TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM PACIENTES COM LESÕES MEDULARES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RESPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURIES: A LITERATURE REVIEW

Juvanir Nascimento Gomes Nunes[1], Mariza Leal de Lucena[1], Igor Ferreira Nunes[1], Rhamon Asafe da Silva Costa[2], Sandra Tuany Alves de Morais[3], Gabriel Martins de Barros[3].

1. Acadêmico do curso de fisioterapia da Afya Centro Universitário Uninovafapi;
2. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal de Parnaíba (UFDPAR);
3. Professor do curso de Fisioterapia da Afya Centro Universitário Uninovafapi.
Autor correspondente: gabrielbmartins97@gmail.com

Eixo Temático: 01 - Saúde

RESUMO

A lesão medular pode comprometer a função respiratória devido à redução da atividade dos músculos ventilatórios, resultando em alterações da capacidade pulmonar, da força muscular respiratória e do desempenho funcional. O treinamento muscular respiratório tem sido utilizado como estratégia de reabilitação para melhorar a força e a resistência da musculatura respiratória nesses indivíduos. Objetivo: sintetizar os resultados de estudos relacionados ao treinamento muscular respiratório e ao condicionamento cardiorrespiratório em pessoas com lesão medular. Método: foi realizada uma revisão de literatura a partir de quatro estudos identificados na base de dados PubMed, selecionados com base na estratégia População, Intervenção, Comparação e Desfecho. Foram incluídos estudos envolvendo indivíduos com lesão medular submetidos a intervenções de treinamento da musculatura respiratória. Resultados: os estudos demonstraram melhora da força muscular inspiratória e expiratória, da função diafragmática, da frequência respiratória e do equilíbrio sentado. Os efeitos mais consistentes foram observados nos desfechos diretamente relacionados à função respiratória, enquanto os resultados referentes ao desempenho esportivo, à independência funcional e à qualidade de vida foram menos uniformes. A heterogeneidade dos protocolos, das populações e dos instrumentos de avaliação dificultou a comparação entre os estudos. Conclusão: o treinamento muscular respiratório apresenta potencial benefício na reabilitação de pessoas com lesão medular, especialmente para a melhora da função e da força muscular respiratória. Entretanto, são necessários estudos com amostras maiores e protocolos mais padronizados para determinar sua eficácia e aplicabilidade clínica.

Palavras-chave: Lesão Medular. Músculos Respiratórios. Exercícios Respiratórios. Reabilitação.

ABSTRACT

Spinal cord injury may impair respiratory function due to reduced activity of the ventilatory muscles, resulting in changes in pulmonary capacity, respiratory muscle strength, and functional performance. Respiratory muscle training has been used as a rehabilitation strategy to improve respiratory muscle strength and endurance in these individuals. Objective: to synthesize the results of studies related to respiratory muscle training and cardiorespiratory conditioning in individuals with spinal cord injury. Method: a literature review was conducted based on four studies identified in the PubMed database and selected according to the Population, Intervention, Comparison, and Outcome strategy. Studies involving individuals with spinal cord injury undergoing respiratory muscle training interventions were included. Results: the studies demonstrated improvements in inspiratory and expiratory muscle strength, diaphragmatic function, respiratory rate, and sitting balance. The most consistent effects were observed in outcomes directly related to respiratory function, whereas results regarding sports performance, functional independence, and quality of life were less uniform. The heterogeneity of protocols, populations, and assessment instruments made comparisons among studies difficult. Conclusion: respiratory muscle training shows potential benefits in the rehabilitation of individuals with spinal cord injury, particularly by improving respiratory function and respiratory muscle strength. However, studies with larger samples and more standardized protocols are needed to determine its effectiveness and clinical applicability.

Keywords: Spinal Cord Injuries. Respiratory Muscles. Breathing Exercises. Rehabilitation.

INTRODUÇÃO

A lesão medular (LM) constitui uma condição incapacitante que afeta a estrutura e a função da medula espinhal, que pode causar alterações motoras, sensitivas e autonômicas. Pode ser causada por trauma, inflamação e tumores. O comprometimento respiratório é particularmente relevante nas lesões cervicais e torácicas altas, devido à redução da inervação do diafragma, dos músculos intercostais e da musculatura abdominal. Essas alterações podem resultar em redução da capacidade vital, diminuição das pressões respiratórias, padrão ventilatório superficial, tosse ineficaz, fadiga e maior risco de infecções pulmonares. Além de ser considerada uma das principais causas de morte em pacientes com LM.[1]

Além da função ventilatória, o diafragma participa do controle postural e da estabilização do tronco. Dessa forma, déficits na função inspiratória podem repercutir sobre o equilíbrio sentado, a independência funcional e o desempenho durante atividades físicas. Em atletas com lesão medular, as limitações cardiorrespiratórias também podem contribuir para o aparecimento precoce da fadiga durante o exercício. [1,2]

O treinamento muscular respiratório, sobretudo o treinamento muscular inspiratório, busca aumentar a força e a resistência dos músculos ventilatórios mediante sobrecarga progressiva. Diferentes recursos podem ser empregados, como dispositivos de resistência ao fluxo, dispositivos de limiar de pressão, ventilação com suporte pressórico, exercícios diafragmáticos e treinamento aeróbico de membros superiores. [1,2]

Apesar dos resultados promissores, há diferenças importantes entre os estudos quanto ao nível neurológico da lesão, à fase da reabilitação, ao estado ventilatório, à intensidade e frequência do treinamento e aos instrumentos de avaliação. Portanto, é necessário analisar criticamente as evidências disponíveis, distinguindo os efeitos específicos do treinamento respiratório daqueles decorrentes da reabilitação convencional ou do condicionamento físico geral.

O objetivo desta revisão foi sintetizar os resultados de quatro estudos relacionados ao treinamento muscular respiratório e ao condicionamento cardiorrespiratório em pessoas com lesão medular.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão de literatura a partir de quatro estudos identificados na base de dados PubMed e selecionados previamente. Os estudos foram selecionados a partir da acrônimo PICO (P: pacientes com lesão medular; I: Treino da musculatura inspiratória; C: placebo; O: função respiratória).

Os descritores em saúde foram selecionados através do Decs e Mesh, resultando nos descritores: *Spinal Cord Injuries* e *Breathing Exercises.* Também foram combinados os descritores e sinônimos através dos operadores booleanos *AND* e *OR*.

Os critérios de inclusão foram estudos que possuíam pacientes com lesões medulares e que realizam o treinamento da musculatura respiratória (inspiração e expiração). Foram excluídos estudos que não possuíam intervenção de treinamento musculatura respiratória e

que os pacientes apresentavam outras patologias, como lesões medulares a partir de doenças genéticas.

As buscas foram realizadas na base de dados Pubmed no período de 28/08/2026 a 29/08/2026. E os resultados foram organizados em uma tabela com cinco colunas: identificação, população, método, resultados e limitações. A síntese foi realizada de forma narrativa e comparativa, considerando a heterogeneidade dos estudos e a possibilidade de comparação entre os protocolos de intervenção.

RESULTADOS

Foram selecionados 4 artigos para compor a revisão de literatura. Os dados extraídos dos artigos foram apresentados na tabela de resultados.

Identificação	**Amostra**	**Desenho de estudo**	**Avaliação**	**Resultados**
Zhang et al., 2025.	56 (lesões C3-C6)	ECR. GC: cuidados básicos; GE: cuidados básicos, respiração diafragmática e ventilador no modo suporte. 15min, 2x/dia.	ED, MD e VCD por ultrassonografia FR, TRV.	**ED**: GE: 2,05±0,25 para 2,38±0,30 mm ; GC: 2,02±0,22 para 2,05±0,23 mm. ; **MD:** GE: 1,52±0,20 para 1,85±0,25 mm; GC: alteração mínima; **VC**: 1,20±0,15 para 1,45±0,20 cm/s; **FR:** de 20,3±3,4 para 16,0±2,5 ipm. TRV: 14,1±1,5 versus 20,2±2,0 dias; P=0,002.
Gambhir, Mitra e Palermo, 2026.	44 (lesões C4-T6)	ECR. Ambos os grupos: cuidados convencionais; GE: TMI (dispositivo PrO2Fit), 4x/sem, por 6 sem.	FIST-SCI, PIM, PIMS, TIF.	Melhora no equilíbrio sentado (GE e GC); GE: FIST-SCI médio 7,8 pontos > GC. PIM; PIMS, TIF melhoraram significativamente apenas no grupo experimental.
Fischer et al., 2026.	5 (Lesões T1-L1)	Estudo descritivo Pré e Pós. TMI realizado com PowerBreathe. 30 Esforços inspiratórios, 2x/dia, 6x/sem, 6 sem. Carga inicial: 60% da PIM	Espirometria, PImax, PEmax, TCCB, VO2pico, lactato, frequência cardíaca, percepção de esforço e tempo até a exaustão em protocolo específico de esgrima.	PImax e PEmax aumentaram 10,9% e 15,5%. Lactato com grande tamanho de efeito, 0,87. Sem melhora evidente no tempo do protocolo específico, FR pico ou percepção de dispneia. O efeito direto do IMT sobre o desempenho esportivo (DE) permaneceu inconclusivo. Tempo DE no protocolo apresentou forte correlação com o VO2pico do cicloergômetro de braços: r=0,90; P=0,037.

Juvenal e Savordelli, 2016. Brasil.	3 (lesões C6-C7)	Estudo descritivo Pré e Pós. 6 sem, 2x/sem. Alongamento da musculatura acessória, fortalecimento musculatura preservada e 15 min de cicloergômetro de MMSS.	ASIA, Functional Independence Measure, SF-36, manovacuometria e espirometria	A PImax aumentou 40% no participante cervical(PC) , 53,4% no torácico (PT) e 20% no lombar (PL). PT houve aumento de 7% na CVF e 3% no VEF1. PC a CVF aumentou 5% e o VEF1, 4%. PL apresentou redução de 6% na CVF e 5% no VEF1, possivelmente influenciada por histórico de tabagismo e fatores emocionais. Sem alterações na independência funcional ou na qualidade de vida.

Legenda: Tabela de resultados. Siglas: ECR: ensaio clínico randomizado; GC: grupo controle; GE: grupo experimental; ED: espessura diafragmática; MD: mobilidade diafragmática; VCD: velocidade de contração diafragmática; FR: frequência respiratória; IPM: incursões por minuto; TRV: tempo de retirada da ventilação; TMI: treinamento da musculatura inspiratória; PIMáx (PImax): pressão inspiratória máxima; PIMS: pressão inspiratória máxima sustentada; TIF: teste do índice de fadiga; FIST-SCI: *Function in Sitting Test for Spinal Cord Injury*; SCI: lesão medular; PEMáx (PEmax): pressão expiratória máxima; VO_2pico: consumo de oxigênio de pico; ASIA: *American Spinal Injury Association*; FIM: Medida de Independência Funcional; SF-36: *Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey*; CVF: capacidade vital forçada; VEF_1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF_1/CVF: relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; MMSS: membros superiores.

Os quatro estudos sugerem que intervenções direcionadas à musculatura respiratória podem promover benefícios em pessoas com lesão medular, especialmente na força inspiratória e em parâmetros relacionados à função ventilatória.

O ensaio clínico de Gambhir, Mitra e Palermo apresentou a evidência metodológica mais robusta. A adição do TMI à assistência convencional promoveu maior melhora do equilíbrio sentado e dos parâmetros respiratórios. O aumento observado no FIST-SCI, associado aos ganhos em PIM, PIMS e TIF, sugere que o fortalecimento da musculatura inspiratória pode contribuir tanto para a função respiratória quanto para a estabilidade do tronco.

Zhang et al. demonstraram melhora em parâmetros ultrassonográficos do diafragma, incluindo espessura, mobilidade e velocidade de contração. A redução da frequência respiratória e do tempo de retirada da ventilação mecânica também sugere maior eficiência ventilatória. Entretanto, os resultados devem ser interpretados com cautela devido ao tamanho amostral, ao contexto hospitalar e à inclusão exclusiva de pacientes com lesões cervicais.

Em atletas de esgrima em cadeira de rodas, Fischer et al. observaram aumento da PIMáx e PEMáx após seis semanas de treinamento. Contudo, esses ganhos não resultaram em melhora consistente do desempenho esportivo, indicando que a performance depende de múltiplos fatores, como condicionamento aeróbico, técnica e força dos membros superiores. A associação entre VO_2pico e desempenho reforça a importância do condicionamento aeróbico nesse contexto.

Juvenal e Savordelli observaram melhora da força inspiratória e de parâmetros espirométricos após uma intervenção envolvendo exercícios para membros superiores e fisioterapia. Entretanto, por se tratar de uma intervenção combinada e de uma amostra reduzida, não é possível atribuir os resultados exclusivamente a uma modalidade específica de treinamento.

De modo geral, os efeitos mais consistentes foram observados em desfechos diretamente relacionados à intervenção, como PIMáx, PEMáx, PIMS, TIF e parâmetros ultrassonográficos do diafragma. Já os efeitos sobre independência funcional, qualidade de vida e desempenho esportivo foram menos uniformes, possivelmente por dependerem de fatores como nível e completude da lesão, controle de tronco, força dos membros superiores e condicionamento físico.

A heterogeneidade dos protocolos, incluindo intensidade, frequência, duração e tipo de intervenção, dificulta a definição de um protocolo ideal. Além disso, a resposta ao treinamento pode variar conforme o nível neurológico e a gravidade da lesão. Assim, embora os resultados indiquem potencial benefício das intervenções respiratórias na reabilitação da lesão medular, são necessários estudos com amostras maiores e protocolos mais padronizados para definir sua eficácia e aplicabilidade clínica.

CONCLUSÃO

O treinamento muscular respiratório mostra-se promissor na reabilitação de pessoas com lesão medular, promovendo ganhos na força e resistência respiratória, função diafragmática, frequência respiratória e equilíbrio sentado. Entretanto, seus efeitos sobre desempenho esportivo, independência funcional e qualidade de vida ainda são incertos, podendo depender da associação com outras estratégias de reabilitação e das características individuais dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yao S, Guo H, Ma F, Chi A. Effectiveness of respiratory muscle training on pulmonary function recovery in patients with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. PeerJ. 2025;13:e20373. Published 2025 Nov 28. doi:10.7717/peerj.20373
2. Zhang X, Zhang X, Yang D, Liu L, Huo X, Deng Z. Ultrasound monitoring respiratory muscle rehabilitation training can promote the recovery of diaphragmatic function in traumatic spinal cord injury patients. Eur J Med Res. 2025;30:733. doi:10.1186/s40001-025-03023-2.
3. Gambhir K, Mitra S, Palermo AE. Inspiratory muscle training enhances functional sitting balance more than usual care in individuals with spinal cord injury: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2026;107:178-187. doi:10.1016/j.apmr.2025.09.017.
4. Fischer G, Kons RL, da Silva KC, Pavani RM, Berton DC, Detanico D, et al. Inspiratory muscle training in wheelchair athletes: effects on respiratory function and para fencing performance. Phys Ther Sport. 2026;78:101900. doi:10.1016/j.ptsp.2026.101900.
5. Juvenal EAO, Savordelli CL. A eficácia do cicloergômetro no condicionamento cardiovascular em pacientes com lesão medular. Rev Soc Bras Clin Med. 2016;14(3):151-155.