

EFEITOS DO TREINAMENTO CONCORRENTE E JEJUM INTERMITENTE SOBRE ASPECTOS MORFOLÓGICOS E METABÓLICOS DA MUSCULATURA ESQUELÉTICA DE RATOS WISTAR

Leandro Scarto de Freitas¹, Fernando Dias Boeira¹, Francielli Fernandes Barbosa Grampinha¹, Melquisedeque da Silva Moraes¹, Henrique Izaias Marcelo^{2,3}, Paulo Henrique Aleixo², Robson Chacon Castoldi¹

Resumo: Avaliar os aspectos morfológicos e metabólicos de ratos da raça Wistar sob a prática do treinamento concorrente (TCc) e jejum intermitente (JI). Este é um estudo experimental, foram utilizados 39 ratos machos adultos da raça *wistar*. Os ratos foram distribuídos em quatro grupos: controle (C [n=12]), controle jejum (CJ [n=11]), treinamento (T [n=8]) e treinamento jejum (TJ [n=8]). Foi realizado o teste de carga crítica para avaliação e determinação da intensidade de esforço do treinamento aeróbio (TA) (natação). O protocolo de treinamento resistido (TR) (anaeróbio), consistiu em quatro séries de 10 saltos, com sobrecarga correspondente a 50% do peso corporal de cada animal. Desta forma, o TCc foi composto por um protocolo de TA e TR. O período de JI foi de 12/12 horas, tendo início às 21:00 e término às 9:00 horas. O período de treinamento foi composto por 4 semanas. Ao final do experimento, foram realizadas as análises de consumo alimentar, pesagem do tecido adiposo e morfometria do músculo Gastrocnêmio. A análise de dados foi realizada pelos testes: Shapiro-Wilk; Anova; Pós-teste de Tukey e Kruskal-Wallis com pós teste de Dunn. Todos os procedimentos assumiram o erro de 5% ($p < 0,05$). Ao final do experimento, foi possível observar que os animais do grupo TJ apresentaram menores valores para variável Gordura Visceral e consumo alimentar. Também foi verificado que todos os grupos tratados demonstram aumento da área de secção transversa do músculo gastrocnêmio. Conclui-se que o treinamento realizado de forma isolada demonstrou maior aumento dos miócitos quando comparado aos demais grupos experimentais. Além disso, foi possível verificar que os animais do grupo CJ tiveram maior consumo alimentar e o grupo TJ apresentou menores valores para variável massa corporal e tecido adiposo.

Palavras-chave: Treinamento concorrente; Treinamento resistido; Jejum intermitente; Exercício; Gordura visceral.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Departamento de Educação Física. Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

³ Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo – USP.

EFFECTS OF CONCURRENT TRAINING AND INTERMITTENT FASTING ON MORPHOLOGICAL AND METABOLIC ASPECTS OF SKELETAL MUSCLE OF WISTAR RATS

Abstract: To evaluate the morphological and metabolic indicators of Wistar rats under the practice of concurrent training (TCc) and intermittent fasting (JI). This is an experimental study, 39 adults male Wistar rats were used. The rats were divided into four groups: control (C [n=12]), fasting control (CJ [n=11]), training (T [n=8]) and fasting training (TJ [n=8]). The critical load test was performed to evaluate and determine the intensity of effort in aerobic training (AT) (swimming). The resistance training protocol (RT) (anaerobic) consisted of four series of 10 jumps, with an overload corresponding to 50% of the body weight of each animal. Thus, the TCc was composed of an AT and TR protocol. The JI period lasted 12/12 hours, starting at 9:00 pm and ending at 9:00 am. The training period consisted of 4 weeks. At the end of the experiment, analyzes of food consumption, adipose tissue weighing and gastrocnemius muscle morphometry were performed. Data analysis was performed using the tests: Shapiro-Wilk; Anova; Tukey and Kruskal-Wallis post-test with Dunn post-test. All procedures assumed a 5% error ($p < 0.05$). At the end of the experiment, it was possible to observe that the animals in the TJ group had lower values for the variable Visceral Fat and food consumption. It was also found that all treated groups demonstrate increased gastrocnemius muscle cross-sectional area. It is concluded that the training performed in isolation showed a greater increase in myocyte when compared to the other experimental groups. In addition, it was possible to verify that the animals in the CJ group ingested a greater amount of feed and the TJ group had lower values for the variable body mass and adipose tissue.

Keywords: Concurrent training; Resistance training; Intermittent fasting; Exercise; Visceral fat.

Introdução

Atualmente tem sido observada a junção de exercícios aeróbicos e resistidos em uma única sessão de treinamento, caracterizando assim o treinamento concorrente. Estudos têm investigado os benefícios e prejuízos advindos da prática do treinamento concorrente sobre os ganhos de força e hipertrofia muscular, a fim de identificar se esse modelo de treinamento estimula a concorrência entre os metabolismos aeróbico e anaeróbico, ou pode, de alguma forma, associá-los.^{1, 2}

Comumente os exercícios caracterizados como aeróbios são os mais utilizados quando se objetiva a perda de gordura corporal, e os exercícios resistidos para o ganho de massa muscular. No entanto, de acordo com o American College of Sports Medicine, a combinação de ambos os exercícios, aeróbios e resistidos, é mais benéfica do que apenas um deles de forma isolada.³

Muito tem se discutido sobre os benefícios da prática de exercícios físicos sobre aspectos fisiológicos e comportamentais, para Melanson⁴, em humanos, o exercício físico pode provocar uma melhor regulação no organismo, sugerindo a indução de mudanças compensatórias tanto na fisiologia quanto no comportamento do indivíduo.

Estudos apontam que o baixo tempo dedicado à prática de exercícios físicos é um dos fatores para o surgimento de doenças crônico-degenerativas e que, a prática desses pode influenciar positivamente como método não farmacológico no controle e prevenção de vários tipos de doenças, assim como na promoção a saúde, melhora da estética corporal e bem-estar geral.³

Diante desses fatos podemos observar também a ascensão de diferentes métodos de treinamentos com potenciais distintos, como é o caso do exercício aeróbico em jejum (EAJ). Além do fato de existirem poucos estudos sobre o EAJ na literatura, muitos profissionais o indicam sobre a ótica deficiente de seus benefícios e prejuízos sobre o metabolismo de seus praticantes.⁵

Aponta-se que, no período matutino após o jejum noturno, as reservas de glicogênio são reduzidas colaborando para o processo lipolítico. Aird e colaboradores⁶, verificaram em uma revisão sistemática que a prática de exercícios físicos em jejum aumenta a circulação de ácidos graxos livres.

Já em outros estudos os autores sugeriram que o modelo de treinamento em jejum não promove alterações significativas, em especial no quesito emagrecimento, quando comparado com praticantes de exercício aeróbico que treinam alimentados.⁷

A discussão em relação ao exercício aeróbico em jejum (EAJ), permeia também sobre os possíveis prejuízos que este pode ocasionar, como exemplo a fadiga muscular precoce, catabolismo proteico, hipoglicemia, desconfortos como dores de cabeça, náuseas e vertigem. Essas ações poderiam ser evitadas com a ingestão de alimentos como carboidratos complexos que corroboram para o aumento dos níveis de glicogênio, diminuindo os prejuízos sobre o treinamento e a saúde/bem-estar do praticante.^{6,7} Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo, avaliar os aspectos morfológicos e metabólicos de ratos da raça *Wistar* sob a prática do treinamento concorrente (TCC) e jejum intermitente (JI).

Materiais e Métodos

Amostras

Foram utilizados 39 ratos machos adultos, da raça *Wistar*, com média de 150 dias de idade e $431 \pm 2,94$ gramas. Permaneceram em grupos de 2 animais por caixa (polietileno), com temperatura ambiente de $(22 \pm 2^\circ\text{C})$ e luminosidade (ciclo claro/escuro de doze horas) controlados.

Procedimentos Éticos

A pesquisa foi enviada e aprovada sob o protocolo nº 5372, posteriormente foi desenvolvida obedecendo as normas e os princípios éticos de experimentação animal de acordo com a Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA).

Delineamento experimental e protocolo de treinamento concorrente

Os animais foram distribuídos em quatro grupos ($n=39$), sendo estes: controle (C [$n=12$]), controle jejum (CJ [$n=11$]), treinamento (T [$n=8$]) e treinamento de jejum (TJ [$n=8$]).

Os mesmos foram submetidos antecipadamente a um período de adaptação ao meio líquido e equipamento (10 - 20 min/dia, três dias da semana, durante uma semana.⁸ O período de adaptação foi realizado a fim de reduzir o estresse produzido pelo meio líquido e pelas alterações fisiológicas resultantes do treinamento físico.⁹ Durante o experimento, cada grupo

permaneceu sob as seguintes condições:

Grupo C: os animais permaneceram livres em suas caixas, com acesso livre à água e alimentação (ração para ratos de laboratório).

Grupo CJ: os animais permaneceram livres em caixas, com acesso livre à água, porém a alimentação foi controlada pelo período de jejum de 12 (doze) horas por 12 (doze) horas de alimentação livre.

Grupo T: Esse grupo passou por duas sessões de treinamentos distintos, que em sua execução, são solicitadas diferentes fontes energéticas, sendo uma predominantemente aeróbia (natação) e outra com predominância anaeróbia (saltos).

Primeiramente, foi realizado o protocolo de treinamento aeróbio e, posteriormente, o treinamento resistido. Os protocolos ocorreram seguidamente e o tempo de descanso foi apenas o momento de transferência dos animais de um local para o outro.

O protocolo de treinamento aeróbio foi composto por três sessões semanais em dias não consecutivos, compreendendo 30 minutos de treinamento de natação, com intensidade de 80% do limiar anaeróbio (LAN), estipulada a partir do teste de carga crítica.⁸ Para tal, utilizamos um tanque com tubos cilíndricos de PVC de 25 cm de diâmetro e 100 cm de altura, com água na profundidade de 70cm, para a parte aeróbia (natação, figura 1).¹⁰



Figura 1. Tubo cilíndrico para saltos e tanque com tubos cilíndricos para natação (A), tubos cilíndricos para natação (B) e animais em atividade dentro dos tubos (C).

Para o protocolo de treinamento resistido, utilizamos quatro séries de 10 saltos, com sobrecarga correspondente a 50% do peso corporal de cada animal. Para isso, foi utilizado um tubo de PVC de 25cm de diâmetro e 80cm de altura, com 38cm de profundidade (Figura 2). A sobrecarga foi alojada em um colete feito como uma bolsa costurada no próprio colete, com elástico e fecho de velcro, preso à região do tórax (Figura 2), especialmente confeccionado para este tipo de treinamento.¹¹ O acesso à água e alimentação foi livre para este grupo.



Figura 2. Animal com o colete inserido na região torácica.

Grupo TJ: Foi idêntico ao anterior, porém, os animais estavam sob efeito do jejum realizado, o mesmo modelo que foi aplicado ao grupo CJ.

Protocolo de jejum intermitente

O jejum intermitente foi realizado com protocolo 12/12, ou seja, os animais realizaram 12 (doze) horas de jejum com 12 (doze) horas de alimentação durante todos dias da semana.

O período de jejum teve seu início às 21:00 (vinte e uma) horas e finalizou-se no dia seguinte às 9:00 (nove) horas. O treinamento ocorreu 1 (uma) hora antes do início do período de alimentação, fazendo com que os animais realizassem o treinamento concorrente ainda no período de jejum. O consumo de água foi liberado 24 (vinte e quatro) horas para todos os animais.

Teste de Carga Crítica

A realização da carga crítica de trabalho (CCT) e capacidade anaeróbia (CTA) foi obtida por meio da indução ao teste em três diferentes estímulos. Foram selecionadas três cargas para cada animal, correspondentes a 7, 9 e 11% do peso corporal, de modo que os animais realizassem todos os esforços.¹²

Os animais fizeram o teste de forma a entrarem em exaustão entre 2 e 10 minutos.¹² Dessa maneira, cronometramos o tempo limite (Tlim) na realização do teste em cada uma das cargas. Os animais ficaram em repouso por 24 horas após cada estímulo.^{13,9,11} Os valores estabelecidos para as duas variáveis foram obtidos pela fórmula:

$$\text{Carga Crítica} = \text{CCT} + (\text{CTA} \times 1/\text{Tlim})$$

Após a realização deste procedimento foi possível determinar a capacidade aeróbia de cada animal. Tal procedimento tornou-se necessário para a identificação da intensidade de esforço no treinamento de natação (Figura 3).

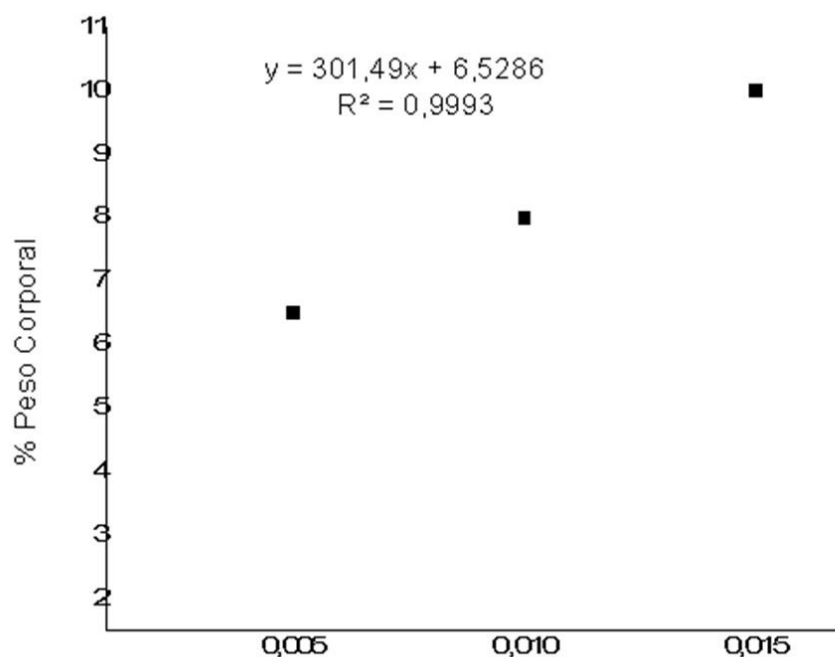


Figura 3. Modelo do gráfico referente aos resultados do teste de carga crítica.

Coleta e preparo das amostras

Após 48 horas da última sessão de treinamento, os animais foram submetidos ao procedimento cirúrgico. Os animais receberam a aplicação de cloridrato de ketamina e cloridrato de xilazina, injetados por via intraperitoneal e em seguida, foram eutanasiados por exsanguinação por meio de punção cardíaca.¹¹ Após a eutanásia, foram coletadas amostras do músculo Gastrocnêmio Medial de cada animal e em seguida, armazenados em nitrogênio líquido.

Pesagem dos animais

A pesagem dos animais foi realizada por meio de uma balança digital eletrônica de alta precisão (1g à 10kg) da marca Tomate[®] (modelo Sf-400, fabricada em São Paulo, Brasil).

Gordura Visceral

Foi retirada a gordura visceral e pesada por meio de uma balança analítica da marca Marte Científica[®] (modelo AD500, fabricada em São Paulo, Brasil)”.

Após esse procedimento, o valor bruto foi corrigido pelo peso a partir da seguinte fórmula:

$$(Gordura \times 100) / Massa \text{ Corporal}$$

Consumo alimentar

Consumo alimentar foi anotado a cada troca de ração para que houvesse parâmetros entre cada grupo analisado. Essa variável é estabelecida pela razão entre massa corporal do animal (Panimal) e consumo alimentar, ambos em gramas (g). O consumo foi calculado pelo conteúdo de ração ofertada (RO) e subtraída à sobra (SB). Dessa maneira estabeleceu-se a fórmula $[P_{animal}/RO-SB]$, de acordo com o Manual para técnicos em bioterismo (1996)¹⁴.

Processamento Histológico do Músculo Estriado Esquelético

O tecido muscular foi imerso em n-hexana resfriado em nitrogênio líquido pelo método de congelamento de tecidos não fixados, e posteriormente armazenados em freezer de temperatura ultrabaixa (-80° C).¹¹ Os cortes de 5 µm foram produzidos em micrótomo criostato a -20° C, coletados em lâminas e em seguida, corados por hematoxilina-eosina (HE) para a mensuração da área das células musculares (miócitos).

Microscopia de Luz Polarizada

Os cortes submetidos às colorações e reações histoquímicas foram observados em luz normal e polarizada e fotomicrografados em microscópio da marca Nikon®, modelo H550S. Para a análise das imagens foi utilizada uma câmera fotográfica Infinity 1. As marcações interativas, para a determinação da área média das secções transversas (AST), foram feitas com o software (Auxio VisionRel 4.81 - Carl Zeiss® e NIS-Elements D3.0 2- SP7 - Nikon®). Foram observadas 100 fibras musculares em cada lâmina, de acordo com o protocolo estabelecido por Dal Pai et al (1995) citado por Castoldi e colaboradores.¹¹

Análise dos dados

Após a obtenção dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e a comparação entre grupos foi feita pela análise de variâncias (ANOVA *One-Way*), seguido pelo pós-teste de Tukey, para variáveis que apresentaram normalidade e teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo pós-teste de Dunn para variáveis que não apresentaram distribuição normal na curva Gaussiana. Este procedimento foi realizado para todas as variáveis que foram obtidas no final do experimento. No caso da variável “massa corporal”, foi utilizada a análise de variâncias ANOVA com medidas repetidas e pós teste de Bonferroni. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ($p < 0,05$). Os cálculos foram realizados com o programa com pacote estatístico (SPSS 22.0 for Windows®).

Resultados

Se tratando da massa corporal, ao longo do experimento, o grupo TJ demonstrou uma queda abrupta desta variável, da primeira à quarta pesagem, desta forma demonstrando uma diminuição de peso (g) estatisticamente significativa em relação aos grupos C ($p = 0,0001$), CJ ($p = 0,007$) e T ($p = 0,001$).

O mesmo aconteceu inversamente com o grupo C, que demonstrou uma ascendência a partir da terceira avaliação, porém sem resultado estatisticamente significativo. Os grupos CJ e T mantiveram seus valores sem grande alteração. Após análise estatística, a média final da massa corporal de todos os grupos ao longo da intervenção foram as seguintes: C ($439,07 \pm 3,58$); CJ ($433,76 \pm 4,49$); T ($437,64 \pm 3,70$); TJ ($412,03 \pm 4,10$) (Figura 4).

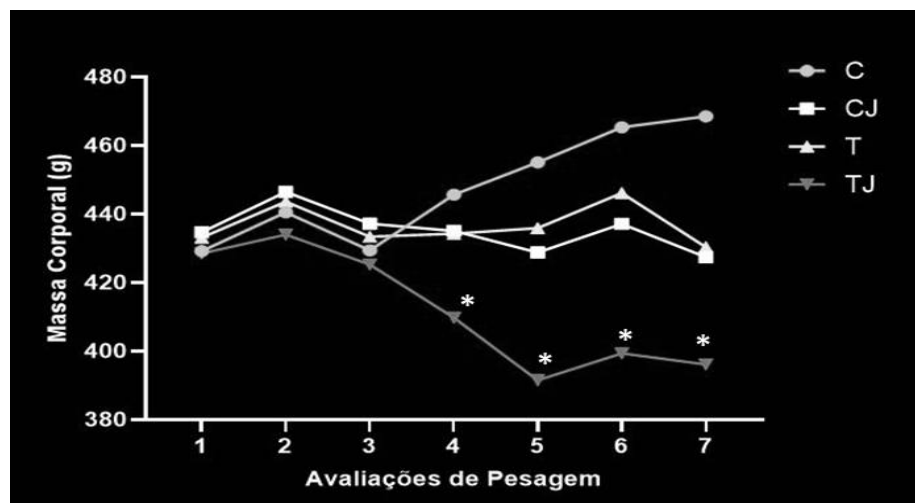


Figura 4. Massa corporal dos grupos durante as avaliações de massa corporal. C= Grupo controle; CJ= Grupo controle jejum; T= Grupo treinamento; TJ= Grupo treinamento jejum. Diferença significativa entre TJ e C, CJ, T (*). Diferença estatisticamente significativa a partir do teste de ANOVA com medidas repetidas e pós teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

Em relação à gordura visceral, foi possível verificar diminuição significativa no grupo de animais que realizou o protocolo de treinamento e foi submetido ao jejum intermitente ($p < 0,05$). Além disso, os demais grupos experimentais também apresentaram redução para essa variável (CJ e T), no entanto, sem diferença estatística ($p > 0,05$) (Figura 05).

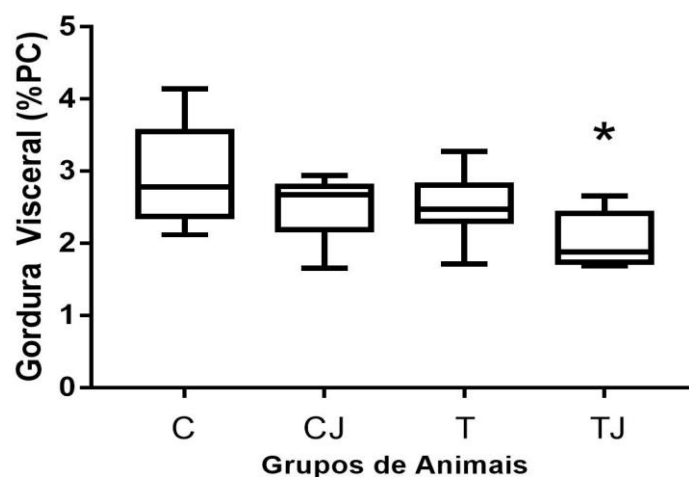


Figura 5. Gordura Visceral. C= Grupo controle; CJ= Grupo controle jejum; T= Grupo treinamento; TJ= Grupo treinamento jejum. (*). Diferença estatisticamente significativa entre grupos C e TJ a partir do teste de ANOVA *one way* com pós teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao consumo alimentar (g), ao fim do experimento, os grupos demonstraram

as respectivas médias: (C= $27,12 \pm 0,49$); (CJ= $35,41 \pm 1,48$); (T= $26,20 \pm 1,45$); (TJ= $22,31 \pm 0,62$). Feita a análise estatística do consumo alimentar, foram notadas diferenças significativas do grupo C com os grupos CJ ($p= 0,001$) e TJ ($p= 0,001$); CJ e T ($p= 0,001$); T e C ($p=0,001$) (Figura 06).

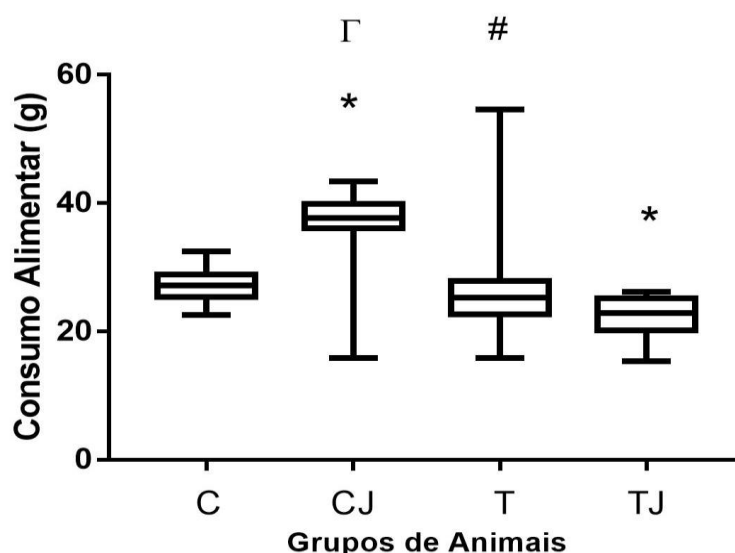


Figura 6. Consumo Alimentar. (C): Grupo controle; (CJ): Grupo controle jejum; (T): Grupo treinamento; (TJ): Grupo treinamento jejum. (*): Diferença significativa em comparação ao grupo controle (TJ e CJ $\neq$ de C); (#): diferença entre T e CJ; (T); diferença estatística entre CJ e C. Teste de Kruskal-Wallis com pós teste de Dunn e significância de 5% ($p<0,05$).

Por último, foi verificado que todas as intervenções utilizadas no presente estudo resultaram em adaptações na área de secção transversa das fibras musculares quando comparados ao grupo C ($p<0,05$). Além disso, o grupo T demonstrou aumento ligeiramente maior do que os demais grupos tratados, no entanto, sem diferença estatisticamente significativa para os demais grupos experimentais (CJ e TJ) ($p>0,05$) (Figura 7).

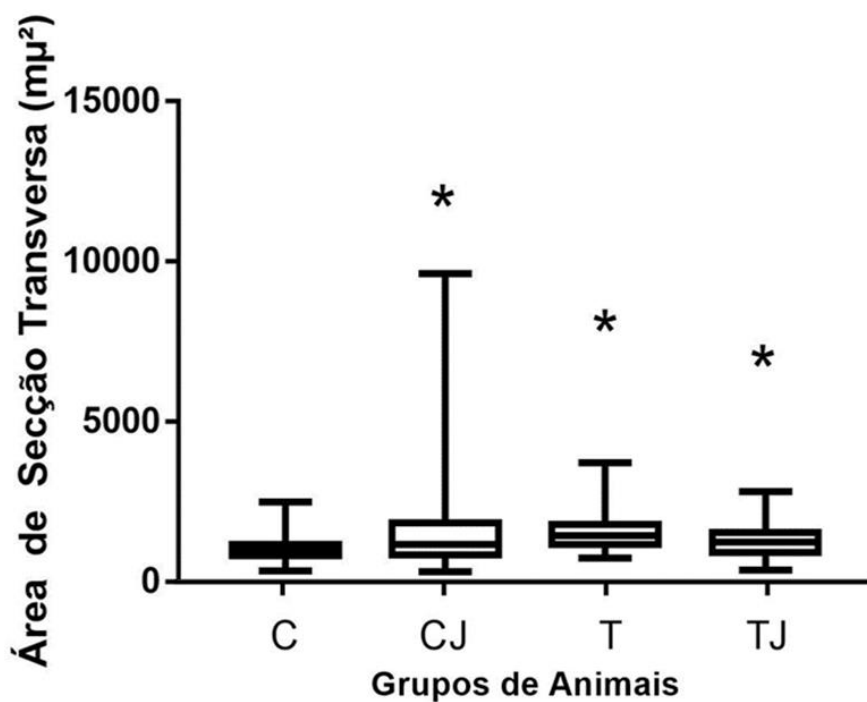
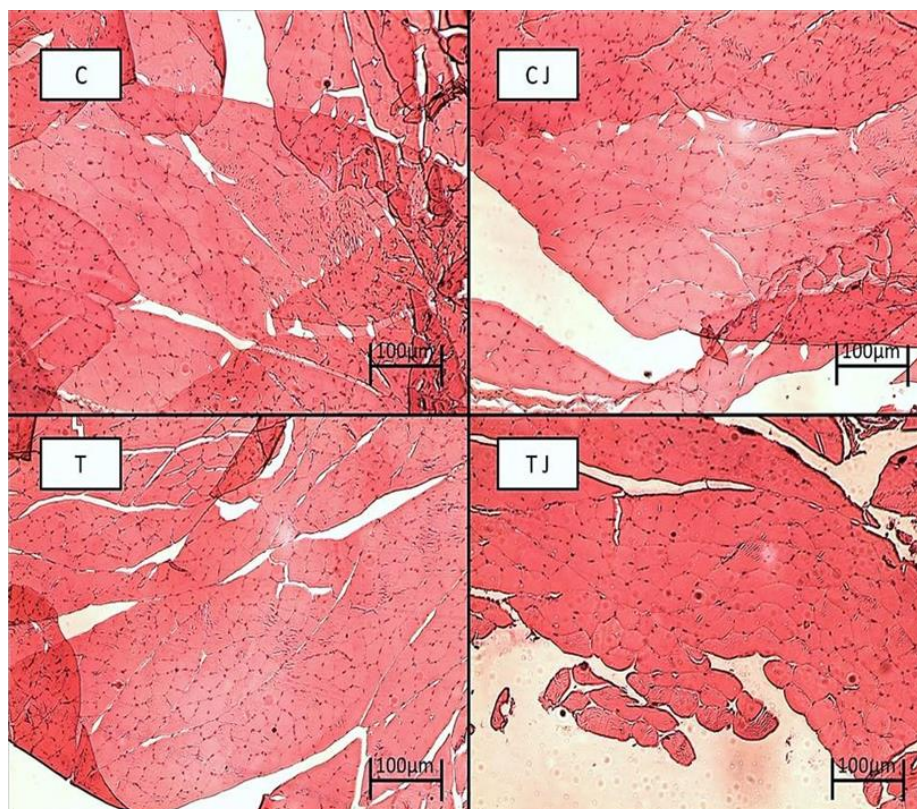


Figura 7. Área de secção transversa. (C): Grupo controle; (CR): Grupo controle jejum; (T): Grupo treinamento; (TR): Grupo treinamento jejum. (*): Diferença significativa em comparação ao grupo controle. Teste de Kruskal-Wallis com pós teste de Dunn e significância de 5% ($p < 0,05$).

Discussão

O objetivo desse estudo foi avaliar os aspectos morfológicos e metabólicos de ratos da raça Wistar sob a prática do treinamento concorrente (TCc) e jejum intermitente (JI). Foi observado que o treinamento isolado apresentou maior adaptação na área de secção transversa das fibras musculares, quando comparado aos demais grupos de animais. Segundo Sugizaki e colaboradores¹⁵, o exercício físico promove adaptações e ajustes de natureza cardiorrespiratória, neural e hormonal.

Nesse caso, o exercício físico regular provoca uma série de adaptações no músculo esquelético. Repetidos episódios de contração muscular promovidos pelo treinamento físico, são potentes estímulos para as adaptações moleculares. As adaptações crônicas induzidas pelo exercício provêm do acúmulo dos efeitos agudos em cada sessão decorrente também do estresse mecânico gerado.¹⁶

O grupo que realizou o treinamento em jejum apresentou maior redução no peso corporal, o que pode ser notado também no estudo de Basílio e colaboradores⁷, que relatou que a combinação entre dieta intermitente e exercício físico induz a redução do tecido adiposo corporal, se associa com melhor tolerância glicêmica e atenua o processo de remodelação cardíaca decorrente do exercício físico.

O músculo Gastrocnêmio, avaliado neste estudo, faz parte do conjunto de músculos que compõem o tríceps sural. Juntos, esses músculos contribuem com até 35,8% do impulso vertical necessário para que se possa realizar saltos verticais. Essa musculatura tem por característica uma predominância quantitativa de fibras Tipo II, glicolíticas, com grande potencial para gerar tensão em pouco tempo.¹⁸

Com os resultados obtidos no presente estudo, constatou-se que o grupo TJ apresentou aumento da área das fibras musculares quando comparado ao grupo C, no entanto, no grupo T, este aumento foi maior, o que pode sugerir uma interferência do jejum intermitente durante o processo de hipertrofia muscular e consequentemente uma diminuição do peso corporal. No estudo de Cavalcante e colaboradores¹⁹ foi identificado que o jejum intermitente não reduziu a ingestão de alimentos e provocou queda no desempenho de ratos durante o treinamento resistido quando comparado ao treinamento realizado por ratos alimentados.

Das Neves e colaboradores²⁰ relataram em seu estudo que o jejum intermitente combinado com treinamento resistido por um curto período também promoveu perda do peso

corporal e preservou o tecido muscular, o que diverge do estudo de Moret e colaboradores.²¹ onde este relata que o treinamento concorrente foi eficaz em promover hipertrofia no GM de ratos *Wistar*.

Por fim, este estudo colabora com a literatura ao identificar os efeitos do treinamento concorrente e jejum intermitente sobre os aspectos morfológicos e metabólicos de ratos da raça *Wistar* sob a prática do TCc e JI.

No entanto, algumas limitações podem ser consideradas, como o tempo de utilização do jejum e o método de treinamento utilizado. Pesquisas futuras que utilizem formas variadas de treinamento, bem como formas diferentes do protocolo de jejum como a estabelecida nesse estudo, podem vir a colaborar com os resultados expostos até o momento.

Conclusão

Conclui-se que o treinamento concorrente realizado de forma isolada demonstrou aumento na área de secção transversa do músculo gastrocnêmio quando comparado ao grupo controle. Além disso, foi possível verificar que os animais do grupo CJ tiveram maior consumo alimentar e o grupo TJ apresentou menores valores para variável massa corporal.

Referências

1. Brito A de F, Soares YM, Silva AS. CONCURRENT TRAINING OR COMBINED TRAINING? Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2019 Apr;25(2):105–6. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/ZSGCtQymkWs48RYHZQnDPJD/?lang=en>
2. Silva AL da, Serafim PA, Bueno CAM. Treinamento concorrente e seus efeitos para indiví-duos de meia idade e idosos. Revista Brasileira de Fisiologia do exercício. 2022 Mar 8;17(3):195–203. Disponível em: <https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/revistafisiologia/article/view/2418>
3. Panissa VLG, Bertuzzi RC de M, Lira FS de, Júlio UF, Franchini E. Exercício concorrente: análise do efeito agudo da ordem de execução sobre o gasto energético total. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2009 Apr;15(2):127–31. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/tSXzxbNhVpRJMtG6BBnxvcv/?lang=pt>
4. Melanson EL. The effect of exercise on non-exercise physical activity and sedentary behavior in adults. Obesity Reviews. 2017 Feb;18:40–9. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/obr.12507>
5. Cheung Bernardo T, Passos da Silva R, RemonTozetto W, Ribeiro Streb A, Firpo Del Duca G, Cheung Bernardo T, et al. Exercício aeróbio em jejum: prescrição e opinião profissional e sua prática por alunos de academias de musculação. Educación Física y Ciencia [Internet]. 2020

[cited 2022 Sep 23];22(2):132–2. Available from: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-25612020000200132&lang=pt

6. Aird TP, Davies RW, Carson BP. Effects of fasted vs fed-state exercise on performance and post-exercise metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2018 Feb 23;28(5):1476–93.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29315892/>

7. Silva Natalício PA, Pereira TA, Gonçalves R, de Oliveira Ildefonso R. Efeito de 12 semanas de treinamento aeróbio em jejum sobre o emagrecimento. *O Mundo da Saúde* [Internet]. 2015 Oct 31 [cited 2021 Jul 15];39(4):401–9. Available from: http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/155572/A01.pdf

8. Manchado F de B, Gobatto CA, Contarteze RVL, Papoti M, Mello MAR de. Máxima fase estável de lactato é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006 Oct;12(5):259–62.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/bmrCXsBLXdJH6qDCLcCRS3C/abstract/?lang=pt>

9. Chimin P, Araújo GG, Manchado-Gobatto FB, Gobatto CA. Critical load during continuous and discontinuous training in swimming Wistar rats. *Motricidade* [Internet]. 2009 [cited 2023 Jan 21];5(4):45–58. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273020564005>

10. Castoldi RC, Louzada MJQ, Oliveira BRSM de, Ozaki GAT, Koike TE, Garcia TA, et al. Effects of aerobic, anaerobic, and concurrent training on bone mineral density of rats. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2017 Mar;23(1):71–5. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/motriz/a/Ys7qVn5HpbypTQqX5k5bDSM/?lang=en>

11. Castoldi CR [UNESP. Modelação das fibras musculares e efeitos na composição corporal de ratos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico. *Aleph* [Internet]. 2013 Feb 14 [cited 2023 Jan 21];100 f. : il. Available from: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/87349>

12. Hill DW. The Critical Power Concept. *Sports Medicine*. 1993 Oct;16(4):237–54. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8248682/>

13. Marangon L, Gobatto C, Mello MA, Kokubun E. Utilization of an hyperbolic model for the determination of the critical load in swimming rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [Internet]. 2002; Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/UTILIZATION-OF-AN-HYPERBOLIC-MODEL-FOR-THE-OF-THE-Marangon-Gobatto/5ce77ecc45a1467c1f745193bf6c3469d75aedf1>

14. De Luca RR, Alexandre SR, Marques T, Souza NL de, Merusse JLB, Neves SMP. Manual para técnicos em bioterismo. *repositoriouspbr* [Internet]. 1996 [cited 2023 Jan 21]; Available from: <https://repositorio.usp.br/item/000910779>

15. Sugizaki MM, Dal Pai-Silva M, Carvalho RF, Padovani CR, Bruno A, Nascimento AF, et al. Exercise training increases myocardial inotropic response in food restricted rats. *International Journal of Cardiology* [Internet]. 2006 Sep 20 [cited 2023 Jan 21];112(2):191–

201. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16356569/>

16. Abreu P, Leal-Cardoso JH, Ceccatto VM. ADAPTAÇÃO DO MÚSCULO ESQUELÉTICO AO EXERCÍCIO FÍSICO: CONSIDERAÇÕES MOLECULARES E ENERGÉTICAS. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [Internet]. 2017 Feb;23(1):60–5. Available from:

<https://www.scielo.br/j/rbme/a/nrVqz5ncsFTpzBrnvwhYfng/?lang=pt&format=pdf>

17. Basilio PG, Oliveira APC de, Castro ACF de, Carvalho MR de, Zagatto AM, Martinez PF, et al. Dieta Intermitente Atenua a Remodelação Cardíaca Causada pelo Exercício Físico. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2020 Aug;115(2):184–93. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8384291/>

18. Camargo Filho JCS, Vanderlei LCM, Camargo RCT, Francischeti FA, Belangero WD, Pai VD. Efeitos do esteróide anabólico nandrolona sobre o músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico através de natação: estudo histológico, histoquímico e morfométrico. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [Internet]. 2006 Oct 1 [cited 2023 Jan 21];12:243–7. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/ccbcXwvhCgfHG85ChHPvsbq/?lang=pt>

19. Cavalcante LP, Lima T da R, de Almeida PC, Tolazzi GJ, Ávila ETP, Navalta JW, et al. Intermittent fasting compromises the performance of eutrophic rats submitted to resistance training. Nutrition [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2021 Feb 8];111187. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900721000496#bib0014>

20. das Neves W, de Oliveira LF, da Silva RP, Alves CRR, Lancha Jr. AH. Fasting: a major limitation for resistance exercise training effects in rodents. Brazilian Journal of Medical and Biological Research [Internet]. 2018 [cited 2023 Jan 21];51(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5685054/>

21. Moret DG, Castoldi RC, Araújo RG de, Spagnol AR, Papoti M, Camargo Filho JCS, et al. Análise morfológica do músculo gastrocnêmio medial de ratos submetidos a um protocolo de treinamento concorrente. Revista Brasileira de Ciências do Esporte [Internet]. 2013 Sep 1 [cited 2023 Jan 21];35:587–97. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/K9dTY4LgyBfW6Hcfjh7DSWw/?lang=pt>