

COMPARAÇÃO DO GANHO FUNCIONAL A PARTIR DE UM TESTE DE ESFORÇO MÁXIMO EM RATOS WISTAR SUBMETIDOS A TREINAMENTO AERÓBIO DE BAIXA E ALTA INTENSIDADE.

Patrick Simão Carlos¹, João Paulo Lima Vasconcelos², Alex Soares Marreiros Ferraz³, André Accioly Nogueira Machado⁴, Vânia Marilande Ceccatto⁴

RESUMO

A prática de atividade física vem se destacando na área da promoção da saúde como um instrumento muito importante para a melhoria da qualidade de vida por promover uma série de alterações morfológicas e funcionais nas mais diversas estruturas e sistemas corporais. Diante do exposto, o presente trabalho buscou avaliar o ganho funcional, através de um protocolo de esforço máximo em esteira adaptada para ratos, em decorrência da prática de atividade física aeróbia de baixa e alta intensidade. Além de acompanhar o desenvolvimento geral dos grupos experimentais e o diâmetro médio das fibras musculares do músculo gastrocnêmio. Os grupos treinados foram submetidos sessões diárias de 30 min de exercício, em diferentes intensidades, em esteira adaptada, 5 dias por semana durante 12 semanas. O teste de esforço máximo foi realizado no início, após 6 semanas e no final do treinamento. Após o teste foi observada uma performance maior nos grupos que realizaram exercícios em relação ao grupo sedentário, sendo o grupo de alta intensidade o que apresentou os melhores resultados. Os resultados médios do diâmetro das fibras mostraram que o protocolo de exercícios aplicado ao grupo que treinou em baixa intensidade provocou alterações favoráveis em relação à hipertrofia das fibras do músculo gastrocnêmio.

Palavras-chave: Treinamento Aeróbio; Histologia.

ABSTRACT

The practice of physical activity has been emphasizing in the area of health promotion as a very important instrument for improving the quality of life by promoting a range of morphological and functional changes in the many different body structures and systems. Given the foregoing, the present study sought to evaluate the functional gain, through a maximum effort test in treadmill running for rats, due to the practice of aerobic physical activity of low and high intensity. In addition to monitoring the overall development of the experimental groups and the average diameter of the muscle fibers of the gastrocnemius muscle. The groups trained underwent daily sessions of 30 minutes of exercise, in different intensities, in treadmill, 5 days per week for 12 weeks. The test was carried out maximum effort at the beginning, after 6 weeks and at the end of the training. After the test was observed a greater performance in the groups who performed exercises in relation to the sedentary group, and the group of high intensity which showed the best results. The results mean diameter of the fibers showed that the protocol of exercises applied to the group that trained in low intensity caused favorable changes in relation to hypertrophy of the fibers of the gastrocnemius muscle.

Key-words: Aerobic training, Histology.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das ciências biomédicas e da expectativa de vida, a atividade física foi reconhecida na prevenção e atenuação de fatores de risco para diversas doenças crônico-degenerativas tais como: obesidade, diabetes, hipertensão, dislipidemias e câncer (PITANGA, 2004; CARVALHO *et al.*, 1996; PATE *et al.*, 1995). Para uma boa qualidade de vida o aumento da atividade cardiorrespiratória, por exemplo, proporciona uma melhora na captação e utilização do oxigênio pelos músculos esqueléticos. A atividade física como vetor para esse processo é definido como movimento corporal que resulta em um relativo gasto calórico, diferenciando do exercício físico que promove uma performance mais apurada e de alto nível de aptidão física (ACSM, 2006).

O ato de exercitar-se precisa estar incorporado não somente ao cotidiano das pessoas, mas também à cultura popular, aos tratamentos médicos, ao planejamento da família e à educação infantil. Nessa perspectiva, a prática de atividade física vem se destacando na área da promoção da saúde como

um instrumento muito importante para a melhoria da qualidade de vida. As pesquisas em diversos países, inclusive no Brasil, têm mostrado que um estilo de vida ativo, mais do que nunca, passou a ser um dos mais importantes determinantes da saúde de indivíduos, grupos e comunidades (NAHAS, 2003).

A partir do conhecimento de que toda a atividade física depende de eventos fisiológicos e moleculares de expressão ou inibição gênica, conseqüentemente protéica, são esses eventos que promoverão diversas modificações, positivas ou negativas, em diversos tecidos, órgãos e sistemas (PEREIRA & SOUZA, 2004).

Desta forma, um dos mais recentes interesses da fisiologia humana é a forma pela qual a atividade física atua e interage de maneira a induzir adaptações estruturais e funcionais as quais aprimorem o desempenho físico e propiciem resultados desejáveis à aquisição e manutenção de bons níveis aptidão física relacionados à saúde. Como o homem nem sempre pode ser utilizado para tais investigações as pesquisas experimentais de laboratório quase sempre lançam mão do estudo da prática de exercícios em modelos animais, mais especificamente em ratos.

Apesar de ser comum o uso de animais de experimentação nos mais diferentes tipos de protocolos de exercícios, algumas considerações, cuidados e adequações devem ser levadas em conta para que esses sejam bons modelos de experimentação (KREGEL *et al.*, 2006). Diversas são as possibilidades de exercícios utilizados para o treinamento de ratos em laboratório, desde exercícios voluntários em ambiente de confinamento mais amplo ou rodas para caminhada voluntária (NOVELLI *et al.*, 2004; MIYASAKA *et al.*, 2003), caminhadas e corridas com o uso de esteiras (CARVALHO *et al.*, 2005; LIU *et al.*, 2002), natação em piscina funda com ou sem uso de sobrecarga (MEDEIROS *et al.*, 2000; KRAMER *et al.*, 1993), até protocolos de levantamento de peso com estimulação elétrica (BARAUNA *et al.*, 2005) ou métodos de estimulação elétrica da contração muscular simulando o exercício (BOLSTER, *et al.*, 2003). Kregel *et al.* 2006, adverte que as variáveis de aumento dos níveis de exercício devem ser bem controladas e incrementadas de forma cautelosa, pois todos esses protocolos podem ser potencialmente lesivos e/ou estressantes aos animais.

Como forma de avaliação e controle dos níveis de exercício é proposto na literatura testes de capacidade orgânica para esses animais, alguns avaliam o $VO_{2Máx}$ pelo método direto, onde o animal é colocado em uma caixa hermeticamente fechada e os gases inspirados e expirados são analisados (AOKI, *et al.*, 2003; LAWLER *et al.*, 1993), outros analisam parâmetros de respostas bioquímicas ao exercício através da curva de concentração de lactato em função do incremento da intensidade, tanto em esteira quanto em piscina (CARVALHO, *et al.*, 2005; GOBATTO, *et al.*, 2001). Contudo em um grande número de artigos que utilizam a atividade de corrida em ratos, não são citados testes de mensuração da efetividade do treinamento.

Já na prática da Fisiologia do Exercício testes de campo que utilizam avaliações epidemiológicas sobre a capacidade máxima de realizar uma atividade tipo corrida ou caminhada, são utilizados para prever a aptidão para a prática de exercícios em humanos, fato que não é visto para estudos com animais. Diante do exposto, o presente trabalho buscou avaliar o ganho funcional, através de um protocolo de esforço máximo em esteira adaptada para ratos, em decorrência da prática de atividade física aeróbia de baixa e alta intensidade. Além de acompanhar o desenvolvimento geral dos grupos experimentais e, posteriormente ao sacrifício dos mesmos, analisar a quantidade de gordura subcutânea e o diâmetro médio das fibras musculares do músculo gastrocnêmio.

METODOLOGIA

Foram utilizados ratos machos da raça Wistar, provenientes do Biotério da Universidade Federal do Ceará (UFC) e mantidos no centro de aclimação de animais situados no Instituto Superior de Ciências Biomédicas (ISCB) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), sob temperatura de 22 a 25 °C, com ciclo 12 horas claro e 12 horas escuro, recebendo ração e água *ad libitum*. Os grupos controle e experimental foram constituídos a partir de 18 ratos Wistar machos divididos aleatoriamente em três grupos: treinado com exercício de baixa intensidade (Ex B. Int), treinado em alta intensidade (Ex A. Int) e sedentário (SED).

Todos os animais tiveram sua capacidade funcional avaliada antes do treinamento, após 6 semanas de treino e no final do experimento, através do teste de esforço máximo em esteira, caracterizado pela velocidade máxima onde ocorreu a incapacidade de realizar o exercício com comportamento motor adequado.

Nos grupo submetido a tratamento com exercício aeróbio, os ratos foram submetidos a sessões de treinamento em esteira humana adaptada (*Athletic Speed 2*) 5 dias por semana, 30 min por dia, durante 12 semanas. Seguimos o protocolo de treinamento mostrado na tabela 1, sendo que na 1ª e 2ª semanas, realizou-se um período de adaptação dos animais a esteira rolante, os ratos foram submetidos à velocidade de 0.4 m/min aumentando progressivamente até atingir a velocidade final de 1.3 m/min. para o grupo de baixa intensidade e 2.4 m/min. para o de alta intensidade, até a 12ª semana.

Ressaltamos que o treinamento foi realizado no laboratório de bioquímica e cultura de células, situado no ISCB da UECE com luz vermelha e no horário da noite devido ao hábito noturno dos ratos.

Tabela 1 - Protocolo de treinamento.

| Semanas | Exercício de Baixa Intensidade | Exercício de Alta Intensidade | Sedentário |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1° | 10min. – 0.4m/min | 10min. – 0.4m/min | 05min. - Esteira desligada |
| 2° | 10min. – 0.4m/min | 10min. – 0.6m/min | |
| 3° | 10min. – 0.4m/min | 20min. – 0.7m/min | |
| 4° | 10min. – 0.4m/min | 25min. – 0.8m/min | |
| 5° | 30min. – 0.6m/min | 30min. – 1.2m/min | |
| 6° | 30min. – 0.7m/min | 30min. – 1.2m/min | |
| 7° | 30min. – 0.8m/min | 30min. – 1.2m/min | |
| 8° | 30min. – 0.9m/min | 30min. – 1.4m/min | |
| 9° | 30min. – 1.0m/min | 30min. – 1.4m/min | |
| 10° | 30min. – 1.1m/min | 30min. – 1.4m/min | |
| 11° | 30min. – 1.2m/min | 30min. – 2.4m/min | |
| 12° | 30min. – 1.3m/min | 30min. – 2.4m/min | |

O teste de esforço máximo foi realizado em esteira adaptada com inclinação de 15° aumentando a velocidade a cada minuto após os 3 min de aquecimento. O ponto de exaustão foi determinado pela recusa do animal em se movimentar ou devido à perda da mecânica adequada do movimento (OLIVEIRA, 2002). Então o animal era retirado da caixa e anotado sua identificação, o tempo percorrido e a velocidade atingida.

Os animais foram pesados semanalmente em balança digital com precisão em Miligramas, após o sacrifício o tecido adiposo subcutâneo abdominal foi dissecado e pesado. O músculo gastrocnêmio das duas patas foi dissecado para os estudos histológicos. Após a dissecação o músculo foi cortado longitudinalmente no plano sagital, colocado em álcool 100% por uma hora, e posteriormente conservado em formaldeído a 10%.

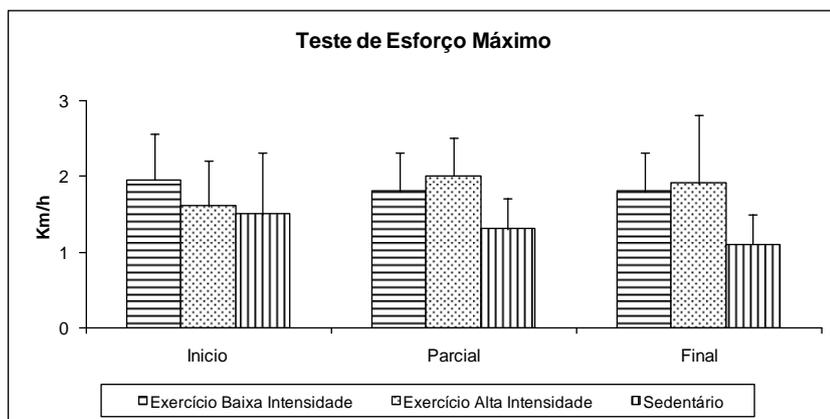
O processamento das amostras para a confecção das laminas se deu por banhos sucessivos de uma hora cada: álcool 70%; álcool 80%; álcool 90%; álcool 95%; álcool 100%; álcool 100%; álcool/xilol; xilol; e novamente xilol. Em seguida o material foi colocado em banho de parafina em estufa a 60°C por 40 minutos e em seguida emblocados para corte no micrótomo com 0,5mm de espessura. O material cortado foi mantido em banho maria a 27°C e “pescados” com a lâmina embebida com albumina. Após a coloração com Hematoxilina e Eosina as lâminas foram montadas. O diâmetro transversal de 50 fibras em duas áreas distintas da mesma lâmina foi mensurada em microscópio óptico com zoom de 40 vezes acoplado a um microcomputador, através do software de digitalização da imagem Axion Vision 3.1. Todas as análises histológicas foram feitas, somente, por um observador.

Para a análise estatística foi utilizado ANOVA e teste de Tukey, a significância estatística foi considerada para $p < 0,01$. Sendo utilizado para tal o programa SPSS 11.0.

RESULTADOS

O gráfico 1 mostra a comparação dos resultados médios dos testes realizados no início do experimento, no final da 6ª semana (parcial) e ao final do experimento. Diante dos resultados apresentados, verifica-se que o treinamento aeróbio de alta e baixa intensidade em esteira adaptada para ratos não provocou uma diferença significativa entre os grupos na comparação da velocidade máxima atingida no teste de esforço máximo. Apesar do nível de desempenho o grupo de alta intensidade ter apresentado melhora durante as 12 semanas de treino em relação ao grupo de baixa intensidade, que manteve uma performance constante, e ao sedentário, que mostrou uma tendência de queda.

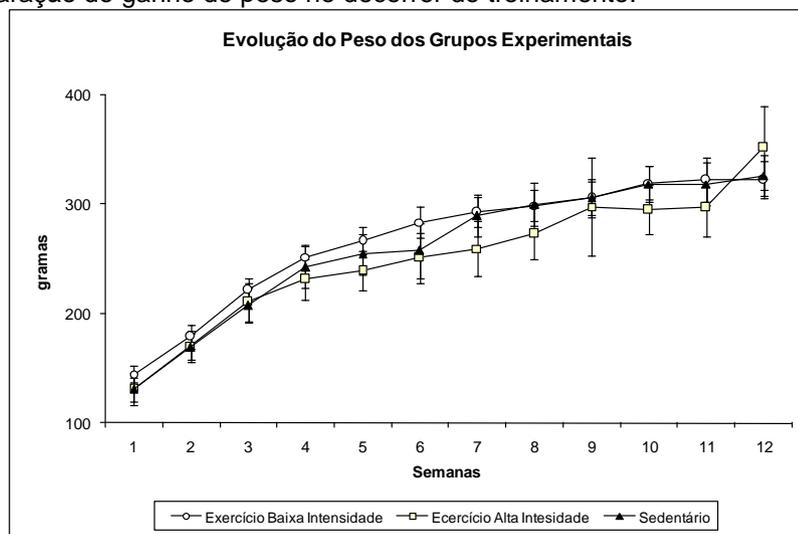
Gráfico 1 - Comparação do desempenho dos diferentes grupos no teste de esforço máximo avaliado através da velocidade final no momento inicial, parcial e final do treinamento.



As médias da velocidade final atingida pelos animais, expressos em quilômetros por hora, nos testes aplicados são descritas a seguir. Inicialmente, para o Grupo de baixa intensidade, o Grupo de alta intensidade e o grupo sedentário apresentaram os seguintes valores, $1,95 \pm 0,6$, $1,6 \pm 0,6$ e $1,5 \pm 0,8$, respectivamente. No teste realizado na 6ª semana de treinamento podemos verificar os seguintes valores, $1,8 \pm 0,5$, $2,0 \pm 0,5$ e $1,3 \pm 0,4$ para os grupos experimentais. E, ao fim do treinamento, temos os respectivos valores médios para o Grupo de baixa intensidade, o Grupo de alta intensidade e o grupo sedentário, $1,8 \pm 0,5$, $1,9 \pm 0,9$ e $1,1 \pm 0,4$.

No gráfico 2 podemos observar a evolução do peso corporal médio dos grupos experimentais. Nele podemos observar que os grupos mostraram um ganho de peso corporal homogêneo caracterizado pela curva de crescimento ascendente do gráfico a qual se mostrou similar para todos os grupos.

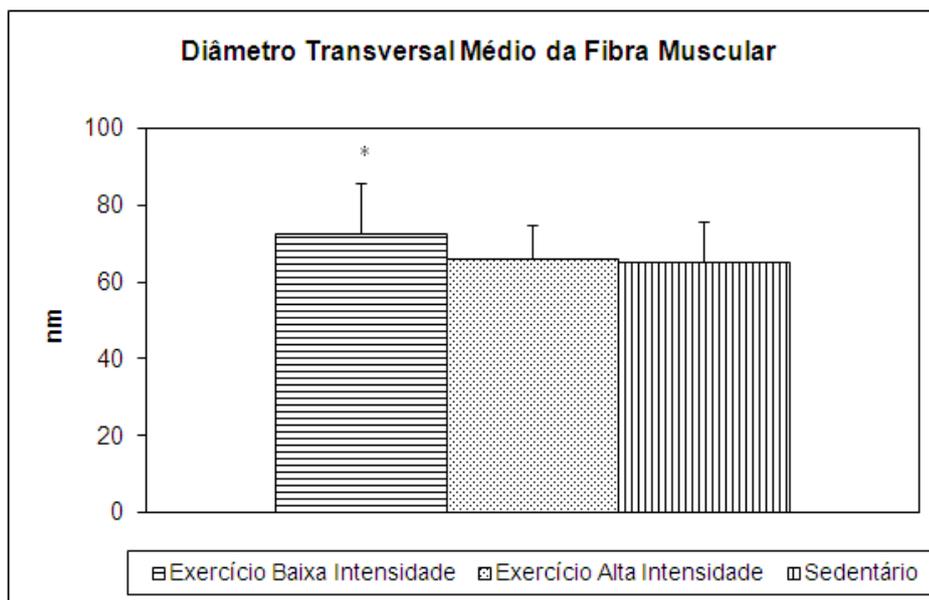
Gráfico 2 - Comparação do ganho de peso no decorrer do treinamento.



Após o sacrifício dos animais, foi feita a dissecação e a pesagem da gordura subcutânea abdominal dos animais dos grupos experimentais. Não foi visto diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos. Os valores médios em gramas obtidos para o Grupo de baixa intensidade, o Grupo de alta intensidade e o grupo sedentário são, respectivamente, $5,9 \pm 1,3$, $4,1 \pm 1,1$ e $5,6 \pm 1,7$.

No gráfico 3 são apresentados os valores médios por grupo do diâmetro (em μm) da fibra muscular, no qual o grupo Exercício de Baixa Intensidade mostra valor estatisticamente significante maior, tanto em relação ao grupo Sedentário, quanto em relação ao de Exercício de Alta Intensidade.

Gráfico 3 - Comparação do diâmetro transversal da fibra muscular entre os grupos experimentais, * média diferente dos Grupos Exercício Alta Intensidade e Sedentário ($P < 0,01$).



DISCUSSÃO

O manejo e treinamento de animais, em especial ratos Wistar, com vista a pesquisa em Fisiologia do Exercício é o primeiro, e talvez principal passo, na montagem desse tipo de laboratório experimental. Kregel *et al.* 2006, chama atenção para o fato de que os protocolos de exercício devem ser cuidadosamente e criteriosamente analisados e que os animais devem ser manuseados de forma a minimizar o estresse a que esses animais são submetidos e, dessa forma, coletar informações validas sobre a resposta ao exercício físico. Diante desse fato poderíamos suspeitar que o teste por nós proposto não obtivesse diferença significativa entre os grupos, apesar de o grupo Sedentário mostrar uma clara tendência de perda de performance, devido ao fato de o princípio do mesmo é avaliar o desempenho dos animais em situação de estresse crescente. Oliveira (2002), estudando ratos sob restrição energética em um teste similar no intuito de verificar os níveis de glicogênio muscular e hepático, também observou resposta fisiológicas ao exercício bastante controversas, na medida em que os animais sob restrição suportaram o exercício por mais tempo que o grupo controle. Dessa forma acreditamos que os testes em animais devem ser submáximos ao invés de máximos.

O acompanhamento do peso corporal dos animais ao longo do experimento é uma forma clássica de avaliação do seu desenvolvimento orgânico (BELLAVAR *et al.*, 2001; BOAVENTURA *et al.*, 2003; GUZMÁN-SILVA *et al.*, 2004; BOTELHO *et al.*, 2005), pois possíveis alterações hipoplásticas e atroficas dos tecidos causam comprometimento de sua massa e estrutura, resultando em diminuição acentuada do tamanho e peso corporal frente a diversas situações de estresse (GUZMÁN-SILVA *et al.*, 2004). Oliveira *et al.* (2002), por exemplo, utiliza o ganho de peso para cálculo do quociente de conversão alimentar, como forma de analisar o fator anti-nutricional. A partir dessas informações e pela observação de que as curvas de evolução do peso corporal dos grupos estudados se mostraram

bastante similares podemos afirmar que a manipulação e o treinamento desses animais não ocasionaram situações de estresse danosas ao seu desenvolvimento normal.

Em relação ao comportamento do peso corporal médio, visto no gráfico 2, podemos observar uma discreta redução no peso dos animais treinados em alta intensidade, assim corroborando com dados de diversos outros estudos, onde o peso dos animais submetidos a diferentes protocolos de exercícios físicos também se apresentava mais baixo em relação ao peso dos animais controles sedentários (ALESSIO *et al.*2005; KIRAN *et al.*,2004; NOVELLI *et al.*,2004; MIYASAKA *et al.*,2003).

As análises histológicas mostraram que o diâmetro médio do grupo Exercício Baixa Intensidade foi maior que para os demais grupos, enquanto o consenso na área do treinamento desportivo é que estímulos mais elevados geram maiores ganhos funcionais (KRAEMER & HAKKINEN, 2004; BOMPA, 2002). Entretanto essa afirmação que é consensual para atletas parece não ter a mesma validade para o treinamento de animais. Poderíamos afirmar que o nível de exercício do grupo Baixa Intensidade foi suficiente para gerar a síndrome geral da adaptação observada pelo ganho de tônus da fibra muscular, enquanto o nível do grupo Alta Intensidade pode ter desencadeado o estresse tal que impossibilitou a adaptação das fibras ao exercício. Bacurau (2007), estudando em ratos um modelo de intolerância ao exercício físico também observou menores diâmetros da fibra muscular para ratos com cardiomiopatia induzida. Já em estudo com animais em que eram administradas doses de testosterona, resposta hormonal padrão pós treinamento, Isayama (2006), observou aumento da área das fibras musculares para esse grupo em relação a animais do grupo controle.

Camargo Filho *et al* (2005), ao aplicar exercícios de esteira em ratos sob diferentes condições, observou um aumento do diâmetro das fibras musculares do músculo sóleo, indicando que ocorreu hipertrofia muscular. Neste estudo citado, os animais submetidos a treinamento físico durante 45 e 60 dias, cinco vezes por semana, com sessões de sessenta minutos, apresentaram valores médios do diâmetro das fibras musculares maiores que os controles sedentários. Em outro estudo do mesmo autor (CAMARGO FILHO *et al*, 2006), foram estudadas as alterações histológicas do músculo sóleo de ratos submetidos a um programa de natação durante nove semanas, cinco vezes por semana, com aumento progressivo de carga e administração do esteróide anabólico Decanoato de Nandrolona, duas vezes por semana sob a dose de 5 mg/kg. Os autores puderam observar que os animais submetidos a treinamento físico sob administração de esteróide ou óleo mineral apresentaram fibras musculares com maior diâmetro quando comparados com os animais controle.

CONCLUSÃO

A performance dos animais dos grupos experimentais no teste de esforço máximo pode estar diretamente relacionada com a intensidade de treinamento. Essa suspeita pode ser observada no gráfico 1, uma vez que ele mostra uma clara tendência de diminuição da performance no grupo sedentário, de manutenção da performance no grupo treinado a baixa intensidade e um discreto aumento no grupo treinado a uma intensidade mais elevada. Dessa forma podemos concluir que o protocolo de exercício utilizado se mostra satisfatório, uma vez que houve um discreto ganho funcional em relação a performance avaliada pelo teste de esforço máximo aplicado nos animais. O teste, por sua vez, teve sensibilidade o suficiente para detectar tais alterações funcionais relacionadas a performance dos grupos experimentais.

Os resultados médios do diâmetro das fibras mostraram que o protocolo de exercícios aplicado ao grupo que treinou em baixa intensidade provocou alterações favoráveis em relação à hipertrofia das fibras do músculo gastrocnêmio.

REFERÊNCIAS

ACSM; American college of sports medicine. **Recursos do ACSM para o Personal Trainer**. 1ª ed. Seção III. Traduzido por Dr. Giuseppe Taranto. Editora Guanabara RJ. Koogan, 2006.

ALESSIO, H. M.; HAGERMAN, A. E.; NAGY, S.; PHILIP, B.; BYRNES, R. N.; WOODWARD, J. L.; CALLAHAN, P.; WILEY, R. L. Exercise improves biomarkers of health and stress in animals fed ad libitum. **Physiology & Behavior**. vol.84, p. 65 – 72, 2005.

AOKI, M. S.; BELMONTE, M. A.; SEELAENDER, M. C. L. Influência da suplementação lipídica sobre a indução do efeito poupador de glicogênio em ratos submetidos ao exercício de “endurance” **Rev. Paul. Educ. Fís.** vol.2, n.17, p. 93-103, 2003.

BACURAU, A. V. N. **Caracterização fenotípica do Músculo Esquelético na Cardiomiopatia induzida por hiperatividade simpática.** São Paulo USP (Mestrado), 2007.

BARAUNA, V. G.; B. JUNIOR, M. L.; COSTA ROSA, L. F. B. P.. CASARINI, D. E.; KRIEGER, J. E.; OLIVEIRA, E. M. Cardiovascular adaptations in rats submitted to a resistance-training model. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, vol.32, p. 249-54, 2005.

BELLAVER, L. H.; VITAL, M. A.; ARRUDA, A. M. BELLAVER, C. Efeitos da Dietilpropiona, Energia da Dieta e Sexo Sobre o Ganho de Peso Corporal, Peso dos Órgãos e Deposição de Tecidos em Ratos. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab**, vol.45, n.2, p.167-72, 2001.

BOAVENTURA, G. L.; SILVA, R. H. L.; TOSTES, L. F.; AZEREDO, V. B. Ganho de Peso, Hemoglobina e Hematócrito de Ratos Recebendo Dieta de Quissamã, RJ, com ou sem Suplemento Alimentar Alternativo. **Rev. Nutr. Campinas**, vol.16, n.3, p.321-31, 2003.

BOLSTER, D. R.; KUBICA, N.; CROZIER, S. J.; WILLIAMSON, D. L.; FARRELL, P. A.; KIMBALL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Immediate response of mammalian target of rapamycin (mTOR)-mediated signalling following acute resistance exercise in rat skeletal muscle. **J Physiol**, vol.553, n.1, p. 213–20, 2003.

BOMPA, T. O. **Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento.** 4ª ed. São Paulo: Phorte editora, 2002.

BOTELHO, A. P.; SANTOS-ZAGO, L. F.; REIS, S. M. P. M.; OLIVEIRA, A. C. A Suplementação com Ácido Linoléico Conjugado Reduziu a Gordura Corporal em Ratos Wistar. **Rev. Nutr. Campinas**, vol.18, n.4, p.561-5, 2005.

CAMARGO FILHO, J. C. S.; VANDERLEI, L. C. M.; CAMARGO, R. C. T.; FRANCISCHETI, F. A.; BELANGERO, W. D.; PAI, V. D. Efeitos do esteróide anabólico nandrolona sobre o músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico através de natação: estudo histológico, histoquímico e morfométrico. **Rev Bras Med Esporte**, vol.12, n.5, p. 243-247, 2006.

CAMARGO FILHO, J. C. S.; VANDERLEI, L. C. M.; CAMARGO, R. C. T.; OLIVEIRA, D. A. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. A.; PAI, V. D.; BELANGERO, W. D. Análise histológica, histoquímica e morfométrica do músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico em esteira rolante. **Arq Ciênc Saúde**, vol.12, n.3, p. 196-199, 2005.

CARVALHO, J. F.; MASUDA, M. O.; POMPEU, F. A. M. S. Method for diagnosis and control of aerobic training in rats based on lactate threshold. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, vol.140, p. 409-413, 2005.

CARVALHO, T.; NÓBREGA, A. C. L.; LAZZOLI, J. K.; MAGNI, J. R. T.; REZENDE, L.; DRUMMOND, F. A.; OLIVEIRA, M. A. B.; DE ROSE, E. H.; ARAÚJO, C. G. S.; TEIXEIRA, J. A. C. Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Atividade Física e Saúde. **Revista Brasileira Medicina Esportiva**, vol. 2, n.4, p.79-81, 1996.

GOBATTO, C. A.; ROSTOM DE MELO, M. A.; SIBUYA, C. Y.; AZEVEDO, J. R.; SANTOS, L. A.; KOKUBUN, E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, vol.130, p. 21-27, 2001.

GUZMÁN-SILVA, M. A.; WANDERLEY, A. R.; MACÊDO, V. M.; BOAVENTURA, G. T. Recuperação da Desnutrição em Ratos Mediante Rações Adicionadas ou não de Suplemento Alimentar e de Vitaminas e Minerais Durante o Período de Crescimento. **Rev. Nutr. Campinas**, vol.17, n.1, p.59-69, 2004.

ISAYAMA, R. N.; OISHI, J ; CAGNON, V. H. A.; CAMPOS, G. E. R. Effect of testosterone on skeletal muscle of young and old male rats. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, vol.23, p. 247-253, 2006.

KRAEMER, W. J.; HAKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte.** 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

KRAMER, K.; DIJKSTRA, H.; BAST, A. Control of physical exercise of rats in a swimming basin. **Physiology & Behavior**, vol.53, p. 271-276, 1993.

KREGEL, K. C.; ALLEN, D. L.; BOOTH, F. W.; FLESHNER, M. R.; HENRIKSEN, E. J.; MUSCH, T. I.; O'LEARY, D. S.; PARKS, C. M.; POOLE, D. C.; RA'NAN, A. W.; SHERIFF, D. D.; STUREK, M. S.; TOTH, L. A. **Resource Book for the Design of Animal Exercise Protocols**. American Physiological Society. 2006.

KIRAN, T. R.; SUBRAMANYAM, M. V. V.; DEVI, S. A. Swim exercise training and adaptations in the antioxidant defense system of myocardium of old rats: relationship to swim intensity and duration. **Comparative Biochemistry and Physiology**, vol.137, p. 187-196, 2004.

LAWLER, J. M.; POWERS, S. K.; HAMMEREN, J.; MARTIN, A. D. Oxygen cost of treadmill running in 24-month-old Fischer-344 rats. **Medicine Science Sports Exercise**. vol.25, n.11, p. 1259-64, 1993.

LIU, J. L.; KULAKOFFSKY, J.; ZUCKER, I. H. Exercise training enhances baroreflex control of heart rate by a vagal mechanism in rabbits with heart failure. **J Appl Physiol**, vol.92, p. 2403-8, 2002.

MEDEIROS, A.; GIANOLLA, R. M.; KALIL, R. M. P.; BACURAU, R. F. P.; ROSA, L. F. B. C.; NEGRÃO, C. E.; BRUM, P. C. Efeito do treinamento físico com natação sobre o sistema cardiovascular de ratos normotensos. **Rev. paul. Educ. Fís**, vol.14, n.1, p. 7-15, 2000.

MIYASAKA, K.; ICHIKAWA, M.; KAWANAMI, T.; KANAI, S.; OHTA, M.; SATO, N.; EBISAWA H.; FUNAKOSHI, A. Physical activity prevented age-related decline in energy metabolism in genetically obese and diabetic rats, but not in control rats. **Mechanisms of Ageing and Development**, vol.124, p. 183-90, 2003.

NAHAS, M. V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo**. 3ª ed. Londrina: Midiograf, 2003.

NOVELLI, M.; POCAI, A.; SKALICKY, M.; VIIDIK, A.; BERGAMINI, E.; MASIELLO, P. Effects on long-life exercise on circulating free fatty acids and muscle triglyceride content in aging rats. **Experimental Gerontology**, vol.39, p. 1333-40. 2004.

OLIVEIRA, S. L.; DINIZ, D. B.; AMAYA-FARFAN, J. Metabolic changes induced by energy restriction and vitamin E supplementation in exercised rats. **Revista de nutrição**, vol.15, n.3, p. 283 – 290, 2002.

PATE, R. R.; PRATT, M.; BLAIR, S. N.; HASKELL, W. L.; MACERA, C. A.; BOUCHARD, C.; BUCHENER, C.; ETTINGER, W.; HAETH, G. W.; KING, A. Cl. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA**, vol.273, n.5, p. 402-7. 1995.

PEREIRA, B., SOUZA, T. P. **Metabolismo celular e exercício físico**. 1ª ed. São Paulo: Phorte Editora, 2004.

PITANGA, F. J. G. **Epidemiologia da Atividade Física, Exercício Físico e Saúde**. 2ª ed. São Paulo: Phorte editora, 2004.

¹ Universidade de Fortaleza - UNIFOR

² Universidade Federal do Ceará - UFC

³ Universidade Federal do Piauí - UFPI

⁴ Universidade Estadual do Ceará – UECE

Órgãos de fomento:

Capes

Cnpq