

**PERFORMANCE FÍSICA E HIPERTROFIA VENTRICULAR RELACIONADA AO TREINAMENTO AERÓBICO CONTÍNUO E INTERVALADO EM RATOS**

Ewerton Sousa Abreu<sup>1</sup>, Juliana Osorio Alves<sup>1</sup>, Aline Colares Camurça dos Santos<sup>2</sup>  
Alex Soares Marreiros Ferraz<sup>3</sup>, Vânia Marilande Ceccatto<sup>3</sup>

**RESUMO**

O coração adapta-se funcional e morfológicamente ao treinamento físico. Sendo a hipertrofia ventricular esquerda uma das principais adaptações benéficas do Sistema Cardiovascular frente ao exercício. O objetivo do estudo foi avaliar a performance física, as alterações no peso, composição corporal e no tecido cardíaco de ratos *Wistar* submetidos diferentes modelos de treinamento aeróbico. Foram utilizadas 15 ratas *Wistar* fêmeas com 60, obtidas do Biotério Central da Universidade Estadual do Ceará. Os animais foram distribuídos nos grupos: Controle Sedentário (C), Treinado Contínuo (TC), Treinado Intervalado (TI). O peso corporal dos animais foi acompanhado semanalmente e a capacidade aeróbia avaliada através de teste de esforço máximo (TEM). Os grupos TC e TI foram submetidos ao treinamento por seis semanas. O grupo TC realizou 30 minutos de exercício contínuo, já o grupo TI 3 séries de 10 minutos de exercício com intervalos de 10 minutos entre as séries. Os animais foram sacrificados 72 horas após o último TEM, o tecido muscular esquelético e cardíaco além da gordura corporal foram dissecados e pesados. Os dados são expressos por média e erro padrão, considerando diferença estatística quando  $p < 0,05$  (ANOVA one-way). Os grupos experimentais mostraram valores de crescimento corporal, composição corporal e massa cardíacas similares, o ganho funcional relacionado a capacidade física foi similar nos grupos TC e TI em relação ao grupo C, com o grupo TI apresentando hipertrofia ventricular esquerda em relação ao grupo TC. Dessa forma sugere-se que o treinamento de aeróbio intervalado pode ser eficaz na indução de hipertrofia cardíaca.

**Palavras-chave:** Hipertrofia Ventricular. Treinamento Físico. Treinamento Intervalado.

1-Universidade Estadual do Ceará, Brasil.

2-Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

3-Universidade Federal do Ceará, Brasil.

**ABSTRACT**

Physical performance and ventricular hypertrophy related to continuous and interval aerobic training in rats

It is known that the heart of individuals presents a variety of morphological and functional changes resulting from physical training. Among these we can highlight the development of ventricular hypertrophy as a major beneficial adaptations of the cardiovascular system to the exercise. The present study aimed to evaluate the physical performance and changes in weight and body composition and cardiac tissue of rats submitted to different models of aerobic training. For the study we used 15 female *Wistar* rats at 60 days of age, obtained from the Central Animal Laboratory of the State University of Ceará. The animals were divided into groups: Sedentary Control (C), Continuous Training (CT), Interval Training (IT). The body weight of the animals was monitored weekly and the aerobic capacity was assessed by maximal exercise testing. CT and IT groups underwent training for six weeks. The CT group trained 30 minutes continuously and the group IT trained 30 minutes with 3 series of 10 minutes and a break of 10 minutes between series. The animals were sacrificed 72 hours after the last MET, the skeletal, cardiac muscle tissue and body fat were dissected and weighted. The data was expressed as mean and standard error considering statistical difference at  $p < 0.05$  (one-way ANOVA). The experimental groups showed similar values to growth body, body composition and cardiac mass, functional gain related to physical capacity was similar in the groups CT and IT related to C group, with the IT group showing left ventricular hypertrophy compared to the CT group. Thus, it is suggested that the aerobic training interval can be effective in induction of cardiac hypertrophy.

**Key words:** Ventricular Hypertrophy. Physical Training. Interval Training.

## INTRODUÇÃO

Durante o exercício a demanda por oxigênio e nutrientes está aumentada devido a maior necessidade de energia para os tecidos ativos, que é suprida através de diversas alterações fisiológicas relacionadas principalmente a função cardiovascular (Mcardle, Katch, Katch 2010).

Em resposta ao exercício aeróbico, o coração deve bombear mais sangue através do aumento da frequência cardíaca e da força de contração do miocárdio, cronicamente esses estímulos irão gerar, principalmente no ventrículo esquerdo, aumento na massa cardíaca em função de uma maior geração de força, ocorrendo assim a hipertrofia cardíaca, caracterizada como o aumento da cavidade ventricular esquerda e/ou da espessura do miocárdio (Paulo, Forjaz, 2001).

A hipertrofia cardíaca fisiológica ocorre durante o crescimento natural do indivíduo, durante a gravidez e em resposta ao exercício físico (Matos-Souza Franchini, 2008).

Ela se caracteriza por alterações estruturais, funcionais e metabólicas do coração, incluindo aumento no volume dos miócitos, na espessura da parede das artérias coronárias, rarefação relativa de capilares, fibrose extracelular, modificações no metabolismo energético, alterações na liberação e recaptção do cálcio intracelular e no processo de contração do miocárdio (Mill, Vassalo, 2001).

A Hipertrofia Ventricular Esquerda (HVE) é uma alteração cardíaca muito comum associada a algumas doenças bem como em função do treinamento físico (Barauna e colaboradores, 2005), sendo normalmente determinada em estudos experimentais com modelos animais através da relação da medida do peso do coração pelo peso corporal.

Para observarmos efeitos do exercício em termos de treinamento, um sistema ou tecido devem ser desafiados por atividades as quais eles não estão acostumados (Powers, Howley, 2000).

Com a continuidade dos estímulos o organismo se adapta a essa carga, sendo os efeitos do treinamento específicos em relação aos músculos e fibras musculares envolvidas na atividade e aos órgãos e sistemas impactados por essa atividade.

Dessa forma as alterações funcionais e estruturais, resultantes do treinamento físico, dependem do tipo, duração e intensidade do exercício (Douglas e colaboradores, 1989; Maron, 1986; Weineck, 1989).

Nesse contexto o Treinamento Contínuo (TC) se caracteriza pela utilização de exercícios cíclicos que impactam o sistema aeróbico de ressíntese de ATP, realizados com duração prolongada, intensidades variadas (50 a 85% do VO<sub>2</sub> máx) em ritmo cadenciado, provocando principalmente uma melhoria no transporte de oxigênio a nível celular e assim desenvolvendo prioritariamente a resistência aeróbia (Kenney, Wilmore, Colstill, 2013).

Uma das vantagens do TC está no fato de permitir que o atleta treine quase com a mesma intensidade da competição real, com o recrutamento das unidades motoras apropriadas dependentes da intensidade do esforço.

Já o Treinamento Intervalado (TI) é definido como o método de exercícios no qual ocorre um encadeamento sequencial dos períodos de exercícios e de recuperação (Mcardle, Katch, Katch, 2010).

Os intervalos de recuperação podem ser ativos ou passivos, e o tempo dos estímulos bem como da recuperação pode ser descrito como breves médios e longos (Weineck, 1989).

O TI consegue favorecer ganhos em diferentes sistemas de transferência de energia, dependendo das relações de volume/intensidade adotadas (Borin, Prestes, Moura, 2007).

Apesar de existirem muitos estudos sobre as adaptações cardiovasculares desencadeadas pelo treinamento físico aeróbio em animais de laboratório, pouco se sabe a respeito dos efeitos, sobre a massa cardíaca, promovidos por diferentes modelos de treinamento de *endurance*, cuja diferença reside apenas no fracionamento do esforço, sem alteração no volume e na intensidade geral das sessões. Além de também serem poucos os estudos que envolvem treinamento de ratos em esteira, sendo a maioria dos estudos realizados com treinamento no meio aquático (Braga e colaboradores, 2006).

Levando em conta tais considerações, o presente trabalho avaliou o ganho de massa corporal e da massa ventricular esquerda em

ratos *Wistar* submetidos a diferentes modelos de treinamento aeróbico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioquímica e Expressão Gênica, LABIEX, no Instituto Superior e Ciências Biomédicas (ISCB) da Universidade Estadual do Ceará (UECE – Fortaleza-CE, Brasil).

O trabalho foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Utilização de Animais, CEUA – UECE nº 08351787.

Durante o período experimental os animais foram alojados em gaiolas coletivas, de no máximo 5 animais, com condições ambientais padronizadas para: temperatura de 22° a 25°C, ciclo 12/12 horas claro/escuro, recebendo ração e água *ad libitum*.

### Grupos Experimentais e avaliação aeróbica

Para o estudo foram utilizados 15 animais, *Rattus norvegicus*, fêmeas *Wistar*, obtidas do Biotério Central da Universidade Estadual do Ceará.

Aos 60 dias de vida com peso médio de 126,8±16,9kg, os animais foram submetidos a uma semana de adaptação ao exercício em esteira, 5 sessões de dez minutos cada.

A velocidade da primeira sessão foi de 0,3km/h, aumentando 0,1km/h a cada dia até o fim da adaptação. Após 24h da última sessão de adaptação foi realizado o Teste de Esforço Máximo (TEM), para avaliar a resistência aeróbica dos animais, de acordo com Oliveira, Diniz, Amaya-Fafan, (2002).

Após a execução do TEM, os animais foram distribuídos proporcionalmente pelo peso corporal no grupo: Controle Sedentário – C (n=5), Treinamento Contínuo – TC (n=5) e Treinamento Intervalado – TI (n=5). O Grupo Controle permaneceu sedentário durante seis semanas, sendo submetido a novo TEM no final da 6ª semana juntamente com os demais grupos experimentais.

### Treinamento Físico

O macrociclo de treinamento foi composto de 6 semanas de exercícios, realizados 5 dias por semana, com 2 dias de

recuperação (sábado e domingo) em cada microciclo semanal.

O macrociclo foi dividido em 3 mesociclos de 2 semanas cada, momentos de transição determinados pelo ajuste de carga obtidos nos TEM realizados ao final da adaptação, 2ª e 4ª semanas de treinamento.

A intensidade do treinamento foi determinada pela velocidade de corrida da sessão. Os animais dos grupos TC e TI foram submetidos a uma mesma intensidade relativa, correspondente a 60% da velocidade média do TEM obtida em todos os grupos experimentais, como forma de ajuste do esforço em função do ganho de desempenho previsto pelo treinamento.

O volume de treinamento, determinado, foi de 30 minutos por sessão. O grupo TC realizou a sessão de forma contínua, já para o grupo TI os 30 minutos foram fracionados em 3 períodos de 10 minutos exercício separados por 2 períodos de intervalo passivo de 10 minutos cada, modelo esforço/recuperação 1/1.

### Avaliações Morfométricas

O peso corporal dos animais foi determinado semanalmente em balança digital com precisão de miligramas; o comprimento corporal pela distância naso-anal, com o animal em decúbito ventral, utilizando estadiômetro adaptado para animais de experimentação.

Após 72 horas do último TEM os animais previamente anestesiados (cetamina 60mg/Kg e xilasina 8mg/Kg) foram sacrificados por decapitação com guilhotina. Os tecidos foram dissecados e pesados.

Foram verificados: peso de músculos gastrocnêmio e sóleo esquerdo e direito somados para a determinação de peso muscular total; peso de gordura peritoneal, retro-peritoneal e subcutânea, as quais foram somadas para análise de gordura total.

As razões do peso do coração/peso corporal e peso do ventrículo esquerdo/peso corporal foram determinados para estimar a ocorrência de hipertrofia cardíaca.

### Análise Estatística

Para estatística descritiva utilizou-se média e erro padrão. Para estatística inferencial foi utilizado One-way ANOVA com

*post hoc* Bonferroni. A significância estatística foi considerada quando os resultados apresentaram probabilidade de ocorrência da hipótese nula menor que 5% ( $p < 0,05\%$ ).

### RESULTADOS

O peso corporal médio dos animais mostrou-se similar entre os grupos no início e no final do período experimental, os diferentes tipos de treinamento propostos também não foram capazes de gerar diferenças no ganho de peso corporal (Tabela 1).

Os grupos também se mostraram similares em relação ao crescimento corporal, determinado através do comprimento naso-anal, bem como em relação ao

desenvolvimento do tecido muscular e da gordura corporal.

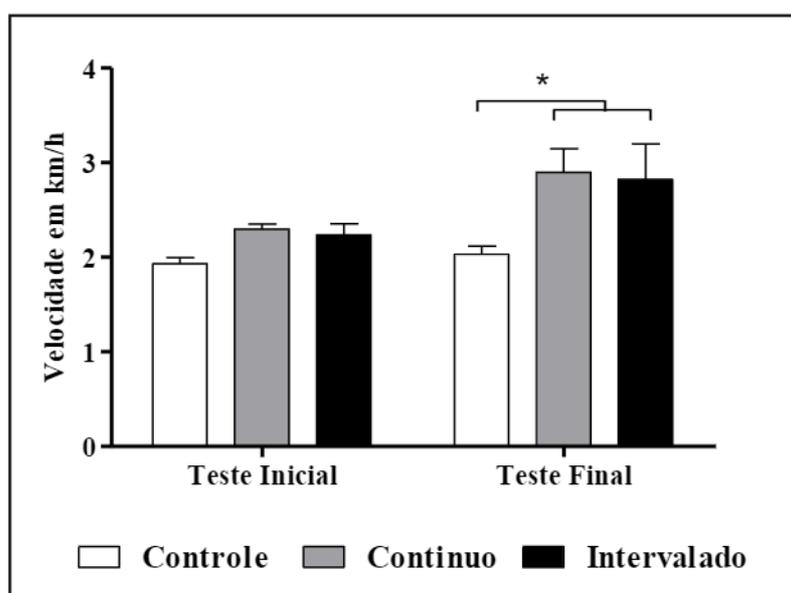
Os dois modelos de treinamento foram eficientes em gerar ganhos de desempenho aeróbico, vistos a partir dos resultados do TEM (Figura 1), de forma que os grupos TC e TI atingiram velocidades 43% e 37% maiores que o grupo C ao final das seis semanas de treinamento.

O peso do coração, bem como a razão peso do coração pelo peso corporal (Figura 2 A e B) assim como os demais componentes corporais já apresentados foram similares entre os grupos experimentais.

Entretanto a massa ventricular esquerda, bem como sua razão em relação ao peso corporal (Figura 2 C e D) mostraram-se maiores para o grupo TI em relação ao TC.

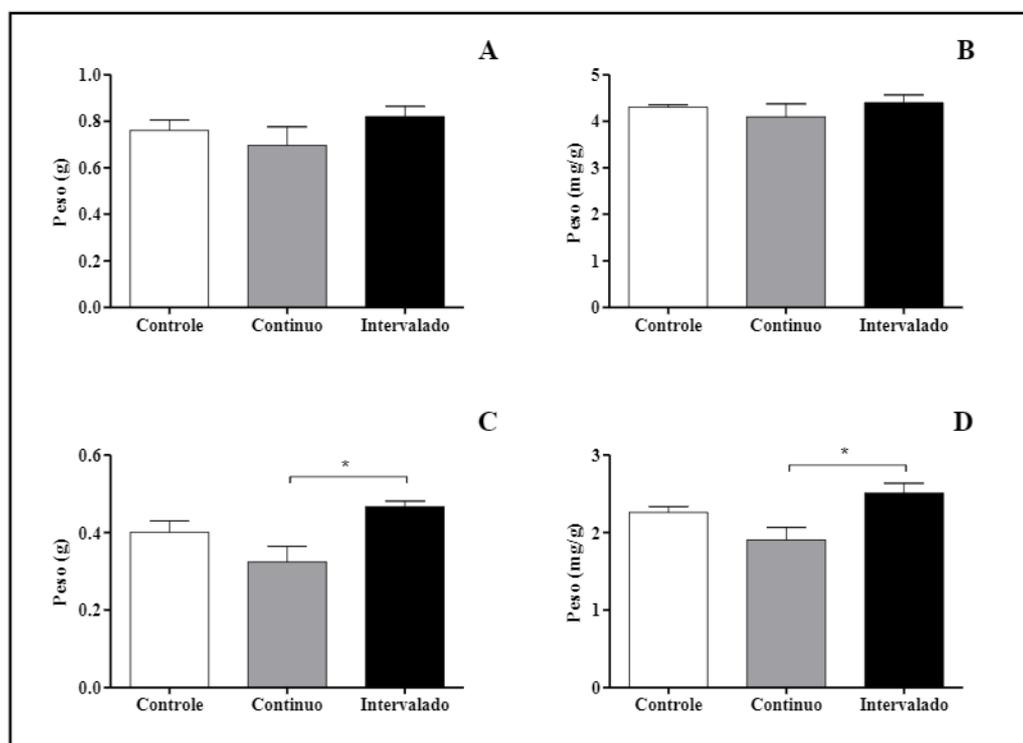
**Tabela 1** - Caracterização geral do desenvolvimento orgânico dos grupos experimentais. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão.

	Controle	Contínuo	Intervalado
Peso Corporal Inicial (g)	126,2 $\pm$ 9,0	123,1 $\pm$ 7,1	131,1 $\pm$ 4,9
Peso Corporal Final (g)	172,9 $\pm$ 9,9	167,3 $\pm$ 8,3	186,9 $\pm$ 5,7
Ganho de Peso Corporal (g)	46,8 $\pm$ 3,7	43,3 $\pm$ 2,6	51,7 $\pm$ 3,4
Comprimento naso-anal (cm)	18,1 $\pm$ 0,3	18,2 $\pm$ 0,3	19,0 $\pm$ 0,2
Peso Muscular total (g)	2,4 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,2
Gordura total (g)	2,3 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,2



**Legenda:** Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão; \* diferença significativa em comparação ao grupo Controle. ( $p=0,0466$  - ANOVA *post hoc* Bonferroni).

**Figura 1** - Desempenho aeróbico dos grupos experimentais no Teste de Esforço Máximo (TEM).



**Legenda:** Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão; \* diferença significativa em relação ao grupo Treinamento Contínuo, (Figura C  $p=0,0181$ ; Figura D  $p=0,0236$  - ANOVA *post hoc* Bonferroni).

**Figura 2** - Peso do coração (A); da razão do peso do coração pelo peso corporal (B); do peso do ventrículo esquerdo (C); e da razão do peso do ventrículo esquerdo pelo peso corporal (D), dos grupos Controle, Treinamento Contínuo e Treinamento Intervalado.

## DISCUSSÃO

O ganho de peso desses animais em função do seu contínuo crescimento pode ser acentuado pela oferta *ad libitum* de alimentos bem como pela condição sedentarismo (Martin e colaboradores, 2010) as quais normalmente são submetidos os grupos controles nas pesquisas experimentais.

Por outro lado uma restrição calórica discreta 10 a 15% (Goodrick e colaboradores, 1990) ou a prática de exercícios (Braga e colaboradores, 2006) geram uma relação mais adequada entre o ganho de peso e de comprimento corporal de animais de experimentação (Goodrick e colaboradores, 1983).

O desenvolvimento geral dos animais dos diferentes grupos experimentais aqui estudados se mostrou similar, fato que pode ser explicado em função de sua fase de vida, 60 a 120 dias, caracterizada como juventude (Quinn, 2005) ser marcada pelo crescimento

exponencial desses animais (Turturro e colaboradores, 1999) sendo principalmente determinada por fatores endógenos (Eisen, 1976).

Outro aspecto que pode ter contribuído para que os grupos exercitados não tiverem apresentado diminuição no peso corporal é o fato de que apesar de terem gerado adaptações funcionais relacionadas à capacidade de realizar exercícios, os treinamentos aqui propostos caracterizados como de baixo volume, podem não ter gerado gasto energético suficiente para determinar mudanças na composição corporal desses animais, visto que estudos que reportam tais adaptações usam volumes de exercício diários iguais ou superiores a 60 minutos (Alessio e colaboradores, 2005).

A hipertrofia cardíaca em estudos com modelos animais normalmente determinada pela razão do peso do coração pelo peso corporal (Wiskff e colaboradores, 2009), desenvolve-se como processo compensatório

ou adaptativo a um estímulo hemodinâmico, representado por sobrecargas de pressão e/ou de volume sobre o sistema cardiovascular (Barauna e colaboradores, 2005).

Que podem ser desenvolvidas por eventos fisiológicos (Douglas e colaboradores, 1997), patológicos (Bellafiore e colaboradores, 2007) bem como pela modificação na demanda funcional decorrente do treinamento com exercícios (Gibala, 2008).

Nesse sentido a não diferença no peso do coração bem como na razão peso do coração peso corporal pode ser relacionada ao fato de que a baixa intensidade de treinamento aqui utilizada seja pouco eficiente em gerar alterações hipertróficas e morfologias nos tecidos corporais (Wiskff e colaboradores, 2009), podendo os ganhos funcionais tais como o ganho de performance física aqui observado estar mais relacionados as melhorias funcionais dos sistemas cardiovascular e neuromuscular (Brum e colaboradores, 2004).

Diffie, Nagle (2003), Fenning e colaboradores (2003) e Moore e colaboradores (1993) mostraram que ratos submetidos exercício contínuo em esteira rolante apresentaram ganhos de até 30% da razão peso ventrículo pelo peso corporal, enquanto outros autores (Bellafiore e colaboradores, 2007; Rosa e colaboradores, 2005) reportaram aumentos ínfimos na massa ventricular ou dimensões dos cardiomiócitos, ou nenhuma hipertrofia ventricular (Moran e colaboradores, 2003)

Portanto o índice de hipertrofia ventricular é dependente das características do treinamento físico utilizado (Evangelista e colaboradores, 2003). Fato corroborado pela diferença aqui observada entre os grupos TC e TI para essa variável.

Que pode ser explicado pelo maior potencial do treinamento intervalado em gerar hipertrofia concêntrica, caracterizada principalmente pelo ganho de massa muscular do ventrículo esquerdo (Wiskff e colaboradores, 2009).

E pela expectativa que o treinamento contínuo de baixo volume e baixa intensidade gere principalmente ganhos funcionais relacionados a hipertrofia excêntrica ou seja das câmaras cardíacas, sem necessariamente alterar o peso tecidual (Barauna e colaboradores, 2005).

## CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados obtidos, sugerem que um treinamento físico em esteira de baixo volume (30 minutos) foi capaz de gerar ganhos funcionais relacionados a capacidade máxima de realização de exercícios em teste incremental, sem, contudo, determinar alterações no peso e composição corporal de animais em experimentação.

Já o treinamento realizado de forma intervalada foi eficiente em promover adaptações cardiovasculares relacionados a hipertrofia ventricular esquerda.

Motivo pelo qual pode se justificar o uso do treinamento intervalado como uma estratégia metodológica importante para iniciantes, principalmente cardiopatas, devido à possibilidade de se realizar volumes maiores de exercício, uma vez que os intervalos de recuperação contribuem para menor fadiga muscular, e ainda com possibilidades de gerar adaptações em termos de hipertrofia cardíaca.

## REFERÊNCIAS

- 1-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.
- 2-Barauna, V.G.; Junior, M.L.; Costa Rosa, L.F.; Casarini, K.J.E.; Oliveira, E.M. Cardiovascular adaptations in rats submitted to a resistance training model. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. Núm. 32. p. 249-254. 2005.
- 3-Bellafiore, M.; Sivverini, G.; Palumbo, D.; Macaluso, F.; Bianco, A.; Palma, A.; Farina, F. Increased cx43 and angiogenesis in exercised mouse hearts. *Int J Sports Med*. Núm. 28. p. 749-755. 2007.
- 4-Borin, J. P.; Prestes, J.; Moura, N. A. Caracterização, Controle e Avaliação: Limitações e Possibilidades no Âmbito do Treinamento Desportivo. *Revista Treinamento Desportivo*. Vol. 8. Núm. 1. p. 6-11. 2007.
- 5-Braga, L.; Mello, M.; Manchado, F.; Gobatto, C. Exercício contínuo e intermitente: Efeitos do treinamento e do destreinamento

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos. *Rev Port Cien Desp.* Núm. 6. Vol. 2. p.160-169. 2006.

6-Brum, P. C.; Forjaz, C. L. M.; Tinucci, T.; Negrão, C. E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física.* Vol. 18. p. 21-31. 2004.

7-Diffie, G.M.; Nagle, D.F. Regional differences in effects of exercise training on contractile and biochemical properties of rat cardiac myocytes. *J Appl Physiol.* Núm. 95. p. 35-42. 2003.

8-Douglas, P.S. Cardiac considerations in the triathlete. *Medicine and Science in Sport and Exercise.* Núm. 21. 1989.

9-Eisen, E. J. Results of Growth Curve Analyses in Mice and Rats. *J Anim Sci.* Vol. 42. p. 1008-23. 1976.

10-Evangelista, F.S.; Brum, P.C.; Kriger, J.E. Duration-controlled swimming exercise training induces cardiac hypertrophy in mice. *Braz J Med Biol Res.* Núm. 36. p.1751-1759. 2003.

11-Fenning, A.; Harrison, G.; Dwyer, D.; Rose Meyer, R.; Brown, L. Cardiac adaptation to endurance exercise in rats. *Mol Cell Biochem.* Núm. 251. p. 51-59. 2003.

12-Gibala, M.J.; Mcgee, S.L. Metabolic adaptations to short-term highintensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc. Sport Sci.Rev.* Vol. 36. p.58Y63. 2008.

13-Goodrick, C. L.; Ingram, D. K.; Reynolds, M. A.; Freeman, J. R.; Cider, N. Effects of intermittent feeding upon body weight and lifespan in inbred mice: interaction of genotype and age. *Mechanisms of Ageing and Development.* Vol. 55. p. 69-87. 1990.

14-Goodrick, C. L.; Ingram, D. K.; Reynolds, M. A.; Freeman, J. R.; Cider, N. Effects of intermittent feeding upon growth, activity, and lifespan in rats allowed voluntary exercise. *Experimental Aging Research.* Vol. 9. Núm. 3. p. 203-9. 1983.

15-Kenney, W. L.; Wilmore, J. H.; Costill, D. L. *Fisiologia do esporte e do exercício.* 5ª edição. Manole. 2013.

16-Martin, B.; Ji, S.; Maudsley, S.; Mattson, M. P. "Control" laboratory rodents are metabolically morbid: Why it matters. *PNAS.* Vol. 107. Núm. 14. p. 6127-33. 2010.

17-Matos-Souza, J.R.; Franchini, K. G. Hipertrofia ventricular esquerda: o caminho para a insuficiência cardíaca. *Rev Bras Hipertens.* Vol.15. Núm. 2. p.71-74, 2008.

18-Mcardle, W. D.; Katch, F. I.; Katch, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 6ª edição. Guanabara Koogan. 2010.

19-Mill, J.G.; Vassalo, D.V. Hipertrofia cardíaca. *Rev Bras Hipertens.* Vol. 8. Núm. 1. 2001.

20-Moore, R.L.; Musch, T.I.; Yelamarty, R.V.; Scaduto, R.C.; Semanchick, A.M.; Elensky, M.; Cheung, J.Y. Chronic exercise alters contractility and morphology of isolated rat cardiac myocytes. *Am J Physiol.* Núm. 264. p.1180-1189. 1993.

21-Oliveira, S. L.; Diniz, D.B; Amaya-Farjan, J. Metabolic changes induced by energy restriction and vitamin E supplementation in exercised rats. *Revista de nutrição.* Vol. 15. Núm. 3. p. 283-290. 2002.

22-Paulo, A. C.; Forjaz, C. L. M. Treinamento físico de endurance e de força máxima: adaptações cardiovasculares e relação com a performance esportiva. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte.* Vol. 22. Núm. 2. p. 99-114. 2001.

23-Powers, S. K.; Howley, E. T. *Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho.* 5ª edição. Manole. 2000.

24-Rosa, E. F.; Silva, A. C.; Ihara, S. S.; Mora, O. A.; Aboulafia, J.; Nouailhetas, V.L. Habitual exercise program protects murine intestinal, skeletal, and cardiac muscles against aging. *J Appl Physiol.* Núm. 99. p. 1569-1575. 2005.

## Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

---

25-Quinn, R. D. V. M. Comparing rat's to human's age: How old is my rat in people years? *Nutrition*. Vol. 21. p. 775-7. 2005.

26-Turtturro, A.; Witt, W. W.; Lewis, S.; Hass, B. S.; Lipman, R. D.; Hart, R. W. Growth Curves and Survival Characteristics of the Animals Used in the Biomarkers of Aging Program. *Journal of Gerontology*. Vol. 54. Núm. 11. p. 492-501. 1999.

27-Weineck, J. Manual de treinamento esportivo. 2ª edição. Manole. 1989.

28-Wiskff, U. K. Ellingsen, O.J. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exerc. Sport Sci. Rev.* Vol. 37. Núm. 3. p. 139Y146. 2009.

Recebido para publicação 03/08/2014

Aceito em 29/05/2015