeiramente para o GC (31,34 m vs. 29,25 m; p = 0,39), enquanto aumentou significativamente para o GE (27 m para 30,95 m; p = 0,013). Por último, o tempo de nado estilo livre de 100 metros demonstrou uma pequena diminuição para o GC (de 121,47 segundos para 114,65 segundos; p = 0,203), enquanto o GE mostrou uma
---------------------------------	-------------------------------	--	---	---	---

---

diminuição considerável de 112,25 segundos para 102,3 segundos ( $p = 0,004$ ).

**Força Muscular Respiratória:** Em relação à PIM, ambos os grupos demonstraram progresso a cada duas semanas durante o regime de treinamento de seis semanas. No entanto, melhorias significativas foram observadas no GE a partir da segunda semana ( $p < 0,01$ ), com um aumento significativo adicional entre a segunda e a quarta semana ( $p < 0,01$ ). Enquanto o GC também mostrou progresso, seu aumento foi menos pronunciado ( $p = 0,05$  na sexta semana em comparação com os níveis pré-treinamento). Ao final das seis semanas, a PIM para o GE aumentou de  $117,70 \pm 14,83$  para  $162,87 \pm 10,77$ , enquanto o GC melhorou de  $126,61 \pm 20,69$  para  $144,19 \pm 16,14$ . A tendência foi consistente para a FIM, com o GE alcançando melhorias significativas a partir da segunda semana ( $p < 0,01$ ), enquanto o GC começou a partir da

---

---

quarta semana ( $p = 0,03$ ). Após o período de seis semanas, a FIM subiu de  $5,97 \pm 0,84$  para  $8,52 \pm 0,83$  no GE e de  $6,51 \pm 0,89$  para  $7,54 \pm 0,99$  no GC. Finalmente, com a PIC, ambos os grupos revelaram uma trajetória ascendente a cada duas semanas, mas o GE mostrou aumentos significativos a partir da segunda semana ( $p < 0,01$ ), enquanto o GC só começou a melhorar significativamente na sexta semana. Após o treinamento, o GE aumentou a CIM de  $5,97 \pm 0,84$  para  $8,52 \pm 0,83$ , enquanto o GC aumentou de  $2,08 \pm 0,76$  para  $3,34 \pm 0,80$ . Os resultados confirmam que, enquanto ambos os grupos progrediram, o GE mostrou melhorias superiores e mais precoces durante o período de treinamento.

**Função Pulmonar:** Não houve mudança significativa na CVF no GC em comparação com os níveis pré-treinamento. No entanto, o GE experimentou um aumento

---

				substancial até a sexta semana de treinamento ( $p = 0,01$ ), elevando sua CVF de uma linha de base de $4483,42 \pm 673,12$ para $5048,48 \pm 651,88$ .
Ando, R., et al., / 2020/ Japão	19 (GE, N=10; GC, N=9) / 100% / Por grupos: GE = $19.3 \pm 0.1$ ; GC = $19.3 \pm 0.1$ anos.	Dois grupos: GC (n=9), GE (n=10). GE realizou um programa de TMI de 6 semanas e manteve seu treinamento habitual de natação e de força. GC foram instruídos a continuar apenas com seu treinamento habitual de natação e de força.	<b>Força Muscular Respiratória (P<sub>lmax</sub>):</b> foi medida usando um sistema de espirômetro computadorizado com um medidor de pressão bucal portátil.	<b>Força Muscular Respiratória:</b> P <sub>lmax</sub> aumentou significativamente em ambos os grupos após 6 semanas. No entanto, a mudança relativa em P <sub>lmax</sub> do início para 6 semanas depois foi significativamente maior no GE do que no GC.  Os valores de P <sub>lmax</sub> no início em 15%, 45% e 75% do P <sub>lmax</sub> foram de $20,8 \pm 2,9$ cmH <sub>2</sub> O, $62,4 \pm 8,7$ cmH <sub>2</sub> O e $104,0 \pm 14,5$ cmH <sub>2</sub> O, respectivamente, no GC, e $19,3 \pm 2,7$ cmH <sub>2</sub> O, $58,0 \pm 8,1$ cmH <sub>2</sub> O e $96,6 \pm 13,5$ cmH <sub>2</sub> O, respectivamente, no GE. As pressões inspiratórias na boca em 15%, 45% e 75% do P <sub>lmax</sub> após o TMI de 6 semanas foram de $23,3 \pm 3,3$ cmH <sub>2</sub> O, $69,8 \pm 10,0$ cmH <sub>2</sub> O e $116,3 \pm 16,7$ cmH <sub>2</sub> O,

---

Um dispositivo de TMI (POWERbreathe) foi utilizado para realizar o treinamento resistivo inspiratório. Os sujeitos realizaram inspirações máximas com uma resistência de carga de 50% do valor de P<sub>I</sub>max. Cada sessão incluiu 30 inspirações máximas, realizadas duas vezes por dia, seis dias por semana. Todos os sujeitos completaram 72 sessões de treinamento. O valor de P<sub>I</sub>max foi determinado a cada semana para que a mesma intensidade relativa de

respectivamente, no GC, e  $24,4 \pm 3,4$  cmH<sub>2</sub>O,  $73,2 \pm 10,1$  cmH<sub>2</sub>O e  $122,0 \pm 16,8$  cmH<sub>2</sub>O, respectivamente, no GE.

---

treinamento fosse mantida.

Wilson, E. E., et al., / 2013 / Reino Unido	Ensaio clínico cruzado randomizado controlado 15 / 60% / 21.2±1.6 anos	Cada nadador foi alocado aleatoriamente para um dos quatro protocolos de aquecimento a cada semana, durante um período de quatro semanas consecutivas.	<b>Desempenho na natação:</b> Tempo de prova de 100 m estilo livre após o aquecimento em uma piscina de 25 m (piscina curta). <b>Força dos músculos respiratórios:</b> PIM e PEM.	<b>Desempenho na natação:</b> Houve diferenças significativas entre os quatro diferentes protocolos de aquecimento e os tempos resultantes dos 100 m estilo livre. O protocolo mais rápido foi o aquecimento de natação mais TMI, com um tempo de 100 m de 57,05 s.
		Os quatro protocolos de aquecimento foram: Protocolo 1: Aquecimento padrão de natação consistindo de 2500 m (100×25 m de comprimento), com	<b>Função pulmonar:</b> Espirometria: CVF, CVF da porcentagem predita, relação VEF1/CVF, relação por cento previsto, fluxo de pico (FP), FP da porcentagem predita.	O aquecimento de natação mais TMI foi significativamente mais rápido do que tanto o aquecimento somente de TMI (Diferença média = 1,18 s, IC 95% 0,44 a 1,92, p < 0,01) quanto o aquecimento somente de natação (Diferença média = 0,62 s, IC 95% 0,001 a 1,23, p = 0,05). O aquecimento de natação mais TMI foi mais rápido do que o aquecimento de natação mais TMI falso, no entanto, a diferença não foi estatisticamente significativa (Diferença

uma mistura de todos os quatro estilos (borboleta, costas, peito e crawl), trabalho somente de pernas (chutando com uma flutuador), trabalho somente de braços (usando um pull buoy) e trabalho subaquático.

Protocolo 2: Aquecimento específico para os músculos respiratórios, usando o treinador de músculos inspiratórios Powerbreathe. Foi seguido um protocolo padrão consistindo de 2 séries de 30 inspirações a 40% da pressão

média = 0,33 s, IC 95% -0,44 a 1,11,  $p = 1,00$ ). O aquecimento somente de TMI também foi significativamente mais rápido do que o aquecimento de natação mais TMI falso (Diferença média = 0,85 s, IC 95% 0,05 a 1,65,  $p = 0,035$ ).

Não houve diferenças significativas entre quaisquer outros protocolos de aquecimento.

**Força dos músculos respiratórios:** Não houve diferenças significativas entre quaisquer outros protocolos de aquecimento. Também não houve diferenças nos parâmetros fisiológicos entre os quatro diferentes protocolos de aquecimento nos grupos.

**Função pulmonar:** Não houve diferenças significativas entre quaisquer outros protocolos de aquecimento. Também não houve diferenças nos parâmetros

---

muscular inspiratória máxima. A carga de 40% foi usada para evitar fadiga excessiva durante o aquecimento.

Protocolo 3:  
Aquecimento padrão de natação (protocolo 1) seguido por um aquecimento falso de TMI com uma carga de resistência igual a 15% da pressão muscular inspiratória máxima.

Protocolo 4:  
Aquecimento padrão de natação (protocolo 1) seguido pelo aquecimento de TMI (protocolo 2).

---

fisiológicos entre os quatro diferentes protocolos de aquecimento nos grupos.

---

O dispositivo Powerbreathe foi configurado com uma carga de resistência igual a 40% da PIM para o aquecimento somente de TMI (protocolo 2) e para o aquecimento combinado (protocolo 4). Cada participante foi designado ao mesmo dispositivo Powerbreathe para cada sessão.

---

95% CI – intervalo de confiança de 95%; CI - capacidade inspiratória; CIM - capacidade inspiratória máxima; CPT - capacidade pulmonar total; CV - capacidade vital; CVF - capacidade vital forçada; CVL - capacidade vital lenta; ECR – ensaio clínico randomizado; FC - frequência cardíaca; FCP - frequência cardíaca de pico; FEF - fluxo expiratório forçado; FEP - fluxo expiratório de pico; FIM - fluxo inspiratório máximo; FME - fadiga muscular expiratória; FMI - fadiga muscular inspiratória; GC - Grupo de Controle; GE - Grupo Experimental; MD – mediana; N/A – não se aplica; PEM - pressão expiratória máxima; PEmax - pressões

máximas na boca expiradas; PIM - pressão inspiratória máxima; P<sub>I</sub>max - pressão inspiratória máxima; PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> – pressão parcial de oxigênio/fração de oxigênio inspirado; RR – razão de risco; RTRmax - razão de troca respiratória no exercício máximo; TB - taxa de braçadas; TEEMmax - taxa de ventilação expirada máxima; TFMR - treinamento de força muscular respiratória; TME - treinamento muscular expiratório; TMI - treinamento muscular inspiratório; TRMR - treinamento de resistência muscular respiratória; VEF - volume expiratório forçado; VEF1 - volume expiratório forçado no primeiro segundo; VM - ventilação por minuto; VO<sub>2</sub>max - consumo máximo de oxigênio; VRI - volume de reserva inspiratória; VRP - volume residual pulmonar; VVM - ventilação voluntária máxima; p – valor de p

Dentre os métodos de treinamento muscular respiratório, oito estudos utilizaram o “flow-resistive inspiratory muscle training”, sendo que seis destes utilizaram POWERbreathe (ANDO et al., 2020; CUNHA et al., 2019; LOMAX et al., 2017; TAN et al., 2023; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021), e um estudo utilizou o Threshold (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017) e um estudo não descreveu o tipo de aparelho utilizado (SHEI et al., 2016). Os demais estudos usaram os métodos Yogic Breathing Practices (YBP) (HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017), Controlled frequency breathing (CFB) (BURTCH et al., 2017), MRfit protocol (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020).

O outcome “força muscular respiratória” foi o mais abordado (n=9) pelos estudos (ANDO et al., 2020; BURTCH et al., 2017; CUNHA et al., 2019; LOMAX et al., 2017; SHEI et al., 2016; TAN et al., 2023; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021). Sete estudos observaram melhora significativa nos valores de Pressão Inspiratória Máxima (PIMáx) (ANDO et al., 2020; BURTCH et al., 2017; CUNHA et al., 2019; LOMAX et al., 2017; SHEI et al., 2016; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021) no grupo experimental (GE) comparado com o grupo controle (GC). Quanto a pressão expiratória máxima (PEmáx), não houve consenso entre os resultados: Vasickova; Neumannová e Svozil (2017) reportaram melhora na PEmáx entre os GE e GC (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017), porém Lomax et al., (2017) não obteve melhora estatisticamente significativa entre os grupos. Além da melhora da força muscular respiratória, Yañez-Sepulveda et al., (2021) também identificaram melhora significativa do fluxo máximo inspiratório entre GE e GC (YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021). Em contraste, dois estudos (CUNHA et al., 2019; WILSON et al., 2013) não encontraram diferença nos valores de Pimáx entre os grupos após o TMR. Na análise intragrupo, Tan et al., (2023) identificaram melhora nos parâmetros da PImáx no GE, quando comparado os resultados pré e pós TMR.

Dos 8 estudos que abordam o outcome “função pulmonar” (BURTCH et al., 2017; CUNHA et al., 2019; HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017; SHEI et al., 2016; TAN et al., 2023; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021), seis estudos (BURTCH et al., 2017; CUNHA et al., 2019; SHEI et al., 2016; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ;

SVOZIL, 2017; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021) não observaram melhorias estatisticamente significativas nos parâmetros de função pulmonar quando comparados entre GE e GC.

Apenas o estudo de Hakked, Balakrishnan e Krishnamurthy (2017) relataram melhora nos parâmetros de avaliação da função pulmonar, dentre eles: Ventilação Voluntária Máxima (VVM) e na Capacidade Vital Forçada (CVF) no GE em comparação ao GC. No entanto, não foram observadas melhorias na Capacidade Vital Lenta (CVL), Volume de Reserva Inspiratório (VRI), Ventilação Minuto (VM) e Pico de Fluxo Expiratório (PFE) (HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017). Em comparação intragrupos, Tan et al., (2023) relataram melhora na capacidade vital (CV) no GE comparado a situação de pré-treino (TAN et al., 2023).

A “performance na natação” foi investigada em 8 artigos (BURTCH et al., 2017; CUNHA et al., 2019; HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017; LOMAX et al., 2017; TAN et al., 2023; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021). Dentre esses, 5 artigos (HAKKED; BALAKRISHNAN; KRISHNAMURTHY, 2017; LOMAX et al., 2017; VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017; WILSON et al., 2013; YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021) identificaram melhorias na performance ao comparar o GE com o GC. No estudo de Hakked, Balakrishnan e Krishnamurthy (2017), as melhorias foram evidenciadas pela redução do número de braçadas, no estudo de Wilson et al., (2013) observou-se melhora da performance de 100m quando o TRM foi associado ao aquecimento (WILSON et al., 2013) e Yañez-Sepulveda et al., (2021) encontraram melhora significativa nos tempos de 50m, 100m e 200m (YAÑEZ-SEPULVEDA et al., 2021). Lomax et al., (2017) também encontraram melhora na performance de 100 e 200m após o TMR, porém a melhora foi limitada a atletas com carga de treino mais alta (acima de 31km/semana) (LOMAX et al., 2017). Vasickova; Neumannová e Svozil (2017) reportaram melhora no tempo de apneia, com efeito sustentado por 1 mês após o TMR no grupo experimental quando comparado ao grupo controle devido ao desing cross-over (VAŠÍČKOVÁ; NEUMANNOVÁ; SVOZIL, 2017). Análises intragrupo mostraram melhora no tempo da performance de 50m e 100m, redução do número de respirações durante a performance, maior distância percorrida até a primeira inspiração no grupo experimental (TAN et al., 2023)

Entretanto 2 estudos não encontraram melhora significativa na performance de natação. Burtch et al., (2017) e Cunha et al., 2019 não contataram melhora na performance de 200m (BURTCH et al., 2017).

Por fim, o outcome menos investigado, “aerobic capacity”, foi abordado em apenas 2 artigos (BURTCH et al., 2017; ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020). Ambos os estudos não relataram alterações significativas nos parâmetros de capacidade aeróbica no grupo experimental quando comparado ao grupo controle (BURTCH et al., 2017; ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020).

#### 4. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia do treinamento muscular respiratório na força muscular respiratória, função pulmonar, desempenho na natação e capacidade aeróbica entre nadadores competitivos. Os resultados mostraram que a maioria dos artigos incluídos nesta revisão sistemática obtiveram melhora dos valores de PIMáx, porém não nos parâmetros de função pulmonar, constataram melhorias na performance de natação e não identificaram mudanças na capacidade aeróbica dos nadadores competitivos.

Quanto a força muscular respiratória, a maioria dos estudos incluídos apresentou melhora na PImáx. A PImáx avalia principalmente a força diafragmática (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021). Este achado também é corroborado por outros estudos que examinaram este parâmetro em outras modalidades esportivas, e o aumento da PImax, devido melhorias na capacidade oxidativa do diafragma e um incremento de força que infere maior resistência à fadiga (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021), repercutiu em melhor desempenho esportivo. Estudos com atletas de futebol mostraram que o aumento da PImáx levou a uma diminuição no tempo de sprint (SILVA; HALL; MAIOR, 2019) com consequente melhora da tolerância ao exercício (SILVA; HALL; MAIOR, 2019) e melhora da resistência dos jogadores (MACKAŁA et al., 2020).

A PEmáx, no entanto, não foi frequentemente abordada pelos estudos. A PEmáx avalia a força dos músculos respiratórios, particularmente os intercostais internos e abdominais (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021). O TMR pode promover um ganho de força muscular nesses músculos, gerando uma contração sustentada durante o exercício, permitindo assim ventilação suficiente e aumentando a eficiência dos músculos respiratórios (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021).

Os achados desta revisão sistemática mostraram que não houve melhora na função pulmonar dos nadadores competitivos após o TMR. Esses achados podem estar relacionados a limites supra-fisiológicos da função pulmonar em atletas. Uma meta-análise revelou que, antes do TMR, os valores dos principais parâmetros de função pulmonar já estão próximo de  $\geq 100\%$  do nível fisiológico em atletas (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023). A natação é um esporte que imprime alto nível de exigência da função pulmonar, devido ao aumento da pressão hidrostática e alto

fluxo inspiratório durante as inspirações (KILDING; BROWN; MCCONNELL, 2010), fatores que induzem o treino muscular inspiratório (HAJGHANBARI et al., 2013). Portanto, devido à função pulmonar já estar próxima de um platô, a possibilidade de ganhos adicionais é reduzida (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023; MACKAŁA et al., 2020). Além disso, o uso de cargas de TMR insuficientes pode ter contribuído para a ausência de melhorias significativas, considerando a função pulmonar já elevadas dos atletas (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023), particularmente no estudo de Hakked et al, 2017, que incorporou as práticas de Respiração Yogic sem utilização de carga adicional para TMR.

A ausência de melhora da função pulmonar, ou a melhora de poucos parâmetros, com o TMR também foi observado em outros estudos que examinaram outras modalidades esportivas como a corrida (ROŽEK-PIECHURA et al., 2020), futebol (LEÓN-MORILLAS et al., 2021), o hockey (RAMOS; BARREIRA; VIANA, 2020), o basquete (VASCONCELOS; HALL; VIANA, 2017) e as artes marciais (ALNUMAN; ALSHAMASNEH, 2022). Portanto, é possível que a função pulmonar já esteja otimizada no pré-TMR desses atletas ou que a resistência utilizada no TRM tenha sido insuficiente.

Esta revisão sistemática mostrou uma melhora no desempenho esportivo dos atletas da natação após o TMR, apesar da grande variabilidade nos parâmetros de medida de performance. A melhora no desempenho esportivo foi observada não só em um outro estudo que também incluiu nadadores (KILDING; BROWN; MCCONNELL, 2010), como também em outras modalidades esportivas, como corrida (CHANG et al., 2021), futebol (CAVALCANTE SILVA; HALL; MAIOR, 2019) e patinação (RIGANAS et al., 2019). O TMR melhora a capacidade oxidativa dos músculos inspiratórios, reduz a demanda de oxigênio dos músculos respiratórios (TURNER et al., 2012), e promove remodelação tecidual dos músculos respiratórios, como a hipertrofia do diafragma e aumento das fibras do tipo II, (DOWNEY et al., 2007). Essas adaptações aumentam a força e funcionalidade dos músculos respiratórios, retardam o reflexo metabólico respiratório (HELD; PENDERGAST, 2014), facilitam a disponibilidade de oxigênio para os músculos periféricos (TURNER et al., 2012) e reduzem a percepção de falta de ar e desconforto nos músculos dos membros (VERGES et al., 2007). Portanto, essas melhorias fisiológicas podem explicar a melhora no desempenho esportivo (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2023).

Por fim, não foram constatadas melhoras na capacidade aeróbica, porém apenas dois estudos abordaram este tópico em nossa revisão. O VO<sub>2</sub>max está relacionado com a quantidade de oxigênio difundida e utilizada pelo corpo durante a atividade física (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021). Duas meta-análises investigaram este tema: Hajghanbari et al. (2013), ao avaliarem 13 estudos, não encontraram melhorias no VO<sub>2</sub>máx (HAJGHANBARI et al., 2013), enquanto Fernández-Lázaro et al. (2021) observaram que o TMR produz melhoras na capacidade aeróbica, embora não de forma significativa (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021). Espinosa-Mendez et al. (2020) encontraram melhora do VO<sub>2</sub>máx em seu estudo, mas destacam que os estudos confirmando melhorias no VO<sub>2</sub>max são escassos (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020). Isso pode ocorrer porque o sistema respiratório não é um fator limitante para o VO<sub>2</sub>max, sendo mais dependente do débito cardíaco (ESPINOSA-MENDEZ et al., 2020). Estima-se que, durante o exercício intenso, os músculos respiratórios podem utilizar até 16% do débito cardíaco, reduzindo a disponibilidade de oxigênio para os músculos esqueléticos, responsáveis pela mobilidade. Esse fenômeno ocorre devido à resposta simpática vasoconstritora, que diminui o fluxo sanguíneo nos músculos esqueléticos, reduzindo sua produção e consumo de energia. Como resultado, a fadiga dos músculos esqueléticos aumenta e o fluxo sanguíneo é redistribuído para preservar a função respiratória sem comprometer a demanda energética dos músculos respiratórios (FERNÁNDEZ-LÁZARO et al., 2021).

Esta revisão sistemática apresenta limitações. O número reduzido de estudos, limita a robustez das conclusões. Além disso, a variabilidade de mensuração dos outcomes, particularmente quanto ao desempenho na natação, dificulta a comparação entre os estudos. A diversidade de métodos e protocolos de TMR utilizados também dificultou a identificação da eficácia do mesmo.

Por outro lado, um ponto forte desta revisão é ser o primeiro estudo conhecido a abordar o tema sobre o treino muscular respiratório em atletas. Isso confere à pesquisa uma posição pioneira, fornecendo uma base para futuras investigações e preenchendo uma lacuna na literatura na referida área.

**RECOMENDAÇÃO PARA FUTURA PESQUISA:**

Recomenda-se a realização de estudos adicionais direcionados aos desfechos selecionados, utilizando métodos e protocolos de TMR padronizados e melhora da qualidade metodológica, especialmente em relação à randomização e cegamento dos estudos.

## **5. CONCLUSÃO**

Esta revisão sistemática mostrou que o treinamento muscular respiratório foi eficaz no aumento da força muscular respiratória, particularmente inspiratória em atletas da natação. Adicionalmente, o treino muscular respiratório foi eficaz quanto ao desempenho esportivo desses atletas. Porém não foi observada eficácia deste treinamento na melhora da função pulmonar e na capacidade aeróbica dos nadadores.

## REFERÊNCIAS

ALNUMAN, Nasim; ALSHAMASNEH, Ahmad. The Effect of Inspiratory Muscle Training on The Pulmonary Function in Mixed Martial Arts and Kickboxing Athletes. **Journal of human kinetics**, [S. l.], v. 81, n. 1, p. 53–63, 2022. DOI: 10.2478/HUKIN-2022-0005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35291646/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

ANDO, Ryosuke; OHAYA, Toshiyuki; KUSANAGI, Kenta; KOIZUMI, Jun; OHNUMA, Hoyato; KATAYAMA, Keisho; SUZUKI, Yasuhiro. Effect of inspiratory resistive training on diaphragm shear modulus and accessory inspiratory 2 muscle activation 3 4 Ryosuke ANDO. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [S. l.], p. 1–31, 2020. Disponível em: [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com).

BURTCH, Alex R.; OGLE, Ben T.; SIMS, Patrick A.; HARMS, Craig A.; SYMONS, T. Brock; FOLZ, Rodney J.; ZAVORSKY, Gerald S. CONTROLLED FREQUENCY BREATHING REDUCES INSPIRATORY MUSCLE FATIGUE. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 1273–1281, 2017. Disponível em: [www.nscs.com](http://www.nscs.com).

CAVALCANTE SILVA, Rodrigo Luis; HALL, Elliott; MAIOR, Alex Souto. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players. **Journal of bodywork and movement therapies**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 452–455, 2019. DOI: 10.1016/J.JBMT.2019.01.016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31563354/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

CHANG, Yun Chi; CHANG, Hsiao Yun; HO, Chien Chang; LEE, Po Fu; CHOU, Yi Chen; TSAI, Mei Wun; CHOU, Li Wei. Effects of 4-Week Inspiratory Muscle Training on Sport Performance in College 800-Meter Track Runners. **Medicina (Kaunas, Lithuania)**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 1–8, 2021. DOI: 10.3390/MEDICINA57010072. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33467421/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

CUNHA, Marisa; MENDES, Francisca; PACIÊNCIA, Inês; RODOLFO, Ana; CARNEIRO-LEÃO, Leonor; RAMA, Tiago; RUFO, João; DELGADO, Luís; MOREIRA, André. The effect of inspiratory muscle training on swimming performance, inspiratory muscle strength, lung function, and perceived breathlessness in elite swimmers: a randomized controlled trial. **Porto Biomedical Journal**, [S. l.], v. 4, n. 6, p. e49, 2019. DOI: 10.1097/j.pbj.0000000000000049.

DOWNEY, Amy E.; CHENOWETH, Leonie M.; TOWNSEND, Dana K.; RANUM, Jennifer D.; FERGUSON, Christine S.; HARMS, Craig A. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. **Respiratory physiology & neurobiology**, [S. l.], v. 156, n. 2, p. 137–146, 2007. DOI: 10.1016/J.RESP.2006.08.006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16996322/>. Acesso em: 27 maio. 2024.

ESPINOSA-MENDEZ, Claudia M.; RENERO-CARRILLO, Francisco J.; SAN MARTIN-RODRIGUEZ, Sebastián L.; FLORES-CHICO, Benjamín. The effect of respiratory muscle training on the maximum oxygen consumption and the anaerobic threshold. **Sport Mont**, [S. l.], v. 18, p. 57–60, 2020. DOI: 10.26773/smj.201010.

EYRES, J.; IGO, S. A pre-test/post-test study investigating the effects of a 6 week inspiratory muscle training programme on inspiratory muscle strength and breathlessness. **Physiotherapy**, [S. l.], v. 105, p. e121–e122, 2019. DOI: 10.1016/j.physio.2018.11.108. Disponível em: <http://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031940618304516/fulltext>. Acesso em: 19 fev. 2024.

FERNÁNDEZ-LÁZARO, Diego; CORCHETE, Luis A.; GARCÍA, Juan F.; JERVES DONOSO, David; LANTARÓN-CAEIRO, Eva; COBREROS MIELGO, Raúl; MIELGO-AYUSO, Juan; GALLEGO-GALLEGO, David; SECO-CALVO, Jesús. **Effects on Respiratory Pressures, Spirometry Biomarkers, and Sports Performance after Inspiratory Muscle Training in a Physically Active Population by Powerbreath®: A Systematic Review and Meta-Analysis**. **BiologyMDPI**, , 2023. DOI: 10.3390/biology12010056.

FERNÁNDEZ-LÁZARO, Diego; GALLEGO-GALLEGO, David; CORCHETE, Luis A.; FERNÁNDEZ ZOPPINO, Darío; GONZÁLEZ-BERNAL, Jerónimo J.; GARCÍA GÓMEZ, Blanca; MIELGO-AYUSO, Juan. **Inspiratory muscle training program using the powerbreath®: Does it have ergogenic potential for respiratory and/or athletic performance? a systematic review with meta-analysis.** **International Journal of Environmental Research and Public Health**MDPI AG, , 2021. DOI: 10.3390/ijerph18136703.

HAIJGHANBARI, Bahareh et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. **Journal of strength and conditioning research**, [S. l.], v. 27, n. 6, p. 1643–1663, 2013. DOI: 10.1519/JSC.0B013E318269F73F. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22836606/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

HAKKED, Chirag Sunil; BALAKRISHNAN, Ragavendrasamy; KRISHNAMURTHY, Manjunath Nandi. Yogic breathing practices improve lung functions of competitive young swimmers. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 99–104, 2017. DOI: 10.1016/j.jaim.2016.12.005.

HELD, Heather E.; PENDERGAST, David R. The effects of respiratory muscle training on respiratory mechanics and energy cost. **Respiratory physiology & neurobiology**, [S. l.], v. 200, p. 7–17, 2014. DOI: 10.1016/J.RESP.2014.05.002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24816143/>. Acesso em: 27 maio. 2024.

KARSTEN, Marlus; RIBEIRO, Gustavo S.; ESQUIVEL, Mateus S.; MATTE, Darlan L. 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: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, [S. l.], v. 34, p. 92–104, 2018. DOI: 10.1016/J.PTSP.2018.09.004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30261349/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

KILDING, Andrew E.; BROWN, Sarah; MCCONNELL, Alison K. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. **European Journal of Applied Physiology**, [S. l.], v. 108, n. 3, p. 505–511, 2010. DOI: 10.1007/S00421-009-1228-X/METRICS. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-009-1228-x>. Acesso em: 25 maio. 2024.

KOWALSKI, Tomasz; KASIAK, Przemysław Seweryn; REBIS, Kinga; KLUSIEWICZ, Andrzej; GRANDA, Dominika; WIECHA, Szczepan. Respiratory muscle training induces additional stress and training load in well-trained triathletes—randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, [S. l.], p. 1–14, 2023. DOI: 10.3389/fphys.2023.1264265.

LEÓN-MORILLAS, Felipe; LEÓN-GARZÓN, Martha Cecilia; DEL MAR MARTÍNEZ-GARCÍA, María; REINA-ABELLÁN, Javier; PALOP-MONTORO, María Victoria; DE OLIVEIRA-SOUSA, Silvana Loana. Effects of respiratory muscle training in soccer players: A systematic review with a meta-analysis. **Sportverletzung-Sportschaden**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 154–164, 2021. DOI: 10.1055/A-1524-0021/ID/JR021-15/BIB. Disponível em: <http://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-1524-0021>. Acesso em: 22 abr. 2024.

LOMAX, Mitch; KAPUS, Jernej; BROWN, Peter I.; FAGHY, Mark. **IMPACT OF WEEKLY SWIMMING TRAINING DISTANCE ON THE ERGOGENICITY OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN WELL-TRAINED YOUTH SWIMMERS**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [www.nasca.com](http://www.nasca.com).

MA, Lin Lu; WANG, Yun Yun; YANG, Zhi Hua; HUANG, Di; WENG, Hong; ZENG, Xian Tao. Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: What are they and which is better? **Military Medical Research**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1–11, 2020. DOI: 10.1186/s40779-020-00238-8.

MACKAŁA, Krzysztof; KURZAJ, Monika; OKRZYMOWSKA, Paulina; STODÓŁKA, Jacek; COH, Milan; RO`ZEK-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. 234, p. 1–14, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17010234. Disponível em: [www.mdpi.com/journal/ijerph](http://www.mdpi.com/journal/ijerph). Acesso em: 22 maio. 2024.

MIZUNO, Sahiro; SUZUKI, Yasuhiro; GOTO, Kazushige; TAKAO, Kenji; SUMI, Daichi; ISHIDA, Koji; MIZUNO, Fumihito; KATAYAMA, Keisho. Relationship between respiratory muscle endurance and dyspnea during high-intensity exercise in trained distance runners. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, [S. l.], v. 296, 2022. DOI: 10.1016/J.RESP.2021.103812. Acesso em: 19 fev. 2024.

NIHLBI, National Heart Lung and Blood Institute. **Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies**. 2021. Disponível em: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>.

NUNES JÚNIOR, Aduino de Oliveira; DONZELI, Marina Andrade; SHIMANO, Suraya Gomes Novais; DE OLIVEIRA, Nuno Miguel Lopes; RUAS, Gualberto; BERTONCELLO, Darnival. Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 216–219, 2018. DOI: 10.1590/1517-869220182403166216. Acesso em: 19 fev. 2024.

RAMOS, Inês; BARREIRA, Sérgio; VIANA, Rui. Inspiratory muscle training on lung function of male roller hockey players: a randomized controlled trial pilot study. **Porto biomedical journal**, [S. l.], v. 5, n. 5, p. e075, 2020. DOI: 10.1097/J.PBJ.0000000000000075. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33195868/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

RICHARD, Philippe; BILLAUT, François. Combining Chronic Ischemic Preconditioning and Inspiratory Muscle Warm-Up to Enhance On-Ice Time-Trial Performance in Elite Speed Skaters. **Frontiers in physiology**, [S. l.], v. 9, 2018. DOI: 10.3389/FPHYS.2018.01036. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30108521/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RIGANAS, Christos; PAPADOPOULOU, Zacharoula; MARGARITELIS, Nikos V.; CHRISTOULAS, Kosmas; VRABAS, Ioannis S. Inspiratory muscle training effects on oxygen saturation and performance in hypoxemic rowers: Effect of sex. **Journal of sports sciences**, [S. l.], v. 37, n. 22, p. 2513–2521, 2019. DOI: 10.1080/02640414.2019.1646582. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31357915/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

ROŹEK-PIECHURA, Krystyna; KURZAJ, Monika; OKRZYMOWSKA, Paulina; KUCHARSKI, Wojciech; STODÓŁKA, Jacek; MAĆKAŁA, Krzysztof. Influence of Inspiratory Muscle Training of Various Intensities on The Physical Performance of Long-Distance Runners. **Journal of Human Kinetics**, [S. l.], v. 75, n. 2020, p. 127–137, 2020. DOI: 10.2478/hukin-2020-0031. Disponível em: <http://www.johk.pl>. Acesso em: 28 maio. 2024.

SHEI, Ren-Jay; LINDLEY, Martin; CHATHAM, Ken; MICKLEBOROUGH, Timothy D. Effect of flow-resistive inspiratory loading on pulmonary and respiratory muscle function in sub-elite swimmers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [S. l.], v. 56, n. 4, p. 392–398, 2016. Disponível em: <http://www.minervamedica.it>.

SILVA, Rodrigo Luis Cavalcante; HALL, Elliott; MAIOR, Alex Souto. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players. **Journal of bodywork and movement therapies**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 452–455, 2019. DOI: 10.1016/J.JBMT.2019.01.016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31563354/>. Acesso em: 22 maio. 2024.

TAN, Miaoqing; LIANG, Yuxi; LV, Wenting; REN, Hao; CAI, Qijun. The effects of inspiratory muscle training on swimming performance: A study on the cohort of swimming specialization students. **Physiology and Behavior**, [S. l.], v. 271, p. 1–8, 2023. DOI: 10.1016/j.physbeh.2023.114347.

TURNER, Louise A.; TECKLENBURG-LUND, Sandra L.; CHAPMAN, Robert F.; STAGER, Joel M.; WILHITE, Daniel P.; MICKLEBOROUGH, Timothy D. Inspiratory

muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, [S. l.], v. 112, n. 1, p. 127–134, 2012. DOI: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.00954.2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21979803/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

VASCONCELOS, Tiago; HALL, Andreia; VIANA, Rui. The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players - a randomized controlled trial. **Porto biomedical journal**, [S. l.], p. 86–89, 2017. DOI: 10.1016/J.PBJ.2016.12.003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32258593/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

VAŠÍČKOVÁ, Jana; NEUMANNOVÁ, Kateřina; SVOZIL, Zbyněk. The Effect of Respiratory Muscle Training on Fin-Swimmers' Performance. **Journal of Sports Science & Medicine**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 526, 2017. Disponível em: </pmc/articles/PMC5721182/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

VERGES, Samuel; LENHERR, Oliver; HANER, Andrea C.; SCHULZ, Christian; SPENGLER, Christina M. Increased fatigue resistance of respiratory muscles during exercise after respiratory muscle endurance training. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, [S. l.], v. 292, n. 3, 2007. DOI: 10.1152/AJPREGU.00409.2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17068160/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

WATSON, Kathryn; EGERTON, Thorlene; SHEERS, Nicole; RETICA, Sarah; MCGAW, Rebekah; CLOHESSY, Talia; WEBSTER, Penny; BERLOWITZ, David J. **Respiratory muscle training in neuromuscular disease: a systematic review and meta-analysis. European Respiratory Review** European Respiratory Society, , 2022. DOI: 10.1183/16000617.0065-2022.

WILSON, Emma E.; MCKEEVER, Tricia M.; LOBB, Claire; SHERRIFF, Tom; GUPTA, Luke; HEARSON, Glenn; MARTIN, Neil; LINDLEY, Martin R.; SHAW, Dominick E. Respiratory muscle specific warm-up and elite swimming performance. **Br J Sports Med Published**, [S. l.], p. 1–5, 2013. DOI: 10.1136/bjsports-2013.

WU, Chung Yen; YANG, Ting Ya; LO, Pei Yi; GUO, Lan Yuen. Effetti dell'allenamento dei muscoli respiratori sulla prestazione dei tennisti. **Medicina dello Sport**, [S. l.], v. 70, n. 3, p. 318–327, 2017. DOI: 10.23736/S0025-7826.17.02898-8. Accesso em: 19 fev. 2024.

YAÑEZ-SEPULVEDA, Rodrigo; ALVEAR-ORDENES, Ildfonso; TAPIA-GUAJARDO, Alvaro; VERDUGO-MARCHESE, Humberto; CRISTI-MONTERO, Carlos; TUESTA, Marcelo. Inspiratory muscle training improves the swimming performance of competitive young male sprint swimmers. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [S. l.], v. 61, n. 10, p. 1348–1453, 2021. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.11769-4.

YAÑEZ-SEPÚLVEDA, Rodrigo; VERDUGO-MARCHESE, Humberto; DUCLOS-BASTÍAS, Daniel; TUESTA, Marcelo; ALVEAR-ORDENES, Ildfonso. Effects of Inspiratory Muscle Training on Muscle Oxygenation during Vascular Occlusion Testing in Trained Healthy Adult Males. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 19, p. 1–11, 2022. DOI: 10.3390/ijerph192416766.