



# Estimativa do gasto energético da caminhada\*

Leandro Nogueira Dutra<sup>1</sup>, Vinicius Oliveira Damasceno<sup>1,2,3</sup>, André Calil Silva<sup>1</sup>, Jeferson Macedo Vianna<sup>1</sup>, José Marques Novo Junior<sup>1</sup> e Jorge Roberto Perrout Lima<sup>1</sup>

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com dois objetivos: 1) propor equações de predição do gasto energético da caminhada (GEC) em indivíduos jovens para três situações: a) quando é possível a identificação da velocidade da caminhada; b) quando é possível a monitorização da FC; e c) quando não é possível nem a identificação da velocidade nem a monitorização da FC; 2) validar a estimativa GEC feita pelo monitor de FC *Polar M71*<sup>®</sup>. Trinta indivíduos (16 homens de 22,7 ± 2,6 anos e 14 mulheres de 22,1 ± 2,1 anos), não-atletas, alunos do curso de Educação Física, foram instruídos a caminhar na esteira ergométrica com 1% de inclinação, nas intensidades leve, moderada e alta, em velocidades auto-selecionadas, durante 6 min em cada intensidade. O  $\dot{V}O_2$ , medido pelo analisador metabólico *Teem 100* da Aerosport, a FC e o GEC estimado pelo monitor eram registrados nos 2 últimos minutos de cada carga. Concluiu-se que a melhor predição é feita com a utilização da velocidade de caminhada e com o peso do indivíduo. A FC para predição do GEC deve ser acompanhada do gênero e FC de repouso do indivíduo. A escala proposta no estudo para percepção de intensidade do esforço deve ser utilizada quando não for possível registrar nem a velocidade de caminhada nem a FC do indivíduo. Devem ser tentados outros estudos com outras escalas de percepção do esforço. O monitor de FC *Polar M71* é válido para a estimativa do GEC, com as ressalvas de que é necessário que FC ultrapasse 100bpm. Sua precisão é melhor em caminhadas de intensidade alta.

## ABSTRACT

### *Estimation of the gait energy expenditure*

*The aims of this study were: 1) to propose predictive equations for gait energy expenditure (GEE) of young individuals in three situations: a) when the identification of the gait velocity is possible; b) when heart rate (HR) monitoring is possible; and c) when neither the velocity identification nor the HR monitoring is possible; and 2) to validate the GEE made by the HR Polar M71<sup>®</sup> monitor. Thirty individuals (16 males, 22.7 ± 2.6 years and 14 female, 22.1 ± 2.1 years), non-athletes, physical education students were instructed to walk on the treadmill with 1% inclination, in self-selected low, moderate and high intensity velocities, during 6 minutes in each velocity. The  $\dot{V}O_2$  measured by the Aerosport Metabolic Analyzer Teem 100, HR and GEE estimated by the monitor,*

**Palavras-chave:** Percepção subjetiva do esforço. Monitor de frequência cardíaca. Consumo de oxigênio. Caminhada.

**Keywords:** *Perceived exertion. Heart rate monitor. Oxygen consumption. Gait.*

*were registered in the last 2 minutes of each load. It was concluded that the best GEE prediction is done with the use of the gait velocity and the individual's body weight. HR for prediction of GEE should be accompanied by the gender and rest HR. The perceived exertion scale proposed in this study should be utilized only when it is not possible to register the velocity or the HR. The use of other scales of perceived exertion is encouraged. The HR Polar M71 monitor is a valid instrument for GEE estimation, with the limitation that is necessary that HR exceeds 100 bpm. Its precision is enhanced at high intensity gait.*

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem sido demonstrada a importância da atividade física na vida das pessoas; dentre outras finalidades, é praticada com o objetivo de manter uma boa saúde e prevenir doenças. A prática da atividade física regular na prevenção de doenças e de mortes prematuras e na manutenção da qualidade de vida recebeu, recentemente, reconhecimento como objetivo de saúde pública<sup>(1)</sup>. Dentre os benefícios da atividade física regular, pode ser citada a redução do risco de desenvolver doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, etc. A atividade física contribui para o fortalecimento geral de músculos, ossos e articulações e ajuda, também, a controlar o peso corporal<sup>(1-10)</sup>. Deve ser ressaltado o papel da atividade física na prevenção e tratamento da obesidade, que é o acúmulo excessivo de tecido adiposo no corpo<sup>(11)</sup>. No Brasil, dados do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição mostravam que 32% dos adultos apresentavam algum grau de sobrepeso<sup>(12)</sup>.

Restrição da ingestão calórica e aumento do gasto energético por meio do exercício são meios efetivos para a redução da gordura corporal e para a normalização da pressão sanguínea e do perfil lipídico do sangue<sup>(13)</sup>. A caminhada é o exercício mais popular e, portanto, muito utilizado em programas de controle de peso e de redução dos fatores de risco da doença coronariana<sup>(14-16)</sup>. Para a prescrição e o controle da caminhada, além de sua intensidade e duração, em alguns casos, também é importante quantificar o gasto calórico por ela provocado. Pequenos benefícios podem ser alcançados em atividades cujo dispêndio energético seja de, pelo menos, 150kcal por dia<sup>(10)</sup>. Quando o objetivo da prática da caminhada é a redução do peso corporal, o gasto energético é um parâmetro importante a ser utilizado pelos profissionais de educação física na sua prescrição.

A quantidade de energia despendida em diferentes atividades varia com a intensidade e com o tipo de exercício<sup>(1,11)</sup>. Entretanto, há variações individuais devido às diferenças no nível de atividade, idade, sexo, tamanho, peso e composição corporal que justificam a existência de vários métodos para a medição e a estimativa do gasto energético do exercício. Para a medição do gasto energético, utiliza-se normalmente a calorimetria indireta pela medida

\* Realizado no Laboratório de Avaliação Motora, Universidade Federal de Juiz de Fora. Apresentado no Simpósio Internacional de Ciências do Esporte 2003. Apoiado pelo CNPq com bolsa de iniciação científica para o aluno Leandro Nogueira Dutra.

1. Laboratório de Avaliação Motora, Universidade Federal de Juiz de Fora.  
2. Universidade Salgado de Oliveira, Campus Juiz de Fora.  
3. Faculdade Estácio de Sá, Campus Juiz de Fora.

Aceito em 17/10/06.

**Endereço para correspondência:** Leandro Nogueira Dutra, Rua Padre Matias, 49/301, Morro da Glória – 36035140 – Juiz de Fora, MG.  
E-mail: leandro-dutra@nextwave.com.br

do consumo de oxigênio, mas tal método depende de procedimentos dispendiosos que restringem sua utilização, quase que exclusivamente, a ambientes laboratoriais e situações de pesquisa. Nas situações de campo, em que é pouco viável a medição do gasto energético da caminhada (GEC), ele é, usualmente, estimado.

Segundo Di Prampero<sup>(17)</sup>, as primeiras tentativas de descrição da energética da locomoção humana foram dedicadas à quantificação do GEC e ocorreram na segunda metade do século XIX. Os valores registrados naquela ocasião variavam entre 0,32 e 0,51 kcal.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> para velocidades entre 3,2 e 4,8 km.h<sup>-1</sup> – valores surpreendentemente próximos aos encontrados atualmente. Para Di Prampero<sup>(17)</sup>, o gasto energético da locomoção humana acima dos níveis de repouso é função da velocidade multiplicada por um fator que varia em função do tipo de deslocamento e das condições ambientais, como resistência do ar, por exemplo. O Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>(18)</sup> propõe que, para estimativa do GEC no plano, seja considerado o gasto de repouso de 3,5 mlO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (0,0175 kcal.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e 0,1 mlO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.m.min<sup>-1</sup> (0,0005 kcal.kg<sup>-1</sup>.m.min<sup>-1</sup>) para a velocidade horizontal.

Em muitas situações de campo, não é possível medir a distância percorrida na caminhada, impossibilitando, portanto, o uso de equações de predição do GEC em função da velocidade. Em tais situações, podem ser usados monitores de frequência cardíaca (FC), acelerômetros, pedômetros, compêndios, etc.<sup>(19-22)</sup>. A medição da frequência cardíaca (FC) tem sido amplamente utilizada como meio para estimar o gasto energético da atividade física, devido à sua praticidade, principalmente com a popularização dos monitores de FC e devido à forte correlação que tem com o gasto energético durante exercício dinâmico que envolva grandes massas musculares<sup>(23-25)</sup>. Atualmente, encontram-se comercialmente disponíveis monitores de FC, como os da marca Polar das séries “M” e “S”, que têm dentre suas funções a estimativa do gasto energético da atividade física. Entretanto, mesmo com a facilidade de uso de tais monitores, sua aquisição, principalmente para turmas numerosas, ainda é dispendiosa. Sendo assim, é justificável o desenvolvimento de equações de predição do GEC que não utilizem nem a velocidade nem a FC como variáveis independentes.

Justifica-se, portanto, o desenvolvimento deste estudo com dois objetivos: 1) desenvolvimento de equações de predição do GEC em indivíduos jovens e 2) validação da estimativa do GEC feita pelo monitor de FC *Polar M71*<sup>®</sup>, também em indivíduos jovens. Para o primeiro objetivo, foram consideradas três situações: 1) quando é possível a identificação da velocidade; 2) quando é possível a monitorização da FC; e 3) quando não é possível nem a identificação da velocidade nem a monitorização da FC.

## MÉTODOS

**Amostra** – Foram avaliados 30 adultos jovens, não-atletas, sendo 16 do sexo masculino e 14 do sexo feminino, alunos do curso de Educação Física. As características da amostra estudada estão na tabela 1.

**Procedimentos** – Inicialmente, após esclarecimento da metodologia do estudo, os sujeitos assinaram termo de consentimento, concordando com sua participação livre e informada. Posteriormente, aplicou-se o questionário para avaliar o nível de atividade física (NAF) em escala de 0-7 pontos<sup>(26)</sup> e fizeram-se as medidas antropométricas. Para o peso corporal, utilizou-se uma balança eletrônica da marca *Filizola*, com os indivíduos descalços, usando a mínima vestimenta possível. A medida da estatura foi feita em um estadiômetro fixo à parede. As equações de Jackson, Pollock e Ward<sup>(27)</sup> e Jackson e Pollock<sup>(28)</sup> foram utilizadas para estimar a composição corporal a partir da espessura das dobras cutâneas, medidas com o compasso *Lange*. Após a antropometria, enquanto os indivíduos permaneciam em posição supina por 10 minutos,

a frequência cardíaca de repouso (FCr) foi registrada pelo monitor *Polar M71*<sup>®</sup>.

Depois dos procedimentos iniciais, cada indivíduo foi instruído a caminhar na esteira ergométrica com 1% de inclinação, nas intensidades leve, moderada e alta, em velocidades auto-selecionadas, durante 6 min em cada intensidade. O GEC, medido pelo analisador metabólico *Teem 100* da Aerosport, como também a FC e o GEC estimado pelo monitor de FC, eram registrados nos dois últimos minutos de cada carga.

**Tratamento estatístico** – Foi feita a descrição da amostra e dos resultados obtidos durante a caminhada, por meio de média e desvio-padrão. Para descrever a correlação entre as variáveis do estudo, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. A identificação das equações de predição do GEC foi feita por regressão múltipla com inclusão progressiva das variáveis independentes utilizando-se o programa *Statistica 6.0*. Na comparação dos valores de GEC medidos e estimados pelo monitor de FC, utilizou-se o teste “t” de Student para dados pareados, com nível de significância estabelecido em P < 0,05. Para comparação das equações de regressão, observaram-se o coeficiente de correlação e o erro padrão de estimativa (EPE) que é a raiz quadrada das médias dos quadrados dos resíduos (valor predito – estimado).

## RESULTADOS

Os indivíduos estudados eram jovens (média de idade de 22,7 ± 2,6 anos para os homens e 22,1 ± 2,1 para as mulheres), com percentual de gordura dentro dos limites considerados normais e com nível de atividade física de 4,0 ± 2,0 para os homens e 4,8 ± 2,2 para as mulheres em uma escala de 0 – 7 pontos, conforme mostra a tabela 1.

TABELA 1  
Características da amostra estudada

	Homens (N = 16)		Mulheres (N = 14)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Idade (anos)	22,7	2,6	22,1	2,1
Peso (kg)	69,4	6,5	58,3	7,6
Estatura (cm)	178,0	7,3	164,8	6,7
NAF (pontos 0-7)	4,0	2,0	4,8	2,2
Gordura (%)	8,1	3,4	21,5	3,8
FCr (bpm)	57,5	7,9	63,8	6,3

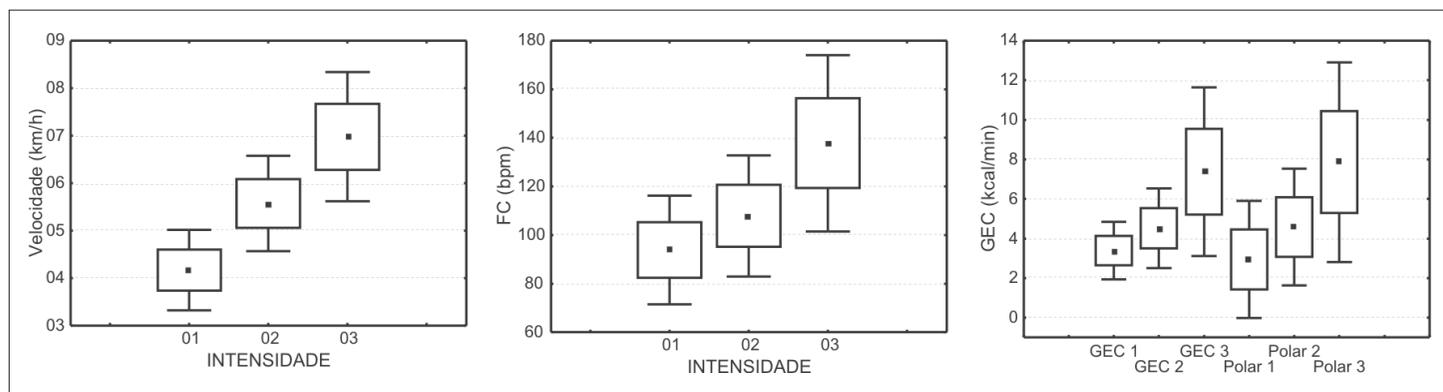
As velocidades auto-selecionadas pelos indivíduos, os valores de FC atingidos em cada intensidade e o GEC, medido e estimado pelo monitor, estão apresentados nas tabelas 2 e 3 e na figura 1. Como o monitor estima o gasto energético apenas para FC superiores a 100bpm, o GEC não pode ser estimado para todos os indivíduos da amostra em todas as intensidades, principalmente nas mais baixas. O teste “t” de Student mostrou que não há diferença significativa entre as medidas feitas pelo *Teem 100* e pelo *Polar M71*<sup>®</sup> em nenhuma das intensidades. As comparações nas intensidades leve e moderada (principalmente a leve, em que foi possível o registro de apenas 9 indivíduos – todos do sexo feminino) ficaram prejudicadas, pois foram feitas com um número menor de sujeitos, visto que, nestas intensidades, alguns sujeitos não atingiram a FC mínima de 100bpm, necessária para que o monitor fizesse a estimativa do GEC. A figura 3 mostra a relação entre GEC medido e estimado, agrupando o grupo feminino e masculino, nas três intensidades. Observa-se que a reta de regressão se aproxima mais da linha de identidade à medida que aumenta a intensidade da caminhada. Quanto aos valores de EPE, em termos percentuais, foram da ordem de 10, 23 e 21% da média do GEC na intensidade.

**TABELA 2**  
Velocidade, frequência cardíaca e gasto energético, por intensidade de caminhada do grupo masculino

Intensidade	Velocidade (km/h)		Freq. cardíaca (bpm)		GEC Teem 100 (kcal)		GEC Polar (kcal)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Leve	4,3	0,5	87,7	9,4	3,4	0,9	–	– (N = 0)
Moderada	5,7	0,5	100,1	10,2	4,8	1,2	6,5	1,2 (N = 5)
Alta	7,4	0,5	130,3	14,4	8,4	2,2	9,5	2,2 (N = 14)

**TABELA 3**  
Velocidade, frequência cardíaca e gasto energético, por intensidade de caminhada do grupo feminino

Intensidade	Velocidade (km/h)		Freq. cardíaca (bpm)		GEC Teem 100 (kcal)		GEC Polar (kcal)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Leve	4,0	0,3	101,0	9,3	3,4	0,5	2,9	1,5 (N = 9)
Moderada	5,4	0,5	116,8	8,9	4,2	0,6	3,9	0,5 (N = 14)
Alta	6,7	0,7	145,6	17,1	6,2	1,4	6,2	1,6 (N = 14)



**Figura 1** – Média, desvio-padrão e 1,96\* desvio-padrão da velocidade, frequência cardíaca e gasto energético da caminhada medido (GEC) e estimado pelo monitor (Polar), nas intensidades leve (1), moderada (2) e alta (3). Dados masculinos e femininos agrupados.

A tabela 4 mostra as correlações entre as variáveis do estudo. Apenas a velocidade e a FC têm correlação significativa com o GEC. Na figura 2, estão representadas as relações: A) FC x velocidade, B) GEC x velocidade C) GEC x velocidade. Observa-se que, em relação à FC, o ajuste quadrático ( $R^2 = 0,58$ ; EPE = 14,8bpm) foi ligeiramente melhor que o linear ( $R^2 = 0,54$ ; EPE = 15,6). O mesmo aconteceu com relação ao GEC, cujo ajuste quadrático ( $R^2 = 0,75$ ; EPE = 0,87kcal/min) foi ligeiramente superior ao linear ( $R^2 = 0,72$ ; EPE = 0,91kcal/min). Entretanto, como as diferenças entre a qualidade dos ajustes são relativamente pequenas, é possível se estimar o GEC por meio de equações lineares, sem que se cometam erros de estimativa importantes. Como FC e GEC têm o mesmo comportamento em relação à velocidade, mantêm entre si relação linear.

As equações de predição do gasto energético da caminhada (tabela 5) foram divididas em quatro blocos: 1) equações em que se utiliza a velocidade de caminhada; 2) equação em que se utiliza a FC; 3) equações em que se utiliza a percepção da intensidade do esforço; e 4) com utilização de todas as variáveis do estudo. Nos

quatro blocos, as equações foram ordenadas da mais simples (menor número de variáveis) até a mais complexa (maior número de variáveis), conforme resultados decorrentes do processo de regressão múltipla com inclusão progressiva (*forward stepwise*). Observa-se no bloco D, no qual todas as variáveis do estudo são inseridas como variáveis independentes na regressão múltipla, que as equações A1 e A2 se repetem, demonstrando que, mesmo em conjunto amplo de variáveis, a velocidade e o peso corporal são os melhores preditores do GEC.

**TABELA 5**  
Equações de predição do gasto energético da caminhada

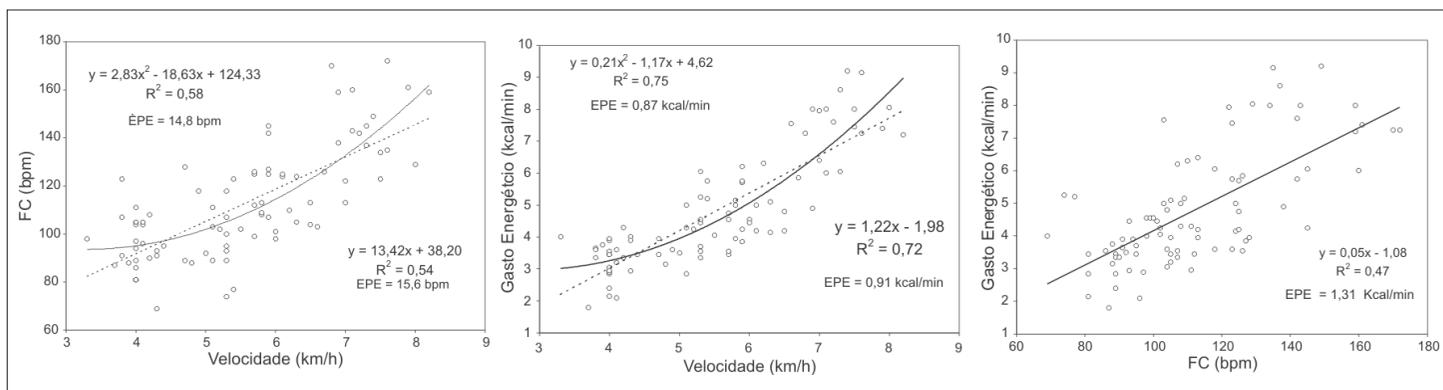
Num	Equação	R <sup>2</sup>	EPE
<b>Utilizando a velocidade de caminhada</b>			
A1	Kcal/min = 1,22V – 1,98	0,74	0,91
A2	Kcal/min = 1,22V + 0,04P – 4,74	0,78	0,84
A3	Kcal/min = 1,24V + 0,06P + 0,03G% – 6,09	0,79	0,82
<b>Utilizando a frequência cardíaca</b>			
B1	Kcal/min = 0,05FC – 1,08	0,48	1,30
B2	Kcal/min = 0,07FC – 1,64 (M/F) + 162,57	0,65	1,07
B3	Kcal/min = 0,07FC – 1,27 (M/F) – 0,08FCr + 129,36	0,73	0,94
<b>Utilizando a percepção da intensidade do esforço</b>			
C1	Kcal/min = –1,06 (LMA) + 113,46	0,23	1,56
C2	Kcal/min = –1,11 (LMA) + 0,05P – 115,27	0,30	1,50
C3	Kcal/min = –1,12 (LMA) + 0,05P + 0,12NAF – 115,26	0,32	1,49
<b>Utilizando todas as variáveis independentes</b>			
D1	Kcal/min = 1,22V – 1,98	0,74	0,91
D2	Kcal/min = 1,22V + 0,04P – 4,74	0,78	0,84
D3	Kcal/min = 1,07V + 0,05P – 0,40 (LMA) + 36,67	0,79	0,82

V = Velocidade da caminhada (km/h); P = Peso corporal (kg); FCr = Frequência cardíaca de repouso (bpm); M/F = Gênero masculino (100) e feminino (101); LMA = Percepção da intensidade do esforço Leve (101), Moderada (102) e Alta (103); FC = Frequência cardíaca da caminhada (bpm); NAF = Nível de Atividade Física (0–7); G% = Percentual de gordura corporal.

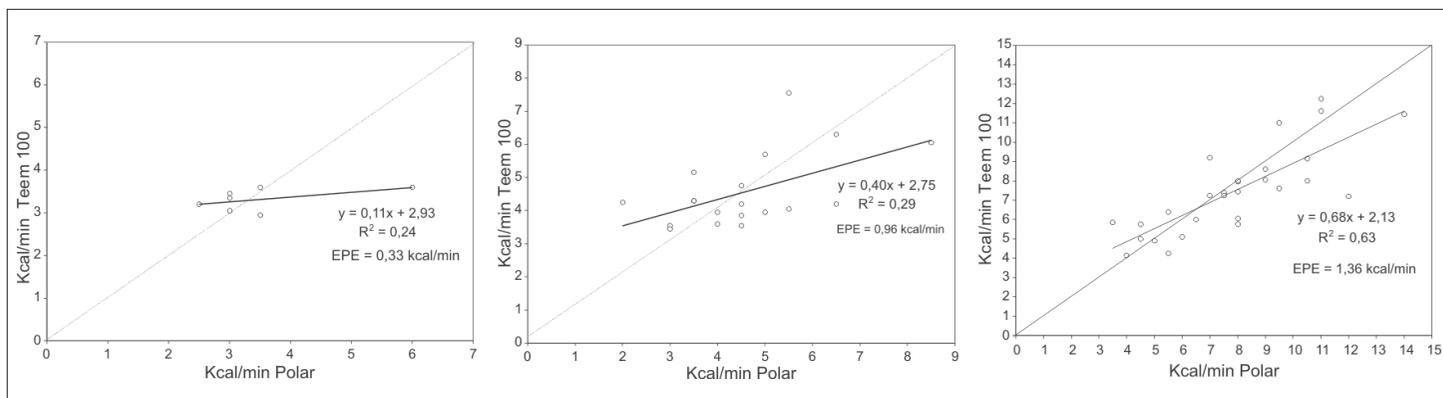
**TABELA 4**  
Matriz de correlação entre as variáveis do estudo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – Idade	1,00								
2 – Peso	<b>–0,25</b>	1,00							
3 – Estatura	<b>–0,29</b>	<b>0,83</b>	1,00						
4 – NAF	<b>–0,30</b>	0,05	–0,08	1,00					
5 – G%	–0,14	<b>–0,50</b>	<b>–0,72</b>	<b>0,29</b>	1,00				
6 – FCr	–0,16	–0,18	<b>–0,31</b>	0,04	<b>0,42</b>	1,00			
7 – Velocidade	0,08	–0,01	0,04	0,08	–0,10	–0,07	1,00		
8 – FC	–0,16	–0,20	<b>–0,28</b>	0,16	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,74</b>	1,00	
9 – GEC	–0,06	0,20	0,16	0,14	–0,10	–0,08	<b>0,85</b>	<b>0,69</b>	1,00

Correlações significantes (P < 0,05) em negrito.



**Figura 2** – Relações: frequência cardíaca x velocidade (esquerda); gasto energético x velocidade (centro); e gasto energético x frequência cardíaca (direita)



**Figura 3** – Relação gasto energético medido e estimado pelo monitor (Polar), nas intensidades Leve (esquerda), Moderada (centro) e Alta (direita)

## DISCUSSÃO

Como relata Di Prampero<sup>(17)</sup>, desde meados do século XIX se estuda o GEC e o seu melhor preditor é a velocidade de caminhada, seguida da massa do indivíduo. Em termos mecânicos, esta relação seria previsível, visto que velocidade e massa determinam a potência mecânica gerada, que, por sua vez, determina a potência metabólica necessária para a realização da tarefa. Atualmente, são disponíveis estratégias relativamente precisas para estimativa do GEC que utilizam como variáveis independentes a velocidade de caminhada e a massa do indivíduo<sup>(1,18)</sup>. Mesmo se levando em consideração o conhecimento sedimentado nesta área, ainda se justificam estudos de estimativa do GEC.

A determinação da velocidade de caminhada é, na verdade, um cálculo simples que envolve a derivada do espaço (distância percorrida) em relação ao tempo. Entretanto, nas situações em que a caminhada é usualmente realizada, é inviável a medição do percurso. As pessoas caminham em ruas do bairro onde moram, em parques, em percursos irregulares e outros lugares sem marcação da distância percorrida. Para estes casos, quando se pretende estimar o GEC, é necessário que a estimativa seja feita a partir de outras variáveis independentes. Devido a sua forte correlação com o consumo de oxigênio, a FC é a variável de escolha, na maioria dos casos. A popularização de monitores de FC, ocorrida nos últimos anos, tem tornado esses aparelhos mais acessíveis e sua utilização, durante a caminhada, tem-se difundido. Com o desenvolvimento tecnológico, tem sido possível equipar os monitores de FC com funções que permitem vários cálculos, dentre eles a estimativa do gasto energético.

Mesmo com a relativa popularização dos monitores de FC, sua utilização é restrita a poucos que praticam atividade física. É ne-

cessário que se estudem outras formas de estimativa do GEC, que não sejam tão dispendiosas como acelerômetros, aparelhos de GPS, etc. O uso de variáveis de fácil mensuração seria recomendado. A percepção subjetiva do esforço realizado é uma variável interessante para a estimativa do GEC, devido à facilidade com que pode ser obtida – não é necessária a utilização de qualquer equipamento – e à sua comprovada correlação com FC<sup>(29)</sup>.

Este estudo foi realizado para testar a validade da estimativa do GEC feita pelo monitor de FC *Polar M71* e para estudar outras possibilidades de estimativa com o uso de variáveis de fácil mensuração. Participaram do estudo adultos jovens, fisicamente ativos, do sexo masculino e feminino. A escolha da amostra, para o atual estágio da proposta, é adequada. Para estudos futuros, em que se pretenda maior amplitude de generalização dos resultados, é necessário que sejam incluídas outras variáveis tais como idade, massa corporal e nível de condicionamento físico.

Os resultados obtidos no estudo evidenciam sua importância e a validade das funções de predição. Os valores de GEC encontrados estão de acordo com estudos clássicos da área<sup>(25)</sup>. A relação entre gasto energético e velocidade de caminhada se mostrou não-linear, como relatado na literatura<sup>(30)</sup>. Além disso, os valores médios encontrado para o GEC são próximos aos preditos pela equação do ACSM<sup>(18)</sup>. Os indivíduos estudados foram capazes de selecionar velocidades de caminhada de acordo com a intensidade proposta (leve, moderada e alta), sem dificuldades. A capacidade de discriminação da intensidade de caminhada ficou evidenciada porque se encontrou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as velocidades médias agrupadas por intensidade e, também, porque foi pequena a dispersão das velocidades de uma mesma intensidade, sugerindo que há certa semelhança na velocidade em que as pessoas caminham. O fato das pessoas selecionarem ve-

locidades semelhantes quando solicitadas a caminhar em uma dada intensidade faz com que haja correlação entre percepção da intensidade do esforço e GEC.

As equações propostas (organizadas em grupos) mostraram – como se esperava – que o melhor preditor do GEC é a velocidade de caminhada. Nas equações do conjunto A obtém-se pequenas reduções do EPE à medida que se acrescentam variáveis antropométricas relativas à massa dos indivíduos, como peso e percentual de gordura. Neste conjunto, consegue-se um EPE menor do que 1,0kcal/min. Levando em consideração a capacidade preditora das equações, sugere-se que, nas situações em que seja possível, deve ser feita a medição da distância percorrida e o tempo decorrido na caminhada, para que se possa ter a melhor estimativa do GEC. A estimativa pode ser ligeiramente melhorada com o conhecimento do peso do indivíduo.

O EPE das equações do conjunto B, que utilizam FC, pode ser reduzido expressivamente com o acréscimo do gênero e da FC do indivíduo. Com estas três variáveis se consegue uma predição com EPE, menor que 1kcal/min, aproximando-se dos resultados obtidos no conjunto A. Sugere-se que a FC pode ser usada como preditora do GEC, desde que relativizada pelo gênero e pela FCr.

O conjunto C de equações, no qual se utiliza a percepção de intensidade do esforço como preditora do GEC, apresentou os maiores EPE, que diminuem muito pouco com a adição do peso corporal e do NAF do indivíduo. Sugere-se que a percepção da intensidade do esforço somente deve ser usada nas situações em que não seja possível a identificação da velocidade de caminhada e da FC. O EPE deste conjunto é de aproximadamente 1,5kcal/min, que pode representar um erro de 30% na estimativa do GEC para uma caminhada de intensidade moderada. Uma explicação para a baixa capacidade de predição da percepção de intensidade do esforço pode ser a existência de apenas três níveis na escala (L, M e A). Talvez a utilização de uma escala com mais níveis, como a escala de Borg, por exemplo, poderia aumentar o grau de discriminação e, por conseqüência, a capacidade de predição do GEC.

O conjunto D representa a regressão com todas as variáveis do estudo. A inclusão da percepção da intensidade do esforço não

acarreta melhoras expressivas na predição do GEC. Sugerindo que, mesmo que se disponha de um conjunto amplo de variáveis independentes, a melhor predição é feita com a utilização da velocidade de caminhada e do peso do indivíduo.

No que se refere à medida do gasto energético do *Polar*, apesar de sua validade, o monitor *Polar M71*® possui a limitação de estimar o gasto energético apenas acima de 100bpm. Este valor não é atingido por alguns indivíduos em caminhadas de intensidades leve e moderada. Por outro lado, a validade da estimativa feita pelo *Polar M71*® aumenta à medida que aumenta a velocidade da caminhada. A melhor predição é feita na intensidade alta, em que se registram FC de 130bpm para os homens e 146bpm para as mulheres. Isto pode ser explicado pelo comportamento sigmóide da curva de FC em função da intensidade do esforço<sup>(31)</sup>. A curva de FC apresenta achatamento em suas porções inferior e superior. Sua porção central – entre 130 e 170bpm – é a que melhor se ajusta a uma reta e, portanto, a que melhor se associa com a intensidade do esforço.

## CONCLUSÃO

Mesmo que se disponha de um conjunto amplo de variáveis independentes a melhor predição é feita com a utilização da velocidade de caminhada e do peso do indivíduo. A FC para predição do GEC deve ser acompanhada do gênero e FCr do indivíduo. Com a escala de três níveis utilizada no estudo, a percepção de intensidade do esforço deve ser utilizada somente quando não for possível registrar nem a velocidade de caminhada nem a FC do indivíduo. Devem ser tentados outros estudos com outras escalas. O monitor de FC *Polar M71* é válido para a estimativa do GEC, com as ressalvas de que é necessário que FC ultrapasse 100bpm – o que não acontece para alguns indivíduos jovens, em caminhadas de intensidade leve e moderada, e que sua precisão é melhor em caminhadas de intensidade alta, com FC entre 130 e 150bpm.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. ACSM stand position on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:2145-56.
2. Castaneda C, Layne LE, Orians LM, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002;25:2335-41.
3. Durstine JL, Haskell WL. The influence of exercise on plasma lipids and lipoproteins. *Exerc Sport Sci Rev.* 1994;22:477-521.
4. Eriksson J, Taimela S, Koivisto VA. Exercise and the metabolic syndrome. *Diabetologia.* 1997;40:125-35.
5. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg G, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* 2001;104:1694-740.
6. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.* 1995; 273:402-7.
7. Paffenbarger RS, Jung DL, Leung RW, Hude RT. Physical activity and hypertension: an epidemiological view. *Ann Med.* 1991;23:319-27.
8. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med.* 2002;136:493-503.
9. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes brasileiras sobre dislipidemias e diretriz sobre prevenção da aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol.* 2001;77-98.
10. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: a report of Surgeon General. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 1996.
11. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença. Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Médica Científica; 1993.
12. Inan. Condições nutricionais da população brasileira: adultos e idosos. Pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. Brasília, Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição, Ministério da Saúde; 1991.
13. Heyward VH. Advanced fitness assessment exercise prescription, 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 1997.
14. Benetti M, Nahas M. Alterações na qualidade de vida em coronariopatas acometidos de infarto agudo do miocárdio, submetidos a diferentes tipos de tratamentos. *Rev Bras Atividade Física e Saúde.* 2000;6:27-33.
15. Silva DK, Nahas MV. Prescrição de exercícios físicos para pessoas com doença vascular periférica. *Rev Bras Cien Mov.* 2002;10:55-61.
16. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício – teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. Manole: São Paulo; 2000.
17. Di Prampero PE. The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med.* 1986;7:55-72.
18. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
19. 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;32:498-504.
20. Hendelman D, Miller K, Bagget C, Debold E, Freedson P. Validity of accelerometry for assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:442-9.
21. Strath SJ, Swartz AM, Bassett Jr DR, O'Brien WIL, King GA, Ainsworth BE. Evaluation of heart rate as method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:465-70.

22. Welk JG, Differding JA, Thompson RW, Bair SN, Dziura J, Hart P. The utility of the Digi-walker step counter to assess daily physical activity patterns. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:S481-7.
23. Strath SJ, Swartz AM, Basset Jr DR, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:S465-70.
24. Hiilloskorpi HK, Pasanen ME, Fogelholm MG, Laukkanen RM, Manttari AT. Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. *Int J Sports Med.* 2003;24:332-6.
25. Passmore R, Durnin JVGA. Human energy expenditure. *Physiologic Review.* 1955; 35:801.
26. Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Wier LT, Ross RM, Suttuville JE. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22:863-70.
27. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12:175-82.
28. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
29. Borg G. Escalas de Borg para dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
30. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
31. Lima JRP. Freqüência cardíaca em cargas crescentes de trabalho: ajuste sigmóide, ponto de inflexão e limiar de variabilidade da freqüência cardíaca. São Paulo, Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo; 1997.