

Artigo Original

Efeito do treinamento físico na massa corporal de ratos

Diego Augusto Santos Silva¹
Lorena Almeida de Melo²
Antônio César Cabral de Oliveira³

^{1,3} *Núcleo de Pesquisa em Aptidão Física de Sergipe do Departamento de Educação Física -
Universidade Federal de Sergipe Brasil*

² *Universidade Tiradentes - Aracaju - Sergipe Brasil*

Resumo: O treinamento físico provoca diversas alterações fisiológicas e morfológicas no organismo dos seres vivos. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito do treinamento aeróbico e de força sobre a massa corporal de ratos. O trabalho foi do tipo experimental, a amostra composta por 46 ratos machos da linhagem Wistar, divididos em grupo controle (GC), grupo de treinamento aeróbico (GTA) e grupo de treinamento de força (GTF). O GTA e o GTF realizaram seus respectivos treinamentos durante 12 semanas consecutivas e o GC foi utilizado como grupo controle. Na análise estatística utilizou-se o teste *t* para amostras dependentes e a ANOVA (one way) para comparações intergrupos. Os resultados evidenciaram que os grupos tiveram valores de massa corporal superiores estatisticamente no final do experimento quando comparados ao peso inicial. Contudo, não diferiram em massa corporal nem no início nem após o experimento.

Palavras-chave: Treinamento físico. Massa corporal. Ratos.

Effect of the physical training in the body mass in rats

Abstract: The physical training cause physiological and morphological alterations in the organism of the animals. Thus, the aim of the research was to verify the effect of the aerobic and force training in the body mass in rats. It was a experimental study, 46 male Wistar rats were divided randomly into three groups: sedentary controls group (CG) aerobic training group (ATG) and force training group (FTG). The ATG and FTG training during 12 weeks and the CG was a sedentary group. In the statistical analysis used the dependent *t* test and the simple analysis of variance (ANOVA – one way). The three groups showed an increased in body mass in the end of the research. However, there were no significant differences in body mass between the 3 groups.

Key Words: Physical training. Body mass. Rats.

Introdução

O exercício físico é uma condição que altera muito dos mecanismos homeostáticos, pois aumenta a demanda energética como consequência do aumento da atividade metabólica imposta pelo exercício (GOMES et al., 2003; JENKINS, 1999; RONSEN et al., 2002). Uma vez que estes mecanismos são afetados podem alterar desde secreções hormonais até o desenvolvimento corporal dos indivíduos.

O treinamento físico é um conjunto de procedimentos, sistematicamente organizado, por meios de exercícios, que tem como alvo executar uma performance máxima num período determinado (MATVEEV, 1986). Este treinamento pode sofrer influências de vários fatores relacionados à vida humana, como o estresse, sono e nutrição.

O treinamento físico pode variar de acordo com os objetivos, podendo ser de força ou aeróbico. Tais treinamentos são importantes para a manutenção da saúde e

desempenham um papel fundamental na manutenção da massa muscular. Alguns autores colocam que estes exercícios podem provocar alterações endócrinas (JENKINS, 1999; GOMES et al., 2003), celulares (SCHNEIDER et al., 2005), musculares (CAMPOS et al., 2002) e em outros diversos sistemas do organismo (POWERS; HOWLEY, 2005).

Fatores como intensidade do exercício, duração e nível de aptidão física do sujeito influenciam estas adaptações fisiológicas (MANETTA et al., 2002; MORASKA et al., 2000), além disso, muitas destas adaptações provocadas pelo treinamento só se manifestam após 8 semanas de exercícios graduais (MAZZEO; BROOKS; HORVATH, 1984, NOBLE et al., 1999; ONG et al., 1995; ZHOU; DOHM, 1997).

O treinamento de força é um exercício físico que requer uma ação muscular contra uma força de oposição, ou seja, or uma resistência externa. Sabe-se atualmente, que esse tipo de treinamento é essencial dentro de um programa de

condicionamento físico, tanto para atletas, melhorando seu desempenho, como também para indivíduos não atletas, favorecendo sua saúde, podendo beneficiar o aumento de força, potência, hipertrofia muscular, o crescimento de massa livre de gordura e diminuição da gordura corporal (HASKELL et al., 2007). Campos et al. (2002) afirmam que o treinamento de força provoca um aumento na massa muscular devido a um aumento no tamanho das fibras musculares, principalmente as do tipo IIA, provocando assim um aumento na força muscular.

Os métodos para se treinar tanto de forma aeróbica quanto anaeróbica (força) são diferentes. O exercício aeróbico pode ser realizado tanto em piscinas, pistas, bicicletas, tapetes rolantes e etc. Já o exercício de força, geralmente é realizado com algum equipamento que propicie alguma resistência.

Algumas controvérsias na relação treinamento e massa corporal são evidentes. Estudos com seres humanos apresentam discrepâncias nesta inter-relação. Dekker et al. (2007) em um estudo com 24 homens de meia idade submetidos a 60 minutos de exercício aeróbico 5 vezes por semana, reportaram que após 12 semanas de exercícios não houve uma redução significativa na massa corporal em comparações ao início do experimento. Tsourlou et al. (2006), investigando a influência de 24 semanas de exercícios aquáticos do tipo aeróbico e de força na performance de mulheres idosas, identificaram que o grupo que estava treinando obteve ao final do experimento um ganho significativo na massa corporal magra em relação ao grupo controle. Ring-Dimitriou et al. (2007) investigaram o efeito do treinamento aeróbico durante 9 meses em indivíduos de 35 a 55 anos e relataram que após o treinamento os valores de massa corporal dos indivíduos que treinaram não diferiu significativamente daqueles que não treinaram. Vale-se destacar que analisar somente alterações na massa corporal total pode não ser um real indicador de alterações na massa de gordura ou na massa muscular magra.

As divergências na relação entre exercícios físicos, ganho ou perda de massa corporal, também se estendem para animais de experimentação, como reportados nos estudos de Butkus, Brogan e Giustina (1995) e Moraska et al. (2000), ambos estudos realizaram treinamento aeróbico progressivo e não identificaram diferenças na massa corporal total entre os animais que treinaram e aqueles sedentários. Já Haddad et al. (2006), ao realizar um treinamento de força durante 5 dias em animais de experimentação identificaram que os animais treinados tiveram uma perda significativa de 9% no peso corporal em relação aos animais do grupo controle. Em outro

estudo que utilizou exercícios de força durante 26 semanas não foi identificado diferenças significativas na massa corporal total dos animais do grupo controle quando comparada a dos animais que treinaram (DUNCAN; WILLIAMS; LYNCH, 1998). Evidenciando que estudos que venham somar com a literatura a respeito desta temática são importantes e necessários para uma melhor explicação desta inter-relação, treinamento físico e massa corporal.

Deste modo, a atual pesquisa tem como objetivo verificar o efeito do treinamento aeróbico e de força sobre a massa corporal de ratos submetidos a exercícios físicos.

Metodologia

Modelo do Estudo

O estudo foi do tipo experimental, onde as variáveis independentes (exercício físico aeróbico e de força) foram manipuladas para observar seus efeitos sobre a variável dependente (massa corporal) (THOMAS; NELSON, 2002).

População e Amostra

Foram utilizados 46 ratos machos da linhagem Wistar, provenientes do biotério central da UFS (Universidade Federal de Sergipe), com oito semanas de idade e peso médio inicial de 198,48 ($\pm 9,69$)g, divididos em grupos experimentais e de controle.

Grupos Controle e Experimentais

O grupo controle (GC) foi formado por 14 ratos. Os grupos experimentais foram divididos em grupo treinado aerobicamente (GTA), composto por 20 ratos e grupo treinado anaerobicamente (GTF) com 12 animais.

O presente trabalho atendeu as normas para a realização de pesquisa em animais com todos os procedimentos sendo realizados de acordo com as normas em vigência (LOUHIMIES, 2002).

Procedimentos do estudo

Todos os animais foram confinados em gaiolas coletivas (cinco animais por gaiola) mantidos em condições ambientes, alocados no biotério do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFS onde receberam alimentação e água *ad libitum*.

O controle do peso corporal foi realizado semanalmente em todos os grupos e para tanto foi utilizado uma balança de precisão da marca Scaltec modelo SAC-62, devidamente calibrada pelo INMETRO.

Os programas de treinamento tanto aeróbico quanto anaeróbico foram realizados durante doze semanas consecutivas.

O atual estudo utilizou um tapete rolante para a prática do treinamento aeróbico, pois como afirmam alguns pesquisadores, o tapete rolante é um método de treino comum para investigar adaptações fisiológicas produzidas pelo exercício (APPLE; BILLADELLO, 1994, LOCKE et al., 1995; ZHOU; DOHM, 1997).

Já para o treinamento de força foi utilizado um aparelho tipo "agachamento", ao qual era permitido adicionar cargas, provocando assim uma resistência ao exercício, característica esta necessária para denominar o treinamento do tipo força (HASKELL et al., 2007).

Protocolo de treinamento aeróbico

O programa de exercício aeróbico teve início após um período de familiarização dos animais com a técnica, o qual consistia de uma corrida em esteira ergométrica com as seguintes características: Marca AVS; capacidade para 8 animais; velocidade variável de 0 a 30 metros por minuto; inclinação de 0 a 10%; fonte de estimulação elétrica de 0,2 a 1,2 volts de intensidade de corrente, com 4 saídas independentes e comando no próprio no controle da esteira. Pode-se verificar a esteira ergométrica com todos seus componentes (1 - raia e tampa em acrílico, 2 - comando de controle de velocidade e inclinação, 3 - cronômetro, 4 - painel de controle da eletroestimulação; 5 - fonte eletroestimuladora) na Figura 1.

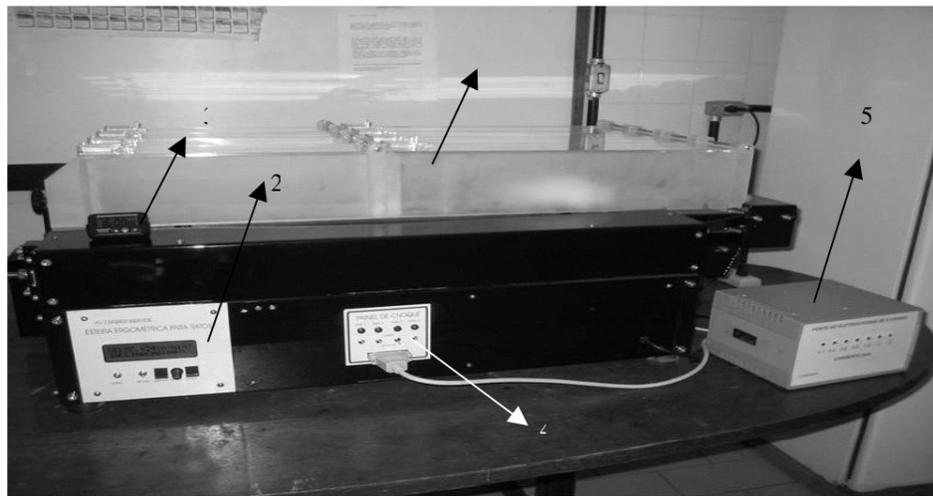


Figura 1. Esteira ergométrica para ratos modelo AVS.

O treinamento aeróbico foi realizado 3 vezes por semana, durante 12 semanas. O tempo variou de 10 a 45 minutos e a velocidade de 25 a 30 m/min, conforme disposto na tabela 1 (POWERS et al., 1994).

Tabela 1. Protocolo de Treinamento Aeróbico.

Semanas	1 ^a s	2 ^a s	3 ^a s	4 ^a s	5 ^a s	6 ^a s	7 ^a s	8 ^a s	9 ^a s	10 ^a s	11 ^a s	12 ^a s
Duração (min)	10	20	30	30	30	30	30	30	45	45	45	45
Velocidade (m/min)	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Inclinação (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

s = semana (POWERS et al., 1994)

Protocolo do treinamento de força

Para o treinamento de força foi utilizado o aparelho de agachamento desenvolvido por Tamaki, Uchiyama e Nakano

Motriz, Rio Claro, v.13, n.1, p.43-50, jan./mar. 2007

(1992) (Figura 2). Na figura abaixo se observa todo o equipamento utilizado para o treinamento anaeróbico (1 - jaqueta de couro para prender o animal; 2 - anilhas; 3 -

suporte móvel; 4 - amortecedor de borracha; 5 - eletrodo auto-adesivo; 6 - base de sustentação, 7 - aparelho eletroestimulador).

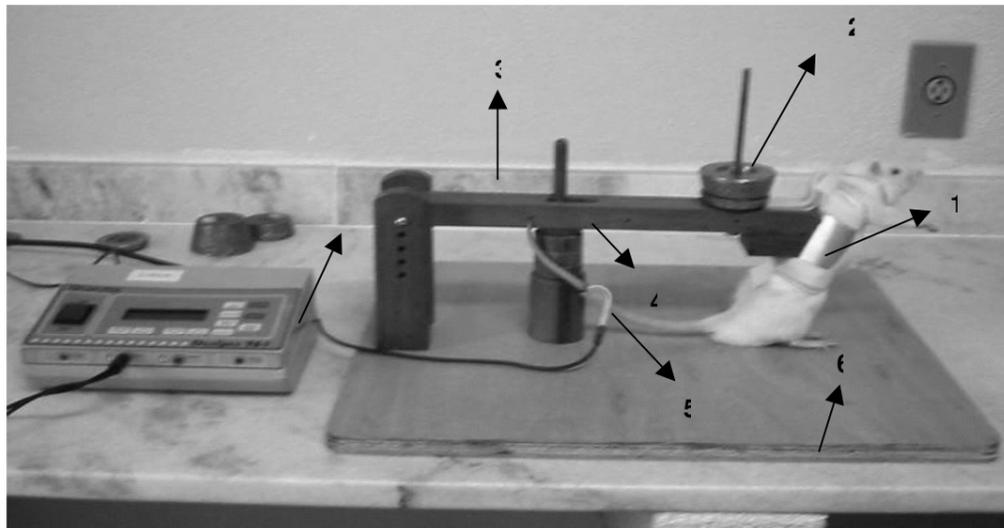


Figura 2. Aparelho de agachamento.

O programa de treinamento anaeróbico consistiu de um trabalho de força muscular, cujas cargas eram determinadas levando-se em consideração os resultados obtidos por meio do teste de uma repetição máxima (1RM). Antes da realização do teste de carga máxima, permitiu-se a familiarização dos animais com o tipo de exercício, utilizando-se para tanto, 5 a 10 repetições com uma carga entre 40% e 60% do peso corporal. Para a determinação da força máxima, cargas sucessivas eram acrescentadas ao equipamento e os animais eram estimulados eletricamente a executar uma repetição. Entre os incrementos de carga, repouso adequados de dois minutos eram aplicados na tentativa de permitir a recuperação da musculatura trabalhada. Foi considerada como carga máxima para cada animal, aquela que foi realizada com o maior peso e permitiu um movimento completo.

O programa de exercício de força foi realizado durante 12 semanas e o protocolo de exercício consistia na realização de 3 séries de 10 repetições, três vezes por semana, com 75% do teste de carga máxima. A carga era semanalmente readaptada após aplicação de um novo teste de 1RM.

A estimulação elétrica foi realizada utilizando eletrodos auto-adesivos da marca ValuTrode, modelo CF3200, tamanho 3,2 centímetro (cm), colocado na cauda e ligado a um eletroestimulador tipo Dualpex 961, da Quarker, calibrado pelo INMETRO. Os parâmetros utilizados foram: frequência

1 Hertz (Hz), duração de 1 milissegundo (ms), ciclo ativo 2:4 segundos (s) e a intensidade de corrente ajustada de maneira a qual o animal executasse o movimento, variando de 4 a 15 miliamperés (mA). Esses parâmetros foram adotados por ser pulsos bidirecionais de média nula, não apresentando efeitos eletrolíticos, permitindo aplicações de longa duração sem risco de lesão dos tecidos (TAMAKI; UCHIYAMA; NAKANO, 1992).

Análise estatística

Todos os dados estão expressos na forma de média e desvio padrão de maneira a apresentar os resultados obtidos. Como procedimento de análise dos dados utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA one way) quando as comparações foram intergrupos e intragrupos. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa STATISTICA 5.5 adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

A tabela 2 mostra os valores médios e o desvio padrão da massa corporal dos animais desde o início do experimento até o final, passando pela 4ª e 8ª semanas. Verifica-se que a massa corporal dos animais do grupo controle (GC) aumentou nas doze semanas 80%. Os animais do grupo que treinou aerobicamente (GTA) tiveram um incremento médio de 75% o peso corporal dos ratos do grupo que realizou o treinamento de força (GTF) aumentou em 59%.

Motriz, Rio Claro, v.13, n.1, p.43-50, jan./mar. 2007

Tabela 2: Valores de Massa Corporal em gramas (Média e Desvio Padrão). Do início ao final do experimento (12 semanas).

GRUPOS	INICIO	4ª SEMANA	8ª SEMANA	12ª SEMANA
GC	199,33 (±8,66)	253,40 (±18,61) ^a	307,20 (±27,31) ^b	358,89 (±36,34) ^c
GTA	198,21 (±26,69)	241,87 (±17,92) ^a	296,47 (±16,50) ^b	346,29 (±24,99) ^c
GTF	197,90 (±11,53)	241,30 (±15,83) ^a	294,50 (±24,55) ^b	314,40 (±37,02) ^c

- a. Valores superiores significativamente ao início do treinamento ($p < 0,05$).
b. Valores superiores significativamente ao início e à 4ª semana de treinamento ($p < 0,05$).
c. Valores superiores ao início, 4ª e 8ª semanas de treinamento ($p < 0,05$).
GC – Grupo Controle, GTA – Grupo Treinamento Aeróbico, GTF – Grupo de Treinamento de Força.

Observa-se um aumento significativo do peso corporal em todos os grupos, quando se compara o peso inicial com o da quarta semana. O peso da 8ª semana com o da quarta e o peso final com o da oitava semana. Ou seja, ao comparar o peso inicial com o final em todos os grupos foi verificado um aumento significativo. Contudo, ao serem realizadas comparações entre os grupos, nas distintas semanas, não foram verificadas diferenças significativas na massa corporal dos animais.

Discussão

O presente trabalho estudou aspectos relacionados ao desenvolvimento corporal dos animais de experimentação, sendo observado um aumento significativo do peso corporal nos grupos GC, GTA e GTF, atribuído principalmente ao crescimento somático dos animais. Contudo, faz-se necessário destacar que inferências maiores não são possíveis, pois foi utilizado somente a variável peso corporal total, não havendo uma distinção entre massa gorda e massa muscular magra.

No presente estudo, os animais do GTF tiveram no decorrer do experimento um crescimento natural, pois houve um aumento gradual na massa corpórea dos mesmos. Estes dados corroboram com o estudo de Yaspekis et al. (2002), que ao investigarem a melhora do metabolismo da glicose músculo-esquelética em ratos após aplicação de exercícios de força que consistia em treinar a 45% da repetição máxima, com frequência de três dias na semana, durante 12 semanas, demonstraram um aumento na massa corporal total dos animais ao final do experimento

Tamaki, Uchiyama e Nakano (1992) ao estudarem ratos que foram submetidos a um treinamento de força no aparelho

de agachamento durante 12 semanas, utilizando um protocolo de treinamento progressivo, obtiveram como resultados valores de massa corporal muito superior quando comparou os valores iniciais com os finais, deixando claro que os animais cresceram durante esse período.

Na presente investigação, os animais que foram submetidos ao treinamento aeróbico apresentaram também um significativo aumento do peso corporal ao final do experimento, demonstrando assim como o treinamento de força que o aeróbico não afetou no crescimento natural dos animais, corroborando com os resultados da pesquisa realizada por Butkus, Brogan e Giustina (1995) feita com 60 ratos de 16 semanas de idade divididos em grupo controle, grupo que realizava exercício aeróbico agudo e grupo que realizou treinamento aeróbico. Os autores supracitados utilizaram para treinar seus animais uma esteira ergométrica com 9° graus de inclinação, durante 8 semanas, com uma velocidade inicial de 12 m/min por 5 minutos, aumentando até 24 m/min por 30 minutos. Os autores colocam que todos os animais exercitados adaptaram-se bem ao programa, pois exibiram um ganho normal do peso durante todo o estudo.

Moraska et al. (2000) investigaram as adaptações fisiológicas positivas e negativas produzidas pelo exercício realizando durante 8 semanas um protocolo de treinamento aeróbico em uma esteira para animais com um grupo contendo 10 ratos, sendo que outro grupo com oito animais não se exercitaram e serviram de controle. Os animais começaram o experimento com oito semanas de idade, sendo que ao final do treinamento os resultados obtidos da massa corporal

evidenciaram um ganho de peso significativo em ambos os grupos.

Embora a presente investigação não tenha feito uma distinção entre massa muscular magra e massa de gordura, observou-se que no final do experimento não foi encontrado diferenças significativas na massa corporal dos animais que realizaram tanto treinamento aeróbico quanto de força se comparado com os animais sedentários. Evidenciando que o processo de crescimento corporal total não foi alterado pelo treinamento.

Os animais do GTF não diferiram em massa corporal dos animais do GC, dados estes que corroboram com os reportados por Duncan, Williams e Lynch (1998) que utilizaram 10 ratos machos da linhagem Wistar com 3 semanas de idade em um treinamento contra resistência que consistia em subir 40 cm de escada durante 4 dias na semana, sendo as cargas colocadas progressivamente nas caldas dos animais. Após 26 semanas de treino, os ratos foram capazes de levantar 140% do seu peso individual por quatro séries de 12-15 repetições por sessão, contudo não houve diferenças na massa corporal entre os ratos que treinaram e os do grupo controle. Deixando claro que um ganho na força muscular não necessariamente aumentaria a massa corporal total.

O atual estudo também coaduna com a pesquisa realizada por Naylor et al. (2005) com 36 ratos com 13 semanas de idade divididos em 4 grupos, onde 2 grupos serviram de experimento durante 9 dias e outros dois grupos serviram de experimento durante 24 dias, sendo que para cada período um grupo servia de controle. Os animais que não serviram de controle realizavam corridas de maneira voluntária através de uma roda colocada na caixa dos animais. Depois de 9 dias a massa corporal não diferiu entre os ratos que correram ($192 \pm 3,1$ g) e os que não correram ($196,6 \pm 2,6$ g). Também não houve diferenças após 24 dias entre os que correram ($199,8 \pm 3,7$ g) e os que não correram ($204,1 \pm 3,8$ g).

Alguns estudos que utilizaram ratos adultos em seus experimentos, diferentemente dos animais do presente estudo que são considerados jovens e estão num crescimento exponencial, apresentaram alterações na massa corporal total dos animais treinados (BRENNER; APSTEIN; SAUPE, 2001, HADDAD et al. 2006).

Brenner, Apstein e Saupe (2001), utilizaram ratos adultos com 6 meses de idade e ratos velhos com 24 meses de idade para investigar a ação dos exercícios no sistema cardiovascular com o passar da idade, relatando também as alterações na massa corporal total. Segundo eles, os animais de 6 meses de idade já são adultos maturados e a fase de

rápido crescimento está acabando, já os de 24 meses não sofrem mais esta influencia do crescimento somático. Os autores utilizaram o exercício aeróbico em esteira durante 12 semanas, a uma velocidade de 26 m/min nos ratos adultos e de 17 m/min nos velhos, sendo 45 minutos por dia durante 5 dias na semana. Dentre outras observações os autores verificaram que os animais que treinaram, tanto os adultos quanto os velhos, tiveram um ganho de peso inferior aos animais que não se exercitaram.

Haddad et al. (2006), realizaram exercícios progressivos de força (suspensões de membros inferiores) em 7 ratas adultas durante 5 dias, e ao compararem a massa corporal dos animais treinados com os 7 animais que serviram de controle (sedentários), verificaram que os animais treinados tiveram uma perda significativa de 9% no peso corporal.

Ao que parece durante o processo de crescimento dos animais, sobretudo em ratos jovens, como os do presente estudo, o exercício pouco altera a massa corporal total, visto que a massa corpórea dos que treinam não diferem dos que não treinam. Assim, fazem-se necessários estudos que visem obter o real valor do desenvolvimento muscular dos animais, bem como o valor da massa de gordura durante todo um processo de treinamento, para que uma melhor comparação com os animais sedentários seja feita.

Conclusão

A atual pesquisa apresentou algumas limitações, como por exemplo, a não investigação da evolução da massa muscular magra e da massa gorda nos distintos grupos, impossibilitando assim inferências maiores no que concerne o efeito do treinamento físico na massa corpórea de animais de experimentação

Contudo, pode-se concluir que a massa corporal ao final do experimento dos animais sedentários e dos ratos que realizaram treinamento de força e treinamento aeróbico foi superior quando comparada com o início. O peso corpóreo final dos animais exercitados e não exercitados, se manteve igual estatisticamente, independentemente do tipo de atividade ao qual foram submetidos.

Referências

APPLE, F. S.; BILLADELLO, J. J.. Expression of creatine kinase M and B mRNAs in treadmill trained rat skeletal muscle. *Life Sciences*, Oxford, v.55, n.8, p.585-592, 1994. [doi:10.1016/0024-3205\(94\)00484-6](https://doi.org/10.1016/0024-3205(94)00484-6)

BUTKUS, J.; BROGAN, R. S.; GIUSTINA, A. Changes in the growth hormone axis due to exercise training in male and female rats: secretory and molecular responses.

Motriz, Rio Claro, v.13, n.1, p.43-50, jan./mar. 2007

- Endocrinology**, Springfield, n.136, n.6, p.2664-2670, 1995. Disponível em: <http://endo.endojournals.org/cgi/content/abstract/136/6/2664> Acesso em: 20 nov. 2006.
- BRENNER, D. A.; APSTEIN, C. S.; SAUPE, K. W. Exercise training attenuates age-associated diastolic dysfunction in rats. **Circulation**, Hagerstown, v.104, n.2, p.221-6, 2001. Disponível em: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/abstract/104/2/221> Acesso em: 20 nov. 2006.
- CAMPOS, G. E.; LUECKE, T. J.; WENDELN, H. K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F. C.; MURRAY, T. F.; RAGG, K. E.; RATAMESS, N. A.; KRAEMER, W. J.; STARON, R. S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.88, n.1/2, p.50-60, 2002. [doi:10.1007/s00421-002-0681-6](https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6)
- DEKKER, M. J.; LEE, S.; HUDSON, R.; KILPATRICK, K.; GRAHAM, T. E.; ROSS, R.; ROBINSON, L. E. An exercise intervention without weight loss decreases circulating interleukin-6 in lean and obese men with and without type 2 diabetes mellitus. **Metabolism: Clinical and Experimental**, New York, v.56, n.3, p.332-8, 2007. [doi:10.1016/j.metabol.2006.10.015](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2006.10.015)
- DUNCAN, N. D.; WILLIAMS, D. A.; LYNCH, G. S. Adaptations in rat skeletal muscle following long-term resistance exercise training. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.77, n.4, p.372-8, 1998. [doi:10.1007/s004210050347](https://doi.org/10.1007/s004210050347)
- GOMES, R. J.; CAETANO, F. H.; HERMINI, H. A.; ROGATTO, G. P.; LUCIANO, E. Efeitos do treinamento físico sobre o hormônio do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) em ratos diabéticos. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**, São Caetano do Sul, v.11, n.3, p.57-62, 2003. Disponível em: <http://www.efmuzambinho.org.br/refelnet/sumarios.asp?codre v=74&codsum=v11n03-03&issn=0103-1716#> Acesso em: 20 nov. 2006.
- HADDAD, F.; ADAMS, G. R.; BODELL, P. W.; BALDWIN, K. M. Isometric resistance exercise fails to counteract skeletal muscle atrophy processes during the initial stages of unloading. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.100, n.2, p.433-441, 2006. [doi:10.1152/japplphysiol.01203.2005](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01203.2005)
- HASKELL, W. L.; LEE, I.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health - updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, Hagerstown, v.116, n.9, p.1094-1105, 2007. [doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650)
- JENKINS, P. Growth hormone and exercise. **Clinical Endocrinology**, Oxford, v.50, n.6, p.683-689, 1999. [doi:10.1046/j.1365-2265.1999.00784.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2265.1999.00784.x)
- LOCKE, M.; NOBLE, E. G.; TANGUARY, R. M.; FIELD, M. R. Activation of heat-shock transcription factor in rat heart after heat shock and exercise. **American Journal of Physiology. Cell physiology**, Bethesda, v.268, n.6, p.C1387-C1394, 1995. Disponível em: <http://ajpcell.physiology.org/cgi/content/abstract/268/6/C1387> Acesso em: 20 nov. 2006.
- LOUHIMIES, S. Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. **Alternatives To Laboratory Animals: ATLAS**, London, n.30, S2, p.217-219, 2002.
- MANETTA, J.; BRUN, J. F.; MAIMOUN, L.; CALLIS, A.; PREFAUT, C.; MERCIER J. Effect of training on the GH/IGF-I axis during exercise in middle-aged men: relationship to glucose homeostasis. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v.283, n.5, p.E929-E936, 2002. [doi:10.1152/ajpendo.00539.2001](https://doi.org/10.1152/ajpendo.00539.2001)
- MATVEEV, L. P. **Fundamentos de treino desportivo**. Lisboa: Horizonte, 1986.
- MAZZEO, R. S.; BROOKS, G. A.; HORVATH, S. M. Effects of age on metabolic response to endurance training in rats. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.57, n.5, p.1369-1374, 1984. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/57/5/1369> Acesso em: 20 nov. 2006.
- MORASKA, A.; DEAK, T.; SPENCER, R. L.; ROTH, D.; FLESHNER, M. Treadmill running produces both positive and negative physiological adaptations in Sprague-Dawley rats. **American Journal Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v.279, n.4, p.R1321-R1329, 2000. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/content/abstract/279/4/R1321> Acesso em: 20 nov. 2006.
- NAYLOR, A. S.; PERSSON, A. I.; ERIKSSON, P. S.; JONSDOTTIR, I. H.; THORLIN, T. Extended voluntary running inhibits exercise-induced adult hippocampal progenitor proliferation in the spontaneously hypertensive rat. **Journal of Neurophysiology**, Washington, v.93, n.5, p.2406-2414, 2005. [doi:10.1152/jn.01085.2004](https://doi.org/10.1152/jn.01085.2004)
- NOBLE, E. G.; MORASKA, A.; MAZZEO, R. S.; ROTH, D. A.; OLSSON, M. C.; FLESHNER, M. Differential expression of stress proteins in rat myocardium following free wheel or treadmill run training. **Journal of Applied Physiology**,

Washington, v.86, n.5, p.1696-1701, 1999. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/full/86/5/1696> Acesso em: 20 nov. 2006.

ONG, J. M.; SIMSOLO, R. B.; SAGHIZADEH, M.; GOERS, J. W.; KEM, P. A. Effects of exercise training and feeding on lipoprotein lipase gene expression in adipose tissue, heart, and skeletal muscle of the rat. **Metabolism: Clinical and Experimental**, New York, v.44, n.12, p.1596-1605, 1995. doi:10.1016/0026-0495(95)90081-0

POWERS, S. K.; CRISWELL, D.; LAWLER, J.; JI, L. L.; MARTIN, D.; HERB, R. A.; DUDLEY, G. Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. **American Journal Physiology Regulatory Integrative Comparative Physiology**, Bethesda, v.266, n.2, p.R375-R380, 1994. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/content/abstract/266/2/R375> Acesso em: 20 nov. 2007.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5. ed. Barueri: Manole, 2005.

RING-DIMITRIOU, S.; VON DUVILLARD, S. P.; PAULWEBER, B.; STADLMANN, M.; LEMURA, L. M.; PEAK, K.; MUELLER, E.; Nine months aerobic fitness induced changes on blood lipids and lipoproteins in untrained subjects versus controls. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.99, n.3, p.291-9, 2007. doi:10.1007/s00421-006-0347-x

RONSEN, O.; KJELDSEN-KRAGH, J.; HAUG, E.; BAHR, R.; PEDERSEN, B. K. Recovery time affects immunoendocrine responses to a second bout of endurance exercise. **American Journal of Physiology. Cell Physiology**, Bethesda, v.283, n.6, p.1612-1620, 2002. doi:10.1152/ajpcell.00242.2002

SCHNEIDER, C. D.; BARP, J.; RIBEIRO, J. L.; BELLÓ-KLEIN, A.; OLIVEIRA, A. R. Oxidative stress after three different intensities of running. **Applied Physiology Nutrition Metabolism**, v.30, n.6, p.723-34, 2005. doi:10.1139/h05-151

TAMAKI, T.; UCHIYAMA, S.; NAKANO, S. A weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hindlimb muscles of rats. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.24, n.8, p.881-886, 1992. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-199208000-00009.htm?jsessionid=GhTLZpBghBJn11J31y8THqPJSJv6q1QJ1XMDJVnS61gmLgRFWg9B!1646970248!181195628!8091!-1> Acesso em: 20 nov. 2006.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TSOURLOU, T.; BENIK, A.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A.; KELLIS, S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.4, p.811-8, 2006. doi:10.1519/R-18455.1

YASPELKIS, B. B.; SINGH, M. K.; TREVINO, B.; KRISAN, A. D.; COLLINS, D. E. Resistance training increases glucose uptake and transport in rat skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v.175, n.4, p.315-23, 2002. doi:10.1046/j.1365-201X.2002.00998.x

ZHOU, Q.; DOHM, G. L. Treadmill running increases phosphatidylinositol 3-kinase activity in rat skeletal muscle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, San Diego, v.236, n.3, p.647-650, 1997. doi:10.1006/bbrc.1997.7028

Endereço:
Diego Augusto Santos Silva,
Av. Gonçalo Rollemberg Leite, 1960. Cond Alphaville I,
Edifício Gama / 1201- Suissa.
Aracaju SE
49050-370
e-mail: diego-edf@hotmail.com

Recebido em: 09 de maio de 2007.
Aceito em: 15 de agosto de 2007.