

PROPOSTA DE TESTE FÍSICO DE NATAÇÃO COM SOBRECARGAS PARA RATOS ESPONTANEAMENTE HIPERTENSOS

Proposal of a swimming physical test with overloads for spontaneously hypertensive rats

Swamy Oesterreich Freitas^a & Daniela Lopes dos Santos^b

Resumo

Muitos estudos têm usado ratos em treinamento com natação para investigar as respostas de diferentes variáveis ao exercício. A investigação do efeito do treinamento físico de baixa e alta intensidade, no comportamento da pressão arterial de Ratos Espontaneamente Hipertensos (SHR) tem sido de grande interesse para o conhecimento e o tratamento da hipertensão arterial sistêmica (HAS). Este estudo trata da padronização de um teste físico com natação para SHR, utilizando sobrecargas seqüenciais capazes de provocar um aumento progressivo de esforço, obtendo as respostas das concentrações de lactato sangüíneo de cada rato para cada percentual de sobrecarga, além do valor de repouso. A proposta de protocolo de avaliação de SHR foi formulada a partir dos protocolos de esteira, normalmente utilizados para avaliação de sujeitos em laboratórios. O protocolo foi composto por um máximo de 8 estágios com sobrecargas progressivas (3 minutos cada estágio e intervalo de um minuto entre os estágios) e mostrou-se prático e exequível, de fácil reprodutibilidade devido ao fato de se utilizar a coleta sangüínea na cauda entre os estágios, permitindo a verificação do comportamento da concentração de lactato sangüíneo a cada diferente sobrecarga.

Palavras-chave: protocolo de avaliação; ratos espontaneamente hipertensos; lactato sangüíneo.

Abstract

A variety of studies have used swimming training for rats to investigate the answers of different variables to exercise. The investigation of the effect of low and high intensities physical training upon arterial pressure behavior of spontaneously hypertensive rats (SHR) has been of great interest for the knowledge and treatment of systemic arterial hypertension (SAH). This study is about the standardization of a swimming physical test for SHR using sequential overloads capable of provoking a progressive effort increase, obtaining blood lactate concentrations of each rat, for each overload percentage and rest. The proposal of this SHR evaluation protocol is based upon treadmill protocols normally used for subjects' evaluation in laboratory. The protocol was composed of a maximum of 8 stages with progressive overloads (3 minutes each stage and 1 minute interval between stages), and it was considered practical, of easy appliance and reproducible because of the fact that uses blood collection at the tail between stages allowing verification of the blood lactate concentration at each different overload.

Key words: evaluation protocol; spontaneously hypertensive rats; blood lactate.

^a Aluno do Programa de Pós Graduação em Ciência do Movimento Humano do CEFD/UFMS em nível de Especialização.

^b Orientadora – Professora Doutora Adjunto do CEFD/UFMS.

INTRODUÇÃO

Um programa de exercícios físicos com uma intensidade na faixa de 40 a 70% do VO_2 máx. (consumo máximo de oxigênio), com frequência de três a quatro vezes por semana, e por um período de tempo de três a sete semanas, tem sido muito recomendado como uma ferramenta não farmacológica para tratar a HAS (hipertensão arterial sistêmica)¹. O JNC VI², traz recomendações semelhantes para a redução da PA (pressão arterial) através da prática de exercícios com intensidade na faixa de 40 a 60% do VO_2 máx., como uma caminhada vigorosa com 30' (trinta minutos) a 45' de duração na maioria dos dias da semana, sendo esta prática capaz de propiciar um nível moderado de condicionamento físico e melhorar as condições de saúde por intensificar a redução do peso e diminuir o risco de doença cardiovascular e de mortalidade por todas as doenças.

Porém, a partir do momento em que Shindo *et al.* *apud* Véras-Silva¹ sugeriram que a intensidade do treinamento poderia ter importância na redução da HAS, o interesse nas pesquisas sobre a atuação de diferentes intensidades de treinamento físico na HAS cresceu consideravelmente. Muitos dos aspectos na relação entre a atenuação da HAS e a intensidade do treinamento físico praticado precisam ser melhor elucidados, pois existem contrariedades sobre os mecanismos pelos quais o exercício físico pode atuar na redução da HAS, além de muitos dos estudos já realizados apresentarem importantes limitações metodológicas¹.

Muitos estudos têm usado ratos em treinamento com natação para investigar as respostas de diferentes variáveis ao exercício, porém, normalmente fazem uso de ratos normotensos e sem uma aferição mais precisa da intensidade do treinamento através de uma medida direta como a concentração de lactato sanguíneo. Para Véras-Silva¹, o estudo do efeito do treinamento físico de baixa e alta intensidade, no comportamento da

PA de repouso em SHR (Spontaneously Hypertensive Rats – Ratos Espontaneamente Hipertensos), é de grande interesse para o conhecimento e o tratamento da HAS.

Quanto ao aspecto metodológico das investigações, Seals & Hagberg³, em pesquisa de revisão, concluíram que estudos sobre os efeitos do exercício físico sobre a PA devem ser interpretados com cautela, devido ao precário "design", e ao número de falhas metodológicas. Uma das maiores limitações nos estudos seria a falta de um grupo controle hipertenso não exercitado. Além disto, os modelos de treinamento usados na maioria dos estudos com ratos hipertensos, que incluíam andar, correr ou nadar, apresentavam variedade e falta de definição das intensidades dos treinamentos.

Interessa acrescentar que, nas atividades do cotidiano realiza-se os mais diferentes esforços, nas mais diversas intensidades e durações, e que atividades físicas são praticadas por pessoas em diferentes condições de saúde, apresentando também diferentes respostas pressóricas agudas e crônicas aos exercícios, o que torna relevante as investigações envolvendo a prática de atividades físicas por indivíduos hipertensos e normotensos.

Pesquisas realizadas por Kokubun⁴, Rombaldi⁵ e Machado⁶, estimaram a intensidade do exercício realizado a partir do tempo que ratos normotensos permaneceram nadando até o estado de exaustão, comparando assim o esforço do rato, provocado por uma sobrecarga de peso presa ao seu corpo, a um percentual de seu VO_2 máx.

Os modelos animais são muito utilizados nas pesquisas envolvendo a HAS e a prática de exercícios físicos. Embora seja coerente atentar para os devidos cuidados quando da transferência dos resultados registrados dos estudos com animais para os humanos, alguns destes resultados são diretamente transponíveis. Assim, estes modelos tornaram-se muito populares⁷. Com a descoberta de que a HAS encontra-se freqüentemente na

mesma família, e a possibilidade experimental do desenvolvimento de ratos de raça hipertensiva, despertou-se a atenção para o aspecto genético na causa da HAS⁹.

Muitos estudos demonstraram alterações no desempenho mecânico e metabólico do coração dos animais. Com a prática regular de atividades físicas de endurance, a captação de oxigênio no músculo cardíaco apresentou-se maior, produzindo menor quantidade de lactato e piruvato. Resumindo, o coração dos animais treinados funciona como uma bomba mais eficiente⁷.

Hoffmann *et al.*⁹, em estudos usando exercício completamente voluntário sem sobrecarga alguma, descobriram que o exercício regular causa uma demora no processo de desenvolvimento de HAS em SHR jovens, com 9 semanas de idade no início do experimento, quando a HAS está em fase ascendente, correspondendo a fase primária da hipertensão em humanos. Estes resultados em SHR com 9 semanas estão de acordo com descobertas em pesquisas com homens, registradas por Sannerstedt *et al.*, Choquette *et al.*, e Kiyonaga *et al.* *apud* Hoffmann *et al.*⁹, que sugerem que o exercício físico durante a fase lábil e ascendente da HAS tem um efeito benéfico, e pode ser um complemento ao tratamento de hipertensão primária.

Mas este efeito não foi notado em SHR mais velhos, com 13 semanas de idade no início do experimento, o que está de acordo com os achados de Pfeffer *et al.* *apud* Hoffmann *et al.*⁹. Nos ratos com 13 semanas, a HAS já está estabelecida, correspondendo a HAS estabelecida em humanos. Foi percebida no grupo com 13 semanas apenas uma bradicardia de repouso.

Véras-Silva¹, em pesquisa com treinamento de 16 semanas de corrida em esteira rolante (60' por sessão de exercício) e medida direta do VO₂máx. em SHR, encontrou atenuação da HAS de repouso dos ratos submetidos a treinamento de baixa intensidade (50% do VO₂máx.), devendo-se este fato a uma significativa redução no DC (débito car-

díaco), e também significativa redução na FC (frequência cardíaca). Contraditoriamente a estes resultados, o treinamento de alta intensidade (85% do VO₂máx.) não reduziu a HAS e o DC em SHR. Tanji¹⁰ cita que 20 estudos longitudinais, realizados em animais também demonstram os benefícios da prática de exercícios físicos aeróbios, intensidade moderada e executado de 3 a 5 vezes por semana para o controle da HAS.

Através da aferição mais precisa da intensidade do esforço, pode-se aplicar protocolos de natação mais específicos para SHR, podendo investigar o efeito de diferentes intensidades de treinamento sobre a PA destes animais. É importante salientar que poucos trabalhos com natação para ratos utilizaram SHR nos experimentos observando a aferição da intensidade do esforço. A resposta de lactato é o melhor índice para prescrever a intensidade do exercício, o controle do treinamento e a predição da performance¹⁰.

Como profissionais de Educação Física com formação que habilita a avaliação da condição física das pessoas e prescrição de diferentes programas de condicionamento físico, acredita-se que a aferição da intensidade do esforço realizado por um indivíduo é de fundamental importância, assim pode-se melhor definir qual a via metabólica que está sendo predominantemente empregada na produção da energia necessária para que o indivíduo realize a atividade e possa atingir os resultados esperados de seu programa de exercícios físicos, seja ele um atleta de alto nível ou uma pessoa sedentária que busca melhorar sua condição física.

Nos Laboratórios de Fisiologia do Exercício, clínicas médicas e Academias, são realizados TE (testes de esforço) com o fim de avaliar as capacidades físicas de atletas e sedentários, assim como diagnosticar o quadro clínico de cardiopatas. No estudo da energética da atividade física faz-se necessário o uso de equipamentos específicos de mensuração que sejam confiáveis e válidos. Tais equipamentos são denominados

ergômetros (ergo = trabalho, metro = medida), devendo apresentar alta fidedignidade na reprodução das condições de diferentes situações reais de esforço, por exemplo, nas avaliações prévia e posteriormente a um programa de condicionamento físico, expressando um alto grau de confiança nas medidas realizadas^{11,12}.

Ergometria e TE não são sinônimos. O primeiro significa apenas medida de trabalho, sem qualquer outra implicação, ao contrário do segundo, que significa, em termos gerais, a realização de um esforço sob condições controladas, e através do qual vários parâmetros fisiológicos possam ser estudados durante sua realização, representando importantes informações para sua interpretação. Portanto, ergômetros são aparelhos que medem trabalho e podem ser utilizados para a realização do TE¹³.

Desde o início do século XX muitos pesquisadores fizeram uso do exercício como meio de estudo da eficiência cardiovascular. Os pesquisadores Master e Oppenheimer, no final da década de 20, estabeleceram um protocolo de esforço que consistia em subidas e descidas num pequeno banco de dois degraus, avaliando as respostas hemodinâmicas ao esforço, e introduziram o eletrocardiograma em seus estudos no ano de 1941. Desde 1918, nas pesquisas de Bousfield, o uso do eletrocardiograma durante ou imediatamente após esforço já ganhava destaque. Em 1942, com o uso de análise eletrocardiográfica para a interpretação do TE, Master começou a definir um protocolo para o teste, estabelecendo normas para o método que ficou conhecido como "teste de Master"¹⁴.

Em 1950, os pesquisadores Paul Wood *et al.* demonstraram o valor do teste de esforço máximo, avaliando pacientes com coronariopatias num teste de subir 84 degraus na escadaria ao lado de seu laboratório, apresentando este teste uma sensibilidade de 88% comparada aos 39% do teste de Master, demonstrando a importância do es-

forço intenso para provocar maior FC e obter maior percentual de resultados positivos. A partir da década de 50 ocorreu a substituição gradual dos testes em banco por testes em bicicletas e esteira, representando um marco importante para o TE. Yu *et al.*, em 1951, realizaram testes de esforço com esteira rolante para pacientes cardiopatas e indivíduos normais avaliando as modificações eletrocardiográficas¹⁴.

Em 1954, Astrand e Rhyning, fazendo uso da bicicleta ergométrica, divulgaram na Europa um normograma para o cálculo da capacidade aeróbia, tendo por base a FC obtida em esforço submáximo. Em 1956, Bruce *et al.* estabeleceram os princípios de um protocolo de esforço em esteira que é até hoje o mais utilizado em todo o mundo, sendo padronizado pela Organização Mundial de Saúde, iniciando assim a moderna metodologia do teste. Em 1959, Balke e Were desenvolveram um novo protocolo para esteira, e com base em sua inclinação estabeleceram uma fórmula para cálculo do VO₂. Nos anos 70 e 80 diversos estudos foram realizados, introduzindo modificações e vários conceitos eletrocardiográficos, clínicos e hemodinâmicos¹⁴.

Alfrieri *et al.*¹⁵ enfatizam que na década de 80 o TE tornou-se um dos mais importantes meios para diagnóstico, avaliação clínica e prognóstico dos pacientes com DAC (doença arterial coronariana). Nos anos 80, com os trabalhos do Dr. Ellestad, o TE foi aprimorado com a associação do método a técnicas de medicina nuclear, com ecocardiografia, e a análise dos diversos parâmetros de interpretação através do microcomputador, aumentando a sensibilidade do exame, e permitindo uma maior certeza diagnóstica das alterações cardiovasculares, fazendo o TE firmar-se como um dos mais importantes métodos para diagnóstico em cardiologia¹⁵.

Este estudo trata da padronização de um teste físico para SHR, utilizando sobrecargas sequenciais capazes de provocar um aumen-

to progressivo de esforço, obtendo as respostas das concentrações de lactato sanguíneo de cada rato para cada percentual de sobrecarga, além do valor de repouso.

METODOLOGIA

Os animais utilizados formaram uma amostra com 22 ratos SHR da linhagem Wistar, machos, com 13 semanas de idade, que segundo Hoffmann *et al.*⁹, já estão com HAS estabelecida, pois a pressão arterial sistêmica em SHR eleva-se rapidamente entre a 5ª e a 12ª semana de idade, e estabiliza-se com valores elevados após a 12ª semana.

As matrizes foram gentilmente doadas pela Escola Paulista de Medicina, e encaminhadas ao Biotério Central da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), para acasalamento no Ratário do Departamento de Química, e as crias acompanhadas desde o nascimento até a fase final do experimento, mantidas com temperatura constante de 25°C, em gaiolas coletivas (máximo de 5 ratos por gaiola), recebendo água e ração comercial para roedores *ad libitum* (à vontade), e mantendo-se um ciclo claro/escuro de 12h/12h, com o ciclo de luz iniciando às 6h.

A amostra foi pesada anteriormente aos testes físicos de natação e dividida aleatoriamente em grupo SED (controle sedentário) com 8 ratos ($n=8$ e $222\pm 21g$), grupo BI (experimental com treinamento de baixa intensidade) com 7 ratos ($n=7$ e $223\pm 19g$), e grupo AI (experimental com treinamento de alta intensidade) com 7 ratos ($n=7$; $245\pm 18g$). Após os testes físicos deu-se início à adaptação ao treinamento, e ao término do período experimental os mesmos testes foram utilizados para a reavaliação dos ratos. Todos os testes foram realizados em horário compatível com o horário da natação no período experimental. Para diferenciação dos grupos e identificação de cada rato para as rotinas de trabalho (número da caixa) e registro para

futuras análises das variáveis envolvidas neste estudo, fez-se uso de marcadores em diferentes regiões do corpo dos ratos, como descrito por De Luca *et al.*¹⁶, utilizando-se o corante Ácido Pírico e caneta (tipo usada em lâminas de retroprojeto).

Baseado nos testes ergométricos, o protocolo aqui descrito trata de padronizar um teste de natação com intensidades progressivas de esforço (percentuais de sobrecarga) para comparar respostas nos níveis de lactato sanguíneo obtidas com cada sobrecarga em SHR. O ajuste do peso de cada sobrecarga foi relativo a um percentual do peso do respectivo rato, assim, previamente aos testes foram realizadas as pesagens dos ratos (balança com precisão de 0,1g), para o cálculo dos diferentes percentuais e confecção das sobrecargas, utilizando um pote plástico para manter o rato sobre a balança, procedimento que foi adotado durante todo o período experimental.

As diferentes sobrecargas utilizadas nos procedimentos envolvendo natação foram proporcionadas por pequenas "mochilas" com a marcação respectiva a cada rato, confeccionadas com pequenas placas e esferas de chumbo, sendo que cada esfera pesava em torno de 0,1g, o que possibilitou o ajuste preciso do peso da sobrecarga. Estas placas e esferas eram envoltas por um esparadrapo que também prendia uma cinta de elástico, e a mochila era "vestida" no corpo do rato, sendo que a cinta de elástico ficava situada logo atrás das patas dianteiras do rato e a pequena mochila em suas costas, o que não dificultou a prática de natação por estes animais.

Cada teste contou com o acompanhamento de pelo menos dois avaliadores. O rato era colocado na água e o cronômetro concomitantemente disparado, ao término de cada estágio era imediatamente retirado da água para se retirar a sobrecarga, colocá-lo em cima de uma mesa e mantê-lo coberto por uma toalha de tecido (o que ajudou a manter os ratos calmos). Primeiramente utili-

zou-se uma toalha de papel para remover o excesso de umidade da cauda e depois um chumaço de algodão embebido em álcool para a assepsia da mesma. Outro chumaço de algodão foi usado para remover o excesso de álcool. Então, uma fita para coleta de sangue era aproximada da cauda (previamente cortada) do rato, para a obtenção de sangue suficiente para análise. Colocava-se a nova sobrecarga e o rato era devolvido à água ao término de 1 minuto, caracterizando assim o teste como descontínuo, onde a se-

quência dos estágios (3 minutos cada) era interrompida para o intervalo padronizado de 1 minuto para coleta de sangue e troca de sobrecarga. Os valores da concentração de lactato dos testes eram anotados em fichas respectivas a cada rato.

Segundo este protocolo, realizou-se o número máximo de 8 estágios e 9 coletas, com tempo máximo de 32' para cada teste, coletando-se sangue até o último estágio completado por cada rato (em estágio incompleto não se realizava coleta).

QUADRO 1 - Descrição das Etapas do Teste

Tempo (min.)	Estágio	Ação	% de sobrecarga
3	1º	Nado	Livre
4		Coleta	
7	2º	Nado	2
8		Coleta	
11	3º	Nado	4
12		Coleta	
15	4º	Nado	6
16		Coleta	
19	5º	Nado	8
20		Coleta	
23	6º	Nado	10
24		Coleta	
27	7º	Nado	12
28		Coleta	
31	8º	Nado	15
32		Coleta	

O teste caracterizou-se como máximo, pois os ratos nadavam até a exaustão, o que ficava claro pela observação de suas reações ao nado, seguindo-se os seguintes sinais/critérios para a interrupção dos testes:

1) Pouca permanência na superfície da água;

2) Grande demora em retornar à superfi-

cie e respirar (acima de 15 segundos);

3) Impulsão ineficiente quando o rato descia ao fundo do tanque, fato que demonstrava claramente que o rato já não conseguia subir o suficiente para retirar seu focinho bem acima do nível da água ou mesmo não conseguia chegar ao nível da água e respirar;

4) Nado no sentido horizontal (e não ver-

tical) tocando nas bordas do tanque, sem alcançar a superfície da água, evidenciando a exaustão.

Sem uma definição mais exata na ordem de aparecimento destes sinais e do seu grau de importância, eles eram detectados na observação do comportamento dos ratos, demonstrando em que momento o rato apresentava os primeiros sinais de cansaço, situação que ao se agravar impediria a continuação do teste. Portanto, o rato deveria ser retirado no momento certo, pois um estágio não poderia ser iniciado em vão, implicando no uso de uma sobrecarga maior para ser suportada por mais 3 minutos até a próxima coleta sanguínea.

Após a realização dos testes com diferentes sobrecargas, iniciou-se o tratamento experimental. Desde a semana de adaptação, nas Quartas-feiras, ocorreu a pesagem de todos os ratos e aferição das sobrecargas de treinamento. Quanto à intensidade para o treinamento de natação para ratos normotensos, encontra-se na literatura que cargas entre 6-8% do peso dos ratos são consideradas aeróbias e representam steady-state de lactato, cargas de 10% são inferiores ao VO_2 máx., enquanto cargas de 12% evidenciam o VO_2 máx. Já cargas de 15% são consideradas supramáximas.

Para este experimento foram utilizados tanques cilíndricos (capacidade para 250 l), com 56 cm de altura, 73 cm de diâmetro e água alcançando 42 cm, que era mantida a uma temperatura de $31 \pm 1^\circ\text{C}$. Os grupos experimentais nadaram por um período de 13 semanas, 5 dias por semana, exceto na semana de adaptação ao nado e às sobrecargas na qual os ratos nadaram 6 dias.

Na semana de adaptação, bem como durante o período experimental, cada grupo teve um protocolo próprio, relativo à sua sobrecarga de treino. Após a adaptação os ratos seguiram o treinamento de 12 semanas de nado com utilização das sobrecargas, sendo identificada a sobrecarga de cada rato com sua respectiva marcação. Durante a ro-

tina de treinos do grupo B1 a natação teve caráter contínuo, sendo 30' com sobrecarga de 6 – 8% do peso corporal do animal, seguidos por 30' sem sobrecarga (Livre), nas Segundas, Terças, Quintas e Sextas-feiras. Quanto a rotina de treinos do grupo A1, a natação teve caráter intermitente com sobrecarga de 12%, o que foi possibilitado pela construção de uma estrutura com tubos metálicos que envolvia um dos tanques, servindo como suporte para o uso de roldanas, cabo de aço, ganchos e alavanca usada para içar e submergir um cilindro metálico com uma tela em seu fundo, o qual tinha o aspecto de um "cesto" e ficava dentro de um dos tanques. Ao ser içado a água em seu interior escorria e a natação era imediatamente interrompida.

O padrão de intermitência para o nado era dividido em 15 segundos de nado com sobrecargas e 15 segundos de descanso, com duração total de 60 minutos, sendo este tempo dividido em dois períodos de 30 minutos, com um intervalo de 10 minutos entre estes períodos, simulando um desporto de quadra, e semelhante ao protocolo de natação de Rombaldi⁵, no qual se utilizou sobrecarga de 15%. Durante o intervalo entre os períodos de 30 minutos de nado, o cilindro foi içado com os ratos permanecendo em seu interior, correspondendo ao intervalo entre os períodos de jogo nos desportos de quadra, e as sobrecargas eram retiradas durante este intervalo. Durante a rotina de treino deste grupo os ratos nadaram também nas Segundas, Terças, Quintas e Sextas-feiras. Nas Quartas-feiras o protocolo foi diferenciado para os dois grupos experimentais (B1 e A1), com 90 minutos contínuos de nado Livre, o que pode ser considerado como uma atividade que exige pouco esforço dos ratos, que podem permanecer nadando por um longo período de tempo quando sem as sobrecargas, e este dia representava um treinamento em um nível de esforço leve, recuperativo.

As amostras de sangue foram obtidas através de pequeno corte na extremidade da cauda dos ratos, realizado previamente ao

início dos testes, e a cada coleta realizada aproximava-se a fita de lactato para a obtenção da quantidade necessária de sangue para leitura. Foi medido em repouso e ao término de cada estágio dos testes realizados anterior e posteriormente ao treinamento de natação. A análise da concentração de lactato foi realizada com o analisador portátil ACUSSPORT "Typ 1488767" da empresa BOEHRINGER MANNHEIM, com uso de fitas BM-Lactate fabricado pela mesma empresa e próprias para este aparelho, com os resultados expressos em mmol/l.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta de protocolo de avaliação de

SHR foi formulada a partir dos protocolos de esteira, normalmente utilizados para avaliação de sujeitos em laboratórios. O protocolo foi composto por um máximo de 8 estágios com sobrecargas progressivas (3 minutos cada estágio e intervalo entre os estágios padronizado em 1 minuto) e mostrou-se prático e exequível, de fácil reprodutibilidade devido ao fato de se utilizar a coleta sanguínea na cauda entre os estágios, permitindo a verificação do comportamento da concentração de lactato sanguíneo a cada diferente sobrecarga.

Os valores médios e os desvios padrão das concentrações de lactato dos grupos experimentais coletados em repouso e a cada estágio dos testes físicos nos períodos Pré e Pós-treinamento são apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 – Médias e Desvios Padrão das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) dos grupos experimentais nos períodos Pré e Pós-treinamento

Medidas	PRÉ		PÓS	
	BI	AI	BI	AI
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Repouso	2,9±0,33	2,7±0,23	2,0±0,28	1,8±0,24
Livre	4,0±0,71	3,7±0,68	2,9±0,54	2,5±0,41
2%	4,4±0,70	3,6±1,09	3,3±0,85	2,8±0,37
4%	5,8±0,80	4,5±0,52	3,7±0,70	3,1±0,26
6%	5,1±1,01	4,8±1,21	4,3±0,88	3,5±0,22
8%	5,4±0,61	4,9±0,83	5,3±1,72	4,6±0,90
10%	7,0±1,90	5,1±1,08	5,6±2,20	4,9±0,82
12%	8,4*	4,2**	7,0±1,29	4,9±1,00
15%	—	—	7,7±2,65	5,8±1,15

* Valor relativo à medida de lactato de dois animais com medidas idênticas

** Valor relativo à medida de lactato de apenas um animal

Notam-se valores médios de lactato elevados para as coletas de repouso de ambos os grupos (BI=2,9±0,33 ; AI=2,7±0,23), muito acima do valor de 1,5 mmol/L citado como normal por Coe apud Rocha¹⁷. Isto provavelmente se justifica pela tensão provocada nos animais pela realização dos procedimentos dos testes, pois no período Pré estes ratos não estavam acostumados com o manejo em sua saída do ambiente do ratário e seu deslocamento para o laboratório onde os procedimentos foram realizados, bem como com o corte na extremidade da cauda para a co-

leta de sangue, o que poderia facilmente desencadear aumento nas concentrações de lactato sanguíneo mesmo em repouso. Isto não se repetiu nos testes do período Pós, apresentando-se valores mais baixos quando os ratos já estavam bem acostumados aos procedimentos (período experimental).

A Tabela 1 apresenta os Coeficientes de Determinação (r^2) e Correlação (r) entre a sobrecarga imposta em cada estágio do teste e a respectiva concentração de lactato sanguíneo (mmol/L).

TABELA 1 - Coeficiente de Correlação (r) e Determinação (r^2) do lactato sanguíneo nos períodos Pré e Pós para os grupos experimentais (BI e AI)

GRUPO	PERÍODO	
	PRÉ	PÓS
BI	$r^2= 0,8242$	$r^2= 0,9181$
	$r= 0,908$	$r= 0,958$
AI	$r^2= 0,4188$	$r^2= 0,9603$
	$r= 0,647$	$r= 0,980$

Pode-se verificar correlações elevadas para o grupo BI nos períodos Pré e Pós e para o grupo AI no Pós ($r=0,908$; $r=0,958$ e $0,980$, respectivamente). Somente no grupo AI no período Pré, a correlação apresentou-se moderada ($r=0,647$). Estes valores foram acompanhados pelo Coeficiente de Determinação, demonstrando que as variações no lactato sanguíneo foram explicadas, em maior parcela, pelas variações da sobrecarga.

Os Coeficientes de Determinação no período Pós (BI=0,9181 e AI=0,9603) apresentaram as mais elevadas taxas de variação comum entre lactato e sobrecarga, demonstrando que neste período o lactato sanguíneo respondeu com uma maior sensibilidade às alterações de sobrecarga. Os valores no período Pré apresentaram-se mais baixos (BI=0,8242), ocorrendo um comporta-

mento diferenciado no grupo AI ($r^2=0,4188$), demonstrando que neste grupo a associação entre o uso de sobrecargas maiores na sequência de estágios dos testes e a respectiva resposta de lactato foi mais baixa.

Os Coeficientes de Determinação no período Pós (BI=0,9181 e AI=0,9603) apresentaram as mais elevadas taxas de variação comum entre lactato e sobrecarga, demonstrando que neste período o lactato sanguíneo respondeu com uma maior sensibilidade às alterações de sobrecarga. Os valores no período Pré apresentaram-se mais baixos (BI=0,8242), ocorrendo um comportamento diferenciado no grupo AI ($r^2=0,4188$), demonstrando que neste grupo a associação entre o uso de sobrecargas maiores na sequência de estágios dos testes e as respectivas respostas de lactato foi mais baixa.

Os baixos valores de r^2 no Pré são verificados através da Tabela 1. No quadro 2 verifica-se que o aumento gradual de sobrecarga entre os estágios não correspondeu a um aumento gradual de lactato no avanço dos estágios Livre para 2%, e 10% para 12%, ou seja, o nível de lactato não foi sensível ao aumento de sobrecarga. O mesmo pode ser verificado do estágio 6% para o 8%, quando houve um aumento médio muito discreto no nível de lactato (4,771 mmol/L para 4,857 mmol/L). Portanto, a associação entre lactato sanguíneo e sobrecarga não foi tão bem expressa neste grupo devido às respostas de lactato nos estágios acima discutidos, contrariando a afirmação de Pilis et al.¹⁸ de que o nível de lactato sanguíneo eleva-se acompanhando as alterações na intensidade de esforço exigidas durante teste progressivo.

Acredita-se que o baixo Coeficiente de Determinação no período Pré para o grupo AI está em parte relacionado com as fitas de

lactato, às quais poderiam não ter sido do mesmo lote, e somadas às diferenças entre as ninhadas de filhotes dos quais o grupo AI foi selecionado poderiam provocar respostas de lactato sanguíneo capazes de refletir um baixo Coeficiente de Determinação.

Foi aplicado teste T para comparar as diferenças entre os grupos BI e AI nos períodos Pré e Pós, não sendo encontrada diferença significativa (t calculado=1,5322; $p=0,1693$).

Conclui-se que o protocolo com sobrecargas progressivas aqui proposto para avaliação dos grupos experimentais de SHR mostrou-se prático, exequível e de fácil reprodutibilidade, respondendo satisfatoriamente ao objetivo do trabalho. Assim, sugere-se a utilização deste em futuros experimentos envolvendo avaliação física de SHR com o intuito de fornecer subsídios para melhor se compreender os efeitos do exercício físico na redução da HAS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VÉRAS-SILVA, A.S. Efeito do treinamento físico de alta e baixa intensidade na resposta hemodinâmica de ratos espontaneamente hipertensos. 1996. 195f. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Movimento Humano) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
2. JNC VI – Sexto Relatório Internacional do JOINT NATIONAL COMMITTEE sobre prevenção, detecção, avaliação e tratamento da hipertensão arterial, 1997.
3. SEALS, D.R. & HAGBERG, J.M. The effect of exercise training on human hypertension: a review. *Medicine Science Sports Exercise*. v.16, n.3, p.207-215, 1984.
4. KOKUBUN, E. Interações entre o metabolismo de glicose e os ácidos graxos livres em músculo esquelético. 1990. _____. Tese (Doutorado em Ciências Biomédicas) - Universidade de São Paulo, 1990.
5. ROMBALDI, A.J. **Alguns efeitos bioquímicos da ingestão de carboidrato líquido na realização de trabalho intermitente de alta intensidade em ratos.** 1996. 242f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
6. MACHADO, M.G. **Alterações bioquímicas provocadas por contraceptivos hormonais durante a atividade física aquática em ratas.** 1997. 62f. Monografia (Especialização em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
7. POLLOCK, M.L. & WILMORE, J.H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação.** 2. ed. Rio de Janeiro : Medsi, 1993.
8. LUNA, R.L. **Hipertensão arterial.** Rio de Janeiro : Medsi, 1989.
9. HOFFMANN, P. et al. Effect of spontaneous running on blood pressure, heart rate and

cardiac dimensions in developing and established spontaneous hypertension in rats. **Acta Physiologica Scandinavica**, 129, p.535-542, 1987.

10. TANJI, J.L. Hipertensão a exercício. In: MELLION, M.B. **Segredos em medicina desportiva: respostas necessárias ao dia-a-dia em centros de treinamento, na clínica, em exames orais e escritos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. cap.40, p.203-205.

11. DENADAI, B.S. Limiar anaeróbico: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 1, n.2, p.74-88, 1995.

12. FOSS, M.L. & KETEYIAN, S.J. **FOX/Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6. ed, Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2000.

13. ARAÚJO, C.G.S. **Manual de teste de esforço**. Rio de Janeiro : FAE; Brasília: SEED, 1983.

14. VIVACQUA, R. & HESPANHA, R.

Ergometria e reabilitação em cardiologia. Rio de Janeiro : Medsi, 1992.

15. ALFRIERI, G.R. et al. Princípios do teste de esforço na reabilitação cardíaca. In: YAZBEK JÚNIOR, P. & BATTISTELLA, L.R. **Condicionamento físico do atleta ao transplantado: aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação cardíaca**. São Paulo : Sarvier: Associação Paulista de Medicina, 1994. cap.6, p.51-66.

16. DE LUCA, R.R. et al. **Manual para técnicos em bioterismo**. 2. ed. São Paulo : Winner Graph, 1996.

17. ROCHA, E.O. **Remoção de lactato sangüíneo em tenistas**. 1997. 79f. Monografia (Especialização em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

18. PILIS, W. et al. Anaerobic threshold in rats. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v.116A, n.2, p.285-289, 1993.