



# Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

[www.rbceonline.org.br](http://www.rbceonline.org.br)



## ARTIGO ORIGINAL

# Respostas cardiopulmonares agudas ao exercício com kettlebell



Flor Fusi<sup>a</sup>, Luciana Carletti<sup>a</sup>, Deborah Sauer<sup>a</sup>, Roberto Fares Simão Junior<sup>b,c</sup>  
e Anselmo Perez<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Laboratório de Fisiologia do Exercício (Lafex), Vitória, ES, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Escola de Educação Física e Desportos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>c</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Nível 1D, Brasil

Recebido em 22 de maio de 2015; aceito em 3 de agosto de 2017

Disponível na Internet em 9 de outubro de 2017

### PALAVRAS-CHAVE

Consumo de oxigênio;  
Força muscular;  
Kettlebell;  
Educação física e  
treinamento

### KEYWORDS

Oxygen consumption;  
Muscle strength;  
Kettlebell;  
Physical education  
and training

**Resumo** Com o objetivo de comparar o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a frequência cardíaca (FC) alcançados nos exercícios *swing* e *clean* com kettlebell (KB), em relação ao máximo e ao limiar anaeróbio ventilatório (LAV), foram avaliadas 12 mulheres treinadas em KB (idade  $31 \pm 7$ ; %G  $21 \pm 7$ ;  $VO_{2m\acute{a}x}$   $43,5 \pm 6,8$ ;  $FC_{m\acute{a}x}$   $183 \pm 7$ ). Foram feitos o teste cardiopulmonar em esteira ergométrica (TCPE) e dois testes de cinco minutos com KB. Não houve diferença significativa entre *swing* e *clean* para qualquer das variáveis. O  $VO_2$  atingiu valores acima do encontrado no LAV do TCPE, tanto para o *swing* quanto para o *clean*, 75% e 77% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) e 93% e 95% da  $FC_{m\acute{a}x}$  (bpm), respectivamente. Os resultados sugerem uma exigência aguda do sistema aeróbio suficiente para possíveis adaptações cardiovasculares em resposta aos exercícios com KB.

Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Acute cardiopulmonary responses to kettlebell exercise

**Abstract** In order to compare the oxygen consumption ( $VO_2$ ) and heart rate (HR) reached the *swing* exercise and *clean* with Kettlebell (KB), relative to the maximum and the ventilatory anaerobic threshold (VAT), were evaluated 12 women trained in KB (Age  $31 \pm 7$ ; %BF  $21 \pm 7$ ;  $VO_{2m\acute{a}x}$   $43,5 \pm 6,8$ ;  $HR_{max}$   $183 \pm 7$ ). Cardiopulmonary exercise testing on a treadmill (CPET) and two five-minute tests were performed with KB. There was no significant difference between

\* Autor para correspondência.

E-mail: [anselmo.perez@ufes.br](mailto:anselmo.perez@ufes.br) (A. Perez).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2017.08.002>

0101-3289/Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**PALABRAS CLAVE**

Consumo de oxígeno;  
Fuerza muscular;  
Kettlebell;  
Educação física y  
entrenamiento

swing and clean for the variables.  $VO_2$  reached values higher than those found in LAV CPET for both the swing and to the clean, 75% and 77% of  $VO_{2max}$ . ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) and 93% to 95% HRmax (bpm), respectively. The results suggest an acute requirement of sufficient aerobic system for possible cardiovascular adaptations in response to exercise with KB.

Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Respuestas cardiopulmonares agudas al ejercicio con kettlebell**

**Resumen** Con el fin de comparar el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y la frecuencia cardíaca (FC) alcanzados en el ejercicio de swing y clean con kettlebell (KB) en relación con el umbral anaeróbico ventilatorio (UAV) y máximo, se evaluó a 12 mujeres entrenadas en KB (edad:  $31 \pm 7$ ; %G:  $21 \pm 7$ ;  $VO_{2max}$ :  $43,5 \pm 6,8$ ;  $FC_{max}$ :  $183 \pm 7$ ). Se hicieron una prueba de esfuerzo cardiopulmonar (PECP) en cinta sin fin y dos pruebas de 5 minutos con KB. No hubo diferencia considerable entre swing y clean en ninguna de las variables. El  $VO_2$  alcanzó valores superiores a los que se hallaron en UAV y PECP, tanto en swing como en clean, es decir, el 75 y el 77% de  $VO_{2max}$ . ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) y el 93 y el 95% de  $FC_{max}$ . (lpm), respectivamente. Los resultados sugieren un fuerte requerimiento del sistema aeróbico, suficiente para posibles adaptaciones cardiovasculares en respuesta al ejercicio con KB.

Publicado por Elsevier Editora Ltda. en nombre de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introdução**

O kettlebell (KB) é uma ferramenta usada pelos treinadores a fim de melhorar a força, potência muscular e flexibilidade, recruta múltiplos grupamentos musculares com um movimento integrado e gera uma força instável que o corpo deve aprender a controlar, são requisitadas mobilidade e estabilização simultaneamente (Tsatsouline, 2001; O'Hara et al., 2012, Lieberman, 2011).

Apesar de já descrito em um dicionário russo de 1704 (Tsatsouline, 2001), poucos estudos científicos sobre os efeitos com KB têm sido conduzidos e há, ainda, lacunas a serem investigadas, considerando que os protocolos de testes usados são variados. O treino com KB estimula o aumento da força muscular (Jay et al., 2011; Lake e Lauder, 2012; Manocchia et al., 2013; Otto et al., 2012) e condicionamento aeróbico/cardiopulmonar (Beltz, 2012, Falatic, 2011; Farrar et al., 2010; Hulsey et al., 2012; Schnettler, 2009; Schnettler et al., 2010), mas poucos estudos avaliaram as respostas cardiopulmonares agudas dos exercícios com KB, bem como o comportamento das variáveis cardiopulmonares envolvidas e o ritmo de execução com duração suficiente para estimular respostas cardiovasculares (Garber et al., 2011).

Os exercícios *swing* e *clean* são comumente usados em protocolos com KB, são naturalmente rítmicos e envolvem uma grande quantidade de massa muscular. Nossa hipótese é que quando feitos com cargas submáximas, parece que poderão apresentar respostas cardiopulmonares em estado estável (*steady state*) e com o consumo de oxigênio suficiente para atender à faixa de intensidade recomendada pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2006; Garber et al., 2011; Gaskill et al.,

2001) com vistas à melhoria da aptidão cardiorrespiratória (50-85%  $VO_{2max}$ ).

Portanto, o objetivo foi comparar os valores de  $VO_2$  e FC alcançados durante a realização de uma sessão aguda de exercícios comuns de KB (*swing* e *clean*) em relação aos valores máximos e submáximos (limiar anaeróbico ventilatório [LAV]), avaliados durante um teste ergométrico máximo, além de quantificar o gasto calórico durante o estado estável em exercícios básicos com KB.

**Métodos**

A pesquisa foi do tipo descritiva transversal, com delineamento quase experimental (Gil, 2002). Houve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) por meio do parecer nº 167.233. As participantes receberam as informações necessárias sobre os métodos a serem usados no trabalho e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

**Amostra**

Foram recrutadas 12 mulheres treinadas há pelo menos seis meses em exercício com KB, consideradas em condições físicas adequadas aos testes, ou seja, coordenação e força suficientes para suportar o tempo de exercício durante os testes sem falha no gesto motor (ausência de qualquer quadro de dor durante os seus treinos). Foi informado às participantes que deveriam evitar exercícios de alta intensidade nos dias dos testes. Não foi permitida a participação



**Figura 1** Descrição dos testes *swing* e *clean* com kettlebell (KB) com medida direta do consumo de oxigênio. (A) *Swing*: pés paralelos na largura dos ombros. Flexiona quadris e joelhos, mantém coluna em posição neutra: segura KB com as duas mãos. Joelhos ligeiramente flexionados ( $\sim 10\text{-}15^\circ$ ). O sujeito balança vigorosamente o KB entre as coxas e rapidamente na direção invertida com uma extensão explosiva dos quadris; o KB é impulsionado na altura do tórax; quadris e joelhos são estendidos até posição de pé, na posição vertical. (B) *Clean*: posição inicial igual ao *swing*, segura KB com uma mão (unilateral); quadris e joelhos são estendidos e KB, entre as coxas, é impulsionado para cima, trazido até a altura do peito, com flexão de cotovelo. A alternância de mão é aleatória nesse caso (descrição nossa).

de mulheres com dores osteomioarticulares, destreinadas ou que durante o teste não conseguiram fazer o movimento com o mínimo de técnica exigido para evitar lesões, como descrito na [figuras 1A e B](#).

## Procedimentos

Para informações sobre a prática de exercício e o nível de treinamento foi aplicado o questionário internacional de atividade física na versão curta (*International Physical Activity Questionary* [IPAQ]) ([Matsudo et al., 2001](#)), que permitiu a classificação do nível de atividade física das participantes. A avaliação antropométrica foi feita no laboratório de fisiologia do exercício da Ufes (Lafex), constituída de peso, estatura (balança e estadiômetro da marca Marte, modelo LC 200, 2009, Santa Rita do Sapucaí, Brasil), de onde foi possível obter o índice de massa corporal ( $\text{IMC} = \text{kg}/\text{altura}^2$ ), a perimetria (fita antropométrica Sanny medical, 2m) e as dobras cutâneas (adipômetro Cescorf, Mitutoyo com precisão de 0,1 mm) por meio do protocolo das sete dobras cutâneas ([Jackson et al., 1980](#)). Para calcular o gasto calórico foi usada a média do gasto calórico total, multiplicada pelo tempo do teste (no caso cinco minutos) e pelo equivalente calórico de  $5 \text{ kcal} \cdot \text{lO}_2^{-1}$  ([McArdle et al., 2008](#)).

## Teste cardiopulmonar de exercício (TCPE)

Foram usados o sistema metabólico CórteX Metamax 3B (Leipzig, Alemanha) e a esteira Super ATL (Inbra Sport, Porto Alegre). Após um eletrocardiograma (ECG) de repouso, nas 12 derivações convencionais, executado pelo médico cardiologista, e com a participante em pé na esteira, era acoplada uma máscara facial de silicone ajustada ao rosto, permitia a respiração pela boca e pelo nariz, e essa era conectada a uma turbina para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados. O protocolo usado no teste foi o de rampa, com 1% de inclinação, velocidade inicial de 5 km/h e estimativa final de 12 a 13 km/h em 10 minutos; a participante era instruída parar o teste por exaustão voluntária, tinha encorajamento verbal no fim do teste. O ambiente era climatizado com temperatura mantida em torno de  $22^\circ\text{C}$ .

Os critérios para aceitar o teste como máximo seguiram orientação do proposto na literatura e incluíram: a) exaustão

voluntária; b)  $\text{FC}_{\text{máx}}$  atingida no teste estar pelo menos a 90% da prevista para idade ( $220 - \text{idade}$ ); c) uma razão de troca respiratória (RTR) igual ou acima de 1,1; d) consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2 \text{ pico}$ ), considerado o  $\text{VO}_2$  mais alto atingido durante esforço presumido máximo para um teste por exercício incremental ([Basset e Howley, 2000](#); [Howley et al., 1995](#)).

O LAV foi determinado sempre pelos mesmos dois avaliadores e em caso de discordância um terceiro parecer era solicitado, com o uso como critério do método visual da perda da linearidade da relação entre o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono (*V-slope*) ([Beaver et al., 1986](#)). Para apoiar a confirmação do LAV pelo *V-slope* também foi usado como critério o ponto mais baixo do equivalente ventilatório de oxigênio ( $\text{VE}/\text{VO}_2$ ) antes da elevação sustentada, sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ) ([Wasserman et al., 2005](#)).

## Teste com kettlebell – Exercícios *swing* e *clean*

Após o TCPE foi feito o primeiro teste com kettlebell, também com medida direta do consumo de oxigênio, seguiu-se procedimento semelhante ao citado anteriormente. Foi respeitado um mínimo de 48 horas de intervalo entre todos os três testes. O monitoramento da FC foi feito por meio de um monitor cardíaco (Polar RS-800 cx, China). O peso do KB foi padronizado em 12 kg para todas as participantes, de acordo com o que [Lake e Lauder \(2012\)](#) propõem para pessoa com massa corporal até 70 kg.

Concomitantemente ao início da coleta de gases iniciava-se o registro da FC por dois minutos (pré-esforço), seguido de cinco minutos contínuos de exercício *swing*, com as duas mãos ([Zebis et al., 2012](#)) ([fig. 1a](#)). Eram contadas quantas repetições as participantes faziam por minuto, elas eram incentivadas a fazer o máximo de repetições possíveis, num ritmo que conseguisse manter até o fim, sem intervalo.

No terceiro dia, de acordo com os mesmos procedimentos, era feito o exercício *clean* ([fig. 1B](#)) por cinco minutos, podia-se alternar apenas o movimento de braço (trocar aleatoriamente do direito para esquerdo durante a execução).

Segundo estudo de [McGill e Marshall \(2012\)](#), no *swing* o glúteo apresenta maior nível de ativação (75% da contração

**Tabela 1** Caracterização antropométrica e etária dos sujeitos (n = 12)

Variáveis	Média ± DP	Varição (mínima-máxima)
Idade (anos)	31 ± 7	24-46
Peso (kg)	64 ± 10	49-83
Estatutura (cm)	165 ± 9	155-189
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 3	20-29
% Gordura	21 ± 7	15-33

IMC, índice de massa corporal.

voluntária máxima). A ativação muscular nesse exercício é do tipo balística e o maior esforço é na fase concêntrica, já que a gravidade aparece para auxiliar a maioria dos componentes excêntricos no swing.

### Análise de dados

A comparação dos resultados absolutos das variáveis de FC, VO<sub>2</sub> com o gasto calórico entre os dois tipos de movimento com KB (*swing* vs. *clean*) e as respectivas magnitudes percentuais (%) relativas ao teste máximo foi feita por meio do teste *t* de Student para amostras independentes. A comparação do VO<sub>2</sub> no exercício *swing* e *clean* com o consumo de oxigênio no limiar anaeróbio ventilatório (VO<sub>2</sub>LAV) foi feita por meio da análise de variância de uma via (Anova *one way*), seguida do método *post hoc* de Tukey.

Por meio da análise de variância de duas vias com medidas repetidas (Anova *two way*), compararam-se (a cada 20 segundos) o comportamento das variáveis (FC e VO<sub>2</sub>) estudadas durante os cinco minutos de exercício com KB (*swing* e *clean*) e o ritmo de execução (número de repetições), seguida do método *post hoc* de Tukey. Foi aceito um nível de significância de  $p < 0,05$ . Os dados são apresentados em média ± desvio-padrão (DP). Os cálculos estatísticos foram feitos com o programa *Sigma Stat*, versão 3.5. Usou-se também a correlação de Pearson para relacionar a variável VO<sub>2</sub> com FC, por meio do programa Excel.

### Resultados

As características de idade e composição corporal podem ser observadas na [tabela 1](#). Eram jovens adultas, consideradas com peso normal e saudáveis ([McArdle et al., 2008](#)).

As participantes foram consideradas como muito ativas pelo IPAQ ([Matsudo et al., 2001](#)).

Na [tabela 2](#) visualizam-se as magnitudes percentuais de FC e VO<sub>2</sub> nos diferentes exercícios. Não houve diferença significativa entre os dois testes de cinco minutos do *swing* com o *clean* para qualquer das variáveis pesquisadas, assim como de cada um em relação à resposta máxima atingida pelas participantes no TCPE. Para o *swing* e *clean* foram obtidos valores percentuais de VO<sub>2</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) respectivamente iguais a 75% e 77%, e de FC (bpm) de 93% e 95%, referentes aos valores máximos do TCPE.

Nos exercícios de *swing* e *clean* os valores percentuais de VO<sub>2</sub> atingidos foram semelhantes aos encontrados no LAV do TCPE, como exibido na [figura 2](#), assim como a FC atingida em ambos os exercícios com KB apresentou valores similares de FC quando comparada com o limiar anaeróbio

ventilatório – FCLAV ([tabela 2](#)). Das mulheres avaliadas neste estudo, 66% tiveram respostas acima do LAV para VO<sub>2</sub> em ambos os exercícios e todas apresentaram FC acima do valor encontrado para o LAV.

Como pode ser observado na [tabela 2](#), houve diferença estatística entre as FC das duas técnicas dos movimentos do kettlebell em relação à FC atingida no LAV durante o TCPE, mas não nos valores do *swing* e *clean*, que foram semelhantes. Os resultados atingidos no pico do TCPE podem ser observados como referências ao máximo de resistência cardiorrespiratória atingida pelas mulheres jovens que fizeram parte da amostra. O gasto calórico nos cinco minutos foi de 40,0 ± 0,4 (kcal) para ambos os exercícios.

As participantes fizeram em média 207 ± 15 repetições nos cinco minutos de exercício *swing* com um ritmo de 40 ± 1 repetições por minuto; já para o exercício *clean* foram 117 ± 16 repetições nos cinco minutos com ritmo de 24 ± 3 repetições por minuto.

O grupo pesquisado foi o mesmo para todos os testes, porém algumas participantes não conseguiram fazer o *clean*, por motivos diversos, desde a falta de técnica para execução do movimento até mesmo desistência, o que reduziu o número da amostra total no exercício *clean* para nove. Por problemas técnicos do monitor cardíaco, a variável FC só foi possível em 11 participantes no exercício *swing* e em oito no exercício *clean*.

Uma visualização do comportamento das variáveis estudadas nos exercícios com o KB é apresentada nas [figuras 2–4](#).

Os valores de tempo de duração do teste são apresentados em média de 20 em 20 segundos. Quando as variáveis são comparadas em relação ao tempo de execução do exercício, observa-se que a partir do primeiro minuto as curvas começam a apresentar estabilidade, o que se torna mais evidente a partir do segundo minuto. Para confirmação dessa tendência, foi feita uma Anova de uma via separada para cada teste e não houve diferença significativa nem para o VO<sub>2</sub> e nem para a FC.

Ao fazer a correlação, encontramos coeficientes de determinação entre FC e VO<sub>2</sub> que se mostraram positivos e fortes tanto para o exercício KB *swing* (R<sup>2</sup> = 0,79) quanto para o KB *clean* (R<sup>2</sup> = 0,91), como pode ser observado na [figura 5](#).

Na [figura 6](#) está representado o ritmo de execução nos exercícios com KB. As participantes fizeram em média 207 ± 15 repetições nos cinco minutos de exercício *swing* com um ritmo de 40 ± 1 repetições por minuto (variação de 40 até 43); já para o exercício *clean* foram 117 ± 16 repetições nos cinco minutos com ritmo de 24 ± 3 repetições por minuto (variação de 21 a 27), houve diferença significativa para o ritmo de execução entre os dois exercícios.

Como pode ser observado na [figura 7](#), a razão de troca respiratória (RTR) assume um comportamento de queda inicial até os 40 segundos de duração para os dois movimentos de KB, eleva-se até os dois minutos com valores acima de 1,1, mantém-se estável nesses valores até o fim dos cinco minutos. A elevação dos valores no *clean* em relação ao *swing* aos três minutos não foi significativa.

### Discussão

O principal achado deste estudo foi mostrar que os dois exercícios mais comuns de KB (*swing* e *clean*) se assemelham



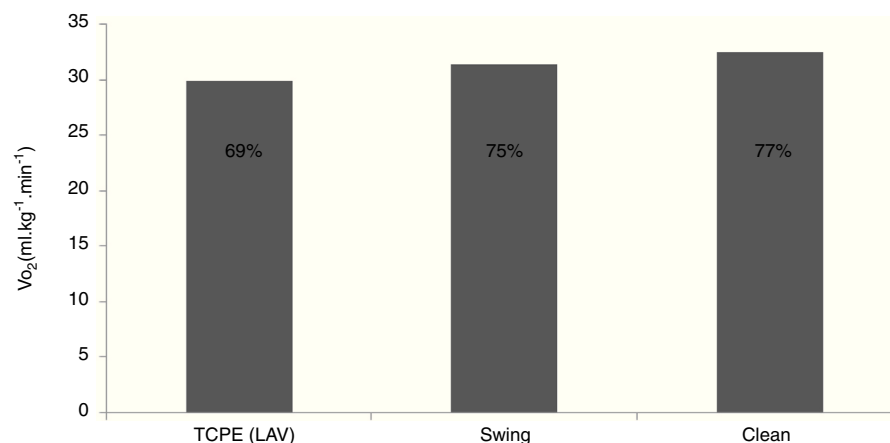
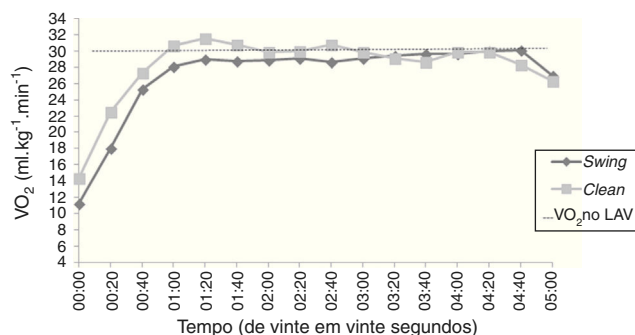
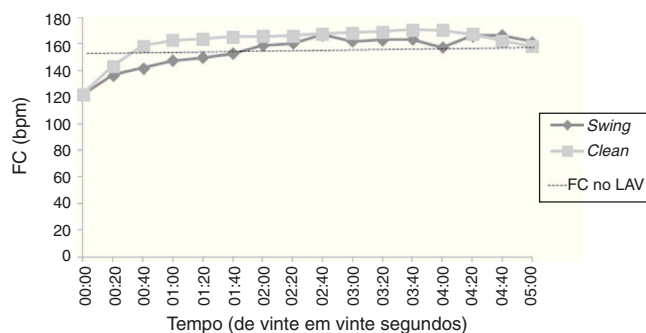
**Tabela 2** Valores de  $VO_2$  e FC- pico e no LAV no teste cardiopulmonar de exercício (TCPE, n = 12), no teste com *swing* (n = 12) e no teste com *clean* (n = 9)

Variáveis cardiopulmonares	TCPE (pico)	TCPE (LAV)	<i>Swing</i>	<i>Clean</i>
$VO_2$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	$43,5 \pm 6,8$	$29,9 \pm 6,7$ (69%)	$31,3 \pm 6,2$ (75%)	$32,6 \pm 6,7$ (77%)
FC (bpm)	$183 \pm 7$	$148 \pm 9,8$ (81%)	$169 \pm 6$ (93%) <sup>a</sup>	$173 \pm 6$ (95%) <sup>a</sup>

TCPE, teste cardiopulmonar de exercício

Valores em média de 20 segundos  $\pm$  DP. O resultado entre parênteses representa o percentual relativo ao máximo do TCPE. TCPE (pico) refere-se ao maior valor obtido no texto. TCPE (LAV) refere-se ao  $VO_2$  e FC no limiar anaeróbico ventilatório (com percentual em relação aos valores máximos).

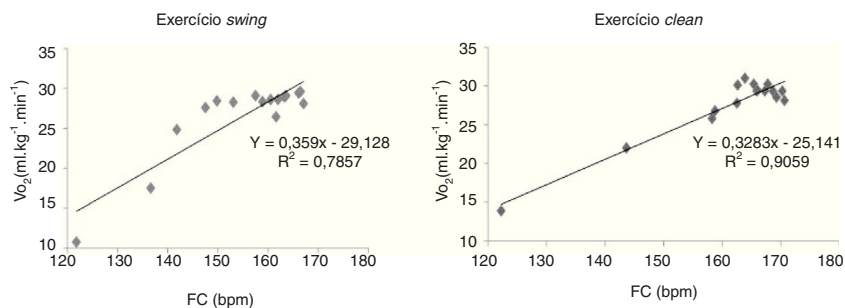
<sup>a</sup>  $p < 0,05$  em relação à TCPE LAV.

**Figura 2** Comparação da média do consumo de oxigênio dos exercícios *swing* e *clean* com o consumo de oxigênio relativo ao LAV do TCPE e as respectivas magnitudes percentuais (%) em relação ao máximo.**Figura 3** Comportamento do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante os cinco minutos de exercício com KB *swing* e *clean*.**Figura 4** Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante os cinco minutos de exercício com KB *swing* e *clean*.

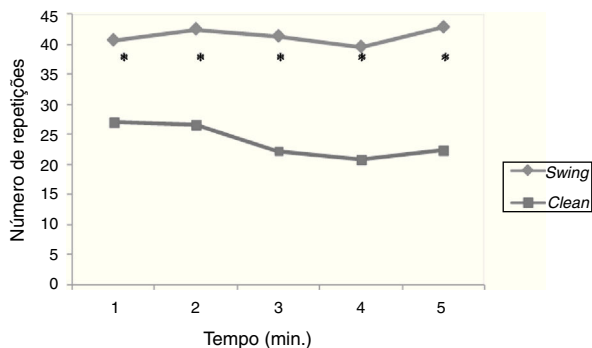
quando exigidos por cinco minutos de exercício, tanto na comparação dos valores máximos como submáximos (LAV) em TCPE quanto no gasto calórico, desde que respeitada a técnica de execução, o *swing* tem uma frequência de movimentos significativamente maior. Além disso, a duração do exercício por um minuto já representa tempo suficiente para atingir valores recomendáveis de estímulo cardiopulmonar. Nesse sentido, este trabalho optou por uma metodologia substancial ao usar um sistema metabólico de alta precisão que permite qualidade e exatidão em tais comparações.

No exercício *swing* e *clean* as participantes alcançaram valores médios de  $VO_2$  e FC acima do valor normalmente encontrado para indivíduos saudáveis não atletas (<65% do  $VO_{2\text{máx}}$ ), o que representaria estímulos acima da intensidade moderada e se caracterizaria como intensidade vigorosa (Garber et al., 2011). Possivelmente esse fato possa ter ocorrido pela adaptação do sistema cardiopulmonar ao exercício, considerando que eram mulheres treinadas em KB havia pelo menos seis meses.

Assim como Farrar et al. (2010), que também usaram protocolo contínuo de exercício com KB, os nossos resultados mostram uma estabilização das respostas de  $VO_2$  e FC logo após o primeiro minuto de exercício, que se mantém constante durante todo o tempo de execução do esforço com o KB, que é ritmado (*swing* =  $40 \pm 1$  repetições por minuto; *clean* =  $24 \pm 3$  repetições por minuto). Do mesmo modo se mostrou a relação entre essas duas variáveis, demonstrou-se que a FC pode ser usada como parâmetro identificador da intensidade de esforço para ser usada como controle



**Figura 5** Correlação entre FC e  $VO_2$  nos cinco minutos de exercícios *swing* e *clean*.



**Figura 6** Ritmo de execução nos cinco minutos de exercício KB *swing* e *clean*.

\* $P < 0,05$  diferença significativa *swing* vs. *clean*.

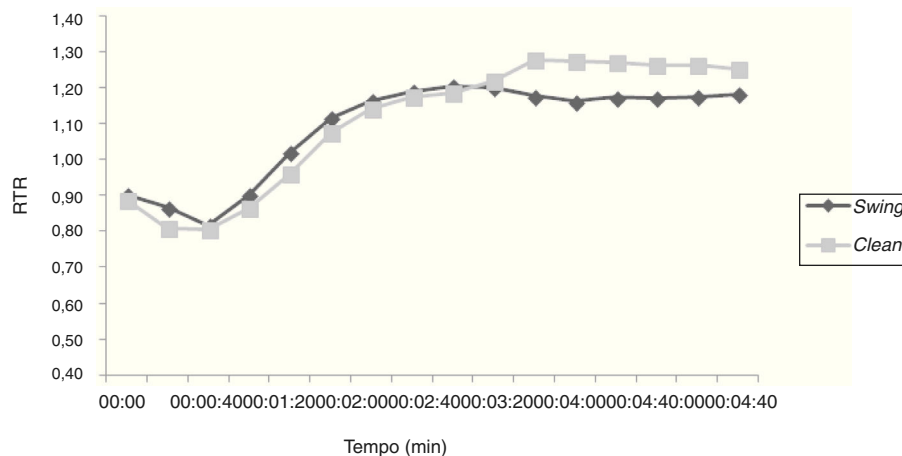
das sessões de exercício (*swing*  $R^2 = 0,79$ ); *clean*  $R^2 = 0,91$ ). No trabalho de Farrar et al. (2010), o *swing* foi executado por homens com 16 kg durante 12 minutos e em ritmo bem menor, ou seja,  $22 \pm 6$  repetições por minuto, com um significativo  $r = 0,58$  entre  $\%VO_2\text{máx.}$  e  $\%FC\text{máx.}$

Outros trabalhos usaram protocolos descontínuos (com intervalos), como o trabalho de Hulsey et al. (2012), e mostram resultados em resposta a 10 minutos de rotina de *swing* (35 segundos de exercício por 25 segundos de intervalo) semelhantes aos encontrados no atual estudo. Os homens usaram KB de 16 kg e as mulheres de 8 kg, apresentaram consumo de 73% do  $VO_2\text{máx.}$ , e na maioria dos

participantes a FC ultrapassou 85% da máxima. Ou seja, os cinco minutos contínuos de exercício *swing* e *clean* executados no atual estudo apresentaram respostas (em termos de magnitude) semelhantes aos 10 minutos com intervalos usados por Hulsey et al. (2012), podendo ser usados como parte de um circuito de vários exercícios de musculação para estimular o sistema cardiopulmonar. As mesmas magnitudes foram encontradas por Schnettler et al. (2010), também com protocolo com intervalo (15 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo) num total de 20 minutos, só que com o exercício *snatch*, que usa maior massa muscular quando comparado com o *swing* e *clean* (KB de 12, 16 e 20 kg, depende do nível de treinamento individual). Por meio desse protocolo o consumo médio de  $VO_2$  foi de 78% do máximo. Ou seja, os exercícios com *swing* e *clean* da atual pesquisa apresentaram respostas percentuais de  $VO_2$  próximas (75% do  $VO_2\text{máx.}$  para o *swing* e 77% para o *clean*) ao obtido por meio dos 20 minutos de exercício *snatch*.

Ao comparar as respostas obtidas com o exercício com KB e as obtidas com circuito, Beckham e Earnest (2000) apresentam como resposta ao circuito com pesos (14 minutos de exercício com halteres) um consumo de 30-47% do  $VO_2\text{máx.}$  e 62-76% da  $FC\text{máx.}$ , o que está abaixo do encontrado por Farrar et al. (2010), Hulsey et al. (2012) e Schnettler et al. (2010), até da atual pesquisa.

Nenhum trabalho até este momento havia apresentado valores comparáveis ao LAV, considerado um marcador confiável de aptidão aeróbica submáxima devido à sua



**Figura 7** Comportamento da RTR (razão de troca respiratória) nos exercícios *swing* e *clean*.

capacidade de ser sustentado por um longo período e à sua sensibilidade ao descondicionamento aeróbico ao e sedentarismo (Wasserman et al., 2005). Todas as participantes tiveram a FC significativamente acima do LAV identificado no TCPE em resposta ao exercício *swing* e *clean*. Já para o consumo de oxigênio, 66% das mulheres tiveram respostas acima do LAV em ambos os exercícios, confirmando os cinco minutos de *swing* e de *clean* como estímulos agudos suficientes para efeito do treinamento sobre o sistema cardiopulmonar para a população de mulheres treinadas em KB.

Considerando o gasto calórico, não houve diferença significativa entre o *swing* e o *clean*. Os nossos dados são inferiores aos encontrados por Hulseley et al. (2012) e Schnettler et al. (2010), em função do menor tempo total (cinco minutos vs. 10 e 20, respectivamente). Já Wilmore et al. (1978), em circuito com peso (22 minutos), mostraram um gasto calórico de 202 kcal para homens e de 138 kcal para as mulheres, durante a rotina, com 30 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo com 15 a 18 repetições a 40% de 1RM, foi feito com uma intensidade referente a 84% da FC<sub>máx.</sub> e 45% do VO<sub>2</sub><sub>máx.</sub> Meirelles e Gomes (2004), num estudo de revisão a respeito dos efeitos agudos da atividade contrarresistência sobre o gasto calórico, apontam que o volume e a intensidade são as variáveis de maior impacto sobre o gasto calórico durante exercício, o que corrobora o proporcional gasto calórico obtido nos testes de *swing* e *clean*, já que são feitos com alto volume e intensidade nas rotinas de treino.

A manutenção do exercício físico depende de um adequado fornecimento de oxigênio para os músculos ativos (Basset e Howley, 2000) e aliado à eficiência do movimento esse suprimento de energia permitirá a realização por longo tempo. Como mostrado por Whipp et al. (1982), a taxa de consumo de oxigênio durante o exercício aumenta com uma cinética exponencial no início e na fase posterior há uma relação equilibrada entre a demanda e a oferta de energia que caracteriza um estado de equilíbrio. Exercícios em intensidades a partir do LAV podem ser explicado pelo maior recrutamento de fibras tipo II, com características glicolíticas (Borrani et al., 2001; Carter et al., 2004; Cerqueira et al., 2011; Schneider et al., 2002), o que pode ter ocorrido com os exercícios com KB. Neste trabalho foi verificado que mesmo com uma exigência de oxigênio além dos limites do LAV atingidos no TCPE as praticantes de KB entravam em um estado de equilíbrio após o primeiro minuto.

A semelhança desses comportamentos nos remete a comparar com a proposta de Wasserman et al. (2005), que dividem a cinética das trocas gasosas em três fases: a primeira representa o aumento imediato na troca gasosa ao início do exercício, com duração aproximada de 15 segundos; a segunda, após o início do exercício por aproximadamente três minutos, reflete o período de maior aumento na respiração celular e pode coincidir com o início do estado de equilíbrio, caso a taxa de trabalho esteja abaixo do LAV; e a terceira é o estado de equilíbrio eventualmente alcançado entre a respiração interna e externa. No atual estudo, caracterizado por um esforço misto aeróbio/anaeróbio, foi possível observar que a fase correspondente ao que os autores denominam de fase II, ou

moderada, ocorre mesmo antes dos três minutos de exercício, como observado em outros trabalhos com exercícios cíclicos e contínuos como corrida (Bernard et al., 1998; Billat et al., 2000; Borrani et al., 2001; Brittain et al., 2001; Carter et al., 2002), ciclismo (Bailey et al., 2011; Henson et al., 1989; Özyener et al., 2001), ou ambos (Caputo et al., 2003), e já apresentavam o início de estabilização nessa fase, embora a taxa de trabalho tenha atingido valores acima dos respectivos limiares anaeróbios. Essa observação, apesar de não ter sido feita por método de cinética do oxigênio, não descarta o fato de identificação do platô do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca como um importante estímulo cardiopulmonar. Além disso, considerando o estado estável atingido, pode-se inferir, pelas respostas de RTR acima de 1,0, que o exercício, predominantemente, apoiava-se no uso de carboidratos como substrato principal (McArdle et al., 2008). Segundo Astrand e Rodahl (1980), o estado estável (*steady state*) denota uma situação de trabalho na qual a captação de oxigênio se iguala à necessidade de oxigênio por parte dos tecidos, portanto nessa situação a frequência cardíaca, o débito cardíaco e a ventilação pulmonar teriam alcançado níveis razoavelmente constantes. O lento aumento na captação de oxigênio no início da fase de equilíbrio se deve, segundo os autores, a uma lenta ajustagem da respiração e da circulação, ou seja, do sistema transportador de oxigênio necessário para o trabalho.

Embora o ritmo de execução dos exercícios, *swing* e *clean*, tenha apresentado diferença entre si, o comportamento das variáveis VO<sub>2</sub>, RTR e FC foi semelhante, mostrou que apesar de o *swing* ter característica mais contínua de movimento, o que possivelmente possibilitou maior número de repetições ao longo dos cinco minutos de teste, representou esforço agudo semelhante a nível cardiopulmonar. É importante ressaltar, como aplicação prática, que as respostas pico de FC e VO<sub>2</sub> em ambos os exercícios já é atingida entre o primeiro e o segundo minuto. A partir daí as curvas dessas variáveis tendem à estabilização. Portanto, para estímulos cardiopulmonares usar séries de um a dois minutos (intervalado) ou com cinco minutos de duração (contínuo) pode proporcionar considerável estímulo ao sistema aeróbio, em conjunto com a força muscular por meio do KB, e em menor tempo de sessão do que aquelas necessárias para treinamento aeróbio contínuo ou uma sessão inteira de musculação isolados.

Uma limitação deste estudo, assim como os desenhos apresentados na literatura, é quanto à padronização da quilagem do KB usada nos testes, não foi possível dimensionar o quanto ela representa percentualmente para cada participante. Por isso, seriam interessantes novos estudos com desenhos que pudessem controlar essa variável para melhores entendimentos das respostas metabólicas e cardiovasculares.

Assim, os resultados sugerem uma exigência aguda do sistema aeróbio suficiente para possíveis adaptações cardiovasculares crônicas em resposta aos exercícios com KB (*swing* e *clean*), considerou-se que as participantes obtiveram VO<sub>2</sub> e FC acima do LAV em ambos os exercícios. Além disso, infere-se que os estímulos possam ser considerados como suficientes para incremento no VO<sub>2</sub><sub>máx.</sub> e com esforço considerado forte de acordo com o ACSM (2006).

## Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), modalidade bolsa de mestrado.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- American College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.
- Astrand PO, Rodahl K. *Tratado de fisiologia do exercício*. Rio de Janeiro: Interamericana; 1980.
- Bailey SJ, Vanhatalo A, Dimenna FJ, Wilkerson DP, Jones AM. *Fast-start strategy improves VO<sub>2</sub> kinetics and high-intensity exercise performance*. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(3):457–67.
- Basset DR Jr, Howley ET. *Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance*. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(1):70–84.
- Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. *A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange*. *J Appl Physiol* 1986;60:2020–7.
- Beckham SG, Earnest CP. *Metabolic cost of free weight circuit training*. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40:118–25.
- Beltz NM. *Training benefits consequent to 8 weeks of kettlebell exercise [Master's Theses]*. University of Wisconsin-La Crosse; 2012.
- Bernard O, Maddio F, Ouattara S, Jimenez C, Charpenet A, Melin B, et al. *Influence of the oxygen uptake slow component on the aerobic energy cost of high-intensity submaximal treadmill running in humans*. *Eur J Appl Physiol* 1998;78:578–85.
- Borroni F, Candau R, Millet GY, Perrey S, Fuchslocher J, Rouillon JD. *Is the VO<sub>2</sub> slow component dependent on progressive recruitment of fast-twitch fibers in trained runners?* *J Appl Physiol* 2001;90:2212–20.
- Billat VL, Morton RH, Blondel N, Berthoin S, Bocquet V, Koralsztein JP, et al. *Oxygen kinetics and modelling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake*. *Eur J Appl Physiol* 2000;82:178–87.
- Brittain C, Rossiter H, Kowalchuk J, Whipp B. *Effect of prior metabolic rate on the kinetics of oxygen uptake during moderate-intensity exercise*. *Eur J Appl Physiol* 2001;86(2):125–34.
- Carter H, Pringle JSM, Jones AM, Doust JH. *Oxygen uptake kinetics during treadmill running across exercise intensity domains*. *Eur J Appl Physiol* 2002;86(4):347–54.
- Caputo F, Mello MT, Denadai BS. *Oxygen uptake kinetics and time to exhaustion in cycling and running: a comparison between trained and untrained subjects*. *Arch Physiol Biochem* 2003;5(111):461–6.
- Cerqueira SL, Nogueira SF, Carvalho J, Pompeu AMSF. *Resposta da cinética de consumo de oxigênio e da eficiência mecânica delta de homens e mulheres em diferentes intensidades de esforço*. *Rev Bras Med Esporte* 2011;17(4):274–7.
- Falatic JA. *The effects of kettlebell training on aerobic capacity*. Master's Theses of Arts. San Jose State University; 2011.
- Farrar R, Mayhew J, Koch JA. *Oxygen cost of kettlebell swings*. *J Strength Cond Res* 2010;4:1034–6.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. *Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise*. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1334–59.
- Gaskill SE, Walker AJ, Serfass RA, Bouchard C, Gagnon J, Rao DC, et al. *Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the heritage family study*. *Int J Sports Med* 2001;22:586–92.
- Gil AC. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas; 2002.
- Henson LH, Poole DC, Whipp BJ. *Fitness as a determinant of oxygen uptake response to constant-load exercise*. *Eur J Appl Physiol* 1989;59:21–8.
- Howley ET, Bassett DR, Welch HG. *Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary*. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1292–301.
- Hulsey CR, Soto DT, Koch AJ, Mayew JL. *Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values*. *J Strength Cond Res* 2012;26(5):1203–7.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. *Generalized equations for predicting body density of women*. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:175–82.
- Jay K, Frisch D, Hansen K, Zebis MK, Andersen CH, Mortensen OS, et al. *Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: a randomized controlled trial*. *Scand J Work Environ Health* 2011;37:196–203.
- Lake J, Lauder M. *Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength*. *J Strength Cond Res* 2012;26(8):2228–33.
- Liebertson CDC. *Functional training with the kettlebell*. *J Body Work Mov Therapies* 2011;15:542–4.
- Manocchia P, Spierer DK, Lufkin AKS, Minichiello J, Castro J. *Transference of kettlebell training to strength, power and endurance*. *J Strength Cond Res* 2013;27(2):477–84.
- Matsudo SM, Matsudo VR, Araújo T, Andrade D, Andrade E, Oliveira L, et al. *Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil*. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001;6:5–18.
- McArdle WD, Katch VL, Katch FI. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 6ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara; 2008.
- McGill ST, Marshall LW. *Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: back and hip muscle activation, motion, and low back loads*. *J Strength Cond Res* 2012;26:16–27.
- Meirelles CM, Gomes PSC. *Efeitos agudos da atividade contrarresistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis*. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:122–30.
- O'Hara RBO, Serres J, Trave KL, Wright B, Vojta C, Eveland E. *The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature*. *Aviat Space Environ Med* 2012;83:985–90.
- Otto WH, Coburn JW, Brown LE, Spiering BA. *Effects of weightlifting vs. Kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition*. *J Strength Cond Res* 2012;26:1199–202.
- Özyener F, Rossiter HB, Ward SA, Whipp BJ. *Influence of exercise intensity on the on- and off transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans*. *J Physiol* 2001;533(3):891–902.
- Schneider DA, Wing AN, Morris NR. *Oxygen uptake and heart rate kinetics during heavy exercise: a comparison between arm cranking and leg cycling*. *Eur J Appl Physiol* 2002;88:100–6.
- Schnettler CS. *Energy cost and relative intensity of the kettlebell workout*. Master's Theses. USA: University of Wisconsin la Crosse; 2009.
- Schnettler C, Porcari J, Foster C. *Kettlebells: twice the results in half the time*. *ACE Fitness Matters Mag* 2010:6–11.
- Tsatsoulina P. *The Russian kettlebell challeng*. United States: Dragon Door Publications; 2001.
- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. *Prova de esforço: princípios e interpretação*. 3ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Revinter; 2005.



Whipp BJ, Ward SA, Lamarra N, Davis JA, Wasserman K. [Parameters of ventilatory and gas exchange dynamics during exercise. J Appl Physiol 1982;52\(6\):1506–13.](#)

Wilmore JJH, Parr RJ, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, et al. [Energy cost of circuit weight training. Med Sci Sports Exerc 1978;10:75–8.](#)

Zebis MK, Skotte J, Andersen CH, Mortensen P, Petersen MH, Viskær TC, et al. [Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. British J Sports Med 2012;47:1192–8.](#)