

EFEITO DO TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O TECIDO MUSCULAR DE RATOS SUBMETIDOS À DIETA HIPERLIPÍDICA

Daniel Almeida Dias (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Carmem Patrícia Barbosa (Orientador),
Diogo Rodrigues Jimenes (Coorientador)
E-mail: cpbarbosa@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Ciências Morfológicas,
Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Morfologia, Anatomia.

Palavras-chave: Músculo estriado; obesidade; idade; treinamento físico

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) na morfologia dos músculos sóleo e extensor longo dos dedos (EDL) de ratos obesos de diferentes idades. A pesquisa é relevante, pois a sarcopenia, relacionada ao envelhecimento, e a obesidade comprometem a saúde do aparelho locomotor. Os animais foram divididos em 16 grupos, submetidos a dieta padrão ou hiperlipídica, e a um protocolo de treino de 8 semanas. A área de secção transversal (AST) das fibras musculares foi avaliada. Os resultados revelaram idade como fator proeminente na diminuição da AST, superando a influência da dieta ou treinamento. O HIIT teve impacto positivo, aumentando a AST em animais treinados. A dieta hiperlipídica impactou negativamente a AST, especialmente em grupos mais jovens. Concluímos que, embora a idade seja um fator crucial na deterioração muscular, o HIIT é uma ferramenta eficaz para atenuar esse processo, enquanto dieta hiperlipídica pode ser prejudicial.

INTRODUÇÃO

A movimentação do corpo humano é um processo complexo que envolve a interação entre os sistemas esquelético, articular e muscular. No entanto, o envelhecimento pode afetar o aparelho locomotor, levando a alterações como a perda de massa óssea e a sarcopenia (Belchior et al., 2020), um processo que compromete a massa, a força e a função muscular. Além disso, a obesidade é uma condição adversa que pode causar inflamação nas articulações e levar à deposição de tecido adiposo entre as fibras musculares, diminuindo a capacidade contrátil (De Carvalho et al., 2019). Diante da crescente prevalência de obesidade e do envelhecimento da população, a compreensão das interações entre dieta, exercício e morfologia muscular é crucial para o desenvolvimento de estratégias de saúde pública. Para combater esses efeitos, o exercício físico, especialmente o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade

(HIIT), tem sido destacado. A prática do HIIT pode atenuar a perda de massa óssea e a sarcopenia (Chen et al., 2024), além de modular o estresse oxidativo e inflamatório no músculo esquelético (D'Almeida et al., 2025). Com isso, este estudo busca avaliar o efeito do HIIT nos músculos sóleo e EDL de ratos obesos de diferentes idades.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UEM, protocolo de nº 5230050620. Foram utilizados ratos Wistar machos de diferentes idades (7, 9, 12 e 18 meses) e divididos em 16 grupos experimentais, com diferentes combinações de dieta (padrão ou hiperlipídica) e treinamento (treinado ou sedentário). A dieta hiperlipídica (HFD), com alto teor de gordura (35% de banha de porco), foi ofertada por 12 semanas aos grupos correspondentes. Após um período de adaptação e um teste de esforço, o protocolo de HIIT foi realizado em esteira, três vezes por semana, durante 8 semanas consecutivas. Após o período experimental, os animais foram eutanasiados com uma dose letal do anestésico Tiopental, administrada via intraperitoneal, na dosagem de 120 mg/Kg de peso corporal. A morte foi confirmada imediatamente após a aplicação, verificando a ausência de movimento das pálpebras e vibrissas, além da ausência de reflexo corneal e de batimentos cardíacos. Os músculos sóleo e EDL foram coletados para análise morfométrica da AST das fibras musculares (μm^2). Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o programa GraphPad Prism 8.

Tabela 2. Composição da ração padrão (Nuvilab®) e da dieta hiperlipídica (DH).

Ingredientes (gramas)	AIN 93 M - Ração padrão (1000 g de ração)	Hiperlipídica (35% de gordura de porco)
Amido (Q.S.P.)	465,7	115,5
Caseína	140,0	200,0
Amido de Milho	155,0	132,0
Sacarose	100,0	100,0
Óleo de Soja	40,0	40,0
Banha	0,0	312,0
Celulose microfina (fibra)	50,0	50,0
Mix de Minerais	35,0	35,0
Mix de Vitaminas	10,0	10,0
L-Cistina	1,8	3,0
Bitartarato de Colina	2,5	2,5

Somatório total (g)	1000,0	1000,0
---------------------	--------	--------

Legenda: AIN 93M: Instituto Americano de Nutrição (AIN): estruturado para fornecer nutrientes nas concentrações necessárias apenas para manter populações de ratos ou camundongos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A idade mostrou ser o principal fator relacionado à diminuição da AST dos músculos avaliados, com um impacto significativo independentemente da realização de HIIT ou do tipo de dieta ($p < 0,0001$). A realização do treinamento HIIT também teve um impacto positivo, já que os animais submetidos ao exercício apresentaram maiores valores de AST ($p < 0,0001$). Em relação à dieta rica em gordura, a redução da AST foi observada apenas nos grupos treinados com sete e nove meses de idade ($p = 0,0006$). Assim como no músculo sóleo, o EDL também apresentou alterações significativas na AST em função do exercício, da dieta e da faixa etária dos animais ($p < 0,0001$). A literatura atual explica a sarcopenia (perda de massa e função muscular associada ao envelhecimento) e nossos achados em relação ao fato de a idade ser o fator mais proeminente na redução da AST dos músculos analisados. Adicionalmente, a realização do treinamento HIIT demonstrou um efeito benéfico na manutenção da AST, sugerindo que o exercício pode ser uma estratégia eficaz para atenuar a perda de massa muscular relacionada à idade. Esses resultados corroboram com estudos como o de Wang et al. (2017) e Sert et al. (2025), que também demonstraram os benefícios do HIIT em relação à saúde muscular e metabólica, e reforçam a importância do exercício como ferramenta para combater as comorbidades da obesidade e do envelhecimento. A dieta HFD também influenciou a morfologia muscular, mas de forma mais complexa, impactando negativamente a AST em grupos mais jovens e treinados. Os resultados indicam que o HIIT é uma ferramenta para mitigar a deterioração muscular, enquanto a dieta hiperlipídica pode ser prejudicial, especialmente em combinação ao treinamento.

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostram que a idade é o principal fator na redução da área de secção transversal (AST) das fibras musculares. A prática de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) demonstrou um efeito benéfico, atenuando essa perda de massa muscular nos animais treinados. Em contrapartida, a dieta hiperlipídica impactou negativamente a AST, especialmente nos grupos mais jovens. Assim, o estudo conclui que, embora a idade seja determinante, o HIIT possui o potencial de mitigar a deterioração muscular.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente aos meus orientadores, Carmem Patrícia Barbosa e Diogo Rodrigues Jimenes, pela valiosa orientação e apoio contínuo durante o desenvolvimento deste projeto. Expresso também a minha profunda gratidão à CNPq pelo apoio financeiro para a viabilidade e realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BELCHIOR, G. F. et al. Osteosarcopenia: beyond age-related muscle and bone loss. **European Geriatric Medicine**, v. 11, n. 5, p. 715-724, 2020.

CHEN, H. et al. Effects and Mechanisms of Polyunsaturated Fatty Acids on Age-Related Musculoskeletal Diseases: Sarcopenia, Osteoporosis, and Osteoarthritis A Narrative Review. **Nutrients**, v. 16, n. 18, p. 3130, 2024.

D'ALMEIDA, T. Z. et al. Effects of high-intensity interval training on physical performance, systolic blood pressure, oxidative stress and inflammatory markers in skeletal muscle of spontaneously hypertensive rats. **PLoS ONE**, v. 20, n. 2, p. e0316441, 4 fev. 2025.

DE CARVALHO, F. G. et al. Adipose Tissue Quality in Aging: How Structural and Functional Aspects of Adipose Tissue Impact Skeletal Muscle Quality. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2553, 2019.

SERT, H. et al. The effectiveness of a high-intensity interval exercise on cardiometabolic health and quality of life in older adults: a systematic review and meta-analysis. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 17, n. 1, p. 128, 24 maio 2025.

WANG, N. et al. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous training: Superior metabolic benefits in diet-induced obesity mice. **Life Sciences**, v. 191, p. 122-131, 2017.