

# EFEITO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE FORÇA E ADMINISTRAÇÃO DE PROPIONATO DE TESTOSTERONA NO PESO CORPORAL, PESO CARDÍACO E PESO DO VENTRÍCULO ESQUERDO DE RATOS *W1STAR*.

LEANDRO GONÇALVES

VAGNER NASCIMENTO DA SILVA

ROMEU RODRIGUES DE SOUZA

ELIANE FLORENCIO GAMA

Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, SP, Brasil.

[pgedf@usjt.br](mailto:pgedf@usjt.br)

[souzarrd@uol.com.br](mailto:souzarrd@uol.com.br)

[efgama@mandic.com.br](mailto:efgama@mandic.com.br)

## Introdução

Diversos estudos comprovam a eficácia do exercício físico regular na manutenção da vitalidade dos órgãos e tecidos e, conseqüentemente da homeostasia. Em relação ao sistema cardiovascular os benefícios apontados são: regulação da pressão arterial, diminuição das alterações de frequência cardíaca, dentre outros <sup>1,2</sup>.

Esses resultados estão baseados nos efeitos dos exercícios praticados em longo prazo e com início ainda na juventude. Os autores afirmam que tais benefícios são decorrentes de respostas adaptativas às cargas impostas ao corpo ao longo do tempo. Muitos indivíduos só tomam conhecimento dos efeitos positivos da prática regular dos exercícios na fase adulta tardia ou quando de indicação médica para tal prática. Nesses casos os exercícios além de promover os efeitos cardíacos já citados também promovem diminuição da incidência de obesidade, diminuição do colesterol, diabetes, todas as conseqüências da aterosclerose, como infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral e gangrenas, além da osteoporose, sintomas reumáticos, ansiedade e depressão <sup>1,2,3</sup>.

Quanto ao sistema cardiovascular, é própria das fases adiantadas da velhice a dilatação aórtica, a hipertrofia miocárdica e dilatação do ventrículo esquerdo (VE), associados a um ligeiro aumento da pressão arterial. Essas alterações tendem a ser diferentes para cada indivíduo. Ocorre um aumento da massa cardíaca da ordem de 1 a 1,5g/ano, entre 30 e 90 anos de idade. As paredes do VE e do septo interventricular aumentam discretamente em espessura, porém mantendo índices ecocardiográficos normais. Nas paredes do VE, principalmente na posterior, ocorre deposição de tecido colágeno, a qual aumenta a rigidez do coração <sup>4,5</sup>.

Durante o envelhecimento além das alterações cardíacas citadas, observa-se também modificações nos níveis hormonais. No sexo masculino destaca-se a diminuição dos níveis de testosterona. Segundo Martits <sup>6</sup> a partir dos 40 anos os níveis de testosterona caem 1,6% ao ano. Os Esteróides Anabólicos Androgênicos (AAS) foram inicialmente desenvolvidos com fins terapêuticos, como exemplo, para o tratamento de pacientes como deficiência natural de andrógenos, na recuperação de cirurgias e atrofia muscular, por melhorarem o balanço nitrogenado em estados catabólicos, prevenindo a perda de massa magra e reduzindo o aumento de tecido adiposo, e, também no tratamento da osteoporose, do câncer de mama e anemias, uma vez que estimulam a eritropoese. Embora os AAS desencadeiem possíveis melhoras tanto no desempenho físico como na aparência física, doses excessivas podem trazer diversas alterações deletérias, principalmente relacionadas ao sistema cardiovascular, tais como hipertrofia ventricular esquerda patológica, desorganização mitocondrial, dentre outros <sup>8</sup>.

A análise da proporção entre o peso cardíaco e peso corporal tem sido empregado na caracterização da hipertrofia miocárdica (Almeida et al., 1979).

Este trabalho experimental tem o objetivo de analisar possíveis alterações nos pesos dos animais, do coração, do ventrículo esquerdo e as relações peso cardíaco/peso corporal e peso do ventrículo esquerdo/peso cardíaco em ratos jovens e idosos submetidos a exercício resistido com administração de propionato de testosterona.

## Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados 27 ratos *Wistar* machos, com 13 meses de idade. A divisão dos grupos foi feita da seguinte maneira: Grupo C (Controle), com 4 ratos adultos, sacrificados aos 13 meses; Grupo S (Sedentário), com 6 ratos sacrificados aos 16 meses; Grupo ST (sedentário tratado com propionato de testosterona), com 6 ratos sacrificados aos 16 meses; Grupo T (Treinado), com 5 ratos submetidos a um programa de treinamento de força dos 13 aos 16 meses e Grupo TT (Treinado e tratado com propionato de testosterona), com 6 ratos submetidos a um programa de treinamento de força dos 13 aos 16 meses. O grupo C não participou do treinamento, pois os animais foram sacrificados aos 13 meses.

Os animais realizaram uma adaptação prévia ao protocolo de treinamento e ao equipamento durante 5 dias. O equipamento utilizado para a realização do programa de treinamento de força com os animais foi uma escada vertical confeccionada em madeira com degraus de ferro. A altura do equipamento (escada) é de 110 cm com inclinação de 80°. O topo do equipamento contém uma caixa de plástico revestida de jornal para a acomodação dos animais no intervalo entre as séries<sup>9,10</sup>.

O programa de treinamento foi baseado no princípio da sobrecarga com números de repetições e descanso que mais se aproxima do treinamento em seres humanos. Portanto a cada semana foi adicionada uma sobrecarga na cauda do animal, próximo ao corpo com pesos de chumbo. Os ratos escalaram a escada com o objetivo de alcançar uma área de descanso no topo. Este procedimento foi repetido durante 6 vezes, durante 5 dias da semana quando finalizamos o processo de adaptação.

Os animais do grupo C realizaram exercícios de subir a escada 1 vez, 5 vezes na semana sem sobrecarga até seu sacrifício. Os grupos S e ST realizaram exercícios de subir a escada 1 vez, 5 vezes por semana sem sobrecarga durante todo o protocolo de treinamento (16 semanas) com o objetivo de provocar um stress semelhante ao grupo treinado. O treinamento dos animais dos grupos T e TT foram realizados com 6 repetições 5 vezes por semana durante 16 semanas e um intervalo de 45 seg entre as repetições para o descanso dos animais.

A sobrecarga foi estabelecida a partir proposta de HEYWARD<sup>15</sup>. Segundo esse autor a classificação da força muscular é baseada na relação entre a sobrecarga utilizada para executar determinado exercício e o peso corporal do indivíduo. Na literatura não existe nenhum modelo de sobrecarga estabelecido para animais. Assim sendo, adaptamos a tabela de (1RM) para humanos idosos proposta por Heyward<sup>15</sup> para os animais. Como o aumento da sobrecarga estava relacionado com o peso corporal dos animais a cada semana todos os animais eram pesados e suas cargas ajustadas.

Tabela 1. Tabela proposta por Heyward<sup>15</sup> para avaliação de força muscular em idosos.

Classificação	Homens		Mulheres	
	50 - 59 anos	> 60 anos	50 - 59 anos	> 60 anos
Superior	> 0,90	> 0,82	> 0,56	> 0,55
Excelente	0,80 - 0,89	0,72 - 0,81	0,49 - 0,55	0,48 - 0,54

Bom	0,72 - 0,79	0,67 - 0,71	0,44 - 0,48	0,43 - 0,47
Fraco	0,64 - 0,71	0,58 - 0,66	0,40 - 0,43	0,39 - 0,42
Ruim	< 0,63	< 0,57	< 0,39	< 0,38

Devido o sedentarismo e da idade avançada dos animais iniciamos com o índice de classificação “Bom” (referencial para homens), visto que os animais apresentavam-se em boas condições de saúde. O referencial “Bom” corresponde a 75% do peso corporal dos animais parecido com que encontramos em um programa de treinamento em humanos e a partir da 4ª semana de treinamento a cada 2 semanas aumentamos os referenciais em 0,80, 0,90, 100, 110 e 120 que corresponde a 120% do peso corporal dos animais respeitando o principio da sobrecarga, além do aumento dos referenciais a cada semana ajustávamos a sobrecarga de acordo com o peso corporal dos animais, porém se o peso corporal dos animais diminuísse a maior carga seria mantida pois os animais já estavam adaptados com a carga.

O hormônio utilizado foi o PERINON® (propionato de testosterona, uso veterinário) do laboratório Perini, em frasco ampola com 100ml, contendo 1g de propionato de testosterona e óleo de amendoim q.s.p. 100ml. A dose injetada foi calculada de acordo com o peso dos animais, na mesma proporção em que é usada em seres humanos. A posologia prescrita para um indivíduo adulto pesando 70kg é de 200mg de propionato de testosterona.

A administração do medicamento foi feita três vezes por semana. Foram feitas aplicações durante todo o protocolo de treinamento, totalizando 33 aplicações intramusculares.

Nas idades determinadas os animais foram anestesiados e sacrificados. Logo após os corações foram retirados, seccionando-se os vasos da base próximos ao órgão, e pesados em balança analítica digital com acurácia de 0,001g, utilizando o método de Scherle<sup>16</sup> (imersão em solução salina fisiológica dentro de um Becker, suspensos por um fio sem tocar nas paredes do recipiente). Em seguida, os corações foram seccionados transversalmente ao nível do sulco coronário, e o ventrículo esquerdo foi pesado separadamente.

Os dados estão apresentados com média e desvio padrão e para verificar a diferença entre os grupos foi usado a Análise de Variância (ANOVA) e pós-teste de Tukey com nível de significância de 5%. Os dados foram analisados com o programa estatístico SPSS, versão 12.0.

## Resultados

Analisando o peso corporal, peso cardíaco, peso do ventrículo esquerdo, peso cardíaco/peso corporal e peso do VE/peso cardíaco, encontramos diferença estatisticamente significativa no peso do VE dos animais do grupo C em relação ao grupo S. Os animais do grupo S apresentaram maior peso do VE em relação aos animais do grupo C. Não foram encontradas diferenças estatísticas nos outros parâmetros analisados (tabela 2).

Em relação ao peso corporal ocorreu um aumento de 2,53% do grupo S quando comparado com o grupo C. Os animais dos grupos T, ST e TT apresentaram uma diminuição do peso corporal de 7% quando comparados com o grupo C.

Analisando o peso cardíaco observou-se um aumento de 15,2% do grupo S em relação ao grupo C. Os animais do grupo T e ST mantiveram os mesmos pesos dos animais do grupo C. Os animais do grupo TT apresentaram um aumento de 10% em relação aos animais do grupo C. Comparando o peso do VE entre os grupos, ocorreu um aumento de 31,16% do grupo S em relação ao grupo C. Os animais do grupo T, ST e TT apresentaram um aumento de 15% em relação aos animais do grupo C. A relação peso cardíaco / peso corporal dos animais do grupo S, apresentaram um aumento de 14,25% em relação ao grupo C. Os animais do grupo T

e ST mantiveram a mesma proporção do grupo C. Já no grupo TT essa proporção aumentou 21,42%. Em relação à proporção peso VE / peso cardíaco os animais do grupo S, T, ST e TT, apresentaram um aumento de 12,28% em relação ao grupo C.

Tabela 2 - Efeito de um protocolo de treinamento de força e administração de propionato de testosterona no peso corporal, peso cardíaco, peso do VE.

Grupo	PC, g	PCd, g	PVE, g	PCd / PC %	PVE / PCd %
(C) n=4	541,5 ± 51,70	1,51 ± 0,09	0,91 ± 0,06*	0,28 ± 0,032	60,42 ± 7,74
(S) n=6	546,6 ± 42,15	1,74 ± 0,12	1,20 ± 0,11	0,32 ± 0,034	69,61 ± 8,03
(T) n=6	543,0 ± 69,15	1,52 ± 0,12	1,03 ± 0,13	0,28 ± 0,021	68,06 ± 4,21
(ST) n=5	517,5 ± 70,12	1,51 ± 0,19	1,01 ± 0,08	0,29 ± 0,065	68,15 ± 13,58
(TT) n=6	485,8 ± 60,20	1,67 ± 0,25	1,10 ± 0,16	0,34 ± 0,051	66,39 ± 6,68

Valores das médias ± desvio padrão, n = nº de ratos, PC = peso corporal, PCd = peso cardíaco, PVE = peso do ventrículo esquerdo, PCd/PC = relação peso cardíaco/pesocorporal, PVE/PCd = relação peso do ventrículo esquerdo/peso cardíaco, \* p<0,05 vs S.

## Discussão

Animais idosos apresentam maior peso do VE em relação aos animais jovens, devido a um aumento do volume parcial dos miócitos e do interstício cardíaco na fase senescente<sup>17</sup>. Em nosso estudo observamos esse aumento pronunciado entre o grupo S e C que pode ser por causa do envelhecimento. Já nos outros grupos observamos um aumento moderado. Nos grupos T e TT o aumento moderado foi decorrente de hipertrofia fisiológica devido ao exercício físico e administração de testosterona.

Woodiwiss<sup>18</sup> em seu estudo com ratos que praticaram exercícios aeróbios (corrida) e receberam administração de decanoato de nandrolona observou diferenças significativas no peso corporal, peso cardíaco e peso do ventrículo esquerdo. Comparando o peso corporal dos animais nesse estudo houve diferença estatística do grupo sedentário com testosterona quando comparado aos outros grupos. Em nosso estudo houve uma discreta diminuição (7%) do peso corporal nos grupos T, TT e ST, essa diminuição pode estar relacionada com a administração de testosterona e o exercício físico que no nosso estudo foi anaeróbio. Comparando o peso cardíaco do estudo citado houve aumento de peso no grupo exercitado e exercitado com testosterona, esses resultados foram observados igualmente em nosso estudo. No entanto Liang<sup>19</sup>, em seu estudo (exercícios aeróbios) não observou diferenças nesses mesmos parâmetros. Essa disparidade encontrada nos resultados pode ter ocorrido devido à diferença nos protocolos de exercício e a frequência de administração dos esteróides<sup>19</sup>. Sugere-se a necessidade de estudos que possam elucidar a influência dos exercícios sobre o peso corporal e peso cardíaco.

## Referências bibliográficas

1. SANTARÉM, J. M Estudos com cardiopatas confirmam a segurança do treinamento com pesos. [www.saudetotal.com.br](http://www.saudetotal.com.br). Publicado em jun/2000. Acesso em jun 2007.
2. MAIOR, A.S. et al. Alterações e Adaptações no sistema cardiovascular em idosos submetidos ao treinamento de força. Buenos Aires: Revista Digital, Año 9, n.64, set 2003.

3. BRITTO, P. C. Atividade física passo a passo: saúde sem medo e sem preguiça. Marcos Vinhal Campos (org.). Brasília, Thesaurus, 2002. p.63-73.
4. NÓBREGA, A. C. L. et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. Rev. Brasileira de Medicina do Esporte, v.5, n.6 – nov/dez, 1999. p.207-211.
5. NETTO, F. L. M. Aspectos fisiológicos e biológicos do envelhecimento. Pensar a prática, v.7, 2004. p.75-84.
6. MARTINS, A. M. ; COSTA, E. M. F. Hipogonadismo masculino tardio ou andropausa. São Paulo, Revista Assoc. Méd. Brás. V.50 n.4, oct/dec 2004. ISSN 0104-4230
7. GEBARA, O.C. E. et al. Efeitos cardiovasculares da testosterona. São Paulo, Arquivos Brasileiros de Cardiologia, V.70 n.6, 2002.
8. ROCHA, F. L.; ROQUE, F.R.; OLIVEIRA, E. M. Esteróides anabolizantes: mecanismos de ação e efeitos sobre o sistema cardiovascular. São Paulo: O mundo da Saúde, out/dez 31(4), p.470-477.
9. DUNCAN, N.D.; DAVID A. W.; GORDON, S. L. – Adaptations in rat skeletal muscle following long-term resistance exercise training – Eur J Appl Physiol :77:372-378, 1998.
10. HORNBERGER, T. A., Jr. e FARRAR R. P. Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. Can J Appl Physiol, v29, n.1, Feb, p16-31, 2004.
11. BUCCI, M. Efeitos do Treinamento concomitante e suplementação de glutamina sobre a Hipertrofia do músculo esquelético em ratos. s.l, s.c, 2006.
12. KWAK HB, SONG W, LAWLER JM. Exercise training attenuates age-induced elevation in Bax/Bcl-2 ratio, apoptosis, and remodeling in the rat heart. FASEB J. 2006 Apr;20(6):791-3.
13. YANG, H.T.; OGILVIE RW, TERJUNG RL. Training increases collateral-dependent muscle blood flow in aged rats. Am J Physiol,1995Mar;268(3pt 2):H1174-80
14. GOSSELIN, L. E. Attenuation of force deficit after lengthening contractions in soleus muscle from trained rats. J appl Physiol, 2000 Apr; 88(4):1254-8.
15. HEYWARD V.H. Designing resistance training programs. In vivian H. Heyward. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 3<sup>ed</sup>. Champaign, illinois, Human Kinetics, p 121 – 144, 1998.
16. SCHERLE W. A simple method for volumetry of organs in quantitative stereology. Mikroskopie. 1970; 26:57-63.
17. ÁGUILA, M. B.; MANDARIM-DE-LACERDA, C.A.; APFEL, M. I. R. Estereologia do miocárdio de ratos jovens e idosos. São Paulo, Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.70, n.2, fev 1998. p.105-109.
18. WOODIWISS, A.J.; TRIFUNOVIC, B.; PHILIPPIDES, M.; NORTON, G.R. Effects of an androgenic steroid on exercise-induced cardiac remodeling in rats. J. Appl. Physiol. 88:409-415, 2000.
19. LIANG, M.T.C.; et al. Effects of anabolic steroids and endurance exercise on cardiac performance. Int. J. Sports Med. 14:324-329, 1993.

Leandro Gonçalves,  
Rua Etiópia, 214, casa 3, Parque da Mooca,  
São Paulo, SP cep 03122-020.  
Tel:  
11 25942209,  
11 91853294,  
11 27991690.  
[fcia2003@bol.com.br](mailto:fcia2003@bol.com.br), [leandro\\_bigtrip@hotmail.com](mailto:leandro_bigtrip@hotmail.com).