

EFEITOS DE UM MICROCILO DE CROSSFIT® EM VARIÁVEIS DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO

Paulo Henrique Pereira

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

Anselmo Athayde Costa e Silva

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

Daniel Alvarez Pires

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

Victor Silveira Coswig

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

Resumo

Investigar o efeito de um microciclo habitual de CrossFit® em indicadores da carga interna de treinamento. Participaram do estudo nove indivíduos com média de idade de $28,5 \pm 3,4$ anos. Frequência cardíaca de repouso (FCrep), variabilidade da FC, testes físicos e o perfil de humor foram mensurados no primeiro (PRÉ) e no último dia (PÓS) de um microciclo. Foram aplicados testes *t* pareados e o tamanho de efeito por *d* Cohen. Dentre os principais achados, a FCrep aumentou (4,3%; $p < 0,001$), o rMSSD reduziu (-8,8%; $p = 0,04$) e o desempenho físico reduziu (-2,5 a -6%; $p < 0,05$). O microciclo de CrossFit® investigado promoveu efeito negativo na carga interna dos praticantes como resultado de fadiga acumulada em apenas uma semana de treinamento.

Palavras-chave: Medicina esportiva. Treinamento físico. Controle da frequência cardíaca. Aptidão física.

EFFECTS OF A CROSSFIT® MICROCYCLE ON INTERNAL TRAINING LOAD VARIABLES

Abstract

To investigate the effect of a typical CrossFit® microcycle on central and peripheral indicators of the internal training load. Nine individuals with mean age of 28.5 ± 3.4 yo. Resting heart rate (HRR), HR variability, physical tests and mood profile were measured on the first (PRE) and on the last day (POS) of a microcycle. Paired *t* tests and Cohen's *d* were applied. Among the main findings, resting heart rate (HRR) increased (4.3%; $p < 0.001$), rMSSD decreased (-8.8%, $p = 0.04$) and physical performance decreased (-2.5 to -6%, $p < 0.05$). The investigated CrossFit® microcycle promoted a significant negative effect on the internal load aspects of the practitioners as a result of accumulated fatigue in only one week of training.

Keywords: Sports Medicine. Human Physical Training. Heart Rate Control. Physical Fitness.

EFEITOS DE UN MICROCILO DE CROSSFIT® EN VARIABLES DE LA CARGA INTERNA DE ENTRENAMIENTO

Resumen

Objetivo: Investigar el efecto de un microciclo habitual de CrossFit® en indicadores de la carga interna de entrenamiento. **Materiales y métodos:** Participaron del estudio 9 individuos con edad de $28,5 \pm 3,4$ años. La frecuencia cardíaca de reposo (FCrep), la variabilidad de FC, las pruebas físicas y el perfil de humor se midieron en el primer (PRÉ) y en el último día (POS) de un microciclo. Se aplicaron pruebas *t* pareadas y el tamaño de efecto por *d* Cohen. **Resultados:** Entre los principales hallazgos a FCrep aumentó (4,3%, $p < 0,001$), el rMSSD redujo (-8,8%, $p = 0,04$) y el desempeño físico disminuyó (-2,5 a -6%, $p < 0,05$). **Conclusión:** El microciclo de CrossFit® investigado suscitó efecto negativo en la carga interna como resultado de fatiga acumulada en apenas una semana de entrenamiento.

Palabras-clave: Medicina deportiva. Entrenamiento físico. Control de frecuencia cardíaca. Aptitud física.

Introdução

A maior valorização do exercício físico para a promoção da saúde nos últimos tempos tem estimulado a adesão da população à prática de exercícios. Nesse sentido, investigações têm sido delineadas a fim de descrever os efeitos de diferentes métodos de treinamento, seja para a promoção da saúde, seja para o desempenho físico (KLISZCZEWICZ et al., 2015). Dentre estas, uma modalidade que tem apresentado crescente popularidade é o CrossFit® (CLAUDINO et al., 2018), definido como um regime de exercícios composto por movimentos funcionais executados em alta intensidade (CLAUDINO et al., 2018; TIBANA; ALMEIDA; PRESTES, 2015). Nesse contexto, levantamentos de peso olímpico (LPO), exercícios básicos de força e movimentos de ginástica compõem a parte principal das sessões, os chamados treinos do dia ou “WOD” na sigla em inglês (*Workout of the day*). Estes geralmente são caracterizados pela alta intensidade, com repetições em elevada velocidade e limitado ou nenhum tempo de recuperação (SPREY et al., 2016). Apesar de promover melhoras de aptidão física e composição corporal (HEINRICH et al., 2015), as características da modalidade têm gerado debates sobre o risco de lesões e *overtraining* (CLAUDINO et al., 2018; MORGAN et al., 1987; SMITH, 2017; TIBANA et al., 2015).

De fato, no CrossFit®, períodos insuficientes de descanso podem promover níveis elevados de estresse induzido pelo exercício, como foi mostrado recentemente por Williams et al. (2017), os quais avaliaram a relação da modulação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) com carga de trabalho e lesões, demonstrando forte correlação entre modificações da VFC, com o aumento do risco de lesões. Um estudo recente, realizado com homens com três ou mais meses de experiência no CrossFit®, demonstrou que uma sessão de treino provocou uma resposta aguda de estresse oxidativo sanguíneo, comparável a uma sessão de corrida de alta intensidade em esteira (KLISZCZEWICZ et al., 2015). Outro estudo apresentou evidências de que dois dias consecutivos de treinamento de CrossFit® provocaram uma diminuição significativa nas citocinas anti-inflamatórias, sem comprometimento da força muscular, mas ocasionando um efeito supressivo ao sistema imunológico (TIBANA et al., 2016).

Apesar de os efeitos agudos estarem indicados e de a estrutura de uma sessão já ter sido descrita (SMITH, 2017; TIBANA et al., 2015), ao conhecimento dos autores, os processos de periodização da modalidade ainda não foram descritos. Ainda, do mesmo modo como o crescimento da popularidade da modalidade é recente, é também recente e modesta a produção científica disponível que permita embasamento para o monitoramento do treinamento.

Até o presente momento, não são conhecidos, por exemplo, os efeitos de um microciclo do CrossFit® em variáveis de monitoramento de carga de treinamento. Portanto, a presente investigação teve como objetivo analisar os efeitos de um microciclo habitual da modalidade sobre as variáveis centrais e periféricas de monitoramento da carga interna de treinamento.

Materiais e métodos

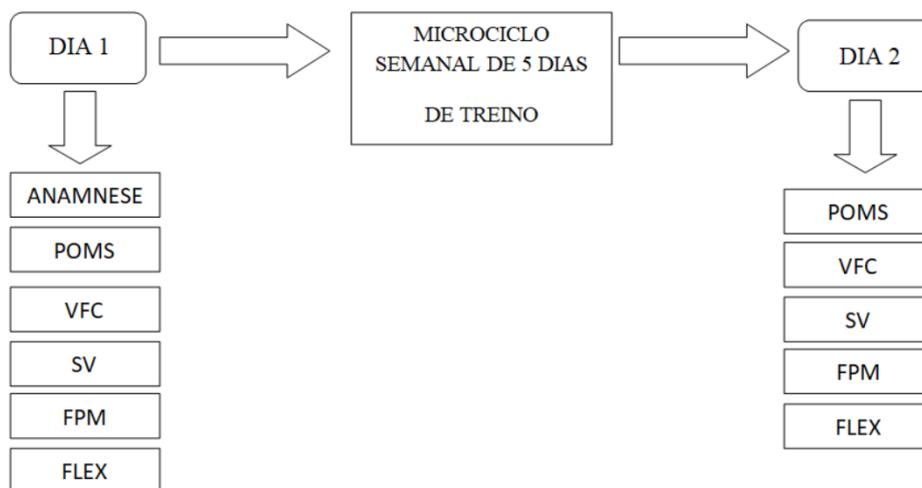
Descrição da amostra

Inicialmente, foi realizada a divulgação e a apresentação oral aos sujeitos interessados que se encaixam no perfil desejado. Estes foram solicitados a assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para a participação na pesquisa. A amostra foi composta por praticantes da modalidade CrossFit® de ambos os sexos (quatro mulheres e cinco homens). Para a inclusão, foi necessário ter no mínimo três meses de prática contínua na modalidade e frequência de quatro a cinco sessões semanais. Foram excluídos da análise aqueles que apresentassem menos de 80% de frequência total no microciclo analisado, fossem acometidos por lesão ou doença no período de coletas e aqueles que, por qualquer motivo, não realizassem algum dos testes (n=1). Os participantes eram praticantes de um centro de CrossFit® credenciado, igualmente escolhido por conveniência, a partir de vínculos institucionais prévios e considerando a disponibilidade de pessoal e materiais.

Delineamento de pesquisa

Foram investigados praticantes da modalidade CrossFit®, durante um microciclo de treinamento, para determinar os efeitos do treinamento sobre as variáveis: Perfil dos Estados de Humor (POMS), VFC, FCrep, Potência de Membros Inferiores, Força de Preensão Manual e Flexibilidade, conforme ilustrado na Figura 1.

Inicialmente, foi aplicada uma anamnese para a coleta de dados demográficos (idade, sexo, tempo de prática e local de prática), um questionário de prontidão para o esporte com foco nas lesões musculoesqueléticas (MIR-Q) e foram coletados os dados antropométricos (massa e estatura). No primeiro dia da coleta, foi aplicado o questionário de Estado de Humor (POMS) e foram mensuradas VFC, FCrep, potência de membros inferiores através do SV, força de preensão manual (FPM) e flexibilidade (FLEX). No segundo encontro, que ocorreu no último dia da mesma semana, após o término do microciclo semanal (cinco sessões), foi empregado o mesmo procedimento de avaliação de cada participante.

Figura 1. Descrição do procedimento do estudo segundo momentos de coletas e análises

POMS: Questionário do Estado de Humor; VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca; SV: Salto Vertical; FPM: Força de Pressão Manual; FLEX: Flexibilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Instrumentos

Perfil do Estado de Humor – POMS

Segundo Viana, Almeida e Santos (2001), a forma original do POMS publicada por McNair, Lorr e Droppleman (1971) é composta por 65 adjetivos que resultaram de estudos repetidos de análise fatorial tendo como ponto de partida um total de 100 dimensões comportamentais. Para a realização deste estudo, aplicamos uma versão reduzida da forma original, sendo uma das primeiras adaptações de Cruz e Viana (1993), que, segundo seus autores, foram utilizadas em estudos de pequena dimensão.

O questionário referido é composto por 36 itens, tendo cada uma das seis escalas – Tensão, Depressão, Raiva, Vigor, Fadiga e Confusão. Foi aplicado no primeiro e no segundo dias (1º e 5º dias do microciclo), no qual cada adjetivo é avaliado numa escala de 5 pontos (0 = Nada; 1 = Um pouco; 2 = Moderadamente; 3 = Bastante; 4 = Muitíssimo). Todos os itens são cotados na mesma direção, com a exceção de um item na escala de Tensão (Tranquilo) e dois itens na escala de Confusão (Eficaz e Competente). Nesses casos, a resposta ao item deve ser invertida antes de adicioná-la aos restantes. Nas instruções de resposta, foi solicitado aos sujeitos que dissessem como se sentiram ao longo de determinado período de tempo. Esse período corresponde habitualmente a um dia ou a uma semana. Neste estudo, solicitou-se ao sujeito que dissesse como se tinha sentido ao longo da semana.

Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A avaliação regular da frequência cardíaca envolve a medida da variação entre os batimentos cardíacos individuais durante o período consecutivo, chamados ciclos cardíacos, e essa variação pode fornecer uma estimativa da atividade do sistema nervoso central (PLEWS et al., 2017). Para a mensuração da VFC, utilizamos o protocolo de fotopletismografia, por meio do aplicativo HRV4TRAINING™, que foi validado em estudo prévio (PLEWS et al., 2017). Os participantes realizaram o teste posicionando o dedo indicador na câmera do *smartphone* na posição sentada durante o período de 60 segundos, conforme o protocolo descrito no estudo de validação.

Potência de Membros Inferiores

Inicialmente foi realizado um aquecimento de cinco minutos que consistia em realizar exercícios coordenativos para o salto, corrida curta de 10 metros ida e volta e uma série de salto, além de explicação verbal e demonstração do procedimento. Para a realização da análise de potência de membros inferiores, foi aplicado o teste de Salto Vertical (SV), de acordo com Matsudo (1995). Os participantes iniciaram o teste na posição em pé, com calcanhares no solo, pés paralelos, corpo lateralmente à parede com apenas o braço dominante elevado verticalmente, considerando como ponto de referência de saída a extremidade mais distal das polpas digitais da mão dominante marcada com giz, e realizaram uma semiflexão e extensão dos joelhos (com o auxílio dos braços), saltando e tentando alcançar o ponto mais alto (marcando com giz), em três tentativas com intervalos de dois minutos cada uma. A diferença do ponto de referência inicial e do alcance máximo atingido pelo indivíduo foi medida por uma fita métrica em centímetros e anotada na ficha de coleta.

Força de Pressão Manual

A realização do teste de força de pressão manual foi realizada com um dinamômetro da marca SANNY®, modelo DN-1010. A posição adotada para a realização da avaliação da força de prensão manual foi a utilizada em um estudo de Marins e Fernandes (2011), e recomendada pela American Society of Hand Therapists (ASHT), na qual o avaliado deve estar confortavelmente sentado, posicionado com o ombro levemente aduzido, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e, por fim, a posição do punho podendo variar de 0° a 30° de extensão com o tempo de contração de três segundos, sendo realizadas três tentativas. Os resultados foram anotados na ficha de coleta.

Flexibilidade

A flexibilidade foi avaliada pelo teste de Wells e Dillon (1952), também denominado de teste de “sentar e alcançar”. O indivíduo permanece sentado no chão, com os joelhos estendidos, e flexiona o tronco com os membros superiores estendidos, registrando-se o maior valor alcançado ao final do movimento. Os valores são expressos em centímetros (cm), sendo o ponto zero (0 cm) quando as mãos chegam ao nível da região plantar. Os valores positivos correspondem à localização dos dedos das mãos quando ultrapassam a região plantar; são considerados valores negativos quando a posição das mãos não atinge esse ponto. Para a realização do teste, utilizou-se um Banco de Wells e os participantes sentaram com as pernas juntas, os joelhos estendidos e as plantas dos pés (descalços) colocadas contra a borda do banco. Os integrantes tentaram alcançar lentamente a frente o mais distante possível ao longo do topo do banco, conservando as duas mãos paralelas, não podendo flexionar os joelhos e devendo manter essa posição momentaneamente por cerca de dois segundos, com três tentativas, seguindo um estudo publicado por Heyward (2004). Todos os dados foram coletados no primeiro e último dias do microciclo semanal e anotados nas fichas de coleta individuais.

Protocolo de treinamento

O protocolo de treinamento consistiu em um microciclo semanal com cinco dias consecutivos, descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Microciclo semanal de treinamento CrossFit® investigado.

DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
Aquecimento / Mobilidade / Técnica				
Mobilidade 10' Aquecimento <u>POR TEMPO-</u> <u>20'</u> -300m run -15x burpee -20x sit up 10x	Mobilidade 10' Aquecimento <u>AMRAP-5'</u> -5x Puxadas clássicas -3x Puxadas altas	Mobilidade 10' Aquecimento 6' Free: -head hand sland	Mobilidade 10' Aquecimento <u>POR TEMPO-5'</u> 10x globet squat 10x acher squat Pistols e variações	Mobilidade 10' Aquecimento 5x clean 10x front squat 10x jerk
Workout of the day (Treino do dia)				
<u>POR TEMPO-</u> <u>12'</u> 10-1 -Hang squat snatch -Hang Power clean Sc:35/15 RX: 55/35	<u>AMRAP-7'</u> 1) 5x hang power 5x snatch balance <u>AMRAP-10'</u> 2) 2x high hang squat snatch 1x squat snatch 3 a 5 back squat	1 FORÇA Hand sland walk Work 16' 2 FORÇA 50m wsh 60 front squat 600m run Sc:35/25 RX:45/35	1 <u>POR TEMPO-</u> <u>10'</u> 5 vezes 10x push jerk 10x pistol 2 <u>POR TEMPO-</u> <u>6'</u> 40x Power clean 40x pull up	<u>AMRAP-24'</u> 10x strict chest to bar pull ups 20x alternating reverse lunges 10x burpees 20 x Double Unders

AMRAP: Maior número de rounds/repetições possível (As many rounds/repetitions possible); **Sc:** Carga fixa para nível "scale"; **RX:** Carga fixa para nível RX (avançado); **10-1:** O indivíduo executa 10 movimentos do primeiro exercício e 1 do segundo, na sequência executa 9 do primeiro e 2 do segundo e segue até que atinja 1 para o primeiro e 10 para o segundo. **Por tempo:** Significa que o objetivo do sujeito é executar o treino no menor tempo possível ou até completar o tempo previamente estipulado.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os *treinamentos diários* tiveram duração de uma hora em média, divididos em exercícios de mobilidade, aquecimento e WOD (*Work of Day*), ou seja, o "treino do dia". Cada dia de treinamento começou com um aquecimento (rodando em torno da academia, movimentos de múltiplas articulações, saltos, flexões, balanços dos braços). A parte principal do treinamento, o WOD, seguiu por 10 a 15 minutos, em que foi orientado a cada indivíduo realizar o número máximo de repetições dos exercícios estabelecidos pelo instrutor, com seu tempo e sua intensidade máximos. Durante o microciclo, os participantes mesclavam exercícios de força (agachamentos, levantamentos, arranco) utilizando barras e anilhas, oriundos do treinamento de LPO, aeróbios (corrida, remadas em aparelhos) e exercícios com o próprio corpo (flexão, parada de mãos).

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk, em que os dados são apresentados através de média \pm dp e Intervalo de Confiança de 95% da média. Para comparações entre momentos PRÉ e PÓS microciclo, foi aplicado teste *t* de *student* para amostras pareadas. Adicionalmente, são apresentados os deltas de variação percentual e o tamanho de efeito (TE) por *d* de Cohen, que foi classificado como trivial (<0,20), pequeno (0,20 a 0,30), médio (0,40 a 0,70) ou grande (>0,80). Para a análise das correlações, foi apli-

cado o coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram executadas no pacote estatístico SPSS versão 22.0 e a significância foi estabelecida quando $p < 0,05$.

Resultados

Os indivíduos apresentaram média de idade de $28,5 \pm 3,4$ anos, massa corporal de $69,9 \pm 12,3$ kg, estatura de 169 ± 8 cm e tempo de prática de $12 \pm 5,3$ meses. Na Tabela 2, estão apresentadas as respostas de FCrep e da VFC ao microciclo de CrossFit®. Nesta, percebe-se que a FCrep apresentou aumento após execução do treinamento, com TE grande ($t = -6,8$; $p < 0,001$; $TE = -1,1$). Quanto às variáveis relacionadas ao domínio do tempo da VFC, SDNN ($t = 2,5$; $p = 0,03$; $TE = 0,3$), rMSSD ($t = 2,5$; $p = 0,04$; $TE = 0,4$) e pNN50 ($t = 3,2$; $p = 0,01$; $TE = 0,1$) apresentaram redução nos valores PÓS intervenção, com TE pequeno, médio e trivial, respectivamente. Já quanto ao domínio da frequência, apenas LF ($t = 3,4$; $p = 0,01$; $TE = 1,4$) apresentou redução significativa, com TE grande. Por sua vez, HF ($t = 2,2$; $p = 0,06$; $TE = 0,6$) e LF/HF ($t = -1,0$; $p = 0,33$; $TE = -1,5$) não indicaram efeito significativo da intervenção, mas indicaram TE médio e grande, respectivamente. Adicionalmente, a Figura 2 apresenta os valores individuais para as variáveis da VFC do domínio do tempo (Painéis A, B e C) e da frequência (Painéis D, E e F), na qual percebe-se claro padrão de modificação, exceto para a razão LF/HF.

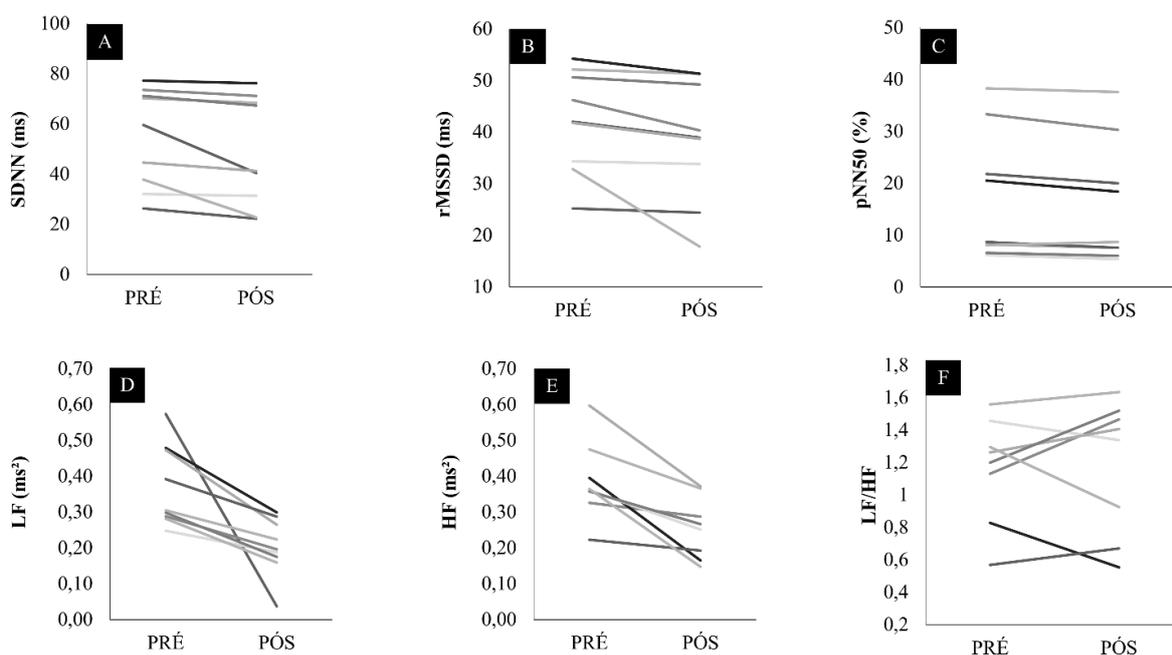
Tabela 2: Respostas da Frequência Cardíaca e Variabilidade da Frequência cardíaca nos momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit® (n=9).

	PRÉ		PÓS		Δ (%)
	Média \pm DP	IC95%	Média \pm DP	IC95%	
FCrep (bpm)	73,1 \pm 2,8	71,3 - 75,0	76,2 \pm 3,0*	74,3 - 78,2	4,3
Domínio do tempo					
SDNN (ms)	54,7 \pm 19,7	41,8 - 67,6	49,0 \pm 21,8*	34,7 - 63,2	-10,5
rMSSD (ms)	42,1 \pm 9,8	35,7 - 48,5	38,4 \pm 11,7*	30,8 - 46,1	-8,8
pNN50 (%)	16,9 \pm 12,3	8,8 - 24,9	15,7 \pm 11,7*	8,1 - 23,4	-6,7
Domínio da Frequência					
LF (ms ²)	0,37 \pm 0,11	0,30 - 0,44	0,20 \pm 0,08*	0,15 - 0,26	-45,2
HF (ms ²)	0,35 \pm 0,15	0,25 - 0,45	0,25 \pm 0,08	0,20 - 0,31	-27,6
LF/HF	1,04 \pm 0,47	0,73 - 1,35	1,75 \pm 1,73	0,62 - 2,88	68,1

TE: Tamanho de Efeito; FCrep: Frequência Cardíaca de Repouso; IC: Intervalo de confiança; *Estatisticamente diferente do momento PRÉ com nível de $p \leq 0,05$.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 2. Respostas individuais de variáveis da VFC de tempo e de frequência entre momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit®



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na Tabela 3, são apresentadas as respostas dos testes físicos nos momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit®. Observa-se que a FMPMD ($t=2,8$; $p=0,02$; $TE=0,05$) e a FMPME ($t=3,6$; $p=0,01$; $TE=0,04$) apresentaram reduções significativas, com TE trivial em ambos. Quanto ao desempenho no SV, foi observada redução significativa com TE pequeno ($t=8,2$; $p=0,001$; $TE=0,30$), e a flexibilidade apresentou redução após a intervenção com TE trivial ($t=3,2$; $p=0,01$; $TE=0,16$).

Tabela 3: Respostas dos testes físicos nos momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit®.

	PRÉ		PÓS		Δ (%)
	Média±DP	IC95%	Média±DP	IC95%	
FMPM D (kgf)	13,6 ±8,2	8,2-19	13,2 ± 8,1*	7,9 -18,5	-3,1
FMPM E (kgf)	12,5±8,7	6,8-18,2	12,1 ± 8,6*	6,5-17,8	-2,8
Salto Vertical (cm)	49,3±9,9	42,8-55,7	46,3 ± 9,7*	40,0-52,6	-6,0
Flexibilidade (cm)	38,7±6,0	34,8-42,6	37,7± 5,7*	34,0-41,4	-2,5

FMPM: Força máxima de prensão manual; IC: intervalo de confiança; *Estatisticamente diferente do momento PRÉ.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na Tabela 4, estão apresentadas as seis escalas avaliadas pelo POMS. Nelas, os itens Tensão ($t=0,6$; $p=0,5$; $TE=0,2$), Depressão ($t=-1,4$; $p=0,1$; $TE=-2,8$), Raiva ($t=-0,8$; $p=0,4$; $TE=-0,4$), Vigor ($t=1,4$; $p=0,2$; $TE=0,5$) e Confusão ($t=-0,4$; $p=0,6$; $TE=-0,2$) não apresentaram alterações significativas. As alterações foram perceptíveis no item Fadiga ($t=-0,4$; $p<0,001$; $TE=-1,3$), com TE trivial, e no escore total de POMS ($t=-2,2$; $p=0,04$; $TE=-0,8$), com TE trivial.

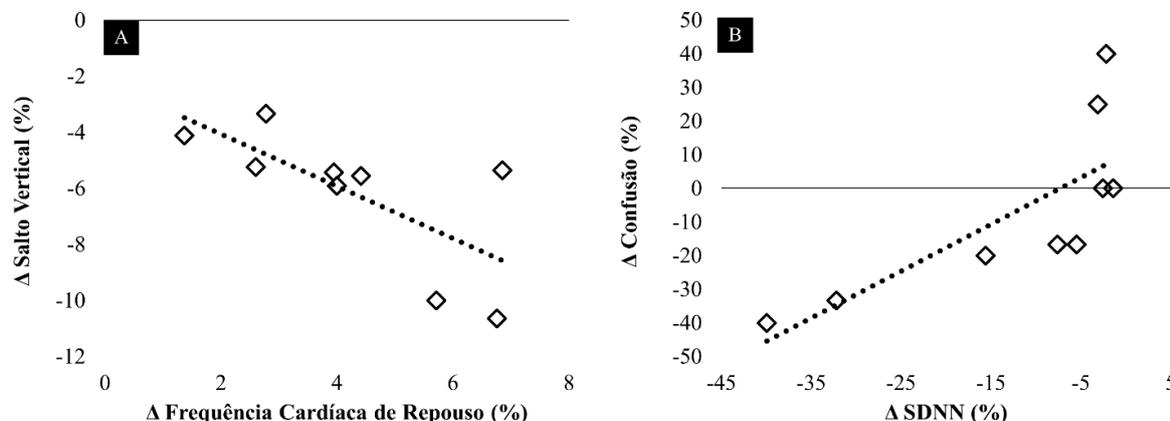
Tabela 4: Resposta do questionário do perfil de estado de humor – POMS nos momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit®.

	PRÉ		PÓS		Δ (%)
	Média±DP	IC95%	Média±DP	IC95%	
Tensão	6,1±2,7	4,4-7,9	5,6±2,1	4,2-6,9	-9,1
Depressão	0,3±0,5	0,0-0,7	1,8±3,3	-0,4-3,9	433,3
Raiva	3,2±2,6	1,5-4,9	4,3±4,0	1,7-6,9	34,5
Vigor	16,0±3,1	14,0-18,0	14,4±2,7	12,7-16,2	-9,7
Fadiga	2,6±2,8	0,7-4,4	6,4±2,9*	4,6-8,3	152,2
Confusão	4,7±1,9	3,4-5,9	5,1±1,5	4,1-6,1	9,5
POMS	0,9±9,8	-5,5-7,3	8,8±12,2*	1,0-16,8	887,5

IC: intervalo de confiança *Estatisticamente diferente do momento PRÉ.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Quanto às correlações entre os deltas de variação da VFC, dos testes físicos e da avaliação psicométrica, aquelas que apresentaram valores significantes com correlações elevadas são apresentadas na Figura 3. Nela, indica-se forte correlação inversa entre a variação no SV e a variação na FCrep ($r = -0,70$; $p = 0,03$; Painel A) e forte correlação entre a variação do SDNN e a variação no item Confusão do POMS ($r = 0,76$; $p = 0,01$; Painel B). Demais correlações significantes não foram identificadas.

Figura 3. Correlações significantes entre deltas de variação entre momentos PRÉ e PÓS microciclo de CrossFit® (n=9)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Discussão

Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de um microciclo habitual de CrossFit® em indicadores centrais e periféricos da carga interna de treinamento. A partir do desenho experimental, nossos principais resultados indicam efeito tanto nas variáveis centrais quanto nas periféricas. Destas destacam-se: i) o aumento da FCrep e a redução dos valores das variáveis da VFC, o que são indicativos de fadiga; ii) as reduções do desempenho em SV, FPM e FLEX, e iii) alterações no estado psicológico, com elevação acentuada da percepção de fadiga e no escore geral do POMS.

As variações nos indicadores centrais aqui apresentadas são relacionada à fadiga, o que poderia indicar risco de *overreaching/overtraining* a longo prazo. Por exemplo, Williams et al. (2017) analisaram a VFC como fator de modulação na relação entre carga de trabalho e lesões em atletas de CrossFit®. Os autores avaliaram a VFC através do procedimento de fotopleletismografia, com o aplicativo HRV4TRAINING™, em seis indivíduos, durante 16 semanas. Os autores observaram efeito significativo de interação entre o aumento da carga de trabalho, diminuição de rMSSD e uma pontuação mais alta na classificação do questionário, no qual quatro dos seis atletas relataram algum tipo de lesão durante o processo. Nesse contexto, a diminuição da VFC (rMSSD) aparenta ser um sintoma de fadiga, o que torna esta uma variável interessante para avaliar as possíveis alterações da modulação central que podem refletir nas escolhas da periodização do treinamento. O presente estudo também demonstra que o uso da tecnologia de fotopleletismografia, por meio de *smartphones*, parece ser uma estratégia interessante para o monitoramento da VFC. Dadas a praticidade e a validade aceitável da VFC registrada via fotopleletismografia, estudos recentes têm sugerido a utilização desse procedimento (PLEWS et al., 2013; 2017; WILLIAMS et al., 2017). Portanto, esse método representa uma solução viável para avaliar VFC em atletas, possibilitando a mensuração e o controle para a prescrição do treinamento com alta mobilidade e baixo custo.

Quanto à variação nos indicadores periféricos após intervenção, nossos achados indicam redução nos indicadores de força, potência e flexibilidade em decorrência do treino intenso, o que é consistente com a literatura. Por exemplo, Moreira (2008) examinou as alterações no desempenho de basquetebolistas adultos do sexo masculino decorrentes da intensificação do treinamento. Para tanto, utilizou um grupo de treinamento normal (TN) e um grupo de treinamento intensificado (TI). Ambos os grupos realizaram testes de salto vertical, salto horizontal triplo consecutivo, teste T e o Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YOYO-IRT), antes do início da intensificação (T0), após seis semanas de intensificação (T1) e após duas semanas de redução (T2). O grupo TI revelou queda significativa no desempenho do YOYO-IRT de T0 para T1, mas sem efeito no desempenho de salto. A conclusão dos autores indica que o YOYO-IRT é um teste sensível para detectar um possível estado de *overtraining* em basquetebolistas, mas não os saltos, o que diverge dos achados no presente estudo, no qual o SV foi sensível para detectar um estado de fadiga após uma semana de treinamento. É razoável admitir que existem diferenças importantes entre os dois estudos no que tange ao conteúdo e ao método de avaliação e que esses fatores podem ter colaborado para a não coincidência dos resultados encontrados, porém, os achados neste estudo são sustentados pela literatura, a exemplo de Nicol, Avela e Komi (2006), que afirmam que o ciclo do alongamento-encurtamento manifestado durante os saltos está intimamente relacionado com a fadiga, o que sugeriria a possibilidade de se verificar queda no desempenho de ambos os tipos de salto.

A alteração da percepção de fadiga após o microciclo é um fator que merece comentários adicionais. É descrito que testes psicológicos podem revelar sinais de alerta mais facilmente do que os vários marcadores fisiológicos ou imunológicos, podendo ser utilizado de maneira eficaz e prática para detectar uma recuperação inadequada (SAMULSKI, 2009). Um estudo de Slivka et al. (2010) avaliou oito atletas de ciclismo de curta distância durante 21 dias com treinamento intensificado nesse período, com carga de trabalho estabelecida acima dos 90% VO₂max. Foram mensurados durante o período a reposta da FCrep e o estado de humor através do POMS nos dias 1, 4, 7, 11, 14, 17 e 21. Os resultados encontrados mostram que houve alterações significativas na FCrep ($p > 0.05$) após o 4º dia, com aumento até o 21º, alterações na escala Vigor ($p < 0.05$) a partir do 4º dia e alterações nas escalas Fadiga ($p > 0.05$) e Confusão ($p > 0.05$) após o 10º dia. Esses achados são consistentes com os encontrados neste estudo, no qual, após um microciclo intenso de treinamento, ocorreram mudanças na FCrep e nos estados de humor. Apesar de haver diferenças metodológicas e de intensificação de esforços entre os dois, vale ressaltar que, tanto no presente estudo quanto no de Slivka et al.

(2010), a VFC e o POMS foram capazes de mensurar mudanças centrais e psicológicas, o que pode ser muito importante para um diagnóstico de *overtraining*.

Considerando as relações entre os indicadores centrais e periféricos/psicológicos, observamos forte correlação entre a variação do SDNN e a variação no item “confusão” do POMS. Isto é consistente com o estudo de Drake et al. (2010), que examinaram a magnitude e a direção dos efeitos de curto prazo do treinamento de CrossFit[®], avaliando medidas de saúde, aptidão e teste psicométrico. Seis participantes do sexo masculino completaram quatro semanas de treinamento de CrossFit[®] com resultados avaliados pré e pós-intervenção, com perturbações negativas no estado inflamatório e no desempenho dos estados de humor, especialmente nos itens confusão-perplexidade (PE = -0,15; IC95% -1,1 - 0,8; 41,3% prejudicial, benefício de 8,3%) e inércia por fadiga (PE = -0,07; IC 95% -0,79 - 0,65; danos de 33,1%, benefício de 19,0%). Desse modo, podemos indicar que o treinamento de CrossFit[®] pode gerar perturbações negativas em estados de humor e que o acompanhamento da VFC e do POMS pode contribuir como parâmetro para a prescrição, já que esta parece estabelecer uma correlação na diminuição de SDNN com alterações nas escalas do POMS.

Oliveira et al. (2012) analisaram a relação entre VFC e o aumento no desempenho físico em jogadores de futebol. O estudo verificou se a VFC investigada no período inicial da pré-temporada de futebol apresenta relação com a melhora do desempenho físico ao longo desse período. Dez jogadores de futebol fizeram parte da amostra. O desempenho foi analisado através dos seguintes testes: YOYO-IRT, *sprint* de 30m e SV, aplicados antes e após seis semanas da pré-temporada. Os resultados encontrados mostram que as correlações apresentadas entre os índices autonômicos no momento 1 e o $\Delta\%$ para a velocidade e os saltos não foram significantes ($p > 0,05$), no entanto, o $\Delta\%$ de variação do desempenho no YOYO-IRT apresentou forte correlação também com outros índices vagais (HF = 0,60, $p = 0,06$; SD1 = 0,81, $p = 0,005$). Portanto, parece que o aumento da VFC é um forte indicativo de melhora na potência e na força de membros inferiores e que a sua diminuição acarreta perda de potência.

Em suma, os resultados aqui apresentados indicam que uma semana de Crossfit[®] pode promover alterações nos indicadores de fadiga. Nesse sentido, estratégias de recuperação deveriam ser consideradas de acordo com o modelo de periodização utilizado, o que pode ser dificultado pela elevada prevalência de vício associado à prática (LICHTENSTEIN et al., 2016). Esses achados são reforçados por evidências que indicam que há aumento substancial no gasto energético semanal de praticantes da modalidade que realizaram em média quatro sessões em uma semana (SCHUBERT et al., 2018). Em contraponto, a descrição das demandas de um WOD indicou que existe dependência da referência de medida, já que o mesmo treinamento foi classificado como “vigoroso” ao considerar FC e “moderado” quando considerado o consumo de oxigênio (KLISZCZEWICZ; SNARR; ESCO, 2014). Em conjunto com nossos achados, parece que há elevada demanda periférica localizada, o que pode ajudar a explicar essas respostas.

Ao conhecimento dos autores, este é o primeiro estudo a investigar os efeitos de um microciclo habitual da modalidade CrossFit[®] sobre as variáveis de monitoramento da carga interna de treino, porém, limitações devem ser consideradas para uma melhor interpretação destes achados. Primeiro, a ausência de momento adicional de coleta após o período de recuperação, que possibilitaria inferências sobre os períodos necessários para o retorno aos valores de base. Entretanto, os autores acreditam que esse procedimento extrapolaria a questão de pesquisa apresentada. Segundo, o estudo contou com uma amostra reduzida diante da especificidade dos requisitos de inclusão. Do mesmo modo, foram considerados apenas praticantes com frequência igual ou maior do que quatro sessões semanais, o que não permite que inferências sejam feitas para indivíduos que apresentam menor frequência semanal. Por fim, parece que a elevada frequência semanal induz efeitos deletérios em indicadores de fadiga e, por isso, sugere-se que investigações futuras considerem métodos e períodos de recuperação e

desenhos longitudinais com o objetivo de identificar se essa fadiga é componente do processo de aprimoramento da aptidão física ou se pode acarretar em *overtraining*.

Conclusão

Portanto, indica-se que o microciclo de CrossFit® investigado promoveu efeito negativo importante nos aspectos centrais, periféricos e psicológicos dos praticantes como resultado de fadiga acumulada. Adicionalmente, indica-se que existem correlações importantes entre as variáveis mensuradas, o que reforça a indicação para a associação de diferentes parâmetros para o monitoramento das cargas de treinamento e do estado de recuperação dos indivíduos.

Referências

CLAUDINO, J. G. et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. **Sports medicine – Open**, v. 4, n.1, p. 1-11, 2018.

CRUZ, J. F.; VIANA, M. F. Competências psicológicas dos atletas de elite (relatório técnico). In: **Projecto de investigação e intervenção psicológica na alta competição**. Braga-Lisboa, 1993.

DRAKE, N.; SMEED, J.; CARPER, M. J.; CRAWFORD DA. Effects of short-term CrossFit® training: a magnitude-based approach. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 33, p. 111, 2017.

HEINRICH, K. M.; BECKER, C.; CARLISLE, T.; GILMORE, K.; HAUSER, J.; FRYE, J. High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. **European Journal of Cancer Care**, 24, p. 812–7, 2015, .

HEYWARD, V. H. **Avaliação física e prescrição de exercícios: técnicas avançadas**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2004.

KLISZCZEWICZ, B.; JOHN, Q. C.; BLESSING, L.; OLIVER, D. G.; ESCO, R. M.; TAYLOR, J. K. Acute exercise and oxidative stress: crossfit® vs. treadmill bout. **Journal of Human Kinetics**, v. 47, n.19, p. 81-90, 2015.

KLISZCZEWICZ, B.; SNARR, R. L.; ESCO, M. Metabolic and cardiovascular response to the CrossFit workout ‘Cindy’: A pilot study. **Journal of Sport Human Performance**, v.2, n. 2, p. 1-9, 2014.

LICHTENSTEIN, M.B.; JENSEN, T.T. Exercise addiction in Crossfit: prevalence and psychometric properties of the exercise addiction inventory. **Addictive Behaviors Reports**, v. 3, p. 33-37, 2016.

MARINS, J. C. B.; FERNANDES, A. A. Test of hand grip strength: a methodological analysis and normative data in athletes. **Fisioterapia e Movimento**, v. 24, n. 11, p. 567-78, 2011.

MATSUDO, V. K. R. **Testes em ciências do esporte**. 5. ed. São Paulo: Gráficos Burti, 1995.

MCNAIR, D. M.; LOOR, M.; DROPPLEMAN, L. F. **Manual for the profile of mood states**. San Diego: EDITS/Educational and Industrial Testing Service, 1971.

MOREIRA, A. Testes de campo para monitorar desempenho, fadiga e recuperação em basquetebolistas de alto rendimento. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 19, n. 2, p. 241-50, 2008.

MORGAN, W. P.; BROWN, D. R.; RAGLIN, J. S.; O'CONNOR, P. J.; ELLICKSON, K. A. Psychological monitoring of overtraining and staleness. **British Journal of Sports Medicine**, v.21, p. 107-114, 1987.

NICOL, C.; AVELA, J.; KOMI, P. V. The stretch-shortening cycle: a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. **Sports Medicine**, v. 36, n. 11, p. 977-99, 2006.

OLIVEIRA, R. S.; EVANGELISTA, R. P.; MILANEZ, V. F.; BORTOLOTTI, H.; COSTA, M. V.; NAKAMURA, F. Y. Relação entre variabilidade da frequência cardíaca e aumento no desempenho físico em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano**, v. 14, n. 6, p. 713-722, 2012.

PLEWS, D. J.; LAURSEN, P. B.; STANLEY, J.; KILDING, A. E.; BUCHHEIT, M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. **Sports Medicine**, v. 43, n. 81, p. 773, 2013.

PLEWS, D. J.; SCOTT, B.; ALTINI, M.; WOOD, M.; KILDING, A. E.; LAURSEN, P. B. Comparison of heart rate variability recording with smart phone photoplethysmographic, polar H7 chest strap and electrocardiogram methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.12, n.10, p. 1324-1328, 2017.

SAMULSKI, DM. **Psicologia do esporte: conceitos e novas perspectivas**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2009.

SCHUBERT, M. M; PALUMBO, E. A. Energy balance dynamics during short-term High-Intensity Functional Training. **Applied Physiology and Nutrition Metabolism**, v.44, n.2, p. 172-178, 2018.

SLIVKA, D. R.; HAILES, W. S.; CUDDY J. S.; RUBY, BC. Effects of 21 days of intensified training on makers of overtraining. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 2604-2612, 2010.

SMITH, M.M. CrossFit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition: retraction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n.7, p. e76, 2017.

SPREY, J. W. C., FERREIRA, T.; DE LIMA, M. V., DUARTE, A., JORGE, P. B., SANTILI, C. An epidemiological profile of Crossfit athletes in Brazil. **Orthopedic Journal of Sports Medicine**, v.4, n.8, p. 1-6, 2016.

TIBANA, R. A.; ALMEIDA, L. A.; PRESTES, J. *Crossfit*[®] risks or *benefits*? What do we know so far? **Revista Brasileira de Ciência do Movimento**, v.23, p. 182-185, 2015.

TIBANA, R. A.; FARIAS, D. L.; NASCIMENTO, D. C.; SILVA-GRIGOLETTO, M. E.; PRESTES, J. Correlation of muscle strength with weightlifting performance in *Crossfit*[®] practitioners. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, 2015.

VIANA, M. F.; ALMEIDA, P. L.; SANTOS, R. C. Adaptação portuguesa da versão reduzida do perfil de estados de humor – POMS. **Análise Psicológica**, v. 1, n. 19, p. 77-92, 2001.

WELLS, K. F.; DILLON, K. E. The sit and reach: a test of back and leg flexibility. **Research Quarterly Exercise and Sport**, v. 23, n. 18, p. 115-118, 1952.

WILLIAMS, S.; BOOTON, T.; WATSON, M.; ROWLAND, D.; ALTINI, M. Heart rate variability is a moderating factor in the workload-injury relationship of competitive Crossfit® athletes. **Journal of Sports Science**, v.16, p. 443-49, 2017.

.....

Recebido em: 16/03/2018

Revisado em: 17/09/2018

Aprovado em: 08/11/2018

Endereço para correspondência:

vcoswig@gmail.com

Victor Silveira Coswig

Universidade Federal do Pará

Rua Augusto Corrêa, 1, 66075-110.

Belém Do Pará, Pará, Brasil