



## EFEITOS DE DOIS PROTOCOLOS DE JEJUM INTERMITENTE SOBRE A MORFOLOGIA DO JEJUNO DE RATOS WISTAR SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO RESISTIDO

Lucas Pacheco dos Santos (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Eduardo de Oliveira dos Santos (mestre/PFS/UEM), Cecília Edna Mareze da Costa (coorientador), Fernanda Losi Alves de Almeida (orientador) e-mail: [flaalmeida@uem.br](mailto:flaalmeida@uem.br)

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.

### Ciências Biológicas /Morfologia

**Palavras-chave:** restrição calórica; intestino delgado; treinamento de força.

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de dois diferentes protocolos de jejum intermitente (JI) sobre a morfologia e morfometria do jejun de ratos Wistar machos submetidos ao exercício resistido (ER). Ratos com 60 dias de idade foram divididos em 6 grupos experimentais ( $n=8$  por grupo): 1) SC: animais sedentários com alimentação *ad libitum*; 2) SJ1: animais sedentários submetidos ao jejum das 21h às 9h; 3) SJ2: animais sedentários submetidos ao jejum das 9h às 21h; 4) TC: animais treinados com alimentação *ad libitum*; 5) TJ1: animais treinados submetidos ao jejum das 21h às 9h; 6) TJ2: animais treinados submetidos ao jejum das 9h às 21h. O protocolo de ER foi o de subida em escada três dias por semana durante nove semanas. Ao término do experimento, os animais foram eutanasiados, sendo determinados o comprimento do intestino delgado e a espessura do jejun. Amostras do jejun foram coletadas e processadas para inclusão em parafina. Cortes histológicos do jejun foram corados com hematoxilina e eosina (HE) para avaliação da morfologia e determinação da altura das vilosidades e profundidade das criptas. A morfologia do jejun foi semelhante entre os grupos experimentais. Os diferentes modelos de JI de 12 horas, o treinamento resistido e a associação de ambos não alteraram a morfologia e morfometria das vilosidades e criptas do jejun de ratos. O JI noturno associado ao TR (grupo TJ2) reduziu a espessura do jejun em relação ao seu grupo controle.

### INTRODUÇÃO

O jejum intermitente (JI) é uma forma de restrição calórica voluntária e consiste na abstenção de alimentos por um determinado período de tempo, desde horas ou dias. Dentre os protocolos de JI, destaca-se a alimentação com restrição de tempo que envolve uma rotina alimentar diária, com um número de horas destinadas ao jejum e as horas restantes com alimentação *ad libitum*. Estudos que utilizam jejum diário de 12 a 21 horas em roedores mostram melhora em parâmetros sanguíneos e redução de peso corporal (PATTERSON; SEARS, 2017).



A alternância entre períodos de jejum e alimentação tem consequências importantes na estrutura funcional do trato digestório. O intestino delgado é responsável por digerir e absorver os nutrientes, sendo estruturalmente adaptado para realizar essas funções. A mucosa é sensível às alterações no lúmen intestinal, com hipertrofia quando há sobrecarga alimentar e atrofia quando há escassez de alimentos (SCOARIS *et al.*, 2010).

O treinamento resistido (TR) é recomendado para a melhora da capacidade funcional e cognitiva e, também, para a prevenção de várias doenças crônicas degenerativas. Sua aplicação em modelos animais permite o controle e monitoramento das condições ambientais e do JI (CAVALCANTE *et al.*, 2021).

Na literatura, a maior parte dos estudos avalia o efeito do JI sobre a morfologia intestinal, sem associar o exercício físico ou utilizando o exercício aeróbico. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de dois diferentes protocolos de jejum intermitente de 12 horas sobre a morfologia e morfometria do jejuno de ratos machos submetidos a um protocolo de TR de nove semanas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sob parecer nº4431100321. Foram utilizados 48 ratos Wistar machos, com 60 dias de idade, mantidos em condições padrão de biotério. Os animais foram distribuídos em seis grupos ( $n = 8$  animais por grupo): SC: sedentários com alimentação *ad libitum*, SJ1: sedentários submetidos ao jejum de 12 horas das 21 horas às 9 horas, SJ2: sedentários submetidos ao jejum de 12 horas das 9 horas às 21 horas, TC: treinados com alimentação *ad libitum*, TJ1: treinados submetidos ao jejum de 12 horas das 21 horas às 9 horas e TJ2: treinados submetidos ao jejum de 12 horas das 9 horas às 21 horas.

Os animais dos grupos SC e TC receberam ração padrão balanceada *ad libitum*, enquanto os demais grupos receberam a mesma ração, porém, realizando JI de 12 horas, de segunda à sexta-feira, e alimentação sem restrição aos sábados e domingos, durante nove semanas.

O protocolo de TR foi o de subida em escada, três vezes por semana, por nove semanas, totalizando 27 sessões de treinamento. A primeira sessão de treino consistiu de quatro a oito subidas na escada. Em cada sessão, foi fixada uma carga na cauda do animal, cujo peso correspondeu a 75% do peso corporal, com incremento de 30g a cada subida.

Ao final do experimento, os animais foram eutanasiados por sobrecarga anestésica. O intestino delgado foi dissecado, sendo determinado seu comprimento total. Amostras de jejuno foram coletadas e sua largura, determinada. As amostras foram fixadas em formol 10% tamponado e processadas para inclusão em parafina. Cortes histológicos longitudinais das amostras (6  $\mu\text{m}$  de espessura) foram obtidos em micrótomo e corados com hematoxilina e eosina (HE) para avaliação da morfologia geral e determinação da altura das vilosidades (AV) e profundidade das criptas (PC). Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio-padrão. A análise estatística



dos dados foi realizada no programa *GraphPad Prism* v.7.05, utilizando one-way ANOVA e pós-teste de Bonferroni. O valor de p menor que 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos cortes histológicos das amostras do jejuno mostrou que a morfologia das vilosidades e criptas intestinais foi semelhante entre todos os grupos, sendo mantida a organização histológica típica. Observou-se vilos íntegros, revestidos por um epitélio simples cilíndrico constituído por enterócitos e células caliciformes. Martins; Hipólito-Reis e Azevedo (2001) notaram resultados semelhantes na mucosa jejunal de ratos submetidos ao jejum em comparação aos animais alimentados.

O comprimento total do intestino delgado não diferiu entre os animais sedentários e submetidos ao JI. Entretanto, a largura do jejuno no grupo TJ1 ( $1,14 \pm 0,13$  cm) foi menor que o seu controle TC ( $1,41 \pm 0,16$  cm). A diferença observada na espessura do jejuno em TJ1 pode ser uma consequência da resposta tecidual da mucosa ou muscular externa às influências ambientais no lúmen intestinal. Assim como mostram Scoaris *et al.* (2010), quando os nutrientes são fornecidos, a mucosa intestinal é mantida; porém, tende a atrofiar quando os nutrientes estão ausentes.

Entre os animais sedentários (grupos SC, SJ1 e SJ2), a AV e PC do jejuno não mostraram mudanças significativas. Scoaris *et al.* (2010) apontam que, além da condição nutricional ser capaz de modular a espessura das camadas intestinais e a proliferação celular, a AV e PC são os primeiros componentes a sofrerem alterações frente ao conteúdo luminal.

Entre os animais treinados (grupos TC, TJ1 e TJ2), não foi observada diferença na morfometria das vilosidades e das criptas do jejuno. A manutenção dos parâmetros morfométricos jejunais pode estar relacionada com os resultados da análise da progressão de cargas ao longo das semanas de treinamento, a qual não mostrou diferenças no desempenho físico (carga máxima sustentada) dos animais treinados (TJ1 e TJ2). Uma maneira efetiva de minimizar o gasto de energia durante a escassez de alimento é a redução da massa dos órgãos. Funes *et al.* (2014) apontam que a manutenção do sistema digestório é metabolicamente dispendiosa, o intestino delgado e o fígado são os órgãos mais afetados. Esse resultado não foi observado no presente estudo.

## CONCLUSÕES

Nesse estudo, diferentes modelos de JI de 12 horas, o treinamento resistido e a associação de ambos não alteraram a morfologia e morfometria das vilosidades e criptas do jejuno de ratos. O JI noturno associado ao TR (grupo TJ2) reduziu a espessura do jejuno em relação ao seu grupo controle.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao programa PIBIC/CNPq-FA-UEM pela bolsa concedida.



## REFERÊNCIAS

- CAVALCANTE, L. P. *et al.* Intermittent fasting compromises the performance of eutrophic rats submitted to resistance training. **Nutrition**, p. 111187, 1 fev. 2021.
- FUNES, S. C. *et al.* Effect of fasting in the digestive system: Histological study of the small intestine in house sparrows. **Tissue and Cell**, v. 46, p. 356-362, 2014.
- MARTINS, M. J.; HIPÓLITO-REIS, C.; AZEVEDO, I. Effect of fasting on rat duodenal and jejunal microvilli. **Clinical Nutrition**, v. 20, n. 4, p. 325–331, ago. 2001.
- PATTERSON, R. E; SEARS, D. D. Metabolic effects of intermittent fasting. **Annual Review of Nutrition**, v. 37, p. 371-393, 2017.
- SCOARIS, C. R. *et al.* Effects of cafeteria diet on the jejunum in sedentary and physically trained rats. **Nutrition**, v. 26, p. 312–320, 2010.