

# EFEITO DA FREQUÊNCIA SEMANAL DE TREINAMENTO SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL EM RATOS SHR

Themis Moura Cardinot<sup>1</sup>

Afonso Henriques Bandeira Moniz-de-Aragão<sup>2</sup>

Marco Aurelio Rodrigues da Fonseca Passos<sup>2</sup>

Carolina de Albuquerque Correia<sup>1</sup>

Paulo de Tarso Veras Farinatti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<sup>2</sup>Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

<sup>3</sup>Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

## RESUMO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é um fator de risco importante para as doenças cardiovasculares. O controle da HAS inclui a prática de exercícios físicos. Mas, recomendações referentes à frequência semanal de treinamento são escassas. O objetivo foi avaliar o efeito do exercício físico aeróbico realizado com diferentes frequências de treinamento sobre a pressão arterial em ratos espontaneamente hipertensos (SHR). Foram estudados 15 ratos machos divididos em três grupos: controle sedentário (GCS), treinados 3x semanais (GT3) e 5x semanais (GT5). Os grupos GT3 e GT5 treinaram em esteira rolante durante 10 semanas, com duração de 60 minutos. A pressão arterial sistólica (PAS) foi verificada semanalmente. Os dados foram analisados por meio de ANOVA de duas entradas para medidas repetidas ( $p < 0,05$ ). PAS inicial GT5 =  $117 \pm 4$  mmHg, GT3 =  $119 \pm 4$  mmHg e GCS =  $120 \pm 6$  mmHg ( $p > 0,05$ ). A PAS nos grupos GT5 e GT3 manteve-se inalterada até a última semana de treinamento ( $p > 0,05$ ) e GCS exibiu aumento progressivo da PAS no mesmo período ( $172 \pm 8$  mmHg;  $p < 0,05$ ). A PAS final do GCS foi maior que a medida para os grupos treinados desde a 6ª semana de treinamento ( $p < 0,05$ ). Um programa de exercício físico de baixa intensidade pode auxiliar no controle da PAS em ratos SHR com efeitos observáveis a partir da sexta semana de treinamento. Efeitos favoráveis parecem independem da frequência semanal de treinamento, ao menos nos limites da amostra e do tempo de acompanhamento estudados.

**Palavras-chave:** Saúde. Doença cardiovascular. Hipertensão. Exercício físico. Esteira rolante.

## EFFECT OF WEEKLY TRAINING FREQUENCY ON BLOOD PRESSURE IN SHR RATS

### ABSTRACT

Systemic arterial hypertension (SAH) is one of the main risk factors for cardiovascular diseases. The control of SAH includes physical exercise. However, recommendations regarding the frequency of weekly training are scarce. The aim was to evaluate the effect of aerobic exercise performed with different training frequencies on blood pressure in spontaneously hypertensive rats (SHR). Fifteen male rats were divided into three groups: sedentary control (GCS), trained 3x weekly (GT3) and 5x weekly (GT5). Groups GT3 and GT5 were trained on a treadmill for 10 weeks, lasting 60 minutes. Systolic blood pressure (SBP) was checked weekly. The results were analyzed using two-way ANOVA for repeated measures ( $p < 0.05$ ). Initial SBP GT5 =  $117 \pm 4$  mmHg, GT3 =  $119 \pm 4$  mmHg and GCS =  $120 \pm 6$  mmHg ( $p > 0.05$ ). The SBP in groups GT5 and GT3 remained unchanged until the last week of training ( $p > 0.05$ ). GCS showed a progressive increase in SBP until the same period ( $172 \pm 8$  mmHg;  $p < 0.05$ ). The final SBP of the GCS was greater than the measured for the groups trained since the 6th week of training ( $p < 0.05$ ). A low-intensity exercise program can contribute to the control of SBP in SHR rats with effects observed since the sixth week of training. The favorable effects seem to be independent of the frequency of training, at least within the limits of the sample and the time of follow-up investigated.

**Keywords:** Health. Cardiovascular disease. Hypertension. Physical exercise. Treadmill.

## INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica é um dos principais fatores de risco para as doenças cardiovasculares, principal causa de morbidade e mortalidade em todo o mundo. A hipertensão arterial é responsável pelos altos custos no setor de saúde e de previdência por ser uma doença crônica e levar à incapacitação laboral. Alguns dos fatores de risco que colaboram para o surgimento da hipertensão arterial são: obesidade, diabetes, dislipidemia, sedentarismo, tabagismo, má alimentação, estresse e predisposição genética. Indivíduos hipertensos têm um risco mais elevado de desenvolver doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, acidente vascular encefálico, aneurisma, insuficiência renal e doença arterial periférica (JAMES *et al.*, 2014).

A hipertensão arterial sistêmica tem sido compreendida como uma doença dentro de um contexto mais amplo do que a simples definição de níveis pressóricos, hoje considerada como um critério intermediário dentro de um quadro mais abrangente. Cifras pressóricas elevadas são reconhecidas como marcadores de risco cardiovascular, porém, isoladamente, carecem de suficiente sensibilidade e especificidade. A partir desta perspectiva, a hipertensão arterial caracteriza-se como uma condição sistêmica que apresenta alterações estruturais nas artérias e no miocárdio; além de disfunção endotelial, constrição e remodelamento da musculatura lisa vascular (JAMES *et al.*, 2014).

A despeito de fatores genéticos e/ou ambientais e de mecanismos reguladores envolvidos, a característica principal da hipertensão arterial sistêmica, quando se apresenta estabelecida, é o aumento da resistência periférica. Os mecanismos que promovem a redução do calibre das arteríolas atuam de forma funcional — na contração da musculatura que regula a luz do vaso; de forma estrutural — na espessura da musculatura; ou de ambas as formas. Dentre os fatores funcionais, a atividade simpática parece ter um importante papel na patogênese e também na manutenção da hipertensão arterial. Sabe-se que a atividade simpática é modulada tanto pelas aferências de diferentes reflexos, quanto por substâncias vasopressoras ou vasodepressoras circulantes ou que são produzidas pelas próprias células da musculatura lisa ou endotelial dos vasos (IRIGOYEN; CONSOLIM-COLOMBO; KRIEGER, 2001).

## O RATO ESPONTANEAMENTE HIPERTENSO

A busca por um modelo experimental que caracterizasse uma doença tão importante para o ser humano como a hipertensão arterial primária sempre esteve presente entre os pesquisadores. Em 1958, foi desenvolvido por Smirk e Hall o primeiro modelo de hipertensão espontânea no rato — o modelo GH, que foi originado de uma cepa de ratos da Nova Zelândia. Cinco anos depois, em 1963, Okamoto *et col.* desenvolveram o rato espontaneamente hipertenso (spontaneously hypertensive rat — SHR). Desde então, esta cepa tem sido o modelo mais estudado nas pesquisas referentes à hipertensão arterial sistêmica (FAZAN JR; SILVA; SALGADO, 2001).

O rato espontaneamente hipertenso começa a desenvolver um quadro de hipertensão arterial com cinco semanas de vida. Mas, apenas entre a 7ª e 15ª semanas de vida irá apresentar um nível de pressão arterial considerada como hipertensão espontânea. Entre a 20ª e 28ª semanas de vida, o rato espontaneamente hipertenso irá atingir um platô em seus valores pressóricos. Não foi observada influência sexual nesse desenvolvimento. Porém, fatores ambientais como: ingestão excessiva de sódio, estresse e alterações no ciclo claro/escuro do biotério, podem afetar o desenvolvimento da hipertensão arterial neste modelo de rato (YAMORI, 1984).

A importância do rato espontaneamente hipertenso se deve à similaridade de sua fisiopatogenia com a hipertensão arterial primária no homem, mostrando ser um excelente modelo de estudo. Mas, as seguintes ressalvas devem ser feitas: i. Reconhecimento da improbabilidade de que ambas as formas de hipertensão espontânea (rato e homem) sejam expressões idênticas de uma doença hipertensiva determinada geneticamente; ii. Ambas têm origem poligênica e são influenciadas por fatores ambientais; iii. Sendo o controle cardiocirculatório multifatorial, certos mecanismos pressores não se expressam, necessariamente, em ambas as situações (YAMORI, 1984).

Nos ratos espontaneamente hipertensos as alterações das propriedades funcionais precedem o desenvolvimento da hipertensão arterial. A diminuição da distensibilidade e da complacência vascular nos ratos jovens é consequência de uma hipertrofia da camada média do vaso, em vez de alterações intrínsecas de suas propriedades elásticas (GORP *et al.*, 2000). Em vista disso, a hipertensão do rato espontaneamente hipertenso está associada, em estágios iniciais, a um aumento da resistência periférica total e a um débito cardíaco normal ou reduzido. Esse aumento da resistência periférica se deve principalmente às pequenas

artérias, arteríolas e aos esfíncteres pré-capilares (POTTS; MCKEOWN; SHOUKAS, 1998). Com a instalação do quadro hipertensivo, o rato espontaneamente hipertenso desenvolve uma progressiva hipertrofia cardíaca; contudo, o débito cardíaco pode permanecer em níveis normais, até que nos estágios finais a função cardíaca começa a ser comprometida, quando, então, o débito cardíaco começa a reduzir-se em função de uma insuficiência cardíaca congestiva (THOMAS *et al.*, 1997).

## EXERCÍCIO FÍSICO E HIPERTENSÃO ARTERIAL

A intervenção clínica e terapêutica do paciente hipertenso engloba medidas farmacológicas e também as não medicamentosas, como por exemplo: restrição salina, restrição ao fumo, controle do estresse, redução de peso e a prática orientada de exercícios físicos. Nesse contexto, os programas de treinamento físico têm sido regularmente recomendados como um procedimento valioso na terapia não medicamentosa da hipertensão arterial (JAMES *et al.*, 2014).

Nas últimas décadas foram realizadas diversas pesquisas que não deixam dúvidas quanto ao papel do exercício físico aeróbico na prevenção e no tratamento da hipertensão arterial (VERAS-SILVA *et al.*, 1997; NEGRÃO; RONDON, 2001; TAKATA; OHTA; TANAKA, 2003; JAMES *et al.*, 2014). O resultado favorável do exercício físico no controle da pressão arterial é dependente do tipo de exercício, da intensidade e da duração do mesmo. Dessa forma, o exercício físico se for corretamente programado quanto a sua duração e intensidade, pode apresentar um efeito hipotensor relevante. Tal fato já foi comprovado em animais geneticamente hipertensos e também em humanos com hipertensão arterial essencial. SILVA *et al.*, (1997) mostraram que uma única sessão de exercício físico aeróbico prolongado, de baixa ou moderada intensidade, provoca redução na pressão arterial no período de 24 horas. Trata-se, portanto, de uma estratégia cuja importância clínica é inegável.

Apesar de certo consenso quanto aos benefícios do exercício físico regular para o indivíduo hipertenso e em relação aos mecanismos subjacentes ao declínio da pressão arterial em modelos animais e em humanos, alguns questionamentos vêm sendo levantados no que se refere à qualidade e principalmente à quantidade de treinamento necessária para se obter tal benefício. Quando se fala em quantidade de treinamento, está-se referindo à duração, frequência e intensidade. A duração refere-se ao período de tempo de uma sessão de treinamento, a frequência ao número de sessões por ciclo de treinamento e a intensidade ao nível de dificuldade do exercício (ACSM, 2004).

Na maior parte dos casos, o exercício físico aeróbico contínuo de baixa a moderada intensidade provoca redução na pressão arterial. Alguns pesquisadores sugerem que, para se atingir os efeitos hipotensores almejados, o treinamento físico teria de ser realizado em baixa intensidade, haja vista que o treinamento físico de alta intensidade não provocaria diminuição na frequência cardíaca de repouso, não reduziria o débito cardíaco e, por conseguinte, não atenuaria a hipertensão arterial em ratos espontaneamente hipertensos (NEGRÃO; RONDON, 2001). Veras-Silva *et al.*, (1997), por exemplo, demonstraram que o treinamento físico aeróbico de baixa intensidade, realizado cinco vezes por semana diminuiu os níveis pressóricos em ratos espontaneamente hipertensos, enquanto que o treinamento de alta intensidade, realizado com a mesma frequência semanal, não apresentou os mesmos resultados.

No que diz respeito ao exercício físico regular, evidências mostram que o treinamento físico aeróbico de baixa intensidade (50 a 55% do consumo de oxigênio de pico) leva a uma diminuição na hipertensão arterial em ratos espontaneamente hipertensos e em humanos hipertensos. No rato espontaneamente hipertenso, o treinamento físico melhora o controle barorreflexo, decorrente de uma maior sensibilidade do nervo depressor aórtico, durante as variações da pressão arterial. Essa melhora no controle barorreflexo pode estar relacionada à diminuição do tônus simpático no coração, que determina a redução da frequência cardíaca de repouso. Essa alteração no cronotropismo cardíaco de repouso tem grande valia, porque reduz o débito cardíaco e, por conseguinte, a pressão arterial em ratos espontaneamente hipertensos (NEGRÃO; RONDON, 2001).

Muitos estudos têm sido conduzidos em modelos animais. Gava *et al.*, (1995), por exemplo, demonstraram que o exercício físico no rato espontaneamente hipertenso causa bradicardia em repouso e uma atenuação da resposta taquicárdica durante exercício dinâmico de intensidade progressiva. Essas adaptações seriam mais pronunciadas depois de um exercício físico de baixa intensidade do que de alta intensidade, o que pode ser atribuído a uma diminuição significativa da atividade nervosa simpática que controla a frequência cardíaca. A intensidade do exercício físico parece ser crucial para as adaptações do sistema neurovegetativo, que controla a frequência cardíaca em repouso e durante uma condição estressante como é o exercício dinâmico progressivo.

Por outro lado, Forjaz *et al.*, (1998) provaram que a magnitude e a duração da queda pressórica provocada pelo exercício físico aeróbico são dependentes da duração do exercício. Esse resultado tem valor clínico, porque ao indicar a influência da duração do treino na resposta hipotensora pós-exercício, sugere que, na prescrição de exercícios físicos para indivíduos hipertensos, as sessões mais prolongadas seriam as mais adequadas para essa população.

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (American College of Sport Medicine – ACSM) publicou um posicionamento sobre exercício e hipertensão, no qual é feito um resumo dos resultados de diversas meta-análises de estudos randomizados controlados. A maior parte dos estudos disponíveis foi realizada com homens entre 18 e 79 anos de idade (mediana de 45 anos). A duração dos programas oscilava entre 4 e 52 semanas (mediana de 16 semanas), enquanto a frequência do treinamento era de 1 a 7 vezes semanais, apesar de 2/3 dos estudos lidarem com atividades feitas 3 vezes por semana. A duração das sessões, com raras exceções, situava-se em torno de 30-60 minutos (mediana de 40 minutos). A intensidade média variou muito, indo de 30 a 90% da reserva de  $VO_{2max}$  (corrigido para o consumo de oxigênio no repouso), envolvendo predominantemente atividades como caminhada, corrida e ciclismo. A redução da pressão arterial no repouso decorrente desses programas também variou bastante, podendo chegar a 5-7 mmHg, tendendo a ser maior na pressão sistólica do que na diastólica (ACSM, 2004).

O posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte esclarece que, de acordo com os estudos e meta-análises examinados, pouca ou nenhuma influência poderia ser atribuída isoladamente à duração, frequência e intensidade do exercício físico. A literatura pertinente sugere que mesmo programas de treinamento físico aeróbico de baixa intensidade podem revelar-se eficazes no manuseio da pressão arterial sistêmica. Embora reconhecendo-se que as recomendações mais específicas referentes ao controle das variáveis do treinamento percam o sentido quando o objetivo é a diminuição da pressão arterial; pode ser útil fornecer alguns parâmetros de referência nessa acepção (ACSM, 2004).

Sendo assim, o posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte sugere que a prescrição de exercício físico aeróbico para hipertensos obedeça a princípios semelhantes ao que é recomendado para desenvolver e manter a aptidão cardiorrespiratória de adultos normotensos. Percebe-se, todavia, que as recomendações são mais precisas quando se referem à intensidade e à duração do exercício físico. Em comparação a essas duas variáveis, as recomendações disponíveis para a frequência semanal de treinamento físico são verdadeiramente escassas e demasiadamente amplas (ACSM, 2004).

Talvez por isso, as agências normativas sejam um tanto vagas, no que diz respeito à frequência de treinamento físico para hipertensos em seus posicionamentos oficiais. O ACSM (2004), por exemplo, propõe para essa população que sejam feitos exercícios aeróbicos com intensidade entre 50 a 85%  $VO_{2max}$  em sessões com duração de 30 a 40 minutos. No entanto, quanto à frequência, o espectro aconselhado é demasiadamente amplo, de 3 a 7 dias por semana. As questões que se colocam, dentro desse contexto, são as seguintes: seriam realmente os efeitos do exercício físico para hipertensos pouco influenciados pelo número de vezes semanais em que é praticado? A frequência semanal de treinamento teria uma contribuição independente para o volume de treinamento físico e a relação dose-resposta decorrente?

Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do exercício físico aeróbico contínuo, de baixa intensidade, realizado com diferentes frequências semanais de treinamento, sobre a pressão arterial sistólica, em ratos espontaneamente hipertensos. Para tanto, procurou-se responder às seguintes questões: i. O exercício físico altera a pressão arterial em ratos espontaneamente hipertensos? ii. Diferentes frequências semanais de treinamento físico aeróbico mediam de maneira distinta a pressão arterial em ratos espontaneamente hipertensos?

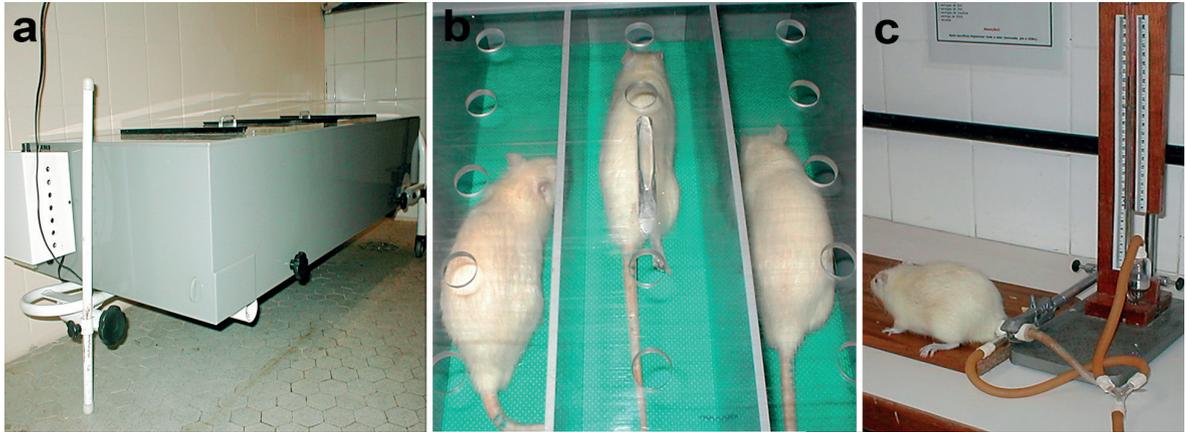
## MATERIAIS E MÉTODOS

Os protocolos de manuseio e experimentação foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. O biotério possuía ciclo invertido de 12 horas claro/escuro (luzes artificiais 18:00 - 06:00h) e exaustão de 15 min/h, sob temperatura e umidade controladas ( $22 \pm 2^{\circ}C$ ;  $60 \pm 10\%$ , respectivamente). Os ratos foram alimentados com ração balanceada Purina® e água *ad libitum* (AIN-93 Diet).

Foram estudados 15 ratos machos, espontaneamente hipertensos – ratos SHR. Os animais constituíram três grupos de cinco: controle sedentário (GCS), treinados com frequência de 3x semanais (GT3) e 5x semanais (GT5). Todos os ratos foram acompanhados desde o cruzamento até o nascimento. Os irmãos foram divididos aleatoriamente e proporcionalmente nos três grupos estudados. Após 21 dias de nascimento,

os ratos foram desmamados. O nível inicial de pressão arterial foi determinado em torno da quarta semana de vida. O treinamento físico aeróbico foi iniciado na quinta semana de vida, isto é, na fase em que os ratos espontaneamente hipertensos ainda não desenvolveram a hipertensão arterial. O treinamento foi mantido até a 15ª semana de vida, perfazendo 10 semanas de treinamento. Os grupos treinados foram submetidos a exercício físico aeróbico contínuo em uma esteira rolante modelo ET2000 da Insight Equipamentos, fabricada especificamente para treinamento aeróbico de ratos (Figura 1a).

**Figura 1** - Sessão de treinamento em esteira rolante e aferição da pressão arterial caudal em ratos SHR.



Legenda: **a.** esteira rolante modelo ET2000 da Insight Equipamentos; **b.** sessão de treinamento aeróbico; **c.** aferição da pressão arterial pelo método não invasivo de pletismografia da artéria caudal.

Fonte: os autores.

O **protocolo de adaptação** ao exercício físico foi iniciado na quinta semana de vida dos ratos. Com duração de cinco dias, seu propósito foi a adaptação dos animais à esteira rolante. Durante todo o protocolo de adaptação, a velocidade da esteira foi mantida constante em 5 m/min. No primeiro dia, a adaptação durou 10 minutos. Ao longo desta semana o tempo recebeu incrementos diários de 5 minutos até completar 30 minutos no quinto e último dia da sessão de adaptação.

O **protocolo de treinamento** foi iniciado logo após a semana de adaptação, ou seja, na sexta semana de vida dos ratos, que passou a ser denominada como primeira semana de treinamento (ST), com os ratos já perfeitamente adaptados e separados aleatoriamente nos grupos: GT5, com treino de cinco vezes semanais, e GT3, três vezes semanais (Figura 1b). Tanto a velocidade quanto a duração do exercício físico aeróbico foram aumentando progressivamente, até que se atingisse a velocidade correspondente à intensidade prevista. O propósito foi chegar a uma intensidade de aproximadamente 55% do  $VO_{2máx}$ , tomando-se por base o protocolo sugerido por Veras-Silva *et al.*, (1997).

A duração da sessão de treinamento durante as quatro primeiras semanas foi mantida em 30 minutos. Na quinta, sexta e sétima ST adicionou-se 10 minutos ao tempo de duração até se alcançar 60 minutos, que foi mantido até a 10ª semana de treinamento (Tabela 1).

A velocidade na esteira durante a semana de adaptação foi mantida constante em 5 m/min. Mas, ao longo das ST, a velocidade foi aumentando progressivamente até alcançar a velocidade de 10 m/min na 10ª ST (Tabela 1).

A pressão arterial foi verificada semanalmente durante todo o período do experimento pelo método não invasivo de pletismografia da artéria da cauda (tail cuff), que permite somente a determinação da pressão arterial sistólica (Figura 1c) (LEE *et al.*, 2002). A pressão arterial caudal foi aferida sempre 24 horas após a última sessão de treino da semana para se evitar o efeito hipotensor agudo que o exercício provoca. Os dados foram analisados por meio de técnicas de estatística descritiva e os grupos foram comparados com uso de uma ANOVA de duas entradas para medidas repetidas ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1** - Correspondência entre semana de vida do rato, semana de treinamento, tempo da sessão de treinamento e velocidade na esteira rolante.

SV	ST	t (min)	V <sub>0-15 min</sub> (m/min)	V <sub>15-30 min</sub> (m/min)	V <sub>30-40 min</sub> (m/min)	V <sub>30-50 min</sub> (m/min)	V <sub>30-45 min</sub> (m/min)	V <sub>45-60 min</sub> (m/min)
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	<b>ADAPTAÇÃO*</b>	10-30		5	—	—	—	—
6	<b>1</b>	30	5	6	—	—	—	—
7	<b>2</b>	30	5	6	—	—	—	—
8	<b>3</b>	30	6	7	—	—	—	—
9	<b>4</b>	30	6	7	—	—	—	—
10	<b>5</b>	40	6	7	8	—	—	—
11	<b>6</b>	50	6	7	7	8	—	—
12	<b>7</b>	60	6	7	7	7	8	9
13	<b>8</b>	60	6	7	7	8	8	9
14	<b>9</b>	60	6	7	8	8	8	9
15	<b>10</b>	60	7	8	8	8	9	10

Legenda: SV: semanas de vida; ST: semanas de treinamento; t: tempo de duração da sessão de treinamento; V: velocidade na esteira rolante; V<sub>0-15</sub> velocidade de 0 a 15 minutos; V<sub>15-30</sub> velocidade de 15 a 30 minutos; V<sub>30-40</sub> velocidade de 30 a 40 minutos; V<sub>30-45</sub> velocidade de 30 a 45 minutos; V<sub>45-60</sub> velocidade de 45 a 60 minutos; velocidade medida em metros/minuto (m/min). \*O protocolo de adaptação foi descrito detalhadamente no terceiro parágrafo de Material e Métodos. Fonte: os autores.

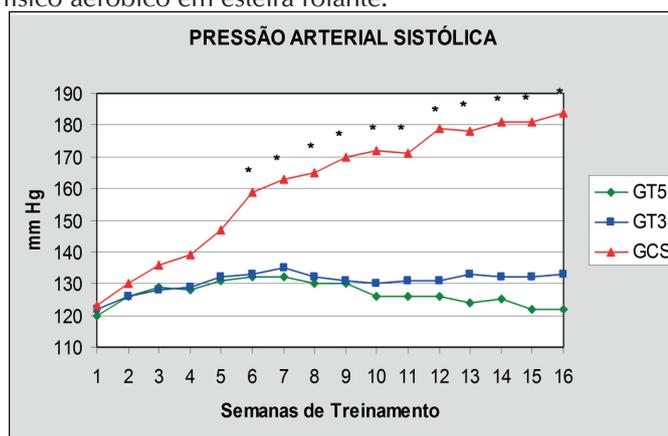
## RESULTADOS

Na quarta semana de vida, a pressão arterial sistólica foi aferida e todos os ratos apresentaram valores semelhantes, legitimando a homogeneidade da amostra no início do estudo. Em seguida, os ratos foram divididos em três grupos de cinco e a média da pressão arterial sistólica caudal foi calculada para cada grupo: GT5 = 117±4 mmHg, GT3 = 119±4 mmHg e GCS = 120±6 mmHg ( $p>0,05$ ); comprovando que, quando jovens, os ratos SHR são normotensos. O peso e o comprimento corpóreo também foi aferido e se mostraram semelhantes no início do estudo. Nenhuma diferença foi observada nesses parâmetros ao longo das 10 semanas de treinamento. Peso inicial: GT5 = 97±13 g, GT3 = 95±8 g e GCS = 98±15 g ( $p>0,05$ ); peso final: GT5 = 308±24 g, GT3 = 312±18 g e GCS = 283±28 g ( $p>0,05$ ). Comprimento inicial: GT5 = 13±1 cm, GT3 = 12±1 cm e GCS = 12±1 cm ( $p>0,05$ ); comprimento final: GT5 = 20±1 cm, GT3 = 22±1 cm e GCS = 20±1 cm ( $p>0,05$ ).

A Figura 2 apresenta o comportamento da pressão arterial sistólica caudal nos grupos controle (GCS) e exercitados três vezes por semana (GT3) e cinco vezes por semana (GT5) durante as 10 semanas de treinamento físico aeróbico em esteira rolante.

A pressão arterial sistólica caudal nos grupos GT5 e GT3 manteve-se inalterada até a última semana de treinamento, finalizando o estudo com os seguintes valores: GT5 = 126±5 mmHg e GT3 = 130±4 mmHg ( $p>0,05$ ). No mesmo período, o grupo GCS exibiu aumento progressivo da pressão arterial sistólica caudal até a 10ª semana de treinamento ( $p<0,05$ ), chegando a 172±8 mmHg. A pressão arterial sistólica caudal do grupo GCS foi maior que a medida para os grupos treinados GT5 e GT3 desde a sexta semana de treinamento ( $p<0,05$ ) (Figura 2).

**Figura 2** - Comportamento da pressão arterial sistólica caudal em ratos SHR durante as 10 semanas de treinamento físico aeróbico em esteira rolante.



Legenda: GT5 – grupo treinado 5 vezes/semana; GT3 – grupo treinado 3 vezes/semana; GCS – grupo controle sedentário; \* - diferença significativa em relação aos grupos GT3 e GT5;  $p < 0,05$ .

Fonte: os autores.

## DISCUSSÃO

Na determinação da velocidade apropriada à intensidade proposta, ou seja, procurando trabalhar com intensidade aeróbica reduzida, uma limitação que deve ser apontada é a não determinação da velocidade baseada na análise do  $VO_{2máx}$ . Talvez isso explique o fato de a cepa de ratos estudada não ter conseguido atingir os valores preditos (16-20 m/min) segundo o protocolo de Veras-Silva *et al.*, (1997). Por outro lado, deve-se notar que a amostra foi treinada por apenas 10 semanas, enquanto no estudo de Veras-Silva os valores reportados foram alcançados somente nas semanas finais de treinamento, isto é, 18 semanas. Mesmo assim, o  $VO_{2máx}$  deveria ter sido medido periodicamente, para um melhor ajuste da velocidade à intensidade de treinamento pretendida.

Na determinação da pressão arterial, só foi possível verificar a pressão sistólica caudal devido às limitações do plestimógrafo utilizado, que é um modelo manual. Existem plestimógrafos digitais que fornecem os valores da pressão arterial sistólica, diastólica e média, além da frequência cardíaca. A limitação de se possuir somente valores de pressão arterial sistólica, diz respeito a não se poderem fazer inferências sobre a resistência vascular periférica que está diretamente ligada a pressão arterial diastólica, e nem sobre o estado do sistema nervoso simpático que está relacionado à medida da frequência cardíaca. Contudo, a pressão arterial sistólica é um índice que se correlaciona com a pressão arterial média, ou seja, o aumento na pressão arterial sistólica sugere um aumento na pressão arterial média. Porém, tal fato é menos fidedigno do que se possuíssemos as medidas da pressão arterial sistólica e diastólica, pois poderíamos ter um leque maior de inferências. Essa limitação, porém não invalida o objetivo do trabalho, que é saber se a frequência de treinamento influencia no controle da hipertensão arterial e não o de fazer inferências sobre a gênese da hipertensão.

Os dados obtidos mostraram diferença significativa entre o grupo controle sedentário e os grupos treinados a partir da sexta semana de treinamento ( $p < 0,05$ ). Esse resultado já era aguardado, porque estudos realizados nas últimas décadas evidenciam que existem poucas dúvidas quanto ao efeito favorável do exercício físico aeróbico regular de baixa a moderada intensidade na prevenção e no tratamento da hipertensão arterial sistêmica (VERAS-SILVA *et al.*, 1997; ACSM, 2004). Por outro lado, não foi possível detectar diferenças entre os grupos que praticaram o exercício físico, sugerindo que a frequência de treinamento não seria um fator determinante da resposta da pressão arterial ao exercício.

De acordo com o posicionamento publicado pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2004) pouca ou nenhuma influência poderia ser atribuída isoladamente à duração, frequência e intensidade de treinamento. De acordo com esse posicionamento, a frequência de treinamento não teria uma contribuição independente para o volume de treinamento e a relação dose-resposta. Contudo, é difícil sustentar cientificamente essa afirmação no que diz respeito à frequência, uma vez que não foram localizados estudos que tenham analisado os efeitos independentes da frequência de treinamento sobre a pressão arterial

em hipertensos, tanto em modelos animais quanto em humanos. Apesar disso, os posicionamentos oficiais parecem assumir que não há contribuição independente dessa variável, já que as recomendações revelam-se mais precisas quando se trata da intensidade e duração dos programas, existindo poucas informações sobre a frequência semanal de treinamento.

Um aspecto que deve ser aprofundado em relação a isso diz respeito ao fato de que apenas 10 semanas de treinamento foram analisadas. Portanto, poderia se considerar que após um período maior de tempo de treinamento, talvez esses resultados se apresentassem diferentes. De fato, Silva *et al.*, (1997) mostraram que uma única sessão de exercício aumenta a bradicardia barorreflexa em ratos espontaneamente hipertensos. Porém, apenas o exercício crônico melhoraria sua sensibilidade barorreflexa arterial e cardiopulmonar, atenuando, assim, a hipertensão. Talvez um período maior de tempo fosse necessário para que essas adaptações se processassem. Reforçando essa possibilidade, pode-se mencionar o estudo de Veras-Silva *et al.*, (1997) sobre o efeito de 18 semanas de exercício físico aeróbico sobre a pressão arterial de ratos espontaneamente hipertensos. Os resultados obtidos apontam que um programa de exercício físico de baixa intensidade reduz a frequência cardíaca e o débito cardíaco, atenuando a hipertensão em ratos SHR. A quantidade de estudos, porém, é ainda insuficiente para conclusões definitivas.

Outro aspecto a destacar no presente estudo é a investigação de apenas duas frequências de treinamento, três e cinco vezes semanais. Nesse contexto, não é possível afirmar que com outras frequências de treinamento os mesmos resultados seriam obtidos. Até onde foi possível verificar, não foram encontrados muitos estudos que comparassem diferentes frequências de treinamento e seu efeito sobre a pressão arterial. Um dos estudos que se pode destacar é o de Takata; Ohta; Tanaka (2003) envolvendo diferentes combinações de duração e frequência semanal. Nesse estudo, os autores acompanharam 207 pacientes hipertensos de níveis 1 e 2, não tratados, quanto aos efeitos de um programa de treinamento com oito semanas de duração, envolvendo diferentes combinações de duração e frequência semanal. Os sujeitos foram divididos em cinco grupos, controle sedentário, 30-60 min/sem, 61-90 min/sem, 91-120 min/sem e mais de 120 min/sem, todos eles treinando por 1-2 vezes/sem, 3-4 vezes/sem e 5 ou mais vezes/sem. Chegou-se à conclusão de que reduções clinicamente relevantes da pressão arterial (-7 a -13 mmHg para sistólica e -5 a -7 mmHg para diastólica) poderiam ser alcançadas com exercícios regulares em uma intensidade relativamente modesta, o que vai ao encontro dos nossos resultados. A magnitude da diminuição da pressão pareceu ser maior nos grupos que se exercitaram 61 a 90 min/sem em comparação com 30-60 min/sem, mas nenhum efeito adicional foi constatado em durações superiores. Por outro lado, não houve relações evidentes entre a frequência semanal e a redução da pressão arterial, mesmo que uma discreta tendência à superioridade do grupo que praticou 3-4 vezes/semana tenha sido identificada. É interessante notar que os resultados desse estudo, feito com seres humanos, aproximaram-se bastante do que encontramos em nosso modelo animal.

Os presentes resultados podem ter implicações clínicas importantes. Se um programa de atividades físicas envolvendo três sessões semanais surtir o mesmo efeito de programas com cinco sessões semanais, o potencial de adesão dos alunos/pacientes poderia aumentar com a prescrição de exercícios feitos com menor frequência. Haja vista um dos principais fatores que contribuem para a evasão dos alunos/pacientes seria, exatamente, a dificuldade de o indivíduo realizar o treinamento muitas vezes por semana. Portanto, a baixa adesão seria contornada com mais facilidade, encorajando o aluno/paciente a dar continuidade ao programa de exercício físico.

Este estudo teve o objetivo de investigar a possível influência da frequência semanal de treinamento, em intensidade reduzida, sobre a pressão arterial de ratos espontaneamente hipertensos. Os resultados permitiram supor que o número de vezes por semana seria uma variável menos importante para o controle da pressão arterial com o exercício, ao menos no espectro entre três e cinco vezes por semana. Alguns estudos disponíveis na literatura tendem a corroborar esses achados (TAKATA; OHTA; TANAKA, 2003); enquanto, outros vão na direção contrária, sugerindo que a frequência de treinamento teria um valor maior (ACSM, 2004). Na verdade, as dúvidas a este respeito ainda predominam, uma vez que os estudos que se debruçaram sobre o assunto são pouco padronizados: há muita diversidade nos protocolos de treinamento, intensidade de trabalho e tempo de acompanhamento (GAVA *et al.*, 1995; VERAS-SILVA *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 1997; TAKATA; OHTA; TANAKA, 2003). Além disso, as informações advindas de estudos com modelos animais nem sempre concordam com aquelas obtidas em modelos humanos. Os mecanismos fisiológicos subjacentes às mudanças de pressão arterial com o exercício, ao menos no que diz respeito à dose-resposta provocada pela interação das muitas variáveis que devem ser levadas em conta no planejamento de um programa de exercícios, portanto, encontram-se longe de serem perfeitamente definidos.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que: i. O exercício físico de baixa intensidade pode auxiliar no controle da pressão arterial sistólica em ratos espontaneamente hipertensos, com efeitos observáveis a partir da sexta semana de treinamento; ii. Os efeitos observados parecem independe da frequência semanal de treinamento, ao menos nos limites da amostra e do tempo de acompanhamento estudados (três e cinco vezes por semana), durante 10 semanas de treinamento.

Sendo assim, e respeitando a extrapolação destes resultados para os humanos, recomenda-se que a prescrição de exercício físico para hipertensos seja de baixa intensidade, com duração de 60 minutos e com frequência de treinamento de três a cinco vezes por semana.

Algumas perspectivas podem ser feitas para estudos futuros, no sentido de suprir as limitações e deficiências do método aqui utilizado. Em primeiro lugar, a medida direta do  $VO_{2\text{máx}}$  parece ser necessária para uma determinação mais precisa da intensidade e, portanto, da velocidade ideal de treinamento. Em segundo lugar, seria interessante fazer um estudo mais abrangente, envolvendo um maior número de frequências de treinamento, com maior discriminação. Por exemplo, poderiam ser testadas as diferenças entre duas, três, cinco e sete vezes semanais. Um período mais longo de treinamento seria também interessante de ser analisado, já que algumas adaptações ao exercício físico podem levar mais tempo para se processarem. Em treinamentos de curto prazo, isso tende a fazer com que certas diferenças entre as variáveis sejam negligenciadas.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine. Position stand - Exercise and hypertension. **Medicine And Science in Sports and Exercise**, v.36, p.533-53, 2004.
- FAZAN JR, R.; SILVA, V.J.D.; SALGADO, H.C. Modelos de hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.8, p.9-29, 2001.
- FORJAZ, C.L.M.; SARRAELLA, D.F.; REZENDE, L.O.; BARRETO, A.C.P.; NEGRÃO, C.E. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.70, n.2, p.99-104, 1998.
- GAVA, N.S.; VÉRAS-SILVA, A.S.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. Low-intensity exercise training attenuates cardiac b-adrenergic tone during exercise in Spontaneously Hypertensive Rats. **Hypertension**, v.26, p.1129-33, 1995.
- GORP, A.W.; SCHENAU, D.S.; HOEKS, A.P.; BOUDIER, H.A.; DE MEY, J.G.; RENEMAN, R.S. In spontaneously hypertensive rats alterations changes in aortic wall properties precede development of hypertension. **American Journal of Physiology**, v.278, p.H1241-H1247, 2000.
- IRIGOYEN, M.C.; CONSOLIM-COLOMBO, F.M.; KRIEGER, E.M. Controle cardiovascular: regulação reflexa e papel do sistema nervoso simpático. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.8, p.55-62, 2001.
- JAMES, P.A. *et al.* 2014 evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: report from the panel members appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8). **JAMA**, v.311, n.5, p.507-20, 2014.
- LEE, R.P.; WANG, D.; LIN, N.T.; CHOU, Y.W.; CHEN, H.I. A modified technique for tail cuff pressure measurement in unrestrained conscious rats. **Journal of Biomedical Science**, v.9, n.5, p.424-7, 2002.
- NEGRÃO, C.E.; RONDON, M.U.P.B. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.8, p.89-95, 2001.
- POTTS, J.T.; MCKEOWN, K.P.; SHOUKAS, A.A. Reduction in arterial compliance alters carotid baroreflex control of cardiac output in a model of hypertension. **American Journal of Physiology**, v.43, p.H11221-H1131, 1998.
- 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 [part2], p.714-9, 1997.
- TAKATA, K.I.; OHTA, T.; TANAKA, H. How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensive: a dose-response study. **American Journal of Hypertension**, v.16, p.629-33, 2003.

THOMAS, C.J.; RANKIN, A.J.; HEAD, G.A.; WOODS, R.L. ANP enhances bradycardic reflexes in normotensive but not spontaneously hypertensive rats. **Hypertension**, v.5, p.1126-32, 1997.

VERAS-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**, v.273, p.H2627-H2631, 1997.

YAMORI, Y. Development of the spontaneously hypertensive rat (SHR) and of various spontaneous rat models and their implications. *In*: DE JONG, W. (ed.). **Experimental and genetic models of hypertension. Handbook of hypertension**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1984. p.224-39.

Rua General Pereira da Silva 193 apt. 403  
Icaraí, Niterói, RJ  
24.220-030