

EFEITOS DO TIPO DE EXERCÍCIO E DA INTENSIDADE NA VISFATINA E A SÍNDROME METABÓLICA NA OBESIDADE

EFFECTS OF EXERCISE TYPE AND INTENSITY ON VISFATIN AND THE METABOLIC SYNDROME IN OBESITY

EFFECTOS DEL TIPO DE EJERCICIO Y DE LA INTENSIDAD EN LA VISFATINA Y EL SÍNDROME METABÓLICO EN LA OBESIDAD

Jang-kyu Lee¹ 
(Fisiologista)

1. Dankook University, Faculdade de Ciências Esportivas, Departamento de Exercícios, Prescrição e Reabilitação, Cheonan-si, República da Coreia.

Correspondência:

Jang-Kyu Lee
Assistant Professor. Dankook University, College of Sports Science, Department of Exercise Prescription and Rehabilitation. 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, Korea. kyu1216@hanmail.net.

RESUMO

Objetivo: A visfatina pode regular diversas funções fisiológicas e tem grande potencial para aprimorar significativamente nosso conhecimento sobre o tratamento da síndrome metabólica. A síndrome metabólica (SM) refere-se a anormalidades metabólicas, como obesidade abdominal, dislipidemia, colesterol de baixa densidade elevado, hipertensão e diabetes, sendo a atividade física um fator importante para o manejo da SM. Assim sendo, o objetivo deste estudo é investigar os efeitos da visfatina sobre os fatores de risco de SM por meio de diferenças da intensidade de exercícios aeróbicos e do tipo de exercício, com base na premissa de mesma quantidade de exercício (gasto energético de 400 kcal por dia). **Método:** Trinta e duas mulheres obesas de meia-idade foram randomicamente designadas para grupos de intensidade de exercício com VO_{2max} de 50% (EAM, n = 8) e VO_{2max} de 80% (EAV, n = 8) e grupos com VO_{2max} de 50% + ERC (EARM, n = 8) e VO_{2max} de 80% + ERC (EARV, n = 8). O programa de exercícios foi realizado 5 vezes por semana. Os dados foram analisados com ANOVA de duas vias com medidas repetidas e testes *post-hoc* nos grupos com DMS. **Resultados:** O peso corporal ($p < 0,01$ e $p < 0,001$) e percentual de gordura corporal ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) diminuíram significativamente em todos os grupos e a visfatina só aumentou significativamente depois do exercício no grupo EARV ($p < 0,05$). Triglicérides, glicose e circunferência da cintura ($p < 0,05$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$) diminuíram significativamente em todos os grupos e o HDL-C ($p < 0,05$) só aumentou significativamente depois o exercício apenas no grupo EARM. **Conclusão:** Esses resultados sugerem que, apesar das diferenças de intensidade e tipo dos exercícios, eles são eficazes para melhorar a obesidade e os fatores de risco da SM, porém, são necessárias mais pesquisas sobre os mecanismos exatos da visfatina. **Nível de Evidência I; Estudos terapêuticos - Investigação dos resultados do tratamento.**

Descritores: Visfatina; Síndrome metabólica.

ABSTRACT

Objective: Visfatin may regulate a variety of physiological functions and it has great potential to significantly enhance our knowledge of the treatment of metabolic syndrome. Metabolic syndrome (MS) refers to metabolic abnormalities, such as abdominal obesity, dyslipidemia, high low-density cholesterol, high blood pressure and diabetes, and physical activity is an important factor for the management of MS. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effects of visfatin on MS and MS risk factors through differences in aerobic exercise intensity and exercise type based on the premise of the same amount of exercise (energy expenditure of 400 kcal per day). **Method:** Thirty two obese, middle-aged women were randomly assigned to exercise intensity groups VO_{2max} 50% (MAE, n=8) and VO_{2max} 80% (VAE, n=8) and to type of exercise groups VO_{2max} 50% + TRX (MARE, n=8) and VO_{2max} 80% + TRX (VARE, n=8). The exercise program was performed 5 times a week. The data was analyzed using two-way repeated measures ANOVA and post-hoc tests within groups with LSD. **Results:** Body weight ($p < .01$ and $p < .001$) and % body fat ($p < .05$ and $p < .01$) significantly decreased in all groups and visfatin only increased significantly after exercise in the VARE group ($p < .05$). TG, glucose, and waist circumference ($p < .05$, $p < .01$, and $p < .001$) significantly decreased in all groups and HDL-C ($p < .05$) only increased significantly after exercise only in the MARE group. **Conclusion:** These results suggest that, in spite of differences in exercise intensity and exercise type, exercise is effective in improving obesity and MS risk factors, but further research is needed on the exact mechanisms of visfatin. **Level of evidence I; Therapeutic Studies Investigating the Results of Treatment.**

Keywords: Visfatin; Metabolic syndrome; Exercise type; Exercise mode.

RESUMEN

Objetivo: La visfatina puede regular diversas funciones fisiológicas y tiene gran potencial para mejorar significativamente nuestro conocimiento sobre el tratamiento del síndrome metabólico. El síndrome metabólico (SM) se refiere a anormalidades metabólicas, como obesidad abdominal, dislipidemia, colesterol de baja densidad elevado, hipertensión y diabetes, siendo la actividad física un factor importante para el manejo del SM. Siendo así, el objetivo de este estudio es investigar los efectos de la visfatina sobre los factores de riesgo de SM por medio de diferencias de la intensidad de ejercicios aeróbicos y del tipo de ejercicio, con base en la premissa de misma cantidad de ejercicio



(gasto energético de 400 kcal por dia). Método: Treinta y dos mujeres obesas de media edad fueron aleatoriamente designadas para grupos de intensidad de ejercicio con $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% (EAM, n = 8) y $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% (EAV, n = 8) y grupos con $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% + ERC (EARM, n = 8) y $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% + ERC (EARV, n = 8). El programa de ejercicios fue realizado cinco veces por semana. Los datos fueron analizados con ANOVA de dos vías con medidas repetidas y tests post-hoc en los grupos con DMS. Resultados: El peso corporal ($p < 0,01$ y $p < 0,001$) y porcentual de grasa corporal ($p < 0,05$ y $p < 0,01$) disminuyeron significativamente en todos los grupos y la visfatina sólo aumentó significativamente después del ejercicio en el grupo EARV ($p < 0,05$). Los triglicéridos, la glucosa y la circunferencia de la cintura ($p < 0,05$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$) disminuyeron significativamente en todos los grupos y el HDL-C ($p < 0,05$) sólo aumentó significativamente después del ejercicio sólo en el grupo EARM. Conclusión: Esos resultados sugieren que, a pesar de las diferencias de intensidad y tipo de los ejercicios, los mismos son eficaces para mejorar la obesidad y los factores de riesgo del SM, por ende, son necesarias más investigaciones sobre los mecanismos exactos de la visfatina. **Nivel de Evidencia I; Estudios terapéuticos - Investigación de los resultados del tratamiento.**

Descriptor: Visfatina; Síndrome metabólico.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202127022020_0088

Artigo recebido em 18/10/2020 aprovado em 08/03/2021

INTRODUÇÃO

A obesidade é o acúmulo excessivo ou anormal de gordura ou tecido adiposo no corpo que prejudica a saúde porque está associada ao risco de desenvolvimento de diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, hipertensão e hiperlipidemia. Atualmente, o tecido adiposo é considerado um órgão secretor ativo, que envia e responde aos sinais sensíveis à insulina e ao gasto de energia.¹

A visfatina, também conhecida como fator estimulador de colônia de células pré-B (PBEF), é uma proteína com alta expressão no tecido adiposo visceral.^{2,3} Ela pode atuar como mediador autócrino, parácrino e endócrino e participar na regulação de uma variedade de funções fisiológicas, inclusive proliferação celular, síntese de nicotinamida mono e dinucleotídeo e homeostase da glicose.⁴ Essa curiosa adipocina tem grande potencial para aumentar significativamente nosso conhecimento sobre o tratamento da síndrome metabólica. Em estudos anteriores, verificou-se que o exercício estimula a secreção de visfatina, mas os resultados não foram uniformes, o que pode dever-se a diferenças de características físicas e métodos de exercício dos indivíduos.⁵⁻⁸

A síndrome metabólica (SM) refere-se a distúrbios metabólicos, como obesidade abdominal, dislipidemia, colesterol de baixa densidade elevado, hipertensão e diabetes,⁹ que são causados por baixa atividade física, dietas não saudáveis e fatores genéticos.¹⁰ A SM é mais prevalente em pessoas com baixa atividade física e obesidade, e o controle de peso e aumento da atividade física são fatores importantes para seu tratamento.^{11,12} A maioria dos estudos anteriores sobre fatores de risco de SM usou apenas exercícios aeróbicos,^{13,14} e alguns estudos sugeriram que o exercício aeróbico combinado é mais eficaz do que o isolado.^{8,15}

Os programas de exercícios não científicos e sem eficácia reduzem seus efeitos.¹⁶ Portanto, a intensidade, o volume, a frequência e o tipo de exercício devem ser considerados importantes para maximizar o efeito do programa de exercícios.¹⁷

O objetivo deste estudo é investigar o efeito da visfatina e os fatores de risco da SM pela diferença da intensidade do exercício aeróbico ($VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% vs. $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80%) e tipo de exercício ($VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% + exercício de resistência vs. $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% + exercício de resistência), com base na premissa de mesma quantidade de exercício (gasto energético de 400 kcal por dia).¹⁸

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Este estudo incluiu 32 mulheres obesas (mais de 30% da gordura corporal) de meia-idade sem qualquer diagnóstico prévio de doença metabólica e nenhum outro problema de saúde. Os indivíduos foram informados sobre os procedimentos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação. Foram instruídos a manter seu padrão

alimentar típico ao longo do estudo e a conformidade com essa instrução foi avaliada em questionários sobre alimentação. Os indivíduos foram randomicamente designados aos grupos $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% (exercício aeróbico moderado, EAM, n = 8) e $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% (exercício aeróbico vigoroso, EAV, n = 8) de acordo com a intensidade do exercício, e aos grupos $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% + ERC (exercício resistido corporal total) (exercícios aeróbicos e resistidos moderados, EARM, n = 8) e $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% + ERC (exercícios aeróbicos e resistidos vigorosos, EARV, n = 8) de acordo com o tipo de exercício. As características físicas dos indivíduos são apresentadas na Tabela 1.

Amostras de sangue e análise

As amostras de sangue foram coletadas na veia antecubital depois de jejum de 12 horas, em tubos Vacutainer® com EDTA, nas mesmas condições e nos períodos anterior e posterior a 8 semanas de exercício. O sangue coletado foi centrifugado a 3000 rpm por 30 minutos e armazenado em freezer a -70°C. O tipo de exame de sangue é mostrado na Tabela 2.

Medida da circunferência da cintura

A circunferência da cintura foi medida entre a costela inferior e a crista ilíaca superior em posição ortostática por um especialista certificado e todos os processos foram conduzidos de acordo com o conteúdo da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK).

Medição da intensidade do exercício

Para medir a intensidade do exercício, foi realizada caminhada de 1.600 metros com um medidor de frequência cardíaca (Polar, Finlândia), e

Tabela 1. Característica dos indivíduos.

Grupo (N = 32)	Idade (anos)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Gordura corporal (%)
EAM (n = 8)	48,63±1,69	160,90±2,73	64,58±4,84	35,23±1,04
EAV (n = 8)	45,38±2,75	160,89±0,77	64,95±3,84	34,43±1,53
EARM (n = 8)	42,25±2,17	159,65±1,88	65,00±3,58	34,98±1,20
EARV (n = 8)	43,00±2,41	163,18±1,46	68,63±3,83	35,23±1,50

Os valores são média ± erro padrão da diferença (EPD). EAM, grupo de exercício aeróbico moderado; EAV, grupo de exercício aeróbico vigoroso; EARM, exercício aeróbico e de resistência moderado; EARV, exercício aeróbico e de resistência vigoroso.

Tabela 2. Exame de sangue.

	analisador	reagent	method
Visfatina	Microplate Reader (EUA)	Visfatina humana (Coreia)	ELISA
HDL-C	Modular Analytics PE (Alemanha)	HDL-C mais 3a geração (Alemanha)	Ensaio enzimático colorimétrico
Glucose	Modular analytics PE (Alemanha)	GLI (Alemanha)	Ensaio enzimático cinético
TG	Modular analytics PE (Alemanha)	TG (Alemanha)	Ensaio enzimático colorimétrico

HDL-c, fração de lipoproteína de alta densidade do colesterol; TG, Triglicéridos.

a escala do esforço percebido (RPE) foi verificada a cada minuto para ajustar a duração do exercício e a velocidade durante o teste. Depois do teste, o consumo máximo de oxigênio por peso corporal ($VO_{2m\acute{a}x}$) foi estimado usando o tempo de exercício e a frequência cardíaca pela fórmula seguinte.¹⁹

$$VO_{2m\acute{a}x} \text{ (ml/kg/min)} = 132.853 - (0,1692 \times \text{massa corporal em kg}) - (0,3877 \times \text{idade}) + (6,315 \times \text{sexo}) - (3,2649 \times \text{tempo em min.}) - (0,1565 \times FC)$$

< sexo, homens = 1, mulheres = 0; FC, frequência cardíaca imediatamente depois de caminhada >

Programa de exercícios

O programa de exercícios neste estudo é mostrado na Tabela 3. Cada grupo realizou 5 vezes por semana. O medidor de consumo de energia Polar® mediou 400 kcal a partir do momento em que a intensidade desejada foi atingida. A intensidade do exercício e a RPE foram supervisionadas continuamente e a velocidade do exercício foi ajustada até o final do exercício.

Análise estatística

Todas as análises de dados neste estudo foram feitas com SPSS Statistics versão 22.0 (IBM, Nova York, EUA). Foram calculados médias e erros padrão para todas as medições. Empregou-se ANOVA de duas vias com medidas repetidas para determinar diferenças entre grupos e tempo para variáveis medidas. A análise *post hoc* foi usada para determinar a diferença intragrupo com DMS e o nível de significância foi estabelecido em $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Composição corporal

Depois de 8 semanas de exercício, não houve efeito de interação significativo entre o grupo e o tempo no peso corporal e percentual de gordura corporal. Como resultado do efeito do principal teste, o peso corporal ($p < 0,01$ e $p < 0,001$) e o percentual de gordura corporal ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) diminuíram significativamente depois do exercício em todos os grupos (Tabela 4).

Tabela 3. Programa de exercício.

Tipo de exercício	Programa de exercícios	Expenditure calóricas
Aquecimento	Alongamento (15 min.)	
Exercício principal	EAM (n = 8)	Esteira - $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50%
	EAV (n = 8)	Esteira - $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80%
	EARM (n = 8)	Esteira - $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% + ERC: programa ERC - extensão dos braços, remada em pé, extensão de tríceps ajoelhado, flexão do bíceps, salto com agachamento, avanço, flexão da perna, abdominal com roda, flexão do joelho invertida deitado
	EARV (n = 8)	Esteira - $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% + ERC: programa ERC - extensão dos braços, remada em pé, extensão de tríceps ajoelhado, flexão do bíceps, salto com agachamento, avanço, flexão da perna, abdominal com roda, flexão do joelho invertida deitado
Resfriamento	Alongamento (15 min.)	

ERC, Exercício resistido corporal total.

Tabela 4. Alteração de peso (kg) e gordura corporal.

Tempo Grupo (N = 32)	Peso corporal		Gordura corporal	
	Pré-exercício	Pós-exercício	Pré-exercício	Pós-exercício
EAM (n = 8)	65,00±10,12	59,64±8,52**	35,23±2,94	30,29±4,70*
EAV (n = 8)	68,63±10,82	63,09±8,88***	34,43±4,34	29,05±4,81**
EARM (n = 8)	64,58±13,69	61,53±14,18**	34,98±3,39	28,73±4,75**
EARV (n = 8)	66,95±10,87	63,64±9,51**	35,23±4,25	28,15±4,86**

Valores em média ± DP. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ***em $p < 0,001$, diferença significativa entre pré e pós-exercício.

Visfatina

Depois de 8 semanas de exercício, não houve efeito de interação significativo entre grupo e o tempo para a mudança da visfatina. Nos resultados do teste de efeito principal, apenas o VARE ($p < 0,05$) aumentou significativamente depois do exercício e os outros grupos não atingiram o nível estatístico, embora tenham apresentado tendência de aumento (Tabela 5).

Fatores de risco da síndrome metabólica

Depois de 8 semanas de exercício, não houve efeito de interação significativo entre grupo e tempo em TG, glicose, HDL-C e circunferência da cintura. Nos resultados do teste de efeito principal, TG, glicose e a circunferência da cintura ($p < 0,05$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$) diminuíram significativamente após o exercício em todos os grupos, e o HDL-C ($p < 0,05$) aumentou significativamente depois do exercício apenas em EAM, embora outros grupos tenham tendido ao aumento (Tabela 6).

Tabela 5. A mudança na visfatina.

Tempo Grupo (N = 32)	Pré-exercício	Pós-exercício
EAM (n = 8)	0,98±0,18	1,01±0,15
EAV (n = 8)	1,47±0,30	1,82±0,33
EARM (n = 8)	1,08±0,27	1,10±0,33
EARV (n = 8)	1,05±0,17	1,58±0,25*

Valores em média ± EPM. * $p < 0,05$, diferença significativa entre pré e pós-exercício.

Tabela 6. Mudança dos fatores de risco de síndrome metabólica.

Grupo (N = 32) Tempo	TG	Glicose	HDL	Circunferência da cintura	
EAM (n = 8)	Pré	92,17±21,43	92,86±6,80	60,17±4,17	88,14±10,60
	Pós	59,13±19,13***	81,71±6,84***	69,17±11,32*	79,45±10,33*
EAV (n = 8)	Pré	82,63±21,59	96,57±9,15	64,25±13,12	89,19±10,64
	Pós	57,13±14,28**	86,29±8,75**	65,38±10,10	82,75±10,50*
EARM (n = 8)	Pré	88,92±22,85	90,38±4,69	68,63±18,30	88,49±8,07
	Pós	65,50±21,85*	83,71±6,96*	71,00±16,22	78,43±7,09*
EARV (n = 8)	Pré	77,13±31,70	91,75±10,90	57,48±13,81	89,09±11,69
	Pós	57,40±11,13*	85,711±7,53*	62,85±14,51	79,39±12,08*
Valor de p (G x T)	<,001	<,001	<,05	<,001	

Valores em média ± DP. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ***em $p < 0,001$, diferença significativa entre pré e pós-exercício.

DISCUSSÃO

Este estudo analisou o efeito da intensidade e do tipo de exercício sobre o nível de concentração de visfatina e fator de risco da síndrome metabólica (SM) em mulheres obesas de meia-idade.

Peso corporal e percentual de gordura corporal

A baixa atividade física pode levar à obesidade ao aumentar o teor de gordura corporal e muitos estudos prévios relataram que ela está ligada à obesidade.^{20,21}

Na maioria dos estudos anteriores, verificou-se que o exercício aeróbio,^{22,23} o exercício resistido^{24,25} e o exercício combinado⁸ reduziram o peso e o percentual de gordura corporal. Neste estudo, tanto o peso quanto o percentual de gordura corporal diminuíram em todos os grupos de exercícios, o que foi compatível com os resultados de estudos anteriores. Esses resultados sugerem que, independentemente da intensidade ou tipo de exercício, se houver estimulação mínima, o metabolismo promove oxidação de gordura e gasto calórico e, portanto, o exercício é um dos melhores tratamentos para redução de peso e gordura corporal.

Visfatina

No tratamento da obesidade, a redução da massa gorda corporal, isto é, da gordura visceral e subcutânea, é o objetivo mais importante. A visfatina foi descrita como uma proteína expressa preferencialmente na gordura

visceral.² No entanto, outro estudo não encontrou nenhuma diferença no que diz respeito à expressão da visfatina pela gordura visceral e subcutânea.²⁶

Em alguns estudos anteriores, o nível de visfatina aumentou com a obesidade em seres humanos,^{26,27} mas diminuiu em outro estudo.²⁸ Esses dados contraditórios não foram explicados com clareza, assim como a relação entre a redução de massa gorda e a secreção de visfatina também não foi esclarecida. Nos estudos sobre a relação entre exercício e secreção de visfatina, Choi *et al.* (2007) e Seo *et al.* (2011) relataram diminuição da visfatina depois de exercício, mas Ghanbari-Niaki *et al.* (2010) mostraram seu aumento, portanto, os resultados dos estudos não foram homogêneos.

O resultado deste estudo também foi de aumento significativo depois do exercício em um grupo de exercícios aeróbicos e resistidos de alta intensidade (EARV) combinados e compatível com o resultado de Ghanbari-Niaki *et al.* (2010). Esses resultados sugerem que a visfatina aumenta em decorrência da maior concentração de insulina imediatamente após o exercício de alta intensidade, mas seu mecanismo preciso ainda não foi esclarecido. Por outro lado, a diferença na resposta da visfatina ao exercício pode apresentar-se de várias maneiras, dependendo do tamanho da amostra, das características físicas dos indivíduos e do tipo de exercícios.

Fatores de risco da síndrome metabólica

A síndrome metabólica (SM) aumenta a incidência de hipertensão, hiperlipidemia, doença cardiovascular e diabetes.⁹ Os fatores de risco de SM incluem níveis mais altos de triglicérides (≥ 150 mg/dl), níveis mais altos de glicemia de jejum (≥ 100 mg/dl), níveis mais baixos da fração de lipoproteína de alta densidade do colesterol (< 50 mg/dl em mulheres e < 40 mg/dl em homens), aumento da pressão arterial ($\geq 130/80$ mmHg) e aumento da circunferência da cintura (≥ 88 cm para mulheres e ≥ 102 cm para homens).^{29,30} Sabe-se que o exercício regular reduz a gordura corporal, bem como a taxa de doenças metabólicas e cardiovasculares,³¹ mas os estudos de várias intensidades de exercício ou tipo não chegaram a resultados consistentes.

Os níveis alto de TG e baixo de HDL-C, que promovem o início de hipertensão ao aumentar a concentração de ácidos graxos livres nos tecidos

adiposos, são os principais fatores de risco de síndrome metabólica.¹ Em estudos anteriores, os fatores de risco de SM foram atenuados por exercício.⁸⁻¹⁵ Obesidade ou sobrepeso, que promovem resistência à insulina ou diabetes mellitus tipo 2, podem aumentar a taxa de utilização de glicose no músculo pelo exercício e, portanto, o exercício pode prevenir a síndrome metabólica.³² A circunferência da cintura está associada ao peso corporal e diminuiu depois de exercício em mulheres obesas de meia-idade.⁸

Neste estudo, as alterações na glicemia de jejum, HDL-C, TG e circunferência da cintura, que são fatores de risco de síndrome metabólica, foram medidas pré e pós-exercício por 8 semanas em modelo fatorial. Esses fatores, glicose de jejum, TG e circunferência da cintura, mostraram melhora significativa depois da intervenção com exercícios, embora o HDL-C só tenha mudado significativamente no EAM. Esses resultados sugeriram que o efeito de atenuação dos fatores de risco de SM foi maior em exercícios aeróbicos de baixa intensidade, seguido por exercícios combinados.

CONCLUSÕES

Constatamos que programas de exercícios de 8 semanas, com diferença na intensidade e tipo de exercício ($VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% vs. $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% vs. $VO_{2m\acute{a}x}$ de 50% + exercício resistido vs. $VO_{2m\acute{a}x}$ de 80% + exercício resistido) aumentaram o nível de visfatina e são eficazes na modificação dos fatores de risco de SM em mulheres obesas de meia-idade. Esses resultados sugeriram que, apesar das diferenças na intensidade e tipo, o exercício é eficaz para melhorar a obesidade e os fatores de risco de SM, mas são necessárias mais pesquisas sobre os mecanismos exatos da visfatina.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa foi financiada pelo fundo de pesquisa da Dankook University em 2021.

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

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: JKL foi responsável por todo o projeto de pesquisa, incluindo desenho do estudo, análise dos dados, redação, conteúdo intelectual e revisão crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev.* 2000;21(6):697-738.
2. Fukuhara A, Matsuda M, Nishizawa M, Segawa K, Tanaka M, Kishimoto K, et al. Visfatin: a protein secreted by visceral fat that mimics the effects of insulin. *Science.* 2005;307(5708):4264-30.
3. Revollo JR, Körner A, Mills KF, Satoh A, Wang T, Garten A, et al. Nampt/PBEF/Visfatin regulates insulin secretion in beta cells as a systemic NAD biosynthetic enzyme. *Cell Metab.* 2007;6(5):363-75.
4. Adeghate E. Visfatin: structure, function and relation to diabetes mellitus and other dysfunctions. *Curr Med Chem.* 2008;15(18):1851-62.
5. Choi KM, Kim JH, Cho GJ, Baik SH, Park HS, Kim SM. Effect of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. *Eur J Endocrinol.* 2007;157(4):437-42.
6. Ghanbari-Niaki A, Saghebjoon M, Soltani R, Kirwan JP. Plasma visfatin is increased after high-intensity exercise. *Ann Nutr Metab.* 2010;57(1):3-8.
7. Haider DG, Pleiner J, Francesconi M, Wiesinger GF, Müller M, Wolzt M. Exercise training lowers plasma visfatin concentrations in patients with type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;91(11):4702-4704.
8. Seo DI, So WY, Ha S, Yoo EJ, Kim D, Singh H, et al. Effects of 12 weeks of combined exercise training on visfatin and metabolic syndrome factors in obese middle-aged women. *J Sports Sci Med.* 2011;10(1):222-6.
9. Isomaa B. A major health hazard: the metabolic syndrome. *Life Sci.* 2003;73(19):2395-411.
10. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet.* 2005;365(9468):1415-28.
11. Duncan GE. Exercise, fitness and cardiovascular disease risk in type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Current Diabetes Reports.* 2006;6(1):29-35.
12. Sarti C, Gallagher J. The metabolic syndrome: prevalence, CHD risk, and treatment. *J Diabetes Complications.* 2006;20(2):121-32.
13. Katzmarzyk PT, Perusse L, Malina RM, Bergeron J, Despres FP, Bouchard C. Stability of indicators of the metabolic syndrome from childhood and adolescence to young adulthood: the Quebec Family Study. *J Clin Epidemiol.* 2001;54(2):190-5.
14. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol.* 2005;8(4):206-14.
15. Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *J Obes.* 2011;10:1-9.
16. Hawley JA. Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2002;29(3):218-22.
17. Hawley JA. Specificity of training adaptation: time for a rethink? *J Physiol.* 2008;586(1):1-2.
18. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-71.
19. Rintala P, Dunn JM, McCubbin JA, Quinn C. Validity of a cardiorespiratory fitness test for men with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;24(8):941-5.
20. Fleg JL, Morrell CH, Bos AG, Brant LJ, Talbot LA, Wright JG, et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005;112(5):674-82.
21. Lovejoy JC, Champagne CM, de Jonge L, Xie H, Smith SR. Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(6):949-58.
22. Cao L, Jiang Y, Li Q, Wang J, Tan S. Exercise Training at Maximal Fat Oxidation Intensity for Overweight or Obese Older Women: A Randomized Study. *J Sports Sci Med.* 2009;18(3):413-8.
23. Tan S, Wang J, Cao L, Guo Z, Wang Y. Positive effect of exercise training at maximal fat oxidation intensity on body composition and lipid metabolism in overweight middle-aged women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2016;36(3):225-30.
24. Brochu M, Malita MF, Messier V, Doucet E, Strychar I, Lavoie JM, Prud'homme D, Rabasa-Lhoret R. Resistance training does not contribute to improving the metabolic profile after a 6-month weight loss program in overweight and obese postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(9):3226-33.
25. Park KM, Park SC, Kang S. Effects of resistance exercise on adipokine factors and body composition in pre- and postmenopausal women. *J Exerc Rehabil.* 2009;15(5):676-82.
26. Berndt J, Klötting N, Kralisch S, Kovacs P, Fasshauer M, Schön MR, et al. Plasma visfatin concentrations and fat depot-specific mRNA expression in humans. *Diabetes.* 2005;54(10):2911-016.
27. Chen CC, Li TC, Li CI, Liu CS, Lin WY, Wu MT, et al. The relationship between visfatin levels and anthropometric and metabolic parameters: association with cholesterol levels in women. *Metabolism.* 2007;56(9):1216-20.
28. Pagano C, Pilon C, Olivieri M, Mason P, Fabris R, Serra R, et al. Reduced plasma visfatin/pre-B cell colony-enhancing factor in obesity is not related to insulin resistance in humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;91(8):3165-70.
29. Gale EA. Should we dump the metabolic syndrome? Yes. *BMJ.* 2008;336(7645): 640.
30. Gupta A, Gupta V. Metabolic syndrome: what are the risks for humans? *Biosci Trends.* 2010;4(5):204-12.
31. Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance. *J Clin Invest.* 2000;106(2):171-6.
32. Shahid SK, Schneider SH. Effects of exercise on insulin resistance syndrome. *Coron Artery Dis.* 2000;11(2):103-9.