

EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A MATRIZ EXTRACELULAR ARTICULAR E MUSCULAR DE RATOS SUBMETIDOS A DIETA HIPERLIPÍDICA

Ailton Fernandes Junior (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Carmem Patrícia Barbosa(Orientador). E-mail: cpbarbosa@uem.br, Diogo Rodrigues Jimenes(Coorientador). E-mail: diogojimenes@gmail.com
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Maringá, PR.

Ciências Biológicas/Morfologia

Palavras-chave: HIIT; morfologia; treinamento físico.

RESUMO

O aparelho locomotor é fortemente influenciado por diversos fatores como obesidade e exercício físico. Adicionalmente, o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) tem sido amplamente utilizado para melhorar a composição corporal. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do HIIT sobre a matriz extracelular articular e muscular de ratos submetidos à dieta hiperlipídica. Utilizou-se ratos da linhagem Wistar de 12 meses de idade, subdivididos em 4 grupos: GCT (controle treinado alimentado com ração padrão), GCS (sedentário alimentado com ração padrão), GT-HFD (treinado alimentado com dieta HFD), GS-HFD (sedentário alimentado com HFD). Foram quantificados a matriz extracelular total da articulação do joelho e dos músculos sóleo e EDL, bem como as fibras de colágeno dos tipos I e III destes músculos. Os achados são relevantes para a compreensão dos efeitos do exercício no tecido conjuntivo, bem como para servir como estudo preliminar na compreensão de como o treinamento pode influenciar a saúde musculoesquelética.

INTRODUÇÃO

A movimentação, a sustentação e a locomoção dos vertebrados são possibilitadas pela integração entre os sistemas esquelético, articular e muscular os quais constituem o aparelho locomotor. O colágeno é um componente abundante do organismo e também um importante constituinte da matriz extracelular. A quantidade relativa e a distribuição das fibras colágenas nos diferentes músculos dependem da espécie, raça, sexo, idade, grupo muscular e do próprio indivíduo (Karsdal *et al.*, 2016). Depende também do nível de exercício físico, desuso, estado nutricional, desnervação e estresse fisiológico crônico. Dentre os diversos tipos de colágeno, o tipo I é o mais abundante e pode ser encontrado na pele, tendões, ligamentos e ossos, e sua principal função é contribuir com a integridade estrutural da matriz. Já o colágeno do tipo III é uma importante proteína de sinalização no processo de cicatrização.

O aparelho locomotor pode ser influenciado por condições adversas como a obesidade. Estudos clínicos demonstram que esta condição clínica pode

desencadear um processo inflamatório em nível articular e, conseqüentemente, modificar o funcionamento dos músculos. É comum, por exemplo, haver deposição de tecido adiposo entre as fibras musculares, diminuindo sua capacidade contrátil. Além disso, pesquisas revelam que a gravidade da obesidade correlaciona-se a anormalidades hemodinâmicas, morfológicas e funcionais, principalmente em nível articular (Pincu *et al.*, 2015).

A prática regular de exercícios é crucial para melhorar a composição corporal, a saúde cardiorrespiratória e a qualidade de vida, influenciando o bem-estar psicossocial e as atividades cognitivas. Os exercícios também são eficazes na prevenção e tratamento da obesidade, aliviando a sobrecarga nas articulações e evitando a perda de massa óssea e muscular (Asou *et al.*, 2016). O Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT), com alternância entre alta e baixa intensidade, ganha destaque nesse contexto.

São poucas as pesquisas correlacionando exercício físico e a deposição de colágeno na articulação femorotibial e nos músculos, sendo a maioria deles relacionada a exercícios de baixa e moderada intensidade ou a exercícios de alongamento (Hody *et al.*, 2019). Assim, considerando que não foram encontradas na literatura pesquisas correlacionando o efeito do HIIT sobre a deposição de colágeno muscular e articular do joelho e que uma dieta rica em gordura podem modificar a deposição de colágeno, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do HIIT sobre o colágeno dos tipos I, III e a matriz extracelular (MEC) dos músculos sóleo e EDL e sobre a MEC da articulação do joelho de ratos submetidos à dieta hiperlipídica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, ratos machos da linhagem Wistar com 12 meses foram divididos em quatro grupos: GCT (grupo controle treinado), GCS (grupo controle sedentário), GT-GFD (grupo treinado alimentado com dieta hiperlipídica - HFD) e GS-HFD (grupo sedentário alimentado com dieta HFD). A obesidade foi induzida nos grupos GT-HFD e GS-HFD por meio da dieta hiperlipídica (HFD), gerenciada dos 245 aos 365 dias. Animais treinados (GCT e GT-GFD) passaram por adaptação à esteira e realizaram treinamento HIIT, três vezes por semana, durante 8 semanas.

Posteriormente, os ratos foram eutanasiados aos 365 dias. Foram coletados o músculo sóleo, o músculo extensor digital longo (EDL) e a articulação do joelho esquerdo para análises histológicas. Cortes semi-seriados dos músculos foram corados com picrossírius para análise de colágeno dos tipos I e III e MEC total. Já as articulações do joelho foram coradas com Tricômio de Masson e processadas para a quantificação da MEC total. A análise estatística foi conduzida com o *GraphPad Prism 9®*, usando *Mixed-effect analysis* e pós-testes de *Tukey* ou *Sidak*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo reforçam a influência do treinamento como um fator que contribui para o aumento da matriz extracelular nos músculos analisados, como pode ser observado nas Figuras 1(C) e (1D). Essa tendência está em consonância com as evidências que indicam que o treinamento físico desencadeia

adaptações na matriz extracelular como resposta às tensões mecânicas impostas, especialmente em regimes de alta intensidade como o HIIT, que envolvem repetidas e intensas contrações musculares, é provável que ocorram remodelações na matriz extracelular para acomodar as demandas mecânicas e reparar possíveis microlesões (Hody *et al.*, 2019).

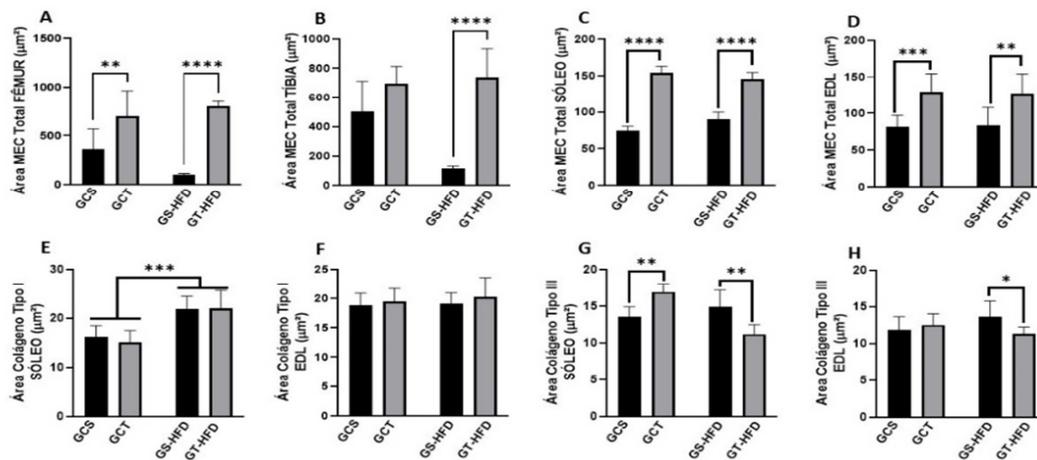


Figura 1. A e B: Gráficos Média \pm desvio padrão da área MEC total (μm^2) do fêmur(A) e tíbia(B). Gráficos da média \pm desvio padrão da MEC total do músculo sóleo (C) e do músculo EDL (D); Gráficos da média \pm desvio padrão: Colágeno tipo I do músculo sóleo (E), colágeno tipo III do músculo sóleo (G), Colágeno tipo I do músculo EDL (F), colágeno tipo III do músculo EDL (H), (μm^2). *Mixed-effect analysis* com pós teste de Sidak, (*), (**), (***) $p < 0.05$, (****) $p < 0.0001$.

De fato, pesquisas demonstram que o esforço muscular exigido durante a prática de exercício físico pode gerar micro lesões nas fibras musculares. Ademais, durante o processo de recuperação muscular a renovação do tecido conjuntivo intramuscular resulta em degradação de moléculas de colágeno danificadas e síntese de novas moléculas de colágeno. O novo colágeno é então depositado nas áreas danificadas das fibras musculares, desempenhando um papel importante na formação do tecido cicatricial (Karsdal *et al.*, 2016). Assim, Moore *et al.* (2005) verificaram aumento na síntese de colágeno pós treinamento de resistência nos músculos extensores do joelho. Para os autores, isso se deve ao fato de o colágeno fornecer suporte estrutural para as fibras musculares durante a prática do exercício.

Pesquisas demonstram que a condição de obesidade associada a uma dieta rica em gorduras pode predispor um ambiente mais fibrótico em vários tecidos, inclusive nos músculos, pois tais condições geram um ambiente inflamatório. Pincu *et al.* (2015), por exemplo, ao verificarem o efeito da dieta HFD e do exercício moderado na deposição de colágeno muscular, evidenciaram que o consumo desta dieta exerceu aumento nos marcadores de macrófagos de fenótipo inflamatório (F4/80 e CD206), aumento na expressão da proteína TGF β 1 que desempenha um papel chave na regulação do crescimento celular, diferenciação, resposta imune e cicatrização.

No presente estudo, o consumo da dieta HFD acarretou aumento do colágeno do tipo I somente no músculo sóleo (Figura 1E). Em relação ao colágeno do tipo III, foi observado que o HIIT foi capaz de aumentar sua quantidade principalmente neste mesmo músculo (Figura 1G). É descrito que este tipo de colágeno (tipo III)

representa uma importante proteína atuante na sinalização da cicatrização, sendo também capaz de fornecer resistência à tração e dar integridade aos órgãos. Sobre a cartilagem articular, o HIIT também aumentou a matriz extracelular independentemente do tipo de ração, principalmente no fêmur (Figura 1A). Isso pode ser devido ao fato de o exercício afetar a atividade das células do tecido conjuntivo, incluindo a taxa de proliferação celular e, em alguns casos, a migração celular para a cartilagem articular. Por fim, nossos achados mostraram que os animais sedentários que consumiram dieta HFD apresentaram redução da matriz extracelular, tanto na cartilagem articular do fêmur quanto da tíbia (Figuras 1A e 1B). Conforme sugerido por Asou *et al.* (2016), o consumo desta dieta pode induzir apoptose de condrócitos e perda de proteoglicanos. Adicionalmente, alguns estudos sugerem que níveis elevados de leptina e outros fatores lipídicos podem aumentar a síntese de citocinas inflamatórias (como IL-1 β , IL-6) e enzimas que degradam a matriz da cartilagem nas articulações.

CONCLUSÕES

Em conjunto, tais achados são relevantes para a compreensão dos efeitos do exercício físico na estrutura e função do tecido conjuntivo, bem como para servir como estudo preliminar na compreensão de como o treinamento pode influenciar a saúde musculoesquelética.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo financiamento do projeto PIBIC; a professora Dr^a Carmem Patrícia Barbosa e ao Ms. Diogo Rodrigues Jimenes por todo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

ASOU, Y *et al.* Pleiotropic functions of high fat diet in the etiology of osteoarthritis. **PLoS One**, v. 11, n. 9, p. e0162794, 2016.

HODY, S *et al.* Eccentric muscle contractions: risks and benefits. **Frontiers in physiology**, p. 536, 2019.

KARSDAL, M. A. *et al.* Collagen and tissue turnover as a function of age: Implications for fibrosis. **Journal of hepatology**, v. 64, n. 1, p. 103-109, 2016.

MOORE, D. R. *et al.* Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. **American journal of physiology-endocrinology and metabolism**, v. 288, n. 6, p. E1153-E1159, 2005.

PINCU, Y., *et al.* The effects of high fat diet and moderate exercise on TGF β 1 and collagen deposition in mouse skeletal muscle. **Cytokine**, v. 73, n. 1, p. 23-29, Feb. 2015.

32º Encontro Anual de Iniciação Científica
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023