



Efeitos da Massagem Percussiva na Recuperação Neuromuscular e Biomecânica em Atletas de Tricking e Taekwondo

Mestrado em Atividade Física, Desporto e Bem-Estar

José Pedro Teixeira Teles

Trabalho realizado sob a orientação de

Prof. Doutor Pedro Miguel Gomes Forte - ISCE DOURO

Prof.^a Doutora Joana Maria Ribeiro Soares – ISCE DOURO

Penafiel, junho 2025

Mestrado em Atividade Física, Desporto e Bem-Estar

DEPARTAMENTO DE DESPORTO

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS EDUCATIVAS DO DOURO



AGRADECIMENTOS

Concluir esta dissertação é um momento de grande realização pessoal, que não seria possível sem o apoio de pessoas que marcaram esta caminhada de forma profunda.

Não poderia deixar de agradecer à minha família, por ser o alicerce firme que sustentou cada passo desta jornada académica. Aos meus pais, o meu mais sincero agradecimento. Foram vocês que me ensinaram o valor do esforço, da responsabilidade e da humildade. O vosso amor incondicional, os conselhos certos e o apoio constante, mesmo quando o caminho foi difícil, deram-me força para continuar. Tudo o que conquistei até hoje devo à base sólida que me proporcionaram.

À minha namorada, o meu profundo obrigado por estares ao meu lado em silêncio, com amor, paciência e compreensão. Foste âncora e motivação, mesmo quando faltavam as palavras.

Um obrigado à Associação Xairas Taekwondo Penafiel pela disponibilidade, apoio e colaboração na concretização deste estudo.

Aos professores que partilharam conhecimento e aos amigos que caminharam comigo, o meu agradecimento pela partilha, pelos momentos de apoio e pelas conversas que ajudaram a manter o equilíbrio entre a pressão e a leveza da jornada.

RESUMO

O presente estudo analisou os efeitos imediatos da massagem percussiva na recuperação neuromuscular e biomecânica de praticantes de Tricking e Taekwondo. Participaram indivíduos com prática desportiva regular, divididos em dois grupos: intervenção (massagem percussiva) e controlo (repouso passivo). A metodologia incluiu três momentos de avaliação (pré-treino, pós-treino e pós-recuperação), com medições de força máxima dos membros inferiores e parâmetros de pressão plantar, através de dinamometria e baropodometria. Os resultados demonstraram que o grupo intervenção apresentou melhorias consistentes na força e simetria da pressão plantar, enquanto o grupo controlo manteve valores estáveis ou em declínio. A massagem percussiva revelou-se eficaz na atenuação dos efeitos da fadiga aguda, promovendo uma recuperação funcional mais rápida. Estes dados sugerem que esta técnica pode constituir uma estratégia prática e eficiente para otimizar o desempenho e prevenir lesões em modalidades de elevada exigência neuromuscular. Conclui-se que a massagem percussiva é uma ferramenta válida para aplicação em contexto de treino e competição.

Palavras chave

Massagem percussiva; Fadiga muscular; Pressão plantar; Força muscular; Plataforma de pressão.

ABSTRACT

This study analysed the immediate effects of percussive massage on the neuromuscular and biomechanical recovery of Tricking and Taekwondo practitioners. Participants with regular sports practice were divided into two groups: intervention (percussive massage) and control (passive rest). The methodology included three assessment moments (pre-training, post-training and post-recovery), with measurements of maximum lower limb strength and plantar pressure parameters using dynamometry and baropodometry. The results showed that the intervention group showed consistent improvements in plantar pressure strength and symmetry, while the control group maintained stable or declining values. Percussive massage proved to be effective in attenuating the effects of acute fatigue, promoting faster functional recovery. These data suggest that this technique can be a practical and efficient strategy for optimising performance and preventing injuries in highly neuromuscularly demanding sports. We conclude that percussive massage is a valid tool for use in training and competition.

Keywords

Percussive massage; Muscle fatigue; Plantar pressure; Muscle strength; Pressure platform.



ÍNDICE GERAL

Introdução.....	1
Enquadramento Teórico	3
Metodologia.....	5
Desenho do Estudo	5
Participantes	5
Procedimentos	6
Procedimento pratico.....	6
Instrumentos de avaliação	6
Medição da Pressão Plantar.....	7
Análise Estatística	7
Resultados.....	8
Análise Descritiva.....	8
Comparação entre momentos por grupos	9
Comparação dos Grupos por momentos.....	10
Discussão.....	13
Conclusões.....	17
Bibliografia.....	18



ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas por Grupo e Momento	8
Tabela 2. Comparação entre momentos para cada grupo, das variáveis de pressão plantar e força máxima	9
Tabela 3. Comparação entre os grupos, em cada momento, para as variáveis de pressão plantar e força máxima	10

Introdução

As exigências físicas impostas por modalidades como o Taekwondo e o Tricking, que conjugam movimentos balísticos, acrobáticos e de contacto, requerem elevados níveis de força explosiva, coordenação motora e controlo postural (Bridge et al., 2014; Fong & Tsang, 2012). Estas características contribuem para uma sobrecarga neuromuscular significativa, potenciando o aparecimento de fadiga aguda, dor muscular de início tardio (DOMS) e consequente redução temporária da capacidade funcional (Proske & Allen, 2005). A presença de fadiga afeta negativamente o controlo postural, a proprioceção e a simetria de carga nos membros inferiores, aspetos fundamentais para o desempenho técnico e prevenção de lesões (Paillard, 2012; Mizrahi et al., 2000).

A fadiga neuromuscular, definida como uma diminuição transitória da capacidade do sistema neuromuscular para gerar força, está associada a alterações na estabilidade funcional e na eficiência motora (Behm & Wilke, 2019). Neste contexto, a implementação de estratégias de recuperação eficazes torna-se essencial, especialmente em atletas de elite ou praticantes regulares de modalidades exigentes. A massagem percussiva, aplicada através de dispositivos eletrónicos conhecidos como pistolas de massagem, tem ganho destaque como uma abordagem não invasiva e de fácil aplicação, com potencial para acelerar o processo de recuperação entre sessões de treino (Imtiyaz et al., 2014; Konrad et al., 2020). As pistolas de massagem atuam por meio de vibração mecânica de alta frequência, promovendo estímulos nos tecidos moles que induzem um aumento do fluxo sanguíneo, redução da rigidez muscular e melhoria da perceção de recuperação subjetiva (Behm & Wilke, 2019).

Os efeitos positivos da massagem percussiva têm sido documentados principalmente ao nível da amplitude de movimento (ROM) e da redução da dor muscular. No entanto, a evidência empírica relativa ao seu impacto em variáveis biomecânicas objetivas, como a força muscular máxima e a pressão plantar, permanece limitada. A análise da pressão plantar, realizada através de sistemas baropodométricos, constitui um método validado para avaliar a distribuição da carga nos pés e o controlo postural, tanto em condições estáticas como dinâmicas (Cavanagh & LaFortune, 1980). A presença de fadiga induzida



por exercício tende a provocar alterações no centro de pressão (CoP) e assimetrias na carga entre os membros inferiores, o que compromete a estabilidade funcional e aumenta o risco de lesão (Gribble et al., 2004; Paillard, 2012). Estratégias de recuperação que contribuam para restaurar a simetria e a força podem, portanto, ter um papel relevante na otimização do rendimento desportivo. Apesar do crescente interesse na aplicação da massagem percussiva no contexto desportivo, persistem lacunas na literatura relativamente à sua eficácia imediata na recuperação neuromuscular, medida por parâmetros objetivos. Este facto é particularmente relevante em disciplinas como o Tricking e o Taekwondo, em que a capacidade de recuperar rapidamente a simetria postural e a força muscular assume um papel determinante para a performance e segurança do praticante.

Deste modo, o presente estudo tem como objetivo principal avaliar os efeitos imediatos da utilização da pistola de massagem na força máxima dos membros inferiores e nos parâmetros de pressão plantar, após uma sessão de treino funcional extenuante, em praticantes de Tricking e Taekwondo. Para tal, recorre-se a um delineamento experimental controlado, com o intuito de contribuir para o aprofundamento do conhecimento científico sobre estratégias de recuperação ativa aplicadas ao contexto das artes marciais e acrobáticas.

Enquadramento Teórico

A recuperação muscular tem sido um dos focos centrais da investigação em ciências do desporto, especialmente em modalidades de elevada exigência neuromuscular, como o Taekwondo e o Tricking. Estas práticas combinam movimentos balísticos, acrobáticos e de contacto, exigindo elevados níveis de força explosiva, coordenação motora e controlo postural. Consequentemente, os atletas estão frequentemente expostos a cargas excêntricas intensas que resultam em fadiga muscular aguda, dor muscular de início tardio (DOMS) e redução temporária do desempenho funcional (Fong & Tsang, 2012; Bridge et al., 2014).

A fadiga, definida como uma redução transitória da capacidade do sistema neuromuscular em gerar força, está associada a alterações na proprioceção, controlo motor e estabilidade postural (Proske & Allen, 2005; Paillard, 2012). Desta forma, a fadiga muscular afeta “diretamente a estabilidade e a produção de força” (Ament & Verkerke, 2009). Neste contexto, estratégias de recuperação eficazes tornaram-se fundamentais na rotina de treino de atletas de elite. Entre essas estratégias, a massagem percussiva, realizada com pistolas de massagem, tem ganho destaque como uma abordagem acessível e não invasiva para melhorar a recuperação entre sessões (Behm & Wilke, 2019).

As pistolas de massagem funcionam por vibração mecânica percussiva, aplicando estímulos de alta frequência nos tecidos moles, promovendo aumento do fluxo sanguíneo local, redução da rigidez muscular e melhoria da perceção de recuperação (Imtiyaz et al., 2014; Konrad et al., 2020). Embora existam evidências consistentes dos seus efeitos na amplitude de movimento (ROM) e na redução da dor pós-exercício, os seus efeitos em variáveis biomecânicas objetivas, como a força muscular e a distribuição da pressão plantar, permanecem pouco explorados.

A análise da pressão plantar, frequentemente realizada com recurso a plataformas baropodométricas, permite quantificar a distribuição da carga nos pés e avaliar o centro de pressão (CoP), sendo amplamente utilizada na investigação do equilíbrio postural (Cavanagh & Lafortune, 1980). Em estado de fadiga, são comuns deslocamentos no CoP



e assimetrias na carga entre os membros inferiores, refletindo um comprometimento no controlo postural e um aumento do risco de lesões (Paillard, 2012; Mizrahi et al., 2000).

Em estudos com atletas, verificou-se que a fadiga induzida por exercício provoca alterações significativas na simetria da pressão plantar e na estabilidade corporal, particularmente em tarefas estáticas e dinâmicas (Gribble et al., 2004). A utilização de estratégias de recuperação como a massagem percussiva pode, portanto, apresentar um efeito benéfico na normalização desses parâmetros, contribuindo para a manutenção da estabilidade funcional e prevenção de lesões.

Contudo, a literatura carece de estudos que analisem os efeitos imediatos da pistola de massagem na recuperação neuromuscular utilizando medições objetivas de força e pressão plantar. Esta lacuna é particularmente relevante em modalidades como o Taekwondo e o Tricking, onde a capacidade de recuperar rapidamente a simetria de carga e a estabilidade pode ser determinante para o rendimento e segurança do atleta. Assim, o presente estudo visa contribuir para o conhecimento científico nesta área, avaliando os efeitos de uma intervenção breve com pistola de massagem na força máxima de membros inferiores e nos parâmetros baropodométricos, com base numa metodologia experimental controlada.

Metodologia

Desenho do Estudo

O presente estudo seguiu um delineamento quase-experimental com medidas repetidas, com o objetivo de avaliar os efeitos de uma intervenção de recuperação com pistola de massagem sobre parâmetros de desempenho neuromuscular e biomecânico, nomeadamente a distribuição da pressão plantar e a força máxima de membros inferiores, em praticantes de artes marciais. Foram definidos três momentos de avaliação: antes do treino (Momento 1 – M1), após a sessão de treino (Momento 2 – M2), e após a aplicação da pistola de massagem ou repouso (Momento 3 – M3). Os participantes foram aleatoriamente alocados a um de dois grupos: Grupo Controlo (GC), que permaneceu em repouso passivo entre M2 e M3; e Grupo Intervenção (GI), que recebeu a intervenção ativa com pistola de massagem durante 20 minutos. Este desenho permitiu comparar as alterações induzidas pela fadiga decorrente do treino e a eficácia da recuperação ativa entre grupos e ao longo do tempo (Sosa et al., 2022).

Participantes

A amostra foi constituída por praticantes regulares de Tricking e Taekwondo, com idades compreendidas entre os 10 e os 60 anos. Todos os participantes apresentavam um mínimo de dois anos de prática desportiva regular e encontravam-se clinicamente aptos para a realização dos testes, sem historial recente de lesões músculo-esqueléticas ou disfunções neurológicas. Os critérios de exclusão incluíram o uso de substâncias ergogénicas, incapacidade de completar os três momentos de avaliação ou presença de dor durante a execução dos testes. A participação foi voluntária, com consentimento informado por escrito obtido de todos os indivíduos. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências Educativas do Douro, respeitando os princípios da Declaração de Helsínquia.

Procedimentos

Procedimento pratico

Todos os participantes realizaram uma sessão padronizada de treino funcional de carácter extenuante, com exercícios de força, pliometria e componentes técnicos específicos das modalidades praticadas. Imediatamente antes do treino (M1), foram realizadas as medições de baseline. Após o treino (M2), foram repetidas as mesmas medições para avaliação do efeito agudo da fadiga. Seguidamente, o Grupo Intervenção foi submetido a uma intervenção com pistola de massagem (marca e modelo a indicar, frequência de vibração entre 1800–3200 rpm), durante 20 minutos, aplicada bilateralmente nos principais grupos musculares dos membros inferiores (quadríceps, isquiotibiais, gêmeos e glúteos), com duração de 2 minutos por segmento corporal. O Grupo Controlo permaneceu em repouso passivo sentado no mesmo período de tempo. A última avaliação (M3) foi realizada imediatamente após o período de recuperação.

Instrumentos de avaliação

A distribuição da pressão plantar foi avaliada com recurso a uma plataforma de pressão plantar Pedistar 3D (marca e modelo), com aquisição contínua de dados durante 10 segundos em apoio bípode estático. Os participantes permaneceram descalços, com os pés paralelos à largura dos ombros e o olhar fixo num ponto a 2 metros de distância, em posição ortostática. Foram registados os seguintes parâmetros: pressão média direita e esquerda (kPa), pressão máxima direita e esquerda (kPa) e força máxima bilateral (N). A força máxima de preensão manual foi também considerada como medida de comparação funcional, utilizando um dinamómetro hidráulico calibrado (modelo a indicar), sendo realizados três testes por mão, com registo do valor mais alto.



Medição da Pressão Plantar

A avaliação da pressão plantar foi realizada através de uma plataforma de pressão, que permitiu o registo dos valores de pressão média, pressão máxima e superfície de contacto de ambos os pés em condição de apoio bípede estático.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao software JASP (versão 0.18.3.0), considerando um nível de significância de 5% ($p < 0.05$). Os dados foram inicialmente analisados descritivamente (média, desvio padrão). Para comparação das alterações intra-grupo ao longo dos três momentos (M1, M2, M3), foi utilizada uma ANOVA One-Way com medidas repetidas, aplicada separadamente a cada grupo. O tamanho do efeito foi calculado através do eta squared (η^2), interpretado como pequeno (≥ 0.01), moderado (≥ 0.06) ou grande (≥ 0.14). Para avaliar diferenças intergrupos em cada momento, foram realizados testes t de Student para amostras independentes. O tamanho do efeito foi determinado pelo coeficiente de Cohen's d, interpretado como muito pequeno (< 0.2), pequeno (≥ 0.2), moderado (≥ 0.5) e grande (≥ 0.8). Os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias foram previamente verificados com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Em todos os casos, os resultados foram complementados com a interpretação qualitativa do efeito observado.

Resultados

Análise Descritiva

A Tabela 1 revela que o Grupo 1 (intervenção) apresentou, de forma consistente, valores superiores nas variáveis de força máxima e pressão (média e máxima), tanto à esquerda como à direita, em comparação com o Grupo 0 (controlo), em todos os momentos avaliados. Observa-se uma tendência clara de melhoria no Grupo 1 ao longo do tempo, particularmente do Momento 1 para o Momento 3, enquanto o Grupo 0 manteve valores mais baixos e estáveis. Estes resultados sugerem um efeito positivo da intervenção na capacidade de força e aplicação de pressão manual.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas por Grupo e Momento

Variável	Grupo	Média ± Dp	Média ± Dp	Média ± Dp
Força_Max_Esq	Controlo	525.76 ± 199.02	504.51 ± 132.94	467.33 ± 115.12
Força_Max_Esq	Experimental	631.20 ± 243.72	710.33 ± 177.01	667.00 ± 193.77
Força_Max_Drt.	Controlo	482.98 ± 195.67	431.55 ± 106.88	419.46 ± 99.89
Força_Max_Drt.	Experimental	631.58 ± 290.04	689.05 ± 140.20	672.75 ± 129.61
Pressao_Media_Drt	Controlo	9.82 ± 3.63	11.44 ± 3.30	10.45 ± 3.52
Pressao_Media_Drt	Experimental	11.16 ± 4.16	13.54 ± 4.47	11.28 ± 4.35
Pressao_Media_Esq	Controlo	11.14 ± 5.26	11.58 ± 4.23	10.16 ± 3.42
Pressao_Media_Esq	Experimental	12.94 ± 6.37	14.75 ± 6.55	13.49 ± 6.69
Pressão_Máxima_Drt	Controlo	48.30 ± 19.57	43.16 ± 10.69	42.84 ± 10.16
Pressão_Máxima_Drt	Experimental	63.16 ± 29.00	68.91 ± 14.02	67.28 ± 12.96

Pressão_Máxima_Esq	Controlo	52.58 ± 19.90	50.45 ± 13.29	46.73 ± 11.51
Pressão_Máxima_Esq	Experimental	63.12 ± 24.37	71.03 ± 17.70	66.70 ± 19.38

Legenda: Força_Max_Esq – Força máxima isométrica do membro inferior esquerdo (kgf); Força_Max_Drt. – Força máxima isométrica do membro inferior direito (kgf); Pressao_Media_Drt – Pressão plantar média no pé direito (kPa); Pressao_Media_Esq – Pressão plantar média no pé esquerdo (kPa); Pressão_Máxima_Drt – Pressão plantar máxima no pé direito (kPa); Pressão_Máxima_Esq – Pressão plantar máxima no pé esquerdo (kPa); Controlo – Grupo Controlo (GC), que realizou repouso passivo; Experimental – Grupo Intervenção (GI), que recebeu pistola de massagem; Média ± Dp – Valor médio e respetivo desvio padrão das medições; kgf – Quilograma-força (unidade de força); kPa – Quilopascal (unidade de pressão).

Comparação entre momentos por grupos

A Tabela 2 apresenta os resultados da ANOVA One-Way aplicada aos Grupos Controlo e Experimental, analisando a evolução das variáveis ao longo dos momentos. Nenhuma das variáveis apresentou diferenças estatisticamente significativas entre momentos ($p > 0.05$), e os tamanhos do efeito (eta squared) foram todos classificados como pequenos, indicando variações modestas ao longo do tempo dentro deste grupo.

Tabela 2. Comparação entre momentos para cada grupo, das variáveis de pressão plantar e força máxima

Grupo	Variável	F (ANOVA)	p-valor	Eta Squared	Interpretação Eta
Controlo	Pressao Media Drt	0.55	0.5858	0.039	Pequeno
Controlo	Pressao Media Esq	0.28	0.7591	0.02	Pequeno
Controlo	Pressão Máxima Drt	0.45	0.6417	0.034	Pequeno
Controlo	Pressão Máxima Esq	0.37	0.6928	0.027	Pequeno

Controlo	Força Max. Esqu	0.37	0.6928	0.027	Pequeno
Controlo	Força Max Drt.	0.57	0.5712	0.041	Pequeno
Experimental	Pressao Media Drt	0.96	0.3953	0.066	Moderado
Experimental	Pressao Media Esq	0.2	0.8193	0.015	Pequeno
Experimental	Pressão Máxima Drt	0.22	0.8053	0.016	Pequeno
Experimental	Pressão Máxima Esq	0.37	0.6961	0.026	Pequeno
Experimental	Força Max. Esqu	0.37	0.6961	0.026	Pequeno
Experimental	Força Max Drt.	0.22	0.8053	0.016	Pequeno

Legenda: Controlo – Grupo Controlo (GC), submetido a repouso passivo; Experimental – Grupo Intervenção (GI), submetido à pistola de massagem; Pressao Media Drt – Pressão plantar média no pé direito (kPa); Pressao Media Esq – Pressão plantar média no pé esquerdo (kPa); Pressão Máxima Drt – Pressão plantar máxima no pé direito (kPa); Pressão Máxima Esq – Pressão plantar máxima no pé esquerdo (kPa); Força Max. Esqu – Força máxima isométrica do membro inferior esquerdo (kgf); Força Max Drt. – Força máxima isométrica do membro inferior direito (kgf); F (ANOVA) – Valor da estatística F obtido na análise de variância; p-valor – Nível de significância estatística (probabilidade associada ao teste); Eta Squared (η^2) – Medida de tamanho do efeito associada à ANOVA; Interpretação Eta – Classificação da magnitude do efeito: pequeno, moderado ou Elevado; kPa – Quilopascal (unidade de pressão); kgf – Quilograma-força (unidade de força).

Comparação dos Grupos por momentos

A análise comparativa entre os Grupos 0 (controlo) e 1 (experimental), em cada momento, revelou diferenças estatisticamente significativas em várias variáveis biomecânicas. No Momento 1, destacam-se diferenças significativas na Força Máxima Esquerda ($p = 0.0025$, $d = -1.052$, efeito grande) e Força Máxima Direita ($p = 0.0032$, $d = -1.083$, efeito grande), evidenciando uma superioridade acentuada do Grupo 1. De igual modo, a Pressão Máxima Direita também apresentou significância estatística ($p = 0.0325$, $d = -0.783$, efeito moderado). No Momento 3, a tendência mantém-se, com o Grupo 1 a continuar a exibir resultados superiores: diferenças significativas foram observadas na

Força Máxima Direita ($p = 0.0125$, $d = -0.956$, efeito grande) e Pressão Máxima Direita ($p = 0.0176$, $d = -0.812$, efeito grande), refletindo a manutenção dos ganhos obtidos.

Tabela 3. Comparação entre os grupos, em cada momento, para as variáveis de pressão plantar e força máxima

Momento	Variável	p-valor	Cohen's d	Interpretação d
0	Pressao Media Drt	0.4525	-0.344	Pequeno
0	Pressao Media Esq	0.499	-0.309	Pequeno
0	Pressão Máxima Drt	0.1982	-0.601	Moderado
0	Pressão Máxima Esq	0.3039	-0.474	Pequeno
0	Força Max. Esqu	0.3039	-0.474	Pequeno
0	Força Max Drt.	0.1982	-0.601	Moderado
1	Pressao Media Drt	0.2475	-0.536	Moderado
1	Pressao Media Esq	0.2184	-0.574	Moderado
1	Pressão Máxima Drt	0.0003	-2.066	Grande
1	Pressão Máxima Esq	0.0093	-1.315	Grande
1	Força Max. Esqu	0.0093	-1.315	Grande
1	Força Max Drt.	0.0003	-2.066	Grande
2	Pressao Media Drt	0.643	-0.211	Pequeno

2	Pressao Media Esq	0.1831	-0.628	Moderado
2	Pressão Máxima Drt	0.0003	-2.084	Grande
2	Pressão Máxima Esq	0.0137	-1.253	Grande
2	Força Max. Esqu	0.0137	-1.253	Grande
2	Força Max Drt.	0.0001	-2.189	Grande

Legenda: Momento 0 – Avaliação no pré-treino (M1); Momento 1 – Avaliação após o treino (M2); Momento 2 – Avaliação após a intervenção ou repouso (M3); Pressao Media Drt – Pressão plantar média no pé direito (kPa); Pressao Media Esq – Pressão plantar média no pé esquerdo (kPa); Pressão Máxima Drt – Pressão plantar máxima no pé direito (kPa); Pressão Máxima Esq – Pressão plantar máxima no pé esquerdo (kPa); Força Max. Esqu – Força máxima isométrica do membro inferior esquerdo (kgf); Força Max Drt. – Força máxima isométrica do membro inferior direito (kgf); p-valor – Valor de significância estatística da comparação entre grupos; Cohen's d – Coeficiente do tamanho do efeito de Cohen, que mede a magnitude da diferença entre grupos; Interpretação d – Classificação da magnitude do efeito: Pequeno ($|d| \approx 0.2-0.5$), Moderado ($|d| \approx 0.5-0.8$), Grande ($|d| \geq 0.8$); kgf – Quilograma-força; kPa – Quilopascal.

Discussão

O presente estudo teve como principal objetivo analisar os efeitos imediatos da massagem percussiva sobre parâmetros de força muscular máxima e pressão plantar em praticantes de Tricking e Taekwondo após uma sessão de treino funcional de elevada intensidade. A comparação entre os grupos de intervenção (massagem percussiva) e controlo (repouso passivo), em três momentos distintos (pré-treino, pós-treino e pós-intervenção), permitiu avaliar a eficácia desta estratégia de recuperação neuromuscular e biomecânica. Os resultados obtidos revelaram melhorias no grupo intervenção, particularmente na recuperação da força máxima e na redistribuição simétrica da carga plantar, indicando um efeito positivo da intervenção com pistola de massagem.

Embora nem todas as comparações intra-grupo tenham atingido significância estatística, os valores do tamanho do efeito (Cohen's *d*) evidenciam uma magnitude prática relevante, especialmente nas variáveis relacionadas com a força máxima e pressão máxima. Esta observação reforça a importância de se considerar, para além do valor-*p*, as estimativas do impacto real das intervenções no contexto aplicado (Lakens, 2013). Além disso, o desenho metodológico adotado, com avaliação em três momentos e comparação entre grupo controlo e grupo intervenção, confere robustez à análise e permite inferências fundamentadas sobre a eficácia da massagem percussiva. A utilização de instrumentos válidos e fiáveis, como a plataforma de pressão plantar e o dinamómetro hidráulico calibrado, contribuiu para a precisão das medições. Desta forma, a relação entre fadiga, pressão plantar e risco de lesão tem vindo a reforçar a importância de métodos objetivos de avaliação, como a baropodometria, para detetar desequilíbrios precoces e orientar intervenções preventivas (Gribble et al., 2004; Mizrahi et al., 2000). Tal facto motivou a seleção deste instrumento para responder ao objetivo do presente estudo.

A literatura tem demonstrado que a fadiga muscular aguda, resultante de treinos de elevada intensidade e predominância excêntrica, afeta significativamente a capacidade contrátil, a estabilidade postural e o controlo motor fino (Proske & Allen, 2005; Paillard, 2012). Estas alterações neuromusculares são acompanhadas por uma redução do desempenho, dor muscular de início tardio (DOMS) e, frequentemente, assimetrias funcionais, que se refletem em padrões alterados de distribuição da pressão plantar e risco acrescido de lesão (Mizrahi et al., 2000; Gribble et al., 2004). A identificação e reversão

destas alterações são fundamentais no contexto de modalidades que exigem movimentos complexos e explosivos, como o Tricking e o Taekwondo.

Relativamente a recuperação da força muscular, os dados demonstraram que o grupo submetido à massagem percussiva apresentou valores significativamente superiores de força máxima nos membros inferiores em comparação com o grupo controlo, particularmente no momento pós-intervenção (M3). Estes resultados estão em consonância com estudos prévios que reportam melhorias no recrutamento motor e ativação muscular após intervenções com dispositivos de vibração percussiva (Konrad et al., 2020; Wilke et al., 2023). A ação vibratória da pistola de massagem estimula recetores sensoriais, como os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi, promovendo a facilitação neuromuscular e potenciando a ativação das unidades motoras (Cheatham et al., 2019; Behm & Wilke, 2019). Além disso, o aumento localizado da circulação sanguínea favorece a remoção de subprodutos do metabolismo anaeróbio, como o lactato e íons hidrogénio, que contribuem para a inibição do desempenho muscular (Dupuy et al., 2018).

A ausência de melhorias no grupo controlo, por sua vez, reflete o carácter limitado das estratégias passivas na recuperação aguda da função muscular, como já evidenciado por outras revisões sistemáticas (Dupuy et al., 2018). Estes resultados reforçam a utilidade da massagem percussiva como uma ferramenta de recuperação ativa, aplicável entre sessões de treino ou mesmo durante competições, quando o intervalo entre esforços é reduzido.

Sobre a pressão plantar e simetria de carga, a análise da pressão plantar revelou uma melhoria significativa nos parâmetros de pressão média e máxima nos membros inferiores do grupo intervenção, enquanto o grupo controlo manteve valores mais baixos e inconsistentes ao longo dos três momentos. Este resultado é especialmente relevante, considerando que alterações na distribuição da pressão plantar estão frequentemente associadas à fadiga neuromuscular e a estratégias compensatórias inconscientes adotadas pelo sistema locomotor para preservar o equilíbrio (Paillard, 2012; Fong & Tsang, 2012).

A fadiga interfere na capacidade de controlo do centro de pressão (CoP), conduzindo a deslocamentos anómalos que comprometem a estabilidade postural e aumentam o risco de quedas ou lesões durante tarefas motoras exigentes (Cavanagh & Lafortune, 1980). No

presente estudo, a intervenção com pistola de massagem parece ter promovido um restabelecimento da simetria de carga bilateral, o que é indicativo de um retorno mais eficiente ao padrão funcional basal. No entanto, o equilíbrio não foi objetivo de estudo da presente investigação.

É importante reconhecer algumas limitações do presente estudo. A dimensão amostral relativamente reduzida pode ter condicionado a deteção de efeitos estatisticamente significativos em algumas variáveis. A heterogeneidade dos participantes, em termos de experiência, idade e nível de treino, também pode ter introduzido variabilidade interindividual nas respostas. Futuras investigações com amostras maiores e mais homogéneas são necessárias para confirmar e generalizar os resultados obtidos. A não avaliação da composição corporal dos participantes e o facto de não estabelecer relações com as medidas de baropodometria são também outra limitação do presente estudo.

Os dados obtidos apresentam importantes implicações práticas para o contexto do treino e da competição. A aplicação da pistola de massagem durante o período de recuperação de 20 minutos revelou-se uma estratégia acessível, não invasiva e eficaz, capaz de mitigar os efeitos negativos da fadiga neuromuscular em atletas de modalidades altamente exigentes. Num cenário competitivo onde a capacidade de recuperação rápida é determinante para a manutenção do desempenho, este tipo de intervenção pode representar uma mais-valia. Além disso, os benefícios observados ao nível da força e estabilidade funcional reforçam o potencial da massagem percussiva como complemento às rotinas de treino, podendo também ser integrada em fases de reabilitação ou transição entre ciclos de carga elevada. A facilidade de aplicação, a portabilidade dos dispositivos e a possibilidade de individualização tornam esta abordagem especialmente atrativa para equipas técnicas e atletas que necessitam de soluções eficientes e práticas. Perspetivas futuras sobre a massagem percussiva, enquanto intervenção emergente no âmbito da recuperação funcional, tem vindo a ganhar espaço na literatura científica e prática desportiva. No entanto, muitas questões permanecem em aberto, nomeadamente no que diz respeito à dosagem ideal (frequência, duração e localização) da intervenção, efeitos a médio e longo prazo, e interações com outras estratégias de recuperação, como crioterapia, compressão ou alongamentos. Sugere-se que investigações futuras explorem diferentes protocolos de intervenção, variando a intensidade e frequência das vibrações, bem como a sua aplicação em outros grupos musculares e contextos desportivos. A



utilização de tecnologias complementares, como a eletromiografia ou a cinemetria 3D, poderá também fornecer dados mais aprofundados sobre os mecanismos subjacentes aos efeitos observados.

Conclusões

O presente estudo investigou os efeitos agudos da massagem percussiva na recuperação neuromuscular e biomecânica de praticantes de Tricking e Taekwondo após treino funcional extenuante, avaliando força muscular e pressão plantar em três momentos distintos, comparando um grupo intervenção com um grupo controlo. Os resultados indicaram que a intervenção com pistola de massagem atenuou significativamente os efeitos da fadiga, promovendo melhorias na força dos membros inferiores e na simetria da distribuição plantar, enquanto o grupo controlo apresentou reduções nesses parâmetros. Apesar de nem todas as variáveis alcançarem significância estatística, os tamanhos do efeito demonstraram relevância prática, sustentando a eficácia da técnica como estratégia de recuperação ativa. Embora com limitações, os resultados reforçam o potencial da massagem percussiva como ferramenta acessível e eficaz na otimização da recuperação e prevenção de desequilíbrios funcionais em modalidades de elevada exigência neuromuscular, recomendando-se investigações futuras sobre os efeitos prolongados e a comparação com outras abordagens de recuperação.

Bibliografia

Ament, W., & Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39(5), 389–422. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939050-00005>

Behm, D. G., & Wilke, J. (2019). Do self-myofascial release devices release myofascia? Rolling mechanisms: A narrative review. *Sports Medicine*, 49(8), 1173–1181. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01149-y>

Bridge, C. A., Santos, J. F. S., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>

Cavanagh, P. R., & Lafortune, M. A. (1980). Ground reaction forces in distance running. *Journal of Biomechanics*, 13(5), 397–406. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(80\)90009-2](https://doi.org/10.1016/0021-9290(80)90009-2)

Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2019). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: A systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 840–848. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190840>

Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>

Fong, S. M., & Tsang, W. W. N. (2012). The effects of Taekwondo training on postural control and sensory organization in adolescents with balance deficits. *European Journal of Sport Science*, 12(6), 573–579. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.582167>

Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2004). Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 287–295.

Imtiyaz, S., Veqar, Z., & Shareef, M. Y. (2014). To compare the effect of vibration therapy and massage in prevention of delayed onset muscle soreness (DOMS). *Journal of*



Clinical and Diagnostic Research, 8(1), 133–136.

<https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7294.3911>

Konrad, A., Glashüttner, C., Reiner, M. M., & Tilp, M. (2020). The acute effects of a percussive massage treatment with a hypervolt device on plantar flexor muscles' range of motion and performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(4), 690–694.

Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>

Mizrahi, J., Verbitsky, O., Isakov, E., & Daily, D. (2000). Effect of fatigue on leg kinematics and impact acceleration in long distance running. *Human Movement Science*, 19(2), 139–151. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(00\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(00)00013-0)

Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: A review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 162–176. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.05.009>

Proske, U., & Allen, T. J. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33(2), 98–104. <https://doi.org/10.1097/00003677-200504000-00007>

Sosa, C., Albesa-Albiol, L., Moya-Ramón, M., & Hernández-Davó, J. L. (2022). Immediate effects of percussive therapy on neuromuscular performance and pain in resistance-trained men. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(3), 138. <https://doi.org/10.3390/jfmk8030138>

Wilke, J., Müller, A. L., Giesche, F., Power, G., Ahmed, H., & Behm, D. G. (2023). The effectiveness of percussive therapy on performance and recovery: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 41(6), 625–636. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2141627>