

TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE REDUZ PESO CORPORAL E GORDURA RETROPERITONEAL DE RATOS DE DIFERENTES IDADES SUBMETIDOS À DIETA HIPERLIPÍDICA

Diogo Rodrigues Jimenes¹, Silvano Piovan², Fernanda Cândido³, Sara Suellen de Carvalho Oliveira⁴, Dêmis Roger da Silva⁵, Carmem Patrícia Barbosa⁶

¹Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá/PR. diogojimenes@gmail.com

²Pós-Doutorando pelo programa de Pós-Graduação em Biologia Celular, Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá/PR. silvanopiovan23@gmail.com

³Graduada em Biologia, Universidade Cesumar, Campus Maringá/PR. fernandacandido13@hotmail.com

⁴Acadêmica do curso de Medicina, Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá/PR. ssuellen930@gmail.com

⁵Acadêmico do curso de Enfermagem, Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá/PR. ra100207@uem.br

⁶ Professora de Anatomia Humana do Departamento de Ciências Morfológicas, Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá/PR. carmemmec1@gmail.com

RESUMO

As modalidades de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT, do inglês) abrangem intervalos intensos de exercícios, alternados com períodos de menor intensidade para recuperação. Estudos recentes demonstram que o HIIT altera o metabolismo energético dos músculos esqueléticos, melhorando a oxidação de gorduras. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de 8 semanas de HIIT em esteira (45 minutos, 3 vezes por semana) sobre o peso corporal e a gordura retroperitoneal de ratos Wistar machos. Os animais foram divididos em duas idades (7 e 9 meses), sendo cada idade subdividida em 4 grupos (n=10): GCT (grupo controle treinado alimentado com dieta padrão), GCS (grupo controle sedentário), GT-HFD (grupo com dieta hiperlipídica - HFD) e GS-HFD (grupo sedentário com dieta HFD). Após o período experimental, os animais foram pesados e submetidos à eutanásia para remoção cirúrgica e pesagem da gordura retroperitoneal. Animais do grupo GS-HFD apresentaram maior peso corporal em ambas as idades, quando comparados ao grupo GCS (p <0,001). Quanto ao peso corporal final dos grupos GS-HFD de 7 e 9 meses, observou-se diferença significativamente maior em relação aos grupos GT-HFD (p <0,001). Este resultado foi confirmado na análise do peso da gordura retroperitoneal (p <0,001) de animais com 7 e 9 meses. Conclui-se que a dieta hiperlipídica de fato aumenta o peso corporal e os estoques de gordura retroperitoneal em ratos Wistar com 7 e 9 meses de idade e que o HIIT é eficaz na redução significativa desses parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Exercício; Obesidade; Tecido Adiposo.

1 INTRODUÇÃO

A obesidade, considerada uma doença crônica degenerativa, é caracterizada pelo excesso de tecido adiposo no corpo. Pode ser desencadeada por fatores externos como sedentarismo e má alimentação, mas também por fatores internos por meio de genes responsáveis pela programação e regulação do metabolismo energético (CHAN e WOO, 2010).

Devido às alterações metabólicas e endócrinas que ocorrem em decorrência da expansão do tecido adiposo, a obesidade está altamente relacionada a doenças como diabetes mellitus tipo II, esteatose hepática não alcoólica e alguns tipos de câncer. Isso porque a hipertrofia e a hiperplasia dos adipócitos estão relacionadas ao aumento na produção de citocinas pró-inflamatórias, predispondo a essas doenças (CHOE *et al.*, 2016).

Felizmente, pesquisas evidenciam a eficácia do exercício físico no controle do peso corporal, seja ele realizado de forma contínua ou intervalada, desencadeando uma regulação positiva do metabolismo lipídico, com consequente redução da gordura corporal. (COX, 2017).

Dentre os diversos tipos de exercícios físicos atualmente preconizados, o HIIT (*High Intensity Interval Training*), consiste em exercícios de alta intensidade intercalados a exercícios de baixa ou moderada intensidade. Adicionalmente a prática crescente do HIIT se associa à melhora do condicionamento físico e da composição

corporal, promovendo adaptações fisiológicas como a elevação do conteúdo mitocondrial nas células musculares, aumentando assim a oxidação de gorduras e evitando o surgimento de doenças como a obesidade (TURK *et al.*, 2017).

Portando, tendo por base as alterações negativas vindas da obesidade e que o HIIT é capaz de inverter positivamente tais alterações, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de 8 semanas de HIIT sobre o peso corporal e a gordura retroperitoneal de ratos Wistar de 7 e 9 meses de idade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados ratos machos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*) subdivididos em duas idades experimentais: 7 e 9 meses. Cada idade foi subdividida em 4 grupos (n=10): GCT (grupo controle treinado), GCS (grupo controle sedentário), GT-HFD (grupo treinado suplementado com dieta hiperlipídica - HFD) e GS-HFD (grupo sedentário suplementado com HFD). Todos os animais permaneceram no biotério setorial do Departamento de Ciências Morfológicas (DCM) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) onde foram mantidos sob temperatura controlada (22± 2°C) e com água e ração para roedores (Nuvilab®) *ad libitum*.

Os grupos GS-HFD e GT-HFD receberam dieta hiperlipídica *ad libitum* por um período de 16 semanas. Vale pontuar que esta dieta, além de nutrientes essenciais, foi enriquecida com alto teor de gordura (35% de banha de porco), conforme preconizado por Tófolo *et al.* (2015).

Ao final do período experimental, os animais foram pesados e a eutanásia foi realizada para a remoção cirúrgica e pesagem da gordura retroperitoneal. Este projeto foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética de Uso de Animais (CEUA) da UEM, sob o parecer nº 5230050620.

2.1 Protocolo de treinamento

Inicialmente houve um período de adaptação dos animais ao exercício o qual consistiu de 5 sessões com carga fixa e leve (16 cm/s) e duração progressiva de 10 a 20 minutos, em esteira própria para roedores de pequeno porte dotada de 10 baias individuais e com controle de velocidade.

Após 24 horas de descanso, os animais foram submetidos a um teste de esforço para se obter a velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$), que consistiu em um aquecimento inicial de 5 minutos a 0,08m/s. Posteriormente, a cada 4 minutos, a velocidade foi aumentada na mesma proporção (0,08m/s) até o animal ser incapaz de percorrer o trajeto até o final da esteira.

O protocolo de treinamento foi realizado 3 vezes por semana, em dias alternados, durante 8 semanas consecutivas. O treinamento foi precedido de um aquecimento de 5 minutos a 40% da $V_{m\acute{a}x}$ após os quais os animais correram 4 minutos entre 85-90% da $V_{m\acute{a}x}$, seguidos de 3 minutos entre 50-60% da $V_{m\acute{a}x}$. Esta sequência foi repetida 6 vezes, totalizando assim 42 minutos em cada sessão.

2.2 Análise estatística

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os grupos foram analisados por análise de variância (ANOVA *three-way mixed-effects analysis*), seguida pelo pós-teste de Tukey ou Sidak, por meio do programa *GraphPad Prism 8®*. Dados com $p < 0,05$ foram considerados significativos.

3 RESULTADOS E DISCUSÕES

A Figura 1A evidencia que não houve diferença significativa quando o peso corporal dos animais dos grupos controles (treinado e sedentário 7 e 9 meses) foram comparados. Adicionalmente, observa-se que a suplementação com a dieta HFD exerceu forte efeito de ganho de peso quando comparados aos grupos que receberam a dieta padrão ($p > 0.0001$). Todavia, os animais do grupo GT-HFD (7 e 9 meses) apresentaram redução significativa de peso quando comparados ao grupo GS-HFD (7 e 9 meses) ($p > 0.0001$).

O peso da gordura retroperitoneal (Figura 1B) foi significativamente maior nos grupos que receberam a dieta HFD, com destaque para o grupo GS-HFD (7 e 9 meses) quando comparados aos grupos GCS (7 e 9) ($p > 0.0001$). O treinamento foi capaz de reduzir esta gordura nos grupos GT-HFD (7 e 9 meses) em relação aos sedentários que receberam a mesma dieta ($p > 0.0001$).

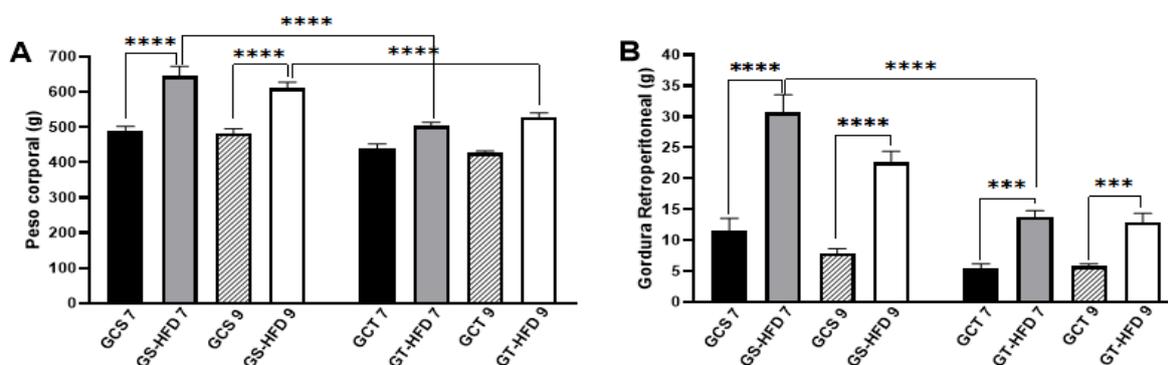


Figura 1. A: Peso corporal final, em gramas. **B:** Peso da gordura retroperitoneal, em gramas. Média \pm desvio padrão. ANOVA Three-way com pós teste de Sidak. (***) $p > 0.05$ e (****) $p > 0.0001$.

Nossos achados podem ser explicados, devido ao fato de o treinamento ser capaz de promover adaptações lipolíticas estimulando a lipólise e a β -oxidação dos ácidos graxos, utilizando os estoques de gordura como substrato energético, principalmente nas células musculares (GOMES *et al.* 2012; SHIN e SUK, 2015). Adicionalmente, notou-se que a ingestão da dieta HFD induziu obesidade, bem como ao aumento da gordura retroperitoneal nos animais sedentários. Tal fato foi destacado por Madsen *et al.* (2010) e Han *et al.* (2021) ao definirem o modelo de dieta hiperlipídica como hábil em aumentar a lipogênese e desencadear maior acúmulo de tecido adiposo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos dados evidenciaram que a ingestão da dieta HFD é capaz de aumentar o peso corporal, bem como a gordura retroperitoneal, e que o HIIT é eficaz na redução significativa desses parâmetros, independentemente da idade. Nossos resultados corroboram e reforçam dados da literatura atual quanto às alterações do peso corporal mediante ao comportamento sedentário e ao consumo alimentar rico em gordura, e de como o exercício físico (o HIIT, neste caso) pode reverter tais parâmetros.

REFERÊNCIAS

CHAN, R.S.M.; WOO, JEAN. Prevention of overweight and obesity: how effective is the current public health approach. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 7, n. 3, p. 765-783, feb. 2010.

Choe, S. S.; Huh, J. Y.; Hwang, I. J.; Kim, J. I.; Kim, J. B. Adipose tissue remodeling: its role in energy metabolism and metabolic disorders. **Frontiers in Endocrinology**, v. 7, n. 30, apr. 2016.

COX, C.E. Role of physical activity for weight Loss and weight maintenance diabetes spectrum, v. 30, n. 3, p. 157-160, aug. 2017.

GOMES, R.M.; MARQUES, A.S.; TORREZAN, R.; SCOMPARIN, D.X.; MATHIAS, P.C.F.; RINALDI, A. Efeito de um programa de exercício físico moderado em ratos de diferentes modelos de obesidade. **Rev. Educ. Fis/UEM**, v. 23, n. 2, p. 285-294, 2. trim. 2012.

HAN, J.; NEPAL, P.; ODELADE, A.; FREELY, F. D.; BELTON, D. M.; GRAVES, J. L.; MALDONADO-DEVINCCI, A. M. High-fat diet-Induced weight gain, behavioral deficits, and dopamine Changes in Young C57BL/6J Mice. **Frontiers in Nutrition**, 7, 591161, 2021 <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.591161>.

MADSEN, A. N., HANSEN, G., PAULSEN, S. J., LYKKEGAARD, K., TANG-CHRISTENSEN, M., HANSEN, H. S., LEVIN, B. E., LARSEN, P. J., KNUDSEN, L. B., FOSGERAU, K., & VRANG, N. Long-term characterization of the diet-induced obese and diet-resistant rat model: a polygenetic rat model mimicking the human obesity syndrome. **The Journal of Endocrinology**, v. 206, n. 3, p. 287–296, may, 2010.

SUK, M.; SHIN, Y. Effect of high-intensity exercise and high-fat diet on lipid metabolism in the liver of rats. **Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry**, v. 19, n. 4, p. 289–295, Dec. 2015.

TÓFOLO, L.P.; DA SILVA RIBEIRO, T.A.; MALTA, A.; MIRANDA, R.A.; DE OLIVEIRA, J.C.; ABDENNEBI-NAJAR, L.; DE ALMEIDA, D.L.; TROMBINI, A.B.; DA SILVA FRANCO, C.C.; PAVANELLO, A.; FABRICIO, G.S.; RINALDI, W.; BARELLA, L.F.; DE FREITAS MATHIAS, P.C. PALMA-RIGO, K. Short-term moderate exercise provides long-lasting protective effects against metabolic dysfunction in rats fed a high-fat diet. **Eur J Nutr**. v. 54, n. 8, p. 1353–1362, 2015.

TÜRK, Y.; THEEL, W.; KASTELEYN, M. J.; FRANSSSEN, F.; HIEMSTRA, P. S.; RUDOLPHUS, A.; TAUBE, C.; BRAUNSTAHL, G. J. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. **Obesity science & practice**, v. 3, p. 3, p.258–271, Apr. 2017.