

# ESTIMATIVA DO EQUIVALENTE METABÓLICO (MET) DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS BASEADA NA CALORIMETRIA INDIRETA

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO  
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

ESTIMATION OF METABOLIC EQUIVALENT (MET) OF AN EXERCISE PROTOCOL  
BASED ON INDIRECT CALORIMETRY

Christianne de Faria Coelho-Ravagnani<sup>1,3</sup>  
Flávia Carolina Lemos Melo<sup>1</sup>  
Fabrício C. P. Ravagnani<sup>1,2</sup>  
Franz Homero Paganini Burini<sup>3</sup>  
Roberto C. Burini<sup>3</sup>

1. Núcleo de Aptidão Física, Informática, Metabolismo, Esporte e Saúde (NAFIMES) - Faculdade de Educação Física - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT - Cuiabá, MT, Brasil.
2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT- Campus Bela Vista - Cuiabá, MT, Brasil.
3. Centro de Metabolismo em Exercício e Nutrição (CeMENutri) - Departamento de Saúde Pública - Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Botucatu, SP, Brasil.

## Correspondência:

Rua Garcia Neto, 395, casa 14, Jardim Kennedy, CEP: 78065-050 - Cuiabá, MT, Brasil.  
E-mail: christianne.coelho@hotmail.com

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo do estudo foi determinar o gasto energético (GE) em termos de gasto calórico e equivalente metabólico (MET) de duas sessões de um protocolo de exercício. **Métodos:** Quinze indivíduos adultos ( $51,0 \pm 5,5$  anos) realizaram as sessões de exercício (80min), compostas por (aquecimento, caminhada e flexibilidade; Sessão A) e (aquecimento, caminhada e resistência muscular local; Sessão B). A frequência cardíaca (FC) foi medida durante cada parte da sessão. Em laboratório, foram medidos, em dias diferentes, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), durante repouso e exercício (usando a FC média obtida nas aulas), por calorimetria indireta. O MET dos exercícios foi obtido dividindo  $VO_2$  em exercício ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) pelo  $VO_2$  em repouso ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ). O GE dos exercícios foi calculado por: MET x Peso (kg) x Tempo (min)/60. **Resultados:** Os resultados foram analisados por ANOVA com teste *post hoc* de Tukey ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Um MET para este grupo foi de  $2,7 \pm 0,1 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ . O valor médio de MET nos exercícios foi de  $4,7 \pm 0,8$  (aquecimento),  $5,8 \pm 0,9$  (caminhada) e  $3,6 \pm 0,7$  (flexibilidade) na sessão A, e  $4,6 \pm 1,2$  (aquecimento),  $5,6 \pm 1,0$  (caminhada) e  $4,8 \pm 1,0$  (resistência muscular localizada) na sessão B. O custo de energia foi similar entre as sessões (A:  $398 \pm 86,7$  kcal e B:  $404 \pm 45$  kcal;  $p > 0,05$ ). Nenhuma atividade foi classificada como vigorosa ( $> 7$  METs). Não houve diferença no  $VO_2$  entre caminhada ( $15,6 \pm 2,8$  ou  $15,4 \pm 2,6 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e resistência muscular localizada ( $13,2 \pm 2,9 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) embora ambos tenham sido superiores ( $p > 0,05$ ) aos exercícios de flexibilidade ( $10,1 \pm 2,2 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ). **Conclusão:** O protocolo proposto atinge a atividade física necessária para adultos saudáveis, para melhorar e manter a saúde, por sua estrutura, intensidade moderada, duração, frequência e gasto calórico.

**Palavras-chave:** exercício físico, gasto energético, MET.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the energy expenditure (EE) in terms of caloric cost and metabolic equivalents (METs) of two sessions of an exercise protocol. **Methods:** Fifteen subjects ( $51.0 \pm 5.5$  years) performed the exercise sessions (80min), composed of warm-up, walking and flexibility exercises (Session A) and warm-up, walking and local muscular endurance exercises (Session B). Heart rate (HR) was measured during each part of the sessions. In laboratory environment, maximal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) and oxygen uptake at rest and exercise conditions (using mean HR obtained in classes) were measured on different days, using indirect calorimetry. Exercise METs were obtained by dividing  $VO_2$  in exercise ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) by  $VO_2$  at rest ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ). The EE of the exercises was calculated by the formula: MET x Weight (kg) x Time (min)/60. **The results were analyzed by ANOVA with Tukey post hoc test ( $p < 0.05$ ).** **Results:** One MET for this group was  $2.7 \pm 0.1 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ . The METs means in the exercises were  $4.7 \pm 0.8$  (warm-up);  $5.8 \pm 0.9$  (walking) and  $3.6 \pm 0.7$  (flexibility) in session A, and  $4.6 \pm 1.2$  (warm-up);  $5.6 \pm 1.0$  (walking) and  $4.8 \pm 1.0$  (local muscular endurance exercises) in Session B. The training sessions showed similar energy cost (A:  $398 \pm 86.72$  kcal and B:  $404 \pm 38.85$  kcal;  $p > 0.05$ ). None of the activities were classified as having vigorous intensity ( $> 7$  METs). There were no differences in  $VO_2$  between walking ( $15.6 \pm 2.8$  or  $15.4 \pm 2.6 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) and local muscular endurance exercises ( $13.2 \pm 2.9 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ), although both were higher ( $p > 0.05$ ) than flexibility exercises ( $10.1 \pm 2.2 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ). **Conclusion:** The proposed protocol achieves the physical activity needed by healthy adults to improve and maintain health, by their structure, moderate intensity, duration, frequency and caloric expenditure.

**Keywords:** exercise, energy expenditure, MET.

## INTRODUÇÃO

A atividade física regular desempenha importante papel no controle do peso corporal<sup>1</sup> e na prevenção de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis<sup>2</sup>. No entanto, algumas variáveis devem ser avaliadas e manipuladas no sentido de potencializar os benefícios da

atividade física, variáveis essas como intensidade e duração das atividades executadas. A determinação, de forma acurada, da intensidade da atividade física, que é expressa também em função do gasto energético (GE), vem se tornando indispensável em estudos epidemiológicos<sup>1,3-6</sup>. A intensidade dos exercícios usualmente é determinada pelo percentual

do  $VO_{2\text{máx}}$  ou da frequência cardíaca máxima, escala de percepção de esforço e equivalente metabólico (MET)<sup>7</sup>.

O equivalente metabólico (MET), múltiplo da taxa metabólica basal, equivale à energia suficiente para um indivíduo se manter em repouso, representado na literatura pelo consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) de aproximadamente 3,5 ml/kg/min<sup>8,9</sup>. Quando se exprime o gasto de energia em METs, representa-se o número de vezes pelo qual o metabolismo de repouso foi multiplicado durante uma atividade<sup>8-10</sup>. Por exemplo, pedalar a quatro METs implica em gasto calórico quatro vezes maior que o que vigora em repouso<sup>11</sup>.

O *American College of Sport Medicine* sugere que a unidade MET seja utilizada como método para indicar e comparar a intensidade absoluta e gasto energético de diferentes atividades físicas. Nesse contexto, o conceito de MET é aplicado nas orientações gerais à população em relação ao gasto energético das atividades, portanto o MET é uma medida de intensidade de esforço<sup>12,13</sup>.

No compêndio de atividades físicas<sup>9,14</sup> traduzido para o português<sup>11</sup>, as diferentes atividades são classificadas em relação ao gasto energético e equivalente metabólico. No entanto, até o presente momento não encontramos na literatura nenhum estudo que quantificasse essas variáveis em um protocolo tradicional de treinamento físico.

Neste sentido, este estudo teve como objetivo determinar o gasto energético em termos de custo calórico e equivalente metabólico de duas sessões de exercícios físicos realizadas em protocolo tradicional de treinamento físico.

## MÉTODOS

### Sujeitos

Foram selecionados 15 indivíduos (12 mulheres e três homens) moderadamente treinados participantes de programa de extensão universitária com exercícios físicos supervisionados e aconselhamento alimentar conduzidos pelo Centro de Metabolismo em Exercício e Nutrição (CeMENutri) da Faculdade de Medicina – UNESP – Botucatu.

O estudo foi conduzido dentro dos padrões exigidos pela Declaração de Helsinki (1975), modificada em 1983 e aprovado pela comissão de ética em pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu (nº 112/protocolo 209/2003).

Foram selecionados os indivíduos adultos (faixa etária de 40 a 60 anos). Como pré-requisitos para inclusão no experimento, as mulheres deveriam apresentar ciclos menstruais normais. Foram excluídos indivíduos vegetarianos, portadores de doenças renais, digestivas e metabólicas, que faziam uso de hormônios ou similares e drogas que interferem no metabolismo normal, além de corticoides, inibidores da HMG-CoA redutase (beta-hidroxi-beta-metilglutaril CoA) ou estatinas, diuréticos e pessoas com problemas osteoarticulares que impossibilitassem a prática dos exercícios.

### Protocolo de exercícios físicos

O protocolo de exercícios físicos foi conduzido por profissionais de Educação Física do Centro de Metabolismo em Exercício e Nutrição (CeMENutri) da Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu. Envolveu exercícios aeróbios, de resistência muscular localizada e flexibilidade em cinco sessões semanais com duração de 80 min/sessão, onde a sessão A foi realizada às 2<sup>as</sup>, 4<sup>as</sup> e 6<sup>as</sup> feiras e a B às 3<sup>as</sup> e 5<sup>as</sup> feiras.

A sessão A foi composta de 20 minutos de aquecimento, 40 minutos de caminhada e 20 minutos de exercícios de flexibilidade. A sessão B era composta de 20 minutos de aquecimento, 30 minutos de caminhada e 30 minutos de exercícios de resistência muscular localizada. A zona alvo para a caminhada foi estabelecida entre 70 e 80% da frequência cardíaca máxima (220 – idade). As atividades de resistência muscular lo-

calizada (Sessão B) constaram de duas séries de 10-15 repetições, onde a carga era progressivamente ajustada conforme a adaptação do grupo. Eram desempenhados nove exercícios para os seguintes grupamentos musculares: peitoral, grandes músculos dorsais, ombro, bíceps, tríceps, quadríceps, posteriores de coxa, abdutores e abdominais.

Os exercícios propostos para flexibilidade e equilíbrio deveriam ser executados por no mínimo 30 segundos para as principais articulações: pescoço, cotovelo, ombro, punho, quadril, joelho, tornozelo.

Durante o aquecimento articular eram realizadas atividades recreativas e/ou alongamento.

### Avaliação antropométrica

Foram tomadas medidas de peso corporal e estatura de acordo com os procedimentos descritos por Heyward e Stolarczyk<sup>15</sup>. Para a avaliação do peso corporal e estatura, foi utilizada a balança antropométrica (Filizola®, Brasil), com precisão de 0,1 kg para peso e 0,1 cm para estatura. A partir das medidas de peso e estatura, foi calculado o índice de massa corpórea (IMC) por meio do quociente peso corporal (kg)/estatura<sup>2</sup> (m).

Para estimar os valores de massa livre de gordura (MLG) e gordura percentual, foi utilizado o teste de impedância bioelétrica (Byodynamics) de acordo com os procedimentos descritos por Lukaski et al.<sup>16</sup>. A fórmula utilizada para o cálculo da massa livre de gordura foi proposta por Gray et al.<sup>17</sup>.

O diagnóstico nutricional foi feito utilizando a classificação proposta pela Organização Mundial da Saúde (2002) e Consenso Latino-Americano em Obesidade (1998).

### Taxa metabólica, frequência cardíaca e equivalente metabólico de repouso (MET)

Para realização do teste, os indivíduos permaneceram em decúbito dorsal na maca durante dez minutos. Após esse período, a avaliação foi realizada durante 30 minutos consecutivos. Os indivíduos estavam em jejum de 12 horas e sem exercícios físicos nas 24 horas que antecederam a avaliação. A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram mantidas entre 21 e 23°C e 40 e 60%, respectivamente, em todos os testes executados.

Para a determinação da taxa metabólica de repouso (TMR) e do equivalente metabólico de repouso (MET), o volume de oxigênio consumido ( $VO_2$ ) e o volume de gás carbônico produzido ( $VCO_2$ ) foram medidos continuamente em sistema ergoespirométrico de circuito aberto (modelo QMC™ 90 Metabolic Cart, Quinton, Bothell, USA) utilizando-se a técnica de calorimetria indireta. O gasto energético em repouso foi calculado mediante fórmula proposta por DeWeir citado por Branson<sup>18</sup>:

$$TMR = (3,9 \times VO_2(L/min)) + (1,1 \times VCO_2(L/min)) \times 1.440$$

Foi feita a média do consumo de oxigênio em repouso ( $VO_2$  repouso) durante os 30 minutos do teste. Esse valor foi considerado o equivalente metabólico em repouso (MET). A frequência cardíaca de repouso foi medida em monitor de frequência cardíaca (marca Polar Edge NV) durante os 30 minutos de teste. Foi calculado o valor médio de todas as medidas.

### Avaliação da potência aeróbia máxima ( $VO_{2\text{máx}}$ ) e MET máximo

A avaliação da potência aeróbia máxima ( $VO_{2\text{máx}}$ ) foi realizada no teste ergoespirométrico em esteira rolante (inclinação de 1%), com velocidade inicial de 4,5 km/h e aumento de 0,5 km a cada minuto até a exaustão voluntária ou quando mais que um dos seguintes critérios foi atingido: aumento no  $VO_2$  menor que 2 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para o aumento na intensidade de exercício (platô); razão das trocas respiratórias maior que 1,1; frequência cardíaca máxima prevista para a idade for atingida calculada pela fórmula (220 – idade). Anteriormente ao

início do teste, os indivíduos realizaram aquecimento de três minutos a velocidade de 3,1 km/h. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada no eletrocardiograma. Os parâmetros respiratórios foram medidos em sistema ergoespirométrico de circuito aberto utilizando-se a técnica *Mix-Chamber*. A determinação do MET ao final do teste (MET máximo) foi feita pela razão:

MET máximo = VO<sub>2máx</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)/VO<sub>2</sub> repouso (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)

Para determinar a condição cardiorrespiratória dos indivíduos, utilizou-se a classificação proposta pela *American Heart Association* citado por Marins e Gianichi<sup>19</sup>.

Cálculo do equivalente metabólico (MET) e gasto calórico dos exercícios

As medidas de FC durante as sessões de treinamento A e B foram monitoradas por meio de monitor de frequência cardíaca (marca Polar Edge NV) e anotadas. Com esses dados, foi possível determinar a FC média de cada parte das sessões de treinamento (aquecimento, caminhada, RML e flexibilidade/equilíbrio), que posteriormente foram enviadas ao laboratório de ergoespirometria. No laboratório, os indivíduos realizaram 30 minutos contínuos de caminhada em esteira na mesma FC média alcançada durante as partes das sessões de exercício, para determinar precisamente, na ergoespirometria, o consumo de oxigênio em cada uma dessas partes das sessões. Foi realizada a avaliação da intensidade (MET e % do VO<sub>2máx</sub>) e do gasto energético (kcal) em cada parte da aula. Para calcular o valor de MET em cada parte da aula, foi utilizada a seguinte fórmula:

MET exercício = VO<sub>2</sub> na FC da aula (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)/ VO<sub>2</sub> repouso (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)

Em relação à intensidade, segundo modelo proposto por Pate *et al.*<sup>18</sup> os METs são classificados em: < 3 METs – atividade leve; 3 a 6 METs – atividade moderada; > 6 METs – atividade vigorosa. Para cálculo do gasto calórico dos exercícios que compõem cada parte das sessões A e B, utilizou-se a fórmula:

kcal = (MET da atividade x Peso corporal(kg)/60) x Tempo da atividade (min)

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram expressos em média e desvio padrão (± DP). A comparação entre os exercícios em cada parte da aula foi feita mediante análise de variância ANOVA *one way* com *post hoc* *Tuckey*. O nível de significância aceito foi de p < 0,05. O tratamento estatístico foi realizado pelo *software* BioEstat 5.0 (Brasil).

RESULTADOS

Os dados expressos na tabela 1 revelam que homens e mulheres estão classificados como sobrepeso e obesos, segundo dados de IMC e percentual de gordura, respectivamente. A tabela 2 mostra que os valores médios de consumo relativo de oxigênio (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) classificam os indivíduos, de ambos os sexos, em boa condição em relação ao esperado para a idade. O VO<sub>2</sub> de repouso equivalente a 1 MET (2,7 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para homens e mulheres) foi inferior ao descrito na literatura (3,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>). No teste de potência aeróbia, homens e mulheres elevaram o consumo de oxigênio 8,7 e 10,3 vezes em relação ao repouso (MET<sub>máx</sub>). Na tabela 3 são apresentados os valores de equivalente metabólico e gasto energético total das sessões e dos exercícios que compõem

as diferentes partes da aula. Não houve diferença significativa no total de energia despendida entre as sessões A (398 kcal) e B (404 kcal). O consumo de oxigênio (15,6 ± 2,8 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) do exercício de caminhada e resistência muscular localizada não foram diferentes entre si. No entanto, ambos foram estatisticamente superiores aos obtidos no aquecimento e flexibilidade/equilíbrio (p < 0,05).

Tabela 1. Média e desvio padrão da idade e dados antropométricos dos participantes, segundo sexo.

|                   | Mulheres (n = 12)<br>(Média ± DP) | Homens (n = 3)<br>(Média ± DP) |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Idade (anos)      | 44,0 ± 3,3                        | 51,0 ± 5,5                     |
| Estatura (m)      | 1,6 ± 0,06                        | 1,8 ± 0,04                     |
| Peso (kg)         | 72,8 ± 13,7                       | 95,0 ± 3,1                     |
| IMC (kg/m²)       | 28,3 ± 4,6                        | 28,8 ± 1,1                     |
| C. abdominal (cm) | 94,1 ± 10,2                       | 103,8 ± 3,5                    |
| Gordura (%)       | 40,2 ± 4,4                        | 28,1 ± 4,8                     |

IMC – índice de massa corporal; C. abdominal – circunferência abdominal

Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis metabólicas, respiratórias e do gasto energético dos participantes, de acordo com sexo.

| Variáveis Metabólicas   | Mulheres (n = 12)<br>(Média ± DP) | Homens (n = 3)<br>(Média ± DP) |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| VO <sub>2máx</sub> (l.min <sup>-1</sup> )                         | 2,3 ± 0,2                         | 3,9 ± 0,5                      |
| VO <sub>2máx</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )      | 33,4 ± 4,7                        | 41,2 ± 4,8                     |
| VO <sub>2</sub> Repouso (l.min <sup>-1</sup> )                    | 0,2 ± 0,03                        | 0,2 ± 0,02                     |
| VO <sub>2</sub> Repouso (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 2,7 ± 0,2                         | 2,7 ± 0,1                      |
| FC máxima (bpm)   | 173,8 ± 9,3                       | 178,3 ± 5,5                    |
| FC repouso (bpm)  | 68,1 ± 7,6                        | 59,9 ± 12,9                    |
| TMR (kcal/dia)  | 1.401,5 ± 214,7                   | 1.893,0 ± 184,1                |
| MET Max   | 8,75 ± 1,6                        | 10,3 ± 1,5                     |
| kcal/min  | 0,9 ± 0,1                         | 1,31 ± 0,1                     |

FC – frequência cardíaca; BPM – batimentos/minuto; TMR – taxa metabólica de repouso; MET máx – equivalente metabólico máximo; kcal/min – quilocalorias por minuto.

Tabela 3. Média e desvio padrão do consumo de oxigênio, equivalente metabólico (MET) e gasto energético das diferentes partes das aulas e respectivos testes estatísticos.

| Sessão A                 |             |   |           |             |
|--------------------------|-------------|---|-----------|-------------|
| Segmento                 | Tempo (min) | VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | METs      | kcal/min    |
| Aquecimento              | 20          | 12,9 ± 2,7 <sup>b</sup>                                   | 4,7 ± 0,8 | 94          |
| Caminhada                | 40          | 15,6 ± 2,8 <sup>a</sup>                                   | 5,8 ± 0,9 | 232         |
| Flexibilidade/Equilíbrio | 20          | 10,1 ± 2,2 <sup>b</sup>                                   | 3,6 ± 0,7 | 72          |
| Total                    | 80          | -   | -         | 398 ± 86,72 |
| Sessão B                 |             |   |           |             |
| Segmento                 | Tempo (min) | VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | METs      | kcal/min    |
| Aquecimento              | 20          | 12,5 ± 3,2 <sup>b</sup>                                   | 4,6 ± 1,2 | 92          |
| RML                      | 30          | 13,2 ± 2,9 <sup>a</sup>                                   | 4,8 ± 1,0 | 144         |
| Caminhada                | 30          | 15,4 ± 2,6 <sup>a</sup>                                   | 5,6 ± 1,0 | 168         |
| Total                    | 80          | -   | -         | 404 ± 38,85 |

RML – resistência muscular localizada; a ≠ b (p < 0,05).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, à semelhança de outros realizados com calorimetria indireta<sup>1,19</sup> o valor de equivalente metabólico de repouso foi inferior ao que consta como referência na literatura ( $3,5 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ )<sup>10</sup>. Estes dados corroboram com estudo realizado por Fardy e Hellerstein<sup>20</sup>, em que a utilização da calorimetria indireta tem demonstrado que o valor de 1 MET convencional superestima o gasto de energia e consumo real de oxigênio em repouso.

Em relação à intensidade máxima do exercício ( $\text{MET}_{\text{máx}}$ ), Fletcher *et al.*<sup>21</sup> e o ACSM<sup>13</sup> determinaram alguns valores de referência para esta variável, que se diversifica conforme o sexo e a idade dos sujeitos (nove a 11 METs para homens e oito a nove para mulheres na faixa etária de 40 a 69 anos). Os dados obtidos por nossos sujeitos encontram-se dentro destas zonas normais, valores estes de 10,3 e 8,75, para homens e mulheres respectivamente, os quais também corroboram com outro estudo<sup>22</sup> semelhante ao nosso.

No presente estudo, para cada tipo de exercício que fazia parte das sessões foi realizada análise individual dos valores de MET e gasto calórico, as quais foram classificadas como moderadas, obtendo valores que variaram de 3,6 a 5,8 METs.

Almeida *et al.*<sup>23</sup>, em seu estudo com carteiros, encontraram valores de 4,0 METs durante a caminhada para entrega das cartas (atividade moderada) e valores de 2,5 METs para a atividade de triagem (atividade leve). Já na pesquisa com homens adultos praticantes de yoga, os valores de METs variaram de 1,3 a 2,1 METs, conforme determinada posição característica da atividade<sup>24</sup>.

Farinatti<sup>11</sup> em seu estudo, que tinha por objetivo elaborar uma versão integral do Compêndio de Atividades Físicas, baseado nos valores contidos nos compêndios elaborados por Ainsworth *et al.*<sup>9</sup> e Ainsworth *et al.*<sup>14</sup>, determina que para atividades de condicionamento como circuito geral ou exercícios em academias e/ou outros centros de saúde, sejam despendidos aproximadamente 8,0 e 5,5 METs, respectivamente, valores próximos aos encontrados por nós durante a atividade de RML (4,8 METs). Esse mesmo autor propõe valores de 2,5 METs para atividades de alongamento leve e valores de caminhada em terreno plano de 3,3 (caminhada moderada) a 5,0 (caminhada muito rápida) METs, valores estes também muito semelhantes aos obtidos por nós no presente estudo, em ambas as variáveis.

Segundo Fletcher *et al.*<sup>21</sup>, a intensidade da atividade física necessária para melhorar o condicionamento varia entre os indivíduos. Entretanto, a relação da intensidade do exercício com a duração sugere que exercício de menor intensidade exige mais tempo para aumentar capacidade funcional, porém, com menor probabilidade de complicações em relação ao exercício de maior intensidade.

Deste modo, a classificação da intensidade das atividades físicas e a estimativa do gasto calórico a ela associado são aspectos importantes da prescrição do exercício e da fisiologia do exercício, devido à necessidade de adequar as atividades propostas à capacidade de execução do praticante. Neste sentido, nosso protocolo de treinamento priorizou a execução de exercícios de intensidade moderada, com baixo risco para o surgimento de lesões ou possíveis efeitos cardiovasculares colaterais, no sentido de minimizar os riscos e maximizar os benefícios.

Em relação às sessões de treinamento do presente estudo, as mesmas foram padronizadas quanto ao tempo total de duração (80 minutos) e voltadas a aprimorar os componentes da aptidão física relacionada à saúde (cardiorrespiratório, flexibilidade e resistência muscular) e promover elevação do gasto energético diário. Deste

modo, o treinamento proposto e aplicado nas sessões de terça e quinta-feira (Sessão B) obteve gasto calórico de  $404 \pm 38,9 \text{ kcal}$ , enquanto o gasto calórico da Sessão A foi de  $398 \pm 86,7 \text{ kcal}$ , ou seja, a diferença entre ambos foi de apenas 6 kcal.

Embora as recomendações populacionais para adultos<sup>7,13</sup> e idosos<sup>25</sup> preconizem 30 minutos de atividades físicas diárias, cinco dias na semana (total de 150 min/sem) para a redução de doenças cardiovasculares e câncer, as recomendações para controle da obesidade apoiam o uso de durações maiores (200 a 300 minutos semanais) e dispêndio energético com atividade física de cerca de 2.000 kcal/semana para indivíduos com dieta livre<sup>26</sup>.

Neste sentido, o protocolo do presente estudo atenderia o gasto para manutenção e/ou prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e controle da obesidade, pois apresenta gasto calórico de aproximadamente 400 kcal/sessão, o que totalizaria 2.000 kcal/semana se executado na frequência em que é oferecido, ou seja, de 5x/semana.

O gasto energético durante a atividade poderia determinar maior ou menor alteração nos estoques de gordura corporal. Neste sentido, a manipulação do tipo de exercício seria necessária. No entanto, existe controvérsia considerável quanto ao impacto dos diversos tipos de treinamento físico sobre o gasto energético e, conseqüentemente, sobre a composição corporal dos praticantes.

Assim sendo, ao comparar exercício resistido com o de resistência aeróbia, alguns estudos<sup>1,22,27</sup> mostram que ambos foram eficientes em promover benefícios à composição corporal e  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ .

Outro fator que corrobora para a indefinição de qual atividade é mais efetiva em relação ao gasto calórico e perda de gordura é o efeito EPOC (*Excess Post-Exercise Oxygen Consumption*) proporcionado pelas atividades físicas<sup>28</sup>. Provavelmente, exercícios resistidos de altas intensidades poderiam requerer maior gasto energético durante e/ou imediatamente após o exercício<sup>29,30</sup>.

Entretanto, no presente estudo, o treino de RML não se diferenciou da caminhada em relação ao consumo de oxigênio durante o esforço, sendo que valor de equivalente metabólico (MET) de ambos os classificou como atividades de moderada intensidade. O custo energético da RML no presente estudo (144 kcal/30 minutos) foi ligeiramente inferior ao da caminhada (168 kcal/30 minutos).

Neste sentido, o protocolo do presente estudo atenderia o gasto para manutenção e/ou prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, pois é executado com frequência semanal de cinco vezes e tem sua estruturação fundamentada e voltada para o aprimoramento dos componentes da aptidão física relacionada à saúde e gasto calórico acima do mínimo recomendado para a prevenção dessas doenças.

Nosso estudo revela que as duas sessões de exercícios empregadas poderiam promover aumentos expressivos no gasto energético diário, mas vale destacar que a associação de exercícios resistidos, aeróbios e de flexibilidade são essenciais para a promoção e/ou manutenção do condicionamento físico, bem como para a prevenção e a reabilitação de doenças cardiovasculares em adultos de todas as idades<sup>2</sup>.

Limitações foram encontradas ao tentarmos comparar nossos dados com os de outros estudos, pois grande parte das pesquisas disponíveis considera em suas avaliações apenas o gasto energético diário total do indivíduo. Não foi encontrado nenhum estudo que analisasse o equivalente metabólico de um protocolo de exercícios como no caso do nosso.

Além disso, esses estudos se baseiam em dados preexistentes



contidos em compêndios de atividade física para estimar o gasto calórico ou intensidade do exercício, ou seja, as diferenças individuais existentes entre os sexos e percepção de esforço, em alguns casos, podem ser grandes, o que representam uma dificuldade em estabelecer comparações de valores.

## CONCLUSÃO

O protocolo executado neste estudo atinge as recomendações

para a saúde pela sua intensidade de 3 a 6 METs (exercícios moderados), estruturação, tempo maior que sessenta minutos, frequência (5x/semana) e gasto calórico de 1.200 a 2.000 kcal/semana, atendendo as demandas mínimas de gasto energético recomendadas pela OMS, AHA e ACSM.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

- Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R, et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:1004-9.
- Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:319-24.
- Varo JJ, Martínez-González MA, Irala-Estevez J, Kearney J, Gibney M. Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *Int J Epidemiol* 2003;32:138-46.
- Fernandes FS. Fatores precoces e tardios determinantes de sedentarismo em adultos jovens [Dissertação]. Porto Alegre: Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; 2009.
- Jakicic JM. The Role of physical activity in prevention and treatment of body weight gain in adults. Symposium: adult weight gain: causes and implications. *J Nutr* 2002;132:3826S-9S.
- Rising R, Harper IT, Fontvieille AM, Ferraro RT, Spraul M, Ravussin E. Determinants of total daily energy expenditure: variability in physical activity. *Am J Clin Nutr* 1994;59:800-4.
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1423-34.
- McArdle WD, Katch FL, Katch VL. Fisiologia do Exercício, energia, nutrição e desempenho humano. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:S498-516.
- Montoye HJ, Kemper HCG, Saris WHM, Washburn RA. Measuring physical activity and energy expenditure. Champaign: Human Kinetics, 1996.
- Farinatti PTV. Apresentação de uma versão em português do compêndio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2003;2:177-208.
- Porto LGG, Junqueira JR LF. Atividade física e saúde: evolução dos conhecimentos, conceitos e recomendações para o clínico. *Bras Med* 2008;45:107-15.
- Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. American College of Sports Medicine. Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs Jr DR, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:71-80.
- Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. Barueri: Manole, 2000.
- Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bio-electrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-7.
- Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1989;50:255-60.
- Brandson RD. The measurement of energy expenditure: instrumental, practical considerations and clinical application. *Resp Care* 1990;35:640-59.
- Marins JC, Giannichi RS. Avaliação e prescrição de atividade física. Rio de Janeiro: Editora Shape, 1998.
- Fardy PS, Hellerstein HK. Comparison of continuous and intermittent multistage exercise tests. *Med Sci Sports* 1978;10:7.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001;104:1694-740.
- Fett CA, Fett WCR, Marchini JS. Exercício resistido vs jogging em fatores de risco metabólicos de mulheres com sobrepeso/obesas. *Arq Bras Cardio* 2009;93:519-25.
- Almeida ED, Xavier GNA, Carminatti LJ, Giustina MCD. Gasto calórico nas atividades de trabalho e cotidianas, dos carteiros que utilizam bicicleta. *Rev Bras Cine Des Hum* 2004;6:53-61.
- Ray US, Pathak A, Tomer OS. Hatha yoga practices: energy expenditure, respiratory changes and intensity of exercise. *eCAM* 2010;2011:1-12.
- Nelson ME, Rejeski JW, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1435-45.
- Fogelholm M. Walking for the management of obesity. *Dis Manage Health Outcomes* 2005;13:9-18.
- Gettmann LR, Ayres JJ, Pollock ML, Durstine JL, Grantham W. Physiologic effect on adult men of circuit strength and jogging. *Arch Phys Med Rehabil* 1979;60:115-20.
- Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:29-43.
- Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weighttraining and its effects on excess post exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1613-8.
- Thorton MK, Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:715-22.