

**EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE  
NO DESEMPENHO EM TESTE DE ESFORÇO**  
(EFFECT OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING IN PERFORMANCE STRESS TEST)

Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos-Filho<sup>1</sup>; Gabriella Araújo Matos<sup>2</sup>; Nielpson Dias Carvalho<sup>1</sup>; Roberta Cristina da Rocha-e-Silva<sup>2</sup>; Vânia Marilande Ceccatto<sup>1</sup>; Janaína Serra Azul Monteiro Evangelista<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Ceará

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará

**ABSTRACT**

The high-intensity interval training (HIIT) is characterized by vigorous and intermittent performing certain exercise separated by periods of passive or active rest with low intensity. This training model can be as effective as continuous endurance training. However, the aim of this study was to investigate the effect of HIIT in fitness, in addition to checking the lactate curve and glycemic variation in maximal exercise test (MET). For this, used were 8 male Wistar rats on a treadmill adapted for rodents for two weeks. To determine the intensity of the animals were subjected to TEM before the start of training and subsequently refreshed every two weeks. It HAS consists of steps 3 minutes of running with constant load, followed by two minutes of passive rest. At each stage there was an increase of 0.3 km / h to exhaustion of the animal and determine the lactate threshold. Blood samples (25 µL) were performed during rest, with the help of capillary calibrated with EDTA. Immediately after collecting the blood was transferred to eppendorf tube containing 50 µL of sodium fluoride for subsequent analysis lactimeter YSI 2300 STAT plus. The glucose analysis pre and post TEM was performed with the aid of reactive tapes and analyzed Accu-Chek ACTIVE®. After a certain MET, the animals were submitted to HIIT, which consisted of five minutes of warming, followed by four shots at 80% of maximum capacity followed by passive rest, finishing with five minute cool down. This study was approved by the Ethics Committee on Animal Use (CEUA) of the State University of Ceará (UECE) by the number 2542310/2015. For analysis of the linearity of lactate curves was carried out Pearson's correlation for all MET. We used the analysis of variance (ANOVA - two way) followed by Bonferroni post test to check differences in pre and post glucose MET. In all cases the significance level was preset at  $p < 0.05$ . An increase in the physical condition of the animals, where the maximum speed obtained in the first MET was  $1.94 \pm 0.12$  and  $3.95 \pm 0.24$  after 8 weeks of HIIT with Pearson linear correlation was significant in all MET. This is due to ATP production by anaerobic glycolytic system result in the accumulation of pyruvate and NADH in the muscle, which subsequently forms the lactate. In glycemic analysis it was found that in the first TEM there was a significant increase in post-workout blood glucose (pre= $119 \pm 19$ , post= $170 \pm 19$ ), possibly by increased activation of the adrenergic system inducing hepatic glycogenolysis. In TEM 5 there was a significant reduction in blood glucose after TEM (pre= $137 \pm 15$ , post= $130 \pm 21$ ) can be explained by increased phosphorylation of GLUT4, increasing glucose uptake by muscle exercise. Therefore, HIIT was able to increase physical ability of animals to give an increasing curve of lactate in all MET and distinct variations in glycaemia.

**KEYWORDS:** Lactate threshold; physical aptitude to rodents; glycemic variation

**INTRODUÇÃO**

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é caracterizado pela execução vigorosa e intermitente de determinado exercício separados por períodos de descanso passivo ou ativo com baixa intensidade. Este modelo de treinamento pode ser tão eficaz quanto o treinamento de *endurance* contínuo, sendo capaz de gerar adaptações fisiológicas, similares ou superiores no desempenho e em marcadores relacionados à saúde, inclusive em populações doentes (Nytroen et al., 2012).

HIIT é dependente do sistema glicolítico anaeróbico, de forma que o aumento na produção de ATP é acompanhado pelo aumento na produção de lactato no músculo (Panvelosk-Costa et al., 2012). Isto se deve ao acúmulo de piruvato e NADH no músculo, resultando em uma relação elevada entre NADH/NAD<sup>+</sup>, isto favorece a redução do piruvato pela lactato desidrogenase formando lactato (Gomes, Dantas & Cameron, 2003). Portanto o objetivo do presente estudo foi verificar a curva de lactato e a evolução do desempenho de animais ao teste de esforço máximo submetidos ao HIIT por oito semanas.

\*Autor correspondência: [janainaserrazul@gmail.com](mailto:janainaserrazul@gmail.com)  
Resumo em Português disponível no Suplemento

## METODOLOGIA

### Animais

Foram utilizados oito ratos machos Wistar pesando 250 – 300g, obtidos do biotério central da Universidade Estadual do Ceará. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em caixas de polietileno com água e ração *ad libitum*, não excedendo quatro animais por gaiola, em ciclo claro/escuro de 12/12 horas e temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  controlados. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética para o Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará registrado sob número 2542310/2015.

### Adaptação e familiarização

Antes de iniciar o protocolo de HIIT os animais foram ambientados, por duas semanas, em uma esteira ergométrica adaptada para o uso em roedores (INBRAMED). Os animais foram submetidos à caminhada na esteira motorizada por 5 a 10 min/dia a uma velocidade incremental de 0,4 a 0,8 km/h (Kregel et al., 2006).

### Teste de esforço máximo, coleta de sangue e análise de lactato e glicemia

Para o teste de esforço máximo (TEM), foi utilizado o protocolo de Vieira et al. (2005) adaptado. O teste consistiu em etapas de 3 minutos de corrida com carga constante, seguido de descanso passivo de 2 minutos. Em cada etapa houve incremento de 0,3 km/h até a exaustão do animal e determinação do limiar de lactato. A exaustão dos animais foi determinada pela recusa do animal à corrida mesmo sob estimulação manual e pela perda da coordenação das patas anteriores e posteriores (Kregel et al., 2006).

Antes do início de cada teste a extremidade da cauda de cada animal foi cortada. Decorridos 5 minutos do corte foi realizado a primeira coleta para determinação do lactato sanguíneo de repouso (linha de base) e glicemia pré-treino (Vieira et al., 2005). Após iniciado o teste de esforço as coletas de sangue (25  $\mu\text{L}$ ) foram realizadas durante o descanso, com auxílio de capilar previamente calibrado com EDTA. Imediatamente após coleta, a amostra de sangue foi transferida para tubo *ependorf* contendo 50  $\mu\text{L}$  de fluoreto de sódio e mantidas em refrigerador para posterior análise em lactímetro YSI 2300 STAT plus. A análise glicêmica pré e pós TEM foi realizada com o auxílio de fitas reativas e analisadas em Accu-Chek Active®.

### Protocolo de treinamento

Após determinado o TEM, os animais foram submetidos ao treinamento intervalado de alta intensidade. O treinamento consistiu em cinco minutos de aquecimento a 0,8 Km/h com quatro tiros de corrida (*sprints*) a 80% da capacidade máxima com duração de dois

minutos, seguidos por descanso passivo de quatro minutos (2:1) (Adaptado de Díaz-Herrera et al., 2001). Logo após o último tiro, (*sprint*) foi realizado o esfriamento a 0,8 Km/h durante cinco minutos. Os grupos realizaram uma sessão diária de treino, cinco vezes por semana durante oito semanas.

A cada duas semanas após o início do treinamento foi realizado novos testes de esforço máximo (TEM 2, 3 e 4) para verificar a curva de lactato e a evolução do condicionamento físico dos animais.

### Análise estatística

Os dados foram tratados em média e desvio padrão. Para análise da linearidade das curvas de lactato foi realizado a correlação de Pearson durante todos os TEM. Utilizou-se o teste de análise de variância (ANOVA – two way) seguido de post teste de Bonferroni para verificar diferenças na glicemia pré e pós TEM. Em todos os casos o nível de significância foi prefixado para  $P < 0,05$ .

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na figura 1A (TEM) podemos verificar que quanto maior a velocidade, maior a concentração de lactato, evidenciando uma correlação linear significativa (TEM 1  $p = 0,0319$ , TEM 2  $p = 0,0243$ , TEM 3  $p = 0,0006$ , TEM 4  $p < 0,0001$ , TEM 5  $p < 0,0001$ ). Isto se deve a produção de ATP pelo sistema glicolítico anaeróbio resultar no acúmulo de piruvato e NADH no músculo, que posteriormente forma o lactato (Gomes, Dantas e Cameron, 2003). Todavia, com o avanço do treinamento percebe-se que houve um aumento no  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  dos animais, mensurados indiretamente pelo TEM, visto que a cada TEM os animais alcançavam velocidades maiores. Assim como Vieira et al. (2005) verificamos que no primeiro TEM a velocidade máxima atingida foi  $1,94 \pm 0,12$ , nas avaliações seguintes houve aumento significativo na velocidade máxima atingida (TEM 2 =  $2,66 \pm 0,34$ ; TEM 3 =  $2,86 \pm 0,36$ ; TEM 4 =  $3,78 \pm 0,13$ ; TEM 5 =  $3,95 \pm 0,24$ ). Na análise glicêmica verificou-se que no primeiro TEM houve um aumento significativo da glicemia pós-treino (TEM 1 pré =  $119 \pm 19$ , pós =  $170 \pm 19$ ), possivelmente pela maior ativação do sistema adrenérgico induzindo a glicogenólise hepática, bem como por maior atividade gliconeogênica mediada pelo glucagon (figura 1B) (Vieira et al., 2005).

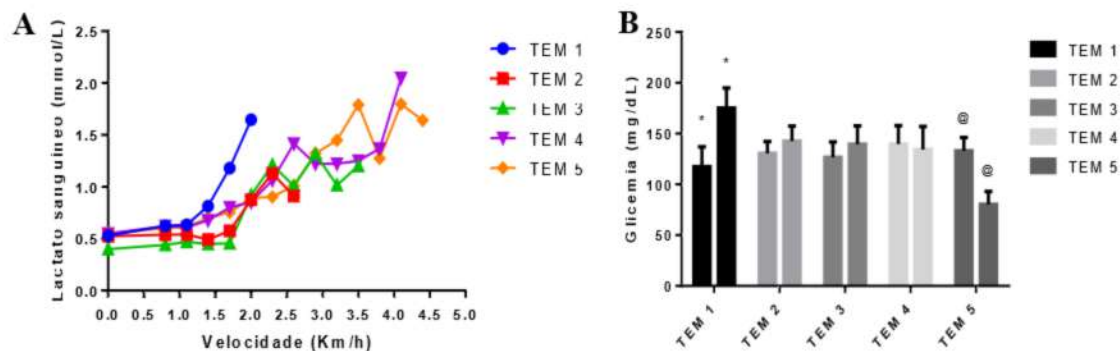
Em contrapartida no TEM 5 houve uma redução significativa da glicemia pós-exercício (TEM 5 pré =  $137 \pm 15$ , pós =  $130 \pm 21$ ), podendo ser explicada pelo aumento da fosforilação de proteínas responsáveis pela captação da glicose, tais como o GLUT4, resultando em uma

quantidade maior dessa proteína na membrana celular, aumentando a captação de glicose pelo músculo em exercício (Oliveira et al., 2006). Dados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2005), onde verificaram aumento da glicemia pós-exercício de alta intensidade.

Esses resultados sugerem adaptações fisiológicas, principalmente musculares, decorrentes do possível aumento da capacidade oxidativa devido um maior conteúdo mitocondrial nos tecidos musculares, fígado, coração, bem como maior fornecimento energético via gliconeogênese (Vieira et al., 2005).

## CONCLUSÕES

Portanto, o HIIT foi capaz de gerar adaptações fisiológicas positivas, aumentando a capacidade física dos animais avaliados por TEM. Todavia, a curva crescente de lactato mostra que a produção de lactato está diretamente relacionada a velocidade da esteira e tempo total do teste. Além disso, as duas variações diferentes da glicemia em momentos distintos, possivelmente foi ocasionada pelas diferenças no condicionamento físico nos dois momentos.



**Figura 1 - Curva de lactato e variação glicêmica nos 5 testes de esforço.** (A) Correlação de Pearson com significância. TEM 1  $p=0,0319$ . TEM 2  $p=0,0243$ . TEM 3  $p=0,0006$ , TEM 4  $p< 0,0001$ , TEM 5  $p< 0,0001$ . (B) Teste Anova Two-way post teste de bonferroni. Símbolos iguais significam diferença estatística entre o pré e pós TEM.

## REFERÊNCIAS

- OLIVEIRA, J. C.; BALDISSERA, V.; SIMÕES, H. G.; AGUIAR, A. P. D.; AZEVEDO, P. H. S. M. D.; POIAN, P. A. F. D. O.; PEREZ, S. E. D. A. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 12, n. 6, p. 333-338, 2006.
- NYTROEN, K.; RUSTAD, L. N.; AUKRUST, P.; UELAND, T.; HALLEN, .; HOLM, I.; ROLID, K.; LEKVA, T.; FIANE, A.; AMLIE, J. P.; AAKHU, S.; GULLESTAD, L. Effect of High Intensity Interval Training in Heart Transplant Recipients-A Randomized Controlled Trial. *Circulation*, v. 126, n. 21 Supplement, p. A9556, 2012.
- PANVELOSKI-COSTA, A. C.; PAPOTI, M.; MOREIRA, R. J.; SERAPHIM, P. M. (2012). Respostas lactacidêmicas de ratos ao treinamento intermitente de alta intensidade. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 122-125.
- GOMES, A.L.M.; DANTAS, E.H.M., CAMERON, L.C. Respostas fisiológicas e mecânicas do treinamento intervalado, de alta intensidade, de distâncias curtas a longas em atletas de natação. *Fitness & Performance Journal*, v.2, n.2, p.75-80, 2003.
- KREGEL, K. C.; ALLEN, D. L.; BOOTH, F. W.; FLESHNER, M. R.; HENRIKSEN, E. J.; MUSCH, T. I.; TOTH, L.A. (2006). Resource book for the design of animal exercise protocols. *American Physiological Society* Bethesda, 1-80.
- VIEIRA, W. H. B.; GOES, R.; COSTA, F. C.; PARIZOTTO, N. A.; PEREZ, S.E.A.; BALDISSERA, V.; MUNIN, F.S.; SCHWANTES, M.L.B. (2005). Adaptação enzimática da LDH em ratos submetidos a treinamento aeróbio em esteira e laser de baixa intensidade. *Rev Bras Fisioter*, 10, 205-211.
- DIAZ-HERRERA, P.; GARCIA-CASTELLANO, J. M.; TORRES, A.; MORCUENDE, J. A.; CALBET, J. A.; SARRAT, R. (2001). Effect of high-intensity running in rectus femoris muscle fiber in rats. *Journal of orthopaedic research*, 19(2), 229-232