

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI) COM RESISTOR DE CARGA ALINEAR EM INDÍVIDUOS COM DPOC: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

EFFECTS OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING (IMT) WITH ALINEAR LOAD RESISTOR IN COPD: SYSTEMATIC REVIEW

Manuel Alves da Costa Junior ¹, Giancarlo Borghese Filho², Fleury Ferreira Neto ³

1. Acadêmico do Curso de Fisioterapia da Bahiana – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, brasil ORCID: 0009-0006-4918-0112
2. Acadêmico do Curso de Fisioterapia da Bahiana – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, brasil ORCID:
3. Fisioterapeuta, docente e doutor em Medicina e Saúde Humana pela escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Professor Titular da Escola Bahiana, Bahia, brasil ORCID: 0000-0003-2028-607X

Autor para Correspondência: manueljunior20.2@bahiana.edu.br

RESUMO

Introdução: A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) enfraquece os músculos respiratórios, causando fraqueza muscular respiratória. O treinamento muscular inspiratório (TMI) com resistor de carga alinear recupera a força e a resistência dos músculos respiratórios. **Objetivo:** Investigar os efeitos da resistência e do fortalecimento no treinamento muscular inspiratório (TMI) com resistor de carga alinear. **Método:** Revisão sistemática, realizado um levantamento de artigos publicados nas bases de dados: PubMed, PEDro, Science Direct, Cochrane e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). As buscas foram conduzidas entre janeiro de 2023 e junho de 2024, os descritores combinados foram: "Respiratory Muscle Training" AND "Chronic Obstructive Pulmonary Disease", "Breathing Exercises" AND "COPD", "Resistance Training" OR "Strength Training" AND "Inspiratory Devices" AND "respiratory muscle weakness", Os critérios de elegibilidade incluíram estudos com pacientes diagnosticados com DPOC, que utilizaram dispositivos de carga alinear e apresentaram aptidão física para participar de programas de TMI, além de apresentarem estabilidade clínica nos últimos 2 meses. A seleção dos estudos foi conduzida por revisores independentes, que avaliaram a qualidade metodológica e extraíram os dados da pressão inspiratória máxima (Pi-Máx), da força muscular inspiratória e da tolerância ao exercício, com o objetivo de garantir a consistência e minimizar o viés utilizando a escala PEDro. **Resultados:** Um total de 1065

estudos foram identificados, porém, 5 cumpriram os critérios de elegibilidade. A avaliação dos riscos de viés e dos 11 critérios de qualidade metodológica foi realizada por meio da escala PEDro, que variou entre 4 e 8 escores, com um único artigo alcançando a pontuação máxima de 8, o que demonstra um bom desenho metodológico. Entre os 5 estudos selecionados, 3 estudos graduaram a sessão do TMI por minutos, enquanto outros 2 eram por repetições realizadas, demonstrando uma maior motivação e adesão ao treinamento por repetição e aumento da força muscular. **Conclusão:** O TMI com resistor de carga alinear demonstrou resultados significativos no fortalecimento da musculatura, melhora na capacidade funcional e resistência respiratória. No entanto, a variabilidade metodológica dos estudos indica a necessidade de pesquisas futuras com amostras maiores e homogeneidade para fortalecer as recomendações clínicas.

Palavras-chave: fraqueza muscular, Inspirômetro de incentivo, DPOC, treinamento de resistência.

ABSTRACT

Introduction: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) weakens the respiratory muscles, causing respiratory muscle weakness. Inspiratory muscle training (IMT) with a linear load resistor restores the strength and endurance of respiratory muscles. **Objective:** the effects of resistance and strengthening in inspiratory muscle training (IMT) with a linear load resistor. **Methods:** Systematic review carried out by surveying articles published in the following databases: PubMed, PEDro, Science Direct, Cochrane and Virtual Health Library (VHL). The searches were conducted between January 2023 and June 2024 and the combined descriptors were: "Respiratory Muscle Training" AND "Chronic Obstructive Pulmonary Disease", "Breathing Exercises" AND "COPD", "Resistance Training" OR "Strength Training" AND "Inspiratory Devices AND "respiratory muscle weakness", The eligibility criteria included studies with patients diagnosed with COPD, who used linear loading devices and were physically fit to participate in IMT programs, in addition to presenting clinical stability in the last 2 months. The selection of studies was conducted by independent reviewers, who assessed the methodological quality and extracted data on maximum inspiratory pressure (Pi-Max), inspiratory muscle strength and exercise tolerance, with the aim of ensuring consistency and minimizing bias using the PEDro scale. **Results:** A total of 1065 studies were identified, but 5 met the eligibility criteria. The assessment of the risks of bias and the 11 methodological quality criteria was performed using the PEDro scale, which

ranged from 4 to 8 scores, with a single article reaching the maximum score of 8, which demonstrates a good methodological design. Among the 5 selected studies, 3 studies graded the IMT session by minutes, while another 2 were by repetitions performed, demonstrating greater motivation and adherence to training by repetition and increased muscle strength. **Conclusion:** IMT with an alinear load resistor demonstrated significant results in strengthening muscles, improving functional capacity and respiratory resistance. However, the methodological variability of the studies indicates the need for future research with larger samples and homogeneity to strengthen clinical recommendations.

Keywords: muscle weakness, incentive spirometer, COPD, resistance training.

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma condição caracterizada por uma limitação persistente do fluxo aéreo, inicialmente associada a uma resposta inflamatória anormal nas vias aéreas e nos pulmões.⁽¹⁾ Essa enfermidade não apenas impacta negativamente a função pulmonar, mas também está relacionada a diversas comorbidades, incluindo disfunções musculoesqueléticas, apneia obstrutiva do sono, doenças cardiovasculares, síndrome metabólica, osteoporose, transtornos mentais e câncer de pulmão.⁽²⁻⁴⁾

A inflamação na DPOC contribui para o aumento de mediadores inflamatórios na corrente sanguínea, promovendo estresse oxidativo e manipulação proteica, o que resulta em disfunções musculoesqueléticas e redução da força muscular respiratória.⁽⁵⁻⁶⁾ Esse aspecto está associado a fatores como perda de massa muscular, alterações na composição das fibras físicas e disfunção neuromuscular, agravados por desequilíbrios nutricionais e hipoxemia, que podem impactar negativamente no prognóstico, independentemente da função pulmonar.⁽⁷⁻⁸⁾ A fisiopatologia da DPOC, predominantemente expiratória e obstrutiva, gera limitações no fluxo expiratório, aprisionamento aéreo e hiperinsuflação pulmonar, o que aumenta os volumes pulmonares operacionais e reduz o volume de reserva inspiratória, prejudicando a tolerância ao exercício e a realização de atividades diárias.⁽⁹⁻¹²⁾ Esses fatores são exacerbados pela diminuição da atividade física e causada pelo esforço, levando ao desuso e ao descondicionamento muscular, que intensificam a fraqueza respiratória.⁽¹³⁾

Diante desses desafios, intervenções terapêuticas como o Treinamento Muscular Respiratório (TMR) tornam-se essenciais. Dispositivos como o Pflex, Triflow, Respirom, Voldyne, Threshold IMT e o Power Breathe são amplamente utilizados para incrementar a força muscular inspiratória ou expiratória, proporcionando benefícios significativos.⁽¹⁴⁻¹⁵⁾ No entanto, é importante destacar que a escolha entre resistores lineares e alineares no TMR é estratégica, considerando as necessidades individuais do paciente, como a vantagem do resistor linear do controle preciso da carga e a replicação do treinamento, mas sua principal desvantagem é a menor adaptabilidade às variações naturais do fluxo respiratório.⁽¹⁶⁻¹⁷⁾ Por outro lado, os resistores alineares oferecem maior adaptabilidade das flutuações do padrão respiratório, porém apresentam menor precisão no controle da carga específica, o que pode comprometer a consistência dos resultados. Tantos os resistores de carga linear quanto os resistores de carga alinear, exigem monitoramento cuidadoso, ressaltando a importância dos manômetros ou manovacuômetro para avaliar a pressão durante o treinamento.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾

Pouco se tem estudado sobre o efeito do treinamento muscular inspiratório nas comorbidades respiratórias de pacientes com DPOC. Sendo assim, o objetivo desse estudo é investigar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) com resistor de carga alinear em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), focando na melhoria da pressão inspiratória máxima (Pi-Máx), da força muscular inspiratória e da tolerância ao exercício.

Método

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com os critérios do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).⁽²⁰⁾ O protocolo de estudo foi registrado no banco internacional de registro de revisões sistemáticas (Prospero 0009-0006-4918-0112).⁽²¹⁾

Estratégia de Busca

Para construção do presente artigo, foram avaliados estudos nas seguintes bases de dados eletrônicas: National Library of Medicine (Medline) PubMed, Cochrane e Physiotherapy Evidence Database (PEDro).⁽²²⁾ No período de janeiro de 2023 a junho de 2024, sem restrição para ano de publicação. Para cada base de dados foram utilizadas combinações com o operador booleano “AND” e “OR”, dos seguintes descritores: “DPOC”, “treinamento de resistência”, “fraqueza muscular” e “Inspirômetro de

incentivo”, com os correlatos em inglês: “COPD”, “resistance training”, “muscle weakness” e “incentive spirometer”.

Quadro 1 – Descritores utilizado no (Decs/Mesh)

<i>Busca</i>	<i>Descritores</i>	<i>Operador Booleano</i>
<i>PubMed e BVS</i>	<i>Mesh: "Respiratory Muscle Training" AND "Chronic Obstructive Pulmonary Disease", "Breathing Exercises" AND "COPD", "Resistance Training" OR "Strength Training" AND "Inspiratory Devices"</i>	<i>"OR " e "AND"</i>
<i>Cochrane</i>	<i>"Respiratory Muscle Training" AND "Chronic Obstructive Pulmonary Disease", "Breathing Exercises" AND "COPD", "Resistance Training" OR "Strength Training" AND "Inspiratory Devices"</i>	<i>"OR " e "AND"</i>
<i>PEDro</i>	<i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease AND Inspiratory Muscle Training AND Flow-dependent Resistor OR COPD AND Nonlinear Load Resistor AND Pulmonary Rehabilitation OR Chronic Obstructive Pulmonary Disease AND Breathing Exercises AND Inspiratory Muscle Training AND Respiratory Muscle Strength AND Flow-dependent Resistor</i>	<i>"OR " e "AND"</i>
<i>Science Direct</i>	<i>Chronic Obstructive Pulmonary AND Inspiratory muscle training AND Devices OR COPD AND inspiratory flow exerciser</i>	<i>"OR " e "AND"</i>

Fases de Seleção

A pesquisa foi limitada aos estudos realizados em pacientes com DPOC de forma independente por 2 avaliadores. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, envolvendo o treino resistido como componente de tratamento, e seus efeitos sobre a força muscular respiratória e a capacidade funcional nesse perfil de pacientes. Foram excluídos estudos envolvendo o Programa de Reabilitação Pulmonar como treinamento muscular com resistor linear.

Avaliação da Qualidade Metodológica

Os estudos encontrados foram sistematicamente analisados através de um instrumento específico de avaliação da qualidade metodológica. A escala PEDRo foi elaborada baseando-se na escala Delphi, sendo composta por 11 critérios. ⁽²³⁾ Quanto mais alta a pontuação, melhor é a qualidade do estudo.

Extração dos Dados

A seleção dos artigos foi baseada na verificação e coerência dos títulos de cada estudo, seguidos de leitura dos resumos disponíveis. Aqueles elegíveis, foram posteriormente submetidos a leitura completa e avaliados quanto aos critérios de inclusão pré-estabelecidos. Ao final, um resumo crítico foi elaborado com síntese de informações disponibilizadas pelos artigos incluídos na revisão.

Análise de dados

Conforme o estudo analisado, seus dados foram organizados em uma tabela no Microsoft Excel 2023, contendo as variáveis: autor e ano da publicação; amostra; grupos; intervenção dos grupos e desfecho.

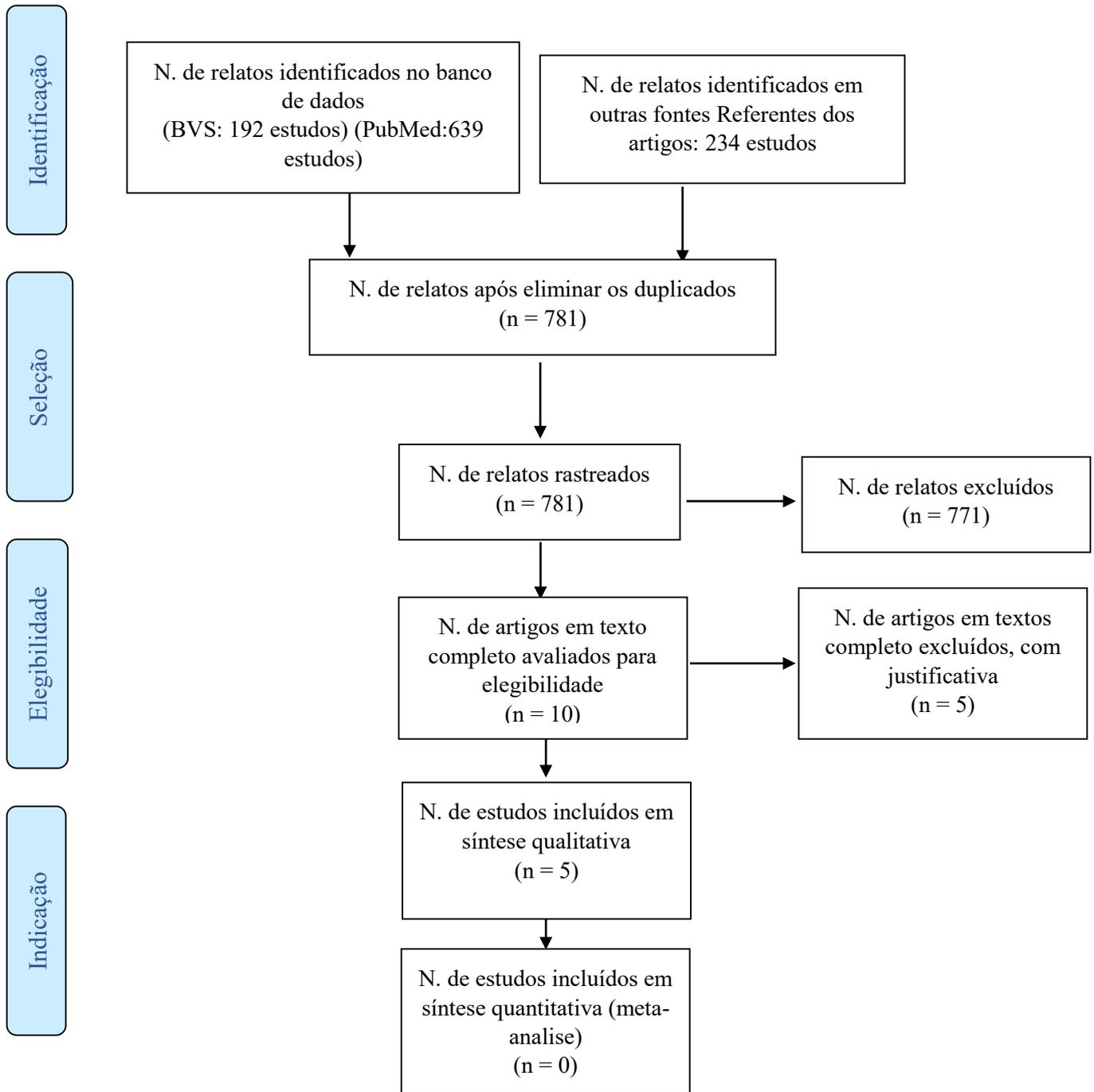
Risco de viés em cada estudo

O risco de viés e a qualidade metodológica dos ensaios incluídos foram avaliados, usando a ferramenta de avaliação e a escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) respectivamente. A escala PEDro foi especialmente projetada para avaliar a qualidade de ensaios de fisioterapia com base em: alocação aleatória; alocação oculta; similaridade entre grupos na linha de base; cegamento de participantes, terapeutas e avaliadores; desistências; análise estatística de intenção de tratar; comparação estatística entre grupos; medidas pontuais; e dados de variabilidade. Uma pontuação PEDro <4 é considerada “ruim”, 4 a 5 “razoável”, 6 a 8 “bom” e 9 a 10 “excelente”.⁽²⁴⁾

Resultados

A busca inicial selecionou um total de 1065 artigos científicos rastreados e analisados após a busca em base de dados e nas referências dos estudos. Após a análise de elegibilidade por meio dos critérios de inclusão e exclusão, fizeram parte desta revisão 5 estudos que atenderam aos critérios de busca indicados. Dos 1065 estudos iniciais encontrados, 771 foram excluídos por não realizarem intervenção de TMI com resistores alineares, 284 registros foram identificados como duplicados e outros motivos de exclusão incluíram: abordagem de doenças pulmonares que não eram DPOC, exclusão de 5 estudos que apresentaram qualidade metodológica inadequada (devido a problemas no controle das variáveis, comprometendo a confiabilidade dos resultados), dificultando a reprodução e a análise crítica das intervenções propostas. (Figura 1)

(Figura 1): Seleção dos estudos para análise



O intervalo de anos das publicações dos estudos variou entre 2005 e 2024. Os principais desfechos de característica respiratória nos quais os estudos focaram seus resultados contemplaram principalmente força muscular e resistência muscular respiratória. (Tabela 1).

Tabela 1. Dados dos estudos selecionados

Autor	Amostra	Grupo(s)	Dispositivo	Prescrição	Frequência Semanal e duração	Intensidade da Carga	Desfecho (s)
Wu et al. /2017	60	Grupo TMI (n=30) Grupo Controle (n=30)	Pflex®	2x/dia	2x/semana por 8 semanas	60% PTPmip	(+) Melhora na força muscular inspiratória após o TMI
González-Montesinos et al. /2021	18	Grupo FBG (n=7) Grupo ONFB (n=7) Grupo controle (n=6)	FeelBreathe®	30min/dia	5x/semana por 8 semanas	30% da Pimáx inicial	(+) Melhora na tolerância ao exercício
Aurélio Arnedillo et al. /2020	16	Grupo FBG (n=7) Grupo ONFB (n=5) Grupo controle (n=4)	FeelBreathe®	60min/dia	8 semanas	Intensidade do treinamento 40 a 75%	(+) Melhora na força dos músculos inspiratórios, combinado com (caminhada de 6 minutos (TC6))

Autor	Amostra	Grupo(s)	Dispositivo	Prescrição	Frequência Semanal e duração	Intensidade da Carga	Desfecho (s)
Elvia Battaglia et al./ 2006	20	Grupo TMI (n=20)	Respivol®	15 min*/dia	3x/semana por 3-6 meses	22% PImax e progredir para tão alto quanto 60% PImax,	(+) Melhora na força muscular inspiratória. (+) Aumento da capacidade funcional e a resistência (caminhada de 6 minutos (TC6)) (+) Melhor adesão ao tratamento
Ozen Kacmaz Basoglu et al./ 2005	32	Grupo IS (n=16) Grupo controle (n=16)	Espirômetro de incentivo Tri-ball.	5 a 10 respirações por sessão, há depender do paciente estar consciente	16 sessões diárias 112 vezes/7 dias	Fluxo: 600, 900 e 1200 mL/s	(+) Melhora no Testes de função pulmonar realizado para avaliar a eficácia do tratamento

Legenda: Treinamento muscular inspiratório (TMI), produto pressão-tempo da pressão máxima inspiratória (PTPmip), Força Muscular Inspiratoria (FMI), respiração com FeelBreathe (FBG), respiração oronasal sem FeelBreathe (ONFB), técnica de respiração lenta e profunda (SDBT), técnica de respiração rápida e profunda (FDBT), espirometria de incentivo (IS).

A fisioterapia convencional, ou cinesioterapia, no DPOC foi o método de tratamento mais utilizado no grupo controle, sendo utilizada em três dos cinco estudos, se tratando da padronização do treinamento três estudos graduaram a sessão por minutos executados entre 15 a 60 minutos. ⁽²⁵⁻²⁷⁾ Enquanto outros dois eram por repetições realizadas, variando entre duas ou dez repetições a depender do nível de consciência do paciente. No total de semanas de treinamento a variação dos estudos foi de oito semanas a seis meses ⁽²⁵⁻²⁸⁾.

A tabela 2 acima demonstra os valores da P_{Imáx} dos grupos antes e após do TMI, utilizando os dispositivos: Pflex®, FeelBreathe® e Respivol®. Observa-se que, após a intervenção, todos os dispositivos resultaram em um aumento nos valores médios de P_{Imáx}, o que indica uma melhoria na força dos músculos respiratórios. Sendo que o dispositivo FeelBreathe® apresentou uma diferença significativa no aumento da P_{Imáx}, com um valor de *p* de 0,0001, indicando um efeito mais articulado no fortalecimento da musculatura respiratória.

(Tabela 2) - Descreve os valores da P_{Imáx} (pressão inspiratória máxima) de um grupo de indivíduos antes e após uma intervenção específica.

Dispositivos	Pré – Intervenção (P _{Imáx})	Pós – Intervenção (P _{Imáx})	Valor de <i>p</i>
Pflex®	-37,3 ± 6,18 cmH ₂ O	- 45,77 ± 5,84 cmH ₂ O	0,002
FeelBreathe®	-75,2 ± 12,8 cmH ₂ O	- 82,7 ± 11,5 cmH ₂ O	0,001
FeelBreathe®	- 93,3±19,1 cmH ₂ O	- 123,0±15,8 cmH ₂ O	0,0001*
Respivol®	- 41,22 ± 3,78 cmH ₂ O	- 58,61 ± 4,43 cmH ₂ O	0,05

Legenda: (P_{Imáx}) Pressão Inspiratória Máxima, as variáveis foram expressas em média, dados retirados dos artigos. ⁽²⁵⁻²⁹⁾

Dos estudos analisados quanto ao risco de viés, os artigos variam em classificação, com o artigo de Basoglu et al. (2005) obteve 4 pontos, indicando um menor rigor metodológico em quanto o artigo de Montesinos et al. (2021) obteve 8 pontos, destacando uma alta qualidade metodológica. (Tabela 3)

(Tabela 3) – Avaliação pela escala PEDro

Artigos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score
Wu et al. et al., 2017	●	●	○	●	○	○	○	●	●	●	●	6
González et al., 2021	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	8
Aurélio et al., 2020	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	6
Elvia Battaglia et al. 2006	●	○	○	●	○	○	○	●	○	●	●	4
Ozen Kacmaz et al./ 2005	●	●	○	●	○	○	○	●	○	●	●	5

1: Critérios de elegibilidade (Não incluído na somatória dos pontos); 2: Alocação aleatória; 3: Alocação secreta; 4: Comparação na linha de base; 5: Cegamento do paciente; 6: Cegamento do terapeuta; 7: Cegamento do avaliador; 8: Mensuração dos resultados; 9: Análise de intenção de tratar; 10: Comparações estatísticas entre grupos; 11: Medidas pontuais e medidas de variabilidade.

Discussão

No presente estudo o resultado obtidos destacaram diferentes abordagens na reabilitação pulmonar para pacientes com DPOC, utilizando dispositivos e técnicas de treinamento respiratório. ⁽²⁵⁻²⁹⁾ Montesinos et al. (2021) e Arnedillo et al. (2020) investigaram o FeelBreathe, relatando melhorias significativas na força muscular inspiratória (P_{Imáx}), na distância percorrida no TC6M em programas supervisionados de curta duração. Basoglu et al. (2005) observaram ganhos na gasometria arterial com a espirometria de incentivo Tri-ball, mas sem impacto funcional significativo. Wu et al. (2017) mostrou que o TMI resistivo foi mais eficaz que o método de limiar na capacidade de exercício. Já Battaglia et al. (2006) demonstrou que o Respirol, usado em reabilitação domiciliar por seis meses, proporcionou aumento contínuo na P_{imáx}.

Os estudos evidenciaram diferenças no impacto em comparação da aplicabilidade dos dispositivos. O FeelBreathe e o Pflex proporcionaram resultados mais imediatos e significativos em programas supervisionados. ⁽²⁶⁻²⁸⁾ Enquanto o Respirol se destacou pela praticidade e por benefícios sustentados em longo prazo. ⁽²⁵⁾ O Tri-ball apresentou benefícios mais modestos, possivelmente devido à sua simplicidade e ao curto período de intervenção. ⁽²⁹⁾ Entre os diferentes contextos de aplicação (supervisionado/domiciliar) pode justificar essas variações, no tempo (geralmente de 7 dias a 6 meses), frequência semanal (de 3 a 7 vezes) e duração das sessões no mínimo (cerca de 15 minutos) e no máximo (carca de 60 minutos), além da padronização da intensidade do treinamento, que demonstrou ser crucial para ganhos consistentes. ⁽²⁵⁻²⁹⁾

O uso do TMI com resistores alineares em pacientes com DPOC é baseada na necessidade de intervenções que maximizem a respiração. ⁽¹⁶⁾ Se destaca por ajustar a resistência de acordo com o fluxo inspiratório, proporcionando um padrão de ondas mais eficiente. ⁽¹⁷⁾ Além disso, a portabilidade e simplicidade de dispositivos como o FeelBreathe® permitem que o treinamento seja realizado em domicílio, aumentando a adesão e oferecendo uma solução prática e de baixo custo. ⁽²⁶⁻²⁷⁾ A inclusão do TMI com carga linear em programas de reabilitação pulmonar deve ser considerada uma estratégia valiosa para pacientes com DPOC, dado o impacto positivo em múltiplos estágios relevantes, como força muscular inspiratória. ⁽¹⁵⁾

Essa revisão destaca a importância de protocolos de TMI bem definidos, incluindo a frequência e a duração do treinamento, além do uso de instrumentos padronizados de monitoramento. A avaliação rigorosa com a escala PEDro forneceu uma base sólida para a prática baseada em evidências, incentivando o uso do TMI com resistência de carga alinear como uma abordagem significativa para o manejo da DPOC, embora os dispositivos revisados apresentem benefícios, há lacunas importantes que limitam a generalização dos resultados. ⁽²²⁾ Estudos futuros devem incluir amostras mais representativas, explorar comparações diretas entre dispositivos e integrar diferentes abordagens em protocolos combinados. Além disso, análises de custo-efetividade e avaliações de longo prazo são essenciais para determinar os impactos na progressão da DPOC e na sobrevida. ⁽²⁵⁻²⁹⁾

Conclusão

O presente estudo demonstrou que o treinamento muscular inspiratório (TMI) com resistor de carga alinear é uma estratégia eficaz para pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Os resultados indicam que o uso desse dispositivo promove melhorias significativas na pressão inspiratória máxima (Pi-Máx), na força muscular inspiratória e na tolerância ao exercício com o aumento da capacidade funcional dos pacientes. Além disso, a resistência adaptativa do resistor favoreceu a eficiência respiratória sua acessibilidade e baixo custo favorecem a adesão ao treinamento, consolidando-os como uma alternativa prática e viável para complementar as estratégias tradicionais.

Referencias:

1. Gold 20120. Glob Initiative Chronic Obstr Lung Dis. [Internet]. 2020. Available from: <https://goldcopd.org/>
2. Chatila WM, Thomashow BM, Minai OA, Criner GJ, Make BJ. Comorbidities in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc*. 2008 May 1;5(4):549-55. doi: 10.1513/pats.200709-148ET. PMID: 18453370; PMCID: PMC2645334.
3. Panetta NL, Krachman S, Chatila WM. Chronic obstructive pulmonary disease and its comorbidities. *Panminerva Med*. 2009 Jun;51(2):115-23. PMID: 19776712.
4. Cavallès A, Brinchault-Rabin G, Dixmier A, Goupil F, Gut-Gobert C, Marchand-Adam S, Meurice JC, Morel H, Person-Tacnet C, Leroyer C, Diot P. Comorbidities of COPD. *Eur Respir Rev*. 2013 Dec;22(130):454-75. doi: 10.1183/09059180.00008612. PMID: 24293462; PMCID: PMC9639181.
5. Supinski GS, Callahan LA. Free radical-mediated skeletal muscle dysfunction in inflammatory conditions. *J Appl Physiol* (1985). 2007 May;102(5):2056-63. doi: 10.1152/jappphysiol.01138.2006. Epub 2007 Jan 11. PMID: 17218425.
6. Gayan-Ramirez G, Decramer M. Mechanisms of striated muscle dysfunction during acute exacerbations of COPD. *J Appl Physiol* (1985). 2013 May;114(9):1291-9. doi: 10.1152/jappphysiol.00847.2012. Epub 2013 Jan 31. PMID: 23372146.
7. Byun MK, Cho EN, Chang J, Ahn CM, Kim HJ. Sarcopenia correlates with systemic inflammation in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2017 Feb 20;12:669-675. doi: 10.2147/COPD.S130790. PMID: 28255238; PMCID: PMC5325093.
8. Jaitovich A, Barreiro E. Skeletal Muscle Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. What We Know and Can Do for Our Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Jul 15;198(2):175-186. doi: 10.1164/rccm.201710-2140CI. Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Sep 15;198(6):824-825. doi: 10.1164/rccm.v198erratum3. PMID: 29554438; PMCID: PMC6058991.
9. Jiménez-Fuentes MA, Gea J, Pallás O, Gallego F, Félez MA, Broquetas JM. Morfometría fibrilar del músculo intercostal externo. Comparación entre los lados dominante y no dominante en pacientes con EPOC severa [Fiber morphometry of the external intercostal muscle. Comparison of dominant and nondominant sides in patients with severe COPD]. *Arch Bronconeumol*. 1998 Apr;34(4):189-93. Spanish. doi: 10.1016/s0300-2896(15)30451-8. PMID: 9611653.

10. Berton DC, Santos ÁH, Bohn I Jr, Lima RQ, Breda V, Teixeira PJ. Effects of indacaterol versus tiotropium on exercise tolerance in patients with moderate COPD: a pilot randomized crossover study. *J Bras Pneumol*. 2016 Sep-Oct;42(5):367-373. doi: 10.1590/S1806-37562015000000334. PMID: 27812637; PMCID: PMC5094874.
11. Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigaré R, Dekhuijzen PN, Franssen F, Gayan-Ramirez G, Gea J, Gosker HR, Gosselink R, Hayot M, Hussain SN, Janssens W, Polkey MI, Roca J, Saey D, Schols AM, Spruit MA, Steiner M, Taivassalo T, Troosters T, Vogiatzis I, Wagner PD; ATS/ERS Ad Hoc Committee on Limb Muscle Dysfunction in COPD. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 May 1;189(9):e15-62. doi: 10.1164/rccm.201402-0373ST. PMID: 24787074; PMCID: PMC4098112.
12. O'Donnell DE. Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Jul;33(7 Suppl):S647-55. doi: 10.1097/00005768-200107001-00002. PMID: 11462073.
13. Osadnik CR, Singh S. Pulmonary rehabilitation for obstructive lung disease. *Respirology*. 2019 Sep;24(9):871-878. doi: 10.1111/resp.13569. Epub 2019 Apr 30. PMID: 31038835.
14. Deshmukh MP, Palekar TJ, Bhakaney PR, Baxi G. Respiratory Muscle Strength and Aerobic Performance Among Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Patients: A Correlational Study. *Cureus*. 2023 Oct 7;15(10):e46625. doi: 10.7759/cureus.46625. PMID: 37937035; PMCID: PMC10626886.
15. da Silva Guimarães B, de Souza LC, Cordeiro HF, Regis TL, Leite CA, Puga FP, Alvim SH, Lugon JR. Inspiratory Muscle Training With an Electronic Resistive Loading Device Improves Prolonged Weaning Outcomes in a Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med*. 2021 Apr 1;49(4):589-597. doi: 10.1097/CCM.0000000000004787. PMID: 33332819.
16. O'Donnell DE, Parker CM. COPD exacerbations . 3: Pathophysiology. *Thorax*. 2006 Apr;61(4):354-61. doi: 10.1136/thx.2005.041830. PMID: 16565268; PMCID: PMC2104611.
17. Goulart Cda L, Simon JC, Schneiders Pde B, San Martin EA, Cabiddu R, Borghi-Silva A, Trimer R, da Silva AL. Respiratory muscle strength effect on linear and nonlinear heart rate variability parameters in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016 Jul 26;11:1671-7. doi: 10.2147/COPD.S108860. PMID: 27555757; PMCID: PMC4968685.

18. Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VAP, Ramalho M, Labadessa IG, Regueiro EMG, Jamami M, Costa D. Reproducibility of inspiratory muscle endurance testing using PowerBreathe for COPD patients. *Physiother Res Int*. 2018 Jan;23(1). doi: 10.1002/pri.1687. Epub 2017 Apr 10. PMID: 28394092.
19. Silveira BMF, Martins HR, Ribeiro-Samora GA, Oliveira LF, Mancuzo EV, Velloso M, Parreira VF. Maximal respiratory pressures: Measurements at functional residual capacity in individuals with different health conditions using a digital manometer. *Braz J Phys Ther*. 2023 Jul-Aug;27(4):100529. doi: 10.1016/j.bjpt.2023.100529. Epub 2023 Aug 1. PMID: 37566990; PMCID: PMC10440449.
20. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed1000097
21. PROSPERO [Internet]. York.ac.uk. 2019. Available from: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/>.
22. Escala PEDro [Internet]. PEDro. Available from <https://pedro.org.au/portuguese/resources/pedro-scale/>.
23. AP Verhagen¹, HC de Vet , RA de Bié , Procurador-Geral Kessels , M Boers , LM Bouter , PG Knipschild., A lista Delphi: uma lista de critérios para avaliação da qualidade de ensaios clínicos randomizados para a realização de revisões sistemáticas desenvolvida pelo consenso Delphi *J Clin Epidemiol* .Dezembro de 1998;51(12):1235-41.doi: 10.1016/s0895-4356(98)00131-0.
24. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020 Jan;66(1):59. doi: 10.1016/j.jphys.2019.08.005. Epub 2019 Sep 11. PMID: 31521549.
25. . Elvia Battaglia¹, Alessandro Fulgenzi , Stefano Bernucci , Mário E Jardins , Maria E Ferrero Home respiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease *Respirology*. 2006 Nov;11(6):799-804. doi: 10.1111/j.1440-1843.2006.00951.x.
26. Aurelio Arnedillo¹, Jose L Gonzalez-Montesinos², Jorge R Fernandez-Santos^{2,3}, Carmen Vaz-Pardal⁴, Carolina España-Domínguez¹, Jesús G Ponce-González^{3,5}. Effects of a Rehabilitation Programme with a Nasal Inspiratory Restriction Device on Exercise Capacity and Quality of Life in COPD. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 May 22;17(10):3669. doi: 10.3390/ijerph17103669.
27. José L Gonzalez-Montesinos¹, Jorge R Fernandez-Santos^{2,3}, Carmen Vaz-Pardal⁴, Jesus G Ponce-Gonzalez^{3,5}, Alberto Marin-Galindo⁵, Aurélio

Arnedillo^{3,6} Effects of a Rehabilitation Programme Using a Nasal Inspiratory Restriction Device in COPD. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Apr 15;18(8):4207. doi: 10.3390/ijerph18084207.

28. Weiliang Wu¹, Lili Guan¹, Xianming Zhang², Xiaoying Li¹, Yuqiong Yang¹, Bingpeng Guo¹, Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. *Respir Med*. Novembro de 2017;132:84-91. DOI: 10.1016/j.rmed.2017.10.001
29. Ozen Kacmaz Basoglu¹, Alev Atasever, Feza Bacakoglu. The efficacy of incentive spirometry in patients with COPD *Respirology*. 2005;10(3):349-53. doi: 10.1111/j.1440-184