

DIFERENTES DOSES DE PRÉ-CONDICIONAMENTO UTILIZANDO FOTOBIMODULAÇÃO COM LED PARA ATENUAR REDUÇÃO DA FORÇA MUSCULAR APÓS DANO MUSCULAR INDUZIDO POR EXERCÍCIO EXCÊNTRICO: UM ENSAIO CLÍNICO PILOTO ALEATORIZADO¹

Lucas Marciel Silva Dias², Eduardo Lima^{2,3}, Filipe Lírio Malta², Maria Luiza Araújo Cerqueira², Cândido Matheus Silva Dantas², Rafael Pereira^{2,4}, Mikhail Santos Cerqueira^{2,3}

RESUMO

Introdução: O dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) pode ocorrer após atividades físicas prolongadas, intensas ou incomuns. O principal marcador da função neuromuscular após DMIE é a força muscular. Estratégias de pré-condicionamento aplicadas antes do exercício podem atenuar a redução de força muscular após DMIE. O pré-condicionamento com fotobiomodulação (FBM) tem sido investigado para mitigar a redução de força muscular, no entanto, não se sabe qual dose é potencialmente mais eficaz. **Objetivo:** Este estudo comparou diferentes doses de FBM para atenuar a redução de força muscular após DMIE. **Métodos:** Este foi um ensaio clínico controlado, aleatorizado, prospectivo e do tipo piloto. Vinte homens jovens saudáveis foram divididos aleatoriamente em quatro grupos com diferentes doses de fotobiomodulação (SHAM; 6J; 24J; 72J). Os participantes realizaram um exercício excêntrico dos músculos flexores de cotovelo consistindo de 30 repetições com halteres (carga correspondente ao máximo do pico de torque isométrico), com um intervalo de descanso de 45 segundos entre as repetições. O pico de torque isométrico foi avaliado antes (PRÉ), imediatamente após, 24, e 48 horas após o protocolo de exercício excêntrico. Todos os valores de pico de torque obtidos após o protocolo de dano muscular foram normalizados pelo valor PRÉ. Assim, os resultados estão expostos em valores percentuais. Devido ao pequeno número amostral, nenhuma análise estatística inferencial foi utilizada. Estatística descritiva e estatística baseada em magnitude de efeito (considerando as mudanças percentuais) foram utilizadas. **Resultados:** No grupo SHAM, o do pico de torque variou -36% e -21%. No grupo 6J, a redução do pico de torque variou -23% e 0,8%. No grupo 24J, a redução do pico de torque variou -29% e -3%. No grupo 72J, a redução do pico de torque variou -14% e -4%. A dose de 6J promoveu uma recuperação mais rápida (após 24 horas) e a dose de 72J promoveu uma menor redução da força imediatamente após o protocolo de DMIE. **Conclusão:** Este estudo piloto demonstrou que todas as doses de FBM foram superiores em atenuar a redução da força muscular quando comparadas ao SHAM. As doses de 6J e 72J tiveram efeitos promissores para recuperação mais rápida ou atenuação da redução de força, respectivamente. Estes os resultados devam ser interpretados com cautela devido ao pequeno tamanho da amostra.

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; Fundação de Amparo Pesquisa do Estado da Bahia

² Núcleo de pesquisa em fisiologia integrativa, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brasil;

³ Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brasil;

⁴ Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Saúde, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Dano muscular, Esporte, Exercício resistido, Função neuromuscular, Pico de torque.

DIFFERENT DOSES OF PRECONDITIONING USING LED
PHOTOBIMODULATION TO ATTENUATE MUSCLE STRENGTH REDUCTION
AFTER ECCENTRIC EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE: A RANDOMIZED
PILOT CLINICAL TRIAL

ABSTRACT

Introduction: Exercise-induced muscle damage (EIMD) can occur after prolonged, intense, or unusual physical activity. The main marker of neuromuscular function after EIMD is muscle strength. Preconditioning strategies applied before exercise can mitigate the reduction in muscle strength after EIMD. Preconditioning with photobiomodulation (PBM) has been investigated to mitigate the reduction in muscle strength; however, it is unknown which dose is potentially most effective. **Objective:** This study compared different doses of PBM to mitigate the reduction in muscle strength after EIMD. **Methods:** This was a controlled, randomized, prospective, pilot clinical trial. Twenty healthy young men were randomly divided into four groups with different doses of photobiomodulation (SHAM; 6J; 24J; 72J). Participants performed an eccentric exercise of the elbow flexor muscles consisting of 30 repetitions with dumbbells (load corresponding to the maximum isometric peak torque), with a 45-second rest interval between repetitions. Isometric peak torque was assessed before (PRE), immediately after, 24, and 48 hours after the eccentric exercise protocol. All peak torque values obtained after the muscle damage protocol were normalized to the PRE value. Thus, the results are presented as percentages. Due to the small sample size, no inferential statistical analysis was used. Descriptive statistics and statistics based on effect size (considering percentage changes) were used. **Results:** In the SHAM group, peak torque varied -36% and -21%. In the 6J group, the reduction in peak torque varied -23% and 0.8%. In the 24J group, the reduction in peak torque varied -29% and -3%. In the 72J group, peak torque reduction varied between -14% and -4%. The 6J dose promoted faster recovery (after 24 hours), and the 72J dose promoted a smaller reduction in strength immediately after the EIMD protocol. **Conclusion:** This pilot study demonstrated that all PBM doses were superior in attenuating muscle strength reduction than SHAM, with the 6J and 72J doses showing promising effects for faster recovery or attenuation of strength reduction, respectively. These results should be interpreted with caution due to the small sample size.

KEYWORDS: Muscle damage, Sport, Resistance exercise, Neuromuscular function, Peak torque (o correspondente às palavras-chave já indicadas. Fonte Arial 11, alinhamento justificado, espaço simples, em ordem alfabética, separadas por vírgula, no máximo seis).

INTRODUÇÃO

O exercício excêntrico é caracterizado pela ativação muscular e geração de tensão enquanto o músculo é alongado (Fenn, 1924). A alta força produzida a um menor custo metabólico quando comparada à ação muscular concêntrica é uma característica fundamental do exercício excêntrico, destacando seu valor para atletas e no tratamento

de pacientes com força, mobilidade e capacidade aeróbica reduzidas (Lastayo. P e Reich. T, 2001).

Apesar dos benefícios, populações não acostumadas ao exercício excêntrico frequentemente relatam dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) (Gluchowski et al., 2015). O principal marcador neuromuscular do DMIE é a redução da força (Boyd et al., 2023). Abordagens profiláticas ou de pré-condicionamento aplicadas antes do exercício, incluindo a fotobiomodulação (FBM), são promissoras para mitigar o DMIE (Palma et al., 2020) e podem auxiliar na manutenção da intensidade do treinamento e na adesão aos programas de exercícios excêntricos (Howatson e Someren, Van, 2008).

A FBM tem sido considerada uma estratégia de pré-condicionamento para melhorar o desempenho, reduzir a fadiga e acelerar a recuperação muscular (Crow et al., 2024; Li et al., 2024). Os mecanismos de ação do FBM incluem aumento da microcirculação tecidual, redução do estresse oxidativo e aumento da produção de trifosfato de adenosina (ATP) (Parizotto e Ferraresi, 2024). Estudos recentes demonstraram os benefícios do PBM (Li et al., 2024), entretanto ainda é necessário estabelecer a dosagem mais adequada para atenuar reduções na força muscular após DMIE.

O objetivo deste estudo piloto foi comparar os potenciais efeitos de diferentes doses de PBM como estratégia de pré-condicionamento para mitigar redução de força muscular após DMIE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizamos um ensaio clínico piloto aleatorizado, duplo-cego, paralelo, com quatro braços, com homens jovens saudáveis. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da UESB (CAAE: 65606522.2.0000.0055, 13 de dezembro de 2022). Todos os participantes forneceram consentimento informado por escrito. Os participantes elegíveis, recrutados entre abril e julho de 2025, foram aleatoriamente designados para um dos quatro grupos: (1) 6 J; (2) 24 J; (3) 72 J; 4) SHAM. Os dados de caracterização da amostra são mostrados na tabela 1.

Tabela I. Variáveis de caracterização dos participantes. Os valores são da linha de base e estão em média \pm desvio padrão.

	SHAM	6 Joules	24 Joules	72 Joules
Idade, anos	20,6 \pm 1,1	25,4 \pm 4,8	27,2 \pm 7,3	23,8 \pm 2,8
Altura, cm	173,8 \pm 8,6	171 \pm 7,2	171,8 \pm 7,0	172,8 \pm 5,4
Peso Corporal, Kg	74,08 \pm 10,4	69,62 \pm 11,5	75,4 \pm 14,4	78,98 \pm 8,4
IMC, kg/m ²	24,52 \pm 3,0	23,65 \pm 2,0	25,35 \pm 3,4	26,40 \pm 1,9

TIVM, Kg/f	29,2 ± 5,6	25,6 ± 3,7	31,9 ± 5,4	28,3 ± 4,5
------------	------------	------------	------------	------------

IMC, índice de massa corporal; TIVM, torque isométrico voluntário máximo.

Cada participante visitou o laboratório quatro vezes. Durante a primeira visita, foram coletados dados pessoais e antropométricos, incluindo idade, altura, massa corporal e IMC. Além disso, foi coletado o torque isométrico voluntário máximo (TIVM). Todos os procedimentos experimentais foram realizados no membro superior não dominante. Na segunda visita, o TIVM dos músculos flexores do cotovelo foi novamente avaliado. Após a avaliação do TIVM, foi aplicada a FBM (6J, 24J, 72J ou SHAM), seguida do protocolo de exercício excêntrico. O TIVM foi reavaliado imediatamente, 24 e 48 horas após o protocolo de exercício excêntrico.

Para avaliação do TIVM, cada voluntário sentou-se em um banco de rosca direta personalizado, com o ângulo da articulação do ombro a 45° de flexão e 0° de abdução. Os voluntários puxaram com máxima força uma alça acoplada a uma célula de carga (Sistema EMG, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) com o cotovelo em ângulo de 90°, mantendo o antebraço supinado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são mostrados na figura 1. Em resumo, no grupo SHAM, o do pico de torque variou -36% e -21%. No grupo 6J, a redução do pico de torque variou -23% e 0,8%. No grupo 24J, a redução do pico de torque variou -29% e -3%%. No grupo 72J, a redução do pico de torque variou -14% e -4%. A dose de 6J promoveu uma recuperação mais rápida (após 24 horas) e a dose de 72J promoveu uma menor redução da força imediatamente após o protocolo de DMIE.

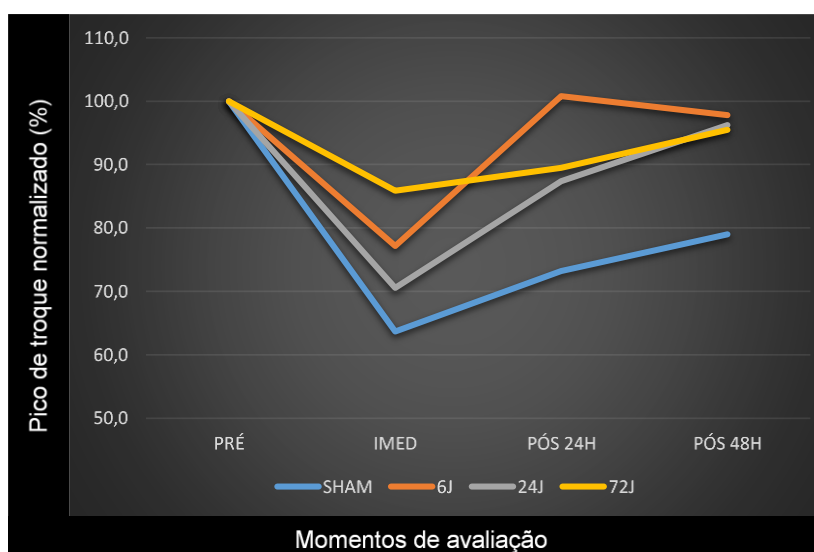


FIGURA 1: Pico de torque medido antes (PRÉ), imediatamente após (IMED), 24 horas após e 48 horas após protocolo de dano muscular induzido por exercício excêntrico para os grupos SHAM, 6J, 24J e 72J. Dados expressos em valores percentuais.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Este estudo piloto demonstrou todas as doses de FBM foram superiores em atenuar a redução da força muscular que o SHAM, com as doses de 6J e 72J tendo efeitos promissores para recuperação mais rápida ou atenuação da redução de força, respectivamente. Estes os resultados devam ser interpretados com cautela devido ao pequeno tamanho da amostra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- FENN, W. O. The relation between the work performed and the energy liberated in muscular contraction. **The Journal of Physiology**, v. 58 n. 6, p. 373-95, 1924.
- 2- LASTAYO, P. C.; REICH, T. E.; URQUHART, M.; HOPPELER, H.; LINDSTEDT, S. L. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. **The American journal of physiology**, v. 276, n. 2, p. R611-5, 1999.
- 3- GLUCHOWSKI, A.; HARRIS, N.; DULSON, D.; CRONIN, J. Chronic Eccentric Exercise and the Older Adult. **Sports Medicine**, v. 45, n. 10, p. 1413-30, 2015.
- 4- BOYD, Lachlan et al. The effects of pre-conditioning on exercise-induced muscle damage: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 53, n. 8, p. 1537-1557, 2023.
- 5- PALMA, H.; PINFILDI, C. E.; LAMBERTUCCI, R. H.; FRANCO, E. S. B.; VAZ, V. DA M.; PECCIN, S. Photobiomodulation Before Eccentric Fatigue Protocol in the Control of Pain and Muscle Damage Markers: A Double-Blind, Randomized Controlled Study. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 38, n. 12, p. 780–788, 2020.
- 6- HOWATSON, G.; SOMEREN, K. A. VAN. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. **Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 483-503, 2008.
- 7- CROW, Joshua A. et al. Therapeutic photobiomodulation before strenuous exercise attenuates shoulder muscle fatigue. **Journal of Athletic Training**, v. 59, n. 7, p. 724, 2024.
- 8- LI, B. M. *et al.* Can pre-exercise photobiomodulation improve muscle endurance and promote recovery from muscle strength and injuries in people with different activity levels? A meta-analysis of randomized controlled trials. **Lasers in Medical Science**, v. 39, n. 1, p. 1–20, 1 dez. 2024.
- 9- NIVALDO ANTONIO, Parizotto; CLEBER, Ferraresi. Enhancing Physiotherapy Outcomes with Photobiomodulation: A Comprehensive Review. **Journal of Novel**

Physiotherapy and Rehabilitation, v. 8, n. 2, p. 031-038, 23 jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.29328/journal.jnpr.1001061>. Acesso em: 30 set. 2025.