



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFD
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM
KETTLEBELL**

Flor Bonadiman Fusi

VITÓRIA- ESPÍRITO SANTO- BRASIL

2014

FLOR BONADIMAN FUSI

RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM KETTLEBELL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Área de concentração: Educação Física, Movimento Corporal Humano e Saúde.

Linha de pesquisa: Aspectos Biomecânicos e Respostas Fisiológicas ao Movimento Corporal Humano.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo José Perez

Co-orientadora: Prof.^a Dra. Luciana Carletti

VITÓRIA-ESPÍRITO SANTO- BRASIL

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Fusi, Flor Bonadiman, 1984-

F993r Respostas cardiopulmonares agudas ao exercício com Kettlebell /
Flor Bonadiman Fusi. – 2014.

60 f. : il.

Orientador: Anselmo José Perez.

Coorientador: Luciana Carletti.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

1. Oxigênio - Consumo. 2. Aptidão física. 3. Testes de função
respiratória. 4. Kettlebell. I. Perez, Anselmo José. II. Carletti, Luciana.
III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação Física
e Desportos. IV. Título.

CDU: 796

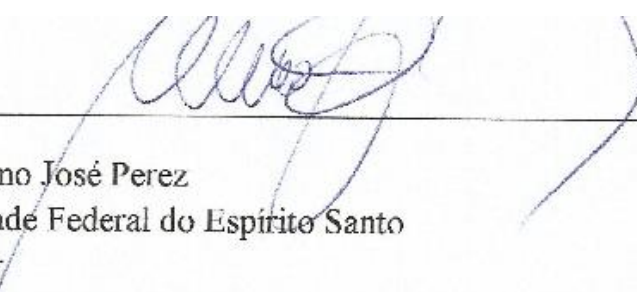
FLOR BONADIMAN FUSI

**RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM
KETTLEBELL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2014.

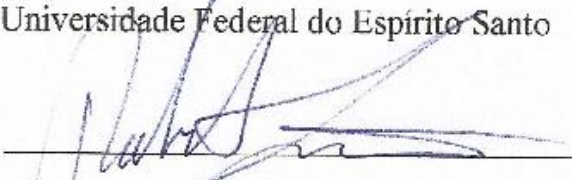
COMISSÃO EXAMINADORA



Dr. Anselmo José Perez
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Dra. Luciana Carletti
Universidade Federal do Espírito Santo



Dr. Roberto Simão
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho às forças superiores que me conduzem na caminhada, à minha linda família, amigos, companheiros, professores (presentes em todos os ciclos) e aos participantes ativos dessa pesquisa que conquistaram junto comigo tais resultados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar a força necessária para conquistar meus sonhos, à minha família, que é base de tudo, pelo apoio incondicional, aos amigos e aos parceiros de todas as horas por dividir momentos.

Minha gratidão para com a CAPES, órgão responsável por me manter durante estes dois anos de estudo e fundamentalmente ao meu orientador Anselmo José Perez por abrir as portas para novas possibilidades e pela calma com que conduziu este trabalho, à co-orientadora Luciana Carletti e ao professor Roberto Simão pelas contribuições enriquecedoras. De modo especial sou grata pela participação ativa (coleta de dados, discussão e apoio) das companheiras de mestrado Jhenyfer Rodrigues e Déborah Sauer, bem como aos demais membros do Laboratório de Fisiologia do Exercício- LAFEX e a equipe do Núcleo de Pesquisa em Movimento-NUPEM (especificamente Judite, Marcelo, Sandra e Gilson que contribuíram com a coleta de dados).

Agradeço aos colegas de profissão, Bruno Góes, Juliere Erler e Luciana Celante, que contribuíram incentivando suas alunas a participarem da pesquisa, aos professores Ruy e Ana (pelo apoio em momentos decisivos) e ao professor Marcelo (pela compreensão ao longo do trabalho).

De maneira especial sou grata ao professor Yurick Stein Girão, quem me apresentou o kettlebell, abrindo as portas para esse universo que tanto me encantou, isso inclui a contribuição da excelente equipe ADF- Arte da Força- SP, aonde me certifiquei em Kettlebell.

Em fim, muito obrigada a cada um que participou direta ou indiretamente desse momento da minha vida, enaltecendo a importância de cada voluntária dessa pesquisa, sem as quais nada disso seria possível.

“Cada um lê com os olhos que tem e interpreta a partir de onde os pés pisam. Todo ponto de vista é a vista de um ponto”.

(Leonardo Boff)

BIOGRAFIA

Flor Bonadiman Fusi, filha de Giovanni Fusi e Maria José Bonadiman, nascida em Morro de São Paulo- BA aos 28 de julho de 1984.

Em 2004/2 ingressou no curso de Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), na qual participou por três anos do Programa de Educação tutorial (PET). Na perspectiva da tríade: ensino, pesquisa e extensão foi fundadora junto com outra aluna do curso, do projeto de extensão Idosos em Movimento, que funcionou durante dois anos na UFES, possibilitando a realização do estudo de monografia, com publicação de artigo na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME).

Em 2010 ingressou no curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fisiologia do Exercício e Treinamento desportivo na UFES, obtendo o título em 2012; neste mesmo ano iniciou o Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu na área de concentração: Educação Física, Movimento Corporal Humano e Saúde, também pela UFES. A partir da atuação na área de Educação Física como professora de treinamento funcional/kettlebell e estudos iniciados na especialização é que surgiu o interesse em pesquisar sobre o tema em nível de mestrado.

RESUMO

Introdução: O kettlebell (KB) é uma ferramenta, de origem Russa, que vem sendo utilizada para trabalho de força, flexibilidade e potência. Trata-se de uma bola de ferro com uma alça. Existem poucos estudos que tratam das respostas cardiopulmonares envolvidas nesse tipo de esforço. **Objetivo:** Comparar as magnitudes do VO_2 (Consumo de Oxigênio) e FC (Frequência Cardíaca) alcançados por meio dos exercícios com KB (*swing* e *clean*) em relação às respectivas respostas máximas e ao limiar anaeróbio ventilatório (LAV) de mulheres praticantes de KB; comparar o gasto calórico entre os dois exercícios, o comportamento das variáveis FC, VO_2 e RTR (Razão de Troca Respiratória), e o ritmo de execução em função do tempo de teste (5 minutos). **Métodos:** Foram recrutadas 12 mulheres, treinadas há pelo menos seis meses em exercício com KB. Foi realizado um teste cardiopulmonar de exercício em esteira (TCPE), um teste de 5 minutos contínuos de exercício *swing* (com duas mãos) e um teste de 5 minutos de exercício *clean*, utilizando KB de 12 kg. Utilizou-se o teste t de Student para comparar a FC, VO_2 , e gasto calórico entre os dois exercícios. Por meio da análise de variância de uma via (ANOVA *one way*) comparou-se o VO_2 no *swing* e *clean* com o VO_2 no LAV. Foi utilizada análise de variância de duas vias com medidas repetidas (ANOVA) para comparar o comportamento das variáveis de VO_2 , RTR e FC a cada 20 segundos dos dois testes com KB e para comparar o ritmo de execução, seguida do *post-hoc* de Tukey ($p < 0.05$). Utilizou-se o teste de correlação de Pearson para relacionar a variável VO_2 com FC, por meio do programa Excel. Os dados são apresentados em média $\pm$ desvio padrão (DP). **Resultados:** Não houve diferença entre o *swing* e o *clean* para o VO_2 e FC e ambos os exercício apresentaram exigência suficiente (magnitude percentual) para estimular o sistema cardiopulmonar (VO_2 a 75% e 77% do máximo e FC a 93% e 95% da máxima para *swing* e *clean*, respectivamente); ambas as respostas ficaram acima do LAV das participantes, com gasto calórico semelhante entre o *swing* e *clean* (40.0 ± 0.4 kcal). Quanto às respostas relativas ao comportamento não houve diferença entre o *swing* e o *clean* para as variáveis estudadas em nenhum momento do teste de 5 minutos, havendo diferença significativa apenas para o ritmo de execução dos exercícios (41 ± 1 repetições por minuto-*swing* e 24 ± 3 -*clean*). Foi encontrada correlação significativa positiva forte entre o VO_2 e a FC em ambos os

exercícios. **Conclusões:** Os dados sugerem que tanto o *swing* quanto o *clean* apresentam estímulo agudo ao sistema cardiopulmonar suficiente para possíveis adaptações aeróbias crônicas; já que tiveram respostas acima do LAV das participantes, estando de acordo com a intensidade recomendada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) para a melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Palavras chave: Consumo de oxigênio. Kettlebell. Força muscular. Teste de função pulmonar.

ABSTRACT

Introduction: The kettlebell (KB) is a tool of Russian origin, which has been used for strength work, flexibility and power. It is an iron ball with a handle. There are few studies that address the cardiopulmonary responses involved in this kind of effort. **Objective:** To compare the magnitudes of VO_2 (oxygen consumption) and HR (Heart Rate) achieved through exercises with KB (swing and clean) with respect to their maximal responses and ventilatory anaerobic threshold (VAT) of women engaged in KB; compare caloric expenditure between the two exercise, the behavior of the HR, VO_2 and RTR variables (Respiratory Exchange Ratio), and the pace of implementation versus time test (5 minutes). **Methods:** Twelve women trained for at least six months in office with KB were recruited. Cardiopulmonary treadmill exercise test (CPTE), an ongoing test of 5 minutes of exercise swing (with two hands), and a 5-minute quiz to clean exercise using a 12 kg KB was performed. We used the Student t test to compare the HR, VO_2 and energy expenditure between the two exercises. Through the analysis of variance (ANOVA one way) compared the VO_2 on the swing and clean with VO_2 in VAT. was used ANOVA two-way repeated measures (ANOVA) to compare the behavior of variables VO_2 , RTR and HR every 20 seconds of the two tests with KB and to compare the pace of implementation, followed by post-hoc Tukey test ($p < 0,05$). We used the Pearson correlation test to relate the VO_2 with HR variable through the Excel program. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD). Results: There was no difference between the swing and clean for VO_2 and HR and both had enough exercise requirement (percentage magnitude) to stimulate the cardiovascular system (VO_2 at 75 % and 77 % of HR

max and 93% and 95 % of for maximum swing and clean, respectively); both responses were above the VAT of participants with similar caloric expenditure (40.0 ± 0.4 kcal). As for the answers concerning the behavior did not differ between the swing and clean for the variables at any time of the 5- minute test, significant difference only for the pace of implementation (41 repetitions per minute ± 1 and $24 \pm$ swing - 3- clean). Strong positive correlation was observed between VO_2 and HR.

Conclusions: The data suggest that both the swing and the clean present with acute cardiopulmonary system stimulating enough for possible chronic aerobic adaptations; since responses were above the VAT of participants, being in agreement with the intensity recommended by the American College of Sports Medicine (ACSM) for improving cardiorespiratory fitness.

Keywords: oxygen consumption. Kettlebell. Muscle strength. Lung function test.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2- ARTIGO 1.....	6
2.1- Introdução.....	6
2.2- Métodos.....	6
2.3 Resultados.....	11
2.4- Discussão.....	13
2.5- Aplicação Prática.....	15
3- ARTIGO 2.....	16
3.1- Introdução.....	16
3.2- Métodos.....	17
3.3- Resultados.....	21
3.4- Discussão.....	25
3.5- Aplicação prática.....	27
4- CONCLUSÕES GERAIS.....	28
5- APÊNDICE.....	37
6- ANEXOS.....	41

1. INTRODUÇÃO GERAL

O “kettlebell” (KB) ou Gyria é uma bola de ferro tradicional na antiga União Soviética, que se parece com uma bola de canhão com uma alça. Na Rússia, o homem forte ou levantador de peso era chamado de “girevik”, ou “homem kettlebell”. Após rotinas de trabalho eram comuns competições de força utilizando o kettlebell (13), essa ferramenta era usada como pesos de balança, com formato rústico. Teve o primeiro relato em dicionário russo no ano de 1704 (13). Em 1985 aconteceu o primeiro campeonato nacional com kettlebells na Rússia, porém esse tipo de exercício chegou aos Estados Unidos apenas a partir do ano 2000, trazido por Pavel Tsatsouline (instrutor das forças especiais da Federação Russa por muitos anos) e assim passou a ser difundido no contexto do treinamento físico em toda a América do Norte, espalhando-se ao longo dos anos para os arredores do mundo.

Em resposta ao treinamento com KB são encontrados na literatura resultados a respeito do estímulo cardiopulmonar (4, 5, 6, 11, 12), diminuição de dores musculares (7), aumento da força muscular (7, 8, 9, 10), gasto calórico (6, 11), entre outros.

Em se tratando das modificações no âmbito metabólico, Farrar; Mayhew e Koch (5), ao pesquisar indivíduos ativos, tiveram como resposta aos 12 minutos contínuos de exercício *swing*- movimento básico com a ferramenta KB¹ (KB de 16 kg) uma média de consumo de oxigênio (VO₂) igual a 34,31±5,67 ml.kg⁻¹. min⁻¹(ou seja, 65 % ±9,8 do máximo) e frequência cardíaca (FC) média de 165 bpm (87% da FCmáx.). Os participantes realizaram em média 265 repetições nos 12 minutos de exercício, com ritmo de 22 repetições por minuto. Os autores concluíram que o exercício contínuo de *swing* com KB pode dar estímulo metabólico de intensidade suficiente para possíveis incrementos no VO₂máx.

Segundo Farrar; Mayhew e Koch (5), ao relacionar as respostas das variáveis FC e VO₂, a média para FCmáx.(%) no KB foi significativamente mais elevada do que a resposta de VO₂máx. (%). Além disso, o treino com kettlebell exigiu um valor

¹ Exercício descrito na Figura 1-pagina 10

de maior consumo de oxigênio e da FC do que relatado em pesquisa anterior para circuito com pesos (cerca de 30-47% do $\text{VO}_2\text{máx.}$; 62-76% FCmáx.). (2).

Estudo de Schenetler *et al.* (11) tratam das respostas de consumo de oxigênio e FC por meio do exercício *snatch* com KB (movimento semelhante ao *swing*, porém o peso é levado até acima da cabeça); e encontram em resposta a sessão de 20 minutos de exercício *snatch* (15 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo) um consumo médio de oxigênio de $31,6 \pm 3,71 (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1})$, correspondendo a $78\% \pm 8,0$ do máximo e a FCmáx. de $164 \pm 14,7$ (bpm), ou seja, $93\% \pm 4,5$ da máxima; gerando, segundo Schenetler *et al.* (11) uma possível adaptação do sistema cardiopulmonar, sendo este exercício considerado como vigoroso de acordo com o preconizado pelo ACSM (1). O gasto calórico médio dos participantes treinados em KB foi de 272 calorias, não havendo discussão quanto à quilagem, já que os participantes utilizaram peso de 12, 16 ou 20 kg (dependendo do sexo, peso corporal e nível de experiência), sem contar calorias adicionais devido ao substancial esforço anaeróbio, por meio da medida do lactato sanguíneo (6,6 kcal. por minuto). (11).

Hulsey *et al.* (6), compararam a demanda metabólica de uma rotina de *swing* com a corrida na esteira (TM), com classificação equivalente de esforço percebido (RPE). Treze participantes (homens com KB de 16 kg e mulheres com 8 kg), moderadamente treinados, completaram 10 minutos de *swing* (35 segundos de exercício com 25 segundos de intervalo) e 10 minutos de corrida (TM) em RPE equivalente a aferida durante o treino de *swing*. A FC média e RPE não foram significativamente diferentes entre KB e TM (FC de 85-93% da Fcmáx. predita pela idade e a RPE de 76-77% do máximo). O consumo de oxigênio, ventilação pulmonar e calorias dispendidas foram significativamente mais altas para a corrida. Os indivíduos tiveram maior consumo de oxigênio ($46,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e gastaram mais quilocalorias (512 kcal.) durante a corrida do que durante o *swing* ($34,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 375 kcal., respectivamente). No entanto, segundo os padrões do ACSM (1) in HULSEY, *et al.* (6), este exercício com KB poderia fornecer esforço suficiente para produzir ganhos de capacidade aeróbia já que o mesmo representou 73% do VO_2 consumido no teste em esteira e na maioria das participantes a FC ultrapassa os 85% da máxima; sendo que o ACSM (1) recomenda uma intensidade de 64-94% da

FCmáx. ou 40-85% do VO₂máx. para melhorar a capacidade aeróbia de adultos saudáveis. Para os autores a grande questão é sobre qual a duração necessária da sessão com KB para produzir incremento no VO₂máx.

Portanto, alguns estudos mostraram que embora o KB seja uma ferramenta utilizada, na maioria das vezes, para o ganho de força, também tem se mostrado suficiente para proporcionar estímulo ao sistema cardiopulmonar (3, 4, 5, 6, 11); muito embora ainda existam lacunas a serem investigadas, sendo que os protocolos e metodologias utilizadas nos estudos com KB apresentam grande diversidade. Por exemplo: os estudos transversais utilizaram 10 minutos de exercício *swing*, homem com 16 kg e mulher 8 kg (6); 12 minutos de exercício *swing* com homens usando 16 kg (5) e 20 minutos de exercício *snatch*, com 12, 16 ou 20 kg, dependendo do sexo, peso corporal e nível de condicionamento físico (11). Já os estudos longitudinais utilizaram 6 semanas de treino, com 12 kg para quem tinha peso corporal de até 70 kg e 16 kg para quem pesava acima de 70 kg (8,); 8 semanas, homens utilizando peso de 12 kg e mulheres de 8 kg (7); 4 semanas, participantes do sexo feminino com KB de 12 kg (4) e 10 semanas (9) de treinamento com KB.

Quanto às respostas cardiopulmonares crônicas os resultados são diversos. Dentre os estudos, Jay *et al.* (7) buscaram investigar a eficácia de uma intervenção no local de trabalho, utilizando KB para incrementos na saúde musculoesquelética e cardiopulmonar. Após 8 semanas de treinamento com KB não houve melhora no VO₂, os resultados indicaram melhora apenas para força e redução de dor musculoesquelética; porém devem ser consideradas algumas possíveis limitações, como: a condição física dos participantes (quadro de dor), o teste para análise do VO₂ ser submáximo, além do peso utilizado (homens com 12 kg e mulheres com 8 kg) estar reduzido em relação aos demais estudos.

Já no estudo de Falatic (4) há uma resposta de maior incremento no VO₂máx. (com média de 2.3 ml⁻¹.kg.min⁻¹), para jogadoras de futebol que praticaram KB-12kg (*snatch*) após quatro semanas em relação as que praticaram treinamento em circuito. Ambos os testes (em circuito e com KB) tiveram duração de 20 minutos (15 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo).

No estudo de Beltz (3) há um incremento de 13,8% no $\text{VO}_2\text{máx.}$ dos participantes que praticaram KB por 8 semanas, diferente do encontrado para o grupo controle. Foi utilizado o teste de 8 minutos de *snatch* para avaliar a capacidade aeróbia, usando KB de 4, 5, 8, 10, 12, ou 16, durante o teste, dependendo do nível de experiência, composição corporal e sexo (não sendo apresentado o resultado relativo a cada peso). A média de FC e VO_2 durante o treino foi de 74% da FCmáx. e 55% respectivamente; aproximando-se, segundo o autor, do encontrado por Schnettler *et al.* (12) e Farrar *et al.* (5).

Portanto, na tentativa de contribuir com os estudos já realizados, o atual trabalho se diferencia dos demais, principalmente por analisar o comportamento das variáveis cardiopulmonares envolvidas e pela tentativa de diferenciar dois (*swing* e *clean*) dos seis exercícios básicos com KB, apresentando discussão a respeito da magnitude das respostas cardiopulmonares encontradas em relação à resposta máxima e ao Limiar Anaeróbio Ventilatório (LAV) das participantes.

1.1.Objetivos

1.1.1. Geral

Esta dissertação foi proposta com objetivo de investigar as respostas cardiopulmonares agudas ao exercício com kettlebell, por meio do exercício *swing* e *clean*, em participantes treinadas; sendo utilizados dois artigos para atingir tal objetivo. Os objetivos específicos relativos a cada estudo estão listados abaixo:

1.1.2. Específicos

- a) Comparar as magnitudes dos valores do consumo de oxigênio e FC, alcançados nos diferentes exercícios com KB (*swing* e *clean*) em relação ao máximo e ao limiar anaeróbio ventilatório (LAV).
- b) Comparar o gasto calórico nos exercícios *swing* e *clean*.
- c) Analisar e comparar o comportamento das variáveis FC, VO_2 e ritmo de execução por uma duração de estímulo de cinco minutos de exercício com KB, *swing* e *clean*.

1.2. Apresentação

A presente dissertação foi organizada em dois artigos originais. No artigo 1, submetido ao Journal of Strength and Conditioning Research, tratou-se dos objetivos **a** e **b**, acima citados, sendo o objetivo específico **c** tratado no artigo 2.

É de fundamental importância tanto para treinadores quanto para os praticantes do exercício com KB, saberem o quanto o estímulo de uma sessão de treino com KB, tipicamente voltado para força, pode ter de estímulo aeróbio. Portanto, através desta pesquisa é possível entender a contribuição de cada exercício, por meio das respostas máximas e do limiar anaeróbio ventilatório, dimensionando a proporção ou magnitude do esforço realizado no *swing* e *clean* em relação ao máximo atingido no TCPE; tendo base fundamentada para a utilização do KB como possível estímulo cardiopulmonar.

A principal proposta do segundo artigo foi analisar o comportamento das respostas de VO_2 e FC durante os 5 minutos de teste com KB, comparando-as entre o *swing* e *clean*; possibilitando dessa forma identificar em qual momento do teste houve maior consumo de oxigênio e maior exigência do sistema cardiopulmonar. É possível, portanto, apontar que tipo de estímulo é necessário para ativar a via aeróbia, levantando uma discussão que possivelmente complementa as informações dos demais estudos com KB.

No Apêndice A está o termo livre e esclarecido entregue para as participantes da pesquisa, no Apêndice B estão os critérios de classificação técnica para a execução individual do *swing* e *clean*; possibilitando avaliar o nível de habilidade técnica com o KB. O Anexo A contém o Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa entregue para as participantes do estudo e no Anexo B está o Questionário internacional de atividade física (IPAQ), utilizado para identificar o nível de atividade física das participantes, possibilitando analisar o que as mesmas realizavam além dos treinos com KB, com as respectivas classificações (ANEXO C).

2 ARTIGO 1- Respostas cardiopulmonares agudas ao exercício com kettlebell.

INTRODUÇÃO

O kettlebell (KB), segundo Tsatsouline (24), é uma ferramenta usada por treinadores com o objetivo de atingir um condicionamento geral extremo, proporcionando trabalho de força, flexibilidade e potência. Para O'Hara *et al.* (20), os exercícios com KB se aproximam do levantamento olímpico, por recrutar múltiplos grupamentos musculares com um movimento funcional. Pela definição de Lieberman (13) é gerada uma força instável que o corpo deve aprender a controlar, sendo requisitada mobilidade e estabilização simultaneamente, nos exercícios que utilizam o KB.

Apesar desse tipo de exercício ser antigo no mundo do treinamento físico, tendo o primeiro relato em dicionário russo no ano de 1704 (24), sua sistematização ainda vem sendo pesquisada, restando muitas lacunas, como por exemplo, a falta de discussão a respeito das possíveis diferenciações fisiológicas (cardiopulmonares) entre os seis exercícios básicos com KB. Partindo da hipótese que o exercício *swing* e *clean* podem atingir uma magnitude percentual em termos de consumo de oxigênio condizente com a faixa de intensidade preconizada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (1,7,8) para a melhora da capacidade cardiorrespiratória (40/50-85% do VO_2), objetivou-se comparar as magnitudes dos valores do consumo de oxigênio e FC alcançadas nos exercícios com KB (*swing* e *clean*) em relação ao máximo e ao limiar anaeróbio ventilatório (LAV) em mulheres praticantes de KB. Secundariamente, esse trabalho teve como finalidade determinar o gasto calórico nos mesmos exercícios e compará-los.

MÉTODOS

A pesquisa foi do tipo descritiva com delineamento quase experimental (9), através de estudo transversal. Teve início após 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 utilizados no trabalho e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Amostra

Foram recrutadas 12 mulheres, moradoras da cidade de Vitória, Estado do Espírito Santo, Brasil, treinadas há pelo menos seis meses em exercício com KB, com média de idade de 31 ± 7 anos e as seguintes características antropométricas: estatura = 165 ± 9 cm; massa corporal = 64 ± 10 kg; índice de massa corporal (IMC = 24 ± 3 kg/m²; percentual de gordura = $21 \pm 7\%$). Elas foram consideradas em condições físicas adequadas aos testes (ausência de qualquer quadro de dor). Foi informado às participantes que deveriam evitar exercícios de alta intensidade nos dias dos testes. Não foi permitida a participação de mulheres com dores osteomioarticulares, destreinadas, ou que durante o teste não conseguiram realizar o movimento com o mínimo de técnica exigido para evitar lesões, como descrito nas Figuras 1 e 2. ²

Procedimentos

Foi feita uma coleta de informações básicas sobre as participantes (anamnese), relatando sobre sua prática de exercício e nível de treinamento. As participantes responderam ao questionário internacional de atividade física na versão curta (*International Physical Activity Questionary*– IPAQ) (15), para classificação do nível de atividade física. A avaliação antropométrica foi realizada no laboratório de fisiologia do exercício da UFES (LAFEX), constituída de peso, estatura (balança e estadiômetro da marca Marte LTDA, modelo LC 200, 2009, Santa Rita do Sapucaí), perimetria (fita antropométrica Sanny medical, 2m) e análise das dobras cutâneas (adipômetro Cescorf, Mitutoyo com precisão de 0.1mm) por meio do protocolo das sete dobras cutâneas (22), de onde foi possível obter o índice de massa corporal (IMC - kg/altura²). Para calcular o gasto calórico foi utilizada a média do gasto

² O cálculo amostral teve como base a variável VO_2 (ml.kg⁻¹.min⁻¹), considerando um nível de confiança de 95% e um poder de 20%, capaz de detectar uma diferença de 5% entre os grupos. Para um desvio-padrão de 7,7 ml.kg⁻¹.min⁻¹, o resultado do cálculo foi um número entre 9 e 13 participantes (JEKEL; ELMORE; KATZ, 1999).

calórico total, multiplicada pelo tempo do teste (no caso cinco minutos) e pelo equivalente calórico de $5 \text{ kcal. LO}_2^{-1}$ (16).

Teste cardiopulmonar de exercício (TCPE)

O teste cardiopulmonar de exercício (Figura 3) para medida direta do $\text{VO}_{2\text{máx.}}$ também foi realizado no LAFEX, possibilitando mensurar as seguintes variáveis: consumo de oxigênio (VO_2), razão de troca respiratória ($\text{RTR} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$) e gasto calórico. O sistema metabólico utilizado foi o CórteX Metamax 3B (Leipzig, Alemanha), e a esteira uma Super ATL (Inbra Sport, Porto Alegre).

Inicialmente foi realizado um eletrocardiograma (ECG) de repouso, nas 12 derivações convencionais, executado pelo médico cardiologista, para investigar a existência de anormalidades que pudessem inviabilizar a participação no TCPE. Em seguida, com a participante em pé na esteira eram acoplados os eletrodos para interpretações do ECG e o acompanhamento da frequência cardíaca (FC) em esforço. Além disso, a máscara facial de silicone era ajustada para o rosto de cada participante, permitindo a respiração pela boca e pelo nariz e esta era conectada ao pneumotacômetro (para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados). O protocolo utilizado 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; sendo que a participante era instruída parar o teste por exaustão voluntária.

O ambiente era climatizado com temperatura mantida em torno de 22 °C, sendo utilizado o mesmo espaço nas mesmas condições para todos os testes.

Os critérios para aceitar o teste como máximo seguiram orientação do proposto na literatura (10) 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 (VO_2 pico) sendo este considerado o VO_2 mais alto atingido durante esforço presumido máximo para um teste por exercício incremental (5).

O LAV foi determinado sempre pelos mesmos dois avaliadores e em caso de discordância um terceiro parecer era solicitado, utilizando como critério o método visual da perda da linearidade da relação entre o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono (V-Slope) (2). Para apoiar a confirmação do LAV pelo V-

slope também foi utilizado como critério o ponto mais baixo do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2) antes da elevação sustentada, sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2) (4).

Teste com kettlebell- exercício *swing*

Após o TCPE e com no mínimo 48 horas de intervalo foi realizado o primeiro teste com kettlebell, também com medida direta do consumo de oxigênio, seguindo o mesmo molde acima citado, sendo utilizado o mesmo espaço, nas mesmas condições do TCPE, porém com monitoramento da FC 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 (12) propõem para pessoa com massa corporal até 70 kg.

Inicialmente a participante permanecia deitada por 5 minutos, para a aferição da FC de repouso e era informada do procedimento do teste. De pé era acoplada a máscara de silicone e o colete era segurado ao lado da participante por um avaliador. Concomitante ao início da coleta de gases iniciava-se o registro da FC por 2 minutos (pré-esforço). A partir daí realizava-se o teste de 5 minutos contínuos de exercício *swing*, com as duas mãos (Figura 1). Eram contadas quantas repetições as participantes realizavam por minuto, sendo esta incentivada a realizar o máximo de repetições possíveis, num ritmo que conseguisse manter até o final, sem intervalo. Ao final dos cinco minutos a avaliada permanecia em pé mais 3 minutos coletando os gases e a FC (recuperação).

Teste com kettlebell- exercício *clean*

No terceiro dia, seguindo os mesmos procedimentos, era realizado o exercício *clean* (Figura 2) por cinco minutos, podendo alternar apenas o movimento de braço (trocando aleatoriamente do direito para esquerdo durante a execução).

Demonstração dos testes *swing* e *clean* com kettlebell e do teste cardiopulmonar de exercício.



Figura 1- Teste com exercício *swing*

Pés paralelamente na largura dos ombros. Flexionando os quadris e joelhos enquanto se mantém a coluna numa posição neutra, o sujeito alcança e agarra KB com as duas mãos. Os joelhos são ligeiramente flexionados ($\sim 10-15^\circ$). O sujeito balança vigorosamente o KB entre as pernas e rapidamente na direção invertida com uma extensão explosiva dos quadris, com o KB sendo impulsionado para fora na altura do tórax onde os quadris e joelhos são estendidos até posição de pé, na posição vertical (26). Os músculos envolvidos no exercício *swing* são muitos, dentre eles: quadríceps (extensão do joelho), glúteo máximo e isquiotibiais, responsáveis pela extensão do quadril e os estabilizadores da escápula (grande dorsal, romboide, trapézio, redondo menor e maior).

Segundo estudo de McGill and Marshall (18), no *swing* o glúteo apresenta maior nível de ativação (75 % da contração 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*.



Figura 2- Teste com exercício *clean*

Pés paralelamente na largura dos ombros. Flexionando os quadris e joelhos, enquanto se mantém a coluna numa posição neutra, o sujeito alcança e agarra o KB com uma mão (unilateral), o quadril e joelho são estendidos e o peso (entre as pernas) é impulsionado para cima, sendo trazido até a altura do peito, com flexão de cotovelo. A alternância de mão é aleatória nesse caso (descrição nossa). Os músculos envolvidos no exercício *clean* são: quadríceps (extensão do joelho), glúteo máximo e isquiotibiais (extensão do quadril), músculo braquial, braquiradial e bíceps (flexão de cotovelo) e músculos estabilizadores: grande dorsal, romboide, trapézio, redondo menor e maior.

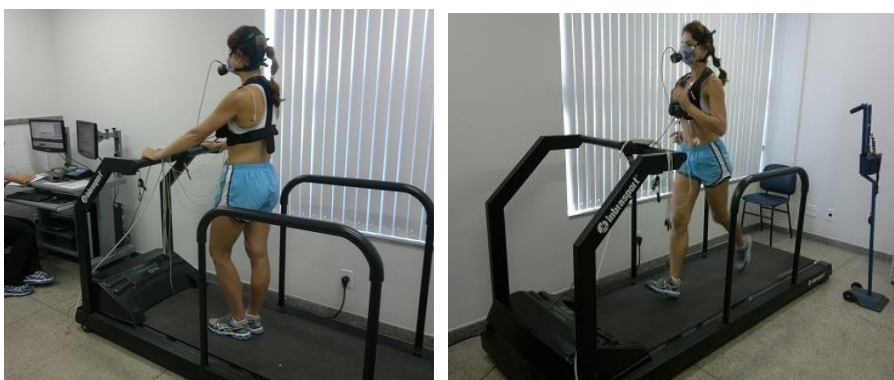


Figura 3- Teste cardiopulmonar de exercício

Análise de dados

A comparação dos resultados das variáveis de FC, VO_2 e gasto calórico entre os dois tipos de movimento de 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_2 no exercício *swing* e *clean* com o consumo de oxigênio no limiar anaeróbio ventilatório ($\text{VO}_{2\text{LAV}}$) foi feita por meio da análise de variância de uma via (ANOVA *one way*). Foi adotado um nível de significância de $p < 0.05$. Os dados são apresentados em média $\pm$ desvio padrão (DP). Os cálculos estatísticos foram realizados com o programa *Sigma Stat*, versão 3.5.

RESULTADOS

Na Tabela 1 é possível identificar as magnitudes percentuais, %FC, % VO_2 , comparando-as nos diferentes exercícios. Não houve diferença significativa entre *swing* e *clean* para nenhuma das variáveis pesquisadas em relação à resposta máxima atingida pelas participantes no TCPE. Para o *swing* e *clean* foram obtidos valores (%) de VO_2 ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) respectivamente iguais a 75 e 77 e de FC (bpm) iguais a 93 e 95.

Nos exercícios de *swing* e *clean* o VO_2 atingido foi acima do encontrado no LAV do TCPE, porém sem diferença significativa, como exibido na Figura 4. Similarmente, a FC atingida em ambos os exercícios com KB apresentou valores mais elevados de FC do que no limiar anaeróbio ventilatório - FCLAV (Tabela 1).

Das mulheres avaliadas neste estudo 66% tiveram respostas acima do LAV para VO_2 , em ambos os exercícios e todas apresentaram FC acima do valor encontrado para o LAV.

Tabela 1- 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=09).

Variáveis cardiopulmonares	TCPE (pico)	TCPE (LAV)	Swing	Clean
VO_2 (ml.kg ⁻¹ . min ⁻¹)	43,5 ± 6,8	29,9 ± 6,7 (69%)	31,3 ± 6,2 (75%)	32,6 ± 6,7 (77%)
FC (bpm)	183 ± 7	148 ± 9,8 (81%)	169 ± 6 (93%)	173 ± 6 (95%)

Valores em média de 20 segundos ± DP. O resultado entre parênteses representa o percentual relativo ao máximo do TCPE=Teste cardiopulmonar de exercício. TCPE (pico)- maior valor obtido no teste. TCPE (LAV)- relativo ao VO_2 e FC no Limiar anaeróbio ventilatório (com percentual em relação aos valores máximos).

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

As participantes foram consideradas como muito ativas pelo IPAQ (15).

Não houve diferença estatística para as variáveis: frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO_2) e gasto calórico entre o *swing* e *clean*, tendo os valores em média para *swing* e *clean* respectivamente: $\text{VO}_2=31,3$ e $32,6$ (ml.kg⁻¹. min⁻¹) e FC=169 e 173 (bpm). No TCPE o consumo médio de oxigênio pico foi de 43,5 (ml.kg⁻¹. min⁻¹) e FC de 183 (bpm), (Tabela 1). O gasto calórico nos 5 minutos foi de 40.0 ± 0.4 (kcal) para ambos os exercícios.

As participantes realizaram em média 207 ± 15 repetições nos 5 minutos de exercício *swing* com um ritmo de 40 ± 1 repetições por minuto; já para o exercício *clean* foram 117 ± 16 repetições nos 5 minutos com ritmo de 24 ± 3 repetições por minuto.

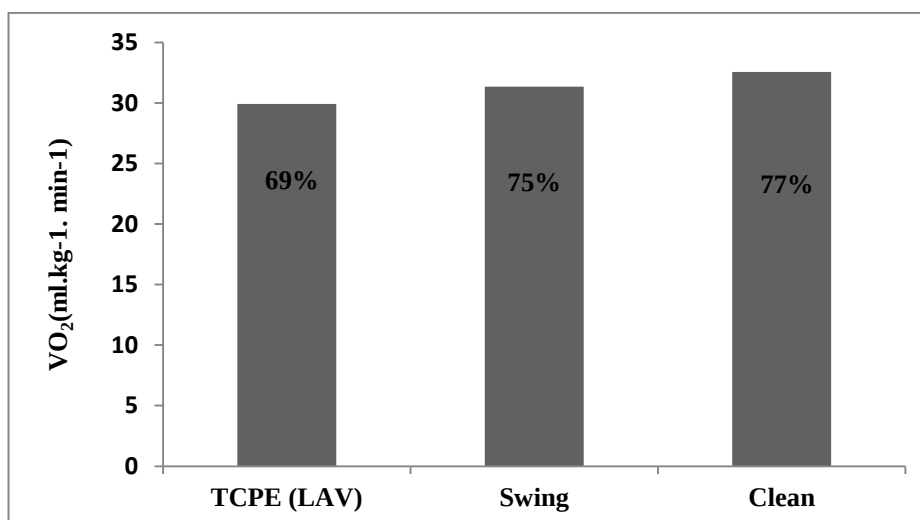


Figura 4- Comparação da média do consumo de oxigênio dos exercícios *swing* e *clean* com o consumo de oxigênio relativo ao LAV do TCPE e as respectivas magnitudes percentuais (%) em relação ao máximo.

DISCUSSÃO

No exercício *swing* as participantes alcançaram uma média de VO₂ e FC acima do valor normalmente encontrado para indivíduos saudáveis não atletas (entre 45% e 60% do VO₂ pico) (19). Os resultados do presente estudo foram diferentes do encontrado por Farrar, Mayhew e Koch (6), em resposta a 12 minutos contínuos de *swing*, com KB de 16 kg (versus KB de 12 Kg utilizado no atual estudo), Farrar, Mayhew e Koch (6) obtiveram média de 65% do VO₂ máx. e 87% da FCmáx.

Algumas diferenças entre os procedimentos de Farrar, Mayhew e Koch (6) e do presente estudo devem ser observados. No presente estudo o *swing* teve duração de 5 minutos com um valor 10% maior para VO₂ e um valor 5 % maior para FC do que acima relatado (6). Curiosamente, Farrar, Mayhew e Koch (6) registraram um ritmo mais rápido para o *swing*, com 265 ± 68 repetições nos 12 minutos versus 207 ± 15 repetições nos 5 minutos no presente estudo.

Inversamente, o trabalho de Hulsey *et al.* (11), mostra 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, mesmo com estímulo diferente. Os homens utilizaram KB de 16 kg e as mulheres de 8 kg, apresentando consumo de 73% do VO₂máx.e na maioria dos participantes a FC tendo ultrapassado 85% da máxima. Ou seja, os 5 minutos contínuos de exercício *swing* e *clean*

executados no atual estudo apresentaram respostas (em termos de magnitude) semelhantes aos 10 minutos intervalados utilizados por Hulsey *et al.* (11). Os exercícios com KB avaliados no presente estudo pode tanto ser utilizado como parte de um circuito de vários exercícios de musculação ou em formato intervalado para estimular o sistema cardiopulmonar igualmente bem.

Schnettler *et al.* (23) também utilizaram o KB com protocolo intervalado, em que os participantes realizavam o exercício *snatch* com KB de 12, 16 e 20 kg, dependendo do nível de treinamento individual (15 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo) num total de 20 minutos. Por meio deste 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 de VO_2 (%) próximas (75% do $VO_{2máx}$ para o *swing* e 77% para o *clean*) ao obtido por meio dos 20 minutos de exercício *snatch*, apesar da maior massa muscular envolvida nesse último do que no *swing* e *clean* utilizados neste trabalho, além do estímulo agudo diferente.

Ao comparar as respostas obtidas com o exercício com KB e as obtidas com circuito, Beckham e Earnets (3) apresentam como resposta ao circuito com pesos (14 minutos de exercício usando halteres), um consumo de 30-47% do $VO_{2máx}$. e 62-76% da $FCmáx.$, o que está abaixo do encontrado por Farrar, Mayhew e Koch (6) e demais autores citados acima, inclusive da atual pesquisa.

Em relação ao limiar anaeróbio ventilatório, todas as participantes tiveram a FC acima do LAV em resposta ao exercício *swing* e *clean*. Já para o VO_2 , 66% das mulheres tiveram respostas acima do LAV em ambos os exercícios. Esse resultado sugere que os cinco minutos de exercício, tanto de *swing* quanto de *clean* proporcionam estímulo significativo sobre o sistema cardiovascular para a população de mulheres treinadas em KB, como avaliado pelo presente estudo.

Considerando o gasto calórico, não houve diferença significativa entre o *swing* e o *clean*. O estudo de Wilmore *et al.* (25), com circuito com peso (22 minutos), apresentou um gasto calórico de 202 kcal para homens e de 138 kcal para as mulheres, durante a rotina (30 segundos de exercício por 15 segundos de intervalo, realizando 15-18 repetições a 40% de 1RM); tendo sido realizado com uma intensidade referente a 84% da $FCmáx.$ e 45% do $VO_{2máx}$. Este resultado está acima do encontrado por Hulsey *et al.* (11) e Schnettler *et al.* (23), em que apresentaram gasto calórico de 375 kcal em resposta a 10 minutos de *swing* e 272 kcal em resposta

a 20 minutos de exercício *snatch*, respectivamente; considerando que o exercício *snatch* envolve maior massa muscular do que o *swing*. O presente estudo apresenta gasto calórico nos exercícios *swing* e *clean*, inferior aos acima citados.

Meirelles e Gomes (17), num estudo de revisão a respeito dos efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto calórico, apontam que o volume e a intensidade são as variáveis de maior impacto sobre o gasto calórico durante exercício.

A maioria dos trabalhos realizados com KB não permite comparação direta com o atual estudo, sendo que utilizam protocolos intervalados e pesos variados. Apenas Farrar, Mayhew e Koch (6) utilizam teste contínuo. Outra limitação é quanto à padronização dos 12 kg utilizados nos testes, não sendo possível dimensionar o quanto este representou para cada participante.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados apontam para uma exigência aguda do sistema aeróbio suficiente para possíveis adaptações cardiovasculares crônicas em resposta aos exercícios com KB (*swing* e *clean*), considerando que as participantes obtiveram VO_2 e FC acima do LAV em ambos os exercícios. Embora o *swing* tenha menor exigência quanto à técnica de execução em relação ao *clean*, pode possibilitar estímulos semelhantes.

3 ARTIGO 2- Comparação do Comportamento de Variáveis Cardiopulmonares entre exercícios com kettlebell - *swing* e *clean*.

INTRODUÇÃO

O exercício com kettlebell (KB) vem sendo relatado em dicionário russo desde o ano de 1704 (30), porém sua sistematização ainda vem sendo pesquisada. Segundo O'Hara *et al.*(24) nos exercícios com KB há recrutamento de múltiplos grupamentos musculares com um movimento integrado, envolvendo força, flexibilidade e potência. O precursor Pavel Tsatsouline (instrutor das forças especiais da Federação Russa por muitos anos) desenvolveu seis exercícios básicos com o KB, dentre eles o *swing* e o *clean*, que proporcionam estímulos variados. Alguns desses exercícios básicos com KB envolvem maior grupamento muscular e possibilitam a manutenção do ritmo de trabalho, outros exigem maior técnica e são mais exaustivos; estudos complementares são necessários para a discussão dessas diferenciações.

De acordo com alguns estudos em sujeitos considerados ativos, o exercício com KB, além da força muscular, é suficiente para proporcionar possíveis adaptações aeróbias (15, 20, 28, 29). Apesar de ter aumentado o número de artigos relacionados ao exercício com KB nos últimos dois anos, bem como a procura por esse tipo de prática no Brasil, há limitações na literatura quanto ao comportamento das variáveis cardiopulmonares envolvidas, como VO_2 , FC e RTR não havendo discussões aprofundadas a esse respeito. Também são escassos os estudos que discutem a influência do ritmo de trabalho em função do tempo prolongado de estímulo.

Considerando a necessidade da força e da resistência aeróbia para a saúde da população (1) e a vantagem que esse método de treinamento (KB) pode trazer para este fim, essa pesquisa teve como objetivo comparar o comportamento das variáveis FC, VO_2 , RTR e ritmo de execução por uma duração de estímulo de cinco minutos de exercício com KB, *swing* e *clean*.

MÉTODOS

A pesquisa foi do tipo descritiva com delineamento quase experimental (16), por meio de estudo transversal, tendo início após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES - parecer: 167.233). As participantes receberam as informações necessárias sobre os métodos a serem utilizados 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 como muito ativas de acordo com o questionário internacional de atividade física na versão curta- IPAQ (*International Physical Activity Questionary*) (22) (idade= 31 ± 7 anos; estatura= 165 ± 9 cm; peso= 64 ± 10 kg; IMC= 24 ± 3 kg/m²; (%) gordura= 21 ± 7 ; VO₂máx.= 43.5 ± 6.8 ml.kg⁻¹.min⁻¹), estando em condições físicas adequadas aos testes (ausência de qualquer quadro de dor ou impossibilidade física). Foi informado às participante que deveriam evitar exercícios de alta intensidade nos dias dos testes. Não foi permitida a participação de mulheres com dores osteomioarticulares, destreinadas, ou que durante o teste não conseguiram realizar o movimento com o mínimo de técnica exigido para evitar lesões, como descrito na figura 1 e 2.³

Procedimentos

Foi realizada uma avaliação antropométrica no Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFES/BRASIL (LAFEX/CEFD), constituída de peso, estatura (balança e estadiômetro da marca Marte balanças e aparelhos Ltda, modelo LC200, 2009, Santa Rita do Sapucaí), de onde foi possível obter o índice de massa corporal (IMC kg/altura²), perimetria (fita antropométrica Sanny medical, 2m) e análise das dobras cutâneas (adipômetro Cescorf, Mitutoyo com precisão de 0.1mm) por meio do

³ O cálculo amostral teve como base a variável VO₂ (ml.kg⁻¹.min⁻¹), considerando um nível de confiança de 95% e um poder de 20%, capaz de detectar uma diferença de 5% entre os grupos. Para um desvio-padrão de 7,7 ml.kg⁻¹.min⁻¹, o resultado do cálculo foi um número entre 9 e 13 participantes (JEKEL; ELMORE; KATZ, 1999).

protocolo das sete dobras cutâneas (26), a partir do qual foi possível obter o índice de massa corporal ($IMC = kg/altura^2$). Para calcular o gasto calórico foi utilizada a média do gasto calórico total, multiplicada pelo tempo do teste (no caso cinco minutos) e pelo equivalente calórico de $5 \text{ kcal} \cdot LO_2^{-1}$ (23). Foram realizados três testes com medida direta do consumo de oxigênio por meio de sistema metabólico de circuito aberto (calometria indireta), sendo um em esteira (TCPE) para identificação do $VO_{2\text{máx.}}$ e do limiar anaeróbio ventilatório (LAV), e parâmetros de referência para comparação com outros dois testes com os dados obtidos nos exercícios com KB.

Teste cardiopulmonar de exercício (TCPE)

As avaliadas foram submetidas a exame de anamnese que incluía um eletrocardiograma de repouso (ECG) de doze derivações e avaliação clínica, feita por um médico cardiologista, para investigar a existência de anormalidades que pudessem inviabilizar a participação no TCPE. O ambiente era climatizado com temperatura mantida em torno de 22 °C, sendo utilizado o mesmo espaço nas mesmas condições para todos os testes.

Por meio do sistema metabólico CórteX Metalyzer 3B (Leipzig, Alemanha), e esteira (Inbra Sport Super ATL), foram coletadas as medidas diretas do $VO_{2\text{máx.}}$, produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação pulmonar (VE), e cálculos dos equivalentes respiratórios de oxigênio (VE/VO_2) e gás carbônico (VE/VCO_2), razão de troca respiratória ($RTR = VCO_2/VO_2$).

Com o sujeito em pé na esteira (Figura 3) eram colocados os eletrodos para acompanhar a resposta da frequência cardíaca (FC) de esforço, além da máscara facial de silicone, que era ajustada para o rosto de cada participante, permitindo a respiração pela boca e pelo nariz e em seguida era conectada ao pneumotacômetro (para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados). O protocolo utilizado 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 (buscar referência). A participante era instruída parar o teste por exaustão voluntária. Os Critérios para aceitar o teste como máximo seguiram orientação do proposto na literatura (19) que se resumiam em: a) exaustão voluntária; b) $FC_{\text{máx.}}$ atingida no teste estar pelo menos a 90% da prevista para idade ($220 - idade$); c) uma razão de troca respiratória (RTR) igual ou acima de 1.1; d)

atingir o consumo máximo de oxigênio (VO_2 pico), sendo este considerado o VO_2 mais alto atingido durante esforço presumido máximo para um teste por exercício incremental (14).

Teste com kettlebell - exercício *swing*

Após no mínimo 48 horas de intervalo do TCPE, a avaliada retornava ao laboratório para realizar os testes com kettlebell, também com medida direta do consumo de oxigênio, seguindo procedimentos já descritos para o TCPE, porém com monitoramento da FC por meio de um monitor cardíaco (Polar RS-800 cx, China). O peso do KB foi padronizado em 12 kg para todas as participantes, seguindo o padrão utilizado por Lake e Lauder (21), em que participantes com massa corporal até 70 kg utilizavam esse peso.

A participante permanecia deitada por 5 minutos, enquanto era aferida a FC de repouso, e era informada do procedimento do teste. Em seguida, agora de pé, era acoplada a máscara de silicone e assim que iniciava a estabilização dos gases, os valores eram registrados juntamente a FC por 2 minutos (pré-esforço). A partir daí iniciava-se o teste de 5 minutos contínuos de exercício *swing*, com as duas mãos (Figura 1). Eram contadas quantas repetições as participantes realizavam por minuto, sendo esta incentivada a realizar o máximo de repetições possíveis, num ritmo que conseguisse manter até o final, sem intervalo. Ao final dos cinco minutos a avaliada permanecia em pé por mais 3 minutos coletando os gases e FC (recuperação).

Teste com kettlebell- exercício *clean*

Após 48 horas de intervalo do primeiro teste com KB, seguindo os mesmos procedimentos, era realizado o exercício com o *clean* (Figura 2) em cinco minutos, podendo alternar apenas o movimento de braço (trocando do direito para esquerdo durante a execução).

Demonstração dos testes cardiopulmonar de exercício, *swing* e *clean* com kettlebell



Figura 1- Teste com exercício *swing*

Pés paralelamente na largura dos ombros. Flexionando os quadris e joelhos enquanto se mantém a coluna numa posição neutra, o sujeito alcança e agarra o KB com as duas mãos. Os joelhos são ligeiramente flexionados ($\sim 10-15^\circ$). O sujeito balança vigorosamente o KB entre as pernas e rapidamente na direção invertida com uma extensão explosiva dos quadris, com o KB sendo impulsionado para fora ao nível do tórax onde os quadris e joelhos são estendidos até posição de pé, na posição vertical (33).



Figura 2- Teste com exercício *clean*

Pés paralelamente na largura dos ombros. Flexionando os quadris e joelhos, o KB é puxado do chão com uma das mãos, utilizando a movimentação de quadril (extensão) para impulsionar o peso para cima, sendo trazido até a altura do peito, com flexão de cotovelo; momento em que os quadris e joelhos são estendidos até a posição de pé. O movimento é unilateral, podendo trocar de mão aleatoriamente. (descrição nossa).

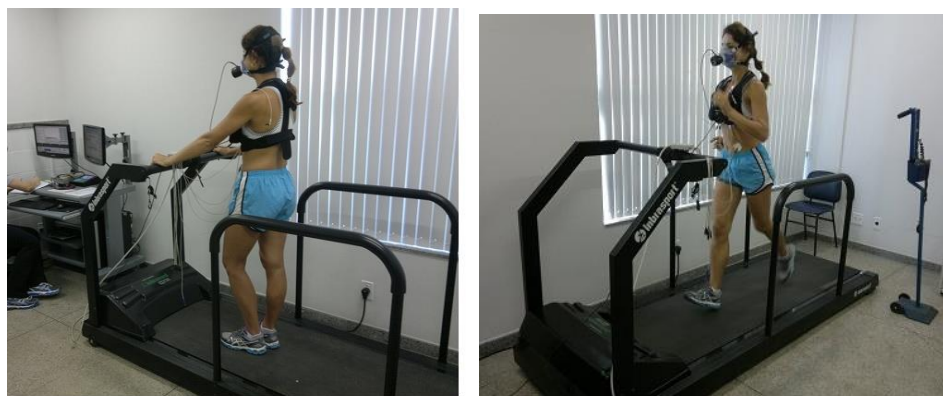


Figura 3- Teste cardiopulmonar de exercício - TCPE

Análise de dados

Por meio da análise de variância de duas vias com medidas repetidas (ANOVA *two way*), comparou-se (a cada 20 segundos) o comportamento das variáveis 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 (programa *Sigma Stat*, versão 3.5). Foi adotado um $p < 0,05$ para todas as comparações. Utilizou-se também a correlação de Pearson para relacionar a variável VO_2 com FC, por meio do programa Excel. Os dados são apresentados em média $\pm$ desvio padrão (DP).

RESULTADOS

As características de idade e composição corporal podem ser observadas na Tabela 1. Eram jovens adultas, consideradas com peso normal e saudáveis (23).

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

Valores em média $\pm$ DP; **IMC**= Índice de massa corporal.

Variáveis	Média e desvio padrão	Variação (mínima-máxima)
Idade (anos)	31 $\pm$ 7	24-46
Peso (kg)	64,2 $\pm$ 10	49-83
Estatura (cm)	165,5 $\pm$ 9	155-189
IMC (kg/m ²)	24,7 $\pm$ 3	20-29
% Gordura	21 $\pm$ 7	15-33

Em relação ao comportamento das variáveis estudadas nos exercícios com o KB, as médias de VO_2 e FC, respectivamente, atingidas no *swing* ($\text{VO}_2=31,3 \pm 6,2$ ml.kg⁻¹. min⁻¹; 75% do máximo; FC=169 $\pm$ 6 bpm, 93% do máximo) e *clean* ($\text{VO}_2=32,6 \pm 6,7$ ml.kg⁻¹. min⁻¹ - 77% do máximo; e FC= 173 $\pm$ 6 bpm - 95% do máximo) não apresentaram diferença significativa, além de serem alcançados valores acima do LAV, avaliado no TCPE ($\text{VO}_2=29,9 \pm 6,7$ - 69% do máximo; FC=148 $\pm$ 9,8- 81% do máximo), como demonstrado nas Figuras 4 e 5.

Os valores 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 é a partir do primeiro minuto que as curvas começam a apresentar estabilidade, o que se torna mais evidente a partir do segundo minuto.

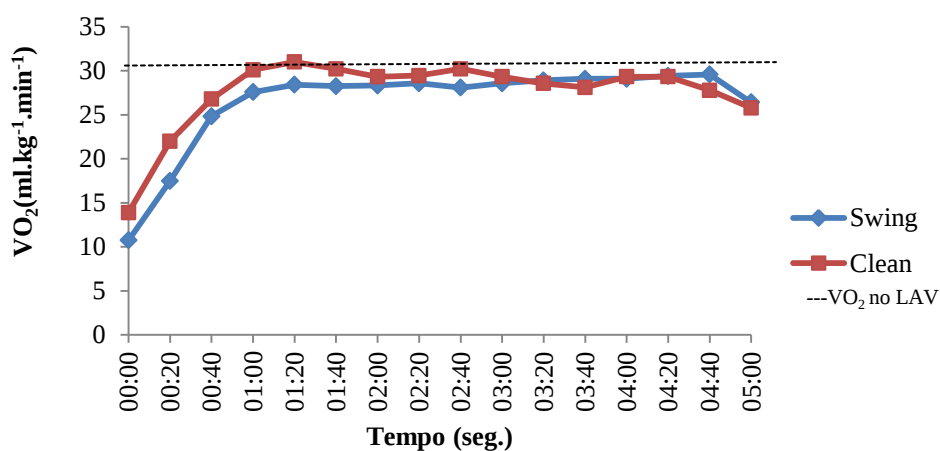


Figura 4- Comportamento do consumo de oxigênio (VO_2) durante os cinco minutos de exercício com KB *swing* e *clean*.

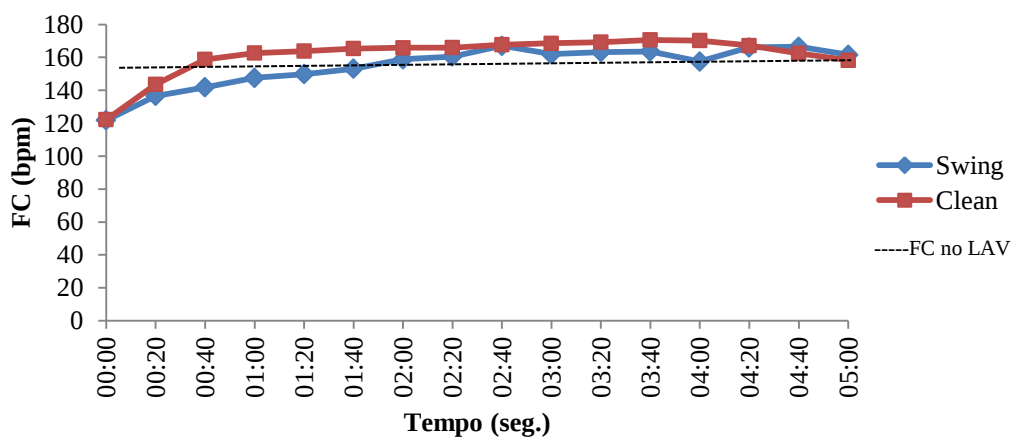


Figura 5- Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante os cinco minutos de exercício com KB *swing* e *clean*.

A correlação entre FC e VO_2 mostrou-se positiva tanto para o exercício KB *swing* ($R^2 = 0,79$), quanto para o KB *clean* ($R^2 = 0,91$), como pode ser observado na Figura 6.

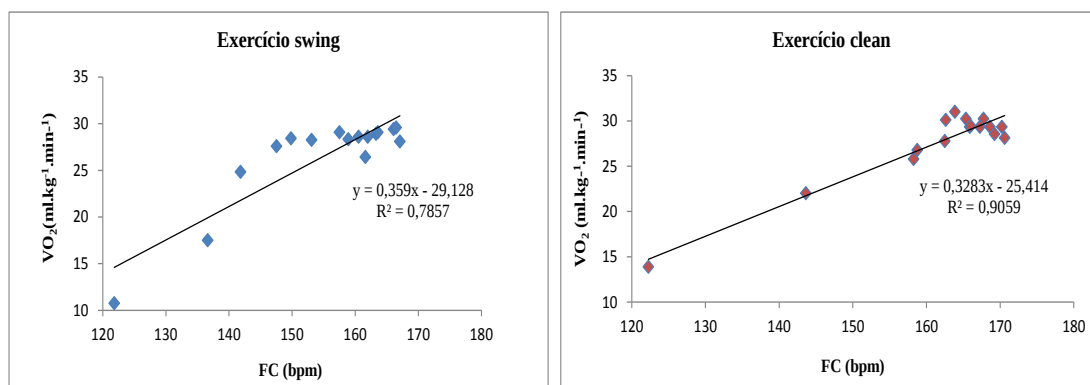


Figura 6- Correlação entre FC e VO_2 nos cinco minutos de exercícios *swing* e *clean*.

Na Figura 7 está representado o ritmo de execução nos exercícios com KB. As participantes realizaram em média 207 ± 15 repetições nos 5 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 5 minutos com ritmo de 24 ± 3 repetições por minuto (variação de 21 a 27), havendo diferença significativa para o ritmo de execução entre os dois exercícios.

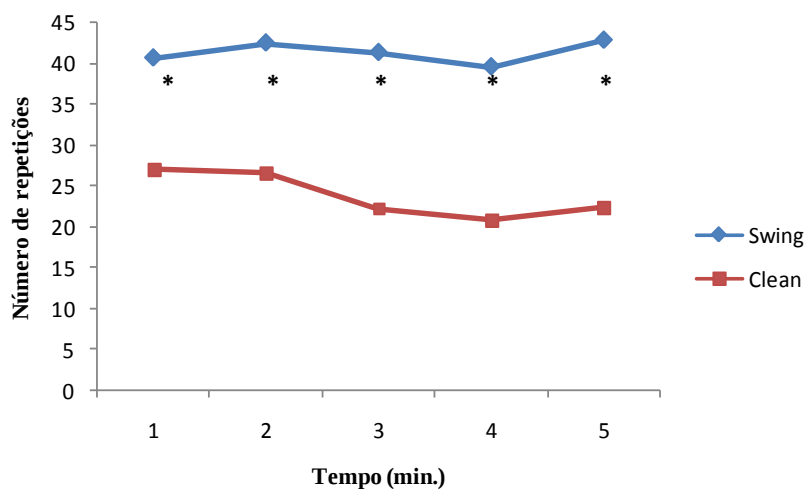


Figura 7- Ritmo de execução nos cinco minutos de exercício KB-swing e *clean*.

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

Como pode ser observado na Figura 8 a razão de troca respiratória (RTR) nos dois exercícios com KB assumiu um comportamento de queda inicial até os 40 segundos de duração, elevando-se até os dois minutos com valores acima de 1.1, mantendo-se estável até o final do exercício, com exceção do *clean* que teve um pico de elevação aos 3 minutos e 20 segundos (porém sem diferença significativa), e em seguida voltou a se estabilizar.

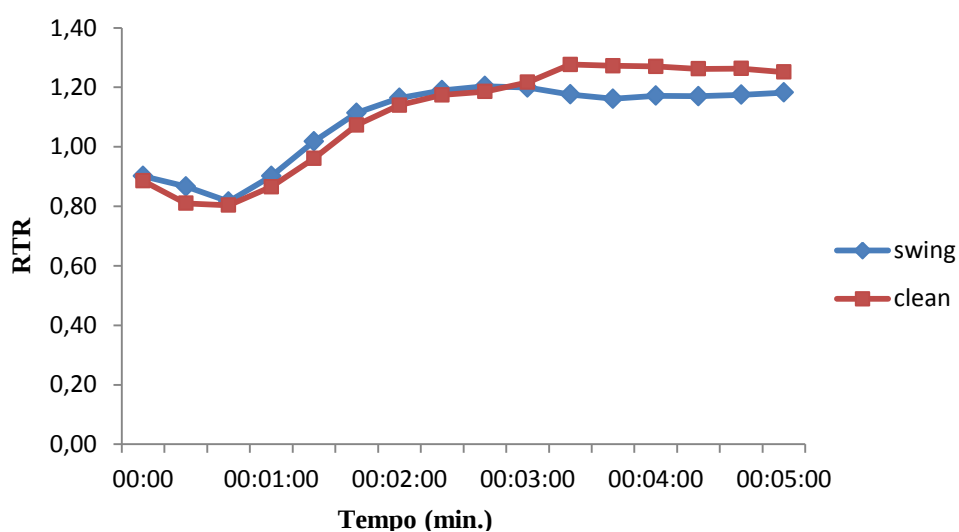


Figura 8- Comportamento da RTR nos exercícios swing e *clean*.

DISCUSSÃO

As curvas de comportamento do VO_2 e FC apresenta-se de maneira semelhante nos cinco minutos de teste para os exercícios *swing* e *clean*, caracterizando estímulos agudos similares para os dois exercícios, assim como para a RTR. Os ajuste das curvas de VO_2 e FC ocorreram rapidamente; ou seja há uma estabilização dessas variáveis a partir do primeiro minuto. Segundo Azevedo *et al* (3) quanto mais rápido ocorrerem os ajustes do metabolismo oxidativo, menor será o desgaste e conseqüentemente a fadiga será retardada.

A manutenção do exercício físico depende de um adequado fornecimento de oxigênio para os músculos ativos (5), e aliado á eficiência do movimento esse suprimento de energia permitirá a realização por longo tempo. Como mostrado por Whipp *et al.* (32), a taxa de consumo de oxigênio durante o exercício aumenta com uma cinética exponencial no início (fase de componente rápido), e na fase posterior há uma relação equilibrada entre a demanda e a oferta de energia caracterizando um estado de equilíbrio (fase de componente lento). Um aumento do componente lento do oxigênio em intensidades a partir do LAV pode ser explicado pelo maior recrutamento de fibras tipo II, com características glicolíticas (8, 12, 13, 27), 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 destes comportamentos nos remete a comparar com a proposta de Wasserman *et al.* (31), que dividem a cinética das trocas gasosas em 3 fases: a primeira representando o aumento imediato na troca gasosa ao início do exercício, com duração aproximada de 15 segundos; a segunda fase após o início do exercício por aproximadamente três minutos, reflete o período de maior aumento na respiração celular e podendo coincidir com o início do estado de equilíbrio, caso a taxa de trabalho esteja abaixo do LAV; e a terceira fase 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 moderado, ocorre mesmo antes dos três minutos de exercício, como observado em outros trabalhos

com exercícios cíclicos e contínuos como corrida (3, 6, 7, 8, 9, 11), ciclismo (4, 18, 25), ou ambos (10), e já apresentavam o início de estabilização nessa fase, embora a taxa de trabalho tenha atingido valores acima dos respectivos limiares anaeróbios. Esta observação, apesar de não ter sido realizada 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 que o exercício, predominantemente, apoiava-se na utilização de carboidratos como substrato principal (23).

Segundo Astrand e Rodahl (2), o estado estável (*steady state*) denota uma situação de trabalho na qual a captação de oxigênio se iguala a necessidade de oxigênio por parte dos tecidos, portanto nessa situação a frequência cardíaca, 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.

O trabalho de Hulsey *et al.* (20), faz um comparativo das demandas metabólicas em resposta ao exercício com KB e corrida na esteira, sendo analisados 10 minutos de exercício *swing* (35 segundos de exercício por 25 segundos de intervalo) com KB de 16 kg para homens e 8 kg para mulheres e um teste de 10 minutos de corrida em esteira na frequência cardíaca equivalente ao esforço percebido no teste com *swing*, em que os indivíduos eram incentivados a manter o ritmo constante. Em resposta ao exercício com *swing* o VO_2 foi constante ao longo dos 10 minutos de teste, porém com o exercício intervalado. Eles mostraram ainda maiores valores de ventilação pulmonar, consumo de oxigênio, RTR e gasto calórico para a corrida na esteira em cada minuto do teste. Porém, segundo os autores, o KB produziu esforço suficiente para possível ganho na capacidade aeróbia (85 % da $\text{FC}_{\text{máx}}$. predita para a maioria dos sujeitos), estando de acordo com o recomendado pelo ACSM (1); sendo que VO_2 obtido pelo *swing* representou 73% do alcançado no teste de esteira e a média de FC foi de 177 para o teste em esteira e 180 para o *swing*. Estudo de Farrar, Mayhew e Koch (15) apresenta comportamento do VO_2 e FC ao longo dos 12 minutos contínuos de *swing*, realizados com 10 homens utilizando 16 kg. Apesar dos autores não discutirem as curvas em sí; é possível perceber que os

valores tanto de FC quanto de VO_2 após os três minutos de teste mantém certa constância; de maneira semelhante ao atual estudo. Mesmo assim, a maioria dos trabalhos realizados com KB não permite comparação direta com o atual estudo devido às diversas metodologias e protocolos utilizados.

Em se tratando do ritmo de execução do exercício com KB, ou seja, do número de repetições por minuto, há uma queda no ritmo, em ambos os exercícios, a partir do segundo minuto de teste e volta a aumentar a partir do quarto minuto, sendo o *swing* executado com maior ritmo, até mesmo devido à característica técnica peculiar do *clean*, no movimento de trocar de mão durante o exercício, o que pode ter contribuído para a diminuição no número de repetições do mesmo. Embora o maior ritmo do *swing* não houve diferença significativa entre as respostas de VO_2 , RTR e FC com o *clean*. Este fato está de acordo com o consenso da literatura de que exercícios envolvendo grupamentos musculares e amplitudes de movimentos maiores apresentam resposta de VO_2 mais elevada (16), como é o caso do *clean*.

Os resultados encontrados no atual estudo apresentam correlação forte e significativa entre as respostas de VO_2 e FC (*swing* $r=0,78$ e *clean* $r=0,90$), corroborando com estudo de Farrar, Mayhew e Koch (15) em que os sujeitos realizaram 265 ± 68 repetições em 12 min de *swing*, utilizando 16 kg com correlação linear significativa ($r=0,58$), entre VO_2 e FC. A média de FC e VO_2 ficou entre 87 e 65% das respectivas respostas máximas. O estímulo foi considerado como suficiente para incremento no $VO_{2\text{máx}}$. e com esforço (baseado na FC e VO_2 atingidos durante o teste) considerado forte, de acordo com ACSM (1).

Segundo Schnettler, *et al.* (29) é comum encontrar diferença significativa na relação percentual de FC quando comparada ao VO_2 , porém na pesquisa dos mesmos autores essa diferença foi menor do que nos demais estudos, o que para eles representou indicativo de que o exercício *snatch* apresenta estímulo mais aeróbio do que os realizados nos demais estudos.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Embora o ritmo de execução dos exercícios *swing* e *clean* tenha apresentado diferença entre si, o comportamento das variáveis VO_2 , RTR e FC foram semelhantes, mostrando que apesar do *swing* ter característica mais contínua de

movimento, o que possivelmente possibilitou maior número de repetições ao longo dos 5 minutos de teste, representou esforço agudo semelhante a nível cardiopulmonar. É importante ressaltar como aplicação prática que as respostas pico de FC e VO_2 em ambos os exercícios já são atingidas entre o primeiro e o segundo minuto. Portanto, para estímulos cardiopulmonares utilizar séries de 1 a 2 minutos (intervalado), totalizando 5 minutos de estímulo ou utilizando cinco minutos (contínuo) de duração pode proporcionar estímulo ao sistema aeróbio em conjunto com a força muscular por meio do kettlebell.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A condução dos dois artigos possibilitou as seguintes conclusões:

- a) Os resultados apontam respostas similares para FC, VO_2 , RTR e gasto calórico entre os exercícios *swing* e *clean*.
- b) Por meio do estímulo agudo houve exigência do sistema aeróbio suficiente para possíveis adaptações cardiopulmonares; considerando que as participantes obtiveram VO_2 e FC acima do LAV em ambos os exercícios,
- c) No comportamento das variáveis cardiopulmonares em resposta aos 5 minutos de exercício, o estado de equilíbrio das curvas de VO_2 e FC ocorreu a partir de 1 minuto, tanto no *swing* quanto no *clean*.
- d) O ritmo de execução foi mais acelerado no exercício *swing*, sendo realizado maior número de repetições, embora tenha possibilitado respostas cardiopulmonares semelhantes ao *clean*.

No entanto, algumas limitações devem ser apontadas, como o fato da pesquisa ser realizada apenas com mulheres, não permitindo estender os resultados para o sexo masculino. Outro fato que deve ser considerado é quanto à padronização dos 12 Kg; sendo que as participantes encontravam-se em níveis diferentes de treinamento. Muito embora, tenha sido feita uma triagem do nível de exercício em que cada uma estava e a média de peso corporal das mesmas ser correspondente a 64 Kg, sendo que a padronização foi pautada em estudos anteriores que utilizaram este peso para indivíduos com até 70 kg. (Lake e Lauder, 2012).

As sugestões para próximos estudos seria a utilização de grupo amostral maior, com grupo controle para análise longitudinal.

Contudo, destaca-se a aplicabilidade dos estudos realizados, visto que por meio do primeiro artigo é possível dimensionar o quanto o esforço agudo realizado com KB representou do máximo das respectivas participantes à nível do sistema cardiopulmonar, auxiliando na periodização dos exercícios com KB (especificamente *swing e clean*). Já com o segundo estudo foi possível analisar o comportamento das variáveis cardiopulmonares em função do tempo de exercício; também possibilitando um melhor entendimento sobre as respostas agudas (sendo mostrado um rápido ajuste das respostas de VO_2 e FC) o que pode gerar adaptações cardiopulmonares crônicas se trabalhadas de maneira correta (com manipulação do tempo de exercício, tempo de intervalo, ritmo de trabalho).

REFERÊNCIAS

Introdução

1. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.
2. Beckham, SG, and Earnest, CP. Metabolic cost of free weight circuit training. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. 2000; 40: 118–125.
3. Beltz, NM. Training benefits consequent to 8 weeks of kettlebell exercise. [Master's Theses]. University of Wisconsin-La Crosse; 2012.
4. Falatic, JA. The Effects of Kettlebell Training on Aerobic Capacity. [Master's Theses of Arts]. San Jose State University; 2011. Disponível em: <http://scholarworks.sjsu.edu/etd_theses/4044/> acesso em: 10 de janeiro de 2012.
5. Farrar, R, Mayhew, J, and Koch, J. A. Oxygen cost of kettlebell swings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2010; 24:1034–1036.
6. Hulsey, CR, Soto, DT, Koch, AJ and Mayew JL. Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2012; 26(5): 1203–1207.
7. Jay, K. et al. Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: A randomized controlled trial. *Scandinavian journal of work, environment and health*, Helsinki. 2011; 37:196-203.
8. Lake, J and Lauder, M. Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2012; 26 (8): 2228-2233.
9. Manocchia, P, Spierer, DK, Lufkin, AKS, Minichiello, J, and Castro, J. Transference of kettlebell training to strength, power and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 27(2): 477-484.
10. Otto, WH., Coburn, JW, Brown, LE, Spiering, BA. Effects of weightlifting vs. Kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26: 1199-1202.

11. Schnettler, C, Porcari, J, and Foster, C. Kettlebells: Twice the results in half the time. *Ace fitness Matters*. 2010; 6-11.
12. Schnettler, C.S. Energy cost and relative intensity of the kettlebell workout. [Master's Theses]. University of Wisconsin la Crosse; 2009. Disponível em:<<http://minds.wisconsin.edu/handle/1793/46602?show=full>> acesso em: 09 de agosto de 2013.
13. Tsatsouline, P. The Russian Kettlebell Challeng. Dragon Door Publications, United States, 2001.
14. Tsatsouline, P. Enter the Kettlebell. Dragon Door Publications, United States, 2006.

Artigo 1

1. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.
2. Beaver, WL, Wasserman, K, and Whipp, BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*. 1986; 60: 2020–2027.
3. Beckham, SG, and Earnest, CP. Metabolic cost of free weight circuit training. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. 2000; 40: 118–125.
4. Caiozzo, V, Davis, JA, Ellis, JF, Azus, JL, Vandagriff, R, Prietto, CA, and McMaster, WC. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*. 1982; 53:1184-9.
5. Day, JR, Rossiter, HB, Coats, EM, Skasick, A, and Whippb, J. The maximally attainable $\dot{V}O_2$ during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. *Journal of Applied Physiology*. 2003; 95:1901–1907.
6. Farrar, RE, Mayhew, JL, and Koch, AJ. Oxygen cost of kettlebell swings. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010; 24: 1034–1036.
7. Garber, CE, Blissmer, B, Deschenes MR, Franklin, BA, Lamonte, MJ, Lee, IM, Nieman, DC, and Swain, DP. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43:1334-59.

8. Gaskill, SE, Walker, AJ, Serfass, RA, Bouchard, C, Gagnon, J, Rao, DC, Skinner, JS, Wilmore, JH, and LEON, AS. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the heritage family study. *International Journal of Sports Medicine*. 2001; 22: 586-592.
9. Gil, AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas; 2002.
10. Howley, ET, Bassett, DR, and Welch, HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1995; 27:1292-1301.
11. Hulsey, CR, Soto, DT, Koch, AJ and Mayew JL. Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26: 1203–1207.
12. Lake, J, and Lauder, M.A. Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26: 2228-2233.
13. Lieberman, CDC. Funtional training with the kettlebell. *Journal of Body Work and Movement Therapies*. 2011; 15: 542-544.
14. Manocchia, P, Spierer, DK, Lufkin, AKS, Minichiello, J, and Castro, J. Transference of kettlebell training to strength, power and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 27(2): 477-484.
15. Matsudo, SM, Matsudo, VR, Araújo, T, Andrade, D, Andrade, E, Oliveira, L, and, Braggion, G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 2001; 6: 5-18.
16. McArdle, WD, Katch, VL, and Katch, FI. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 6ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara; 2008, p. 203.
17. Meirelles, CM, and Gomes, PSC. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: Revisitando o impacto das principais variáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004; 10: 122-130.
18. McGill, ST, and Marshall, LW. Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: back and hip muscle activation, motion, and low back loads. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012; 26:16-27.

19. Negrão, CE, Barreto, AC. *Cardiologia do exercício: do atleta o cardiopata*. 2^a ed. São Paulo: Manole; 2006.
20. O'hara, RBO, Serres, J, Trave, KL, Wright, B, Vojta, C, and Eveland, E. The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2012; 83: 985-990.
21. Otto,WH., Coburn, JW, Brown, LE, Spiering, BA. Effects of weightlifting vs. Kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26: 1199-1202.
22. Pollock, ML, and Wilmore, JH. *Exercícios na saúde e na doença: Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação*. Rio de Janeiro: Medsi Editora Médica e Científica Ltda; 1993. p. 282- 287 e 670.
23. Schnettler, C, Porcari, J, and Foster, C. Kettlebells: Twice the results in half the time. *Ace fitness Matters*. 2010; 6-11.
24. Tsatsouline, P. *Enter the kettlebell*. St. Paul, MN: Dragon door publications, inc. 2006.
25. Wilmore, JJH, Parr, RJ, Ward, P, Vodak, PA, Barstow, TJ, Pipes, TV, Grimditch, G, and Leslie, P. Energy cost of circuit weight training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1978; 10:75-78.
26. Zebis, M.K, Skotte, J, Andersen, CH, Mortensen, P, Petersen, MH, Viskær, TC, Jensen, TL, Bencke, J and Andersen, LL. *British Journal of Sports Medicine*, Loughborough, 2012.

Artigo 2

1. American college of sports medicine- ACSM. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.
2. Astrand, PO, Rodahl, K. *Tratado de fisiologia do exercício*. Rio de Janeiro: Interamericana; 1980.
3. Azevedo, PHSM, Oliveira, JC, Simões, HG, Baldissera, V, Perez, SEA. Cinética do consumo de oxigênio e tempo limite na $v\text{VO}_{2\text{max}}$: comparação

- entre homens e mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo. 2010; 16(4):278-281.
4. Bailey, SJ, Vanhatalo, A, Dimenna, FJ, Wilkerson, DP, Jones, AM. Fast-start strategy improves VO_2 kinetics and high-intensity exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison. 2011; 43(3): 457-467.
 5. Basset, DRJr, Howley, ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison. 2000; 32(1):70-84.
 6. Bernard, O, Maddio, F, Ouattara, S, Jimenez, C, Charpenet, A, Melin, B, Bittel, J. Influence of the oxygen uptake slow component on the aerobic energy cost of high-intensity submaximal treadmill running in humans. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin. 1998; 78:578-585.
 7. Billat, VL, Morton, RH, Blondel, N, Berthoin, S, Bocquet, V, Koralsztejn, JP, Barstow, TJ. Oxygen kinetics and modelling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin. 2000; 82:178-187.
 8. Borrani, F, Candau, R, Millet, G.Y, Perrey, S, Fuchslocher, J, Rouillon, JD. Is the VO_2 slow component dependent on progressive recruitment of fast-twitch fibers in trained runners? *Journal Applied Physiology*. 2001; 190:2212–2220.
 9. Brittain, C, Rossiter, H, Kowalchuk, J, Whipp, B. Effect of prior metabolic rate on the kinetics of oxygen uptake during moderate-intensity exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin. 2001; 86(2):125-134.
 10. Caputo, F, Mello, MT, Denadai, BS. Oxygen uptake kinetics and time to exhaustion in cycling and running: a comparison between trained and untrained subjects. *Archives of Physiology and Biochemistry*, Lisse. 2003;111;(5):461–466.
 11. Carter, H, Pringle, JSM, Jones, AM, Doust, JH. Oxygen uptake kinetics during treadmill running across exercise intensity domains. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin. 2002; 86 (4):347-354.
 12. Carter, H, Pringle, JSM, Boobis, L, Jones, AM, Doust, JH. Muscle glycogen depletion alters oxygen uptake kinetics during heavy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison. 2004; 36 (6): 965–972.

13. 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. *Revista Brasileira de medicina do esporte*. 2011;17(4):274-277.
14. Day, JR, Rossiter, HB, Coats, EM, Skasick, A, and Whippb. The maximally attainable VO_2 during exercise in humans: the peak vs. maximum issue, *Journal of applied physiology*, Washington. 2003; 95:1901–1907.
15. Farrar, RE, Mayhew, JL, and Koch, AJ. Oxygen cost of kettlebell swings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2010; 24:1034–1036.
16. Fleck, S, and Simão, R. *Força Princípios Metodológicos para o Treinamento*. 1ª Edição. São Paulo: Phorte Editora Ltda; 2008.
17. Gil. A.C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas; 2002.
18. Henson, LH, Poole, DC, Whipp, BJ. Fitness as a determinant of oxygen uptake response to constant-load exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin. 1989; 59: 21-28.
19. Howley, ET, Bassett DR, And Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison. 1995; 27:1292-1301.
20. Hulsey, CR, Soto, DT, Koch, AJ and Mayew JL. Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2012; 26(5):1203–1207.
21. Lake, J, and Lauder, M. Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Lincoln. 2012; 26(8): 2228-2233.
22. Matsudo, SM, Matsudo, VR, Araújo, T, Andrade, D, Andrade, E, Oliveira, L, and, Braggion, G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Londrina. 2001; 6(2):5-18.
23. McArdle, WD, Katch, VL, and Katch, FI. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 6ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 2008; p. 203.

24. O'hara, RBO, Serres, J, Trave, KL, Wright, B, Vojta, C, and Eveland, E. The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2012; 83: 985-990.
25. 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. *Journal of Physiology, London*. 2001; 533 (3):891–902.
26. Pollock, ML, Wilmore, JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. MEDSI. Editora Médica e Científica Ltda., Rio de Janeiro; 1993 p. 282- 287 e p. 670.
27. Schneider, DA, Wing, AN, and Morris, NR. Oxygen uptake and heart rate kinetics during heavy exercise: a comparison between arm cranking and leg cycling. *European Journal of Applied Physiology, Berlin*. 2002; 88:100–106.
28. Schnettler,C, Porcari, J, and Foster, C. Kettlebells: Twice The Results In Half The Time. *ACE Fitness Matters*. 2010; 6-10.
29. Schnettler, CS. Energy cost and relative intensity of the kettlebell workout. [Master's Theses]. University of Wisconsin- la Crosse; 2009. Disponível em:<<http://minds.wisconsin.edu/handle/1793/46602?show=full>> acesso em: 09 de agosto de 2009.
30. Tsatsouline, P. Enter the Kettlebell. Dragon Door Publications, United States, 2006.
31. Wasserman, K, Hansen, JE, Sue, DY, Casaburi, R, and Whipp, BJ. Prova de esforço: princípios e interpretação. 3ªed. Rio de Janeiro, RJ: Revinter; 2005.
32. Whipp, BJ, Ward, SA, Lamarra, N, Davis, JA, and Wasserman, K. Parameters of ventilatory and gas exchange dynamics during exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1982; 52 (6):1506-13.
33. Zebis, MK, Skotte, J, Andersen, CH, Mortensen, P, Petersen, MH, Viskær, TC, Jensen, TL, Bencke, J And Andersen, LL. Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. *British Journal of Sports Medicine, Loughborough*. 2012.

5 APÊNDICES

APÊNDICE A- Termo livre e esclarecido para participação na pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidada a participar, como voluntária, em uma pesquisa. Após ser esclarecida sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Em caso de recusa você não será penalizada de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo pelo telefone (27) 3335-7211.

Dados de identificação

Título do Projeto: RESPOSTAS METABÓLICAS E CARDIOPULMONARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM KETTLEBELL.

Pesquisador Responsável: prof. Dr. Anselmo José Perez

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: UFES

Telefones para contato: (27) 3335-2624(27) 3335-2638

Pesquisadores participantes: Flor Bonadiman Fusi

O kettlebell é uma bola de ferro com uma alça, tradicional na Rússia; utilizado nessa região nas competições informais para medir a força, com o primeiro campeonato nacional datado de 1985 (TSATSOULINE, 2001). Porém, só por volta de 2000 chegou aos Estados Unidos, levado por Pavel Tsatsouline (instrutor das forças especiais da Federação Russa por muitos anos), e assim passou a ser difundido no contexto do treinamento físico em toda a América do Norte, espalhando-se ao longo dos anos para os arredores do mundo como ferramenta do treinamento funcional, que tem se mostrado como uma opção de exercício para melhorar tanto a força muscular (OTTO *et al.* 2012); (MANOCCHIA *et al.* 2013); (LAKE, J; LAUDER, M, 2012,) como o condicionamento aeróbio (FARRAR; MAYHEW; KOCH, 2010); (SCHNETTLER, C *et al.* 2010), (HULSEY, C. R *et al.* 2012).

Embora estudos já tenham comprovado adaptações do sistema cardiopulmonar, bem como aumento de força a esse tipo de treino, pouco se tem estudado sobre o quanto essas alterações representam dentro de cada sistema metabólico. Portanto, investigaremos as respostas cardiopulmonares e metabólicas agudas ao exercício com kettlebell em participantes treinados, mensurando a magnitude dessas respostas em relação a diferentes tipos de movimentos possibilitados.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO NA PESQUISA

O indivíduo deverá estar treinando com kettlebell há pelo menos seis meses, ser do sexo feminino, estar em condições físicas adequadas ao teste (ausência de qualquer quadro de dor), evitar exercícios de alta intensidade nos dias dos testes.

PROCEDIMENTO DOS TESTES

No primeiro dia, no laboratório de fisiologia do exercício (LAFEX) na UFES, faremos uma anamnese para coleta de informações básicas sobre o indivíduo. Em sequência será encaminhado para o teste cardiopulmonar (para medida direta de $VO_{2\text{máx}}$) na esteira. Após no mínimo 48 horas iniciaremos os testes com kettlebell, também com medida direta do consumo de oxigênio. No segundo dia o indivíduo passará por uma avaliação de composição corporal, em seguida será encaminhado para o teste de swing, no qual deverá executar 5 minutos de exercício swing com

duas mãos, sem intervalo. Seguindo o mesmo formato acima citado, será efetuado o terceiro teste, em dia diferente com o exercício *clean*, fazendo o máximo de repetições, sem intervalo, podendo alternar apenas o movimento de braço. O peso será padronizado em 12 kg.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____,
RG _____ CPF _____, abaixo assinado,
concordo em participar do estudo supracitado, como sujeito. Fui devidamente informada e esclarecida pelo pesquisador _____ sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Vitória, ____/agosto de 2012.

Nome e assinatura do paciente ou seu responsável legal

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Testemunha

Testemunha

APÊNDICE B- Critérios de classificação técnica dos exercícios executados (*swing e clean*)

Classificação técnica para movimento swing e clean	Critérios para os exercícios (três pontos principais)
9-10 Muito boa	1-Realiza movimento com postura correta (estabilização),/2- tempo de reação correto/3- boa mobilidade de quadril.
7-8 Boa	Atinge pelo menos dois dos pontos principais corretamente, com apenas uma ressalva.
5-6 Regular	Atinge um ponto corretamente com ressalvas em dois pontos.
3-4 Ruim	Atinge apenas um pontocom ressalva.
2-1 Muito ruim	Não atinge nenhum dos três pontos.

6 ANEXOS

ANEXO A- Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESPÍRITO SANTO - UFES -
CAMPUS GOIABEIRA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RESPOSTAS METABÓLICAS E CARDIOVASCULARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM KETTLEBELL

Pesquisador: Anselmo José Perez

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 07779912.4.0000.5542

Instituição Proponente: Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 167.233

Data da Relatoria: 06/12/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa para avaliar as respostas metabólicas e cardiovasculares agudas ao exercício com kettlebell, no qual testes físicos serão realizados com 15 mulheres que fazem uso do instrumento nos últimos 6 meses.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar as respostas cardiovasculares e metabólicas agudas ao exercício com kettlebell em indivíduos treinados, mensurando a magnitude dessas respostas em relação a diferentes tipos de movimentos possibilitados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Com relação aos riscos, durante os testes as avaliadas poderão sentir desconforto e cansaço excessivo, já que serão exigidas ao máximo de seus desempenhos. No que diz respeito aos benefícios, os resultados permitirão identificação correta de intensidades de treinamento e permitirão planejamentos individualizados, possibilitando efeitos crônicos e saúde cardiovascular e neuromuscular.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo está bem descrito e nos parâmetros éticos exigidos pelo CONEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos são apresentados de forma satisfatória.

Endereço: Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário

Bairro: Goiabeiras

CEP: 29.090-000

UF: ES

Município: VITORIA

Telefone: (27)3335-2711

E-mail: thiago.moraes@ufes.br

Recomendações:**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto cumpre as exigências necessárias à sua aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Informamos que a assinatura de testemunhas no TCLE não é um requisito da resolução 19 6/96, CNS/MS.

Informamos, contudo, que o projeto está aprovado.

VITORIA, 10 de Dezembro de 2012

Assinador por:

Thiago Drumond Moraes (Coordenador)

ANEXO B- Questionário internacional de atividade física (IPAQ)

12

Volume 6, Número 2, 2001

1.

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

- FORMA CURTA -

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não

Quantas horas você trabalha por dia: _____

Quantos anos completos você estudou: _____

De forma geral sua saúde está:

() Excelente () Muito boa () Boa () Regular () Ruim

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

4a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

horas: _____ Minutos: _____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

horas: _____ Minutos: _____

ANEXO C- Classificação do nível de atividade física IPAQ



CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

1. MUITO ATIVO: Aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA: 5 dias/sem e 30 minutos por sessão
- b) VIGOROSA: 3 dias/sem e 20 minutos por sessão+MODERADAe/ouCAMINHADA: 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão

2. ATIVO: Aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou
- b) MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou
- c) Qualquer atividade somada: 5dias/sem e15 minutos/se (caminhada+moderada + vigorosa).

3. IRREGULARMENTE ATIVO: Aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ativo, pois não cumpre as recomendações quanto a frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em 2 sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:

IRREGULAMENTE ATIVO A: Aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou duração da atividade.

- a) Frequência: 5 dias/ semana ou
- b) Duração: 150 min. semana

IRREGULAMENTE ATIVO B: Aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto a frequência nem quanto a duração.

4. SEDENTÁRIO: Aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana

Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F=Freqüência- D= Duração

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL

CELAFISCSINFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL

Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br

Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se