



EFEITOS ISOLADOS E COMBINADOS DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EM ATLETAS DE CROSSFIT®: PROTOCOLO PARA ENSAIO CLÍNICO, CRUZADO, RANDOMIZADO, CONTROLADO E CEGO

ISOLATED AND COMBINED EFFECTS OF DIFFERENT POST-EXERCISE RECOVERY STRATEGIES IN CROSSFIT ATHLETES: PROTOCOL FOR CLINICAL TRIAL, CROSSOVER, RANDOMIZED, CONTROLLED AND BLIND

-  Paulo Henrique Gusmão Nogueira Martins¹
-  Caroline dos Santos Monteiro Machado²
-  Matheus Marinho Aguiar Lino³
-  Luana Barbosa Dias⁴
-  Marcelo Ferreira Duarte de Oliveira⁵
-  Ivo de Oliveira Aleixo Júnior⁶
-  Heliadora Leão Casalechi⁷
-  Ernesto Cesar Pinto Leal Junior⁸

CAAE: 30197720.5.0000.5511

Autor correspondente:

Paulo Henrique Gusmão Nogueira Martins
 Universidade Nove de Julho
 R. Vergueiro, nº 235/249 – Liberdade, São Paulo – SP,
 CEP: 01525-000, Brasil;
 55 (11) 2633-9000.

¹Universidade Nove de Julho
 São Paulo-SP Brasil
paulo.h.gusmao@icloud.com

²Universidade Nove de Julho
 São Paulo-SP Brasil
esporte.carolmonteiro@gmail.com

³Universidade Nove de Julho
 São Paulo - SP Brasil
Matheuslino.fisio@gmail.com

⁴Universidade Nove de Julho - Vergueiro
 São Paulo- SP Brasil
bdias.lu@gmail.com

⁵Universidade Nove de Julho/SP
 São Paulo-SP Brasil
marcelofddoliveira@gmail.com

⁶Universidade Nove de Julho
 Professor no centro universitário módulo –
 Caraguatatuba- SP Brasil
Ivo.junior@modulo.edu.br

⁷Universidade Nove de Julho
 São Paulo-SP Brasil
doraleao@gmail.com

⁸Universidade Nove de Julho
 São Paulo-SP Brasil
ernesto.leal.junior@gmail.com

Cite como
 Vancouver

Martins, PHGN, Machado, CSM, Lino, MMA, Dias, LB, Oliveira, MFD, Aleixo Júnior, IO. *et al.* Efeitos isolados e combinados de diferentes estratégias de recuperação pós-exercício em atletas de crossfit®: protocolo para ensaio clínico, cruzado, randomizado, controlado e cego. *Conscientiae Saúde* 2024;23(1):1-8, e25737. <https://doi.org/10.5585/23.2024.25737>

Resumo

Introdução: O CrossFit® é uma modalidade de exercícios de alta intensidade cuja parte mais intensa do treinamento e campeonato é chamada de WOD (*workout of the day*). As competições são realizadas com vários WODs em sequência e em dias seguidos, o que pode causar fadiga muscular e aumento da propensão do atleta às lesões. Em alguns esportes, a fim de minimizar tais consequências, dispositivos terapêuticos têm sido utilizados para acelerar a recuperação muscular ou modular os prejuízos causados após o exercício extenuante, entretanto, não se sabe qual o melhor recurso para promoção da recuperação muscular mais rápida e eficiente em atletas de CrossFit®.

Objetivo: Diante disso, o objetivo desse estudo é comparar os efeitos isolados e combinados entre três diferentes recursos terapêuticos: TFBM-CMe, TOC e CPI na recuperação muscular em atletas de CrossFit®.

Metodologia: Será conduzidos um ensaio clínico randomizado, controlado, cruzado e cego. Com participação voluntária de homens atletas de CrossFit® de 18 a 36 anos, que serão aleatoriamente distribuídos de acordo com a ordem cruzada dos tipos de tratamento (controle/recuperação passiva, TFBM-CMe, TOC e CPI) a serem recebidos nas 4 semanas de procedimento. A recuperação muscular será avaliada antes de qualquer intervenção (basal) e 1h, 24h e 48h após a realização do WOD para indução à fadiga. As avaliações serão compostas pelo teste funcional, o *Countermovement Jump Test* (CMJ); percepção subjetiva de esforço/fadiga mensurado pela escala CR-100 e variáveis fisiológicas por meio da análise do estresse oxidativo. Os dados serão analisados estatisticamente e o considerado nível de significância será de $p < 0,05$.

Discussão: Através dos resultados da avaliação funcional e bioquímica do estudo comparativo, esperamos esclarecer qual o melhor recurso para ajudar no desempenho e retardo da fadiga muscular, consequentemente diminuindo o risco de lesão.

Palavras-chave: Terapia de fotobiomodulação. Terapia por ondas de choque. Compressão pneumática intermitente. Desempenho. Recuperação.

Abstract

Introduction: CrossFit® is a high-intensity exercise modality whose most intense part of the training and championship is called WOD (*workout of the day*). Competitions are held with several WODs in sequence and on consecutive days, which can cause muscle fatigue and increase the athlete's propensity for injuries. In some sports, in order to minimize such consequences, therapeutic devices have been used to accelerate muscle recovery or modulate the damage caused after strenuous exercise. However, it is not known which is the best resource to promote faster and more efficient muscle recovery in CrossFit® athletes.

Objective: Therefore, the objective of this study is to compare the isolated and combined effects of three different therapeutic resources: TFBM-CMe, TOC and CPI on muscle recovery in CrossFit® athletes.

Methodology: A randomized, controlled, crossover and blind clinical trial will be conducted. With voluntary participation of male CrossFit® athletes aged 18 to 36 years, who will be randomly distributed according to the crossed order of treatment types (control/passive recovery, TFBM-CMe, OCD and CPI) to be received in the 4 weeks of procedure. Muscle recovery will be assessed before any intervention (baseline) and 1h, 24h and 48h after performing the WOD to induce fatigue. The assessments will consist of the functional test, the Countermovement Jump Test (CMJ); subjective perception of effort/fatigue measured by the CR-100 scale and physiological variables through the analysis of oxidative stress. The data will be analyzed statistically and the considered level of significance will be $p < 0.05$.

Discussion: Through the results of the functional and biochemical evaluation of the comparative study, we hope to clarify the best resource to help with performance and delay muscle fatigue, consequently reducing the risk of injury.

Keywords: Photobiomodulation therapy. Shock wave therapy. Intermittent pneumatic compression.



Introdução

O CrossFit® surgiu no início dos anos 2000 como um método de treinamento de força e condicionamento físico (Meyer et al., 2017), baseado na combinação de movimentos funcionais, constantemente variados e de alta intensidade chamado de WOD (*Workout of the Day*) ou treino do dia (Butcher et al., 2015).

Essa alta demanda física exigida tem preocupado a comunidade científica, o que se confirma pelas várias publicações que estudaram a relação entre a prática de CrossFit® e o risco de lesões (Maté-Muñoz et al., 2017). Uma vez que a fadiga causa modificações na biomecânica do movimento, aumentando o risco de lesões (Weisenthal et al., 2014).

Estratégias de recuperação muscular envolvem uso de uma técnica ou uma combinação de técnicas para potencializar e acelerar a recuperação do atleta, reduzindo o risco de lesões e melhorando desempenho (Pinto et al., 2016; Feito et al. 2018).

Algumas modalidades terapêuticas têm sido utilizadas para recuperação muscular na prática esportiva, como: Compressão Pneumática Intermitente - CPI (Hoffman et al 2016), Terapia de Ondas de Choque Extracorpórea - TOC (Fleckenstein et al., 2017) e a Terapia de Fotobiomodulação - TFBM (Tomazoni et al., 2019).

A CPI são câmeras posicionadas ao redor do membro insuflando de ar sequencialmente realizando pressão (Haun et al., 2017). Estudos sugerem que a pressão pode melhorar a recuperação e reduzir a sensação de dor muscular (Hoffman et al., 2016).

Na TOC são emitidos pulsos de pressão, com pico de 35-120 Mpa, aplicados em pequenas áreas de 2-8 mm de diâmetro (Al-abbad et al., 2020). Tem demonstrado resultados positivos em estudos clínicos para reabilitação de lesões, recuperação (Speed et al., 2014; Fleckenstein et al., 2017) e diminuição da dor (Fleckenstein et al., 2017; Notarnicola et al., 2018).

A TFBM apresentam efeitos satisfatórios para redução dos sinais de fadiga, aumento do desempenho e força muscular (Tomazoni et al., 2019; Vanin et al., 2018; Leal-Junior et al., 2019). Os resultados apontam para atenuação da dor muscular de início tardio e menos aumento nas concentrações sanguíneas de marcadores de dano muscular (De Paiva et al., 2016). Estudos apresentaram resultados positivos utilizando a combinação de TFBM e Campo Magnético estático - TFBM-CMe (De Paiva et al., 2016).

O presente estudo busca comparar os recursos terapêuticos frequentemente empregados na prática clínica, a fim de determinar o mais indicado para a recuperação muscular associada a prática de *CrossFit*®.

Métodos

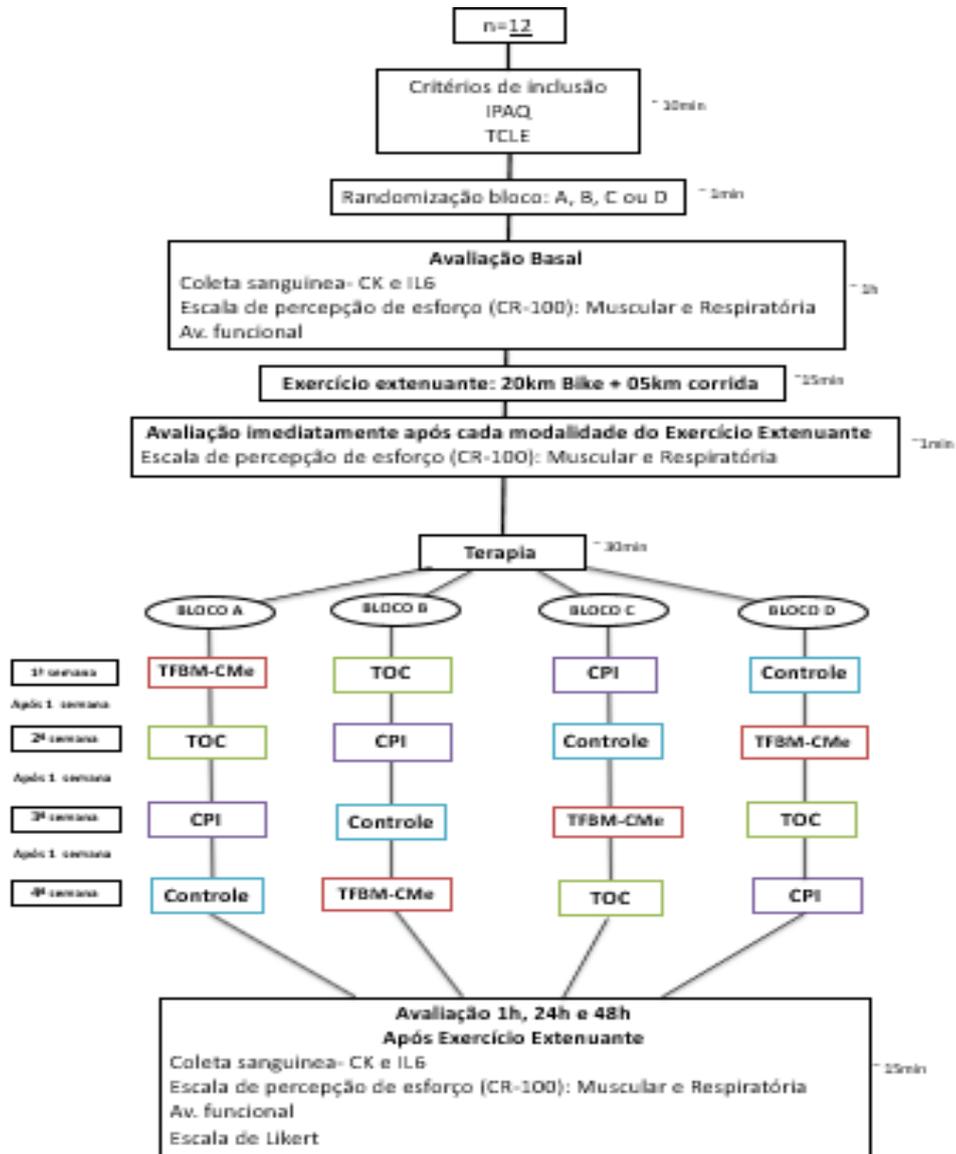
Serão recrutados 12 atletas de *CrossFit*® (entre 18 e 36 anos), homens, praticantes da modalidade por no mínimo 1 ano, treinando 4 vezes ou mais por semana e presença de 100% na coleta de dados. Não deverão estar fazendo uso de agentes farmacológicos, nem apresentar histórico de lesão musculoesquelética nas regiões do quadril, joelhos e tornozelo no último mês.

Após a avaliação basal será realizada a distribuição dos voluntários ao tipo de tratamento de acordo com as semanas do estudo, por meio de randomização online no site www.randomization.org.

O controle será pela recuperação passiva. O terapeuta que aplicará a terapia não será o mesmo que realizará as avaliações e análise dos dados. A análise funcional, escala de dor e coletas sanguíneas serão realizadas por pesquisadores que não terão conhecimento das terapias. Garantindo assim, o design cego do estudo.



Figura 1 - fluxograma de distribuição dos tratamentos



Os participantes realizarão o WOD com sequência de três exercícios: Calorias na Assault AirBike®, Hang Squat Clean (40kg) e Box Jump Over (60,69cm), em um modelo de série de 21-15-9, sem descanso. Na primeira série devem completar vinte e uma repetições, na segunda quinze e na última nove.

As avaliações serão realizadas basalmente, 1h, 24h e 48h após o WOD, e contarão com:

- Countermovement Jump Test (CMJ) usado como indicador de capacidade funcional (Balsalobre-Fernández et al., 2015), o voluntário deverá ficar em pé com as mãos nos quadris e os pés alinhados, depois agachar até uma posição de aproximadamente 90° de flexão do joelho e realizar um salto vertical o mais alto possível. Um *smartphone* será posicionado para registrar

as execuções de três CMJs máximos, sendo considerada para análise a maior altura (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Dornelles et al., 2018). A análise da altura do salto será feita por meio do aplicativo móvel My Jump 2.

- Escala de percepção de esforço CR-100 (Borg & Borg, 2002; Weston et al., 2015) como indicador de carga interna, simples, não-invasiva, sem custos e validada para mensuração da intensidade do exercício (Weston et al., 2015; Pinto et al., 2016). Os voluntários serão questionados a atribuir uma nota de 0 a 100 para o cansaço/fadiga nas pernas (RPE-MI) e cansaço cardiorrespiratório (RPE-R).

- Coleta sanguínea para análise dos níveis de ácido tiobarbitúrico (TBARS) e proteínas carboniladas, atividade de catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD) para análise do estresse oxidativo (De Paiva et al., 2016; Vanin et al., 2018; Leal-Junior et al., 2019).

Os participantes receberão um tipo de tratamento diferente a cada semana, de acordo com a randomização, até completar as 4 semanas de coletas, caracterizando o design cruzado do estudo. As terapias serão administradas 5 minutos após a realização do WOD e terão duração média de 30 minutos, o tratamento controle será pela recuperação passiva.

A TFBM-CMe será aplicada nos extensores de joelho/flexores de quadril (129 segundos – 270J), flexores de joelho/extensores de quadril (115 segundos – 180J) e flexores plantares e (115 – 60J) bilateralmente (Vanin et al., 2018; Leal-Junior et al., 2019). Será utilizado um cluster com 20 diodos, sendo 4 de 905 nm (1,25 de potência média, 50 W de potência de pico cada, 8 de 850 nm (40 mW cada) e 4 de 633 nm (25 mW cada).

A COI será realizada com botas pneumáticas bilateralmente, com base no protocolo recomendado pelo fabricante e comparável ao de estudos anteriores (Hoffman et al., 2016; Haun et al., 2017).

A TOC será de acordo com as instruções do fabricante (Terapia por Ondas de Choque – BTL- SWT), em torno de 2000 pulsos serão aplicados por região (05-20 Hz). A aplicação será em pontos ao longo dos músculos quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural bilateralmente, e energia total entre 10,3 e 15,4mJ (Fleckenstein et al., 2017).

A recuperação passiva será em repouso com o atleta em decúbito dorsal por 30 minutos, para que haja equivalência entre o tempo de duração (Micheletti et al., 2019).

Análise estatística

A *priori* será seguida a análise por intenção de tratar. Os dados serão analisados em seus valores absolutos e relação a sua variação em percentual- Os resultados serão testados quanto a

sua normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Se-paramétricos, utilizaremos o teste de ANOVA com post-hoc Bonferroni (média e desvio padrão). Se não paramétricos, usaremos o teste Friedman com post hoc Wilcoxon (Mediana e Intervalo interquartil). O nível de significância estatística será $p < 0,05$.

Discussão

Será realizado o comparativo entre recursos terapêuticos para recuperação muscular, por meio das avaliações de variáveis funcionais (CMJ) e bioquímicas. Assim, esperamos esclarecer qual o melhor recurso para ajudar no desempenho e retardo da fadiga muscular, conseqüentemente diminuindo o risco de lesão.

Até o momento não foram publicados estudos relevantes que comparem as intervenções utilizadas, principalmente relacionadas a prática de CrossFit®. No entanto, essas três intervenções foram escolhidas por serem as mais utilizadas na prática clínica atualmente.

Referências

1. Al-Abbad, H., Allen, S., Morris, S. et al. The Effects of shockwave therapy on musculoskeletal conditions based on changes in imaging: a systematic review and meta-analysis with meta regression. *BMC Musculoskelet Disord* 21, 275 (2020).
2. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci.* 2015;33(15):1574-9.
3. Borg E, Borg G. (2002) A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. *Acta Psychol (Amst)*. Feb;109(2):157-75. PubMed PMID: 11820425.
4. Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR. Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access J Sports Med.* 2015 Jul 31;6:241-7.
5. De Paiva PV, Tomazoni SS, Johnson DS, Vanin AA, Albuquerque-Pontes GM, Machado CSM, Casalechi HL, De Carvalho PTC, Leal-Junior ECP. (2016) Photobiomodulation therapy (TFBM) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers in Medical Science.* 31,1925-1933.
6. Dornelles MP, Fritsch CG, Sonda FC, Johnson DS, Leal-Junior ECP, Vaz MA, Baroni BM. Photobiomodulation therapy as a tool to prevent hamstring strain injuries by reducing soccer-induced fatigue on hamstring muscles. *Lasers Med Sci.* 2019 Aug;34(6):1177-1184. doi: 10.1007/s10103-018-02709-w. Epub 2019 Jan 3. PMID: 30607719.

7. Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports (Basel)*. 2018 Aug 7;6(3):76.
8. Fleckenstein J, Fritton M, Himmelreich H, Banzer W. (2017) Effect of a Single Administration of Focused Extracorporeal Shock Wave in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Partially Blinded Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017 May;98(5):923-930.
9. Haun CT, Roberts MD, Romero MA, Osburn SC, Mobley CB, Anderson RG, Goodlett MD, Pascoe DD, Martin JS. (2017) Does external pneumatic compression treatment between bouts of overreaching resistance training sessions exert differential effects on molecular signaling and performance-related variables compared to passive recovery? An exploratory study. *PLoS One*. Jun 29;12(6): e0180429.
10. Hoffman MD, Badowski N, Chin J, Stuempfle KJ. A Randomized Controlled Trial of Massage and Pneumatic Compression for Ultramarathon Recovery. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016 May;46(5):320-6. doi: 10.2519/jospt.2016.6455. Epub 2016 Mar 23. PubMed PMID: 27011305.
11. Leal-Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Bjordal JM. (2019) Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Braz J Phys Ther*. pii: S1413-3555(18) 31021-9.
12. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Garcí ´a-Ferna´ndez P, Garnacho-Castaño MV, Dominguez R (2017) Muscular fatigue in response to different modalities of Crossfit sessions. *PLoS ONE* 12(7): e0181855.
13. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health Saf*. 2017 Dec;65(12):612-618.
14. Micheletti JK, Vanderlei FM, Machado AF, de Almeida AC, Nakamura FY, Netto Junior J, Pastre CM. (2019) A New Mathematical Approach to Explore the Post-exercise Recovery Process and Its Applicability in a Cold Water Immersion Protocol. *J Strength Cond Res*. May;33(5):1266-1275.
15. Notarnicola A, Covelli I, Maccagnano G, Marvulli R, Mastromauro L, Ianieri G, Boodhoo S, Turitto A, Petruzzella L, Farì G, Bianchi FP, Tafuri S, Moretti B. (2018) Extracorporeal shockwave therapy on muscle tissue: the effects on healthy athletes. *J Biol Regul Homeost Agents*. Jan-Feb;32(1):185-193.
16. Pinto HD, Vanin AA, Miranda EF, Tomazoni SS, Johnson DS, Albuquerque-Pontes GM, Aleixo IO Junior, Grandinetti VD, Casalechi HL, de Carvalho PT, Leal-Junior EC. (2016) Photobiomodulation Therapy Improves Performance and Accelerates Recovery of High-Level Rugby Players in Field Test: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Strength Cond Res*. Dec;30(12):3329-3338.
17. Speed, C. (2014) A systematic review of shockwave therapies in soft tissue conditions: focusing on the evidence. *Br J Sports Med*. 48(21):1538-42.

18. Tomazoni SS, Machado CDSM, De Marchi T, Casalechi HL, Bjordal JM, de Carvalho PTC, Leal-Junior ECP. Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers-A Randomized Controlled Trial. *Oxid Med Cell Longev.* 2019 Nov 16;2019:6239058. doi: 10.1155/2019/6239058. PMID: 31827687; PMCID: PMC6885272.
19. Vanin, AA, Verhagen, E., Barboza, SD et al. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci* 33, 181–214 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2368-6>.
20. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. (2014) Injury Rate and Patterns Among Crossfit Athletes. *Orthop J Sports Med.* Apr 25;2(4):2325967114531177.
21. Weston M, Siegler J, Bahnert A, McBrien J, Lovell R. (2015) The application of differential ratings of perceived exertion to Australian Football League matches. *J Sci Med Sport.* Nov;18(6):704-8.

