

Efeito de mudanças graduais de exercício físico e dieta sobre a composição corporal de obesos

Effect of gradual changes in physical exercise and diet on body composition of obese individuals

Jennifer Freitas Lopes¹, Mariana Aguiar Matos¹, Flávio Castro Magalhães¹, Elizabeth Adriana Esteves¹, Etel Rocha Vieira¹, Fabiano Trigueiro Amorim¹

Resumo

Introdução: O tratamento não farmacológico da obesidade inclui modificações nos hábitos de vida, sendo que diversos estudos demonstram o efeito isolado ou combinado de um programa de exercício físico e dieta. **Objetivo:** Avaliar a composição corporal de indivíduos obesos antes e após um programa de 24 semanas, composto por incrementos graduais no volume e tipo de exercício físico e dieta hipocalórica. **Casística e Métodos:** Seis indivíduos obesos participaram do programa constituído de três fases dis-tintas e consecutivas, com duração de oito semanas cada: FASE 1 - exercício intervalado de alta intensidade; FASE 2 - exercício intervalado de alta intensidade + exercício de força; e FASE 3 - exercício intervalado de alta intensidade + exercício de força + dieta hipocalórica. As sessões de exercício foram realizadas três vezes por semana e compostas de exercício intervalado de alta intensidade e exercícios de força para membros superiores e inferiores, de acordo com as fases do programa. A intervenção dietética consistiu de orientações nutricionais e prescrição individualizada de dietas hipocalóricas, com déficits gradativos variando, ao longo do tempo, de 250 a 1.000 kcal/dia. A composição corporal foi estimada por meio da Absortometria Radiológica de Dupla Energia. **Resultados:** O programa reduziu a massa corporal ($91,3 \pm 15,4$ kg versus $88,5 \pm 13,2$ kg, $p=0,04$), o percentual de gordura ($44,9 \pm 6,1$ versus $43,3 \pm 6,6$, $p=0,01$) e a massa de gordura visceral (1.331 ± 571 versus 1.213 ± 470 gramas, $p=0,001$). Não houve alteração significativa da massa magra ($49,0 \pm 11,0$ versus $48,9 \pm 11,7$ kg, $p=0,29$). **Conclusão:** Modificações graduais nos hábitos de vida, utilizando o exercício físico e dieta hipocalórica promovem modificações positivas na composição corporal de indivíduos obesos.

Descritores: Obesidade; Composição Corporal; Exercício; Treinamento de Resistência; Restrição Calórica.

Abstract

Introduction: The non-pharmacological treatment of obesity includes lifestyle changes. Several studies demonstrated the effect of diet and exercise, alone or combined, on body composition. **Objective:** Evaluate the body composition of obese individuals before and after 24 weeks of a gradual intervention in peoples' lifestyle, based on exercise increments and reduced caloric intake. **Patients and Methods:** Six obese subjects participated in the program, which consisted of three distinct consecutive phases lasting 8 weeks each. The phases were as follows: Phase 1 - high-intensity interval exercise; PHASE 2 - high-intensity interval exercise + resistance exercise; and Phase 3 - high-intensity interval exercise + resistance exercise + hypocaloric diet. Exercise sessions were held three times a week. Dietary intervention consisted of a 24-hour food recall and low-caloric diet prescription (deficit of >500 kcal/day). Absorptiometry Radiological Dual Energy measured body composition. **Results:** The program reduced body weight (91.3 ± 15.4 kg versus 88.5 ± 13.2 kg, $p = 0.04$); percentage of body fat (44.9 ± 6.1 versus $43.3 \pm 6.6\%$, $p = 0.01$), and visceral fat ($1,331 \pm 571$ vs. $1,213 \pm 470$ grams, $p = 0.001$). It did not increase lean body mass (49.0 ± 11.0 versus 48.9 ± 11.7 kg, $p = 0.29$) (before and after, respectively). **Conclusion:** We have demonstrated that a gradual change in lifestyle using exercise and reduced caloric intake promotes positive changes in body composition of obese individuals.

Descriptors: Obesity; Body Composition; Exercise; Resistance Training; Caloric Restriction.

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri(UFVJM)-Diamantina-MG-Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: JFL coleta, tabulação e redação do manuscrito. MAM delineamento do estudo, coleta e redação do manuscrito. FCM delineamento do estudo e elaboração do manuscrito. EAE orientação do projeto, delineamento do estudo e elaboração do manuscrito. ERV orientação do projeto, delineamento do estudo e elaboração do manuscrito. FTA orientação do projeto, delineamento do estudo e elaboração do manuscrito.

Contato para correspondência: Mariana Aguiar de Matos

E-mail: marianafisio1@yahoo.com.br

Recebido: 06/07/2016; **Aprovado:** 29/10/2016

Introdução

A obesidade é, atualmente, considerada uma epidemia mundial, estando intimamente associada a uma redução nos níveis diários de atividade física e a uma transição alimentar marcada pelo aumento da ingestão calórica⁽¹⁾. De acordo com a Organização Mundial de Saúde aproximadamente 13% dos adultos estão obesos⁽²⁾. No Brasil, dados do Sistema de vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico (VIGITEL) (2015) indicam que esse índice é de 17,9%⁽³⁾. A obesidade é considerada fator de risco primário para o *diabetes mellitus* e doenças cardiovasculares e, dessa forma, a redução do excesso de gordura corporal é um ponto fundamental da intervenção nessa população⁽⁴⁾.

Há consenso de que terapias de perda de peso corporal, baseadas na redução de gordura corporal, devem envolver modificação na dieta e no nível de atividade física diária⁽⁵⁾. As evidências indicam que a combinação de uma dieta baseada na restrição calórica moderada, com exercícios aeróbicos e de força, proporciona perda de peso substancial, afetando positivamente a composição corporal e a saúde quando comparada com dieta ou exercício físico isolados^(6,7). Há relatos de que a redução do peso corporal é maior quando há a combinação de exercício e dieta (-12,4%), quando comparado à dieta (-8,9%) ou exercício (-3,3%) de forma isolada⁽⁸⁾.

De um lado, a dieta hipocalórica promove déficits calóricos na ingestão, induzindo um maior uso de lipídios como fonte de substrato energético. Por outro lado, o exercício físico, em especial o de força, amplia o gasto calórico e aumenta a massa muscular, minimizando reduções na taxa metabólica basal e outros efeitos negativos advindos da dieta hipocalórica⁽⁹⁾. Embora esteja claro o papel da associação entre dieta e exercício físico para perda de peso, há necessidade de estratégias que possam aumentar a motivação e a adesão dos indivíduos aos programas para que haja, de fato, mudanças positivas nos hábitos de vida. No caso do exercício físico, a principal causa apontada para o sedentarismo é a percepção de falta de tempo para sua prática regular⁽¹⁰⁾. O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT, do inglês *high intensity interval training*) é capaz de promover uma série de adaptações equivalentes ou superiores ao treinamento aeróbio contínuo de moderada intensidade, apesar da sua menor duração por sessão⁽¹¹⁾.

Não encontramos na literatura estudos que modificaram gradativamente variáveis relacionadas às mudanças de hábito de indivíduos obesos para promover perda de peso, especificamente com aumentos gradativos na atividade física (envolvendo o HIIT e o exercício de força) associada posteriormente à redução na ingestão calórica. Acreditamos que um aumento gradual e separado de componentes relacionados ao gasto energético e a ingestão calórica podem ser importantes na efetividade e manutenção no programa de perda de peso. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar as modificações na composição corporal de indivíduos obesos, submetidos a um programa de seis meses de duração caracterizado por modificações graduais na realização de exercícios físicos intervalado de alta intensidade e de força, associadas à dieta hipocalórica.

Casística e Métodos

Este estudo é um ensaio descritivo, no qual um grupo de voluntários adultos obesos seguiu um protocolo experimental composto por três fases, com duração de dois meses cada. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) (protocolo 054/10). A coleta de dados foi entre 2013 e 2014 e realizada no município de Diamantina, Minas Gerais.

Os critérios de inclusão foram idade entre 18 e 55 anos, obesidade (índice de massa corporal (IMC) ≥ 30 kg/m²), não fumar, não praticar exercício físico regular, apresentar massa corporal estável nos três meses anteriores a participação no estudo, não ter participado de programas de redução de peso nos seis meses anteriores, não fazer o uso de medicamentos anti-inflamatórios, hipoglicemiantes, anti-hipertensivos ou outros conhecidos por afetar o metabolismo. Além disso, não relatar presença de doenças agudas ou crônicas.

Antes de iniciar a intervenção, todos os voluntários foram submetidos à avaliação do condicionamento físico por meio de um teste de esforço máximo como previamente descrito^(12,13). A partir desse teste, foi determinada a potência máxima (watts) e a frequência cardíaca máxima utilizadas como parâmetros de controle da intensidade do exercício nas sessões do treinamento. Durante o teste, o registro eletrocardiográfico foi acompanhado por um cardiologista. Todas as sessões de exercício foram supervisionadas por um fisioterapeuta ou por alunos de graduação dos cursos de fisioterapia e educação física da UFVJM.

O programa de intervenção foi de 24 semanas, sendo dividido em três fases de oito semanas cada. Na primeira fase (da 1ª à 8ª semana), os voluntários realizaram o HIIT, em cicloergômetro, três vezes por semana. Ao iniciar e finalizar a sessão de exercício, o voluntário pedalava durante 2 minutos mantendo uma potência de 30 w. Cada período de exercício de alta intensidade (estímulo) teve uma duração de 60 segundos, intercalado por períodos de recuperação ativa no qual o voluntário pedalava mantendo uma potência de 30 w por 60 segundos. A intensidade e o volume do exercício foram aumentados progressivamente durante o período de treinamento (8 a 12 estímulos; 80 a 110% da potência máxima do teste ergométrico). Ao final da quarta semana de treinamento, os voluntários repetiram o teste de esforço máximo, de acordo com o descrito anteriormente, para o reajuste da carga do exercício.

A segunda fase (da 9ª à 16ª semana) foi composta de sessões de HIIT no cicloergômetro e exercícios de força para os membros superiores e inferiores, realizados três vezes por semana. As sessões de HIIT foram similares às descritas acima, mas a intensidade de exercício variou de 100 (entre as semanas 9-12) a 110% (entre as semanas 13-16) da potência máxima. Após cada sessão de HIIT, os voluntários realizaram o treinamento de força. Esse foi composto dos seguintes exercícios: *leg press* horizontal, *pulley*, cadeira extensora, cadeira flexora, remada na polia baixa e tríceps na polia alta (Rightho Fitness Equipment, Brasil). O protocolo de treinamento iniciou com duas séries de 12 repetições máximas, com intervalo de 45 segundos entre as séries. Houve progressão no número de séries (2-4 séries) e de repetições (12-15 repetições). Os exercícios foram executados com a carga máxima suportada pelo voluntário para o determinado número de repetições.

A terceira fase (da 17ª à 24ª semana) consistiu de sessões de HIIT em cicloergômetro e esteira, treinamento de força e dieta hipocalórica. Inicialmente, os voluntários realizavam o HIIT no cicloergômetro com intensidade e volume dos exercícios aumentados progressivamente (8 a 12 estímulos; 110 a 120% da potência máxima obtida no teste ergométrico). Após a execução do HIIT no cicloergômetro, os voluntários realizavam os exercícios de força, seguidos do HIIT na esteira. Os exercícios de força consistiram dos mesmos exercícios da fase 2 realizados em 4 séries de 12 repetições máximas com 45 segundos de intervalo entre as séries. O HIIT na esteira teve o mesmo formato do HIIT na bicicleta ergométrica, exceto que a intensidade do exercício foi baseada no percentual da frequência cardíaca máxima atingida no teste

de esforço. Os voluntários realizaram de 4 a 7 estímulos a 90% da frequência cardíaca máxima por 60 segundos com recuperação ativa de 60 segundos entre 3-4 km•h⁻¹.

Nessa fase, foi realizada a intervenção dietética que consistiu da prescrição individualizada de dieta moderadamente hipocalórica e aconselhamento nutricional, que tiveram como finalidade a reeducação alimentar e perda de peso corporal. A dieta hipocalórica foi prescrita individualmente com base nas recomendações da Associação Brasileira para Estudos da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO)⁽¹⁴⁾ e foi elaborada por um acadêmico do curso de nutrição da UFVJM sob a supervisão de uma docente. Assim, constituiu-se de 55 a 60% de carboidratos, 15 a 20% de proteínas e de 20 a 25% de lipídeos em relação ao valor calórico total. Para determinar a restrição calórica, o gasto energético total dos voluntários foi estimado por meio das *Estimated Energy Requirements* (EER) para indivíduos obesos e utilizou-se o fator de atividade física “pouco ativos”⁽¹⁵⁾. A restrição calórica no início da fase (17ª semana) foi de 250 kcal/dia. Na 18ª semana, o déficit calórico foi ajustado para 500 a 650 kcal/dia, conforme ingestão individual avaliada por meio de um Recordatório Alimentar de 24 horas (R24), o que permaneceu na 19ª e 20ª semanas. Nas demais semanas (21ª a 24ª), o déficit situou-se entre 750 e 1000 kcal/dia.

Os planos alimentares foram elaborados com seis refeições (desjejum, colação, almoço, lanche da tarde, jantar e ceia), tendo como base grupos de alimentos, pão, arroz, e massa, frutas, carnes, leite, verduras e legumes, óleos e gorduras, açúcares e doces^(16,17) para permitir ao voluntário maior amplitude de escolha de alimentos nas diversas refeições. No início e ao término do estudo, todos os voluntários foram devidamente orientados a realizar o registro da sua ingestão, por meio de Registros Alimentares (RA) de três dias, sendo um dia atípico, conforme preconizado na literatura⁽¹⁸⁾. As informações quanto à ingestão calórica total diária, quantidade (g) de carboidratos, proteínas e lipídeos foram obtidas com o auxílio do software DietPro®, versão 5.7 (A.S. Sistemas, 2013).

As variáveis antropométricas e de composição corporal foram avaliadas antes e após as 24 semanas de intervenção. A massa corporal e a estatura foram medidas por meio de uma balança analógica com estadiômetro acoplado (Welmy, modelo 110, Brasil). A análise da composição corporal foi realizada pela Absorciometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) (Lunar Radiation Corporation, Madison, Wisconsin, USA, modelo DPX). A partir dessa avaliação foram determinados o percentual de gordura corporal, massa magra total e a quantidade de tecido adiposo visceral.

Os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão. O Teste *t* de *student* pareado foi utilizado para comparar as variáveis dependentes de ingestão alimentar e composição corporal. A significância estatística adotada foi de $p < 0,05$ e o programa utilizado foi o STATISTICA v8.0.

Resultados

Seis indivíduos obesos (5 do sexo feminino e 1 do sexo masculino; idade 42 ± 12 anos; massa corporal: $91,3 \pm 15,4$ kg; estatura $1,59 \pm 0,14$ m; (IMC) 36 ± 5 kg•m⁻²) participaram do programa, constituído de 3 fases distintas e consecutivas com duração de 8 semanas cada.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios da ingestão de calorias total e os conteúdos de carboidratos, lipídeos e proteína ingeridos antes e após o programa de intervenção. Como esperado, a ingestão de calorias totais foi menor após a intervenção. A ingestão de carboidratos e proteínas foi menor após a intervenção, enquanto a de lipídeos não foi alterada.

Tabela 1. Análise da energia (Kcal) e composição da dieta dos participantes do estudo. Diamantina/MG, 2014

	Pré-intervenção	Pós-intervenção	p
Energia (Kcal)	2.450 ± 394	1.837 ± 537*	0,012
Carboidratos (g/dia)	345 ± 81	249 ± 79*	0,038
Proteínas (g/dia)	87 ± 16	59 ± 28*	0,016
Lipídios (g/dia)	81 ± 38	67 ± 15	0,145

Os dados estão expressos como média ± desvio padrão. *diferença entre pré e pós-intervenção.

Na Figura 1 estão apresentados os dados referentes às análises da composição corporal. Observou-se uma redução do peso corporal ($p=0,04$), (IMC) ($p=0,005$), percentual de gordura ($p=0,01$) e gordura visceral ($p=0,001$) após a intervenção. Não houve alteração da massa magra ($p=0,29$).

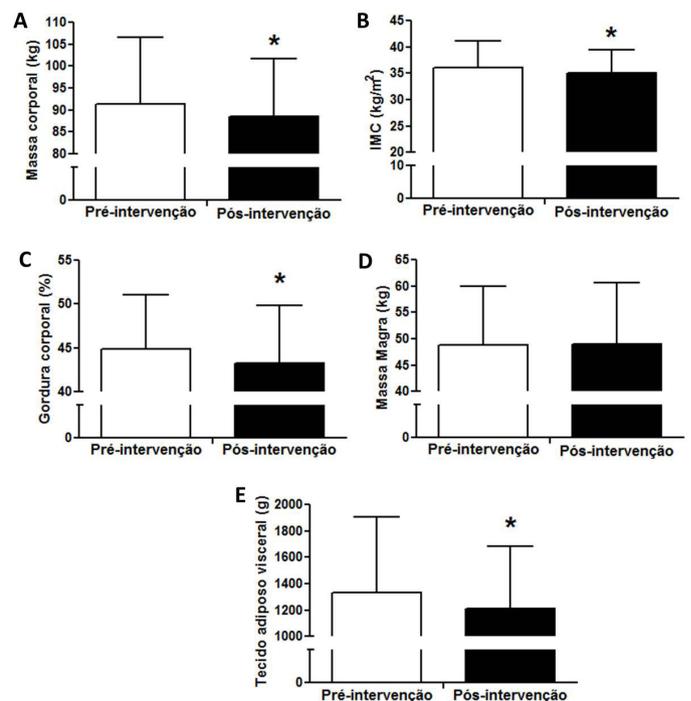


Figura 1. Efeito de um programa de intervenção com exercícios e dieta hipocalórica em indivíduos obesos: (A) massa corporal; (B) IMC; (C) percentual de gordura corporal; (D) massa magra; (E) tecido adiposo visceral. Os dados estão expressos como média ± desvio padrão. * diferença entre pré e pós-intervenção.

Discussão

O presente estudo avaliou o efeito de um programa de exercícios físicos associado à dieta hipocalórica sobre a composição corporal de indivíduos obesos. As mudanças nos hábitos alimentares e de atividade física foram gradualmente inseridas no cotidiano desses indivíduos durante um período de seis meses divididos em três etapas (fases): HIIT, HIIT + treinamento de força e HIIT + treinamento de força + dieta hipocalórica. Os principais achados do estudo foram que após seis meses de intervenção os indivíduos obesos apresentaram redução da massa corporal, redução da gordura corporal total e visceral, sem alterações da massa livre de gordura.

A perda de peso corporal e redução do IMC foram em média 2,9 kg e 1,0 kg•m⁻² por voluntário (variando de +2,9 para -5,9

kg e +0,6 para -4,4 kg·m⁻², respectivamente) correspondendo a aproximadamente 3% de redução. Os valores encontrados no presente estudo estão de acordo com os reportados na literatura quando há a combinação do exercício e dieta como intervenção. Em um estudo de meta-análise foram incluídos 17 estudos que utilizaram exercício e dieta como intervenção durante o período mínimo de seis meses, em indivíduos com sobrepeso e/ou obesidade. Os autores reportaram que as reduções médias do peso corporal e IMC foram de 3,34 kg e 0,87 kg·m⁻², respectivamente⁽¹⁹⁾.

Ressalta-se que em todos os estudos disponíveis na literatura, as intervenções constituídas por exercício e dieta foram iniciadas simultaneamente (exercício físico + dieta) ou ocorreram de forma separada (somente exercício físico ou dieta). Ao contrário, o presente estudo apresenta como característica modificações graduais no estilo de vida dos indivíduos, caracterizadas por aumento progressivo no envolvimento com o exercício físico e dieta. Nas primeiras oito semanas, as sessões de exercício tiveram durações de aproximadamente 24 minutos. Na segunda fase em torno de 45 minutos e nas últimas oito semanas 60 minutos de duração. A dieta hipocalórica ocorreu somente nas últimas oito semanas, diferente da maior parte dos estudos que iniciaram o exercício e a dieta durante todo o programa. Acreditamos que o aumento gradual e separado de componentes relacionados ao gasto energético e a ingestão calórica podem ser importantes na efetividade e manutenção no programa de perda de peso. A dieta foi incluída somente na última fase do estudo, uma vez que, o objetivo do estudo era avaliar o efeito progressivo de mudanças nos hábitos de vida, primeiramente pelo exercício físico e que seria posteriormente associado à restrição dietética. Sendo assim, os resultados de perda de peso corporal podem ser considerados significativos devido ao baixo comprometimento de tempo e o limitado período de dieta.

No presente estudo houve modificação positiva na composição corporal com reduções na gordura corporal e manutenção da massa magra. O excesso de gordura corporal é marcado pela presença de uma inflamação crônica subclínica e de baixo grau que parece ser iniciada no tecido adiposo. Esse tecido não é considerado somente um depósito de gordura, mas também um órgão que secreta ácidos graxos e uma variedade de polipeptídeos denominados adipocinas⁽²⁰⁾. Alguns exemplos desses polipeptídeos são o fator de necrose tumoral alfa, a interleucina-6, a interleucina-1β, a leptina, a adiponectina, a resistina, o antagonista do receptor da interleucina 1 e o fator inibitório da migração de macrófagos 1⁽²¹⁾. Embora não tenhamos medido esses mediadores inflamatórios, inferimos que o perfil inflamatório dos nossos voluntários tenha melhorado em virtude da redução da gordura corporal.

Alguns estudos apontam benefícios da manutenção da massa magra após intervenções para redução da gordura corporal. Acredita-se que qualquer intervenção de dieta ou exercício que seja capaz de manter a massa livre de gordura ou pelo menos atenuar o seu declínio que segue a perda de peso, poderia ter efeitos significativos no balanço energético total⁽²²⁾. Em um estudo publicado recentemente, foi reportado que a manutenção da massa muscular durante a redução de peso corporal a partir da associação de dieta, exercícios e terapia cognitivo-comportamental em mulheres obesas, pode ser o ponto essencial para o sucesso do controle ponderal. Os autores sugeriram ainda que o músculo esquelético pode contribuir para a melhoria da resistência à insulina no contexto da obesidade⁽²³⁾. Dessa forma, o aumento ou manutenção da massa magra auxilia não somente na redução da gordura corporal, como também atua na melhoria do controle metabólico.

Como planejado, a dieta reduziu a ingestão calórica e de macronutrientes. A dieta proposta no presente estudo foi calculada para promover déficit de 750 a 1.000 kcal/d, com monitoramento por

meio do R24 aplicado da 17^a a 24^a semana. Este procedimento possibilitou confirmar uma redução média de 750 kcal na ingestão, quando comparado com o consumo inicial no pré-treino. A dieta oferecida seguiu as recomendações de balanceamento de macronutrientes, nas quais a energia da dieta deve ser proveniente de 20% a 30% de gorduras, 55% a 60% de carboidratos e 15% a 20% de proteínas. Segundo a ABESO⁽¹⁴⁾, uma dieta balanceada tem por objetivo permitir ao indivíduo a escolha de maior variedade de alimentos, adequação nutricional, maior aderência ao plano alimentar, resultando em perda de peso pequena, mas sustentada. O estudo mostra perda de peso médio de 2,9 kg por voluntário durante o período de intervenção, o que obedece ao recomendado pela ABESO.

O método de avaliação de ingestão alimentar utilizado no presente estudo foi individualizado pelo RA. Diversos métodos de modificação de ingestão alimentar são utilizados e incluem a redução de calorias ou diminuição de algum micronutriente^(24,25). Alguns estudos, por exemplo, reduziram 20% do total de energia diária proveniente de lipídeos, ingestão de carboidrato de 30% a 40% da energia total e outros grupos com ingestão menor do que 120 g de carboidratos ao dia^(24,25).

Considera-se como limitações deste estudo, a ausência de um grupo controle e grupos que realizassem somente um tipo de treinamento durante o período de intervenção, e o pequeno tamanho amostral. Além disso, nós não podemos justificar que as observações do presente estudo são fruto de cada intervenção (HIIT ou exercício de força ou dieta), mas da combinação das mesmas. No entanto, os resultados são válidos para uma proposta de mudança progressiva no estilo de vida de indivíduos obesos sedentários.

Conclusão

O presente estudo demonstrou que um programa de intervenção, durante 24 semanas consistindo em modificações graduais nos hábitos de vida utilizando o exercício físico e dieta hipocalórica, promove modificações positivas na composição corporal de indivíduos obesos. Acredita-se que o acréscimo progressivo do exercício físico e dieta possa contribuir para uma melhor adaptação e manutenção desses hábitos.

Fonte de Financiamento

CAPES (PNPD - 2455/2011) e FAPEMIG (CDS APQ-02918-12).

Referências

- FACTS. With a very heavy heart. Obesity and cardiovascular disease (CVD). Washington: American Heart Association, 2013.
- World Health Organization. Obesity and Overweight. Fact Sheet. 2014.
- Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doença e Agravos não transmissíveis e Promoção da Saúde. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico, Vigitel 2014. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2015.
- Valencia WM, Stoutenberg M, Florez H. Weight loss and physical activity for disease prevention in obese older adults: an important role for lifestyle management. *Curr Diab Rep*. 2014;14(10):539. doi: 10.1007/s11892-014-0539-4.
- American Heart Association - AHA. Treating obesity as a disease. American Heart Association, 2014.
- Carneiro JA, Braga MA. O Exercício físico e o metabolismo de gordura: influências na obesidade. *EFDEPortes*. 2011;16(155):1-8.
- Laddu D, Dow C, Hingle M, Thomson C, Going S. A review of evidence-based strategies to treat obesity in adults. *Nutr Clin Prat*. 2011;26(5):512-25. doi: 10.1177/0884533611418335.
- Foster-Schubert KE, Alfano CM, Duggan CR, Xiao L, Camp-

- bell KL, Kong A, et al. Effect of diet and exercise, alone or combined, on weight and body composition in overweight to obese postmenopausal women. *Obes*. 2012;20(8):1628-38. doi: 10.1038/oby.2011.76.
- Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, Gordon SE, Puhl SM, Koziris LP, et al. Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31(9):1320-9.
- Gaesser GA, Angadi SS. High-intensity interval training for health and fitness: can less be more? *J Appl Physiol*. 2011;111(6):1540-1. doi: 10.1152/jappphysiol.01237.2011.
- Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590(5): 1077-84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725.
- Matos MA, Ottone VO, Duarte TC, Sampaio PFM, Costa KB, Fonseca CA, et al. Exercise reduces cellular stress related to skeletal muscle insulin resistance. *Cell Stress Chaperones*. 2014;19(2):263-70. doi: 10.1007/s12192-013-0453-8.
- Matos MA, Duarte TC, Ottone VO, Sampaio PFM, Costa KB, Oliveira MFA, et al. The effect of insulin resistance and exercise on the percentage of CD16⁺ monocyte subset in obese individuals. *Cell Biochem Funct*. 2016;34(4):209-16. doi: 10.1002/cbf.3178.
- Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010. 3^a ed. Itapevi: AC Farmacêutica, 2009.
- Institute of Medicine - IOM. Dietary reference intakes: applications in dietary planning. Washington: National Academies Press, 2002.
- Philippi ST, Latterza AR, Cruz ATR, Ribeiro LC. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. *Rev Nutr*. 1999;12(1):65-80.
- Pacheco M. Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. In: Pacheco M. Tabela de equivalentes dos alimentos. 2^a ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2011. p. 127-336.
- Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol*. 1986;124(1):17-27.
- Wu T, Gao X, Chen M, Van Dam RM. Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2009;10(3):313-23. doi: 10.1111/j.1467-789X.2008.00547.x.
- Booth A, Magnuson A, Fouts J, Foster MT. Adipose tissue: an endocrine organ playing a role in metabolic regulation. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2016;26(1):25-42. doi: 10.1515/hmbci-2015-0073.
- Giralt M, Cereijo R, Villarroya F. Adipokines and the endocrine role of adipose tissues. *Handb Exp Pharmacol*. 2016;233:265-82. doi: 10.1007/164_2015_6.
- Stiegler P, Cunliffe A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Med*. 2006;36(3):239-62.
- Fukushima Y, Kurose S, Shinno H, Cao Thu H, Takao N, Tsutsumi H, et al. Importance of lean muscle maintenance to improve insulin resistance by body weight reduction in female patients with obesity. *Diabetes Metab J*. 2016;40(2):147-53. doi: 10.4093/dmj.2016.40.2.147.
- Bazzano LA, Hu T, Reynolds K, Yao L, Bunol C, Liu Y, et al. Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2014;161(5):309-18. doi: 10.7326/M14-0180.
- Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol*. 2014;129(25 Supl 2):S102-38. doi: 10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee.
- Jennifer de Freitas Lopes é nutricionista, pós-graduanda em nefrologia multidisciplinar pela Universidade Federal do Maranhão, responsável técnica pela Secretaria de Saúde e nutricionista clínica do Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF) do Município de Itambacuri. E-mail: jenniferlopesity@gmail.com
- Mariana Aguiar de Matos é fisioterapeuta, mestre e doutora em Ciências Fisiológicas pelo Programa Multicêntrico de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Atualmente é residente pós-doutoral do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas. E-mail: marianafisio1@yahoo.com.br
- Flávio de Castro Magalhães é educador físico e mestre Educação Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), doutor em Educação Física pela USP e possui pós-doutorado pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Atualmente é professor Adjunto II do Departamento de Educação Física e orientador do Programa Multicêntrico de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: magalhaesufmg@gmail.com
- Elizabete Adriana Esteves é nutricionista pela UFV, mestre e doutora pela UFV com período sanduíche na Purdue University, Indiana-USA (Nutrição e Metabolismo), pós-doutora pela University of Flórida, Flórida-USA (Nutrição e Imunometabolismo). Atualmente é professora Associada II do Departamento de Nutrição e orientadora do Programa Multicêntrico de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: eaesteves@yahoo.com.br
- Etel Rocha Vieira é bióloga, mestre e doutora em Bioquímica e Imunologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é docente da Faculdade de Medicina do campus JK e coordenadora do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: etelvieira@terra.com.br
- Fabiano Trigueiro Amorim é educador físico e mestre em Treinamento Esportivo pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutor em Ciências do Exercício Físico pela Universidade do Novo México (Estados Unidos). Atualmente é docente do Departamento de Educação Física e orientador do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: fabiano.amorim@ufvjm.edu.br