

## EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO DE NATAÇÃO SOBRE O SISTEMA CARDIOVASCULAR DE RATOS NORMOTENSOS

Alessandra MEDEIROS\*  
Rosana Maria GIANOLLA\*  
Luciana Mara Pinto KALIL\*  
Reury Frank P. BACURAU\*  
Luis Fernando Bicudo Costa ROSA\*  
Carlos Eduardo NEGRÃO\*  
Patrícia Chakur BRUM\*

### RESUMO

Uma das principais adaptações ao treinamento físico (TF) aeróbio é a bradicardia de repouso, observada tanto em humanos (Goldsmith, Bigger, Steinman & Fleiss, 1992; Kenney, 1985; Puig, Freitas, Carvalho, Puga, Ramos, Fernandes, Costa & Freitas, 1993; Katona, McLean, Dighton & Guz, 1982) como em animais de experimentação (Bolter, Hughson & Critz, 1973; Negrão, Moreira, Santos, Farah & Krieger, 1992; Brum, 1995; Kalil, 1997). No entanto, a evolução da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) durante o período de TF e o curso temporal para que a bradicardia de repouso ocorra ainda não estão totalmente esclarecidos. Foram estudados 16 ratos Wistar machos. Oito foram treinados (T) durante 8 semanas, utilizando um protocolo de natação de baixa intensidade e oito foram mantidos sedentários (S). A PA sistólica e a FC foram registradas batimento-a-batimento, duas vezes por semana durante o período de TF através de um esfigmomanômetro de cauda. O sinal foi registrado em tempo real (100 Hz) em microcomputador e analisado através do programa AT/CODAS. Após o término do TF os ratos foram submetidos a uma cirurgia para implantação de cânula arterial para registros da PA direta e de eletrodos subcutâneos para o registro da FC. Após o término dos registros, os ratos foram sacrificados e as câmaras cardíacas pesadas para avaliar se houve hipertrofia cardíaca. Além disso, foi feita a medida da atividade máxima da enzima citrato sintase do músculo sóleo para verificação da adaptação oxidativa muscular. Não houve mudança significativa na PA ao longo do período de TF entre os ratos T e S. Ocorreu uma bradicardia de repouso significativa nos ratos T em relação aos S ( $330 \pm 20$  vs.  $355 \pm 16$  batimentos, respectivamente). Observou-se um aumento na relação peso do ventrículo esquerdo/ peso corporal nos ratos T (1,95 vs. 2,20, g/gPC,  $p \leq 0,05$ ), sugerindo uma hipertrofia de ventrículo esquerdo (13%) nos ratos T em relação aos ratos S. A atividade máxima da enzima citrato sintase aumentou em 52% nos ratos T. Logo, o TF com natação em ratos é um bom modelo experimental para se estudar as adaptações cardiovasculares aos TF dinâmico.

UNITERMOS: Natação; Pressão arterial; Bradicardia de repouso; Hipertrofia cardíaca.

### INTRODUÇÃO

O exercício físico aeróbio, realizado de forma crônica, é responsável por modificações no sistema cardiovascular tanto em repouso como

durante o exercício físico (Negrão, Moreira, Santos, Farah & Krieger, 1992; Brum, 1995; Kalil, 1997). Dentre os principais parâmetros

\* Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

cardiovasculares que sofrem as adaptações ao treinamento físico estão a frequência cardíaca (Negrão, Moreira, Santos, Farah & Krieger, 1992; Kalil, 1997) e a pressão arterial (Negrão, Moreira, Santos, Farah, Krieger, 1992; Brum, 1995), sendo que um dos principais efeitos do treinamento físico é a diminuição da frequência cardíaca em repouso. Essa adaptação é observada tanto em animais (Negrão, Moreira, Santos, Farah, Krieger, 1992) como no homem (Katona, McLean, Dighton, Guz, 1982), principalmente quando o treinamento físico é realizado em intensidade baixa e moderada (50-70% do  $VO_2$  máx.). De fato, a bradicardia de repouso tem sido considerada como um eficiente marcador do efeito do treinamento físico aeróbio. Apesar disso, ainda não se conhece o curso temporal para que ela ocorra, especialmente considerando o treinamento físico com natação.

Já a adaptação da pressão arterial parece depender da presença ou não de hipertensão arterial (Negrão, Forjaz, Brum, 1994). O efeito do treinamento físico sobre a pressão arterial em populações normotensas ainda não está totalmente esclarecido, sendo que alguns investigadores observam manutenção da pressão arterial e outros quedas de pequena magnitude (Fagart, 1985; Hoof, Hespeld, Fagard, Lojnen, Staessem, Amery, 1989). Em hipertensos, o treinamento físico diminui a pressão arterial. Desta forma, o estudo do comportamento da pressão arterial durante todo o período de treinamento físico é importante, uma vez que poderá detectar a ocorrência de adaptação da mesma em qualquer fase do treinamento físico, podendo assim determinar o curso temporal desta adaptação.

Além de alterações funcionais do sistema cardiovascular, modificações anatômicas cardíacas são observadas após um programa de treinamento físico. Vários autores tem observado uma hipertrofia cardíaca excêntrica em indivíduos treinados aerobiamente (Douglas, 1989; Schaible & Scheuer 1979).

A natação é um exercício cuja prática tem-se acentuado, sendo prescrita, inclusive como tratamento não-farmacológico adjuvante em casos de hipertensão arterial, obesidade e coronariopatias. Desta forma, o conhecimento do efeito do treinamento físico com natação sobre o comportamento cardiovascular é iminente e notório.

## METODOLOGIA

### Amostra

Foram utilizados ratos Wistar machos (n = 16), com massa corporal de 180 a 220 gramas, provenientes do Biotério Central da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Os ratos foram mantidos em gaiolas individuais, em local com temperatura ambiente entre 22 a 24°C e com luz controlada em ciclo de 12 horas (claro - escuro). Os animais foram aleatoriamente divididos em grupo sedentário (n=8) e treinado (n=8).

### Treinamento físico

O grupo treinado foi submetido a um protocolo de natação, adaptado de Lancha Junior, 1991. Neste período o grupo sedentário foi apenas manipulado diariamente com o intuito de habituar-se aos procedimentos experimentais. O exercício físico foi realizado em sessões com duração de 60 min., cinco vezes por semana, durante oito semanas, em um sistema de natação adaptado para ratos (Vieira, Haebisch, Kokubun, Hell, Curi, 1988), com a água aquecida a 30°C, com aumento gradual da sobrecarga de trabalho (peso na cauda % da massa corporal) até atingir-se 5% da massa corporal. Este protocolo foi caracterizado como um treinamento de baixa intensidade e longa duração, sendo efetivo em aumentar a capacidade oxidativa muscular (Lancha Junior, 1991).

### Estudo da frequência cardíaca e da pressão arterial antes e durante o período de treinamento físico através de medida indireta da pressão arterial (esfigmomanômetro de cauda)

A técnica de medida de pressão arterial consistiu em colocar o animal dentro de uma caixa restritora aquecida o suficiente para vasodilatar a artéria caudal. Um esfigmomanômetro (adaptado para ratos) era colocado na cauda do animal e insuflado até que o fluxo sanguíneo fosse ocluído, para que, ao ser desobstruído, os primeiros picos de pressão arterial sistólica, visualizados no computador (programa AT/CODAS, com uma frequência de amostragem de 100Hz), pudessem ser captados e o registro era realizado duas vezes por semana, ao longo de nove semanas, sendo que a primeira semana foi de adaptação à caixa restritora e aos demais procedimentos

experimentais. Foram realizadas em média seis medidas da pressão arterial de cada rato e considerava-se para ulterior análise, a média dos três valores mais próximos.

Esse método permitiu o cálculo da frequência cardíaca a partir do pulso de pressão arterial, e portanto, estudar o curso temporal para a ocorrência da bradicardia de repouso.

### **Estudo da frequência cardíaca e da pressão arterial após o treinamento físico**

#### **ECG**

Ao final do período de treinamento físico, foram implantados três eletrodos de aço inoxidável subcutâneos, para a realização do eletrocardiograma. A frequência cardíaca de repouso, batimento-a-batimento, foi então registrada em tempo real, através do programa AT/CODAS (500 Hz por canal), dois dias consecutivos, durante 30 minutos. A frequência cardíaca de repouso foi considerada como sendo a média das frequências em repouso dos dois dias de experimento.

#### **Medida direta da pressão arterial**

Foi inserida uma cânula na artéria femoral esquerda para medida de pressão intra-arterial e cálculo da frequência cardíaca, a partir do pulso de pressão arterial. A medida foi realizada com o rato em sua própria gaiola, durante trinta minutos. O sinal analógico da pressão arterial era convertido para digital e registrado em tempo real, batimento-a-batimento, através do programa AT/CODAS (100 Hz por canal). Este método permitiu a obtenção, batimento-a-batimento, dos valores de pressão arterial sistólica, diastólica e média, bem como os valores de frequência cardíaca a partir do pulso de pressão arterial, batimento-a-batimento.

#### **Estudo da Massa Cardíaca**

Após o sacrifício dos animais, houve excisão dos corações que tiveram suas câmaras separadas da seguinte forma: átrios direito e esquerdo juntos, ventrículos direito e esquerdo, separadamente. Desta forma, calcularam-se as razões peso do coração inteiro/peso corporal, peso dos átrios/peso corporal e peso dos ventrículos direito e esquerdo/peso corporal, para estimar a

ocorrência de hipertrofia cardíaca com o treinamento físico.

#### **Estudo do Metabolismo Oxidativo**

Após o sacrifício dos animais os músculos sóleos foram retirados para a dosagem da atividade máxima da enzima citrato sintase, enzima importante do ciclo de Krebs, pois catalisa a entrada de carbono neste ciclo. A escolha do músculo sóleo deveu-se ao fato deste ter uma grande quantidade de fibras vermelhas (aproximadamente 95%), as quais caracterizam o uso predominante da via oxidativa.

A atividade da enzima foi determinada segundo Alp, Newsholme, Zammit, (1976), a partir da quantificação do complexo formado entre a CoA liberada com o DTNB do meio. A reação foi iniciada pela adição de oxaloacetato ao meio e a leitura realizada a 25°C, num intervalo de 10 minutos, em 412 nm.

#### **Análise estatística**

Os dados estão apresentados na forma de média  $\pm$  erro padrão da média.

a. Comportamento da pressão arterial e da frequência cardíaca antes e durante o treinamento físico: os dados de pressão arterial e de frequência cardíaca foram comparados através de Análise de variância de dois fatores (grupo e tempo) para dados repetidos. Em caso de significância foi utilizado o *post-hoc* de Tukey e adotado um  $p \leq 0,05$ .

b. Frequência cardíaca após o treinamento físico, a partir do eletrocardiograma; comportamento da pressão intra-arterial e da frequência cardíaca a partir da medida direta da pressão arterial após o treinamento físico; relações entre o peso do coração inteiro/ peso corporal e peso dos átrios/peso corporal, peso dos ventrículos direito e esquerdo/peso corporal e atividade máxima da enzima citrato sintase foram comparados entre os grupos sedentário e treinado através do teste "t de Student" para dados não pareados. Foi adotado um  $p \leq 0,05$ .

#### **RESULTADOS**

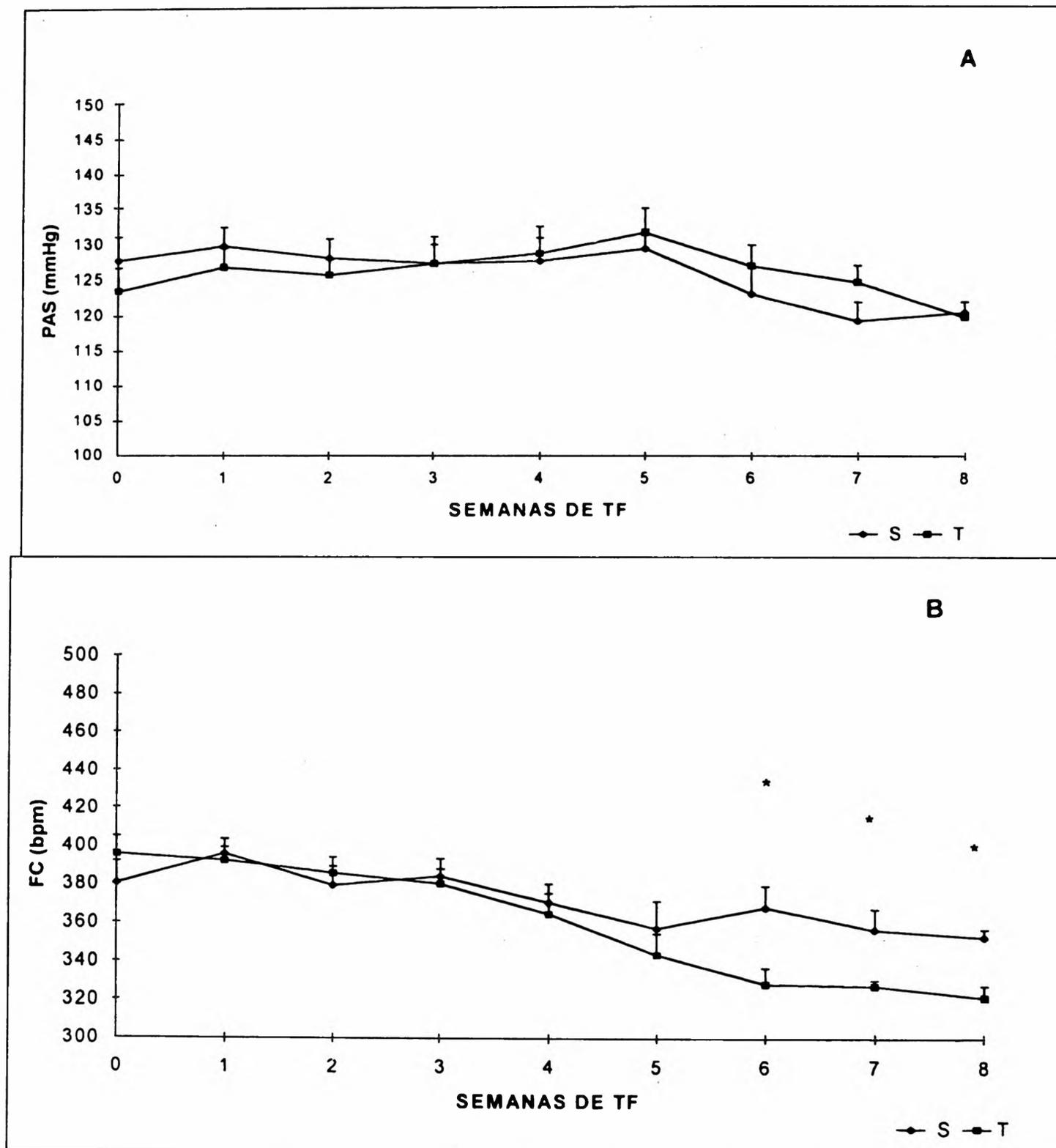
A massa corporal dos animais sedentários e treinados, não diferiu

significamente, após o período de treinamento físico ( $355 \pm 7$  vs.  $343 \pm 9$ g).

### Estudo da pressão arterial e da frequência cardíaca após o treinamento físico

Através da medida indireta da pressão arterial, pode-se observar que não houve

modificação significativa da pressão arterial entre os grupos sedentário e treinado, ao longo de todo o treinamento físico (FIGURA 1A). No entanto, o treinamento físico provocou bradicardia de repouso, a qual tornou-se significativa a partir da sexta semana de treinamento físico (FIGURA 1B).



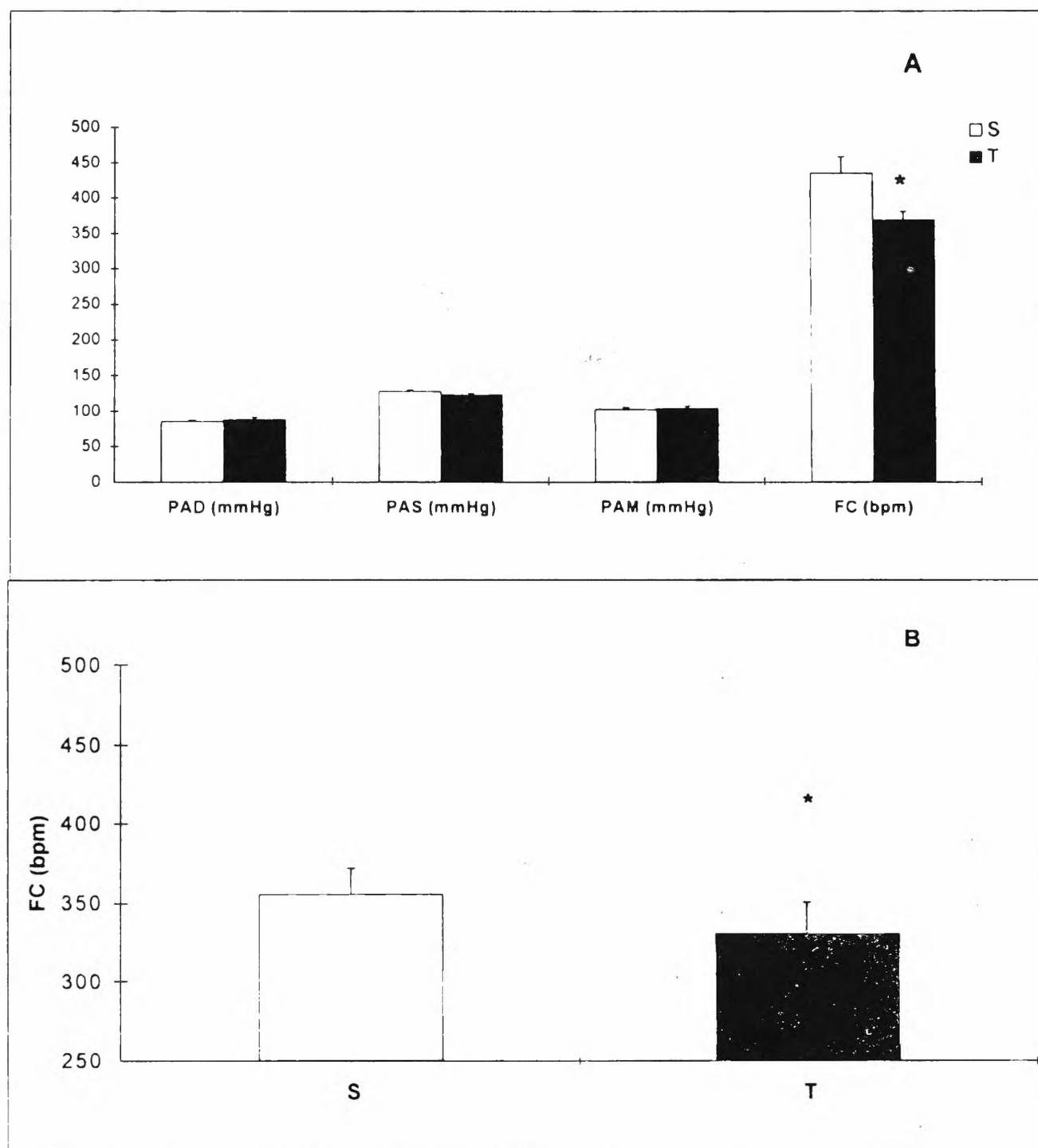
**FIGURA 1** – Pressão arterial (A) e frequência cardíaca (B) antes e durante o treinamento físico em ratos sedentários (S) e treinados (T), medida por esfigmomanômetro de cauda TF- treinamento físico. Os dados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. \* = diferença significativa entre os ratos S e T ( $p \leq 0,05$ ).

As medidas da pressão arterial (PA) em repouso, bem como da frequência cardíaca (FC) após oito semanas de treinamento físico (FIGURA 2A) medidas pelo pulso de pressão arterial através de cânula arterial, corroboram os achados

verificados pelo método de medida de pressão indireta no decorrer do treinamento físico através do esfigmomanômetro de cauda. Desta forma, não houve diferença significativa entre a pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), e

pressão arterial média (PAM) entre os grupos sedentário e treinado, mas houve diminuição

significante da frequência cardíaca de repouso nos ratos treinados em relação aos sedentários.



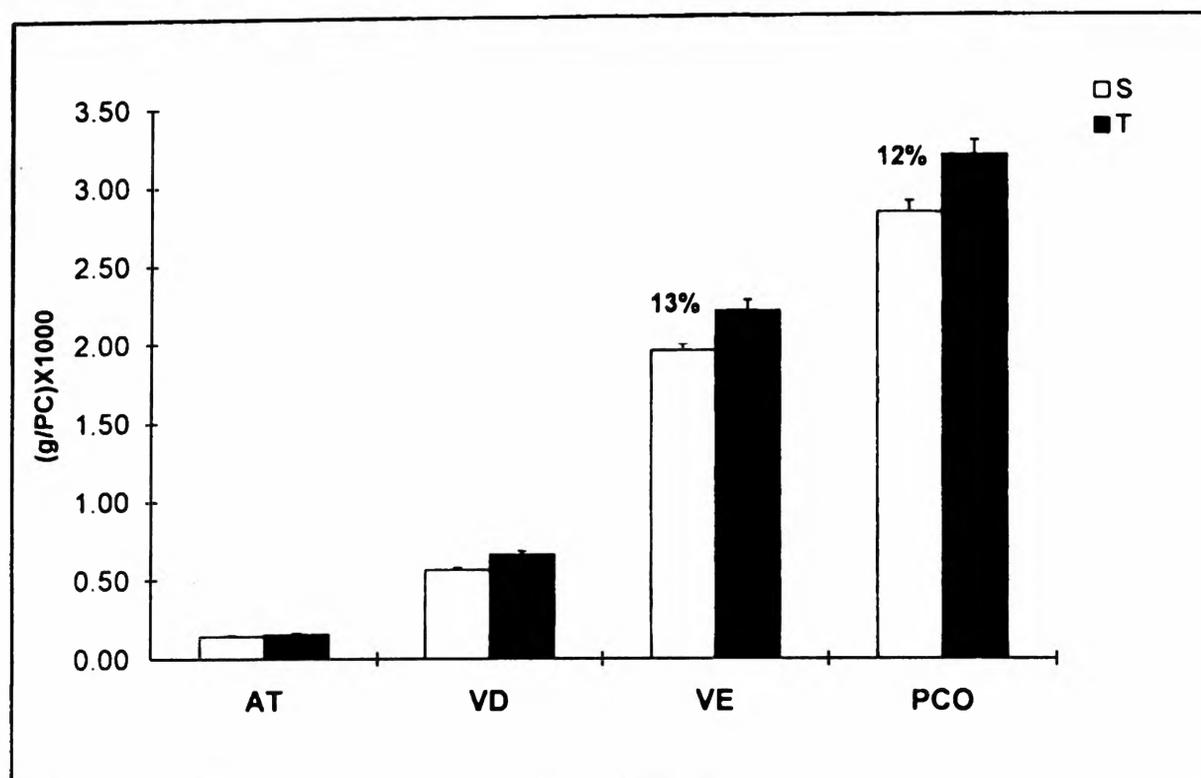
**FIGURA 2** - Medida da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e da frequência cardíaca de repouso, através do pulso de pressão arterial (A) e frequência cardíaca através do eletrocardiograma (B) em ratos sedentários (S) e treinados (T). Os dados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. \* = diferença significativa entre os ratos S e T ( $p \leq 0,05$ ).

Através da análise do comportamento da frequência cardíaca após o treinamento físico, através do eletrocardiograma, observou-se que o treinamento físico levou a uma bradicardia de repouso (25 batimentos, FIGURA 2B).

### Estudo da Massa Cardíaca

O treinamento físico causou hipertrofia cardíaca (FIGURA 3). O peso do

coração inteiro dos ratos treinados, corrigido pelo peso corporal, apresentou um aumento de 12% em relação aos ratos sedentários ( $2,98 \pm 0,15$  vs.  $3,17 \pm 0,21$  g/g.PC). Ao analisar as relações das câmaras cardíacas, separadamente, observou-se que essa hipertrofia cardíaca ocorreu principalmente no ventrículo esquerdo (aumento de 13%;  $1,95 \pm 0,10$  vs.  $2,20 \pm 0,15$  g/g.PC).



**FIGURA 3** – Relação entre o peso do coração e respectivas câmaras cardíacas corrigidas pelo peso corporal em ratos sedentários (S) e treinados (T). Os dados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. AT- átrios, VD- ventrículo direito, VE- ventrículo esquerdo, PCO – coração inteiro. \* = diferença significativa entre os ratos S e T ( $p \leq 0,05$ ).

### Estudo do Metabolismo Oxidativo

O treinamento físico levou a um aumento de 52% na atividade máxima da enzima citrato sintase ( $103,75 \pm 2,57$  vs.  $157,81 \pm 2,2$  nmol/mg.proteína nos ratos sedentários e treinados, respectivamente).

### DISCUSSÃO

#### Comportamento da pressão arterial durante o período de treinamento físico

No presente estudo, os dados da pressão arterial sistólica obtidos através da medida direta com cânula intra-arterial (127 vs. 123 mmHg nos ratos sedentários e treinados, respectivamente) após o período de treinamento físico corroboraram os dados da pressão arterial de repouso obtidos através do esfigmomanômetro de cauda durante todo o período de treinamento físico (120 vs. 120 mmHg nos ratos sedentários e treinados, respectivamente). Ambos os métodos mostraram valores semelhantes de pressão arterial entre os grupos. A pressão arterial média medida por esfigmomanômetro de cauda tendeu a ser mais baixa em ambos os grupos (sedentário e treinado)

do que a intra-arterial, isso provavelmente deveu-se ao fato deste método não ser invasivo, provocando um estresse menos expressivo nos animais. A habituação dos animais às medidas, também colaborou, já que os mesmos eram realizados semanalmente.

Não houve diferença significativa da pressão arterial entre os grupos treinado e sedentário, mostrando que o treinamento físico com natação não modifica a pressão arterial em repouso. Este efeito não parece ser inerente ao tipo de treinamento físico já que Negrão, Moreira, Santos, Farah, Krieger (1992) verificaram previamente em nosso laboratório que a pressão arterial de ratos normotensos submetidos a treze semanas de treinamento físico com esteira também não era modificada. Este efeito também parece não ser da mesma forma, espécie-dependente, pois a pressão arterial de vinte e quatro horas de homens normotensos não é modificada por treinamento físico em cicloergômetro ou mesmo em esteira (Negrão, Irigoyen, Moreira, Brum, Freire, Krieger, 1993).

Com base nos achados deste estudo em conjunto com estudos prévios, a adaptação da pressão arterial ao treinamento físico é inespecífica quanto ao tipo de treinamento físico aplicado, bem

como quanto à espécie estudada. No entanto, pode ser condicionada ao nível inicial de pressão arterial, já que populações hipertensas parecem beneficiar-se do treinamento físico no sentido deste propiciar redução da mesma (Negrão Forjaz, Brum, 1994; Silva, Brum, Negrão, Krieger, 1997; Vêras-Silva, Mattos, Gava, Brum, Negrão, Krieger, 1997).

### **Comportamento da frequência cardíaca de repouso durante o período de treinamento físico**

O treinamento físico com natação em ratos normotensos promoveu bradicardia, a qual passou a ser significativa a partir da sexta semana de treinamento físico, e pode ser demonstrada pelos três métodos de medida utilizados. Houve diminuição de 10% ou 31 batimentos por minuto na frequência cardíaca dos ratos treinados em relação aos sedentários a partir da medida da pressão arterial indireta obtida através do esfigmomanômetro de cauda, uma diminuição de 18% ou 66 batimentos por minuto a partir do pulso de pressão arterial (cânula intra-arterial) e uma diminuição de 8% ou 25 batimentos por minuto nos ratos treinados comparados aos ratos sedentários, a partir do eletrocardiograma.

A bradicardia de repouso também foi observada em estudos feitos com eletrocardiograma de repouso em ratos treinados com esteira rolante (Negrão, Moreira, Santos, Farah, Krieger, 1992) e em humanos (Goldsmith, Bigger, Steinman, Fleiss, 1992; Maciel, Gallo, Marin-Neto, Terra-Filho, Manço, 1985; Kenney, 1985; Puig, Freitas, Carvalho, Puga, Ramos, Fernandes, Costa, Freitas, 1993; Katona, McLean, Dighton, Guz, 1982).

No presente estudo, verificou-se uma bradicardia de maior magnitude nos ratos treinados com natação (25 batimentos) do que a observada em trabalho prévio realizado em nosso laboratório em ratos treinados em esteira rolante, onde foi obtida uma diminuição de apenas nove batimentos durante 13 semanas de treino (Negrão, Moreira, Santos, Farah, Krieger (1992). De fato, Schaible & Scheuer (1979) compararam as adaptações cardiovasculares ao treinamento físico com natação e esteira em ratos, durante oito semanas e mostraram que os animais treinados com natação tinham uma bradicardia de repouso maior do que os treinados na esteira na mesma intensidade de treino (75% do  $VO_2$  máx.). O mesmo foi observado por outros autores que treinaram ratos em esteira rolante e obtiveram uma diminuição de 10

batimentos (Tipton, Barnard, Tcheng, 1966) e de 18 batimentos (Hughson, Sutton, Fitzgerald, Jones, 1977). Os dados do presente estudo corroboram os de Bolter, Hughson, Critz (1973) que em estudo realizado com ratos treinados com natação encontraram diminuição da frequência cardíaca de repouso de aproximadamente 30 batimentos nos animais treinados comparados aos sedentários.

Sendo assim, a natação parece ser um tipo de treinamento físico aeróbio eficiente para provocar adaptações benéficas ao sistema cardiovascular.

Os dados confirmam a especificidade da adaptação da bradicardia de repouso ao tipo de treinamento físico realizado.

### **Relação entre os pesos do coração e das respectivas câmaras cardíacas corrigidas pelo peso corporal e atividade enzimática muscular**

Uma metodologia para estimar a hipertrofia cardíaca após o treinamento físico em animais de experimentação é o cálculo da relação entre o peso do coração e o peso corporal.

No presente estudo, através dos dados do peso do coração corrigidos pelo peso corporal, verificou-se a ocorrência de uma hipertrofia cardíaca significativa (aumento de 12%). Esta hipertrofia ocorreu no ventrículo esquerdo (aumento de 13%). Schaible & Scheuer (1979) estudando a hipertrofia cardíaca em ratos treinados com natação e esteira, observaram que os mesmos tinham um aumento da relação peso do ventrículo esquerdo/peso corporal ( $0,669 \pm 0,015g$  e  $0,619 \pm 0,014g$  para ratos treinados com natação e esteira, respectivamente) em relação aos ratos sedentários ( $0,551 \pm 0,010g$ ).

Douglas (1989) também observou hipertrofia cardíaca em triatletas que auxiliava na melhora da função cardíaca desses indivíduos. Estes possuíam a espessura do ventrículo esquerdo aumentada, sem haver diminuição do diâmetro das câmaras cardíacas, caracterizando uma hipertrofia cardíaca do tipo excêntrica.

Com relação a adaptação músculo-esquelética ao treinamento físico aeróbio, pudemos observar no presente estudo, que os ratos treinados com natação aumentaram o metabolismo oxidativo muscular o que pôde ser observado através do aumento da atividade da enzima citrato sintase em 52%. De fato, outros autores já demonstraram que o treinamento físico com natação é eficiente em aumentar a atividade máxima oxidativa muscular

(Vieira, Duarte, Curi, Villella, Machado, Carpinelli, 1987; Lancha Junior, 1991), que é uma adaptação marcante do músculo esquelético ao treinamento físico aeróbio.

Em conclusão, os resultados obtidos no presente estudo, sugerem que o treinamento

físico com natação foi eficiente para promover adaptações centrais (cardiovasculares) e periféricas (músculo-esqueléticas) em ratos, que são adaptações marcantes ao treinamento físico aeróbio.

## ABSTRACT

### EFFECT OF SWIMMING TRAINING ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN NORMOTENSIVE RATS

Resting bradycardia is considered to be a good marker of exercise training (ET) adaptation. However, the time course to heart rate (HR) and blood pressure (BP) responses occur during the exercise training period has not been clarified yet. Therefore, we studied 16 male normotensive Wistar rats. Eight rats were exercise trained (T) for 8 weeks, at a low intensity swimming protocol and 8 were kept sedentary (S). Systolic blood pressure and heart rate were measured two times per week during ET period by caudal measurements. The signal was recorded on a beat-to-beat basis (AT/CODAS) at a frequency of 100 Hz for 30 min in quiet and conscious rats. After ET, an arterial cannula was implanted for direct BP measurements and resting HR was studied using subcutaneously implanted electrodes. After BP and HR measurements, the rats were sacrificed and cardiac chambers were weighed in order to evaluate the cardiac hypertrophy. Maximal citrate synthase activity was measured in the soleus muscle to evaluate the oxidative muscle adaptation. Blood pressure was not changed by swimming training in normotensive rats. As expected, the resting HR was lower in T than in S rats ( $355 \pm 16$  vs.  $330 \pm 20$  bpm). We observed increased left ventricle weight/body weight ratio in T rats (1.95 vs. 2.20 g/gBW) which represented 13% of left ventricle hypertrophy in T rats. The maximal citrate synthase activity increased 52% in the T rats. It was concluded that the swimming training for rats is a good experimental model to study the cardiovascular adaptations to dynamic exercise training.

UNITERMS: Swimming; Blood pressure; Resting bradycardia; Cardiac hypertrophy.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALP, P.R.; NEWSHOLME, E.A.; ZAMMIT, V.A. Activities of citrate and  $\text{NAD}^+$  linked and  $\text{NADP}^+$  linked isocitrate dehydrogenase in muscle from vertebrates and invertebrates. **Biochemical Journal**, v.154, p.689-700, 1976.
- BOLTER, C.P.; HUGHSON, R.L.; CRITZ, J.B. Intrinsic rate and cholinergic sensitivity of isolated atria from trained and sedentary rats. **Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine**, v.144, p.364-7, 1973.
- BRUM, P.C. **Regulação da pressão arterial durante o exercício físico: papel dos pressorreceptores arteriais e efeito do treinamento físico**. São Paulo, 1995. 112p. Tese (Doutorado) Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- DOUGLAS, P.S. Cardiac considerations in the triathlete. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v.21, p.214-8, 1989. Supplement 5.
- FAGART, R. Habitual physical activity and blood pressure in normo and hypertension. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p.57-67, 1985.
- GOLDSMITH, R.L.; BIGGER, J.T.; STEINMAN, R.C.; FLEISS, J.L. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance trained and untrained young men. **Journal of the American College of Cardiology**, v.20, p.552-8, 1992.
- HOOFF, R.V.; HESPELD, P.; FAGART, R.; LOJNEN, P.; STAESSEN, J.; AMERY, A. Effect of endurance training on blood pressure at rest, during exercise and during 24 hours in sedentary men. **American Journal of Cardiology**, v.63, p.945-9, 1989.
- HUGHSON, R.L.; SUTTON, J.R.; FITZGERALD, J.D.; JONES, N.L. Reduction of intrinsic sinoatrial frequency and norepinephrine response of the exercised rat. **Canadian Journal of Physiological Pharmacology**, v.55, p.813-20, 1977.

- KATONA, P.G.; McLEAN, M.; DIGHTON, D.H.; GUZ, A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. **Journal of Applied Physiology: Respiratory and Environmental Exercise Physiology**, v.52, p.1652-7, 1982.
- KALIL, L.M.P. **Treinamento físico e frequência cardíaca de repouso em ratos idosos: avaliação da frequência cardíaca intrínseca e da modulação autonômica.** São Paulo, 1997. 76p. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 1997.
- KENNEY, W.L. Parasympathetic control of resting heart rate: relationship to aerobic power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p.451-5, 1985.
- LANCHA JUNIOR, A.H. **Resistência ao esforço físico: efeito da suplementação nutricional de carnitina, aspartato e asparagina.** São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- MACIEL, B.C.; GALLO JUNIOR, L.; MARIN-NETO, J.A.; TERRA-FILHO, J.; MANÇO, J.C. Parasympathetic contribution to bradycardia induced by endurance training in man. **Cardiovascular Research**, v.19, p.642-8, 1985.
- NEGRÃO, C.E.; FORJAZ, C.L.M.; BRUM, P.C. Exercício físico e hipertensão. **Hiperativo**, v.1, p.18-22, 1994.
- NEGRÃO, C.E.; IRIGOYEN, M.C.; MOREIRA, E.D.; BRUM, P.C.; FREIRE, P.M.; KRIEGER, E.M. Effect of exercise training on RSNA, baroreflex control, and blood pressure responsiveness. **American Journal of Physiology: Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v.265, p.R365-70, 1993.
- NEGRÃO, C.E.; MOREIRA, E.D.; SANTOS, M.C.L.M.; FARAH, V.M.A.; KRIEGER, E.M. Vagal function impairment after exercise training. **Journal of Applied Physiology**, v.72, p.1749-53, 1992.
- PUIG, J.; FREITAS, J.; CARVALHO, M.J.; PUGA, N.; RAMOS, J.; FERNANDES, P.; COSTA, O.; FREITAS, A.F. Spectral analysis of heart rate variability in athletes. **Journal of Sport Medicine, Physiology & Fitness**, v.33, n.1, p.44-8, 1993.
- SCHAIBLE, T.F.; SCHEUER, J. Effects of physical training by running or swimming on ventricular performance of rats hearts. **Journal of Applied Physiology**, n.46, p.854-60, 1979.
- SILVA, G.J.J.; BRUM, P.C.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Acute and chronic effects of exercise on baroreflexes in spontaneously hypertensive rats. **Hypertension**, v.30, part 2, p.714-9, 1997.
- TIPTON, C.M.; BARNARD, R.J.; TCHENG, T. Resting heart rate investigations with trained and nontrained hypophysectomized rats. **Journal of Applied Physiology**, v.26, p.585-8, 1966.
- VÉRAS-SILVA, A.S.; MATTOS, K.C.; GAVA, N.S.; BRUM, P.C.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Low-intensity exercise training decreases cardiac output and hypertension in spontaneously hypertensive rats. **American Journal of Physiology: Heart and Circulation Physiology**, v.273, p.H2627-31, 1997.
- VIEIRA, R.; HAEBISCH, H.; KOKUBUN, E.; HELL, N.S.; CURI, R. Sistema de natação para exercício físico de ratos. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.3, p.387-94, 1988.

Recebido para publicação em: 30 abr. 1999

Revisado em: 17 mar. 2000

Aceito em: 25 ago. 2000

ENDEREÇO: Patrícia Chakur Brum

Laboratório de Fisiologia da Atividade Motora

Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano

Av. Prof. Mello Moraes, 65

05508-900 - São Paulo - SP -BRASIL.