

Efeitos da liberação miofascial do diafragma sobre a dor musculoesquelética, a mobilidade torácica e o desempenho funcional em corredores: estudo quase-experimental

Effects of Diaphragm Myofascial Release on Musculoskeletal Pain, Thoracic Mobility, and Functional Performance in Runners: A Quasi-Experimental Study

Pablo Miranda Andrade
Kamille Aparecida Pereira
Leticia Vilas Boas Fernandes

RESUMO

Introdução: o diafragma participa da ventilação e do controle postural do tronco, o que motiva a investigação de técnicas manuais direcionadas à região toracoabdominal em populações esportivas. Em corredores, a exposição repetida a cargas mecânicas favorece sintomas musculoesqueléticos, mas os efeitos da liberação miofascial diafragmática sobre dor, mobilidade torácica e desempenho ainda são pouco documentados. **Objetivo:** avaliar os efeitos de uma série de sessões de liberação miofascial do diafragma sobre a dor musculoesquelética autorreferida, a mobilidade torácica, as pressões respiratórias máximas e o desempenho no teste de corrida de 3 km em corredores. **Métodos:** estudo quase-experimental, longitudinal, sem grupo controle, conduzido com 10 corredores recrutados em Machado e Lambari (MG). Cada participante recebeu até seis sessões de liberação miofascial do diafragma, com intervalo aproximado de duas semanas. Foram avaliadas a intensidade da dor pela Escala Numérica de Dor (END), a mobilidade torácica por cirtometria nos níveis axilar, xifoidiano e basal, as pressões inspiratória e expiratória máximas por manovacuometria e o desempenho em teste de corrida de 3 km (tempo total, frequência

cardíaca final e percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg 6–20). A análise principal comparou a primeira e a última sessão registrada por participante; a normalidade das diferenças foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, aplicando-se teste t pareado ou teste de Wilcoxon conforme o pressuposto, além do teste de Friedman entre as seis sessões nos participantes que completaram o protocolo. Adotou-se $\alpha = 0,05$. Resultados: nove participantes tinham ao menos duas sessões e cinco completaram as seis sessões previstas. A dor musculoesquelética reduziu de $5,56 \pm 2,19$ para $2,11 \pm 2,32$ pontos ($\Delta = -3,44$; $p = 0,003$; $d = -1,40$), com 77,8% dos participantes atingindo redução igual ou superior a dois pontos. Entre os que completaram o protocolo, a redução foi de $6,20 \pm 0,84$ para $1,00 \pm 1,73$ pontos ($p = 0,002$; $d = -3,16$), com efeito consistente ao longo das sessões (Friedman: $\chi^2 = 22,07$; $p < 0,001$; $W = 0,88$). Não houve alteração significativa da mobilidade torácica em nenhum nível avaliado, do tempo no teste de 3 km (13:01 para 12:49; $p = 0,309$) nem da percepção de esforço. As pressões respiratórias máximas apresentaram aumento de magnitude pequena e interpretação limitada pela qualidade do registro. Conclusão: a série de sessões de liberação miofascial do diafragma foi acompanhada de redução clinicamente relevante da dor musculoesquelética autorreferida, sem modificação da mobilidade torácica, do desempenho funcional ou da percepção de esforço. O delineamento sem grupo controle e a perda amostral de 50% impedem a atribuição causal do efeito à técnica, de modo que os achados devem ser considerados exploratórios e geradores de hipóteses.

Palavras-chave: Diafragma. Terapia manual. Corrida. Dor musculoesquelética. Fisioterapia esportiva.

ABSTRACT

Introduction: the diaphragm contributes to both ventilation and trunk postural control, which motivates the investigation of manual techniques applied to the thoracoabdominal region in athletic populations. In runners, repeated exposure to mechanical loading favours musculoskeletal symptoms, yet the effects of diaphragmatic myofascial release on pain, chest wall mobility and performance remain poorly documented. Objective: to assess the effects of a series of diaphragmatic myofascial release sessions on self-reported musculoskeletal pain, chest wall mobility, maximal respiratory pressures and 3 km running performance in runners. Methods: quasi-experimental, longitudinal, uncontrolled study with 10 runners recruited in Machado and Lambari (Minas Gerais, Brazil). Each participant received up to six sessions of diaphragmatic myofascial release, approximately two weeks apart. Outcomes were pain

intensity (Numerical Rating Scale), chest wall mobility by cirtometry at axillary, xiphoid and basal levels, maximal inspiratory and expiratory pressures by manovacuometry, and 3 km running performance (total time, end-test heart rate and rating of perceived exertion on the Borg 6–20 scale). The primary analysis compared the first and last recorded session per participant. Normality of differences was assessed with the Shapiro-Wilk test, followed by paired t-test or Wilcoxon signed-rank test, plus Friedman test across the six sessions among protocol completers. Alpha was set at 0.05. Results: nine participants had at least two sessions and five completed all six sessions. Musculoskeletal pain decreased from 5.56 ± 2.19 to 2.11 ± 2.32 points ($\Delta = -3.44$; $p = 0.003$; $d = -1.40$), with 77.8% of participants reaching a reduction of at least two points. Among completers, pain decreased from 6.20 ± 0.84 to 1.00 ± 1.73 points ($p = 0.002$; $d = -3.16$), with a consistent trend across sessions (Friedman: $\chi^2 = 22.07$; $p < 0.001$; $W = 0.88$). No significant changes were observed in chest wall mobility at any level, in 3 km running time (13:01 to 12:49; $p = 0.309$) or in perceived exertion. Maximal respiratory pressures showed small increases whose interpretation was limited by data recording quality. Conclusion: the series of diaphragmatic myofascial release sessions was accompanied by a clinically relevant reduction in self-reported musculoskeletal pain, without changes in chest wall mobility, functional performance or perceived exertion. The uncontrolled design and the 50% attrition rate preclude causal attribution, so the findings should be regarded as exploratory and hypothesis-generating.

Keywords: Diaphragm. Manual therapy. Running. Musculoskeletal pain. Sports physical therapy.

1 INTRODUÇÃO

A corrida é uma das modalidades esportivas de maior adesão popular, praticada tanto de forma recreacional quanto competitiva. Apesar dos benefícios cardiovasculares e metabólicos consolidados, a exposição repetida às cargas de impacto impostas pelo treinamento cria condições favoráveis ao surgimento de sobrecargas teciduais e de sintomas musculoesqueléticos. Hreljac (2004) descreve que a ocorrência de lesões por sobreuso em corredores decorre do desequilíbrio entre a magnitude da carga aplicada e a capacidade individual de suportá-la e de se recuperar, o que sustenta o interesse por intervenções capazes de modular a resposta do sistema musculoesquelético a essa demanda.

Nesse cenário, o diafragma tem recebido atenção crescente da fisioterapia esportiva. Trata-se do principal músculo inspiratório, mas sua participação ultrapassa a função

ventilatória. Hodges et al. (2005) demonstraram, por meio de registros eletromiográficos e de pressão transdiafragmática, que o diafragma se contrai de forma antecipatória durante ajustes posturais rápidos, evidenciando envolvimento direto no controle e na estabilização do tronco. Essa dupla função tem sido interpretada como um ponto de convergência entre a mecânica respiratória e o controle motor axial, com implicações potenciais para populações submetidas a cargas repetitivas.

Do ponto de vista das conexões anatômicas, Bordoni et al. (2018) discutem, no contexto da medicina manual osteopática, as relações do diafragma com estruturas fasciais, viscerais e musculoesqueléticas adjacentes, sugerindo que alterações de tensão e de mobilidade nessa região poderiam repercutir sobre a mecânica corporal em segmentos distantes. Trata-se, contudo, de formulação hipotética que não estabelece, por si só, efeito terapêutico de qualquer técnica específica, e que precisa ser confrontada com evidência experimental.

A literatura sobre intervenções manuais direcionadas ao diafragma é ainda restrita e concentrada em populações clínicas ou em desfechos imediatos. Rocha et al. (2015), em ensaio clínico randomizado com pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, observaram aumento da mobilidade diafragmática, da capacidade inspiratória e da capacidade de exercício após a aplicação da técnica de liberação manual do diafragma. González-Álvarez et al. (2016), em ensaio randomizado com 80 adultos saudáveis, verificaram aumento da excursão da caixa torácica no nível xifoidiano e da flexibilidade da cadeia posterior imediatamente após uma técnica de alongamento diafragmático, em comparação com procedimento placebo. Esses achados sustentam a plausibilidade da intervenção, mas foram obtidos em contextos distintos daquele do corredor treinado.

No campo respiratório aplicado ao desempenho, a revisão sistemática com metanálise de Illi et al. (2012) evidenciou que o treinamento da musculatura respiratória pode melhorar o desempenho no exercício em indivíduos saudáveis, e McConnell (2013) discute o treinamento muscular inspiratório como recurso ergogênico. Wong et al. (2024) reforçaram, em atletas de levantamento de peso, a relação entre função diafragmática, dor lombar crônica e desempenho esportivo. Cabe notar, entretanto, que os ganhos descritos nesses estudos decorrem de protocolos de sobrecarga progressiva da musculatura inspiratória, e não de técnicas manuais passivas — distinção relevante ao se formular expectativas sobre a intervenção aqui investigada.

Permanece, portanto, uma lacuna específica: não está documentado, em corredores treinados, o comportamento conjunto da dor musculoesquelética, da mobilidade torácica, da força muscular respiratória e do desempenho funcional ao longo de uma série de sessões de liberação miofascial do diafragma. A investigação simultânea dessas variáveis, ainda que em delineamento exploratório, permite descrever a direção e a magnitude das respostas observadas e orientar o desenho de estudos controlados futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de uma série de sessões de liberação miofascial do diafragma sobre a dor musculoesquelética e o desempenho funcional em corredores.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a intensidade da dor musculoesquelética autorreferida entre a primeira e a última sessão de intervenção.
- Comparar a mobilidade torácica, avaliada por cirtometria nos níveis axilar, xifoidiano e basal, entre os momentos de avaliação.
- Comparar as pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) entre os momentos de avaliação.
- Comparar o desempenho no teste de corrida de 3 km, considerando tempo total, frequência cardíaca ao final do teste e percepção subjetiva de esforço.
- Descrever o comportamento das variáveis ao longo das seis sessões previstas no subgrupo que completou o protocolo.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento do estudo

Trata-se de estudo quase-experimental, quantitativo e longitudinal, do tipo antes e depois, sem grupo controle e sem randomização, no qual todos os participantes receberam a mesma intervenção. O delineamento foi escolhido pela natureza exploratória da questão de pesquisa e pela indisponibilidade de amostra suficiente para alocação em grupos, com a limitação inerente, já apontada por Hulley et al. (2013), de que estudos sem grupo de

comparação não permitem separar o efeito da intervenção de efeitos de tempo, de expectativa e de regressão à média.

Cabe registrar uma diferença entre o protocolo submetido à apreciação ética e a execução da coleta. O protocolo original previa um único momento de intervenção com reavaliação entre 24 e 48 horas. A coleta efetivamente realizada consistiu em até seis sessões de intervenção por participante, com reavaliação completa a cada sessão e intervalo aproximado de duas semanas entre elas, totalizando cerca de três meses de acompanhamento. A presente análise descreve o protocolo tal como executado, e essa alteração é retomada na seção de limitações.

3.2 Local e período

A coleta foi realizada em ambientes clínicos autorizados nos municípios de Machado (MG) e Lambari (MG), entre maio e julho de 2026, por duas equipes de coleta previamente treinadas no protocolo de avaliação e na aplicação da técnica.

3.3 Participantes

Foram recrutados, por conveniência, 10 corredores em locais de treinamento esportivo dos municípios envolvidos. Adotaram-se como critérios de inclusão: idade entre 18 e 45 anos; prática regular de corrida há pelo menos dois anos; participação em competições oficiais de 10 km, meia maratona ou maratona; disponibilidade para comparecer às avaliações; e concordância voluntária mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram adotados como critérios de exclusão: lesão musculoesquelética aguda nos últimos três meses; cirurgia torácica ou abdominal nos últimos seis meses; doença respiratória crônica descompensada; uso contínuo de medicação com interferência sobre a função respiratória ou sobre a percepção de esforço; e condições clínicas que contraindicassem esforço físico moderado a intenso.

3.4 Variáveis e instrumentos

Dor musculoesquelética. Desfecho primário, mensurado pela Escala Numérica de Dor (END), graduada de 0 a 10, na qual 0 corresponde à ausência de dor e 10 à pior dor imaginável. O participante indicou a intensidade da sua queixa principal no início de cada sessão, sendo registrada também a localização do sintoma (membros inferiores, região lombar ou ambas). Para interpretação clínica, adotaram-se os pontos de corte propostos por Salaffi et

al. (2004), segundo os quais uma redução de dois pontos ou de 33% na escala numérica corresponde a melhora clinicamente importante.

Mobilidade torácica. Avaliada por cirtometria com fita métrica inextensível, com o participante em decúbito dorsal, nos níveis axilar, xifoidiano e basal. Em cada nível foram registradas as circunferências em inspiração máxima e em expiração máxima, sendo o coeficiente de amplitude calculado pela diferença entre elas. O método apresenta confiabilidade intra e interexaminadores documentada em adultos saudáveis (CALDEIRA et al., 2007).

Pressões respiratórias máximas. A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) foram obtidas por manovacuometria digital, com três manobras máximas por medida e registro do maior valor válido, conforme prática usual descrita na literatura de referência para a população brasileira (NEDER et al., 1999).

Desempenho funcional. Avaliado por teste de corrida de 3 km em percurso plano, registrando-se o tempo total de execução, a frequência cardíaca ao final do teste e a percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg de 6 a 20 (BORG, 1982). O ritmo médio (pace) foi calculado a partir do tempo total dividido pela distância.

Variáveis hemodinâmicas complementares. Foram registradas em cada sessão a pressão arterial, a frequência cardíaca e a saturação periférica de oxigênio, antes e após os procedimentos, com finalidade de monitorização da segurança.

3.5 Protocolo de intervenção

A técnica de liberação miofascial do diafragma foi aplicada por fisioterapeuta habilitado, com o participante em decúbito dorsal, joelhos fletidos e pés apoiados. O terapeuta posicionou-se à cabeceira, introduzindo progressivamente as polpas digitais sob o rebordo costal inferior, bilateralmente, acompanhando os ciclos respiratórios: durante a expiração, aprofundava-se o contato em direção cranial e posterior; durante a inspiração, sustentava-se a posição alcançada, sem forçar além do limiar de tolerância relatado pelo participante. Cada sessão teve duração aproximada de cinco a dez minutos. As sessões foram repetidas com intervalo aproximado de duas semanas, até o máximo de seis por participante.

3.6 Análise estatística

Os dados foram organizados em planilha eletrônica e analisados em ambiente Python 3, com as bibliotecas pandas e SciPy. A caracterização da amostra empregou estatística descritiva, com média e desvio-padrão para variáveis contínuas e frequências absolutas e relativas para variáveis categóricas.

A análise principal comparou a primeira e a última sessão registrada de cada participante, estratégia que aproveita toda a informação disponível dos participantes com pelo menos duas avaliações e corresponde, na prática, a uma abordagem de última observação transportada. Uma análise complementar por protocolo restringiu-se aos participantes que completaram as seis sessões previstas, comparando a primeira com a sexta sessão e aplicando o teste de Friedman para descrever o comportamento das variáveis ao longo de todas as sessões, com o coeficiente W de Kendall como medida de concordância.

Conforme previsto no protocolo, a normalidade das diferenças pareadas foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando o pressuposto foi atendido ($p > 0,05$), aplicou-se o teste t de Student pareado, com os de Cohen para amostras pareadas como medida de tamanho de efeito; quando não foi atendido, aplicou-se o teste de Wilcoxon para postos sinalizados, com o coeficiente r como tamanho de efeito. Adotou-se um nível de significância de 5% para todos os testes.

Duas decisões analíticas merecem registro explícito. Primeiro, apenas a dor musculoesquelética foi definida como desfecho primário; todas as demais comparações são de natureza exploratória e não receberam correção para múltiplas comparações, de modo que seus valores de p devem ser lidos como descritivos. Segundo, em amostras muito pequenas o teste de Wilcoxon possui limite inferior de significância determinado pelo próprio tamanho amostral: com $n = 5$, o menor valor de p bilateral possível é 0,0625, o que impossibilita alcançar significância estatística nessa condição independentemente da magnitude do efeito. Esse limite foi considerado na interpretação dos resultados do subgrupo por protocolo.

3.7 Aspectos éticos

O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa competente antes do início do recrutamento, em conformidade com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após esclarecimento sobre objetivos, procedimentos, riscos e benefícios, sendo assegurado o direito de retirar o consentimento a qualquer momento sem prejuízo. Os dados

foram identificados por códigos e tratados de forma confidencial, com uso restrito às finalidades acadêmicas descritas no protocolo.

4 RESULTADOS

4.1 Fluxo de participantes e caracterização da amostra

Dos 10 corredores recrutados e submetidos à primeira sessão, um participante registrou apenas uma avaliação e foi excluído da análise pareada, restando nove participantes na comparação entre a primeira e a última sessão. Cinco participantes completaram as seis sessões previstas e compuseram a análise por protocolo. As descontinuações ocorreram por interrupção do treinamento de corrida, por artralgia com suspeita de tendinopatia posterior e por não comparecimento às sessões subsequentes, resultando em taxa de retenção completa de 50%. O fluxo de participantes está apresentado na Figura 1.

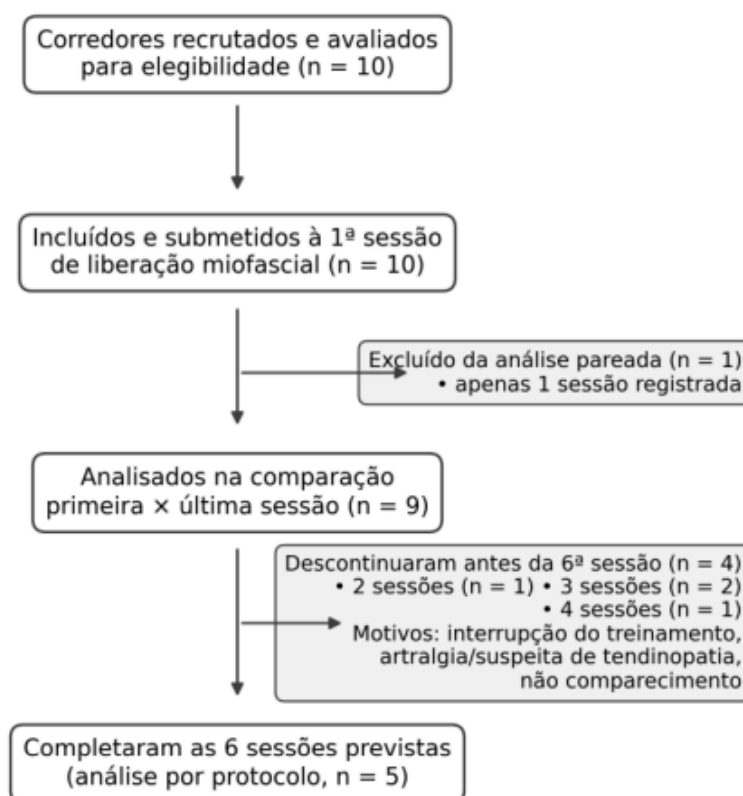


Figura 1 — Fluxo de participantes ao longo do estudo. Fonte: dados da pesquisa (2026).

A amostra foi composta por 10 corredores, sendo 6 do sexo masculino e 4 do sexo feminino, com idade média de $34,7 \pm 7,1$ anos e tempo médio de prática de corrida de $3,5 \pm 1,6$ anos. Todos praticavam corrida entre duas e seis vezes por semana e associavam treinamento de força na mesma frequência. Na primeira sessão, 8 dos 10 participantes (80%) referiam dor musculoesquelética, localizada em membros inferiores, região lombar ou em ambos os segmentos. As características da amostra estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 — Caracterização da amostra (n = 10)

Característica	Valor
Idade (anos)	34,7 ± 7,1 (26–46)
Sexo — feminino / masculino	4 (40%) / 6 (60%)
Massa corporal (kg)*	67,0 ± 5,1
Estatura (m)*	1,70 ± 0,06
Índice de massa corporal (kg/m²)*	23,3 ± 2,1
Tempo de prática de corrida (anos)	3,5 ± 1,6 (2–6)
Frequência semanal de corrida	2 a 6 sessões

Característica	Valor
Frequência semanal de musculação	2 a 6 sessões
Tipo de tórax — mediolíneo / longilíneo	6 (60%) / 4 (40%)
Dor musculoesquelética na 1ª sessão — presente	8 (80%)
Localização da queixa — MMII / lombar / ambas	2 / 2 / 4
Sessões realizadas — mediana (variação)	6 (1–6)

Valores expressos em média ± desvio-padrão (amplitude) ou frequência absoluta (relativa). * Massa corporal, estatura e índice de massa corporal disponíveis para 5 participantes. MMII = membros inferiores. Fonte: dados da pesquisa (2026).

4.2 Desfecho primário: dor musculoesquelética

A intensidade da dor musculoesquelética autorreferida reduziu de $5,56 \pm 2,19$ pontos na primeira sessão para $2,11 \pm 2,32$ pontos na última sessão, correspondendo a uma redução média de 3,44 pontos na Escala Numérica de Dor. O teste de Shapiro-Wilk indicou distribuição compatível com a normalidade para as diferenças pareadas ($p = 0,559$), sendo aplicado o teste t pareado, que evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,003$), com tamanho de efeito grande ($d = -1,40$). As trajetórias individuais e a distribuição dos valores estão representadas na Figura 2.

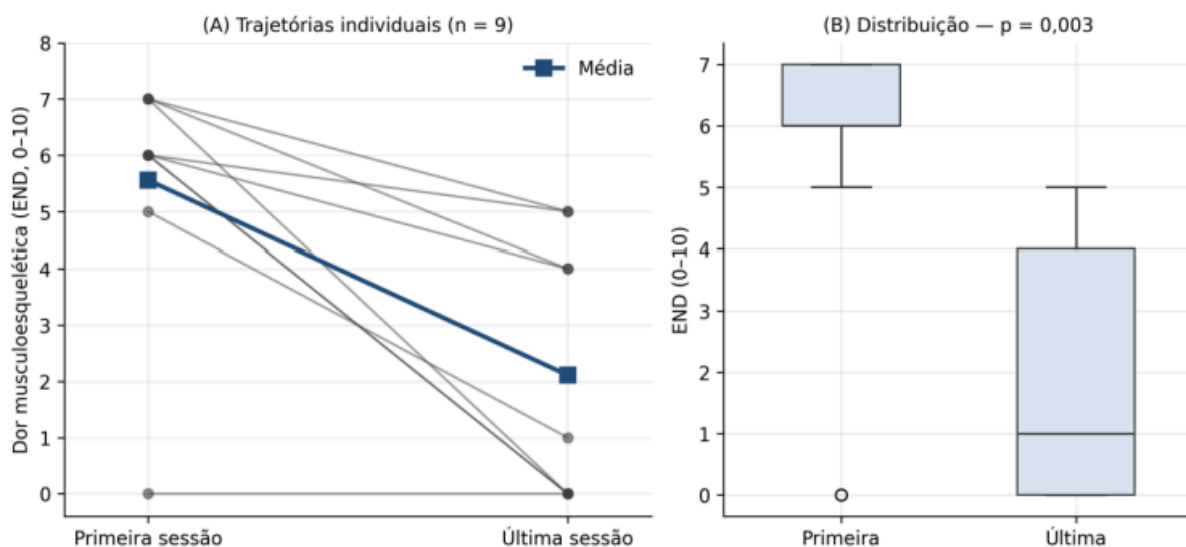


Figura 2 — Dor musculoesquelética na primeira e na última sessão (n = 9). (A) Trajetórias individuais, com a média em destaque. (B) Distribuição dos valores. END = Escala Numérica de Dor. Fonte: dados da pesquisa (2026).

Sete dos nove participantes analisados (77,8%) apresentaram redução igual ou superior a dois pontos na escala, e seis dos oito que referiam dor na avaliação inicial (75,0%) apresentaram redução percentual igual ou superior a 33%, ambos os limiares associados a melhora clinicamente importante segundo Salaffi et al. (2004). A redução percentual média entre os participantes com dor basal foi de 62,7%. Quatro participantes chegaram à última sessão com ausência completa de queixa dolorosa.

No subgrupo que completou as seis sessões, a redução foi mais expressiva: de $6,20 \pm 0,84$ para $1,00 \pm 1,73$ pontos ($\Delta = -5,20$; $p = 0,002$; $d = -3,16$). O teste de Friedman aplicado às seis sessões confirmou variação significativa ao longo do tempo ($\chi^2 = 22,07$; $gl = 5$; $p < 0,001$), com concordância elevada entre os participantes quanto à ordenação das sessões (W de Kendall = 0,88), indicando que a trajetória de redução foi consistente entre os indivíduos e não decorrente de um único caso extremo. A evolução por sessão está apresentada na Figura 3.

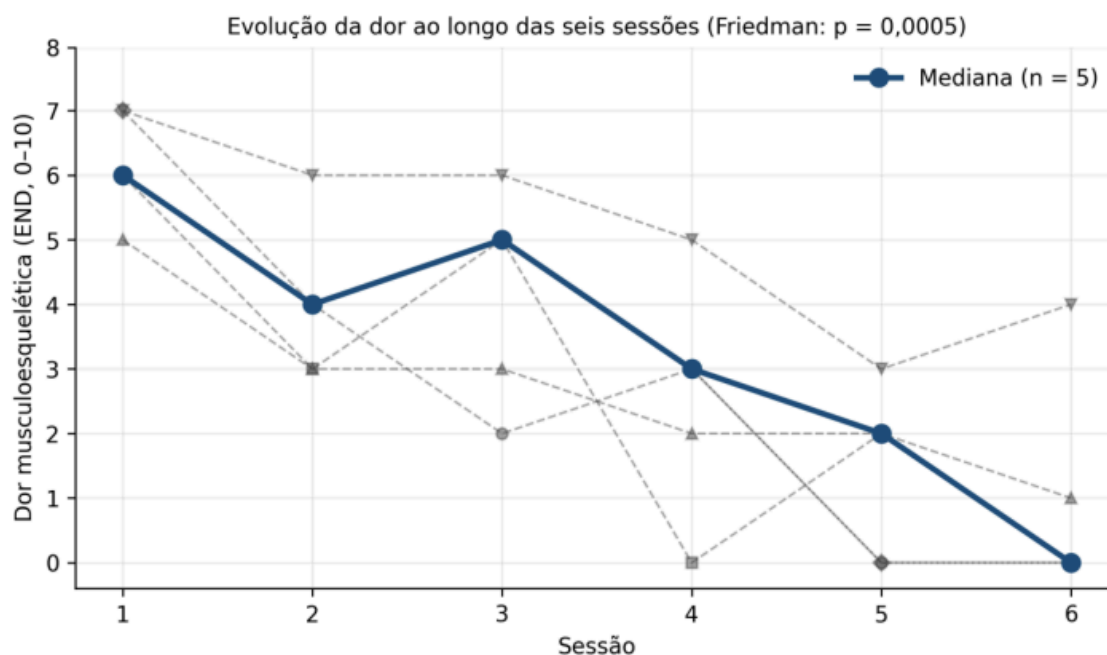


Figura 3 — Evolução da dor musculoesquelética ao longo das seis sessões nos participantes que completaram o protocolo ($n = 5$). Linhas tracejadas: trajetórias individuais; linha contínua: mediana do grupo. Fonte: dados da pesquisa (2026).

4.3 Mobilidade torácica

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos coeficientes de amplitude torácica em nenhum dos três níveis avaliados. No nível axilar, os valores passaram de $4,44 \pm 1,13$ cm para $3,89 \pm 1,83$ cm ($p = 0,247$); no nível xifoidiano, de $4,22 \pm 1,30$ cm para $4,56 \pm 1,59$ cm ($p = 0,500$); e no nível basal, de $5,78 \pm 2,22$ cm para $5,00 \pm 2,24$ cm ($p = 0,375$). Os tamanhos de efeito foram pequenos a moderados e as direções de mudança não foram consistentes entre os níveis, como ilustra a Figura 4. O teste de Friedman aplicado ao subgrupo por protocolo também não indicou variação ao longo das sessões em nenhum dos níveis ($p \geq 0,483$).

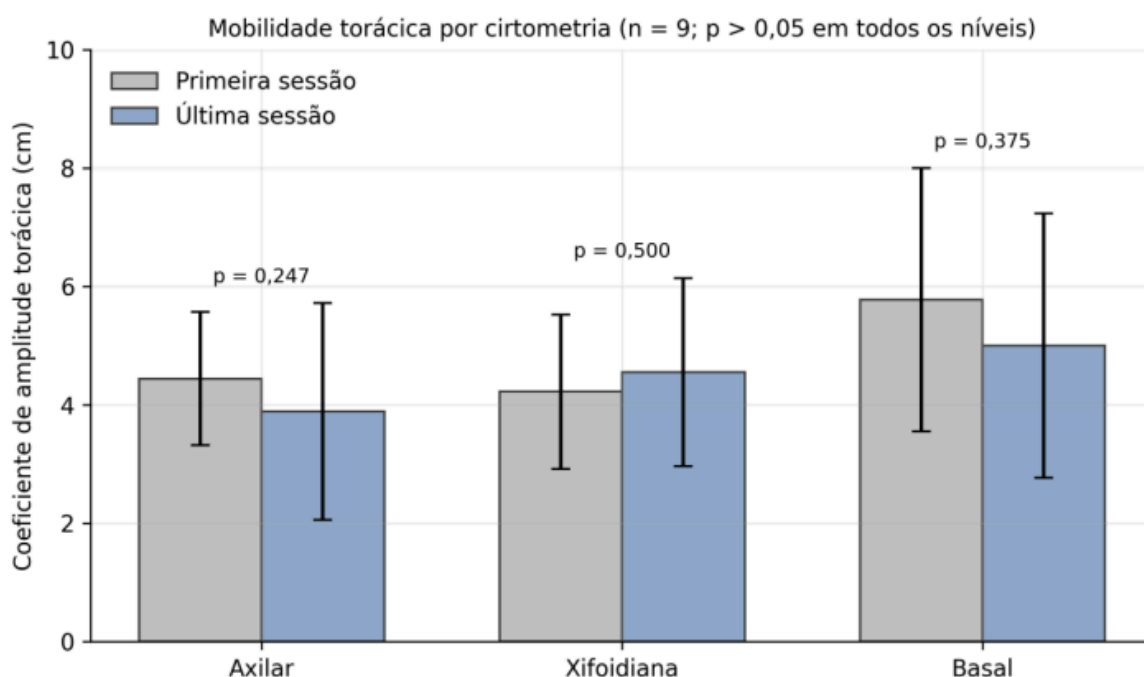


Figura 4 — Coeficientes de amplitude torácica por cirtometria nos níveis axilar, xifoidiano e basal (n = 9). Barras: média; hastes: desvio-padrão. Fonte: dados da pesquisa (2026).

4.4 Pressões respiratórias máximas

A PImáx apresentou aumento médio de 0,172 unidades entre a primeira e a última sessão, sem alcançar significância estatística ($p = 0,062$), com tamanho de efeito grande pelo coeficiente r ($r = 0,76$). A PEmáx aumentou 0,104 unidades, com significância estatística no limiar adotado ($p = 0,047$; $r = 0,75$). No subgrupo por protocolo, nenhuma das duas variáveis atingiu significância (PImáx: $p = 0,102$; PEmáx: $p = 0,123$), ainda que os tamanhos de efeito tenham permanecido próximos de valores considerados grandes ($d = 0,95$ e $d = 0,87$, respectivamente). O comportamento individual está representado na Figura 5.

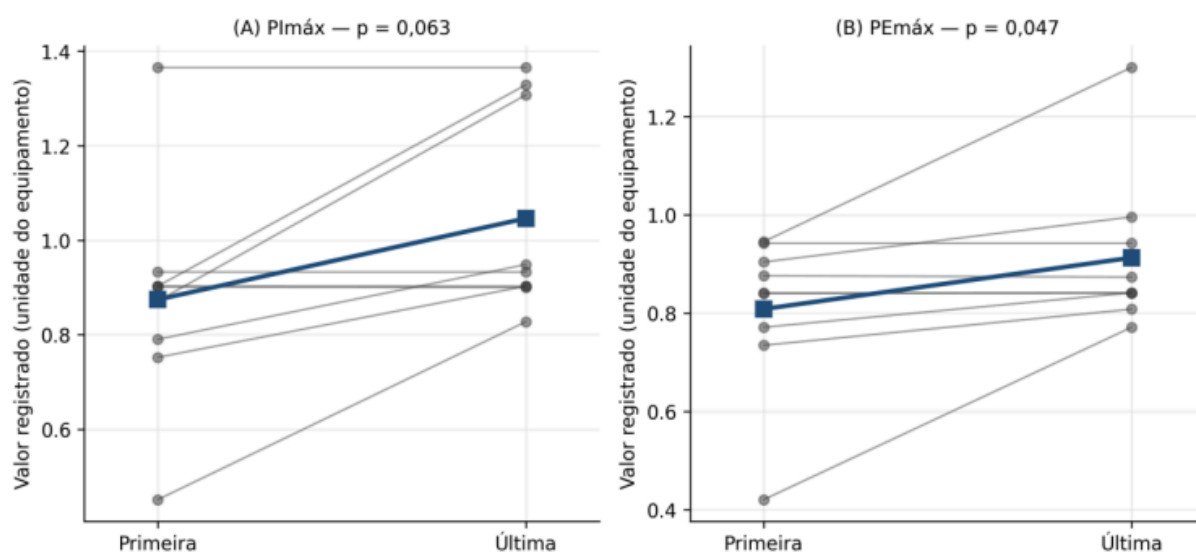


Figura 5 — Pressões inspiratória (A) e expiratória (B) máximas na primeira e na última sessão (n = 9). Valores expressos na unidade registrada pelo equipamento utilizado. Fonte: dados da pesquisa (2026).

Ressalva sobre a leitura destes resultados. Os valores de PImáx e PEmáx foram registrados nas fichas de coleta em unidade não identificada no instrumento de registro, motivo pelo qual são apresentados na escala original. Além disso, verificou-se repetição de valores idênticos entre sessões consecutivas de um mesmo participante em vários casos, padrão compatível com transporte de registro entre sessões e não com medidas independentes. Por essas razões, os resultados relativos às pressões respiratórias máximas são apresentados de forma descritiva e não sustentam inferência sobre alteração da força muscular respiratória.

4.5 Desempenho funcional no teste de corrida de 3 km

O tempo médio no teste de 3 km passou de 13min01s $\pm$ 2min08s na primeira sessão para 12min49s $\pm$ 2min11s na última, com redução média de 12 segundos, sem significância estatística ($p = 0,309$; $d = -0,36$). No subgrupo por protocolo, a redução foi de 29 segundos (12min21s para 11min52s), também sem significância ($p = 0,114$), embora com tamanho de efeito moderado a grande ($d = -0,90$). O desempenho individual está apresentado na Figura 6.

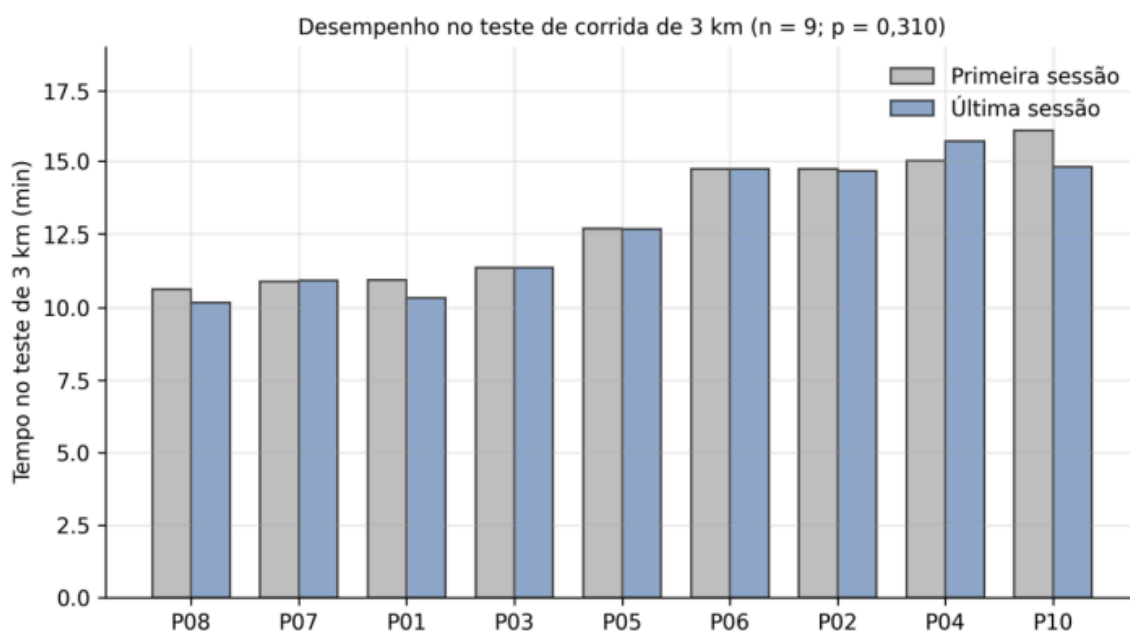


Figura 6 — Tempo no teste de corrida de 3 km na primeira e na última sessão, por participante (n = 9). Fonte: dados da pesquisa (2026).

A frequência cardíaca ao final do teste não apresentou variação significativa ($150,2 \pm 17,7$ bpm para $155,7 \pm 20,2$ bpm; $p = 0,578$), assim como a percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg, que permaneceu praticamente inalterada ($6,56 \pm 1,59$ para $6,44 \pm 1,51$; $p = 0,849$; $d = -0,07$). A dor referida durante a corrida reduziu de $1,56 \pm 2,40$ para $0,89 \pm 1,83$ pontos, sem significância estatística ($p = 0,375$).

A síntese das comparações entre a primeira e a última sessão está apresentada na Tabela 2, e a análise por protocolo, na Tabela 3. O comportamento das variáveis ao longo das seis sessões está descrito na Tabela 4.

Tabela 2 — Comparação entre a primeira e a última sessão registrada (n = 9)

Variável	n	Primeira sessão	Última sessão	Δ médio	Teste	p	Tamanho de efeito
Dor musculoesquelética (END, 0–10)	9	5,56 $\pm$ 2,19	2,11 $\pm$ 2,32	–3,44	t pareado	0,003	d = –1,40
Cirtometria axilar (cm)	9	4,44 $\pm$ 1,13	3,89 $\pm$ 1,83	–0,56	t pareado	0,247	d = –0,42
Cirtometria xifoidiana (cm)	9	4,22 $\pm$ 1,30	4,56 $\pm$ 1,59	+0,33	t pareado	0,500	d = 0,24
Cirtometria basal (cm)	9	5,78 $\pm$ 2,22	5,00 $\pm$ 2,24	–0,78	Wilcoxon	0,375	r = 0,44
PI _{máx} (unidade do equipamento)	9	0,875 $\pm$ 0,237	1,046 $\pm$ 0,219	+0,172	Wilcoxon	0,062	r = 0,76
PE _{máx} (unidade do equipamento)	9	0,808 $\pm$ 0,162	0,913 $\pm$ 0,160	+0,104	Wilcoxon	0,047	r = 0,75
Tempo no teste de 3 km (min:s)	9	13:01 $\pm$ 2:08	12:49 $\pm$ 2:11	–0:12	t pareado	0,309	d = –0,36
FC ao final do teste de 3 km (bpm)	9	150,2 $\pm$ 17,7	155,7 $\pm$ 20,2	+5,4	Wilcoxon	0,578	r = 0,21
Dor durante a corrida (END, 0–10)	9	1,56 $\pm$ 2,40	0,89 $\pm$ 1,83	–0,67	Wilcoxon	0,375	r = 0,44
PSE — Borg 6–20	9	6,56 $\pm$ 1,59	6,44 $\pm$ 1,51	–0,11	t pareado	0,849	d = –0,07

Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão. Teste aplicado conforme o resultado do teste de Shapiro-Wilk sobre as diferenças pareadas. Tamanho de efeito: d de Cohen para o teste t pareado; coeficiente r para o teste de Wilcoxon. END = Escala Numérica de Dor; PI_{máx} = pressão inspiratória máxima; PE_{máx} = pressão expiratória máxima; FC = frequência cardíaca; PSE = percepção subjetiva de esforço. Fonte: dados da pesquisa (2026).

Tabela 3 — Comparação entre a primeira e a sexta sessão nos participantes que completaram o protocolo (n = 5)

Variável	n	Primeira sessão	Última sessão	Δ médio	Teste	p	Tamanho de efeito
Dor musculoesquelética (END, 0–10)	5	6,20 $\pm$ 0,84	1,00 $\pm$ 1,73	–5,20	t pareado	0,002	d = –3,16
Cirtometria axilar (cm)	5	4,40 $\pm$ 0,55	4,40 $\pm$ 1,52	+0,00	t pareado	1,000	d = 0,00
Cirtometria xifoidiana (cm)	5	3,60 $\pm$ 0,89	4,60 $\pm$ 1,67	+1,00	Wilcoxon	0,250	r = 0,58
Cirtometria basal (cm)	5	4,80 $\pm$ 0,84	4,00 $\pm$ 1,41	–0,80	t pareado	0,405	d = –0,42
PI _{máx} (unidade do equipamento)	5	0,790 $\pm$ 0,195	0,982 $\pm$ 0,199	+0,192	t pareado	0,102	d = 0,95
PE _{máx} (unidade do equipamento)	5	0,734 $\pm$ 0,187	0,851 $\pm$ 0,086	+0,117	t pareado	0,123	d = 0,87
Tempo no teste de 3 km (min:s)	5	12:21 $\pm$ 2:14	11:52 $\pm$ 1:55	–0:29	t pareado	0,114	d = –0,90
FC ao final do teste de 3 km (bpm)	5	149,8 $\pm$ 21,8	158,0 $\pm$ 21,0	+8,2	Wilcoxon	0,875	r = 0,08
Dor durante a corrida (END, 0–10)	5	2,80 $\pm$ 2,68	1,00 $\pm$ 2,24	–1,80	t pareado	0,121	d = –0,88
PSE — Borg 6–20	5	5,80 $\pm$ 1,10	6,40 $\pm$ 1,82	+0,60	t pareado	0,426	d = 0,40

Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão. Com n = 5, o menor valor de p bilateral possível no teste de Wilcoxon é 0,0625. Fonte: dados da pesquisa (2026).

Tabela 4 — Comportamento das variáveis ao longo das seis sessões (teste de Friedman; n = 5)

Variável	Medianas (sessões 1 a 6)	χ^2	p; W de Kendall
Dor musculoesquelética (END, 0–10)	6,00 / 4,00 / 5,00 / 3,00 / 2,00 / 0,00	22,07	< 0,001; W = 0,88
Círtometria axilar (cm)	4,00 / 4,00 / 5,00 / 4,00 / 4,00 / 4,00	4,48	0,483; W = 0,18
Círtometria xifoidiana (cm)	3,00 / 4,00 / 3,00 / 4,00 / 3,00 / 5,00	3,46	0,629; W = 0,14
Círtometria basal (cm)	5,00 / 5,00 / 4,00 / 4,00 / 4,00 / 4,00	3,74	0,588; W = 0,15
PI _{máx} (unidade do equipamento)	0,901 / 0,903 / 0,903 / 0,903 / 0,903 / 0,903	4,85	0,434; W = 0,19
PE _{máx} (unidade do equipamento)	0,771 / 0,808 / 0,841 / 0,841 / 0,841 / 0,841	21,53	< 0,001; W = 0,86
Tempo no teste de 3 km (min:s)	11:23 / 11:30 / 11:16 / 11:18 / 11:30 / 11:23	5,41	0,368; W = 0,22
FC ao final do teste de 3 km (bpm)	150,0 / 156,0 / 153,0 / 169,0 / 152,0 / 160,0	4,65	0,460; W = 0,19
Dor durante a corrida (END, 0–10)	4,00 / 3,00 / 3,00 / 0,00 / 0,00 / 0,00	10,14	0,071; W = 0,41
PSE — Borg 6–20	5,00 / 6,00 / 8,00 / 6,00 / 7,00 / 7,00	0,95	0,967; W = 0,04

Graus de liberdade = 5 em todas as comparações. W de Kendall interpretado como medida de concordância entre participantes quanto à ordenação das sessões. Fonte: dados da pesquisa (2026).

Tabela 5 — Variáveis hemodinâmicas de monitorização (n = 9)

Variável	n	Primeira sessão	Última sessão	Δ médio	Teste	p	Tamanho de efeito
FC pré-sessão (bpm)	9	69,1 $\pm$ 7,0	69,6 $\pm$ 5,7	+0,4	t pareado	0,702	d = 0,13
FC pós-sessão (bpm)	9	100,3 $\pm$ 14,0	111,4 $\pm$ 18,0	+11,1	t pareado	0,002	d = 1,53
SpO ₂ pré-sessão (%)	9	97,7 $\pm$ 0,9	97,9 $\pm$ 0,6	+0,2	Wilcoxon	0,750	r = 0,18
SpO ₂ pós-sessão (%)	9	95,2 $\pm$ 2,3	95,3 $\pm$ 1,2	+0,1	t pareado	0,873	d = 0,05
PA sistólica pré-sessão (mmHg)	9	126,7 $\pm$ 11,2	121,1 $\pm$ 10,5	-5,6	Wilcoxon	0,250	r = 0,58
PA diastólica pré-sessão (mmHg)	9	84,1 $\pm$ 13,8	76,7 $\pm$ 5,0	-7,4	t pareado	0,114	d = -0,59

Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão. FC = frequência cardíaca; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; PA = pressão arterial. Fonte: dados da pesquisa (2026).

As variáveis hemodinâmicas de monitorização permaneceram dentro de faixas de normalidade em todas as sessões, sem intercorrências clínicas registradas. A frequência cardíaca pós-sessão apresentou aumento estatisticamente significativo entre a primeira e a última avaliação (100,3 $\pm$ 14,0 bpm para 111,4 $\pm$ 18,0 bpm; p = 0,002); esse achado, entretanto, tem interpretação limitada, uma vez que as fichas de coleta não permitem determinar de modo inequívoco o momento exato do registro em todas as equipes, conforme detalhado nas limitações.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo descreveu o comportamento da dor musculoesquelética, da mobilidade torácica, das pressões respiratórias máximas e do desempenho funcional em corredores submetidos a uma série de sessões de liberação miofascial do diafragma. O achado de maior magnitude foi a redução da dor autorreferida, que ultrapassou os limiares de relevância clínica estabelecidos e se mostrou consistente entre os participantes. Os desfechos relacionados à mobilidade torácica, ao desempenho e à percepção de esforço permaneceram estáveis.

5.1 Dor musculoesquelética

A redução média de 3,44 pontos na Escala Numérica de Dor na amostra total, e de 5,20 pontos entre os participantes que completaram o protocolo, supera de forma ampla os pontos de corte de dois pontos ou 33% propostos por Salaffi et al. (2004) para caracterizar melhora clinicamente importante em dor musculoesquelética crônica. A proporção de respondedores — 77,8% para o critério absoluto e 75,0% para o critério relativo — reforça que o efeito não se concentrou em poucos indivíduos. O elevado coeficiente W de Kendall obtido no teste de Friedman (0,88) indica que a ordenação temporal da melhora foi semelhante entre os participantes, o que é compatível com um efeito cumulativo ao longo das sessões e não com flutuação aleatória.

Esse padrão, contudo, precisa ser interpretado com cautela metodológica. Em um delineamento sem grupo controle, ao menos quatro mecanismos alternativos competem com a hipótese de efeito específico da técnica. O primeiro é a regressão à média: participantes foram avaliados pela primeira vez em um momento em que 80% deles referiam dor, e valores extremos tendem naturalmente a se aproximar da média em medidas subsequentes. O segundo é a história natural do sintoma, uma vez que dores musculoesqueléticas relacionadas à carga de treino frequentemente apresentam curso flutuante e autolimitado ao longo de três meses. O terceiro é o efeito de expectativa, particularmente relevante em desfechos autorreferidos avaliados sem cegamento, no qual tanto o participante quanto o avaliador conhecem a intervenção recebida. O quarto é o efeito do contato terapêutico em si — atenção clínica, escuta e contato manual — independentemente da especificidade da técnica aplicada ao diafragma. Hulley et al. (2013) enfatizam justamente que estudos antes e depois sem comparação concorrente não permitem distinguir esses componentes do efeito da intervenção.

Some-se a isso que os participantes que descontinuaram tenderam a apresentar menor redução da dor, de modo que a análise por protocolo, com magnitude de efeito ainda maior, está sujeita a viés de atrito favorável à intervenção. A análise principal aqui adotada, que inclui todos os participantes com pelo menos duas avaliações, é mais conservadora e deve ser considerada a estimativa de referência.

5.2 Mobilidade torácica

A ausência de alteração significativa da mobilidade torácica contrasta com os achados de González-Álvarez et al. (2016), que verificaram aumento da excursão da caixa torácica no nível xifoidiano imediatamente após uma técnica de alongamento diafragmático em adultos saudáveis, e com os de Rocha et al. (2015), que documentaram aumento da mobilidade diafragmática em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Três diferenças ajudam a explicar a divergência.

A primeira é a janela temporal de avaliação. Nos dois estudos citados, a reavaliação ocorreu imediatamente ou poucos minutos após a aplicação da técnica, capturando uma resposta aguda que pode ser transitória. No presente estudo, cada reavaliação ocorreu no início da sessão seguinte, cerca de duas semanas depois, situação na qual um efeito agudo de curta duração não seria detectado. A segunda é a população: corredores treinados sem doença respiratória tendem a apresentar mobilidade torácica já adequada, criando um efeito de teto que reduz a margem de melhora possível — situação distinta da de pacientes com hiperinsuflação pulmonar e rigidez da parede torácica. A terceira é o instrumento: embora a cirtometria apresente confiabilidade documentada (CALDEIRA et al., 2007), sua resolução em centímetros e sua sensibilidade a variações de posicionamento da fita podem ser insuficientes para detectar mudanças de pequena magnitude, especialmente em amostras reduzidas.

Do ponto de vista teórico, esse resultado é relevante porque enfraquece a cadeia explicativa mais frequentemente invocada para justificar a técnica. Se a hipótese de trabalho supunha que a liberação miofascial reduziria a dor por meio do aumento da mobilidade diafragmática e torácica, a estabilidade desta variável intermediária, diante de uma redução expressiva da dor, sugere que o mecanismo, caso exista, não transita pela via mecânica proposta.

5.3 Pressões respiratórias e desempenho

Os aumentos observados na PImáx e na PEmáx foram de pequena magnitude e, no caso da PEmáx, atingiram o limiar de significância adotado. Entretanto, conforme registrado nos resultados, a repetição de valores idênticos entre sessões consecutivas em vários participantes indica que parte dos registros não corresponde a medições independentes, o que compromete de forma decisiva a interpretação desse desfecho. Acrescente-se que a manovacuometria é uma medida esforço-dependente, sujeita a efeito de aprendizagem ao longo de avaliações repetidas, fenômeno amplamente reconhecido na literatura de função pulmonar (NEDER et al., 1999). Assim, mesmo que os valores fossem plenamente confiáveis, um incremento dessa magnitude em seis avaliações sucessivas seria compatível com familiarização com a manobra.

A ausência de alteração no tempo do teste de 3 km, na frequência cardíaca final e na percepção de esforço é coerente com o corpo de evidências disponível. Illi et al. (2012) demonstraram que ganhos de desempenho atribuíveis à musculatura respiratória decorrem de protocolos de treinamento com sobrecarga progressiva, aplicados por semanas, e McConnell (2013) situa o treinamento muscular inspiratório — e não a terapia manual passiva — como o recurso com potencial ergogênico. Não há razão fisiológica consolidada para esperar que uma técnica manual de cinco a dez minutos, aplicada quinzenalmente, produza adaptação suficiente para modificar o desempenho em corrida de fundo em corredores já treinados. A redução de 29 segundos observada no subgrupo por protocolo, embora com tamanho de efeito moderado a grande, situa-se dentro da variabilidade esperada de um teste de campo não padronizado quanto à percurso, condições climáticas, horário e estratégia de ritmo.

É digno de nota que a percepção de esforço permaneceu estável apesar da redução importante da dor. Como a escala de Borg quantifica a intensidade global do esforço percebido durante o exercício (BORG, 1982), e não a dor, esse resultado sugere que a melhora sintomática relatada pelos participantes não se traduziu em alteração da tolerância percebida ao esforço — informação relevante para calibrar as expectativas clínicas quanto ao alcance da intervenção.

5.4 Implicações e perspectivas

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que a liberação miofascial do diafragma pode ser incorporada com segurança ao acompanhamento de corredores, sem intercorrências e com boa tolerância, e que sua aplicação seriada esteve associada à melhora

sintomática relevante. Não se sustenta, todavia, a indicação da técnica como recurso de melhora de desempenho ou de mobilidade torácica nessa população.

Para investigações futuras, recomenda-se: delineamento randomizado com grupo controle placebo, à semelhança do procedimento de ultrassom simulado empregado por González-Álvarez et al. (2016); cegamento do avaliador dos desfechos; padronização rigorosa do teste de corrida quanto à percurso, horário e condições ambientais; controle da carga semanal de treinamento como covariável; medição da mobilidade diafragmática por ultrassonografia, mais sensível do que a cirtometria; e cálculo prévio do tamanho amostral ancorado na diferença mínima clinicamente importante do desfecho primário.

6 LIMITAÇÕES

Este estudo apresenta limitações que restringem o alcance de suas conclusões e que devem ser explicitadas com clareza.

- Delineamento sem grupo controle e sem randomização, o que impede separar o efeito da intervenção dos efeitos de tempo, história natural, expectativa e regressão à média.
- Tamanho amostral reduzido (10 recrutados; 9 analisados; 5 completos), com baixo poder estatístico para desfechos secundários e estimativas de efeito imprecisas.
- Perda de seguimento de 50% em relação ao protocolo completo, com potencial viés de atrito, já que os participantes que descontinuaram tenderam a apresentar menor melhora.
- Ausência de cegamento de participantes e avaliadores, particularmente crítica no desfecho primário, que é autorreferido.
- Divergência entre o protocolo submetido ao Comitê de Ética — sessão única com reavaliação em 24 a 48 horas — e a execução da coleta, com até seis sessões ao longo de três meses.
- Um participante apresentava idade superior ao limite de 45 anos estabelecido nos critérios de inclusão, configurando desvio de protocolo no recrutamento.
- Valores de PImáx e PEmáx registrados em unidade não identificada nas fichas de coleta e com repetição de registros idênticos entre sessões, o que inviabiliza a interpretação desse desfecho como medida de força muscular respiratória.

- Coeficientes de amplitude torácica também apresentaram repetição de valores entre sessões consecutivas em parte dos registros, sugerindo transporte de dados e reduzindo a confiabilidade dessas medidas.
- Registros de ritmo médio (pace) inconsistentes com o tempo total em várias sessões, razão pela qual o ritmo foi recalculado a partir do tempo total e o tempo foi adotado como variável de desempenho.
- Teste de corrida realizado em campo, sem padronização de percurso, horário e condições ambientais, e sem controle da carga de treinamento dos participantes entre as sessões.
- Realização de múltiplas comparações sem correção estatística, motivo pelo qual os resultados de desfechos secundários devem ser lidos como exploratórios.
- Coleta realizada por duas equipes distintas, com diferenças identificadas no preenchimento das fichas, sem análise formal de concordância interexaminadores.

7 CONCLUSÃO

Em corredores submetidos a uma série de até seis sessões de liberação miofascial do diafragma, observou-se redução estatisticamente significativa e clinicamente relevante da dor musculoesquelética autorreferida, com 77,8% dos participantes atingindo o limiar de melhora clinicamente importante e com trajetória de redução consistente ao longo das sessões. Não foram identificadas alterações significativas na mobilidade torácica avaliada por cirtometria, no tempo do teste de corrida de 3 km, na frequência cardíaca ao final do teste nem na percepção subjetiva de esforço.

O delineamento quase-experimental sem grupo controle, o tamanho amostral reduzido e a perda de seguimento de 50% impedem a atribuição causal da melhora sintomática à técnica aplicada. Os achados devem, portanto, ser interpretados como exploratórios e geradores de hipóteses, justificando a condução de ensaios clínicos randomizados e controlados, com cegamento do avaliador e padronização das medidas, para verificar se o efeito observado se sustenta quando comparado a um procedimento placebo.

REFERÊNCIAS

- BORDONI, Bruno et al. The diaphragm muscle in osteopathic manual medicine: clinical considerations and hypotheses. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, v. 23, p. 1-11, 2018. DOI: 10.1177/2515690X18778431.
- BORG, Gunnar. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982. DOI: 10.1249/00005768-198205000-00012.
- CALDEIRA, Valéria da Silva et al. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 33, n. 5, p. 519-526, 2007. DOI: 10.1590/S1806-37132007000500006.
- GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, Francisco J. et al. Effects of diaphragm stretching on posterior chain muscle kinematics and rib cage and abdominal excursion: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 20, n. 5, p. 405-411, 2016. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0169.
- HODGES, Paul W. et al. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *The Journal of Physiology*, v. 563, n. 2, p. 511-519, 2005. DOI: 10.1113/jphysiol.2004.080077.
- HRELJAC, Alan. Impact and overuse injuries in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 5, p. 845-849, 2004. DOI: 10.1249/01.MSS.0000126803.66636.DD.
- HULLEY, Stephen B. et al. *Designing clinical research*. 4. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
- ILLI, Sandra K. et al. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 42, n. 8, p. 707-724, 2012. DOI: 10.2165/11631670-000000000-00000.
- MCCONNELL, Alison K. Respiratory muscle training as an ergogenic aid. *Journal of Exercise Science & Fitness*, v. 11, n. 1, p. 2-9, 2013. DOI: 10.1016/j.jesf.2012.10.005.
- NEDER, José Alberto et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999. DOI: 10.1590/S0100-879X1999000600007.
- ROCHA, Taciano et al. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, v. 61, n. 4, p. 182-189, 2015. DOI: 10.1016/j.jphys.2015.08.009.
- SALAFFI, Fausto et al. Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. *European Journal of Pain*, v. 8, n. 4, p. 283-291, 2004. DOI: 10.1016/j.ejpain.2003.09.004.
- WONG, Arnold Y. L. et al. Diaphragm function in elite weightlifters with and without chronic low back pain and its impacts on sports performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2024.