

RAFAEL PACHECO SILVA

**EFEITOS DA CAMINHADA SOBRE O BALANÇO ENERGÉTICO EM
MULHERES OBESAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586e
2012

Silva, Rafael Pacheco, 1982-
Efeitos da caminhada sobre o balanço energético em
mulheres obesas / Rafael Pacheco Silva. – Viçosa, MG, 2012.
xii, 85f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Caminhada (Condicionamento físico). 2. Obesidade.
3. Exercícios físicos. 4. Obesidade em mulheres. 5. Nutrição.
6. Sistema cardiovascular - Doenças. I. Universidade Federal
de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 796.51

RAFAEL PACHECO SILVA

**EFEITOS DA CAMINHADA SOBRE O BALANÇO ENERGÉTICO EM
MULHERES OBESAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 27 de março de 2012.

Sylvia do C.C. Franceschini
(Coorientadora)

João Carlos Bouzas Marins
(Coorientador)

Paulo de Tarso V. Farinatti

Paulo Roberto dos Santos Amorim
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por me guardar nos trajetos entre Ponte Nova e Viçosa e por trilhar meu caminho próximo de pessoas tão especiais.

Aos meus pais, pelo amor e por toda a dedicação e sacrifício visando a minha educação.

Aos meus irmãos, pela amizade, companheirismo e pelas boas conversas.

Aos meus demais familiares, especialmente à minha querida avó, pelas orações e pelo exemplo de força e fé na vida.

À minha namorada Poliana, pelo amor, carinho, por fazer minha vida mais feliz a cada dia e pela paciência nos momentos em que o cansaço falou mais alto.

Ao Prof. Paulo Amorim, por ter dado um significado muito especial à palavra orientador, sempre demonstrando por mim muito carinho, confiança no trabalho e respeito. Obrigado pelo exemplo de que antes de se preocupar com as metas, é preciso cuidar do homem que tem que cumpri-las.

À Escola Nossa Senhora Auxiliadora, berço da minha formação humana e profissional.

A todos os meus professores e colegas da UFMG, pelas contribuições durante a graduação, Agradecimento especial ao G-11, pela amizade, acolhimento e companheirismo em todos os momentos e até pelas discussões, que nos tornaram mais fortes.

Aos professores e funcionários da UFV, que deram suporte teórico e técnico para a realização dos meus trabalhos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, por ter financiado e acreditado em nosso projeto.

A todas as voluntárias que aderiram ao nosso projeto e iniciaram uma vida ativa.

À equipe da Divisão de Saúde da UFV, em especial ao Alexandre, pelo suporte na análise bioquímica.

Aos colegas de mestrado, pelas boas conversas de “bastidores” e troca de informações durante nosso curso.

A todos os membros do LAPEH, em especial ao Prof. João Carlos Bouzas Marins, pelas contribuições pontuais nos trabalhos e por ter acolhido tão bem um “forasteiro” no laboratório.

Aos colegas Bruno Moura, Bruno Porto, Fernanda, Isabela, Karina, Priscila e Sarah, que contribuíram diretamente na realização dos meus trabalhos.

Ao Miller, responsável direto pelo sucesso deste trabalho e que dedicou várias horas a ele, auxiliando nos testes e sendo responsável pela supervisão das caminhadas, com chuva ou sol e alguns “bolos”.

À Sabrina, minha amiga de muito antes de nós pensarmos que estaríamos defendendo o mestrado no mesmo dia, pelo companheirismo e por toda a ajuda que me deu, literalmente, até o último dia do nosso curso.

Aos meus alunos e atletas, que me lembram diariamente o quão é importante o papel do professor na formação do indivíduo.

A todos os meus amigos “não-acadêmicos”, pelos bons momentos juntos e por me mostrarem que a felicidade está em coisas muito mais simples do que a gente imagina.

BIOGRAFIA

Rafael Pacheco Silva, filho de Ezilda Pacheco da Silva e Antonio Silva Sobrinho, nasceu em 08 de dezembro de 1982, na cidade de Ponte Nova, MG.

Em 2002, ingressou-se no curso de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais, na qual em julho de 2006 graduou-se Licenciado em Educação Física.

Em setembro de 2007, iniciou o curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fisiologia e Cinesiologia aplicada à atividade física e saúde da Universidade Gama Filho, concluído em abril de 2009.

Em março de 2010, ingressou-se no programa de Mestrado em Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, concluindo seu curso em março de 2012...

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
APRESENTAÇÃO	4
REFERÊNCIAS	4

CAPÍTULO 1- Revisão: Obesidade e fatores de risco cardiovasculares .7

Resumo	8
Abstract	9
Introdução.....	10
Epistemologia e Fisiopatologia	11
Diagnóstico	12
Obesidade e morbidade/mortalidade	15
Distribuição da gordura corporal.....	18
Prevenção e tratamento	21
Considerações Finais	25
Referências	25

CAPÍTULO 2- Artigo Original 1: Custo energético por distância em diversas velocidades de caminhada em mulheres obesas.....30

Resumo	31
Abstract	32
Introdução.....	33
Métodos.....	34

Resultados.....	38
Discussão	41
Conclusão.....	43
Referências	43
 CAPÍTULO 3- Artigo Original 2: Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas	46
Resumo	47
Abstract	48
Introdução.....	49
Métodos.....	51
Resultados.....	57
Discussão	61
Conclusão.....	65
Referências	66
 CONCLUSÕES GERAIS	69
APÊNDICE A – Orientações para preenchimento do registro alimentar.....	70
APÊNDICE B – Questionário de elegibilidade do estudo	72
ANEXO 1 – Informações aos participantes e termo de consentimento	73
ANEXO 2 – Artigo Original 1 publicado na <i>Revista Motricidade</i>	76
ANEXO 3 – Parecer do comitê de ética em pesquisas com seres humanos - UFV.....	85

RESUMO

SILVA, Rafael Pacheco, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, Março de 2012.
Efeitos da caminhada sobre o balanço energético em mulheres obesas.
Orientador: Paulo Roberto S. Amorim. Coorientadores: João Carlos B. Marins e Sylvia do Carmo C. Franceschini

Esta dissertação foi proposta com o objetivo principal de verificar os efeitos da caminhada sobre o balanço energético em mulheres obesas e, para isso, foram conduzidos uma revisão de literatura e 2 artigos originais sequenciais. Na revisão, verificou-se que a obesidade tem crescido de forma epidêmica em todo o mundo, tanto em adultos como em adolescentes e tem sido apontada como um fator independente para o risco de desenvolvimento de doenças de ordem cardiometabólica, além de estar associada a outros fatores de riscos, tais como as dislipidemias, o diabetes mellitus e a hipertensão arterial. Vários são os métodos de diagnóstico da obesidade, variando o seu custo operacional e possibilidades de aplicação em pesquisas epidemiológicas. Nos últimos anos, o foco da pesquisa sobre o excesso de peso corporal tem sido a distribuição da gordura e sua relação com os mecanismos inflamatórios, que são mediados principalmente pelas concentrações de proteína C-reativa (CRP), leptina e de citocinas, tais como o fator de necrose tumoral α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6), a adiponectina e o inibidor do ativador de plasminogênio-1(PAI-1). As estratégias de prevenção e tratamento adotadas têm buscado, além das técnicas comumente usadas, acompanhar em todo o tempo a aderência ao tratamento, evitando possíveis respostas compensatórias e o re-ganho de peso após programas de reeducação alimentar e intervenções com atividades físicas. Mulheres obesas optam pela caminhada em um ritmo mais confortável e com menor gasto de energia. Assim, o objetivo do artigo original 1 foi comparar o custo energético por distância em diferentes velocidades de caminhada. 13 mulheres obesas (IMC= $33,82 \pm 2,95$ kg/m²) e sedentárias foram voluntárias no estudo. Para determinar o custo energético por distância (*m/min*), foram medidas as trocas respiratórias em um protocolo de esteira que consistia em 5 estágios de 4 minutos, com 4 minutos de repouso, com velocidades crescentes (3,0, 4,0, 5,0, 6,0 km/h e a velocidade de

caminhada auto-selecionada-VCAS). A VCAS foi calculada através da média do tempo para percorrer uma pista de 50 metros de comprimento. O gasto energético por distância foi definido como: (economia grossa = VO_2 [ml/kg.min] dividido pela velocidade [m/min]). O VO_2 e a FC aumentaram conforme ocorriam os aumentos da velocidade na esteira. A VCAS média obtida pelas voluntárias foi de 4,8 km/h. A velocidade de 3,0 km/h apresentou maior valor de economia grossa em relação a 4,0, 5,0, VCAS e 6,0 km/h [0,089, contra 0,076, 0,073, 0,074 e 0,078 (ml/kg.m)]. Concluiu-se que A VCAS é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3,0 km/h representam a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida. A ineficácia de programas de exercícios em promover emagrecimento tem sido questionada, contudo a análise das variáveis relativas à atividade física habitual (AFH) e a ingestão alimentar são componentes não considerados em diversos estudos foi o objeto de estudo do artigo original 2. Assim, o objetivo foi investigar as respostas compensatórias sobre o balanço energético e composição corporal de mulheres obesas. Oito mulheres obesas se submeteram a um programa de caminhadas durante 8 semanas (4 supervisionadas e 4 não supervisionadas). Nas fases pré-intervenção (PRÉ), após 4 semanas (4S) e ao final das 8 semanas de intervenção (PÓS), a AFH foi monitorada por 7 dias com o acelerômetro ActiGraphGT3X e a ingestão alimentar foi verificada por um registro de 3 dias. Foram realizadas antropometria e percentual de gordura, medido por bioimpedância tetrapolar. Em PRÉ e PÓS, foram estimados o consumo de oxigênio (VO_{2max}), por calorimetria indireta, além de glicose, colesterol total e frações, e triglicerídeos. ANOVA com *post hoc* de Tukey foi realizada para variáveis medidas em PRÉ, 4S e PÓS, teste t pareado para variáveis medidas em PRÉ e PÓS. Não foram verificadas diferenças na composição corporal. Sete mulheres aumentaram a ingestão calórica após 4S. Na comparação das diferenças entre os períodos (Δ), foram encontradas diferenças entre $\Delta 4S$ -PRÉ (253 kcal/dia) x $\Delta PÓS$ -4S(-42 kcal/dia)($p=0,014$) e em $\Delta PÓS$ -PRÉ(211 kcal/dia) x $\Delta PÓS$ -4S(-42 kcal/dia)($p=0,033$). A ingestão calórica média por semana em PRÉ, 4S e PÓS foi $9620,33 \pm 2368,70$, $11394,39 \pm 2004,59$, e $11097,91 \pm 1477,53$, respectivamente. Na AFH, houve diferenças entre PRE e

PÓS em relação à 4S (274423 ± 126044 , 224352 ± 78669 e 283437 ± 120909 contagens, respectivamente), bem como aumento significativo do VO_{2max} ($21,13 \pm 3,58$ e $24,40 \pm 3,22 \text{ ml.O}_2.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e redução do LDL ($147,00 \pm 24,01$ e $130,45 \pm 20,81 \text{ mg.dL}^{-1}$). Concluiu-se que, apesar dos benefícios à saúde e aptidão física, o programa de caminhadas realizado nesse estudo não contribuiu para alterações significativas na composição corporal nas mulheres obesas, devido às respostas compensatórias relacionadas ao aumento da ingestão alimentar e diminuição da atividade física habitual.

ABSTRACT

SILVA, Rafael Pacheco, M.Sc. Federal University of Viçosa, March 2012. **Effects of walking in energy balance of obese women.** Advisor: Paulo Roberto S. Amorim. Co-Advisors: João Carlos B. Marins and Sylvia do Carmo C. Franceschini

This work was proposed with the main objective of evaluating the effects of walking on energy balance in obese women, and to this end, we conducted a review and two original articles in sequence. In the review, was verified that obesity epidemic has grown worldwide, both in adults and adolescents and has been reported as an independent factor for the risk of appearance and development of cardiometabolic diseases of order, besides being associated with other risk factors, such as dislipidemies, diabetes mellitus and hypertension. There are several methods for the diagnosis of obesity, varying their operating costs and possibilities of application in epidemiologic research. In recent years, the focus of research on excess body weight has been the distribution of fat and its relationship with inflammatory mechanisms, which mainly mediated by concentrations of C-reactive protein (CRP), leptin and cytokines, such as the tumor necrosis factor α (TNF- α), interleukin-6 (IL-6), adiponectin and plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1). The prevention and treatment strategies adopted have sought, in addition to the techniques commonly used at all times monitor adherence to treatment, avoiding possible compensatory responses and re-gain weight after programs of diet and physical activity interventions. Obese women choose to walk at a comfortable pace and with less energy expenditure. Thus, the main of the original article 1 was to compare the energy cost per distance in different speeds of walking. 13 obese women (IMC=33,82 $\pm$ 2,95 kg/m²) and sedentary had been voluntary in the study. To determine the energy cost per distance (m/min), we measured the respiratory exchanges in a treadmill protocol that consisted of 5 stages of training of 4 minutes, with 4 minutes of rest, increasing speeds (3,0, 4,0, 5,0, 6,0 km/h and the self-selected speed of walking - VCAS). We measured the VCAS through the average of the time to cover a track of 50 meters of length. The energy expenditure per distance was defined

as: (gross economy = VO_2 [ml/kg.min] divided by the speed [m/min]). VO_2 and FC increased according to the increase of the speed at the treadmill. The average VCAS gotten by the volunteers was 4,8 km/h. The speed of 3,0 km/h presented greater value of gross economy in relation to 4,0, 5,0, VCAS and 6,0 km/h (0,089, against 0,076, 0,073, 0,074 and 0,078 ml/kg.m). We concluded that the VCAS represents the lesser cost of energy per distance, between five different speeds, in obese and sedentary women. Moreover, 3,0 km/h represents the speed that promotes the biggest energy expenditure per covered distance. The ineffectiveness of exercise programs to promote weight loss has been questioned, however the analysis of variables related to habitual physical activity (HPA) and food intake components are not considered in several studies was the object of study in original article 2. Thus, the main aim was to investigate compensatory responses on the energy balance and body composition of obese women. Eight obese women underwent a walking program for 8 weeks (4 supervised and unsupervised 4). In the pre-intervention (PRE), after 4 weeks (4W) and after 8 weeks (POST) intervention, the HPA was monitored for 7 days with the accelerometer ActiGraph GT3X and food intake was verified by 3 day-record. Were performed anthropometry and fat percentage, as measured by tetrapolar bioimpedance. In PRE and POST, were estimated maximum oxygen uptake (VO_{2max}), by indirect calorimetry, in addition to glucose, total cholesterol and fractions, and triglycerides. ANOVA with post hoc Tukey test was performed for variables measured in PRE, 4W and POST, paired t-test for variables measured in PRE and POST. No differences were observed in body composition. Seven women increased their caloric intake after 4W. Comparing the differences between periods (Δ), differences were found between Δ PRE-4W (253 kcal / day) x Δ POST-4W (-42 kcal / day) ($p = 0.014$) and Δ PRE-POST (211 kcal / day) x Δ POST-4W (-42 kcal / day) ($p = 0.033$). The mean caloric intake per week in PRE, 4W and POST was $9620,33 \pm 2368,70$, $11394,39 \pm 2004,59$ and $11097,91 \pm 1477,53$ kcal, respectively. In the HPA, there were differences in PRE and POST in relation to 4W (274423 ± 126044 and 224352 ± 78669 vs. 224352 ± 78669 counts, respectively) and significant increase in VO_{2max} ($21,13 \pm 3,58$ and $24,40 \pm 3,22$ ml.O₂.kg⁻¹.min⁻¹) and reducing LDL ($147,00 \pm 24,01$ and $130,45 \pm 20,81$ mg.dL⁻¹).

1). We concluded that, despite the benefits to health and fitness, the walking program conducted in this study did not contribute to significant changes in body composition in obese women, due to compensatory responses related to increased food intake and decreased physical activity.

INTRODUÇÃO GERAL

A obesidade tem crescido de forma epidêmica em todo o mundo, tanto em adultos como em adolescentes. Este problema tem se tornado crítico tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento (1).

Evidências que uma crescente epidemia global de obesidade também ocorre entre crianças em idade escolar foram verificadas, sobretudo em países desenvolvidos, ao analisar pesquisas sobre a prevalência de sobrepeso e obesidade infantil nos últimos 40 anos. Da década de 70 até o final da década de 90 estes índices duplicaram ou triplicaram em vários países como EUA, Canadá, Austrália, Japão, Finlândia, Alemanha, Grécia, Espanha, Reino Unido, Chile e Brasil; com uma perspectiva de crescimento nos próximos anos (2).

No Brasil, há uma tendência ascendente para o desenvolvimento do excesso de peso e obesidade, chegando a atingir elevados índices médios tanto na faixa etária de 5 a 9 anos (33,5% e 14,3%, respectivamente) como entre 10 a 19 anos (20,5% e 4,9%, respectivamente) e também, a partir de 20 anos de idade (49,0% e 14,8%, respectivamente) em homens e mulheres de todas as regiões do país; o que se torna uma questão de notável relevância para a saúde pública (3).

A obesidade é um fator independente para o risco de doenças de ordem cardiometabólica (4), entretanto ela se torna um problema ainda mais sério quando está associada a outros fatores de risco cardiovascular, tais como as dislipidemias, o diabetes mellitus e a hipertensão arterial, o que implica em um aumento substancial nos gastos público com estas doenças (5-6). Desta forma, estratégias de prevenção são necessárias para que sejam diminuídos tanto a incidência e prevalência da obesidade quanto o ônus financeiro para o seu tratamento.

Neste sentido, as mudanças individuais no estilo de vida, como a prática de exercícios, estão diretamente ligadas à prevenção e redução da obesidade e dependem do tipo de atividade e a motivação em realizá-la. Assim, a caminhada aparece como uma das práticas de atividades físicas mais realizadas com o objetivo de manutenção ou redução do peso corporal, devido ao baixíssimo custo e fácil acessibilidade (7). Notadamente, a caminhada traz vários benefícios para a saúde geral dos indivíduos que a praticam (8-9). O gasto energético da caminhada

já foi reportado em estudos com diferentes populações (10-13), entretanto, existem poucos estudos avaliando o gasto energético em adultos obesos enquanto praticam caminhadas.

Indivíduos obesos tendem a preferir uma caminhada em um ritmo mais lento, a fim de reduzirem sua taxa metabólica aguda (ou seja, o gasto energético por unidade de tempo), tornando a caminhada mais confortável (14). Nesta perspectiva a velocidade de caminhada auto-selecionada (VCAS) é comumente identificada como sendo a mais eficiente, com o menor consumo de oxigênio (VO_2) por unidade de trabalho mecânico (15-16).

Além de exercícios planejados, como a caminhada, as atividades físicas habituais (AFH), consideradas como atividades não planejadas, também podem ser uma grande aliada no controle de peso corporal. Embora a AFH, por si só, não seja capaz de resolver o problema da obesidade, aconselha-se, em programas de redução de peso com exercícios e/ou dietas que ela seja, pelo menos, mantida (17).

Uma atividade que implica em aumento no gasto de energia teoricamente desequilibra o balanço energético, criando um déficit energético agudo. Entretanto, em alguns indivíduos ocorrem mecanismos compensatórios de aumento de ingestão alimentar (18-19) e redução da AFH (20), que seriam barreiras importantes na eficácia de programas de perda de peso. A grande variabilidade individual para compensar perturbações no equilíbrio energético poderia parcialmente explicar porque algumas pessoas não conseguem perder peso com o exercício, pois é aceito que o sistema regulador irá se ajustar na tentativa da manutenção do equilíbrio energético (21). Portanto, uma crítica sobre as intervenções por meio dos exercícios é que elas seriam métodos ineficazes e inúteis para controle de peso porque o déficit energético agudo é combatido prontamente por este mecanismo regulador.

Os estudos sobre as respostas compensatórias ao exercício físico têm utilizado, em sua metodologia, períodos de tempo de treinamento, entre três a seis meses (19, 22-23), contudo os efeitos de um programa de exercícios de curta duração sobre as respostas compensatórias ainda não foram adequadamente estudados. O efeito destas respostas logo no início de um programa de

treinamento poderia provocar uma desmotivação para a continuidade das atividades, uma vez que a perda de peso seria prejudicada. Até onde foi possível observar, não há estudos que identificam respostas compensatórias em indivíduos obesos que participem de programas de curta duração envolvendo caminhadas, mesmo sendo esta uma das atividades físicas mais praticadas pela população mundial.

OBJETIVOS

Geral

Verificar os efeitos da caminhada sobre o balanço energético em mulheres obesas e, para isto, foram conduzidos uma revisão e 2 artigos originais sequenciais. Os objetivos específicos inerentes a cada um dos trabalhos serão listados abaixo:

Específicos

Revisão

- a) Analisar a relação entre a obesidade e os fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas.

Artigo Original 1

- a) Comparar os valores de consumo de oxigênio relativo ao peso corporal, a frequência cardíaca e o gasto energético por distância em diferentes velocidades de caminhada em mulheres obesas;

Artigo Original 2

- a) Investigar as possíveis respostas compensatórias sobre o balanço energético e seu impacto sobre a composição corporal em mulheres obesas e sedentárias submetidas a um programa de oito semanas de intervenção com exercícios.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi organizada em três capítulos, sendo o primeiro de revisão e outros dois artigos originais, os quais tiveram como foco principal verificar os efeitos da caminhada sobre o balanço energético em mulheres obesas.

Na revisão, foi abordada a relação entre a obesidade e os fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas.

A principal proposta do artigo 1 foi verificar o custo energético da caminhada, por distância percorrida em mulheres obesas, baseada na hipótese de que indivíduos obesos podem preferir andar mais devagar para reduzir a sua taxa metabólica aguda (ou seja, o gasto energético por unidade de tempo), tornando a caminhada mais confortável(14).

No artigo 2, investigou-se as respostas compensatórias de um programa de caminhadas sobre os níveis de atividades físicas habituais e a ingestão alimentar em mulheres obesas. Alguns estudos têm demonstrado que, embora a caminhada promova um aumento do gasto energético total diário, em alguns indivíduos ocorrem mecanismos compensatórios de aumento de ingestão alimentar (18,19) e redução da AFH (20), que seriam barreiras importantes na eficácia de programas de perda de peso.

Finalmente, nas conclusões gerais, foram destacados os desfechos dos estudos, bem como sugestões para a eficácia nos programas com exercícios para a perda de peso corporal.

REFERÊNCIAS

1. Lavie CJ, Milani RV, Ventura HO. Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. **J Am Coll Cardiol.** 2009 May 26;53(21):1925-32.
2. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity.* 2006;1(1):11-25.
3. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. IBGE Rio de Janeiro; 2010.
4. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation.* 1983;67(5):968-77.

5. Ryan JG. Cost and policy implications from the increasing prevalence of obesity and diabetes mellitus. *Gender medicine*. 2009;6:86-108.
6. Anis A, Zhang W, Bansback N, Guh D, Amarsi Z, Birmingham C. Obesity and overweight in Canada: an updated cost-of-illness study. *Obesity Reviews*. 2010;11(1):31-40.
7. de Moura BP, Marins JCB, Amorim PRS. Self selected walking speed in overweight adults: Is this intensity enough to promote health benefits? *Apunts Medicina de l'Esport* %@ 1886-6581. 2011.
8. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med*. 1997 May;23(5):306-32.
9. Neto J, Ribeiro F, Oliveira J. Is the recommendation to walk sufficient to achieve the levels of physical activity recommended to obtain cardiovascular benefits? *Rev Port Cardiol*. 2011 Mar;30(3):313-22.
10. Freedson PS, Brendley K, Ainsworth BE, Kohl HW, 3rd, Leslie E, Owen N. New techniques and issues in assessing walking behavior and its contexts. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Jul;40(7 Suppl):S574-83.
11. Kramer PA, Sylvester AD. The energetic cost of walking: a comparison of predictive methods. *PLoS One*. 2011;6(6):e21290.
12. Ehlen KA, Reiser RF, 2nd, Browning RC. Energetics and biomechanics of inclined treadmill walking in obese adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul;43(7):1251-9.
13. Lafortuna CL, Agosti F, Galli R, Busti C, Lazzer S, Sartorio A. The energetic and cardiovascular response to treadmill walking and cycle ergometer exercise in obese women. *Eur J Appl Physiol*. 2008 Aug;103(6):707-17.
14. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obes Res*. 2005 May;13(5):891-9.
15. Browning RC, Baker EA, Herron JA, Kram R. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *J Appl Physiol*. 2006 Feb;100(2):390-8.
16. Heglund NC, Willems PA, Penta M, Cavagna GA. Energy-saving gait mechanics with head-supported loads. *Nature*. 1995 May 4;375(6526):52-4.
17. Donnelly JE, Smith BK. Is exercise effective for weight loss with ad libitum diet? Energy balance, compensation, and gender differences. *Exercise and sport sciences reviews*. 2005;33(4):169.
18. Whybrow S, Hughes DA, Ritz P, Johnstone AM, Horgan GW, King N, et al. The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. *British Journal of Nutrition*. 2008;100(05):1109-15.
19. Turner JE, Markovitch D, Betts JA, Thompson D. Nonprescribed physical activity energy expenditure is maintained with structured exercise and implicates a compensatory increase in energy intake. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;92(5):1009.
20. Stubbs RJ, Hughes DA, Johnstone AM, Whybrow S, Horgan GW, King N, et al. Rate and extent of compensatory changes in energy intake and expenditure in response to altered exercise and diet composition in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2004;286(2):R350.

21. Blundell JE, Stubbs RJ, Hughes DA, Whybrow S, King NA. Cross talk between physical activity and appetite control: does physical-activity stimulate appetite? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003;62(3):651-62.
22. Church TS, Martin CK, Thompson AM, Earnest CP, Mikus CR, Blair SN. Changes in weight, waist circumference and compensatory responses with different doses of exercise among sedentary, overweight postmenopausal women. *PLoS One*. 2009;4(2):e4515.
23. King NA, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs R, Blundell JE. Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *International Journal of Obesity*. 2007;32(1):177-84.

Capítulo 1

*REVISÃO**

Obesidade e Fatores de Risco Cardiovasculares

*Enviado como capítulo para o livro *FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR*.
Luciana Moreira Lima (org.); Capítulo 4 - Obesidade e Fatores de Risco
Cardiovasculares

RESUMO

A obesidade tem crescido de forma epidêmica em todo o mundo, tanto em adultos como em adolescentes e tem sido reportada como um fator independente para o risco de desenvolvimento de doenças de ordem cardiometabólica, além de estar associada a outros fatores de riscos, tais como as dislipidemias, o diabetes mellitus e a hipertensão arterial. Vários são os métodos de diagnóstico da obesidade, variando o seu custo operacional e possibilidades de aplicação em pesquisas epidemiológicas. Nos últimos anos, o foco da pesquisa sobre o excesso de peso corporal tem sido a distribuição da gordura e sua relação com os mecanismos inflamatórios, que são mediados principalmente pelas concentrações de proteína C-reativa (CRP), leptina e de citocinas, tais como o fator de necrose tumoral α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6), a adiponectina e o inibidor do ativador de plasminogênio-1(PAI-1). As estratégias de prevenção e tratamento adotadas têm buscado, além das técnicas comumente usadas, acompanhar em todo o tempo a aderência ao tratamento, evitando possíveis respostas compensatórias e o re-ganho de peso após programas de reeducação alimentar e intervenções com atividade físicas.

Palavras-chave: obesidade; fatores de risco; doença cardiovascular; inflamação.

ABSTRACT

The obesity epidemic has grown worldwide, both in adults and adolescents and has been reported as an independent factor for the risk of appearance and development of cardiometabolic diseases of order, besides being associated with other risk factors, such as dislipidemies, diabetes mellitus and hypertension. There are several methods for the diagnosis of obesity, varying their operating costs and possibilities of application in epidemiologic research. In recent years, the focus of research on excess body weight has been the distribution of fat and its relationship with inflammatory mechanisms, which are mainly mediated by the concentration of C-reactive protein (CRP), leptin and cytokines, such as the tumor necrosis factor α (TNF- α), interleukin-6 (IL-6), adiponectin and plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1). The prevention and treatment strategies adopted have sought, in addition to the techniques commonly used at all times monitor adherence to treatment, avoiding possible compensatory responses and re-gain weight after programs of diet and physical activity interventions.

Keywords: obesity; risk factors; cardiovascular disease; inflammation.

Introdução

A obesidade tem crescido de forma epidêmica em todo o mundo, tanto em adultos como em adolescentes. Este problema tem se tornado crítico tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento (1).

Evidências que uma epidemia global de obesidade crescente também ocorre entre crianças em idade escolar foram verificadas, sobretudo em países desenvolvidos, ao investigar pesquisas sobre a prevalência de sobrepeso e obesidade infantil nos últimos 40 anos. Da década de 70 até o final da década de 90 estes índices duplicaram ou triplicaram em vários países como EUA, Canadá, Austrália, Japão, Finlândia, Alemanha, Grécia, Espanha, Reino Unido, Chile e Brasil; com uma perspectiva de crescimento nos próximos anos (2).

No Brasil, dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizadas entre 1974-1975 a 2008-2009 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em parceria com o Ministério da Saúde, descreveram uma tendência ascendente para o desenvolvimento do excesso de peso e obesidade, chegando a atingir elevados índices médios tanto na faixa etária de 5 a 9 anos (33,5% e 14,3%, respectivamente) como entre 10 a 19 anos (20,5% e 4,9%, respectivamente) e também, a partir de 20 anos de idade (49,0% e 14,8%, respectivamente) em homens e mulheres de todas as regiões do país; o que se torna uma questão de notável relevância para a saúde pública (3).

Da mesma forma, os últimos inquéritos telefônicos anuais desenvolvidos pelo Ministério da Saúde através do sistema de Vigilância de fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas executado em todas as 26 capitais dos estados brasileiros e no Distrito Federal, revelaram uma frequência do excesso de peso de aproximadamente 48,1% em adultos, sendo maior entre os homens (52,1%) do que entre as mulheres (44,3%). Já em relação à obesidade, a frequência obtida alcançou 15,0%, sendo que esse valor tende a aumentar com o decorrer da idade (4).

A obesidade tem sido reportada como um fator independente para o risco de aparecimento e desenvolvimento de doenças de ordem cardiometabólica (5), porém sua associação com outros fatores de risco a torna um problema ainda maior para a saúde pública, implicando em um exacerbado ônus aos cofres

públicos com as doenças relacionadas à obesidade ou ela mesma, de forma independente (6-7).

Neste capítulo, abordaremos como temas centrais, a fisiopatologia e o diagnóstico da obesidade, as morbidades associadas ao excesso de peso corporal e sua relação com índices de mortalidade por doenças de ordem cardiometabólica, bem como a influência da distribuição da gordura corporal e os processos inflamatórios envolvidos no aumento da adiposidade visceral, além de apontar para as novas perspectivas nos tratamentos contra a obesidade.

Epistemologia e Fisiopatologia

Pode-se definir a obesidade como o acúmulo de tecido gorduroso localizado ou generalizado, provocado por desequilíbrio nutricional associado ou não a distúrbios genéticos ou endócrino-metabólicos. Sua etiologia é complexa e multifatorial, resultando da interação de genes, fatores comportamentais, ambientais e emocionais (8)

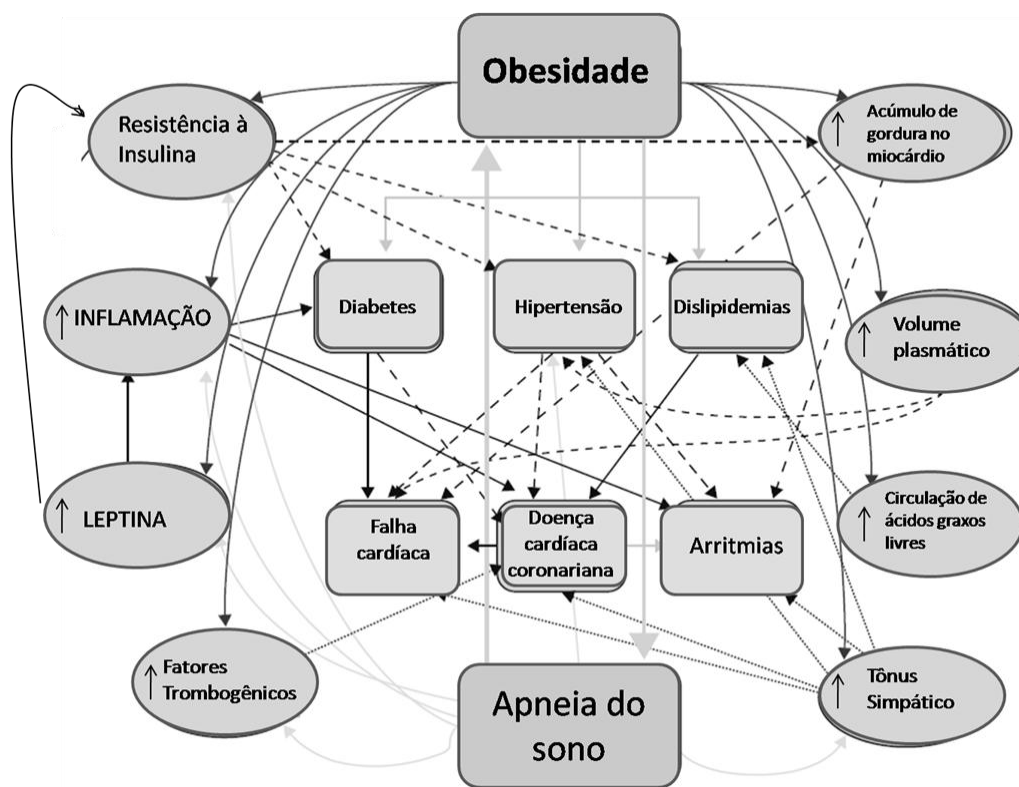
Alterações nos hábitos alimentares como a ingestão de quantidade de alimentos de alta densidade energética e mudanças no estilo de vida reduzindo o gasto energético habitual ao tornar-se mais sedentário, podem favorecer a um balanço energético positivo potencializando o desenvolvimento da obesidade (9).

As Diretrizes Brasileiras de Obesidade relatam que existem três componentes primários no sistema neuroendócrino envolvidos com a obesidade: o sistema aferente, que envolve a leptina e outros sinais de saciedade e de apetite de curto prazo; a unidade de processamento do sistema nervoso central; e o sistema eferente, um complexo de apetite, saciedade, efetores autonômicos e termogênicos, que leva ao armazenamento energético (8).

Em termos fisiopatológicos, o adipócito, principal célula do tecido adiposo, atua como um órgão endócrino e possui um papel determinante nas patogêneses e complicações da obesidade (1).

Na figura 1 são ilustrados os diversos mecanismos relacionados à fisiopatologia da obesidade. Estes mecanismos fisiopatológicos pelos quais a obesidade é associada à doença cardiovascular são complexos e não limitados a fatores como o diabetes, a hipertensão arterial ou as dislipidemias. Outros fatores

com uma interação indireta têm sido descritos recentemente, como os processos inflamatórios, a ativação neuro-hormonal com aumento do tônus simpático, elevadas concentrações de leptina e insulina, apneia do sono, circulação de ácidos graxos livres aumentada e deposição de gordura intra-miocárdica e subepicárdica.



Adaptado de López-Jiménez e Cotéz-Bergoderi (2011)

Figura 1. Fisiopatologia da obesidade e a doença cardiovascular.

Diagnóstico

O diagnóstico da obesidade geralmente é realizado a partir do Índice Quetelet, conhecido como Índice de Massa Corporal (IMC), calculado através da divisão do peso corporal em kg pelo quadrado da altura em metros, sendo o excesso de peso classificado da seguinte maneira: índices entre 25,0 e 29,9 kg/m² são considerados como Sobrepeso e, o grau de Obesidade é classificado a partir de 30,0 kg/m² (Tabela 1) (10). Este índice tem sido largamente utilizado nos estudos clínicos, que relacionam a obesidade ao risco de infarto agudo do miocárdio (11).

Embora tenha sido identificada uma associação entre o IMC e doenças crônicas ou mortalidade, a medida da circunferência abdominal também tem sido utilizada como melhor parâmetro para diagnosticar obesidade central além de relacionar-se como indicador de risco metabólico (8).

A distribuição específica de excesso de gordura pode influenciar o relação entre obesidade e doença cardíaca, sendo que o excesso de tecido adiposo abdominal, localizado principalmente na região visceral, e excesso

de triglicerídeos no fígado, no músculo esquelético e nos tecido cardíaco estão associados com insuficiência hepática, resistência insulínica e debilidade na função ventricular (12)

Assim, a classificação associada dos valores de Índice de Massa Corporal, da circunferência de cintura e o risco de doenças foi proposta pela força-tarefa do National Heart, Lung and Blood Institute (1998), conforme segue abaixo na Tabela 1:

Tabela 1: Classificação do sobrepeso e da obesidade através do IMC da circunferência da cintura e do risco de doenças associado

		Risco de doença* para peso normal e circunferência de cintura	
	Índice de Massa Corporal, kg/m ²	Homem ≤ 102cm; Mulher ≤ 88 cm	Homem > 102cm; Mulher > 88 cm
- Baixo peso	<18,0	-----	-----
- Peso Normal	18,5-24,9	-----	-----
- Sobrepeso	25,0-29,9	aumenta	alta
- Obesidade			
grau 1	30,0-34,9	alta	muito alta
grau 2	35,0-39,9	muito alta	muito alta
grau 3	≥40,0	extremamente	extremamente
(Obesidade extrema)		alta	alta

*Risco de doença para diabetes tipo 2, hipertensão e doença cardiovascular.

Fonte: Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: The evidence Report: National Institute of Health.

Vários métodos são utilizados para a medida do estado de obesidade além do IMC, tais como a circunferência da cintura (CC), a relação cintura/quadril (RCQ) o método das dobras cutâneas, bioimpedância elétrica (BIA) e absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA), sendo a escolha do método dependente do objetivo da medida.

O DEXA tem sido utilizado como um método muito preciso de medida da quantidade de gordura corporal total e localizada (13). Entretanto, como se trata de um método caro e ainda pouco acessível do ponto de vista da epidemiologia, torna o IMC como o procedimento mais utilizado na medida da obesidade. Cabe destacar que o IMC não é sensível para identificar situações onde um valor mais elevado pode estar relacionado a maiores volumes de massa corporal magra, podendo assim provocar erros na interpretação dos resultados. Já a CC pode ser uma alternativa simples para o recrutamento de informações sobre a distribuição da gordura corporal na região abdominal já que é pouco afetada pelas alterações da massa magra, como acontece com o IMC, podendo ser adequada para a determinação do estado de obesidade, porém a CC.

Já a RCQ pode ser mais difícil de ser interpretada, pois pode refletir um efeito de cintura larga, bem como ser influenciada por uma circunferência diminuída do quadril (14).

A mensuração das dobras cutâneas representa um método consagrado para quantificação da gordura corporal, podendo ainda permitir o cálculo da composição corporal por diversas equações (15). Contudo em certos níveis de obesidade, seja pela limitação do compasso empregado ou pelo volume total da prega cutânea torna difícil seu emprego.

Não existe um método perfeito para se diagnosticar uma condição de obesidade. A escolha do método é dependente de uma série de fatores como, por exemplo, os recursos disponíveis, tempo para a coleta de dados e tipo de estudo a ser realizado.

Obesidade e morbidade/mortalidade

A obesidade está associada ao aumento do risco de morbidade e mortalidade e com inúmeras comorbidades tais como as doenças cardiovasculares (DCV), diabetes tipo 2, hipertensão arterial, alguns tipos de câncer e apnéia obstrutiva do sono (11), podendo ainda predispor o indivíduo a várias complicações cardíacas, tais como doença cardíaca coronariana, insuficiência cardíaca e morte súbita, devido a sobrecarga sobre o sistema cardiovascular, uma vez que o volume total de sangue e o débito cardíaco são aumentados (1, 12, 16). Outras comorbidades também relacionadas à obesidade são: dislipidemia, osteoartrite, depressão, gota, doença hepática não-alcoólica e distúrbios endócrinos reprodutivos (10). Contudo, esta doença é um fator de risco independente para doenças cardiovasculares (12, 16). A obesidade ainda representa uma condição na qual, além do aumentado o risco de morte, podem ser atribuídas a ela complicações ortopédicas, neoplasias, câncer e doenças renais.

Esta associação entre obesidade e doença cardíaca coronariana é parcialmente mediada pelos riscos tradicionais já citados, como a hipertensão, as dislipidemias e o diabetes mellitus, embora estes fatores de risco não expliquem totalmente esta associação. A aterosclerose coronariana provavelmente se inicia, ou é acelerada, por vários mecanismos potencializados pela obesidade, como o aumento do tônus simpático, a maior circulação de ácidos graxos livres, aumento do volume intravascular com o maior stress da parede dos vasos sanguíneos, inflamação e mudanças nas lipoproteínas que acentuam o potencial aterogênico (17).

Em uma síntese de estudos para a população alemã, o risco de desenvolvimento das doenças cardiovasculares foi aumentado em 20% nos indivíduos com sobrepeso e em 50% nos obesos. Quanto à mortalidade total por problemas cardiovasculares, a obesidade também aumentou em 50% para os obesos e em até 300% para obesos mórbidos (IMC>40 kg/m²) (18).

Uma revisão de literatura realizada por Lavie et al. (2009) resumiu os efeitos adversos da obesidade (Tabela 2) e confirmou a importância da obesidade na patogênese e progressão das doenças cardiovasculares.

Tabela 2: Efeitos adversos da obesidade

Efeitos adversos da obesidade
- Aumento da resistência insulínica (intolerância a glicose, síndrome metabólica, diabetes tipo 2)
- Hipertensão arterial
- Dislipidemia (elevação do colesterol total, dos triglicerídeos, LDL colesterol, apolipoproteína- B, elevação pequena das partículas LDL densas e redução do colesterol HDL e da apolipoproteína-A1)
- Anormalidade geométrica do ventrículo esquerdo (remodelamento concêntrico e hipertrofia ventricular esquerda)
- Disfunção endotelial
- Aumento da inflamação sistêmica e do estado pró-trombótico
- Disfunção sistólica e diastólica
- Insuficiência cardíaca
- Doença arterial coronariana
- Fibrilação atrial
- Apnéia obstrutiva do sono/ alteração respiratória do sono
- Albuminúria
- Osteoartrite
- Alguns tipos de câncer

(1)

Cornier et al. (10) afirmam que já foi comprovado um efeito nocivo da obesidade e do excesso de adiposidade na saúde cardiovascular, sendo que tanto a obesidade abdominal como a obesidade geral, são de forma independente associadas à doença cerebrovascular e doença cardíaca coronária.

A tentativa de estabelecer uma relação entre obesidade e risco de morte/morbidade também tem sido alvo de pesquisas em crianças e adolescentes obesos. Uma revisão sistemática sobre o tema indicou que o sobrepeso e a obesidade em crianças e adolescentes estão fortemente associados tanto à morte prematura quanto à morbidade na vida adulta, particularmente relacionadas aos problemas cardiometabólicos (19).

Todas as tentativas de relacionar a obesidade às doenças cardiometabólicas deve, diante desta premissa, levar em consideração todos os momentos da vida dos indivíduos em que eles apresentaram problemas com o excesso de peso, que podem ser determinantes para o futuro aparecimento de todas as doenças citadas.

Obesidade Infantil

A obesidade em crianças e adolescentes tem crescido em âmbito mundial significativo, com sérias conseqüências para a saúde pública(20). Crianças com sobrepeso são mais propensas a se tornarem adultos com sobrepeso quando comparadas a crianças magras (2). Algumas situações se associam com frequência à obesidade ao longo do desenvolvimento da criança como a obesidade dos pais, o sedentarismo, seu peso ao nascer, o aleitamento materno e fatores relacionados ao crescimento (21). Segundo a Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (8), a probabilidade de que uma criança obesa permaneça obesa na idade adulta varia de 20% a 50% antes da puberdade e 50% a 70% após. O risco de síndrome plurimetabólica e de morte em adultos obesos que foram crianças ou adolescentes obesos é significativamente maior em comparação aos adultos magros cujo peso corporal foi normal durante a infância e adolescência.

Os problemas relacionados ao excesso de peso em meninos e meninas estão diretamente relacionados também à distribuição da gordura corporal. Na tentativa de estabelecer pontos de corte para a circunferência de cintura como preditores dos fatores de risco cardiometabólicos, Andaki et al. (22) verificaram que 66 e 63,2 seriam os valores limítrofes para o risco de desenvolvimento de doenças cardíacas para meninos e meninas com média de idade de $9,9 \pm 0,7$ anos, respectivamente.

As doenças cardiovasculares só se manifestam após algumas décadas, entretanto os fatores de risco que surgem na infância estão diretamente relacionados ao excesso de peso e à distribuição de gordura, assim como nos adultos, sendo que sua prevalência aumenta de acordo com o grau de obesidade. Os riscos de hipertensão arterial e hipertrigliceridemia parecem ser maiores em

crianças mais novas, já os riscos de hipercolesterolemia e hiperinsulinemia, geralmente são mais acentuados em adolescentes (8).

Os mecanismos hormonais e inflamatórios, que serão tratados em outra seção deste mesmo capítulo, também merecem uma atenção especial na obesidade infanto-juvenil, visto que os efeitos deletérios destes mecanismos são semelhantes aos apresentados na idade adulta (23).

Distribuição da gordura corporal

Nos últimos anos, tem se tornado mais claro que a distribuição da gordura corporal é um fator importante quando se considera os riscos da obesidade para o surgimento ou agravamento das doenças coronarianas. Os ricos cardiovasculares e metabólicos estão mais fortemente associados à obesidade andróide (acúmulo de gordura visceral ou abdominal e na região superior do tronco) do que à obesidade ginóide (acúmulo de gordura na região do quadril e coxas) (24). A obesidade visceral é uma das maiores causas das doenças relacionadas à obesidade (25).

A gordura localizada na região abdominal associa-se aos vários fatores de risco cardiometabólicos citados ao longo do artigo, tais como a glicose em jejum, triglicerídios, lipoproteínas, hipertensão, diabetes e síndrome metabólica e, mesmo com correções estatísticas em função do IMC e através de modelos de regressão individuais, provocam efeitos deletérios mais potentes do que a gordura subcutânea (26).

A presença da lipoproteína de baixa densidade (LDL) é uma característica fundamental da gordura abdominal visceral e está fortemente associada ao quadro de hipertrigliceridemia da resistência à insulina. Os estudos têm mostrado que as partículas de LDL penetram facilmente na parede vascular, com uma alta suscetibilidade à oxidação e grande potencial aterogênico (27).

A hipertensão arterial também tem uma relação especial com a obesidade e a distribuição da gordura corporal. Sua prevalência é duas vezes maior em obesos quando comparada com pessoas de peso normal (28) e entre 65 e 78% dos casos de hipertensão podem ser atribuídos ao excesso de peso (29). Esses dados representam a idéia central do mecanismo hipertensivo, no qual o acúmulo de

gordura visceral, concomitante ao surgimento de placas ateroscleróticas nas paredes dos vasos sanguíneos aumentam a resistência periférica total.

Outros locais que funcionam como depósito do excesso de gordura que merecem atenção especial são o fígado, o tecido muscular e o pericárdio. A deposição de gordura no fígado e no tecido muscular é considerada um importante fator no desenvolvimento da resistência à insulina e o diabetes. Além disto, o acúmulo de gordura em torno do coração tem despertado interesse da comunidade científica devido à associação aos vasos coronarianos e à função cardíaca, agravando a inflamação das paredes dos vasos sanguíneos e estimulando a progressão da aterosclerose (30-31).

A gordura abdominal em crianças obesas apresenta correlação positiva com as alterações metabólicas como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, hiperglicemia e hiperinsulinemia. Suspeita-se que crianças pré púberes, com idades entre 4 e 12 anos, com percentual de gordura superior a 33% e circunferência abdominal superior a 71 cm, são mais propensas a risco cardiovascular, em contrapartida, aquelas que apresentam menos de 20% de gordura corporal e valores inferiores a 61 cm de circunferência abdominal apresentam o risco mínimo (32).

Mecanismos Inflamatórios

Vários processos inflamatórios são apontados como preditores significativos de um e possível fator etiológico das doenças cardiovasculares. Existe uma forte associação entre o acúmulo de gordura visceral e os processos inflamatórios (31, 33) que são mediados pelas concentrações de proteína C-reativa (CRP), leptina e de citocinas, tais como o fator de necrose tumoral α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6), a adiponectina e o inibidor do ativador de plasminogênio-1(PAI-1). No tecido adiposo, estas proteínas são denominadas adipocitocinas ou adipocinas. Os adipócitos atuam de forma determinante na produção e secreção das adipocitocinas. Quando comparados com o tecido adiposo subcutâneo, o perfil da expressão gênica indica que a gordura visceral expressa níveis aumentados de citocinas pro – inflamatórias (34).

Níveis elevados de CRP têm sido associados com risco aumentado de infarto do miocárdio, doenças cerebrovasculares, doença arterial periférica e morte por doença cardíaca coronariana em homens e mulheres aparentemente saudáveis(35). Também há uma associação entre a CRP e o IMC em crianças e adultos e sugere-se que a CRP também seja fator indutor de aterosclerose e não apenas um marcador indireto da inflamação vascular. Embora os mecanismos pelos quais a obesidade ocasiona o aumento dos níveis de CRP ainda não estejam completamente definidos, acredita-se que ele seja mediado pela IL-6, estimulando a sua produção no fígado (17).

O estado inflamatório que caracteriza a obesidade reflete uma importante conexão entre esta condição e a resistência insulínica, anormalidades na glicose e lipídios, além da hipertensão arterial, sendo cada um destes, por si só, fatores de risco cardiovascular. De fato, os processos inflamatórios desencadeados pelo excesso de gordura total e, principalmente, visceral, são correlacionados a eventos cardiovasculares. O desequilíbrio nas adipocitocinas, inerentes à obesidade, inclui baixas concentrações de adiponectina e altas concentrações de leptina, IL-6, TNF- α e PAI-1. Estas condições podem induzir ao stress oxidativo e à disfunção endotelial e à doença isquêmica do coração(36-37).

A hipertensão arterial também possui uma relação direta com os mecanismos inflamatórios da obesidade. O balanço positivo de energia de forma crônica promove um acúmulo excessivo de gordura visceral, que sintetiza o angiotensinogênio, e, portanto, contribui para a ativação do sistema renina-angiotensina. Em adição, a angiotensina II dificulta o desenvolvimento dos pré-adipócitos, promovendo o acúmulo de grandes adipócitos disfuncionais, que por sua vez produzem grandes quantidades de leptina e ácidos graxos livres não esterificados, além de reduzirem a quantidade de adiponectina. Estes eventos promovem a produção de TNF- α pelos macrófagos, que induzem a produção de IL-6. Além disto, estas altas concentrações de leptina, TNF- α e IL-6, concomitante à reduzida quantidade de adiponectina ativam o sistema nervoso simpático, um componente chave da resposta hipertensiva (38),

O processo inflamatório relacionado à obesidade é de difícil diagnóstico e interpretação, uma vez que as outras doenças se sobrepõem ao excesso de peso.

Em um estudo realizado por Wildman et al. (39), foi verificado que as mulheres obesas com ou sem componentes adicionais da síndrome metabólica apresentaram concentrações maiores de marcadores inflamatórios, dentre eles o PAI-1, do que as mulheres de peso normal. Portanto, a obesidade, mesmo na ausência de fatores de risco ou diabetes foi associada aos níveis dos marcadores inflamatórios.

Prevenção e tratamento

Prevenir a obesidade na infância é a maneira mais segura de controlar essa doença crônica a qual pode ser iniciada desde a vida intra-uterina; visto que este período é considerado crítico assim como o primeiro ano de vida e a adolescência para o acometimento desta doença. Além disso, a associação da obesidade ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis na idade adulta confirma a urgência de cuidados na saúde infantil (9), uma vez que as projeções da prevalência em obesidade ainda apontam para aumentos nos próximos anos (2).

Vale ressaltar, sobretudo, a ampliação de políticas de promoção de saúde que envolvam educação nutricional e incentivo à prática de atividade física, além da atuação de médicos pediatras no atendimento individualizado da criança e do adolescente que apresentam sobrepeso e obesidade. O tratamento da obesidade envolve abordagem dietética, modificação do estilo de vida, ajustes na dinâmica familiar, incentivo à prática de atividade física e apoio psicossocial. Em situações de obesidade grave ou na presença de morbididades associadas, o atendimento por equipe multiprofissional (que reúne pediatra que atua na área de nutrologia, nutricionista, psicólogo, assistente social, educador físico, entre outros) é imprescindível. O tratamento de sobrepeso ou obesidade infantil não deve ser protelado, pois as possibilidades de persistência dessas condições na idade adulta estão relacionadas com o tempo de duração da doença e sua gravidade (9).

A gravidade da obesidade e a urgência do seu tratamento dependem do risco de um evento aterotrombótico agudo ou da presença de co-morbididades relacionadas à esta doença como disfunção ventricular sistólica ou diastólica, infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral ou periférico (11). O tratamento convencional desta doença crônica baseia-se na redução da ingestão calórica,

aumento do gasto energético, modificação comportamental e envolvimento familiar no processo de mudança (8). Outras terapias utilizadas na perda de peso corporal incluem a intervenção dietética, atividade física, farmacoterapia e a cirurgia bariátrica (12)

A Associação Americana do Coração, através do Conselho de Nutrição, Atividade Física e Metabolismo, avaliou o efeito da perda de peso sobre os fatores de risco das doenças coronarianas (por exemplo, e diabetes mellitus tipo 2, dislipidemia, hipertensão e inflamação) relatando resultados positivos como redução da resistência insulínica, dos níveis do colesterol LDL e dos triglicerídeos sanguíneos, da pressão arterial sistólica e diastólica, da circunferência de cintura, das concentrações de proteína reativa C, interleucina 6 e 18 e, fator de necrose tumoral- α , além da elevação da sensibilidade insulínica e do níveis do colesterol HDL. Diante destas verificações a perda de peso e a atividade física foram então consideradas como uma terapia primária para pacientes obesos com doença cardiovascular (12). A perda de peso, ou, especificamente a perda de gordura corporal, está associada à melhora nas comorbidades relacionadas à obesidade(10) .

Entretanto há de se interpretar cautelosamente os efeitos dos tratamentos no combate à obesidade, particularmente quando se envolve mudanças nos hábitos de vida, como a prática de atividades físicas e dietas. A não aderência ao treinamento com exercícios ou às dietas tem sido reportada em vários estudos (40-43). Um sério problema na tentativa de se diminuir os níveis de obesidade são as respostas compensatórias ao treinamento com exercícios. King et al. (44) investigaram sujeitos que foram submetidos a um programa de treinamento com exercícios aeróbicos durante 12 semanas, com 5 sessões de treinos semanais e com alvo de 500kcal/sessão. Os resultados indicaram que, como resposta compensatória, houve um aumento de, em média 268,2 quilocalorias/dia na ingestão alimentar dos sujeitos. Dados (não publicados) do nosso grupo de estudos sobre o dispêndio de energia, da Universidade Federal de Viçosa, revelaram que o treinamento com caminhadas durante oito semanas ocasionou, além de um aumento da ingestão alimentar, uma diminuição dos níveis de atividade física habitual (atividades do dia a dia, porém, não planejadas). Este

comportamento se deve, principalmente, pela tentativa do sistema regulador em manter o equilíbrio energético, aumentando, inclusive, a sensação de fome (45), sobretudo em treinamentos de curta duração e pela crença de que o exercício planejado seria suficiente para a perda de peso, desprezando o papel da atividade física habitual no gasto calórico diário total. Assim, a incorporação de uma atividade física no programa de emagrecimento não deve interferir na redução das atividades habituais, havendo necessidade inclusive de um reforço para que essas sejam inclusive aumentadas para contribuir com o gasto energético total.

A aderência a um programa de redução da ingestão calórica também é importante no tratamento da obesidade e diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares. Fuentes et al. (46) avaliaram, durante 2 anos, a aderência a uma dieta de 1200 a 1800 calorias, de acordo com a massa corporal total, e sua relação com a função cardíaca. Os resultados demonstraram que a perda de peso foi associada a efeitos benéficos na estrutura e função cardiovasculares, manifestado pela diminuição da massa do ventrículo esquerdo, melhoria das funções sistólica e diastólica, além de diminuição da hipertrofia vascular. Por outro lado, quando começaram ganhar novamente peso, os sujeitos apresentaram aumentos da massa ventricular, perda da função diastólica e hipertrofia vascular. Estes resultados indicam que não só a perda de peso, mas também a manutenção do peso após a dieta deve ser considerada, na tentativa de diminuição dos riscos cardiovasculares ocasionados pelo acúmulo excessivo de gordura corporal.

Tratar a obesidade como prevenção de eventos cardiovasculares faz parte de um programa amplo, que também envolve o tabagismo, o sedentarismo e os demais fatores de risco tratáveis. Portanto recomenda-se, investigar a presença desses fatores de risco, juntamente com a avaliação do excesso de peso, para que se possa estimar adequadamente o risco cardiovascular e iniciar um programa de prevenção (11).

Neste sentido, o American Heart Association (47) publicou um documento com o intuito de estabelecer metas para a saúde cardiovascular no que diz respeito à redução da morbidade e mortalidade cardiovascular através da adoção de comportamentos ideais à saúde, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Definição de saúde cardiovascular ideal

Objetivo / Medidas	Definição de saúde vascular ideal
Fumantes	
Adultos: > 20 anos de idade	Nunca ou parou > 12 meses atrás
Crianças: 12 a 19 anos de idade	Nunca experimentou ; nunca fumou um cigarro inteiro
Índice de Massa Corporal	
Adultos: > 20 anos de idade	< 25 kg/m ²
Crianças: 2 a 19 anos de idade	<85 th Percentil
Atividade Física	
Adultos: > 20 anos de idade	≥ 150 min/semana de intensidade moderada ou ≥ 75 min/semana de intensidade vigorosa ou combinação
Crianças: 2 a 19 anos de idade	≥ 60min de intensidade moderada a vigorosa de atividade por dia
Escore de dieta saudável	
Adultos: > 20 anos de idade	4-5 componentes*
Crianças: 5 a 19 anos de idade	4-5 componentes*
Colesterol total	
Adultos: > 20 anos de idade	<200 mg/dL†
Crianças: 6 a 19 anos de idade	<170 mg/dL†
Pressão arterial	
Adultos: > 20 anos de idade	<120/<80 mm Hg†
Crianças: 8 a 19 anos de idade	<90 th Percentil†
Glicemia de jejum	
Adultos: > 20 anos de idade	<100 mg/dL
Crianças: 12 a 19 anos de idade	<100 mg/dL

*O comitê selecionou cinco aspectos da dieta para definir uma dieta saudável.

† Valores não tratados.

Os valores apresentados são apenas uma abordagem prática que fornece aos indivíduos um conjunto de potenciais ações concretas. Uma lógica mais abrangente é apresentada em um conjunto de recomendações nutricionais fornecidas nas Diretrizes Nutricionais de 2006 (48-50).

Considerações finais

Ao longo do capítulo, procurou-se demonstrar que a obesidade é um problema de ordem mundial e os mecanismos relacionados às doenças cardiometabólicas são complexos, pois envolvem processos neurais, hormonais e metabólicos. O acúmulo de gordura na região abdominal merece uma atenção redobrada por parte de profissionais de saúde no combate à obesidade, pois provocam desequilíbrios significativos nas citocinas relacionadas aos processos inflamatórios. É notável a associação da obesidade ao aumento do risco de morbidade e mortalidade e com inúmeras comorbidades, todavia, esta doença é um fator de risco independente para doenças cardiovasculares.

Para o tratamento da obesidade, além das técnicas comumente usadas, deve-se acompanhar em todo o tempo a aderência ao tratamento, evitando possíveis respostas compensatórias e o re-ganho de peso após programas de reeducação alimentar e intervenções com atividade físicas.

Referências

1. Lavie CJ, Milani RV, Ventura HO. Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. *J Am Coll Cardiol*. 2009 May 26;53(21):1925-32.
2. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2006;1(1):11-25.
3. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. IBGE Rio de Janeiro; 2010.
4. Moura EC, Silva SA, Malta DC, Moraes Neto OL. Fatores de risco e proteção para doenças crônicas: vigilância por meio de inquérito telefônico, VIGITEL, Brasil, 2007. *Cadernos de Saúde Pública*. 2011;27(3):486-96.

5. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1983;67(5):968-77.
6. Ryan JG. Cost and policy implications from the increasing prevalence of obesity and diabetes mellitus. *Gender medicine*. 2009;6:86-108.
7. Anis A, Zhang W, Bansback N, Guh D, Amarsi Z, Birmingham C. Obesity and overweight in Canada: an updated cost-of-illness study. *Obesity Reviews*. 2010;11(1):31-40.
8. ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010 3ª ed. Itapevi - SP: AC Farmacêutica; 2009.
9. Pediatria SBd. Obesidade na infância e adolescência: Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria, Departamento de Nutrologia. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria - Departamento de Nutrologia; 2008. p. 116.
10. Cornier MA, Despres JP, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the american heart association. *Circulation*. 2011 Nov 1;124(18):1996-2019.
11. Halpern A, Segal A, Ribeiro AB, Garrido A, Mady C, Fernandes F, et al. Diretrizes para cardiologistas sobre excesso de peso e doença cardiovascular dos departamentos de aterosclerose, cardiologia clínica e FUNCOR da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2002;78:01-13.
12. Klein S, Burke LE, Bray GA, Blair S, Allison DB, Pi-Sunyer X, et al. Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation*. 2004 Nov 2;110(18):2952-67.
13. Barrera M, Salazar G, Gajardo H, Gattas V, Coward A. Comparative analysis of body composition assessment methods in healthy adult men]. *Revista médica de Chile*. 1997;125(11):1335.
14. Snijder MB, van Dam RM, Visser M, Seidell JC. What aspects of body fat are particularly hazardous and how do we measure them? *Int J Epidemiol*. 2006 Feb;35(1):83-92.
15. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*. 1981;53(2):181.
16. Poirier P, Giles TD, Bray GA, Hong Y, Stern JS, Pi-Sunyer FX, et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2006 Feb 14;113(6):898-918.
17. Lopez-Jimenez F, Cortes-Bergoderi M. Update: systemic diseases and the cardiovascular system (i): obesity and the heart. *Rev Esp Cardiol*. 2011 Feb;64(2):140-9.
18. Lenz M, Richter T, Muhlhauser I. The morbidity and mortality associated with overweight and obesity in adulthood: a systematic review. *Dtsch Arztebl Int*. 2009 Oct;106(40):641-8.

19. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2011 Jul;35(7):891-8.
20. Wilson AC, Samuelson B, Palermo TM. Obesity in children and adolescents with chronic pain: associations with pain and activity limitations. *Clin J Pain*. 2010 Oct;26(8):705-11.
21. Enes CC, Slater B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2010;13(1):163-71.
22. Andaki ACR, Tinoco ALA, Mendes EL, Andaki Júnior R, Hills AP, Amorim PRS. Different waist circumference measurements and prediction of cardiovascular risk factors and metabolic syndrome in children. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2011.
23. Arslan N, Erdur B, Aydin A. Hormones and cytokines in childhood obesity. *Indian Pediatr*. 2010 Oct;47(10):829-39.
24. Sharma AM. Adipose tissue: a mediator of cardiovascular risk. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002 Dec;26 Suppl 4:S5-7.
25. Balistreri CR, Caruso C, Candore G. The role of adipose tissue and adipokines in obesity-related inflammatory diseases. *Mediators Inflamm*. 2010;2010:802078.
26. Liu J, Fox CS, Hickson DA, May WD, Hairston KG, Carr JJ, et al. Impact of abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue on cardiometabolic risk factors: the Jackson Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010 Dec;95(12):5419-26.
27. Sam S, Haffner S, Davidson MH, D'Agostino RB, Sr., Feinstein S, Kondos G, et al. Hypertriglyceridemic waist phenotype predicts increased visceral fat in subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009 Oct;32(10):1916-20.
28. Kotchen TA. Obesity-related hypertension?: weighing the evidence. *Hypertension*. 2008 Nov;52(5):801-2.
29. Garrison RJ, Kannel WB, Stokes J, 3rd, Castelli WP. Incidence and precursors of hypertension in young adults: the Framingham Offspring Study. *Prev Med*. 1987 Mar;16(2):235-51.
30. Lim S, Despres JP, Koh KK. Prevention of atherosclerosis in overweight/obese patients. - In need of novel multi-targeted approaches. *Circ J*. 2011;75(5):1019-27.
31. Mahabadi AA, Massaro JM, Rosito GA, Levy D, Murabito JM, Wolf PA, et al. Association of pericardial fat, intrathoracic fat, and visceral abdominal fat with cardiovascular disease burden: the Framingham Heart Study. *Eur Heart J*. 2009 Apr;30(7):850-6.
32. Higgins PB, Gower BA, Hunter GR, Goran MI. Defining health-related obesity in prepubertal children. *Obesity*. 2001;9(4):233-40.
33. Pou KM, Massaro JM, Hoffmann U, Vasan RS, Maurovich-Horvat P, Larson MG, et al. Visceral and subcutaneous adipose tissue volumes are cross-sectionally related to markers of inflammation and oxidative stress: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007 Sep 11;116(11):1234-41.
34. Atzmon G, Yang XM, Muzumdar R, Ma XH, Gabriely I, Barzilai N. Differential gene expression between visceral and subcutaneous fat depots. *Horm Metab Res*. 2002 Nov-Dec;34(11-12):622-8.

35. Ridker PM, Cushman M, Stampfer MJ, Tracy RP, Hennekens CH. Inflammation, aspirin, and the risk of cardiovascular disease in apparently healthy men. *New England Journal of Medicine*. 1997;336(14):973-9.
36. Rocha VZ, Folco EJ. Inflammatory concepts of obesity. *Int J Inflam*. 2011;2011:529061.
37. Pala L, Monami M, Ciani S, Dicembrini I, Pasqua A, Pezzatini A, et al. Adipokines as possible new predictors of cardiovascular diseases: a case control study. *J Nutr Metab*. 2012;2012:253428.
38. Mathieu P, Poirier P, Pibarot P, Lemieux I, Despres JP. Visceral obesity: the link among inflammation, hypertension, and cardiovascular disease. *Hypertension*. 2009 Apr;53(4):577-84.
39. Wildman RP, Kaplan R, Manson JE, Rajkovic A, Connelly SA, Mackey RH, et al. Body size phenotypes and inflammation in the Women's Health Initiative Observational Study. *Obesity (Silver Spring)*. 2011 Jul;19(7):1482-91.
40. Finlayson G, Caudwell P, Gibbons C, Hopkins M, King N, Blundell J. Low fat loss response after medium-term supervised exercise in obese is associated with exercise-induced increase in food reward. *J Obes*. 2011;2011.
41. Dalle Grave R, Calugi S, Centis E, El Ghoch M, Marchesini G. Cognitive-behavioral strategies to increase the adherence to exercise in the management of obesity. *J Obes*. 2011;2011:348293.
42. Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *The Journal of Nutrition*. 2011;141(6):1140.
43. Foster-Schubert KE, Alfano CM, Duggan CR, Xiao L, Campbell KL, Kong A, et al. Effect of diet and exercise, alone or combined, on weight and body composition in overweight-to-obese postmenopausal women. *Obesity*. 2011.
44. King NA, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs RJ, Blundell JE. Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *Int J Obes (Lond)*. 2008 Jan;32(1):177-84.
45. Blundell JE, Stubbs RJ, Hughes DA, Whybrow S, King NA. Cross talk between physical activity and appetite control: does physical-activity stimulate appetite? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003;62(3):651-62.
46. de las Fuentes L, Waggoner AD, Mohammed BS, Stein RI, Miller III BV, Foster GD, et al. Effect of moderate diet-induced weight loss and weight regain on cardiovascular structure and function. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009;54(25):2376-81.
47. Lloyd-Jones D, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel L, Van Horn L, et al. American Heart Association Strategic Planning Task Force and Statistics Committee. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586-613.
48. Lichtenstein AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, et al. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*. 2006 Jul 4;114(1):82-96.

49. Appel LJ, Brands MW, Daniels SR, Karanja N, Elmer PJ, Sacks FM. Dietary approaches to prevent and treat hypertension: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*. 2006 Feb;47(2):296-308.
50. Johnson RK, Appel LJ, Brands M, Howard BV, Lefevre M, Lustig RH, et al. Dietary sugars intake and cardiovascular health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009 Sep 15;120(11):1011-20.

Capítulo 2

*ARTIGO ORIGINAL 1**

Custo Energético por distância em diferentes velocidades de caminhada em Mulheres Obesas

*Artigo publicado na Revista MOTRICIDADE, suplemento do Vol. 7, 2011 (*vide anexo*)

RESUMO

Objetivo: Comparar o custo energético por distância em diferentes velocidades de caminhada. **Métodos:** 13 mulheres obesas ($IMC = 33,82 \pm 2,95 \text{ kg/m}^2$) e sedentárias foram voluntárias no estudo. Para determinar o custo energético por distância (m/min), mediu-se as trocas respiratórias em um protocolo de esteira que consistia em 5 estágios de 4 minutos, com 4 minutos de repouso, com velocidades crescentes (3,0, 4,0, 5,0, 6,0 km/h e a velocidade de caminhada auto-selecionada-VCAS). A VCAS foi calculada através da média do tempo para percorrer uma pista de 50 metros de comprimento. O gasto energético por distância foi definido como: (economia grossa = $VO_2 \text{ [ml/kg.min]}$ dividido pela velocidade $[m/min]$).

Resultados: VO_2 e FC aumentaram conforme ocorriam os aumentos da velocidade na esteira. A VCAS média obtida pelas voluntárias foi de 4,8 km/h . A velocidade de 3,0 km/h apresentou maior valor de economia grossa em relação a 4,0, 5,0, VCAS e 6,0 km/h [0,089, contra 0,076, 0,073, 0,074 e 0,078 ($ml/kg.m$)].

Conclusão: A VCAS é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3,0 km/h representa a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida.

Palavras Chave: obesidade, velocidade de caminhada auto-selecionada, consumo de oxigênio, gasto energético

ABSTRACT

Objective: Compare the energy cost per distance in different speeds of walking.

Methods: 13 obese women ($IMC=33,82 \pm 2,95 \text{ kg/m}^2$) and sedentary had been voluntary in the study. To determine the energy cost per distance (m/min), were measured the respiratory exchanges in a treadmill protocol that consisted of 5 stages of training of 4 minutes, with 4 minutes of rest, increasing speeds (3,0, 4,0, 5,0, 6,0 km/h and the self-selected speed of walking - VCAS). We measured the VCAS through the average of the time to cover a track of 50 meters of length. The energy expenditure per distance was defined as: (gross economy = VO_2 [ml/kg.min] divided by the speed [m/min]). **Results:** VO_2 and FC increased according to the increase of the speed at the treadmill. The average VCAS gotten by the volunteers was 4,8 km/h. The speed of 3,0 km/h presented greater value of gross economy in relation to 4,0, 5,0, VCAS and 6,0 km/h (0,089, against 0,076, 0,073, 0,074 and 0,078 ml/kg.m). **Conclusion:** The VCAS represents the lesser cost of energy per distance, between five different speeds, in obese and sedentary women. Moreover, 3,0 km/h represents the speed that promotes the biggest energy expenditure per covered distance.

Keywords: obesity, self-selected speed of walking, oxygen uptake, energy expenditure

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma epidemia mundial e tem crescido em taxas substanciais nas últimas décadas. A Pesquisa de Orçamentos Familiares em 2008-2009, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta no Brasil para uma prevalência da obesidade de 12,5% nos homens e 16,9% nas mulheres adultas, o que aponta para uma situação de alerta em termo epidemiológicos, tendo em vista os problemas sócio-econômicos e metabólicos que estão relacionados à obesidade(1). Estratégias de redução dessas taxas de crescimento ou até mesmo a diminuição desses índices têm sido adotadas, e entre elas o aumento dos níveis de atividade física da população tem sido preconizado (2). Embora haja este interesse por parte de pesquisadores, a prevenção e redução da obesidade dependem definitivamente de mudanças individuais do estilo de vida, que estão diretamente ligadas ao tipo de atividade e à motivação em realizá-la (3).

A caminhada é uma das práticas de atividades físicas mais realizadas com o objetivo de manutenção ou redução do peso corporal, devido ao baixíssimo custo e fácil acessibilidade (4). Notadamente, a caminhada traz vários benefícios para a saúde geral dos indivíduos que a praticam (5, 6). O gasto energético da caminhada já foi avaliado em estudos com diferentes populações (7-10), entretanto, existem poucos estudos que apontam o gasto energético em adultos obesos enquanto praticam caminhadas. Em um dos poucos estudos com este intuito, Hills *et al* (2006) encontraram resultados nos quais a intensidade de caminhada auto-selecionada foi suficiente para melhorar o condicionamento cardiorrespiratório em sujeitos obesos (11).

Adultos obesos podem preferir andar mais devagar para reduzir a sua taxa metabólica aguda (ou seja, o gasto energético por unidade de tempo), tornando a caminhada mais confortável (12). Nesta perspectiva, a velocidade de caminhada auto-selecionada é comumente identificada como a velocidade de caminhada mais eficiente, com o menor consumo de oxigênio (VO_2) por unidade de trabalho mecânico (13, 14).

Estudos têm indicado que a taxa de consumo de energia metabólica aumenta curvilinearmente com a velocidade de caminhada. Sendo assim, a

quantidade de energia consumida por unidade de distância apresenta uma curva em forma de U, quando plotados em razão da velocidade de caminhada (12).

Como a literatura é escassa nesse sentido, não se sabe ao certo a velocidade de caminhada preferida que corresponde ao custo mínimo de energia por distância em diferentes velocidades para mulheres obesas. No Brasil, não foram identificados estudos nas bases de dados Medline, Pubmed ou Scielo, com as palavras chaves obesidade, caminhada, velocidade, auto-selecionada e suas combinações, que investigassem o gasto energético da caminhada em mulheres obesas e sedentárias em diferentes velocidades a partir de uma velocidade auto-selecionada. .

Hipotetizamos que mulheres obesas preferem uma velocidade de caminhada que minimiza o custo de energia por distância. Esta preferência pode refletir em uma diminuição dos efeitos benéficos da caminhada quanto à perda de peso corporal. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os valores de VO_2 relativo ao peso corporal, a FC e o gasto energético por distância em diferentes velocidades de caminhada em mulheres obesas.

MÉTODOS

Sujeitos

Treze mulheres foram selecionadas para o presente estudo no município de Viçosa/Minas Gerais - Brasil. Primeiramente, elas foram informadas da existência da pesquisa através de notícias no site da Universidade Federal de Viçosa, bem como email para os servidores e professores desta instituição, além de cartazes afixados nos locais de maior circulação de pessoas, incluindo padarias, supermercados, restaurantes e salões de beleza na região central da cidade. Tão logo fosse estabelecido o primeiro contato das interessadas com o pesquisador responsável, as mesmas respondiam a um questionário de elegibilidade.

Todas as mulheres selecionadas para integrar o estudo não apresentavam nenhuma doença crônico-degenerativa e não faziam uso de medicamentos que afetassem o metabolismo. As mulheres deveriam ser classificadas como obesas (índice de massa corporal $>30\text{kg/m}^2$), não fumantes, gestantes ou lactantes, não tendo diabetes ou qualquer doença cardiovascular. Todas as mulheres deveriam

ser sedentárias (definido como <60 minutos de atividade moderada ou intensa planejada por semana, incluído a atividade relacionada ao trabalho), e sem alteração na sua massa corporal superior aos 3 kg ao longo dos seis meses anteriores ao estudo, analisado através de recordatório.

Todas as fases de recrutamento e seleção das participantes do estudo, descritas acima, estão apresentadas na figura 1.

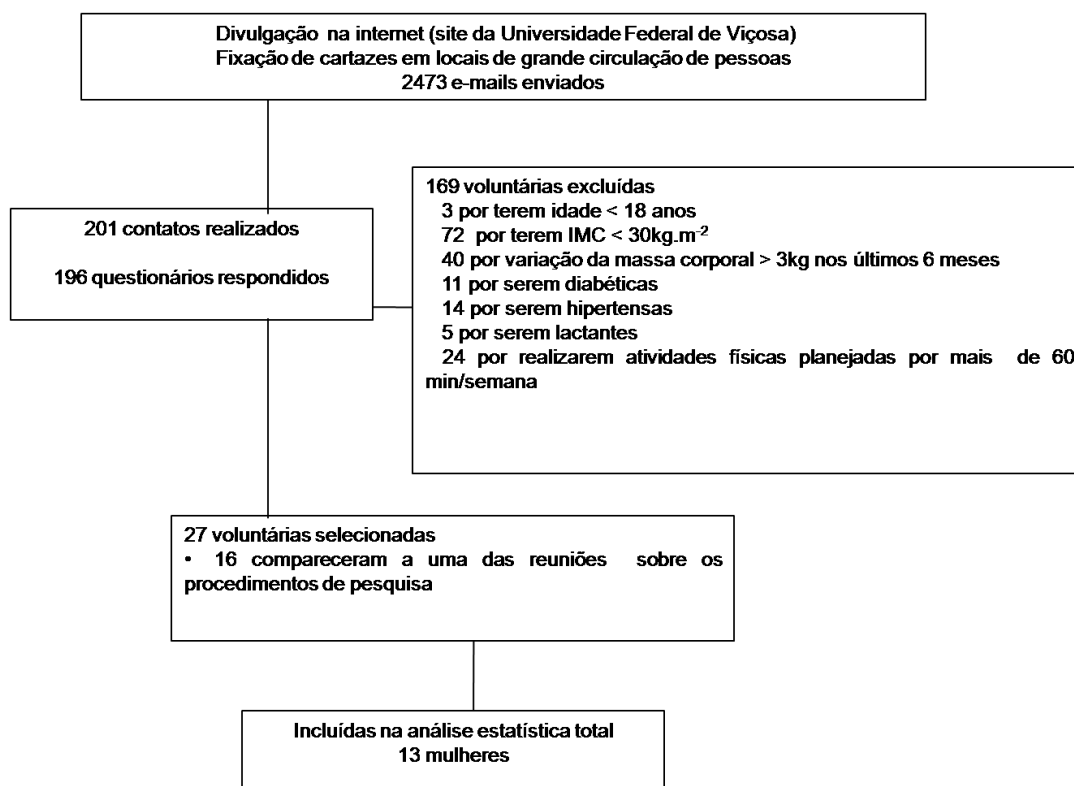


Figura 1. Fluxo de divulgação e seleção das voluntárias ao longo do estudo.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa e todas as mulheres leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos

As voluntárias realizaram todos os procedimentos de pesquisa em 3 dias distintos. No primeiro dia, foi realizado o teste para a determinação da velocidade de caminhada auto selecionada (VCAS), obtida a partir do tempo necessário para percorrer uma distância de 50 metros, cronometrado por dois avaliadores e considerando a média dos tempos medidos por eles. As mulheres foram

instruídas a percorrer seis vezes uma distância de 70 metros em um “ritmo confortável de caminhada”. Os primeiros e os últimos 10 metros foram desconsiderados, a fim de evitar quaisquer interferências de acelerações e desacelerações. A VCAS foi determinada como a média das 5 últimas tentativas. Todas as medidas foram realizadas em terreno plano e livre de obstáculos (12).

No segundo dia, foram realizadas as medidas antropométricas e de composição corporal, bem como da taxa metabólica de repouso. Todas as voluntárias eram orientadas a manter um jejum mínimo de 8 horas, realizarem o menor esforço possível de locomoção até o laboratório, bem como evitar atividades físicas vigorosas nas 48 horas antecedentes aos testes e não fazer ingestão de produtos à base de cafeína no dia anterior. Os testes foram realizados nas primeiras horas da manhã com o objetivo de facilitar os procedimentos de jejum das voluntárias(15). A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança digital Filizola®, com precisão de 50 gramas e para a medida da estatura utilizou-se um estadiômetro de parede Sanny®, possibilitando o cálculo do IMC. Circunferências de cintura, abdominal e do quadril foram medidas com uma fita antropométrica. Todos os procedimentos antropométricos utilizados seguiram as recomendações da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)(16). O percentual de gordura corporal, a massa livre de gordura e a massa de gordura foram medidos utilizando-se um aparelho de bioimpedância elétrica tetrapolar Biodynamics® 310 (Biodynamics Corporation, Seattle, USA).

Após estes procedimentos, foi respeitado um período de 10 minutos em que as voluntárias ficaram deitadas, em decúbito dorsal, até que fosse iniciada a medida da taxa metabólica de repouso (TMR), através de calorimetria indireta (VO2000 - Medgraphics®), com calibração do equipamento antes de cada teste. As voluntárias usaram um bocal acoplado a uma linha de ar, ligada ao analisador de gases e um clip nasal. Foram analisadas as trocas dos gases respirados durante 20 minutos.

Acelerômetros GT3x (Actgraph®) foram colocados no punho direito e no quadril das voluntárias para verificação de possíveis movimentos durante o teste, os quais não foram identificados em nossas análises. O cálculo da TMR foi realizado utilizando-se as médias de intervalos de 5 minutos (1-5,2-6,3-7...), e o

menor valor do coeficiente de variação destes intervalos foi considerado o correspondente à TMR. O gasto energético diário foi calculado utilizando-se a Equação de Weir (17).

No terceiro dia, foi realizada a medida do gasto energético da caminhada em diferentes velocidades na esteira. Foi realizada uma familiarização à esteira (**ECAFIX®**, modelo EG700X), com inclinação de 1% e à escala de Borg (18), previamente descrito (19). Em seguida, as voluntárias ficaram sentadas por 10 minutos até a frequência cardíaca retornar os valores de repouso. Neste momento, foi iniciada a medida consumo de oxigênio em diferentes velocidades de caminhada. Para o teste, foi utilizado o método da calorimetria indireta, usando o analisador de gases VO2000 (Medgraphics®), com o uso de bocal e clip nasal. O protocolo envolvia 5 estágios de caminhada, com 4 minutos cada, com velocidades crescentes, separados por intervalos de 4 minutos de repouso na posição sentada. As velocidades foram 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 *km/h* e a velocidade de caminhada auto-selecionada (VCAS), obtida no primeiro dia do experimento. As trocas gasosas foram medidas a cada 20 segundos e os valores médios do último minuto de cada estágio foram utilizados para a análise dos dados. A frequência cardíaca foi medida em intervalos regulares de 20 segundos, através de um monitor Polar® ligado a uma interface do analisador de gases. Os testes foram interrompidos quando as voluntárias atingiram 85% da FC máxima estimada (20). Caso esse valor não fosse atingido ao final do 5º estágio, a velocidade era aumentada em 1 *km/h* a cada minuto. A extrapolação dos valores de consumo de oxigênio para a FC máxima nos permitiu a estimativa do consumo máximo de oxigênio.

Análise Estatística

Verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, comparamos os valores de VO_2 relativo ao peso corporal, da FC e do gasto energético por distância (economia grossa = $\Delta \text{VO}_2[\text{ml/kg.min}](\text{VO}_2\text{exercício} - \text{VO}_2\text{em pé})$ dividido pela velocidade [*m/min*]), nas diferentes velocidades de caminhada, utilizando a ANOVA para medidas repetidas, seguido de um post hoc de Tukey quando foram encontradas diferenças. O nível de significância adotado

foi de $p < 0,05$ e os dados foram analisados utilizando o software SIGMAPLOT® v.11.0.

RESULTADOS

As características físicas das voluntárias são exibidas na Tabela 1.

O gasto energético de repouso médio das mulheres obesas no presente estudo foi de $1648 \pm 161 \text{ kcal/dia}$ e a velocidade de caminhada auto selecionada foi de 4,8 km/h. O consumo de oxigênio médio relativo ao peso corporal aumentou linearmente durante o teste, em 3,0, 4,0, 4,8(VCAS), 5,0 e 6,0km/h ($10,54 \pm 0,52$, $12,10 \pm 0,67$, $13,90 \pm 1,52$, $14,37 \pm 1,16$ e $16,99 \pm 1,97 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente). A frequência cardíaca apresentou comportamento similar conforme era aumentada a velocidade na esteira (113 ± 10 , 117 ± 12 , 127 ± 9 , 130 ± 13 e $150 \pm 11 \text{ bpm}$, respectivamente). Estes resultados estão apresentados na figura 2. Apenas uma voluntária não atingiu os 85% da FC_{max} estimada pela idade durante o protocolo de esteira.

Quando analisamos o gasto energético pela distância (economia grossa), foi verificado um comportamento em forma de “U”, conforme ocorria o aumento das velocidades. Desta forma, verificamos que a velocidade de 3,0 km/h apresentou o maior gasto de energia médio ($0,089 \pm 0,008 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{m}^{-1}$) quando comparado a 4,0km/h ($0,077 \pm 0,007$), VCAS ($0,073 \pm 0,007$), 5,0km/h ($0,074 \pm 0,008$) e 6,0km/h ($0,078 \pm 0,008$). Estes resultados são apresentados na figura 3.

Tabela 1. Características físicas das voluntárias

	Média e DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	38,75 ± 11,88	23	57
Estatura (cm)	159,96 ± 6,24	150	170
Massa Corporal (kg)	86,41 ± 7,04	74,20	94,40
IMC (kg/m ²)	33,82 ± 2,95	30,14	40,86
% gordura *	37,29 ± 4,26	31,50	45,50
Circunferência de Cintura (cm)	90,00 ± 3,13	84,00	96,00
Circunferência Abdominal (cm)	101,42 ± 5,21	94,00	113,00
Circunferência de Quadril (cm)	115,42 ± 6,97	106,00	132,00
Relação Cintura/Quadril	0,78 ± 0,05	0,70	0,85
Massa de gordura (kg)	31,86 ± 4,46	23,40	42,40
Massa Corporal magra (kg)	53,88 ± 5,23	41,30	61,80
VO ₂ máximo (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	21,13 ± 3,59	16,47	26,56

* Estimada pela técnica de bioimpedância; DP = Desvio padrão.

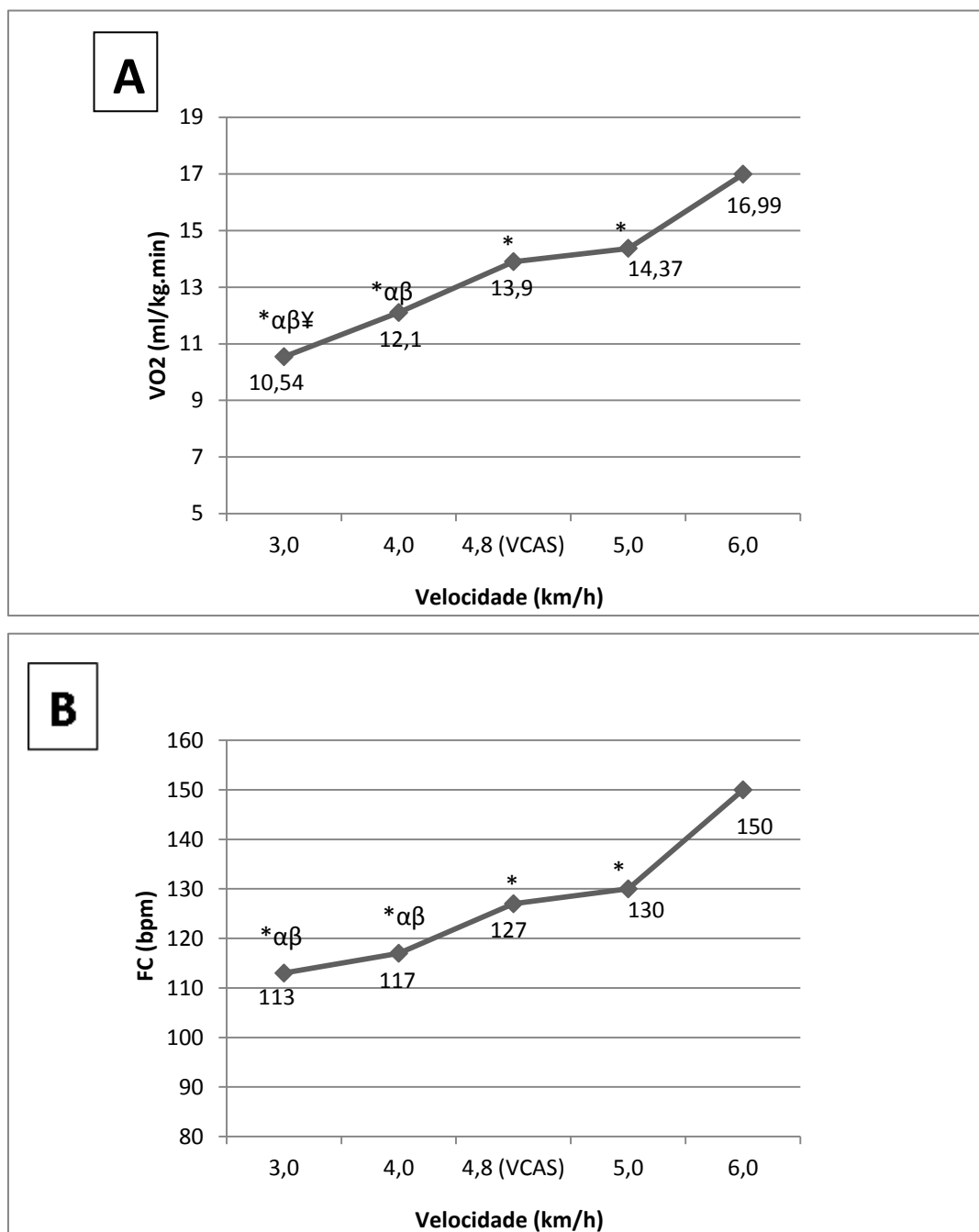


Figura 2. A- Consumo de oxigênio(VO₂) médio em diferentes velocidades. **B-** Frequência cardíaca (FC) média em diferentes velocidades. VCAS=velocidade de caminhada auto-selecionada

* ≠ 6,0 km/h

α ≠ 5,0 km/h

β ≠ VCAS

¥ ≠ 4,0 km/h

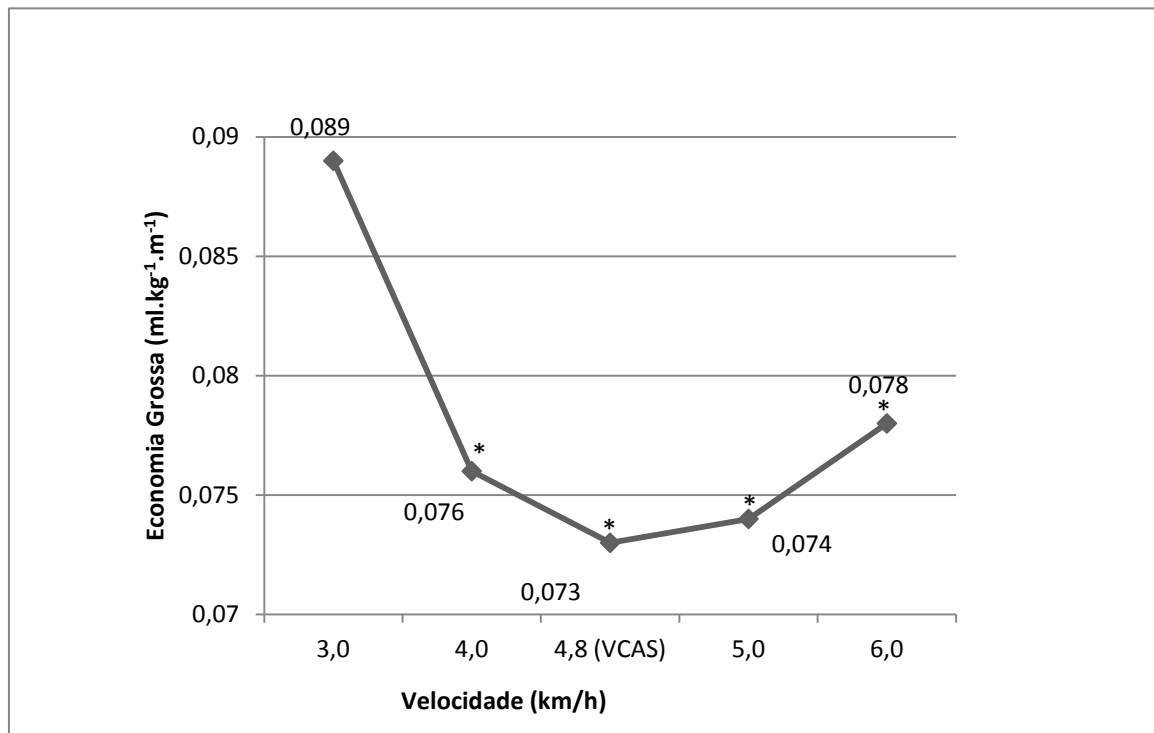


Figura 3. Economia grossa de energia por distância (valores médios)
VCAS=velocidade de caminhada auto-selecionada; * $\neq$ 3,0 km/h – $p < 0,05$

DISCUSSÃO

As voluntárias apresentaram uma velocidade de caminhada auto selecionada média de 4,8 km/h (1,33 m/s). Este resultado apresenta valor ligeiramente inferior a um estudo com mulheres obesas (1,40 m/s), que utilizou a mesma metodologia de medida da VCAS(12). Neste mesmo estudo, não houve diferença significativa na VCAS entre obesas e mulheres com peso normal (1,47 m/s). Já um estudo realizado no Brasil identificou que mulheres obesas apresentavam VCAS menores em relação a mulheres de peso normal e com sobrepeso (1,30 m/s, 1,69 m/s e 1,58 m/s, respectivamente) (21).

A caminhada é uma atividade comum da vida diária e a escolha das velocidades do protocolo de teste em esteira do presente estudo baseou-se no fato de que a faixa entre 3,0 e 6,0 km/h representa as velocidades habitualmente utilizadas nos deslocamentos (22). Um estudo concluiu que a maior parte dos indivíduos que caminham na VCAS atingem uma intensidade recomendada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), sendo que alguns indivíduos com sobrepeso até ultrapassam esta intensidade (4).

Embora tenha sido apresentado um aumento crescente no consumo de oxigênio e a frequência cardíaca com o aumento da velocidade de caminhada no presente estudo, evidenciado pelas diferenças significativas demonstradas na figura 2, o mesmo comportamento não aconteceu quando o gasto energético foi calculado pela distância percorrida. A curva em formato de “U” indicou que a VCAS representou o menor custo energético efetivo por distância percorrida. Este comportamento da curva também foi encontrado em um estudo realizado com homens e mulheres obesos e com peso normal, submetidos a um protocolo crescente de esteira (13). Também em crianças, um menor custo energético por distância foi encontrado em velocidades próximas à VCAS (23).

De fato, as mulheres obesas no presente estudo preferiram caminhar em uma velocidade na qual o custo de energia foi o menor. Em termos práticos, pensando que o objetivo primário de um indivíduo obeso é a perda de peso, em consequência de um balanço negativo de energia ingerida – energia dispendida em atividades físicas, a prática da caminhada na velocidade preferida pode não otimizar os resultados esperados.

No presente estudo, a velocidade de 3,0 *km/h* (0,83 *m/s*) foi a que apresentou o maior custo energético por distância, ou seja, caso um indivíduo obeso queira percorrer uma distância de 4,0 quilômetros, gastará mais energia caminhando a uma velocidade de 3,0 *km/h* do que nas outras velocidades atingidas no protocolo de esteira. Embora a velocidade auto-selecionada e preferida pelas mulheres tenha apresentado FC e consumo de oxigênio relativo ao peso corporal maiores do que 3,0 *km/h*, não se sabe se elas suportariam a VCAS por um período longo de tempo. A medida desta velocidade foi em apenas 6 tentativas de 70 metros cada e sua carga fisiológica foi avaliada apenas em um estágio de 4 minutos, o que consideramos ser muito pouco para determinarmos a capacidade de manutenção do exercício. Pesa ainda o fato de que a carga mecânica sobre as articulações de indivíduos obesos aumenta conforme há um aumento da velocidade de caminhada, o que poderia provocar uma incapacidade de sustentação da caminhada por períodos prolongados (24, 25).

Um estudo sugere que uma caminhada de 1,1 *m/s* em mulheres obesas equivale à mesma carga relativa na articulação do joelho do que uma caminhada

de 1,4 *m/s* em indivíduos com normopeso. Isto indica que uma velocidade menor de caminhada pode reduzir o risco de lesões articulares em mulheres obesas. Embora a velocidade lenta não seja a preferencial para deslocamentos diários e possa reduzir a estabilidade, a caminhada entre 3,0 e 4,0 *km/h* não é tipicamente percebida como desconfortavelmente baixa e pode também reduzir a demanda aeróbica e a percepção subjetiva do esforço (25).

Entretanto, sabe-se que não só a perda de peso é uma consequência fisiológica da caminhada. Um programa de treinamento com caminhadas tem sido associado com uma série de benefícios, tais como diminuição da FC submáxima, da pressão arterial, alterações positivas no perfil lipídico, entre outros benefícios (6, 26, 27). Contudo, essas respostas adaptativas necessitam de um estímulo “mínimo” cardiovascular, o que pode significar um exercício mais intenso ao observado no presente estudo.

CONCLUSÃO

Nossos resultados demonstraram que a velocidade de caminhada auto selecionada é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3,0 *km/h* representa a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida. Estes achados indicam que uma caminhada mais lenta, por mais tempo, pode promover a perda de peso sem, contudo, acarretar problemas ósseos ou articulares em decorrência do excesso de peso.

Por se tratar de mulheres obesas, optou-se em realizar um protocolo submáximo de esteira. Contudo, novos estudos utilizando-se de testes até a exaustão, com estágios mais prolongados, que permitam a comparação dos consumos de oxigênio por distância percorrida em diferentes velocidades de caminhada até a corrida, podem adicionar valor aos resultados aqui verificados.

REFERÊNCIAS

1. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. IBGE Rio de Janeiro; 2010.

2. Morabia A, Costanza MC. Does walking 15 minutes per day keep the obesity epidemic away? Simulation of the efficacy of a populationwide campaign. *Am J Public Health*. 2004 Mar;94(3):437-40.
3. Chan RS, Woo J. Prevention of overweight and obesity: how effective is the current public health approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar;7(3):765-83.
4. de Moura BP, Marins JCB, Amorim PRS. Self selected walking speed in overweight adults: Is this intensity enough to promote health benefits? *Apunts Medicina de l'Esport* 1886-6581. 2011.
5. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med*. 1997 May;23(5):306-32.
6. Neto J, Ribeiro F, Oliveira J. Is the recommendation to walk sufficient to achieve the levels of physical activity recommended to obtain cardiovascular benefits? *Rev Port Cardiol*. 2011 Mar;30(3):313-22.
7. Freedson PS, Brendley K, Ainsworth BE, Kohl HW, 3rd, Leslie E, Owen N. New techniques and issues in assessing walking behavior and its contexts. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Jul;40(7 Suppl):S574-83.
8. Kramer PA, Sylvester AD. The energetic cost of walking: a comparison of predictive methods. *PLoS One*. 2011;6(6):e21290.
9. Ehlen KA, Reiser RF, 2nd, Browning RC. Energetics and biomechanics of inclined treadmill walking in obese adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul;43(7):1251-9.
10. Lafortuna CL, Agosti F, Galli R, Busti C, Lazzer S, Sartorio A. The energetic and cardiovascular response to treadmill walking and cycle ergometer exercise in obese women. *Eur J Appl Physiol*. 2008 Aug;103(6):707-17.
11. Hills AP, Byrne NM, Wearing S, Armstrong T. Validation of the intensity of walking for pleasure in obese adults. *Prev Med*. 2006 Jan;42(1):47-50.
12. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obes Res*. 2005 May;13(5):891-9.
13. Browning RC, Baker EA, Herron JA, Kram R. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *J Appl Physiol*. 2006 Feb;100(2):390-8.
14. Heglund NC, Willems PA, Penta M, Cavagna GA. Energy-saving gait mechanics with head-supported loads. *Nature*. 1995 May 4;375(6526):52-4.
15. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc*. 2006 Jun;106(6):881-903.
16. Marfell-Jones TOM, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.; 2006.
17. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*. 1949 Aug;109(1-2):1-9.
18. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
19. Amorim PR, Hills A, Byrne N. Treadmill adaptation and verification of self-selected walking speed: a protocol for children. *Res Q Exerc Sport*. 2009 Jun;80(2):380-5.

20. Sheffield LT, Holt JH, Reeves TJ. Exercise graded by heart rate in electrocardiographic testing for angina pectoris. *Circulation*. 1965 Oct;32(4):622-9.
21. Elsangedy HM, Krinski K, Buzzachera CF, Nunes RFH, Almeida FAM, Baldari C, et al. Respostas fisiológicas e perceptuais obtidas durante a caminhada em ritmo autosselecionado por mulheres com diferentes índices de massa corporal; Physiological and perceived responses obtained during gait in self-selected rhythm by women with different body mass indices. *Rev bras med esporte*. 2009;15(4):287-90 %@ 1517-8692.
22. Brooks GA, Butte NF, Rand WM, Flatt JP, Caballero B. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr*. 2004 May;79(5):921S-30S.
23. Amorim PR, Byrne NM, Hills AP. Within- and between-day repeatability and variability in children's physiological responses during submaximal treadmill exercise. *Res Q Exerc Sport*. 2009 Sep;80(3):575-82.
24. Browning RC, McGowan CP, Kram R. Obesity does not increase external mechanical work per kilogram body mass during walking. *J Biomech*. 2009 Oct 16;42(14):2273-8.
25. Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 Sep;39(9):1632-41.
26. Lee LL, Watson MC, Mulvaney CA, Tsai CC, Lo SF. The effect of walking intervention on blood pressure control: a systematic review. *Int J Nurs Stud*. 2010 Dec;47(12):1545-61.
27. Miyashita M, Burns SF, Stensel DJ. Accumulating short bouts of brisk walking reduces postprandial plasma triacylglycerol concentrations and resting blood pressure in healthy young men. *Am J Clin Nutr*. 2008 Nov;88(5):1225-31.

CAPÍTULO 3

ARTIGO ORIGINAL 2

Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas

RESUMO

Introdução: A ineficácia de programas de exercícios em promover emagrecimento tem sido questionada, contudo a análise das variáveis relativas à atividade física habitual (*AFH*) e a ingestão alimentar são componentes não considerados em diversos estudos. **Objetivo:** Investigar respostas compensatórias sobre o balanço energético e composição corporal de mulheres obesas. **Métodos:** Oito mulheres obesas se submeteram a um programa de caminhadas durante 8 semanas (4 supervisionadas e 4 não supervisionadas). Nas fases pré-intervenção (*PRÉ*), após 4 semanas (*4S*) e ao final das 8 semanas de intervenção (*PÓS*), a *AFH* foi monitorada por 7 dias com o acelerômetro ActiGraphGT3X e ingestão alimentar foi verificada por um registro alimentar de 3 dias. Foram realizadas antropometria e percentual de gordura, medido por bioimpedância tetrapolar. Em *PRÉ* e *PÓS*, foram estimados o consumo de oxigênio (VO_{2max}), por calorimetria indireta, além de glicose, colesterol total e frações, e triglicerídeos. ANOVA com *post hoc* de Tukey foi realizada para variáveis medidas em *PRÉ*, *4S* e *PÓS*, teste t pareado para variáveis medidas em *PRÉ* e *PÓS*. **Resultados:** Não foram verificadas diferenças na composição corporal. Sete mulheres aumentaram a ingestão calórica após *4S*. Na comparação das diferenças entre os períodos (Δ), foram encontradas diferenças entre $\Delta 4S-PRÉ$ (253 kcal/dia) x $\Delta PÓS-4S$ (-42 kcal/dia) ($p=0,014$) e em $\Delta PÓS-PRÉ$ (211 kcal/dia) x $\Delta PÓS-4S$ (-42 kcal/dia) ($p=0,033$). A ingestão calórica média por semana em *PRÉ*, *4S* e *PÓS* foi $9620,33 \pm 2368,70$, $11394,39 \pm 2004,59$, e $11097,91 \pm 1477,53$, respectivamente. Na *AFH*, houve diferenças entre *PRE* e *PÓS em relação à 4S* (274423 ± 126044 , 224352 ± 78669 e 283437 ± 120909 contagens, respectivamente), bem como aumento significativo do VO_{2max} ($21,13 \pm 3,58$ e $24,40 \pm 3,22 \text{ ml.O}_2\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e redução do LDL ($147,00 \pm 24,01$ e $130,45 \pm 20,81 \text{ mg.dL}^{-1}$). **Conclusão:** Apesar dos benefícios à saúde e aptidão física, o programa de caminhadas realizado nesse estudo não contribuiu para alterações significativas na composição corporal nas mulheres obesas, devido às respostas compensatórias relacionadas ao aumento da ingestão alimentar e diminuição da atividade física habitual.

Palavras chave: balanço energético, obesidade, caminhada.

ABSTRACT

Introduction: The ineffectiveness of exercise programs to promote weight loss has been questioned, however the analysis of variables related to habitual physical activity (HPA) and food intake components are not considered in several studies.

Objective: To investigate compensatory responses on the energy balance and body composition of obese women.

Methods: Eight obese women underwent a walking program for 8 weeks (4 supervised and unsupervised 4). In the pre-intervention (PRE), after 4 weeks (4W) and after 8 weeks (POST) intervention, the HPA was monitored for 7 days with the accelerometer ActiGraph GT3X and food intake was verified by 3 day-record. Were performed anthropometry and fat percentage, as measured by tetrapolar bioimpedance. In PRE and POST, were estimated maximum oxygen uptake (VO_{2max}), by indirect calorimetry, in addition to glucose, total cholesterol and fractions, and triglycerides. ANOVA with post hoc Tukey test was performed for variables measured in PRE, 4W and POST, paired t-test for variables measured in PRE and POST.

Results: No differences were observed in body composition. Seven women increased their caloric intake after 4W. Comparing the differences between periods (Δ), differences were found between Δ PRE-4W (253 kcal / day) x Δ POST-4W (-42 kcal / day) ($p = 0.014$) and Δ PRE-POST (211 kcal / day) x Δ POST-4W (-42 kcal / day) ($p = 0.033$). The mean caloric intake per week in PRE, 4W and POST was $9620,33 \pm 2368,70$, $11394,39 \pm 2004,59$ and $11097.91 \pm 1477,53$ kcal, respectively. In the HPA, there were differences in PRE and POST in relation to 4W (274423 ± 126044 and 224352 ± 78669 vs. 224352 ± 78669 counts, respectively) and significant increase in VO_{2max} ($21,13 \pm 3,58$ and $24,40 \pm 3,22$ ml.O₂.kg⁻¹.min⁻¹) and reducing LDL ($147,00 \pm 24,01$ and $130,45 \pm 20,81$ mg.dL⁻¹).

Conclusion: Despite the benefits to health and fitness, the walking program conducted in this study did not contribute to significant changes in body composition in obese women, due to compensatory responses related to increased food intake and decreased physical activity.

Keywords: energy balance, obesity, walking.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma epidemia mundial e tem crescido em taxas substanciais nas últimas décadas. Nos Estados Unidos, dados recentes da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (NHANES) apontam que 35,5% dos homens e 35,8% das mulheres adultas são obesos (1), enquanto que, na Europa, valores semelhantes aos dados americanos estão previstos para o ano de 2015 (2). Estratégias de redução destes índices têm sido adotadas, e entre elas, o aumento dos níveis de atividade física da população tem sido preconizado (3). Embora haja este interesse por parte de pesquisadores, a prevenção e redução da obesidade dependem definitivamente de mudanças individuais do estilo de vida, que estão diretamente ligadas ao tipo de atividade e à motivação em realizá-la (4).

Na tentativa de promover o balanço energético nulo ou negativo, como formas de prevenção e controle da obesidade, respectivamente, destacam-se as ações de educação em alimentação e em nutrição e a prática de atividades físicas, ambas constituindo-se nas principais estratégias de tratamento não-farmacológico do problema. Nesse sentido, o exercício pode ser muito útil para auxiliar a perda de peso e é ainda mais importante na prevenção do ganho de peso ou recuperação do mesmo. Grande parte da população tem optado pela caminhada para este fim, devido ao baixíssimo custo e fácil acessibilidade (5). Notadamente, a caminhada traz vários benefícios para a saúde geral dos indivíduos que a praticam (6, 7).

Alguns trabalhos comprovaram o papel benéfico da atividade física no controle do peso corporal (8, 9), sobretudo em atividades supervisionadas. Contudo, é interessante observar as respostas quando os exercícios não são supervisionados, após um período inicial de orientação, tendo em vista que isso representa uma situação habitual diária. Estudos. Um estudo mostrou que poucos indivíduos obesos alcançaram uma meta de 1500 kcal por semana quando submetidos a um programa com exercícios não supervisionados(10).

Além de exercícios planejados, como a caminhada, as atividades físicas habituais (AFH), consideradas como atividades não planejadas, também podem ser uma grande aliada no controle de peso corporal. Embora a AFH, por si só, não seja capaz de resolver o problema da obesidade, aconselha-se, em programas de

redução de peso com exercícios e/ou dietas que ela seja, pelo menos, mantida (11).

Uma atividade que implica em aumento no gasto de energia teoricamente perturba o balanço energético, criando um déficit energético agudo. Entretanto, em alguns indivíduos ocorrem mecanismos compensatórios de aumento de ingestão alimentar (12, 13) e redução da AFH (14), que seriam barreiras importantes na eficácia de programas de perda de peso. A grande variabilidade individual para compensar perturbações no equilíbrio energético poderia parcialmente explicar porque algumas pessoas não conseguem perder peso com o exercício, pois é aceito que o sistema regulador irá se ajustar na tentativa da manutenção do equilíbrio energético (15). Portanto, uma crítica sobre as intervenções por meio dos exercícios é que elas seriam métodos ineficazes e inúteis para controle de peso porque o déficit energético agudo é combatido prontamente por este mecanismo regulador.

Os estudos sobre as respostas compensatórias ao exercício físico têm utilizado em sua metodologia períodos de tempo de treinamento, entre três a seis meses (13, 16, 17), contudo os efeitos de um programa de exercícios de curta duração sobre as respostas compensatórias ainda não foram adequadamente estudados. O efeito destas respostas no início de um programa de treinamento poderia provocar uma desmotivação para a continuidade das atividades, uma vez que a perda de peso seria prejudicada. Até onde foi possível observar, não há estudos que identifiquem respostas compensatórias em indivíduos obesos que participem de programas de curta duração envolvendo caminhadas, mesmo sendo esta uma das atividades físicas mais praticadas pela população mundial.

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar se são provocadas respostas compensatórias sobre o balanço energético e seu impacto sobre composição corporal em mulheres obesas e sedentárias submetidas a um programa de oito semanas de intervenção com exercícios.

MÉTODOS

Sujeitos

Os participantes do estudo foram selecionados a partir de uma campanha de recrutamento divulgada através de notícias no site da Universidade Federal de Viçosa. Também foram enviados e-mails para os servidores e professores desta instituição, além de cartazes afixados nos locais de maior circulação de pessoas. No primeiro contato das interessadas com o pesquisador responsável, as mesmas respondiam a um questionário de elegibilidade que verificava as seguintes características: idade (de 18 a 55 anos), obesidade (índice de massa corporal $> 30 \text{ kg.m}^{-2}$), sedentarismo (definido como <60 minutos de atividade planejada, moderada ou intensa, por semana, incluído a atividade relacionada ao trabalho) (18), massa corporal estável nos seis meses anteriores (variação máxima de $\pm 3 \text{ kg}$). Os critérios de exclusão envolveram ainda o uso de medicamentos que afetassem a composição corporal ou a frequência cardíaca, tabagismo, gestação ou lactação e a presença de distúrbios metabólicos ou cardiovasculares. Inicialmente, um total de 201 mulheres manifestaram interesse em participar do estudo, porém, após os critérios de exclusão e inclusão, oito candidatas foram consideradas aptas para participarem do estudo. Todo o processo de recrutamento e seleção das voluntárias estão detalhados na figura 1.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa e todas as mulheres assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

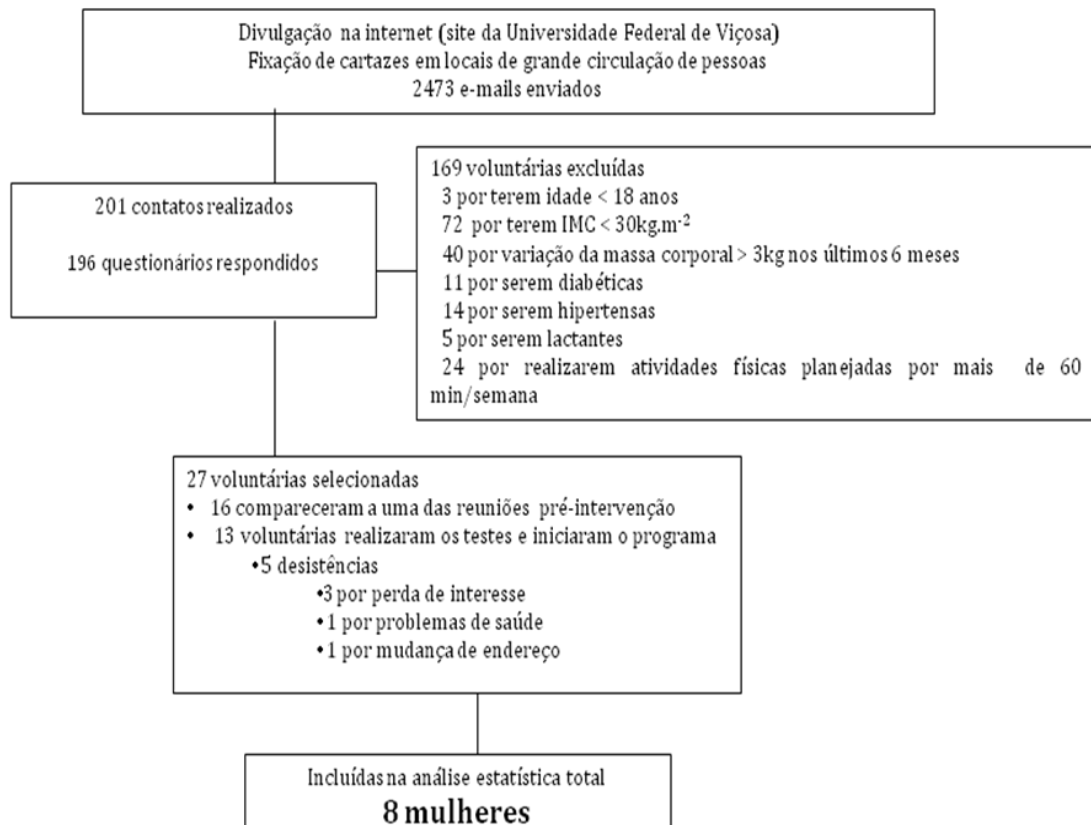


Figura1. Fluxo de voluntárias ao longo do estudo.

Desenho experimental

A intervenção com exercícios consistiu de um programa de caminhadas estruturado de intensidade moderada, com um alvo de gasto energético semanal de 1500kcal. O programa consistia de oito semanas de caminhadas, divididas em duas fases, sendo a primeira de quatro semanas, supervisionadas pelos pesquisadores, com feedback semanal sobre a meta estipulada para o gasto de energia. A frequência deveria ser de três a quatro vezes por semana, com duração aproximada de 60 minutos em cada sessão. Em seguida, havia uma nova fase de quatro semanas na qual as mulheres eram orientadas a manter o volume e intensidade das caminhadas realizadas na primeira fase do treinamento, contudo, sem nenhum tipo de supervisão.

Antes (PRÉ) e depois (PÓS) do programa de caminhadas foram realizadas as seguintes medidas: taxa metabólica de repouso (TMR), consumo direto de oxigênio em cinco velocidades de caminhada em esteira rolante, antropometria, bioquímica sanguínea e pressão arterial, além dos registros da ingestão alimentar

e da medida atividade física habitual através da acelerometria. Na última semana da fase supervisionada (4S) também foram realizadas as medidas antropométricas e os registros dos padrões alimentares e de atividade física habitual. O desenho experimental do estudo é apresentado na figura 2.

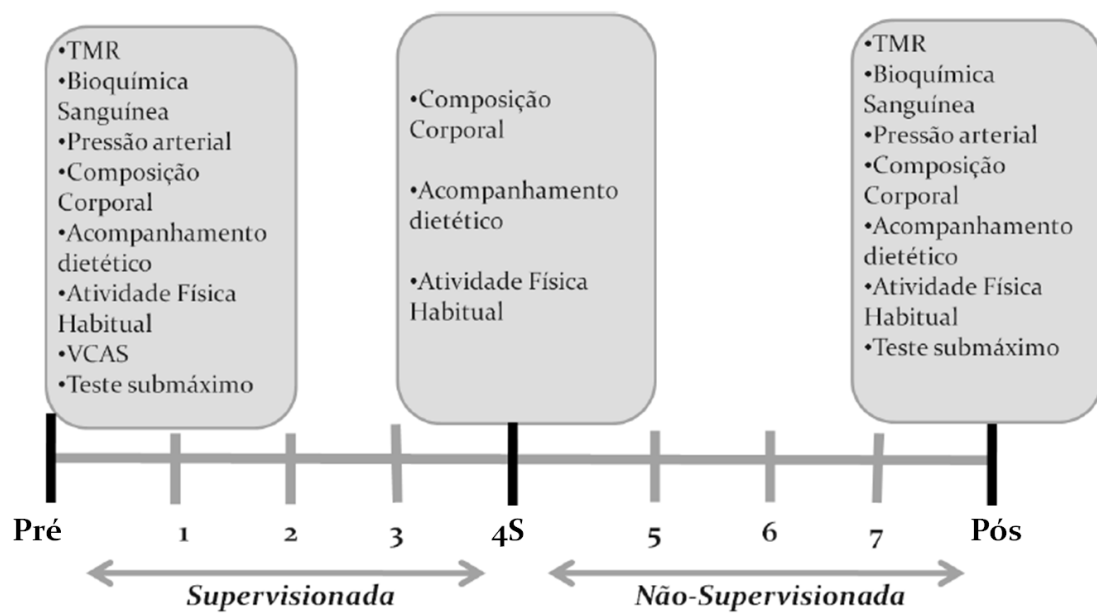


Figura 2. Desenho experimental.

Procedimentos

Para os testes anteriores ao programa de intervenção, foram necessárias 3 visitas ao Laboratório de Performance Humana da Universidade, da Universidade Federal de Viçosa – MG – Brasil.

Na primeira visita, foi realizado o teste para a determinação da velocidade de caminhada auto selecionada (VCAS), obtida a partir do tempo necessário para percorrer uma distância de 50 metros, cronometrado por dois avaliadores e considerando a média dos tempos medidos por eles. As mulheres foram instruídas a percorrer seis vezes uma distância de 70 metros em um “ritmo confortável de caminhada”. Os primeiros e os últimos 10 metros foram desconsiderados, a fim de evitar quaisquer interferências de acelerações e desacelerações. A VCAS foi determinada como a média das cinco últimas tentativas. Todas as medidas foram realizadas em terreno plano e livre de obstáculos, em uma pista de atletismo anexa ao laboratório (19).

Na segunda visita, foram realizadas as medidas antropométricas e de composição corporal, bem como da taxa metabólica de repouso (TMR). Todas as voluntárias eram orientadas a manter um jejum mínimo de doze horas, realizarem o menor esforço possível de locomoção até o laboratório, bem como evitar atividades físicas vigorosas nas 48 horas antecedentes aos testes e não fazer ingestão de produtos à base de cafeína no dia anterior. Os testes foram realizados nas primeiras horas da manhã com o objetivo de facilitar os procedimentos de jejum das voluntárias. A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança digital Filizola®, com precisão de 50 gramas e para a medida da estatura utilizou-se um estadiômetro de parede Sanny®, possibilitando o cálculo do IMC. Circunferências de cintura, abdominal e do quadril foram medidas com uma fita antropométrica. Todos os procedimentos antropométricos utilizados seguiram as recomendações da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)(20). A composição corporal foi verificada utilizando-se um aparelho de bioimpedância elétrica tetrapolar Biodynamics® 310 (Biodynamics Corporation, Seattle, USA).

Após estes procedimentos, foi respeitado um período de 10 minutos em que as voluntárias ficaram deitadas, em decúbito dorsal. Neste momento, foi realizada a medida pressão arterial, por um único avaliador, sempre antes da medida da TMR. Após o tempo de estabilização, era iniciada a medida da TMR, através de calorimetria indireta (VO2000 - Medgraphics®), com calibração do equipamento antes de cada teste. As voluntárias usaram um bocal acoplado a uma linha de ar, ligada ao analisador de gases e um clip nasal. Foram analisadas as trocas dos gases respirados durante 20 minutos.

Acelerômetros GT3x (Actgraph®) foram colocados no punho direito e no quadril das voluntárias para verificação de possíveis movimentos durante o teste. O cálculo da TMR foi realizado utilizando-se o menor valor do coeficiente de variação das médias de intervalos de cinco minutos (1-5,2-6,3-7...), sendo posteriormente aplicada a equação de Weir (21).

Na terceira visita, foram realizados os testes de consumo de oxigênio (VO_2) da caminhada em diferentes velocidades. Foi realizada uma familiarização à esteira (**ECAFIX**®, modelo EG700X), que tinha inclinação de 1%, e à escala de

Borg (22), previamente descrita (23). Em seguida, as voluntárias ficaram sentadas por 10 minutos até a frequência cardíaca retornar os valores de repouso. Neste momento, foi iniciada a medida VO_2 em diferentes velocidades de caminhada. Para o teste, foi utilizado o método da calorimetria indireta, usando o analisador de gases VO2000 (Medgraphics®), com o uso de bocal e clip nasal. O protocolo envolvia 5 estágios de caminhada, com quatro minutos cada, com velocidades crescentes, separados por intervalos de quatro minutos de repouso na posição sentada. As velocidades foram 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 km/h e a velocidade de caminhada auto-selecionada (VCAS). As trocas gasosas foram medidas a cada 20 segundos e os valores médios do último minuto de cada estágio foram utilizados para a análise dos dados. A frequência cardíaca foi medida em intervalos regulares de 20 segundos, através de um monitor cardíaco ligado a uma interface do analisador de gases. Os testes foram interrompidos quando as voluntárias atingiram 85% da FC máxima (FCM) estimada pela fórmula $\text{FCM} = 205 - (0,42 \times \text{idade})$ (24). Caso esse valor não fosse atingido ao final do 5º estágio, a velocidade era aumentada em 1,0 km/h a cada minuto. A extrapolação dos valores de consumo de oxigênio para a FC máxima foi realizada através de regressões individuais para a estimativa do consumo máximo de oxigênio, por ser um método já utilizado anteriormente (25).

Prescrição do exercício

A relação $\text{FC} \times \text{VO}_2$ obtida em esteira permitiu que fosse elaborada uma equação de regressão linear para cada voluntária, possibilitando o cálculo do gasto energético a partir da média da FC obtida na sessão de treino. Assim, foram dadas orientações individuais quanto ao volume e as faixas de intensidade necessárias para alcançar o alvo de gasto energético semanal de 1500kcal. Recomendou-se uma frequência mínima de 3 vezes por semana, com aproximadamente 60 minutos por sessão.

As voluntárias, em todas as sessões, utilizaram um monitor cardíaco com GPS Garmin® Forerunner 405. Na fase supervisionada, elas foram treinadas para o manuseio do aparelho e foram instruídas a consultarem um manual elaborado pelos pesquisadores, em caso de dúvidas durante a fase não supervisionada. Ao

final de cada semana, era realizado o download dos dados dos monitores, no laboratório.

Atividade Física Habitual

Acelerômetros foram utilizados no período em PRÉ, 4S e PÓS, a fim de determinar a quantidade total de movimentos realizados e a proporção do tempo gasto em atividades sedentárias, leves, moderadas ou vigorosas. Em cada um desses períodos, as voluntárias acoplaram ao quadril um acelerômetro GT3X (Actigraph®), programado para capturar os registros de atividades a cada minuto. As medidas da atividade física habitual em PÓS foram realizadas logo após o término de todos os testes referentes ao final do programa de caminhadas.

Todas as voluntárias foram instruídas sobre o uso dos acelerômetros e permaneceram usando os mesmos por um período de sete dias. Foram considerados válidos todos os dias em que houve registro superior a 10 horas de atividades. As horas de uso do aparelho utilizadas na análise foram aquelas nas quais houve o registro de atividades (*counts*), enquanto o período de não uso do aparelho foi determinado quando os *counts* foram zero por 60 minutos consecutivos. Além dos *counts*, o acelerômetro nos permitiu fazer a contagem dos passos e dos minutos diários em intensidades sedentárias, leves, moderadas e vigorosas. Para esta análise, durante a fase de intervenção, eram desconsiderados os minutos em que a voluntária participou da sessão de treinamento.

Acompanhamento dietético

Embora não houvesse qualquer tipo de orientação relacionada à dieta das voluntárias, a mesma foi analisada através de um registro alimentar de 3 dias, incluídos 2 dias de semana e 1 dia de final de semana, todos alternados. Os registros foram realizados em PRÉ, 4S e PÓS. Primeiramente, as voluntárias se reuniram com uma nutricionista e receberam as informações sobre os tamanhos das porções e o procedimento de registro do comportamento alimentar. De posse dos registros, foi possível estimar a ingestão total semanal de energia, bem como

dos macronutrientes. As análises foram realizadas utilizando-se o software DietPRO 5I (A.S. Sistemas, Brasil®).

Perfil Bioquímico

Em PRÉ e PÓS, as coletas de sangue foram realizadas na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, no período da manhã, entre 07:30 e 09:30, observado o jejum mínimo 12 horas. Foi feita uma punção venosa de 10ml de sangue por uma enfermeira. As concentrações de glicose foram analisadas pelo método da glicose oxidase. Colesterol total, HDL e triglicerídeos foram analisados pelo método enzimático calorimétrico e LDL e VLDL foram calculados a partir da equação de Friedewald (1972). Todas estas análises foram feitas utilizando o aparelho Cobra Mira Plus (Roche®).

Análise Estatística

Para verificar a normalidade da distribuição dos dados, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Variáveis descritivas foram apresentadas como média e desvio-padrão. ANOVA para medidas repetidas foi também utilizada para analisar as variáveis antropométricas e de composição corporal, além das medidas relativas às caminhadas semanais realizadas, ingestão alimentar e AFH em counts e diferentes intensidades. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Sigmaplot para Windows (versão 11.0), com um nível de significância de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Durante a medida da TMR, nenhuma voluntária apresentou movimentos corporais significativos, medidos pela acelerometria. Não houve diferenças para esta variável entre os dois períodos. As oito semanas de caminhada contribuíram para um aumento significativo de 15,47% no $VO_{2máx}$, e uma redução significativa nas concentrações de LDL e um aumento nas concentrações de glicose em jejum. Estes dados são apresentados em média e desvio padrão na tabela 1.

Tabela 1. Consumo máximo de oxigênio, taxa metabólica de repouso e bioquímica sanguínea antes e depois da intervenção.

	PRÉ	PÓS
<i>VO₂max (ml.O₂⁻¹.min⁻¹)</i>	21,13 ± 3,58	24,40 ± 3,22*
<i>TMR (kcal.d⁻¹)</i>	1595,4 ± 163,0	1603,4 ± 146,1
Bioquímica sanguínea		
<i>Colesterol Total (mg.dL⁻¹)</i>	217,13 ± 23,84	203,50 ± 28,35
<i>HDL (mg.dL⁻¹)</i>	49,50 ± 21,19	48,38 ± 24,58
<i>Triglicerídeos (mg.dL⁻¹)</i>	115,63 ± 40,00	123,38 ± 51,67
<i>VLDL (mg.dL⁻¹)</i>	23,28 ± 7,92	24,68 ± 10,33
<i>LDL (mg.dL⁻¹)</i>	147,00 ± 24,01	130,45 ± 20,81*
<i>Colesterol Total/HDL</i>	4,98 ± 1,45	4,93 ± 1,53
<i>LDL/HDL</i>	3,35 ± 1,15	3,17 ± 1,12
<i>Glicose (mg.dL⁻¹)</i>	84,25 ± 23,91	93,75 ± 8,07*

* p<0,05

Três voluntárias alcançaram o alvo para o gasto energético proveniente das caminhadas, de 1500 kcal.sem⁻¹, em todas as 8 semanas. Apenas uma voluntária não alcançou 1000 kcal durante as semanas. A média do gasto energético no total de 8 semanas foi de 1642 ± 109 kcal.sem⁻¹ e não houve diferenças significativas entre as semanas. Também não houve diferenças quando avaliou-se a distância média e o tempo percorridos por semana. A FC média durante as caminhadas da semana 8 foi inferior às encontradas nas duas primeiras semanas de caminhada, bem como a FC média da semana 7 foi inferior à da semana 2. Os dados com a FC média, o tempo e a distância percorridas, bem como o gasto energético semanal das voluntárias estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Intensidade, tempo e distância percorrida ao longo das 8 semanas, sendo 4 supervisionadas (S) e 4 não supervisionadas (NS)..

Semanas	FC media (bpm)	tempo (min.sem ⁻¹)	distância (km.sem ⁻¹)	gasto energético (kcal.sem ⁻¹)
1 (S)	125 ± 10#	165 ± 22	15,2 ± 2,8	1752 ± 556
2 (S)	125 ± 12#*	147 ± 43	13,9 ± 5,0	1519 ± 615
3 (S)	124 ± 9	151 ± 23	13,8 ± 2,7	1605 ± 592
4 (S)	123 ± 10	145 ± 37	13,3 ± 4,2	1575 ± 793
5 (NS)	120 ± 9	167 ± 19	14 ± 3,3	1680 ± 484
6 (NS)	119 ± 9	147 ± 23	12,6 ± 2,8	1513 ± 593
7 (NS)	118 ± 9	184 ± 21	15,3 ± 2,7	1822 ± 458
8 (NS)	118 ± 10	167 ± 23	13,8 ± 2,6	1662 ± 525

- diferença em relação à semana 8

* - diferença em relação à semana 7

Apenas uma voluntária diminuiu a sua ingestão alimentar semanal, em quilocalorias. As demais apresentaram um padrão semelhante de aumento da ingestão em 4S, reduzindo levemente a ingestão em PÓS (figura 3). Os valores médios para a ingestão calórica semanal antes, durante e depois do período de intervenção foram $9620,33 \pm 2368,70$, $11394,39 \pm 2004,59$, e $11097,91 \pm 1477,53$, respectivamente. Na comparação das diferenças entre os períodos (Δ), foram encontradas diferenças entre $\Delta 4S\text{-PRÉ} \times \Delta PÓS\text{-}4S$ e em $\Delta PÓS\text{-PRÉ} \times \Delta PÓS\text{-}4S$, conforme ilustra a figura 4. Não houve diferenças na ingestão de macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos) em nenhum dos períodos avaliados.

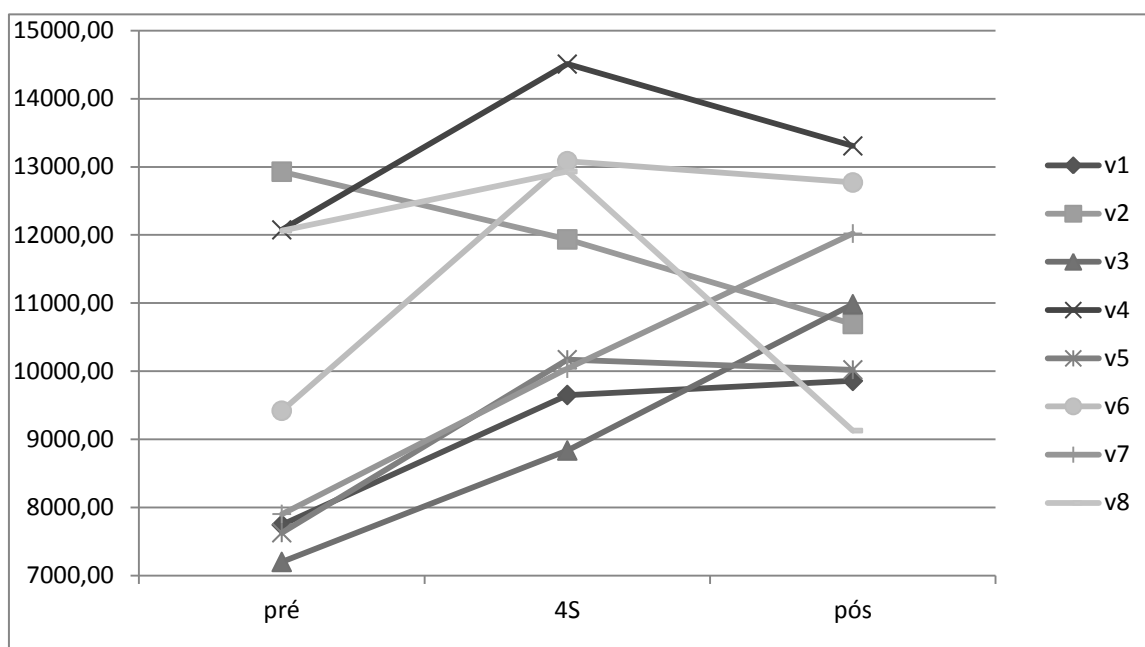


Figura 3. Ingestão alimentar semanal de cada uma das voluntárias (v) do estudo

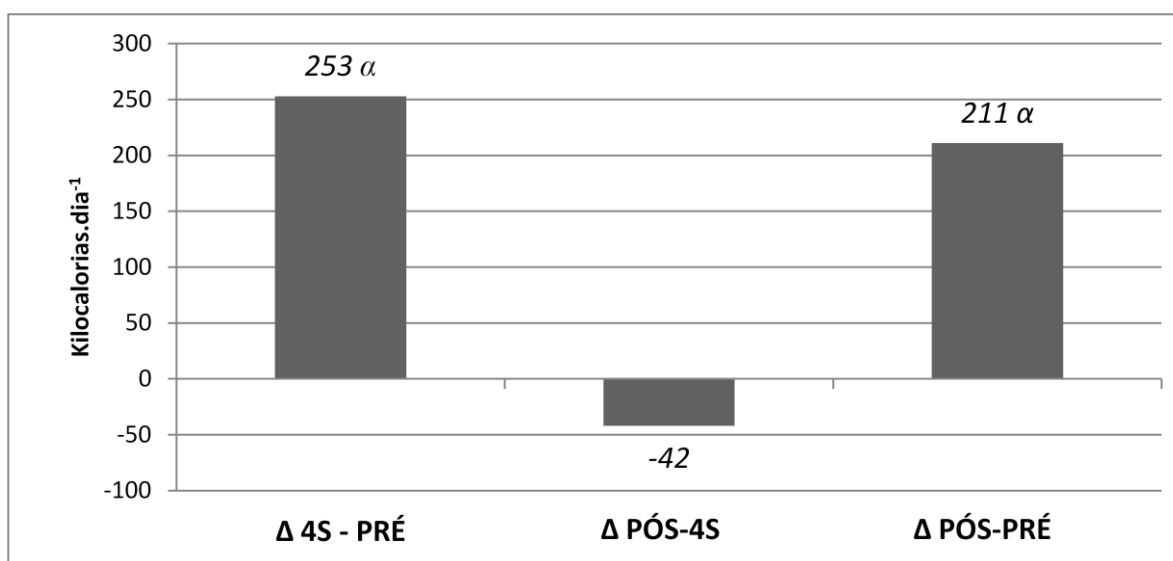


Figura 4. Variação da ingestão alimentar diária (Δ), medida através do registro alimentar de 3 dias da semana, entre os períodos analisados.

α – diferença em relação à Δ PÓS-4S ($p < 0,05$)

Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis antropométricas e de composição corporal antes, durante e após o período de intervenção com caminhadas. Os valores estão descritos na tabela 2.

Tabela 3. Antropometria e composição corporal

	PRÉ	4S	PÓS
<i>Massa corporal (kg)</i>	84,84 ± 7,88	85,34 ± 8,33	85,54 ± 8,80
<i>IMC (kg.m²-1)</i>	33,62 ± 3,41	33,81 ± 3,37	33,86 ± 3,56
<i>cir. cintura (cm)</i>	90,25 ± 2,87	91,13 ± 3,60	90,38 ± 5,10
<i>circ. Abdominal (cm)</i>	102,63 ± 5,48	103,98 ± 7,68	102,63 ± 8,09
<i>circ. Quadril</i>	115,38 ± 8,30	116,00 ± 9,20	116,24 ± 8,58
<i>% gordura*</i>	38,13 ± 5,04	38,54 ± 4,61	37,95 ± 4,21

* *Avaliado pelo método de bioimpedância.*

As voluntárias mantiveram-se acordadas, em média, durante os dias de monitoramento das atividades habituais, em média, por 16 horas. As contagens diárias da semana durante a intervenção foram menores do que os obtidos na pré-intervenção. Estes dados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 4. Atividade física habitual de acordo com o número de horas acordadas.

	PRÉ	4S	PÓS
<i>horas acordadas</i>	16 ± 2	16 ± 2	16 ± 2
<i>Contagens (registros.d-1)</i>	274423 ± 126044	224352 ± 78669#	283437 ± 120909
<i>atividades sedentárias (min.d-1)</i>	589 ± 154	602 ± 122	598 ± 114
<i>atividades leves (min.d-1)</i>	307 ± 112	309 ± 95	325 ± 112
<i>atividades moderadas(min.d-1)</i>	29 ± 27	22 ± 20	30 ± 26
<i>atividades vigorosas (min.d-1)</i>	0,0	0,0	0,0

- diferença em relação à pré e pós-intervenção

Discussão

O principal achado do presente estudo foi que, embora tenha ocorrido aumento da aptidão cardiorrespiratória e uma diminuição nas concentrações das lipoproteínas de baixa densidade, o programa de caminhada de 8 semanas não foi suficiente para promover alterações nas variáveis antropométricas e de

composição corporal em mulheres obesas e sedentárias. Este comportamento se deu, principalmente, pelas respostas compensatórias apresentadas pelas voluntárias, evidenciando-as no aumento significativo da ingestão alimentar e também pela diminuição da atividade física habitual durante a intervenção.

No presente estudo, foi verificada uma diminuição das concentrações plasmáticas de LDL, o que representa um aspecto positivo na redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Estudos utilizando períodos maiores de treinamento aeróbico de intensidade moderada também verificaram reduções desta lipoproteína (26, 27). Estes estudos também apresentaram mudanças significativas nas partículas de HDL após o período de treinamento, o que não foi observado no nosso estudo. Provavelmente, o período de oito semanas de caminhadas, aliado a nenhuma perda significativa de massa e gordura corporais possam ter influenciado na manutenção dos níveis de HDL.

O aumento de aproximadamente 15% no VO_{2max} estimado durante o estudo comprovou a eficácia do programa de caminhadas na melhoria da aptidão cardiorrespiratória das mulheres obesas, mesmo em curto período de treinamento, estando isso em conformidade com outros trabalhos (28, 29). A utilização da extrapolação dos valores do VO_{2max} a partir de 85% da $FC_{máx}$ no presente estudo foi escolhida devido a critérios de segurança e por apresentarem pequena variação quando comparada ao teste máximo de análise de consumo de oxigênio(30). Para a prática clínica, entende-se que a seqüência do programa de treinamento visando à melhoria da aptidão cardiorrespiratória deve empregar aumentos progressivos da intensidade do exercício. No presente estudo, o objetivo foi apenas verificar as respostas compensatórias a um programa de caminhadas, sem uma progressão de carga de treinamento, situação esta que é comum à maioria das pessoas que se pratica este tipo de exercício. A manutenção do gasto calórico médio durante as oito semanas, mostrada na tabela 2, corrobora com os resultados encontrados por Colley et al.(2010)(31), em um estudo com metodologia semelhante. Entretanto, no presente estudo, houve uma diminuição da intensidade das caminhadas nas duas últimas semanas do programa, o que pode ser resultado da ausência de supervisão durante a atividade, sendo necessário, portanto maior investigação sobre a aderência a

programas desta natureza sem a supervisão de um profissional da educação física.

Embora não tenha apresentado valores diferentes com relação aos minutos em atividades sedentárias, leves, moderadas e vigorosas, a diminuição das contagens totais obtidas pela acelerometria representa uma diminuição da atividade total diária durante a fase de intervenção. A ausência de atividades vigorosas quanto aos movimentos era esperado, devido, principalmente, à menor mobilidade dos indivíduos obesos. Manthou et al (2010), após uma intervenção de 8 semanas com exercícios aeróbicos, dividiu seu grupo de mulheres com sobrepeso em aquelas que perderam o peso esperado (respondentes) e aquelas que perderam menos peso que o esperado (não respondentes). O grupo de não respondentes apresentou a diminuição da AFH, enquanto que o grupo de respondentes aumentou a AFH. Nossos dados estão de acordo com o referido estudo, entretanto, Manthou et al. utilizaram o diário de atividades físicas a cada cinco minutos, enquanto que nós utilizamos a acelerometria, uma técnica objetiva e método de referência para quantificação dos movimentos corporais diários, permitindo análises precisas quanto à sua frequência, intensidade e duração (32). Outro aspecto relevante quanto às respostas compensatórias na AFH é a duração do programa de treinamento. Os programas de curta duração como o nosso podem ocasionar um desequilíbrio nas atividades físicas diárias, não observado quando é proposto um treinamento mais longo, quando é possível atingir um “novo” nível de AFH estável (33).

As estimativas de consumo alimentar baseado no registro de 3 dias permitiram o cálculo da ingestão alimentar semanal. O aumento aproximado de 1700kcal/semana durante a fase de intervenção é semelhante aos valores do gasto energético semanal proporcionado pelo programa de caminhadas. As respostas compensatórias parecem ser variáveis entre os indivíduos (34), mas os indivíduos que apresentam esta compensação apresentam manutenção ou até mesmo ganho de massa corporal após programas com exercícios. No presente estudo isto ficou evidente, pois sete voluntárias apresentaram o mesmo comportamento na curva de ingestão alimentar durante as semanas de registro alimentar. No estudo de King et al. (2007), indivíduos que apresentaram uma

resposta compensatória a um treinamento de 12 semanas, com 5 sessões de treinos semanais e com alvo de 500kcal/sessão, aumentaram em média 268,2 kcal/dia na ingestão alimentar. Este aumento representa um valor de 1835kcal/semana, semelhante ao que foi encontrado no presente estudo, mesmo com um volume de treinamento maior. Isto nos indica que as respostas compensatórias podem acontecer de maneira semelhante em diferentes tipos de programas de treinamento aeróbico (17). Estas alterações no consumo alimentar podem ser resultado de um mau funcionamento ou insensibilidade do sistema do controle do apetite, principalmente em adultos sedentários. Um recente estudo mostrou que um programa de 12 semanas de treinamento aeróbico promoveu aumentos das concentrações de grelina acilatada, um importante hormônio orexigênico, e na sensação de fome no jejum (35).

Certamente, os aumentos no consumo alimentar no presente estudo contribuíram decisivamente para a manutenção do percentual de gordura e das circunferências de cintura, abdominal e de quadril, visto que houve a manutenção do gasto energético ao longo das semanas como resposta ao programa de caminhadas. Finlayson et al. (2010)(28), em um estudo de 12 semanas de duração, com alvo de gasto calórico de 2500 kcal por semana, verificaram uma redução média de 5,3 kg da massa de gordura. Entretanto, os autores optaram por dividir o grupo em respondentes e não respondentes, de acordo com sua composição corporal ao final do estudo. Neste caso, os não respondentes não apresentaram quaisquer alterações na massa de gordura. No presente estudo, não foram encontradas diferenças na massa livre de gordura antes e após o programa de caminhadas, provavelmente pelas características do tipo de exercício, de natureza aeróbica.

O período de oito semanas para o treinamento com caminhadas foi escolhido por representar um tempo suficiente para induzir mudanças mensuráveis na composição corporal (36), e um tempo adequado para a manutenção dos níveis de aderência das voluntárias, uma vez que períodos de intervenção mais longos tendem a sofrer uma maior mortalidade amostral. Contudo, no presente estudo esse período não foi suficiente para modificar a composição corporal, indicando a necessidade de uma intervenção aguda

nutricional e/ou uma carga diferenciada na densidade de treino, ou mesmo no tipo de treinamento.

Embora apresente resultados consistentes quanto ao seu objetivo, o presente estudo apresentou limitações quanto ao número reduzido de mulheres que atenderam aos critérios de inclusão para o início do programa de intervenção, o que também não permitiu a inclusão de um grupo controle no desenho experimental.

Mulheres obesas devem ter como objetivo primário a redução do peso, principalmente na forma de gordura corporal. A adesão a um programa de exercícios tem sido recomendada (31, 37, 38), bem como uma alteração nos padrões alimentares que permita promover um balanço energético negativo (39), porém a verificada atuação dos mecanismos compensatórios no presente estudo, tanto no que diz respeito ao aumento da ingestão alimentar, bem como a redução dos níveis de AFH, estarão contribuindo para a ineficácia do programa, fatos muitas vezes não considerados em programas de intervenção que apresentam resultados ineficazes do impacto da prática de exercícios sobre a composição corporal.

CONCLUSÃO

Mesmo com o aumento do consumo máximo de oxigênio e a redução do LDL, variáveis relacionadas à melhoria da saúde, não houve alterações na massa corporal e no percentual de gordura corporal das voluntárias que participaram do programa de caminhadas. Os aumentos médios na ingestão calórica durante as fases do estudo apresentaram valores semelhantes aos do gasto energético semanal das caminhadas.

A aderência a um programa estruturado de caminhadas provocou respostas compensatórias com relação aos hábitos alimentares, bem como nos padrões de atividade física habitual, que são variáveis importantes no sucesso no controle do peso em mulheres obesas. Tais resultados contribuem para explicar possíveis resultados inadequados em estudos sobre a eficácia do exercício sobre o emagrecimento.

REFERÊNCIAS

1. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of Obesity and Trends in the Distribution of Body Mass Index Among US Adults, 1999-2010. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 2012;307(5):491-7.
2. von Ruesten A, Steffen A, Floegel A, Masala G, Tjønneland A, Halkjaer J, et al. Trend in obesity prevalence in European adult cohort populations during follow-up since 1996 and their predictions to 2015. *PLoS One*. 2011;6(11):e27455.
3. Morabia A, Costanza MC. Does walking 15 minutes per day keep the obesity epidemic away? Simulation of the efficacy of a populationwide campaign. *Am J Public Health*. 2004 Mar;94(3):437-40.
4. Chan RS, Woo J. Prevention of overweight and obesity: how effective is the current public health approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar;7(3):765-83.
5. de Moura BP, Marins JCB, Amorim PRS. Self selected walking speed in overweight adults: Is this intensity enough to promote health benefits? *Apunts Medicina de l'Esport* %@ 1886-6581. 2011.
6. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med*. 1997 May;23(5):306-32.
7. Neto J, Ribeiro F, Oliveira J. Is the recommendation to walk sufficient to achieve the levels of physical activity recommended to obtain cardiovascular benefits? *Rev Port Cardiol*. 2011 Mar;30(3):313-22.
8. Hill JO, Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity. *J Appl Physiol*. 2005 Aug;99(2):765-70.
9. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain--a systematic review. *Obes Rev*. 2000 Oct;1(2):95-111.
10. Colley RC, Hills AP, O'Moore-Sullivan TM, Hickman IJ, Prins JB, Byrne NM. Variability in adherence to an unsupervised exercise prescription in obese women. *Int J Obes (Lond)*. 2008 May;32(5):837-44.
11. Donnelly JE, Smith BK. Is exercise effective for weight loss with ad libitum diet? Energy balance, compensation, and gender differences. *Exercise and sport sciences reviews*. 2005;33(4):169.
12. Whybrow S, Hughes DA, Ritz P, Johnstone AM, Horgan GW, King N, et al. The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. *British Journal of Nutrition*. 2008;100(05):1109-15.
13. Turner JE, Markovitch D, Betts JA, Thompson D. Nonprescribed physical activity energy expenditure is maintained with structured exercise and implicates a compensatory increase in energy intake. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;92(5):1009.
14. Stubbs RJ, Hughes DA, Johnstone AM, Whybrow S, Horgan GW, King N, et al. Rate and extent of compensatory changes in energy intake and expenditure in response to altered exercise and diet composition in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2004;286(2):R350.
15. Blundell JE, Stubbs RJ, Hughes DA, Whybrow S, King NA. Cross talk between physical activity and appetite control: does physical-activity stimulate appetite? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003;62(3):651-62.

16. Church TS, Martin CK, Thompson AM, Earnest CP, Mikus CR, Blair SN. Changes in weight, waist circumference and compensatory responses with different doses of exercise among sedentary, overweight postmenopausal women. *PLoS One*. 2009;4(2):e4515.
17. King NA, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs R, Blundell JE. Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *International Journal of Obesity*. 2007;32(1):177-84.
18. Colley RC, Hills AP, King NA, Byrne NM. Exercise-induced energy expenditure: implications for exercise prescription and obesity. *Patient Educ Couns*. 2010 Jun;79(3):327-32.
19. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obes Res*. 2005 May;13(5):891-9.
20. Marfell-Jones TOM, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.; 2006.
21. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*. 1949 Aug;109(1-2):1-9.
22. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
23. Amorim PR, Hills A, Byrne N. Treadmill adaptation and verification of self-selected walking speed: a protocol for children. *Res Q Exerc Sport*. 2009 Jun;80(2):380-5.
24. Sheffield LT, Holt JH, Reeves TJ. Exercise graded by heart rate in electrocardiographic testing for angina pectoris. *Circulation*. 1965 Oct;32(4):622-9.
25. Lothian F, Farrally MR. A comparison of methods for estimating oxygen uptake during intermittent exercise. *J Sports Sci*. 1995 Dec;13(6):491-7.
26. Halverstadt A, Phares DA, Wilund KR, Goldberg AP, Hagberg JM. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism*. 2007;56(4):444-50.
27. Durham MT, Slentz CA, Bateman LA, Mabe SK, Kraus WE. Relationships between exercise-induced reductions in thigh intermuscular adipose tissue, changes in lipoprotein particle size, and visceral adiposity. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 2008;295(2):E407-E12.
28. Finlayson G, Caudwell P, Gibbons C, Hopkins M, King N, Blundell J. Low fat loss response after medium-term supervised exercise in obese is associated with exercise-induced increase in food reward. *Journal of Obesity*. 2010;2011.
29. Manthou E, Gill JM, Wright A, Malkova D. Behavioral compensatory adjustments to exercise training in overweight women. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Jun;42(6):1121-8.
30. Marsh CE. Evaluation of the American College of Sports Medicine submaximal treadmill running test for predicting VO₂max. *J Strength Cond Res*. 2012 Feb;26(2):548-54.
31. Colley RC, Hills AP, King NA, Byrne NM. Exercise-induced energy expenditure: implications for exercise prescription and obesity. *Patient Education and Counseling*. 2010;79(3):327-32.

32. Plasqui G, Westerterp KR. Physical Activity Assessment With Accelerometers: An Evaluation Against Doubly Labeled Water* &ast. *Obesity*. 2007;15(10):2371-9.
33. Rangan VV, Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Houmard JA, et al. Effects of an 8-Month Exercise Training Program on Off-Exercise Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(9):1744.
34. Finlayson G, Bryant E, Blundell JE, King NA. Acute compensatory eating following exercise is associated with implicit hedonic wanting for food. *Physiology & behavior*. 2009;97(1):62-7.
35. Martins C, Kulseng B, King N, Holst J, Blundell J. The effects of exercise-induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2010;95(4):1609.
36. Saris W, Blair SN, Van Baak M, Eaton S, Davies P, Di Pietro L, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity reviews*. 2003;4(2):101-14.
37. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, Del Mar C. Exercise for overweight or obesity (Review). 2006.
38. Riccardo DG, Simona C, Elena C, Marwan EG, Giulio M. Cognitive-Behavioral Strategies to Increase the Adherence to Exercise in the Management of Obesity. *Journal of Obesity*. 2010;2011.
39. King N, Horner K, Hills A, Byrne N, Wood R, Bryant E, et al. Exercise, appetite and weight management: understanding the compensatory responses in eating behaviour and how they contribute to variability in exercise-induced weight loss. *British Journal of Sports Medicine*. 2011.

CONCLUSÕES GERAIS

Na tentativa de estabelecer o custo de energia da caminhada, de acordo com a pesquisa realizada no capítulo 2, verificou-se que a velocidade de caminhada auto selecionada é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3,0 *km/h* representam a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida. Estes achados indicam que uma caminhada mais lenta, por mais tempo, pode promover a perda de peso sem, contudo, acarretar problemas ósseos ou articulares em decorrência do excesso de peso.

Quando o objetivo foi analisar as respostas compensatórias decorrentes de um programa envolvendo caminhadas supervisionadas e não supervisionadas sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas e sedentárias, verificou-se que, mesmo com o aumento do consumo máximo de oxigênio e a redução do LDL, variáveis relacionadas à melhoria da saúde, não houve alterações na massa corporal e no percentual de gordura corporal das voluntárias. Os aumentos médios na ingestão calórica durante as fases do estudo apresentaram valores semelhantes aos do gasto energético semanal das caminhadas.

A aderência a um programa estruturado de caminhadas provocou respostas compensatórias com relação aos hábitos alimentares, bem como nos padrões de atividade física habitual, que são variáveis importantes no sucesso no controle do peso em mulheres obesas. Tais resultados contribuem para explicar possíveis resultados inadequados em estudos sobre a eficácia do exercício sobre o emagrecimento.

APÊNDICE A – ORIENTAÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO REGISTRO ALIMENTAR

Orientações para preenchimento do registro alimentar

- ✓ Fazer o registro alimentar de um dia de final de semana e dois dias de semana, sendo estes não consecutivos. Ex: domingo, terça e quinta;
- ✓ Registrar todos os alimentos consumidos ao longo do dia, inclusive a quantidade de açúcar adicionada no suco ou café, quantidade de azeite adicionado na salada;
- ✓ Anotar os horários das refeições;
- ✓ Anotar o modo de preparo dos alimentos. Exemplo: assado, grelhado, cozido;
- ✓ Especificar a quantidade do alimento consumido.

Exemplo de preenchimento do registro alimentar:

Refeição	Alimento/Preparação	Quantidade
Café da manhã Horário: 07h	Leite Integral Achocolatado	1 copo duplo cheio 1 colher de sopa rasa
Lanche da tarde Horário: 15h	Suco de Laranja Açúcar Bolo de Cenoura	1 copo pequeno 1 colher de sobremesa cheia 1 fatia grande
Jantar Horário: 20h	Arroz Feijão Bife de Boi Frito Alface	2 colheres de servir cheias 1 concha pequena rasa 1 unidade pequena 4 folhas

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE ELEGIBILIDADE DO ESTUDO

UFV-LAPEH

POTENCIAIS RESPOSTAS COMPENSATÓRIAS SOBRE O BALANÇO ENERGÉTICO E A COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES OBESAS

Mestrando: Rafael Pacheco Silva

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim

Questionário de Elegibilidade no Estudo

Nome: _____ Idade: _____

Profissão: _____ Telefone: _____

e-mail: _____

Estatura: _____ Peso : _____ IMC(calculado): _____

Seu peso variou nos últimos 6 meses? sim ___ não ___ Quantos quilogramas? _____

Pratica atividades físicas regulares? Sim ___ Não ___

Qual atividade? _____

Quantas vezes por semana? 1-2 ___ 3 ___ 4 ou mais ___ Tempo por dia: _____

Qual a disponibilidade de horários para se submeter a um programa de treinamento individualizado de caminhada? _____

Diabética: Sim ___ Não ___ Hipertensa: Sim ___ Não ___

Faz uso de algum medicamento? Sim ___ Não ___

Se sim, qual(is)? _____

Alguma razão que impede a realização de exercícios? Sim ___ Não ___

ANEXO 1 – INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO

INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO

Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas.

Contato da equipe de pesquisa	
Dr. Paulo Roberto S. Amorim	Prof. Rafael Pacheco Silva
Tel: 38994996	Tel.: 87853875
e-mail: pramorim@ufv.br	e-mail: flacheco@yahoo.com.br

Descrição

Você está sendo convidado a participar de um estudo que investiga as **Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal**. Com esse estudo estaremos tentando responder algumas questões importantes a respeito dos efeitos das atividades físicas supervisionadas e habituais (aquelas do dia-a-dia tais como as tarefas domésticas, caminhar como deslocamento, subir escadas etc.) sobre o emagrecimento e a saúde. Para participar é necessário que alguns critérios sejam atendidos de forma que os resultados não sejam influenciados por fatores os quais já sabemos que podem alterá-lo, assim é importante que a participante não seja portadora de diabetes, não seja gestante ou lactante, possa caminhar, tenha o peso estável (± 3 kg) há no mínimo 6 meses, não esteja realizando mais de 60 minutos de exercício por semana, não esteja fazendo uso de medicamento que afete a composição corporal e tenha um índice de massa corporal ($IMC = \text{peso} \div \text{altura}^2$) maior do que 30 kg.m^2 . As participantes serão requeridas estarem disponíveis para 3 visitas aos Laboratórios do Departamento de Educação Física e Divisão de Saúde para os testes e exames iniciais, bem como atenderem a universidade para as sessões de caminhada supervisionada 3 vezes por semana durante 4 semanas e, após isso, continuar realizando as caminhadas por mais 4 semanas por conta própria e atender 2 sessões de testes ao final do estudo para os exames finais. Nesses exames serão verificadas sua composição corporal, gasto de energia no repouso e no exercício, pressão arterial e alguns parâmetros da bioquímica do sangue, além de um acompanhamento dietético. Se você atende aos critérios acima citados a equipe de pesquisa solicita sua ajuda, pois necessitamos de pessoas com suas características para a condução desse estudo.

Participação

Sua participação é voluntária. Você pode desistir de participar a qualquer momento durante o projeto sem nenhuma penalidade ou comentário. Sua decisão sobre a participação não irá de forma alguma impactar qualquer relacionamento atual ou futuro com a UFV.

Benefícios esperados

Acima de tudo é intenção desse estudo aumentar o corpo de conhecimentos sobre os efeitos da atividade física sobre o emagrecimento de forma saudável. Além disso, você receberá um laudo com os resultados de todos os parâmetros avaliados, com os comentários e recomendações para adoção de um estilo de vida condizente a uma boa saúde.

Riscos

Não será realizada nenhuma atividade extra que o exponha a riscos diferentes daqueles encontrados em situações normais do dia-a-dia ou de uma pessoa que pratique caminhada. Tais riscos serão ainda minimizados pela individualização na prescrição da intensidade da caminhada que será continuamente controlada através da manutenção dos batimentos cardíacos numa faixa adequada a sua condição física, além do acompanhamento de um profissional em educação física que conhecerá estas condições.

Confidencialidade

Todos os comentários, respostas e dados mensurados serão tratados confidencialmente. Os nomes dos indivíduos não serão divulgados em nenhuma situação, bem como os dados coletados serão analisados apenas pelos pesquisadores envolvidos no estudo.

Termo de consentimento de participação

Nós gostaríamos de pedir-lhe que assine o formulário de consentimento em anexo, para confirmar sua concordância em participar, caso você assim deseje.

Questões / Informações sobre o projeto

Por favor, entre em contato com a equipe de pesquisa acima nominada para a resolução de qualquer dúvida ou se você desejar outras informações sobre o projeto.

Dúvidas ou reclamações a respeito da condução do projeto

A UFV é compromissada com a integridade dos seus pesquisadores e com as condutas éticas dos projetos de pesquisa. Entretanto, se você tiver alguma dúvida ou reclamação sobre a conduta ética desse projeto você pode contatar o Comitê de Pesquisa com Seres Humanos da UFV pelo telefone 3899-1269. O Comitê de pesquisa não é conectado com o projeto de pesquisa e pode facilitar a resolução de seu problema de forma imparcial.

A equipe de pesquisa lhe é muito grata pelo fato de você haver lido esse documento, independentemente de sua concordância em participar.

Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas.

Declaração de consentimento

Assinando abaixo você está indicando que você:

- Leu e entendeu o documento informativo desse projeto;
- Todas as suas questões foram adequadamente respondidas;
- entendeu que se você tiver qualquer questão adicional você pode contatar a equipe de pesquisa;
- entendeu que você é livre para desistir a qualquer momento, sem nenhuma penalidade;
- entendeu que você pode contatar o Comitê de ética pelo telefone 3899-1269 se você tiver qualquer preocupação sobre a conduta ética desse projeto;
- Concorde em participar do projeto.

Nome

Assinatura

Data

____ / ____ / ____

Endereço

Telefones

Casa: _____ **Trabalho:** _____

Celular: _____

ANEXO 2 –ARTIGO ORIGINAL 1 PUBLICADO NA REVISTA *MOTRICIDADE*

Motricidade
2012, vol. 8, n. S2, pp. 314-322

© FTCD/FIP-MOC
Suplemento do 1º EPEPS

Custo energético por distância em diferentes velocidades de caminhada em mulheres obesas

Energy cost per distance at different speeds of walking in obese women

P.R.S Amorim, R.P. Silva, M.B.C. Carvalho, J.C.B. Marins

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

Comparar o custo energético por distância em diferentes velocidades de caminhada. A pesquisa foi composta por 13 mulheres obesas ($IMC = 33.82 \pm 2.95 \text{ kg/m}^2$) e sedentárias foram voluntárias no estudo. Para determinar o custo energético por distância (m/min), medimos as trocas respiratórias em um protocolo de esteira que consistia em 5 estágios de 4 minutos, com 4 minutos de repouso, com velocidades crescentes (3.0, 4.0, 5.0, 6.0 km/h e a velocidade de caminhada auto-selecionada - VCAS). A VCAS foi calculada através da média do tempo para percorrer uma pista de 50 metros de comprimento. O gasto energético por distância foi definido como: (economia grossa = VO_2 [ml/kg.min] dividido pela velocidade [m/min]). Os resultados apresentaram que VO_2 e FC aumentaram conforme ocorriam os aumentos da velocidade na esteira. A VCAS média obtida pelas voluntárias foi de 4.8 km/h. A velocidade de 3.0 km/h apresentou maior valor de economia grossa em relação a 4.0, 5.0, VCAS e 6.0 km/h [.089, contra .076, .073, .074 e .078 (ml/kg.m)] . A VCAS é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3.0 km/h representa a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida.

Palavras-chave: obesidade, velocidade de caminhada autosselcionada, consumo de oxigênio, gasto energético

ABSTRACT

The aim of the study was to compare the energy cost per distance in different speeds of walking. The A sample of 13 sedentary obese women ($IMC = 33.82 \pm 2.95 \text{ kg/m}^2$) voluntary participated in the study. To determine the energy cost per distance (m/min), we measured the respiratory exchanges in a treadmill protocol that consisted of 5 stages of training of 4 minutes, with 4 minutes of rest, increasing speeds (3.0, 4.0, 5.0, 6.0 km/h and the self-selected speed of walking - VCAS). We measured the VCAS through the average of the time to cover a track of 50 meters of length. The energy expenditure per distance was defined as: (gross economy = VO_2 [ml/kg.min] divided by the speed [m/min]). Results indicated that VO_2 and FC increased according to the increase of the speed at the treadmill. The average VCAS gotten by the volunteers was 4.8 km/h. The speed of 3.0 km/h presented greater value of gross economy in relation to 4.0, 5.0, VCAS and 6.0 km/h (.089, against .076, .073, .074 and .078 ml/kg.m). The VCAS represents the lesser cost of energy per distance, between five different speeds, in obese and sedentary women. Moreover, 3.0 km/h represents the speed that promotes the biggest energy expenditure per covered distance.

Keywords: obesity, self-selected speed of walking, oxygen uptake, energy expenditure

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

Paulo Roberto dos Santos Amorim, Rafael Pacheco Silva, Miller Borges Castanheira Carvalho, João Carlos Bouzas Marins.
Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
Endereço para correspondência: Paulo Roberto dos Santos Amorim, Caixa Postal 72 - Viçosa, Minas Gerais - CEP: 36570-000, Brasil
E-mail: pramorim@ufv.br

A obesidade é uma epidemia mundial e tem crescido em taxas substanciais nas últimas décadas. A Pesquisa de Orçamentos Familiares em 2008-2009, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta no Brasil uma prevalência da obesidade de 12.5% nos homens e 16.9% nas mulheres adultas, o que indica uma situação de alerta em termos epidemiológicos, tendo em vista os problemas socioeconômicos e metabólicos que estão relacionados à obesidade Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2010). Estratégias de redução destas taxas de crescimento, ou até mesmo a diminuição, destes índices têm sido adotadas, e, entre elas o aumento dos níveis de atividade física da população tem sido preconizado (Morabia & Costanza, 2004). Embora haja este interesse por parte de pesquisadores, a prevenção e redução da obesidade dependem definitivamente de mudanças individuais do estilo de vida, que estão diretamente ligadas ao tipo de atividade e à motivação em realizá-la (Chan & Woo, 2010).

A caminhada é uma das práticas de atividades físicas mais realizadas com o objetivo de manutenção ou redução do peso corporal, devido ao baixíssimo custo e fácil acessibilidade (De Moura, Marins, & Amorim, 2011). Notadamente, a caminhada traz vários benefícios para a saúde geral dos indivíduos que a praticam (Morris & Hardman, 1997; Neto, Ribeiro, & Oliveira, 2011). O gasto energético da caminhada já foi reportado em estudos com diferentes populações (Ehlen, Reiser, & Browning, 2011; Freedson et al., 2008; Kramer & Sylvester, 2011; Lafortuna et al., 2008), entretanto, existem poucos estudos apontando o gasto energético em adultos obesos enquanto praticam caminhadas. Em um dos poucos estudos com este intuito, Hills, Byrne, Wearing e Armstrong (2006) encontraram resultados que demonstraram que a intensidade de caminhada autosselcionada foi suficiente para melhorar o condicionamento cardiorrespiratório em sujeitos obesos (Hills et al., 2006).

Adultos obesos podem preferir andar mais devagar para reduzir a sua taxa metabólica aguda (ou seja, o gasto energético por unidade de tempo), tornando a caminhada mais confortável (Browning & Kram, 2005). Nesta perspectiva a velocidade de caminhada autosselcionada é comumente identificada como a velocidade de caminhada mais eficiente, com o menor consumo de oxigênio (VO_2) por unidade de trabalho mecânico (Browning, Baker, Heron, & Kram, 2006; Heglund, Willems, Penta, & Cavagna, 1995).

Estudos têm indicado que a taxa de consumo de energia metabólica aumenta curvilinearmente com a velocidade de caminhada. Sendo assim, a quantidade de energia consumida por unidade de distância apresenta uma curva em forma de U, quando plotados em razão da velocidade de caminhada (Browning & Kram, 2005). Como a literatura é escassa nesse sentido, não se sabe ao certo se a velocidade de caminhada preferida, corresponde ao custo mínimo de energia por distância para mulheres obesas. Não foram identificados estudos nas bases de dados *Medline*, *Pubmed* ou *Scielo*, com as palavras-chaves obesidade, caminhada, velocidade, autosselcionada e suas combinações, que investigassem o gasto energético da caminhada em mulheres brasileiras obesas e sedentárias em diferentes velocidades a partir da velocidade autosselcionada.

Hipotetizamos que mulheres obesas preferem uma velocidade de caminhada que minimiza o custo de energia por distância. Esta preferência pode refletir numa diminuição dos efeitos benéficos da caminhada quanto à perda de peso corporal. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os valores de VO_2 relativo ao peso corporal, a FC e o gasto energético por distância em diferentes velocidades de caminhada em mulheres obesas.

MÉTODO

Amostra

Treze mulheres foram selecionadas no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Primeiramente, elas foram informadas da existência

da pesquisa através de notícias no site da Universidade Federal de Viçosa, bem como email para os servidores e professores desta instituição, além de cartazes afixados nos locais de maior circulação de pessoas, incluindo padarias, supermercados, restaurantes e salões de beleza na região central da cidade. Tão logo fosse estabelecido o primeiro contato das interessadas com o pesquisador responsável, as mesmas respondiam a um questionário de elegibilidade.

Obedecendo aos critérios de inclusão, todas as mulheres selecionadas para integrar o estudo deveriam ter boa saúde, não apresentando nenhuma doença crônica-degenerativa diagnosticada e/ou tratada e não estavam consumindo medicamentos conhecidos por influenciar o metabolismo. As mulheres deveriam ser classificadas como obesas (índice de massa corporal $> 30 \text{ kg/m}^2$), não fumantes, gestantes ou lactantes, não tendo diabetes ou qualquer

doença cardiovascular. Todas as mulheres deveriam ser sedentárias (definido como < 60 minutos de atividade moderada ou intensa planejada por semana, incluído a atividade relacionada ao trabalho), e sem alteração na sua massa corporal superior aos 3 kg ao longo dos seis meses anteriores ao estudo.

Todas as fases de recrutamento e seleção das participantes do estudo, descritas acima, estão apresentadas na figura 1.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa e todas as mulheres leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Instrumentos e Procedimentos

As voluntárias realizaram todos os procedimentos de pesquisa em 3 dias distintos. No primeiro dia, foi realizado o teste para a determinação da velocidade de caminhada auto sele-

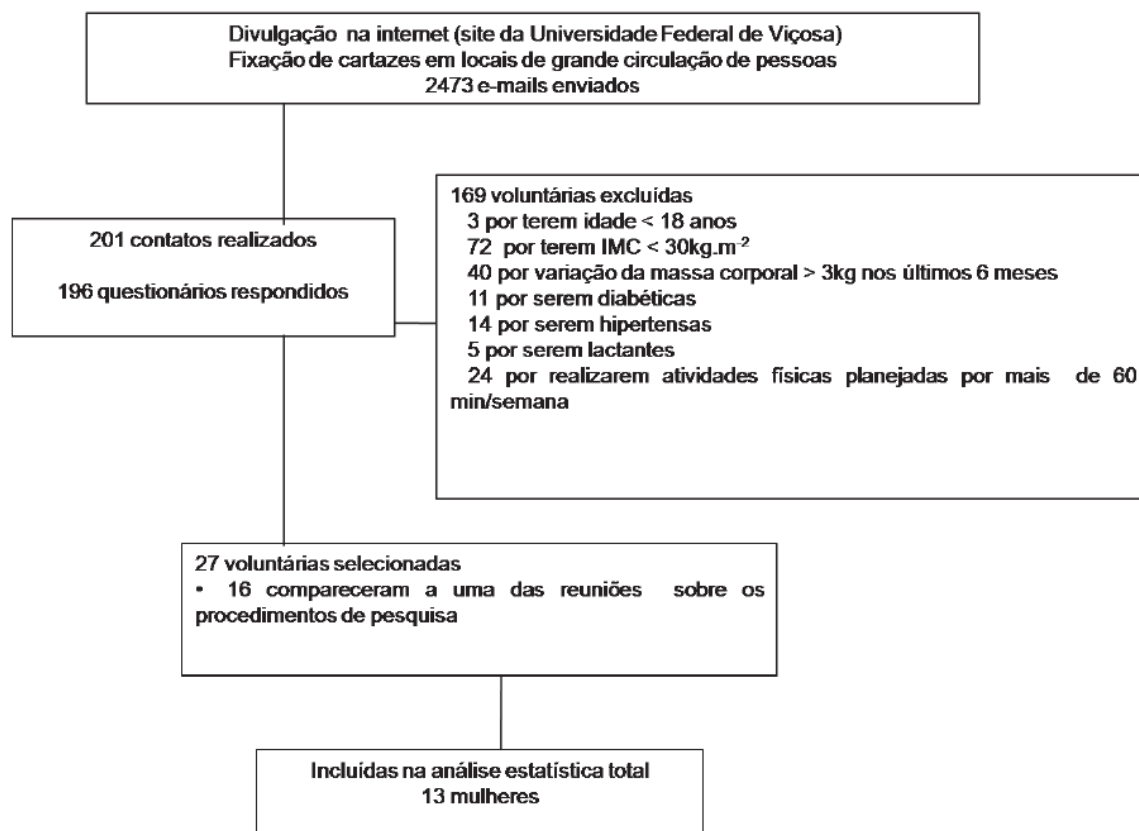


Figura 1. Fluxo de divulgação e seleção das voluntárias ao longo do estudo

cionada (VCAS), obtida a partir do tempo necessário para percorrer uma distância de 50 metros, cronometrado por dois avaliadores e considerando a média dos tempos medidos por eles. As mulheres foram instruídas a percorrer seis vezes uma distância de 70 metros em um “ritmo confortável de caminhada”. Os primeiros e os últimos 10 metros foram desconsiderados, a fim de evitar quaisquer interferências de acelerações e desacelerações. A VCAS foi determinada como a média das 5 últimas tentativas. Todas as medidas foram realizadas em terreno plano e livre de obstáculos (Browning & Kram, 2005).

No segundo dia, foram realizadas as medidas antropométricas e de composição corporal, bem como da taxa metabólica de repouso. Todas as voluntárias eram orientadas a manter um jejum mínimo de 8 horas, realizarem o menor esforço possível de locomoção até o laboratório, bem como evitar atividades físicas vigorosas nas 48 horas antecedentes aos testes e não fazer ingestão de produtos à base de cafeína no dia anterior. Os testes foram realizados nas primeiras horas da manhã com o objetivo de facilitar os procedimentos de jejum das voluntárias. A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança digital Filizola®, com precisão de 50 gramas e para a medida da estatura utilizou-se um estadiômetro de parede Sanny®, possibilitando o cálculo do IMC. Circunferências de cintura, abdominal e do quadril foram medidas com uma fita antropométrica. Todos os procedimentos antropométricos utilizados seguiram as recomendações da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Marfell-Jones, Stewart, & Carter, 2006). O percentual de gordura corporal, a massa livre de gordura e a massa de gordura foram medidos utilizando-se um aparelho de bioimpedância elétrica tetrapolar Biodynamics® 310 (Biodynamics Corporation, Seattle, USA).

Após estes procedimentos, foi respeitado um período de 10 minutos em que as voluntárias ficaram deitadas, em decúbito dorsal, até que fosse iniciada a medida da taxa

metabólica de repouso (TMR), através de calorimetria indireta (VO2000 - Medgraphics®), com calibração do equipamento antes de cada teste. As voluntárias usaram um bocal acoplado a uma linha de ar, ligada ao analisador de gases e um clip nasal. Foram analisadas as trocas dos gases respirados durante 20 minutos.

Acelerômetros GT3x (Actgraph®) foram colocados no punho direito e no quadril das voluntárias para verificação de possíveis movimentos durante o teste, os quais não foram identificados em nossas análises. O cálculo da TMR foi realizado utilizando-se as médias de intervalos de 5 minutos (1-5,2-6,3-7...), e o menor valor do coeficiente de variação destes intervalos foi considerado o correspondente à TMR. O gasto energético diário foi calculado utilizando-se a Equação de Weir (Weir, 1949).

No terceiro dia, foi realizada a medida do gasto energético da caminhada em diferentes velocidades na esteira. Foi realizada uma familiarização à esteira (ECAFX®, modelo EG700X) e à escala de Borg (Borg, 1982), previamente descrito (Amorim, Hills, & Byrne, 2009). Em seguida, as voluntárias ficaram sentadas por 10 minutos até a frequência cardíaca retornar os valores de repouso. Neste momento, foi iniciada a medida consumo de oxigênio em diferentes velocidades de caminhada. Para o teste, foi utilizado o método da calorimetria indireta, usando o analisador de gases VO2000 (Medgraphics®), com o uso de bocal e clip nasal. O protocolo envolvia 5 estágios de caminhada, com 4 minutos cada, com velocidades crescentes, separados por intervalos de 4 minutos de repouso na posição sentada. As velocidades foram 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 km/h e a velocidade de caminhada autosselcionada (VCAS), obtida no primeiro dia do experimento. As trocas gasosas foram medidas a cada 20 segundos e os valores médios do último minuto de cada estágio foram utilizados para a análise dos dados. A frequência cardíaca foi medida em intervalos regulares de 20 segundos, através de um monitor Polar® ligado a uma interface do analisador de gases. Os testes foram interrompidos quando as

voluntárias atingiram 85% da FC máxima estimada (Sheffield, Holt, & Reeves, 1965). Caso esse valor não fosse atingido ao final do 5º estágio, a velocidade era aumentada em 1 km/h a cada minuto. A extrapolação dos valores de consumo de oxigênio para a FC máxima nos permitiu a estimativa do consumo máximo de oxigênio.

Análise Estatística

Verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, comparamos os valores de VO_2 relativo ao peso corporal, da FC e do gasto energético por distância (economia grossa = VO_2 [ml/kg.min] dividido pela velocidade [m/min]), nas diferentes velocidades de caminhada, utilizando a ANOVA para medidas repetidas, seguido de um post hoc de Tukey quando foram encontradas diferenças. O nível de significância adotado foi de $p < .05$ e os dados foram analisados utilizando o software SigmaPlot® v.11.0.

RESULTADOS

As características físicas das voluntárias são exibidas na Tabela 1.

O gasto energético de repouso médio das mulheres obesas no presente estudo foi de 1648 ± 161 kcal/dia e a velocidade de caminhada auto selecionada foi de 4.8 km/h. O consumo de oxigênio médio relativo ao peso corporal aumentou linearmente durante o teste, em 3.0, 4.0, 4.8 (VCAS), 5.0 e 6.0 km/h ($10.54 \pm .52$, $12.10 \pm .67$, 13.90 ± 1.52 , 14.37 ± 1.16 e 16.99 ± 1.97 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente). A frequência cardíaca apresentou comportamento similar conforme era aumentada a velocidade na esteira (113 ± 10 , 117 ± 12 , 127 ± 9 , 130 ± 13 e 150 ± 11 bpm, respectivamente) (figura 2). Apenas uma voluntária não atingiu os 85% da FCmax estimada pela idade durante o protocolo de esteira, sendo necessário aumento da velocidade.

Quando analisamos o gasto energético pela distância (economia grossa), foi verificado um comportamento em forma de “U”, conforme ocorria o aumento das velocidades. Desta for-

ma, a velocidade de 3.0 km/h apresentou o maior gasto de energia médio ($.089 \pm .008$ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{m}^{-1}$) quando comparado a 4.0 km/h ($.077 \pm .007$), VCAS ($.073 \pm .007$), 5.0 km/h ($.074 \pm .008$) e 6.0 km/h ($.078 \pm .008$) (figura 3).

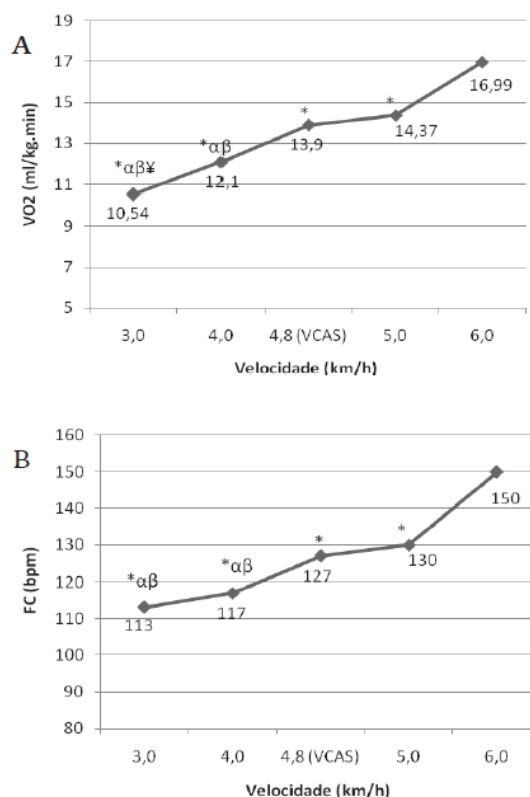


Figura 2. A - Consumo de oxigênio (VO_2) médio em diferentes velocidades. B - Frequência cardíaca (FC) média em diferentes velocidades. VCAS=velocidade de caminhada autosselcionada; * $\neq$ 6.0 km/h, $\alpha \neq$ 5.0 km/h, $\beta \neq$ VCAS, $\gamma \neq$ 4.0 km/h

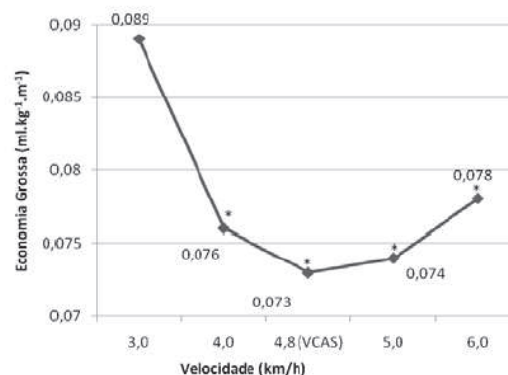


Figura 3. Economia grossa de energia por distância (valores médios); * $\neq$ 3.0 km/h - $p < .05$

Tabela 1.
Características físicas das voluntárias

	M $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	38.75 $\pm$ 11.88	23	57
Estatutura (cm)	159.96 $\pm$ 6.24	150	170
Massa Corporal (kg)	86.41 $\pm$ 7.04	74.20	94.40
IMC (kg/m ²)	33.82 $\pm$ 2.95	30.14	40.86
% gordura *	37.29 $\pm$ 4.26	31.50	45.50
Circunferência de Cintura (cm)	90.00 $\pm$ 3.13	84.00	96.00
Circunferência Abdominal (cm)	101.42 $\pm$ 5.21	94.00	113.00
Circunferência de Quadril (cm)	115.42 $\pm$ 6.97	106.00	132.00
Relação Cintura/Quadril	.78 $\pm$.05	.70	.85
Massa de gordura (kg)	31.86 $\pm$ 4.46	23.40	42.40
Massa Corporal magra (kg)	53.88 $\pm$ 5.23	41.30	61.80
VO ₂ máximo (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	21.13 $\pm$ 3.59	16.47	26.56

Nota: * Estimada pela técnica de bioimpedância; DP = Desvio padrão

DISCUSSÃO

As voluntárias apresentaram uma velocidade de caminhada auto selecionada média de 4.8 km/h (1.33 m/s). Este resultado apresenta valor ligeiramente inferior a um estudo com mulheres obesas (1.40 m/s), que utilizou a mesma metodologia de medida da VCAS (Browning & Kram, 2005). Neste mesmo estudo, não houve diferença significativa na VCAS entre obesas e mulheres com peso normal (1.47 m/s). Já um estudo realizado no Brasil identificou que mulheres obesas apresentavam VCAS menores em relação a mulheres de peso normal e com sobrepeso (1.30 m/s, 1.69 m/s e 1.58 m/s, respetivamente) (Elsangedy et al., 2009).

A caminhada é uma atividade comum da vida diária e a escolha das velocidades do protocolo de teste em esteira do presente estudo baseou-se no fato de que a faixa entre 3.0 e 6.0 km/h representa as velocidades habitualmente utilizadas nos deslocamentos (Brooks, Butte, Rand, Flatt, & Caballero, 2004). Um estudo concluiu que a maior parte dos indivíduos que caminham na VCAS atingem a intensidade recomendada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), sendo que alguns indivíduos com sobrepeso

até ultrapassam esta intensidade (De Moura et al., 2011).

Embora tenha sido apresentado um aumento crescente no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca com o aumento da velocidade de caminhada, evidenciado pelas diferenças significativas demonstradas na figura 2, o mesmo comportamento não aconteceu quando o gasto energético foi calculado pela distância percorrida. A curva em formato de “U” indicou que a VCAS representou o menor custo energético efetivo por distância percorrida. Este comportamento da curva também foi encontrado em um estudo realizado com homens e mulheres obesos e com peso normal, submetidos a um protocolo crescente de esteira (Browning et al., 2006). Também em crianças, um menor custo energético por distância foi encontrado em velocidades próximas à VCAS (Amorim et al., 2009).

De fato, as mulheres obesas no presente estudo preferiram caminhar em uma velocidade na qual o custo de energia foi menor. Em termos práticos, pensando que o objetivo primário de um indivíduo obeso é a perda de peso, em consequência de um balanço negativo de energia ingerida – energia dispendida em atividades físicas, a prática da caminhada na

velocidade preferida pode não otimizar os resultados esperados.

No presente estudo, a velocidade de 3.0 km/h (.83 m/s) foi a que apresentou o maior custo energético por distância, ou seja, caso um indivíduo obeso queira percorrer uma distância de 4.0 quilômetros, gastará mais energia caminhando a uma velocidade de 3.0 km/h do que nas outras velocidades atingidas no protocolo de esteira. Embora a velocidade autoselecionada e preferida pelas mulheres tenha apresentado FC e consumo de oxigênio relativo ao peso corporal maiores do que 3.0 km/h, não se sabe se elas suportariam a VCAS por um período longo de tempo. A medida desta velocidade foi em apenas 6 tentativas de 70 metros cada e sua carga fisiológica foi avaliada apenas em um estágio de 4 minutos, o que consideramos ser muito pouco para determinarmos a capacidade de manutenção do exercício. Pesa ainda o fato de que a carga mecânica sobre as articulações de indivíduos obesos aumenta conforme há um aumento da velocidade de caminhada, o que poderia provocar uma incapacidade de sustentação da caminhada por períodos prolongados (Browning & Kram, 2007; Browning, McGowan, & Kram, 2009).

Um estudo sugere que uma caminhada de 1.1 m/s em mulheres obesas equivale à mesma carga relativa na articulação do joelho do que uma caminhada de 1.4 m/s em indivíduos com peso normal. Isto indica que uma velocidade menor de caminhada pode reduzir o risco de lesões articulares em mulheres obesas. Embora a velocidade lenta não seja a preferencial para deslocamentos diários e possa reduzir a estabilidade, a caminhada entre 3.0 e 4.0 km/h não é tipicamente percebida como desconfortavelmente baixa e pode também reduzir a demanda aeróbica e a percepção subjetiva do esforço (Browning & Kram, 2007).

Entretanto, sabe-se que não só a perda de peso é uma consequência fisiológica da caminhada. Um programa de treinamento com caminhadas tem sido associado com uma série de benefícios, tais como diminuição da FC submáxima, da pressão arterial, alterações positivas

no perfil lipoprotéico, entre outros benefícios (Lee, Watson, Mulvaney, Tsai, & Lo, 2010; Miyashita, Burns, & Stensel, 2008; Neto et al., 2011). Contudo, essas respostas adaptativas necessitam de um estímulo “mínimo” cardiovascular, o que pode significar um exercício mais intenso ao observado no presente estudo.

CONCLUSÕES

Nossos resultados demonstraram que a velocidade de caminhada auto selecionada é a que representa o menor custo de energia por distância, entre cinco velocidades diferentes, em mulheres obesas e sedentárias. Além disso, verificou-se que 3.0 km/h representa a velocidade que promove o maior gasto de energia por distância percorrida. Estes achados indicam que uma caminhada mais lenta, por mais tempo, pode promover a perda de peso sem, contudo, acarretar problemas ósseos ou articulares em decorrência do excesso de peso.

Por se tratar de mulheres obesas, optamos em realizar um protocolo submáximo de esteira. Contudo, novos estudos utilizando-se de testes até a exaustão, com estágios mais prolongados, que permitam a comparação dos consumos de oxigênio por distância percorrida em diferentes velocidades de caminhada até a corrida, podem adicionar valor aos resultados aqui verificados.

Agradecimentos:

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG o financiamento atribuído.

Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

Financiamento:

FAPEMIG - Processo nº APQ-02956-09.

REFERÊNCIAS

- Amorim, P. R., Byrne, N. M., & Hills, A. P. (2009). Within- and between-day repeatability and variability in children's physiological responses during submaximal treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 80(3), 575-582.

- Amorim, P. R., Hills, A., & Byrne, N. (2009). Treadmill adaptation and verification of self-selected walking speed: A protocol for children. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 80(2), 380-385.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Brooks, G. A., Butte, N. F., Rand, W. M., Flatt, J. P., & Caballero, B. (2004). Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: How a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 921-930.
- Browning, R. C., Baker, E. A., Herron, J. A., & Kram, R. (2006). Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *Journal of Applied Physiology*, 100(2), 390-398.
- Browning, R. C., & Kram, R. (2005). Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obesity Research*, 13(5), 891-899.
- Browning, R. C., & Kram, R. (2007). Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(9), 1632-1641.
- Browning, R. C., McGowan, C. P., & Kram, R. (2009). Obesity does not increase external mechanical work per kilogram body mass during walking. *Journal of Biomechanics*, 42(14), 2273-2278.
- Chan, R. S., & Woo, J. (2010). Prevention of overweight and obesity: How effective is the current public health approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3), 765-783. doi: 10.3390/ijerph7030765
- De Moura, B. P., Marins, J. C. B., & Amorim, P. R. S. (2011). Self selected walking speed in overweight adults: Is this intensity enough to promote health benefits? *Apunts - Medicina de l'Esport*, 46(169), 11-15.
- Ehlen, K. A., Reiser, R. F., & Browning, R. C. (2011). Energetics and biomechanics of inclined treadmill walking in obese adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1251-1259.
- Elsangedy, H. M., Krinski, K., Buzzachera, C. F., Nunes, R. F. H., Almeida, F. A. M., & Baldari, C. (2009). Respostas fisiológicas e percetuais obtidas durante a caminhada em ritmo autoselecionado por mulheres com diferentes índices de massa corporal. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, 15(4), 287-290.
- Freedson, P. S., Brendley, K., Ainsworth, B. E., Kohl, H. W., Leslie, E., & Owen, N. (2008). New techniques and issues in assessing walking behavior and its contexts. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(7), 574-583.
- Heglund, N., Willems, P., Penta, M., & Cavagna, G. (1995). Energy-saving gait mechanics with head-supported loads. *Nature*, 375(6526), 52-54.
- Hills, A. P., Byrne, N., Wearing, S., & Armstrong, T. (2006). Validation of the intensity of walking for pleasure in obese adults. *Prevention Medicine*, 42(1), 47-50.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, Brasil.
- Kramer, P. A., & Sylvester, A. (2011). The energetic cost of walking: A comparison of predictive methods. *PLoS One*, 6(6). doi: 10.1371/journal.pone.0021290
- Lafortuna, C. L., Agosti, F., Galli, R., Busti, C., Lazzer, S., & Sartorio, A. (2008). The energetic and cardiovascular response to treadmill walking and cycloergometer exercise in obese women. *European Journal of Applied Physiology*, 103(6), 707-717.
- Lee, L. L., Watson, M. C., Mulvaney, C. A., Tsai, C. C., & Lo, S. F. (2010). The effect of walking intervention on blood pressure control: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 47(12), 1545-1561.
- Marfell-Jones, T. O. M., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Miyashita, M., Burns, S. F., & Stensel, D. J. (2008). Accumulating short bouts of brisk walking reduces postprandial plasma triacylglycerol concentrations and resting blood pressure in healthy young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(5), 1225-1231.
- Morabia, A., & Costanza, M. C. (2004). Does walking 15 minutes per day keep the obesity epidemic away? Simulation of the efficacy of a populationwide campaign. *American Journal of Public Health*, 94(3), 437-440.

- Morris, J. N., & Hardman, A. E. (1997). Walking to health. *Sports Medicine*, 23(5), 306-332.
- Neto, J., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2011). Is the recommendation to walk sufficient to achieve the levels of physical activity recommended to obtain cardiovascular benefits? *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 30(3), 313-322.
- Sheffield, L. T., Holt, J. H., & Reeves, T. J. (1965). Exercise graded by heart rate in electrocardiographic testing for angina pectoris. *Circulation*, 32(4), 622-629.
- Weir, J. B. (1949). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *Journal of Physiology*, 109(1/2), 1-9.

 Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), exceto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.

ANEXO 3 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - UFV



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-1269

Of. Ref. N° 094/2009/Comitê de Ética

Viçosa, 02 de dezembro de 2009.

Prezado Professor:

Cientificamos V. S^a. de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 7^a Reunião de 2009, realizada em 1º-12-2009, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto de pesquisa intitulado *Potenciais respostas compensatórias sobre o balanço energético e a composição corporal em mulheres obesas*.

Atenciosamente,


Professor Gilberto Paixão Rosado
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Presidente

Professor
João Carlos Bouzas Marins
Departamento de Educação Física

/rhs