

Efeito do treinamento concorrente na composição corporal e massa muscular de ratos Wistar

Effect of concurrent training on body composition and muscle of rats

MACHADO, J H L; HORIE, G M; CASTOLDI, R C; CAMARGO, R C T; CAMARGO FILHO, J C S. Efeito do treinamento concorrente na composição corporal e massa muscular de ratos Wistar. **R. Bras. Ci. e Mov.** 2014; 22(3): 34-42

RESUMO: O exercício físico gera uma série de alterações fisiológicas ligadas à saúde e ao desempenho físico. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do treinamento concorrente na musculatura e composição corporal de ratos Wistar. Na presente pesquisa foram utilizados 11 ratos machos adultos (90 dias), sendo utilizados seis como grupo controle (Ctle) e cinco definidos como Treinamento Concorrente (TCc). O protocolo de TCc foi definido com 30 minutos de natação e 4 séries de 10 saltos, com sobrecarga de 50% do peso corporal de cada animal. A intensidade do treino aeróbio foi estabelecida em 70% do limiar anaeróbio estimado a partir da realização da carga crítica de trabalho e obtenção do limiar anaeróbio (Lan), definida com a aplicação de quatro diferentes estímulos. Foram sorteadas quatro cargas para cada animal, correspondentes a 7, 9, 11 e 13% do peso corporal, de modo que os animais realizem os esforços em dias não consecutivos. O período experimental consistiu em quatro semanas. Foram analisadas as áreas de secções transversas das fibras muscular (AST). Além disso, foi calculado o Índice de Lee (Lee), coeficiente de eficácia alimentar e quantificado o peso da gordura visceral a partir da massa corpórea de cada animal (%PC). Foi verificado que houve hipertrofia das fibras musculares nos animais submetidos ao TCc em comparação ao Ctle ($2988,84 \pm 822,58$ vs $2447,82 \pm 682,39$), além da redução nas variáveis índice de Lee e gordura visceral ($2,85 \pm 0,05$ vs $2,90 \pm 0,04$ e $2,04 \pm 0,79$ vs $3,04 \pm 0,65$). No entanto observou-se menor coeficiente de eficácia alimentar ($13,95 \pm 1,14$ vs $14,93 \pm 0,42$). Desta forma, concluiu-se que os animais do grupo TCc demonstraram hipertrofia das fibras musculares e redução na gordura corporal.

Palavras-chave: Treinamento Concorrente; Fibras Musculares Esqueléticas; Peso Corporal.

ABSTRACT: Physical exercise improves physiological adaptations in health and performance. Thus, the objective of present study was view the concurrent training alterations in skeletal muscle and body composition in Wistar rats. This study was utilized 11 adult male rats (90 days), with six animals in control group (Ctle) and five in concurrent group (CG). The physical training protocol was defined for 30 minutes of swimming and 4 series of 10 jumps, with 50% body weight overload. The intensity of aerobic training was determined in 70% of anaerobic threshold. Estimated with the realization of critical work overload and achievement of anaerobic threshold (Lan) definite with application of four different stimulus. Was randomized four overload for each animal, corresponding to 7, 9, 11 and 13 percent of body weight, in nonconsecutive days. The experimental period consisted in four weeks. Was analyzed transverse sections area of muscle fibers in CG and Ctle. Also, was calculated Lee index, food coefficient and body fat established from body weight (%BW). Observed the hypertrophic process in TCc group in comparison to Ctle ($2988,84 \pm 822,58$ vs $2447,82 \pm 682,39$), also Lee and visceral fat reduce ($2,85 \pm 0,05$ vs $2,90 \pm 0,04$ e $2,04 \pm 0,79$ vs $3,04 \pm 0,65$). However was observed less food coefficient ($13,95 \pm 1,14$ vs $14,93 \pm 0,42$). This fact, possible to conclude if the TCc animals showed fibers hypertrophy and fat body reduce.

Key Words: Training concurrent; Muscle Fibers Skeletal; Body Weight.

João Henrique Lyrio Machado¹
Guilherme Massami Horie¹
Robson Chacon Castoldi¹
Regina Celi Trindade Camargo¹
José Carlos Silva Camargo Filho¹

¹ Universidade Estadual Paulista

Recebido: 24/01/2014
Aceito em: 09/06/2014

Contato: Guilherme Massami Horie - guilherme_horie@hotmail.com

Introdução

Com o estilo de vida sedentário dos dias atuais, o exercício físico vem sendo procurado para a melhora da saúde e qualidade de vida, uma vez que o sedentarismo é um dos fatores precursores da obesidade. Esta que por sua vez é uma dos principais fatores que afetam negativamente o bem estar do indivíduo.

Por ser uma patologia agravante, a obesidade favorece o aparecimento de doenças crônico-degenerativas como diabetes tipo II, cardiopatias e hipertensão arterial, que leva à morbidez e aumenta o risco de morte¹. O exercício físico aumenta o gasto de energia e assim pode ser um meio no controle e combate a obesidade, pois aumenta a taxa metabólica e diminui os níveis de gordura corporal².

Do ponto de vista fisiológico, o exercício físico pode ser caracterizando como aeróbio ou anaeróbio, dependendo de sua intensidade e duração. A utilização dessas duas formas de exercícios foi descrita inicialmente na literatura em 1980 e foi denominada de “Treinamento Concorrente” (TCc)³.

Sabendo-se que essas duas formas de exercício físico podem ser eficientes no combate à obesidade, uma vez que a combinação de exercícios aeróbios que melhoram a resistência cardiovascular e o treinamento de força que possibilita ganhos de força, potência e na hipertrofia muscular⁴. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi observar o efeito do TCc na composição corporal e na massa muscular de ratos Wistar.

Materiais e métodos

Animais

Na presente pesquisa foram utilizados 11 ratos machos adultos (90 dias), da raça Wistar, obtidos no Biotério Central da Unesp, Campus de Botucatu - SP e mantidos em biotério de pequenos roedores do departamento de Fisioterapia da FCT- Unesp, Campus de Presidente Prudente - SP. Permaneceram em gaiolas (polietileno), com temperatura ambiente de $(22 \pm 2^\circ\text{C})$ e luminosidade (ciclo claro/escuro de doze horas) controlados, com livre acesso à água e alimentação (ração para ratos de laboratório, composta de 23% de proteína, 49% de carboidratos, 4% de lipídios, 5% de fibras, 7% de cinzas e 6% de vitaminas e minerais).

A pesquisa foi desenvolvida obedecendo às normas e os princípios éticos de experimentação animal após aprovação do Comitê de Ética da FCT- Unesp de Presidente Prudente, protocolo número 002/2011.

Grupos Experimentais

Foram utilizados seis animais para o grupo controle (Ctle) e cinco para o grupo treinamento concorrente (TCc). Os animais do grupo TCc foram submetidos antecipadamente a um período de adaptação ao meio líquido e equipamento (10 - 20 min/dia, 5 dias da semana, durante três semanas, com sobrecarga e duração que foram progressivamente aumentados, assim como o método proposto por Machado *et al.*,⁵. O período de adaptação reduz o estresse produzido pelo meio líquido e pelas alterações fisiológicas resultantes do treinamento físico Chimin *et al.*,⁶.

Protocolos de Treinamento Físico

Grupo Ctle: os animais permaneceram livres em suas gaiolas, com acesso irrestrito à água e alimentação e sem a realização do treinamento físico.

Grupo TCc: As sessões de exercícios foram realizadas em sequência (treino aeróbio e força muscular), sem intervalo de uma para a outra, três vezes na semana. Os animais foram submetidos a 30 minutos de natação, com carga estipulada a partir da determinação do limiar anaeróbio obtido pela realização da Carga Crítica de Trabalho (CCT), em uma mochila com pesos, elaborada para essa forma de treinamento e acomodada no dorso do animal.

O treinamento de força muscular foi composto por 4 séries de 10 saltos, utilizando um colete especificamente desenvolvido para este protocolo de exercício, acomodado em torno do corpo, com um parafuso acoplado de forma que possibilite o encaixe dos pesos, para se estabelecer a carga do treinamento. Sendo assim, o animal desce até o fundo do recipiente de PVC e realiza o movimento de salto para a superfície. Foi estabelecida sobrecarga de 50% do peso corporal de cada animal e o período de treinamento foi composto por quatro semanas^{7,8} (Figura 1).



Figura 1 (A-B). Ilustração das duas formas de treinamento utilizadas no presente estudo. (A): Representa o treinamento aeróbio e (B): Representa o treinamento de força

Determinação da Carga Crítica de Trabalho e Limiar Anaeróbio

A determinação da carga crítica de trabalho (CCT) e capacidade aeróbia (CAE) foi obtida por meio da indução ao exercício em quatro diferentes estímulos. Foram sorteadas quatro cargas para cada animal, correspondentes a 7, 9, 11 e 13% do peso corporal, de modo que os animais realizem todos os esforços.

Os animais realizaram o exercício de forma que obtivessem exaustão entre 2 e 10 minutos⁹. Dessa maneira, foi cronometrado o tempo limite (Tlim) na realização do exercício em cada uma das cargas. Os animais ficaram em repouso por 48 horas após cada estímulo^{10,6}. Os animais treinaram com carga correspondente a 70% do limiar anaeróbio.

Os valores estabelecidos para as duas variáveis foram obtidos pela fórmula:

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

Período do Experimento

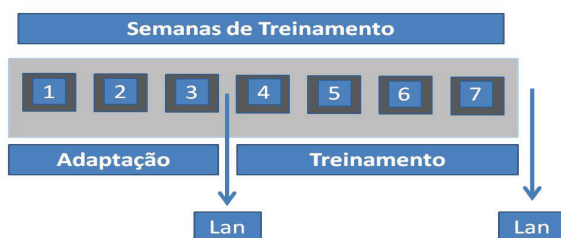


Figura 2. Período do Experimento. Legenda: Lan: Avaliação da Capacidade Aeróbia. Números: Representam as semanas de treinamento físico.

Obtenção das Amostras Teciduais

A coleta do material e o processamento foram realizados no Laboratório de Análise da Plasticidade Muscular – LAPMUS da FCT-Unesp, câmpus de Presidente Prudente. Os animais foram submetidos à eutanásia nos diferentes períodos pré-estabelecidos (figura 2).

Após 48 horas da última sessão de exercício, os animais foram submetidos ao procedimento cirúrgico. As amostras foram obtidas de acordo com metodologia descrita por Aguila¹¹. Trinta minutos antes da eutanásia foi injetada heparina por via intraperitoneal, 25.000UI, sendo os animais anestesiados com a associação de dois anestésicos, cloridrato de quetamina e cloridrato de xilazina, 40 mg/kg de peso corporal, injetados por via intraperitoneal como proposto por Seraphim *et al*¹².

Em seguida foi feita a perfusão do ventrículo esquerdo com 1 ml de cloreto de potássio (KCl) a 10% até a parada

cardíaca em diástole. Após esse procedimento foi realizada a coleta do músculo sóleo de todos os animais.

Processamento Histológico do Músculo Sóleo

O tecido muscular foi emerso em n-hexana resfriado em nitrogênio líquido pelo método de congelamento de tecidos não fixados, e posteriormente armazenados em freezer de ultra baixa temperatura (-80° C). Os cortes de 5 µm foram produzidos em micrótomo criostato a -20° C, coletados em lâminas e em seguida, corados pela hematoxilina-cosina (HE) para a análise da estrutura dos músculos.

Análise dos Tecidos Musculares

Os cortes submetidos às colorações e reações histoquímicas foram observados em microscópio de luz 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 4.8 - Carl Zeiss® e NIS-Elements D3.0 - SP7 - Nikon®). Foram observadas 100 fibras musculares em cada lâmina, de acordo com o protocolo estabelecido por Dal Pai Silva¹³.

Índice de Lee

Foi calculado em todos os animais, utilizando a relação entre raiz cúbica do peso corporal (PC) em gramas (g) pelo comprimento focinho-cóccix (CFC) em cm e multiplicando-se por 10, assim como utilizado previamente por Novelli *et al.*,¹⁴.

$$\text{Fórmula: Raiz cúbica do PC (g) / pelo CFC(cm) x 10}$$

Índice de Massa Corporal

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado segundo Novelli *et al.*,¹⁴ pela fórmula :

$$\text{Fórmula: Peso Corporal (g) / [Comprimento cabeça-nádega (mm)]}.$$

Tecido Adiposo Epididimal

Após extração, o tecido adiposo epididimal (TecAdp) foi pesado em balança de precisão. Para a análise dos dados, foi determinado o seu percentual em relação ao peso do animal pela fórmula matemática¹⁵:

$$\text{Fórmula: } \{[\text{TecAdp (g)} \times 100] / \text{Peso (g)}\}.$$

Coefficiente de Eficácia Alimentar

Foi estabelecido pela razão entre o peso 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)¹⁶.

$$\text{Fórmula: } [\text{Panimal} / \text{RO-SB}]$$

Este coeficiente consiste em mensurar a quantidade de alimento ingerida pelo ganho de peso corporal, podendo obter assim o quanto de consumo em gramas influenciou no ganho do peso corporal dos animais.

Análise Estatística

Após a obtenção dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para verificar a distribuição amostral de acordo com o modelo Gaussiana. Não foi verificada a normalidade dos dados, sendo assim utilizado o teste de Mann Whitney para amostras não paramétricas.

Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ($p < 0,05$). Os cálculos foram realizados com o aplicativo (SPSS 17.0 for Windows®).

Resultados

Após a análise dos resultados, foi verificado que houve hipertrofia das fibras musculares nos animais submetidos ao TCc em relação ao grupo Ctle o que mostra que esse tipo de treinamento é eficaz para quem busca a hipertrofia (Figuras 3 e 4).

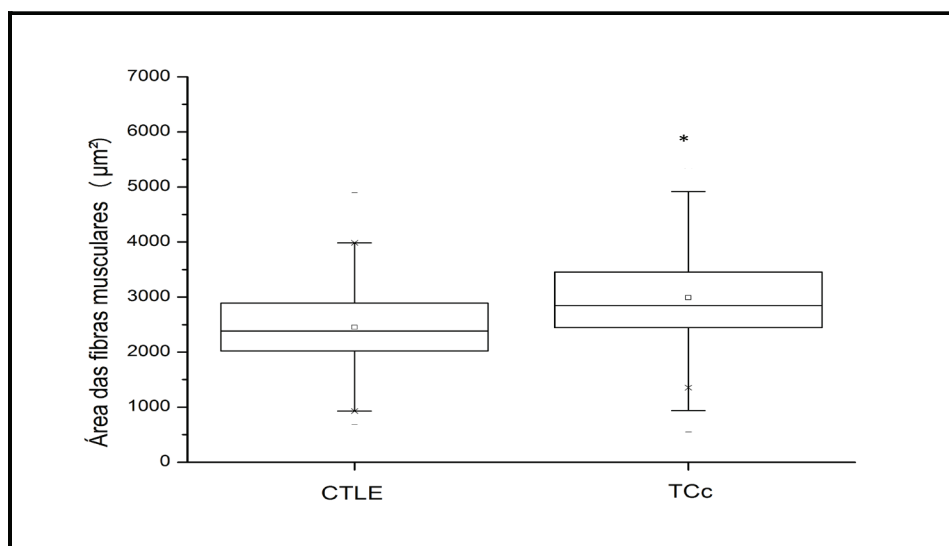


Figura 3. Análise da área de seção transversa nos diferentes grupos de animais. (*) Valor estatisticamente significativo obtido a partir do teste de Mann Whitney ($p < 0,05$).

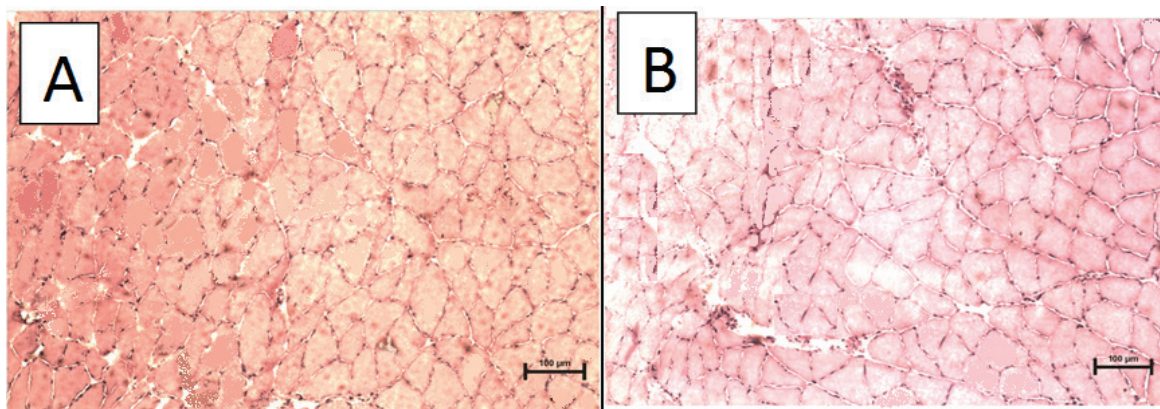


Figura 4 (A-B). Fibras musculares dos animais do grupo CTLE (A) e TCc (B). Aumento de 10x. Coloração realizada com Hematoxilina e Eosina (HE). Legenda correspondente a 100 µm.

Foi possível verificar também que os animais treinados mostraram menores valores na composição corporal obtidos pelo índice de Lee, condizendo então que o treinamento

foi eficaz na busca pela diminuição da gordura corporal (Figura 5).

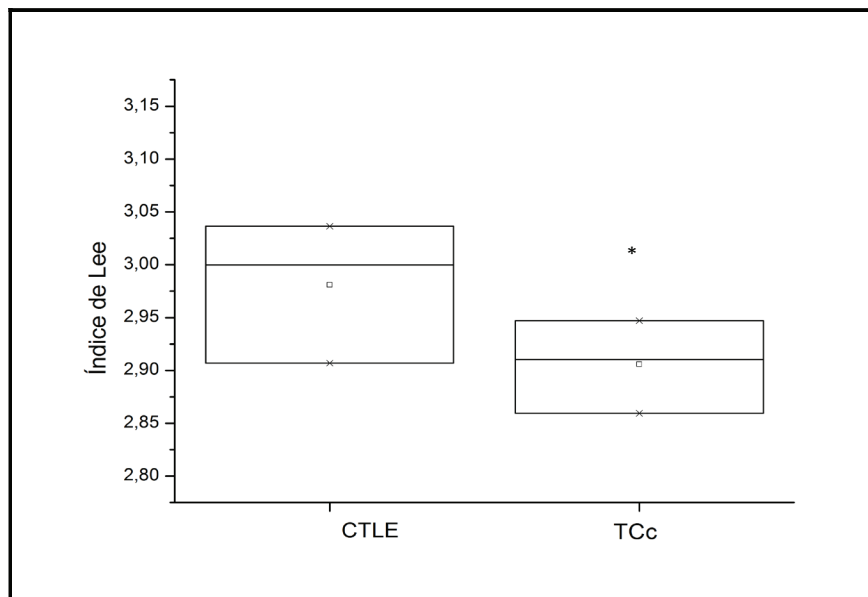


Figura 5. Análise do índice de Lee nos diferentes grupos de animais. (*) Valor estatisticamente significativo obtido a partir do teste de Mann Whitney ($p < 0,05$).

Além do índice corporal, foi verificado que a gordura visceral apresenta menores valores nos animais treinados, sendo esse tipo de gordura uma das causas de doenças

crônicas degenerativas, o TCc se mostrou eficaz na diminuição desse percentual (Figura 6).

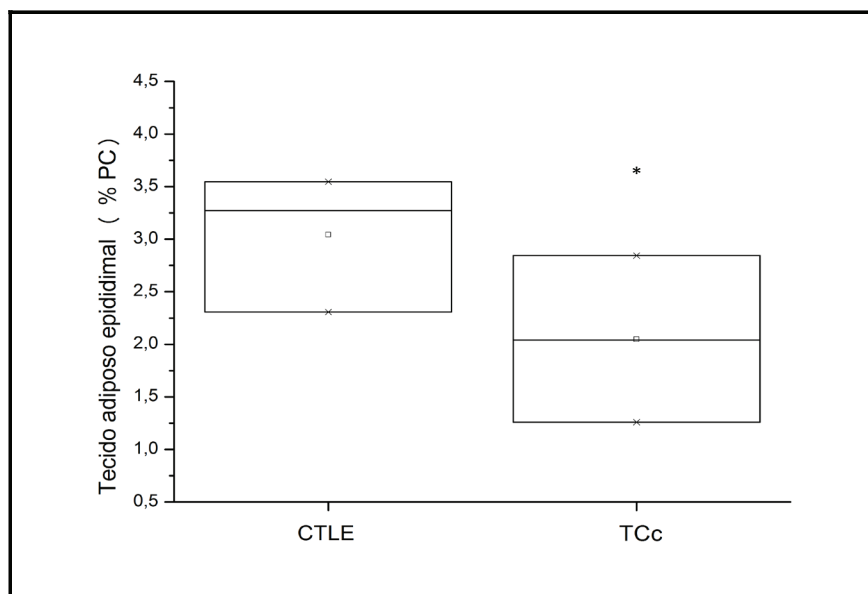


Figura 6. Análise do tecido adiposo epididimal nos diferentes grupos de animais. (*) Valor estatisticamente significativo obtido a partir do teste de Mann Whitney ($p < 0,05$).

Por último, os animais do grupo TCc mostraram maior eficiência em relação ao aspecto de ingestão alimentar e aumento de massa corpórea (Figura 7).

Porém existe uma incompatibilidade de ideias, pois outros autores relatam que o treinamento de força pode promover hipertrofia da fibra muscular associada a um

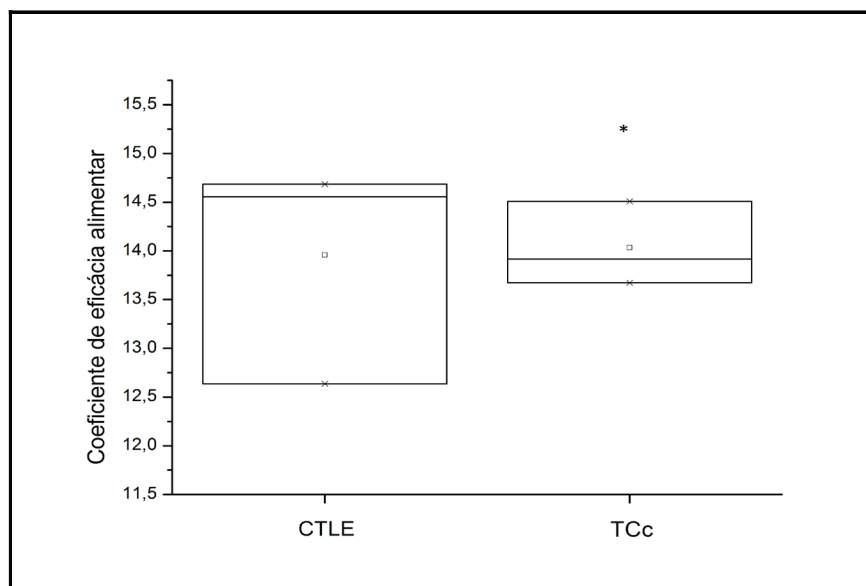


Figura 7. Análise do coeficiente de eficácia alimentar nos diferentes grupos de animais. (*) Valor estatisticamente significativo obtido a partir do teste de Mann Whitney ($p \leq 0,05$).

Discussão

Segundo os resultados apresentados, foram notados efeitos eficazes em relação ao Treinamento Concorrente (TCc) na composição corporal e massa muscular dos ratos. Nesse caso, os animais submetidos à aplicação dessa forma de treinamento apresentaram hipertrofia muscular (ganho de massa magra) e diminuição da gordura visceral, em comparação com ratos do grupo controle que não realizaram o treinamento físico.

O achado no presente estudo sugere que o TCc parece não influenciar na adaptação muscular frente esta forma de treinamento, uma vez que houve aumento da área de secção transversa (AST) da fibra muscular. Porém, o achado no presente estudo confronta os resultados apresentados por Hickson³, onde foi notada diminuição de força nos membros inferiores no grupo de indivíduos que executou o treinamento de força e aeróbio em alta intensidade em relação ao grupo que treinou apenas força. Alguns relatos evidenciam que possa haver diferentes respostas de sinalização moleculares induzidas no músculo esquelético por meio da realização do exercício aeróbio de longa duração (resistência) podendo inibir vias de regulação da síntese proteica e estimular a degradação de proteínas¹⁷. Sale *et al*¹⁸ pesquisou sobre o desenvolvimento da força sob influência do treinamento aeróbio seguido do treinamento de força muscular. Os autores concluíram que o desenvolvimento da força foi prejudicado pelo treinamento concorrente.

aumento nas proteínas contráteis, as quais contribuem para o aumento da força¹⁹. O treinamento aeróbio aumenta a densidade capilar, do volume mitocondrial e nas enzimas oxidativas, o que melhora a capacidade de resistência.

No estudo de Moroz²⁰ relatou-se que o treinamento aeróbio pode prejudicar a força por causar a diminuição no tamanho das fibras musculares. Porém, autores afirmam que o treinamento aeróbio pode potencializar o ganho de massa muscular, uma vez que o sistema de transporte de nutrientes se torna mais efetivo e assim contribui para o ganho de massa muscular. Percebe-se clara evidência de conflito de ideias.

O presente estudo por sua vez não identificou diminuição das capacidades físicas, pois os animais do grupo TCc apresentaram hipertrofia muscular. Tamaki *et al*²¹ submeteu ratos a um aparelho de agachamento que consiste em ser um exercício de força que obteve maiores valores de massa corporal comparando com os valores iniciais, assim como no presente estudo que fez uso de exercícios de saltos como exercício de força.

Além disso, os animais citados anteriormente demonstraram diminuição da gordura corporal e melhora nos índices antropométricos. Fato que sugere a aplicação dessa forma de treinamento em indivíduos que apresentam excesso de peso corporal. Uma vez que o aumento da massa corporal gorda está associada de forma direta ao surgimento de diversas patologias. Os achados no

presente estudo contraria os resultados de Willias *et al.*²² que ao investigarem os efeitos do TCc em indivíduos sobrepesados e obesos, verificaram que apesar do TCc causar reduções antropométricas e aumento de massa magra, não se diferenciou significativamente quando comparadas aos valores dos voluntários que realizaram somente o treinamento aeróbio.

O TCc é uma importante ferramenta para o desenvolvimento de força, ganho de massa muscular, melhora do condicionamento físico e assim, favorece a saúde e podendo auxiliar no ganho de massa sem gordura e diminuindo a gordura corporal²³. Durante a perda de peso o organismo cria adaptações para a prevenção da massa muscular, um fator que influencia nesse processo é como os substratos metabólicos são utilizados²⁴.

Kang *et al.*²⁵ realizou um estudo que consistia em uma sessão de treinamento de força muscular de alta intensidade a 90% de 1RM, antes de uma sessão de 20 minutos de treinamento aeróbio a 50% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e foi capaz de promover um aumento da utilização de gordura do que uma sessão de treinamento de força muscular com intensidade mais baixa a 60% de 8RM. Então o TCc realizado com um treinamento de força muscular primeiro com maior intensidade, aumentou a utilização de gordura e do gasto energético durante o treinamento aeróbio realizado logo em seguida.

Em um estudo realizado com animais adultos, como no presente estudo, apresentaram diferença entre os grupos CTLE e TCc em sua composição corporal total, os animais treinados mostraram menores valores do índice de Lee²⁶.

Visando investigar a melhora do metabolismo da glicose no músculo em ratos, Yaspelkis *et al.*²⁷ submeteu os animais a exercícios de força e obteve como resultado um aumento da massa corporal.

Dessa forma, o presente estudo se propôs a demonstrar o efeito do Treinamento Concorrente no músculo estriado esquelético e na composição corporal. Porém, algumas limitações devem ser ressaltadas, uma vez que o exercício utilizado nesse estudo foi a natação. Efeitos de diferentes protocolos de treinamentos podem apresentar resultados distintos, como é o caso da realização do exercício de saltos com a produção de impactos ou exercícios em esteira rolante. A investigação a respeito da utilização do treinamento de força isolado também é algo a ser considerado. Estudos futuros com a utilização de diferentes protocolos apresentados até aqui, podem trazer contribuições a respeito desta temática.

Conclusão

Conclui-se que o TCc foi eficiente no aumento da área de secção transversa das fibras musculares. Além disso, demonstrou-se eficiente na redução da gordura corporal dos animais estudados.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio no desenvolvimento da presente pesquisa.

Referências

1. Yancey AK, Fielding JE, Flores GR, Sallis JF, McCarthy WJ, Breslow L. Creating a Robust Public Health Infrastructure for Physical Activity Promotion. *Am J Prev Med* 2007;32(1):68–78.
2. Hill DW. The critical power concept. *Spo Med* 1993;16(4):237-254.
3. Hickson RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eu J of Appl Physiol* 1980;45:255-263.
4. Guedes DP. Saiba tudo sobre musculação. Rio de Janeiro: Editora Shape. 2006.
5. Manchado FB, Gobatto CA, Contarteze RVL, Papoti M, Mello MAR. Máxima fase estável de lactato é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos. *Rev Bras de Med do Esp* 2006;12(5):259-262.
6. Chimin P, Araújo GG, Manchado-Gobatto FB, Gobatto CA. Critical load during continuous and discontinuous training in swimming Wistar rats. *Motr Fun Técn e Cien do Despto* 2009;5(4):45-58.
7. Spagnol AR, Malheiro COM, Castoldi RC, Moret DG, Araújo RG, Papoti M, Camargo RCT, Camargo Filho JCS. Análise da plasticidade muscular de ratos submetidos a um protocolo de treinamento físico concorrente. *R Bras Ci e Mov* 2012;20(3):118-124.
8. Moret DG, Castoldi RC, De Araújo RG, Spagnol AR, Papoti P, Camargo Filho JCS, De Mello Malheiro OC. Análise morfológica do músculo gastrocnêmio medial de ratos submetidos a um protocolo de treinamento concorrente. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2013;35(3):587-597.
9. Hill JO, Drougas H, Peters JC. Obesity treatment: can diet composition play a role? *A of Internal Med* 1993;119(7):694-700.
10. Marangon L, Gobato CA, Mello MAR, Kokobun E. Utilization of an hyperbolic model for the determination of critical load in swimming rats. *App Physiol Nutri and Met* 2002; 34(5):149.
11. Águila MB, Apfel MIR, Mandarim-de-Lacerda CA. Comparação morfológica e bioquímica entre ratos envelhecidos alimentados com dieta hiperlipídica e com óleo de canola. *Arq Bras Cardiol* 1997;68(3):155-161.
12. Seraphim PM, Nunes MT, Machado UF. GLUT4 protein expression in obese and lean 12-month-old rats: insights from different types of data analysis. *Braz J Med Bio Research* 2001;34(10):1353-1362.
13. Dal Pai Silva M. Histoenzimologia: teoria e prática. Instituto de Biociências – Unesp, Botucatu, 1995.
14. Novelli ELB, Diniz YS, Galhardi CM, Ebaid GMX, Rodrigues HG, Mani F. et al. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Animal Limited* 2007;41(1):111-119.
15. Shi H, Strader AD, Woods SC, Seeley RJ. The effect of fat removal on glucose tolerance is depot specific in male and female mice. *Am J of Physiol Endocrinology and Metabolism* 2007;293(4):1012-2000.
16. De Luca RR, Alexandre SR, Marques T. Manual para técnico em bioterismo. São Paulo: Winner Graph, 250 p. 1996.
17. Fyfe JJ, Bishop DJ, Stepto NK. Interference between Concurrent Resistance and Endurance Exercise: Molecular Bases and the Role of Individual Training Variables. *Sports Med* 2014 Apr 12. [Epub ahead of print]
18. Sale DG, Jacobs I, MacDougall JD, Garner S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(3):348-56.
19. Schantz, P. Capillary supply in heavy resistance trained non-postural human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1983;117(1):153-155.
20. Moroz DE, Houston ME. The effects of replacing endurance running training with cycling in female runners. *Can J Sports Sci* 1987;12:131-135.
21. Tamaki T, Uchiyama S, Nakano S. A Weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hindlimb muscles of rats. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(8):881-886.

22. -Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol* 2012; 15;113(12):1831-7.
23. Haskell WL, Lee I, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exercise* 2007;39(8),1423.
24. Prentice AM, Goldberg GR, Jebb AS, Tebb AS, Black AE, Murgatroyd P R. Physiological responses to slimming. *Proc Nutr Soc* 1991;50(2):441-458.
25. Kang J, Rashti SL, Tranchina CP, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Hoffman JR. Effect of preceding resistance exercise on metabolism during subsequent aerobic session. *Eur J Appl Physiol* 2009;107(1),43-50.
26. Brenner DA, Apstein CS, Saupe KW. Exercisettraining attenuates age-associated diastolic dysfunction in rats. *Circul* 2001;104(2):221-6.
27. Yaspelkis BB, Singh MK, Trevino B, Krisan AD, Collins DE. Resistance training increases glucose uptake and transport in rat skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 2002; 175: 315-23.