



EFEITOS AGUDOS DO EXERCÍCIO DINÂMICO DE BAIXA INTENSIDADE  
SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E PRESSÃO  
ARTERIAL DE INDIVÍDUOS NORMOTENSOS E HIPERTENSOS LEVES

*ACUTE EFFECTS OF LOW INTENSITY DYNAMIC EXERCISE ON  
HEART RATE VARIABILITY AND BLOOD PRESSURE OF  
NORMOTENSIVE AND MILD HYPERTENSIVE INDIVIDUALS*

Mário Augusto PASCHOAL<sup>1</sup>  
Jaqueline Pereira SIQUEIRA<sup>2</sup>  
Rafael Ventura MACHADO<sup>2</sup>  
Karina Friggi Sebe PETRELUZZI<sup>3</sup>  
Natáli Valim Oliver GONÇALVES<sup>3</sup>

**RESUMO**

**Objetivo**

Fornecer subsídios para melhor se conhecer o efeito imediato (efeito hipotensor agudo) da atividade física dinâmica aeróbia de baixa intensidade sobre a pressão arterial de normotensos e hipertensos essenciais leves e a provável contribuição autonômica cardíaca nesse processo.

<sup>1</sup> Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Av John Boyd Dunlop, s/n, Jardim Ipaussurama, Prédio Administrativo, 13059-900, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.A. PASCHOAL.

<sup>2</sup> Acadêmicas, Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Brasil. Bolsistas PIBIC/CNPq.

<sup>3</sup> Ex-alunas, Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Brasil. Bolsistas FAPIC/PUC-Campinas e PIBIC/CNPq.

## Métodos

Foram estudados dez normotensos e 7 hipertensos essenciais leves com idade média de  $21,7 \pm 2,9$  e  $26,4 \pm 8,1$  anos, respectivamente. A atividade física dinâmica proposta para o estudo foi aeróbia leve, a valores de referência de 60% da frequência cardíaca submax, entendida como  $FC_{submax} = [(195 - idade) \times 60\%]$  realizada durante 40 minutos. A Variabilidade da Frequência Cardíaca foi a ferramenta usada para a análise da função autonômica cardíaca nas fases de repouso inicial e recuperação pós-esforço (0 a 10 minutos pós atividade física dinâmica).

## Resultados

Ocorreu redução da pressão arterial após a atividade física dinâmica; porém, constatou-se que no grupo normotenso este fato esteve significativamente ligado aos valores da pressão arterial diastólica, enquanto que no grupo de hipertensos leves o efeito hipotensor mais importante ocorreu com a pressão arterial sistólica. Entretanto, com a análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca, no tempo transcorrido entre 0 e 10 minutos da fase de recuperação pós atividade física dinâmica, não se conseguiu documentar uma participação autonômica cardíaca significativa como responsável pela redução dos níveis tensionais obtidos; apesar disso, observou-se uma tendência de elevação dos valores das variáveis que refletem a atividade parassimpática e de redução daqueles que mostram a atividade simpática cardíaca.

## Conclusão

O estudo demonstrou que a atividade física dinâmica prescrita adequadamente pode reduzir transitoriamente a pressão arterial de normotensos e hipertensos essenciais leves como foi documentado na fase de 0 a 10 minutos após o esforço e que há indícios de que a exposição freqüente à atividade física dinâmica poderia promover adaptações benéficas ao controle de hipertensão arterial leve. Outrossim, pelos resultados obtidos, pode-se inferir que se um número maior de indivíduos fosse estudado, a análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca poderia, juntamente aos ajustes periféricos, demonstrar uma contribuição autonômica cardíaca mais expressiva no processo de hipotensão arterial pós-esforço.

**Termos de indexação:** hipertensão, variabilidade da frequência cardíaca, atividade motora, fisioterapia.

## ABSTRACT

### *Objective*

*The research's purpose was to study the effect of low intensity, aerobic dynamic physical activities on blood pressure reduction of normotensive and mild hypertensive individuals, immediately after the effort, and the relative contribution of cardiac autonomic function in this condition.*

### **Methods**

*Normotensive (n=10) and mild hypertensive individuals (n=7) were observed, with mean age of  $21.7 \pm 2.9$  and  $26.4 \pm 8.1$  years, respectively. The chosen dynamic physical activity was mild intensity aerobics on treadmill performed at 60% of heart rate submaximal  $[(195 - \text{age}) \times 60\%]$  during 40 min.. The heart rate variability was used to analyze the autonomic nervous system function, studied at initial rest condition phase and at the recuperation phase (0 – 10min after dynamic physical activity).*

### **Results**

*The results showed that the dynamic physical activities reduced the blood pressure; even so this decrease after physical activities, was more significant on the diastolic blood pressure of the normotensive volunteers and on the systolic blood pressure of the mildly hypertensive individuals. Nonetheless, the analysis of the heart rate variability in both groups during recuperation phase, did not show significant autonomic cardiac participation in decreasing the blood pressure levels. Despite that, compared with initial rest condition data, during recuperation phase it was observed a tendency to lowering values in the variables reflecting the cardiac sympathetic activity, and a tendency to increased values reflecting the parasympathetic activity.*

### **Conclusion**

*The study showed that dynamic physical activities at low intensity and long duration can reduce blood pressure of normotensive and mild hypertensive individuals immediately after the exercise. The results imply that habitual dynamic physical activity could promote beneficial adaptations to control mild hypertension. Furthermore, the results suggest that, in an eventual study including a greater number of volunteers the heart rate variability analysis could reveal a more significant contribution of the cardiac autonomic function in the post effort hypotension process.*

**Index terms:** *hypertension, heart rate variability, motor activity, physical therapy.*

## **INTRODUÇÃO**

Há algumas décadas, buscam-se explicações sobre os prováveis efeitos hipotensores arteriais decorrentes da prática de atividade física dinâmica (AFD) em animais e seres humanos. A maioria dos estudos se refere a este fato como resultante de processos adaptativos decorrentes da exposição crônica dos indivíduos ao exercício aeróbio, conhecido como aquele tipo de atividade física realizada por um tempo longo (superior a 30 minutos), porém de intensidade considerada leve a moderada.

Entretanto, investigações bem conduzidas<sup>1,2,3,4</sup> envolvendo as respostas cardiocirculatórias imediatamente após a realização de AFD – chamadas de respostas agudas – também revelaram a ocorrência da hipotensão pós-exercício, demonstrando que esta prática possa vir a ser útil para prevenir e controlar a hipertensão arterial essencial. Tal afirmação é reforçada por trabalhos como o de Wilcox *et al.*<sup>5</sup> que encontraram as mesmas respostas pressóricas, também em normotensos.

Diversos fatores podem interferir na redução da pressão arterial (PA) imediatamente após a AFD

com característica aeróbia. Os mais prováveis mecanismos hemodinâmicos sistêmicos são a queda do débito cardíaco, observada em idosos hipertensos<sup>6</sup> e a diminuição da resistência periférica, observada em jovens hipertensos<sup>7</sup>. Em normotensos, os estudos justificam a queda da PA pela diminuição da resistência vascular periférica<sup>7,8,9</sup> que poderia ser explicada pela manutenção de uma vasodilatação periférica de tempo variável, a qual parece estar relacionada ao tempo de exposição da pessoa ao exercício<sup>4,10,11</sup>.

Segundo Cléroux *et al.* *apud* Forjaz *et al.*<sup>4</sup> os mecanismos neurais que explicariam a hipotensão pós-esforço parecem estar centralizados na observação freqüente de existência de inibição da descarga nervosa simpática quantificada indiretamente pela redução dos níveis plasmáticos de noradrenalina e diretamente pela medida desta atividade por meio da técnica de microneurografia<sup>12</sup>.

Outrossim, vários fatores neuro-humorais podem ser responsáveis pelo estado de queda da PA observada na condição acima referida. Estudos revelam significativa contribuição dos opióides endógenos, os quais reduziram a atividade nervosa simpática promovendo, por extensão, a diminuição da atividade inotrópica e cronotrópica cardíaca.

Outras investigações revelam a possibilidade de haver maior síntese e liberação de óxido nítrico pelo endotélio vascular durante o exercício o que poderia interferir sobremaneira no tempo de manutenção do estado de vasodilatação observado no período pós-esforço<sup>13</sup>. Também há que se ressaltar a possibilidade da influência da epinefrina, liberada durante o exercício e sua permanência em níveis elevados na fase pós exercício, ser um dos fatores responsáveis pela vasodilatação observada, pois esta catecolamina atuaria sobre os receptores beta dos vasos sanguíneos promovendo sua dilatação<sup>4</sup>. Neste contexto, não se pode deixar de lembrar da influência de substâncias vasodilatadoras liberadas localmente durante o exercício e que interferem no sistema de auto-regulação dos esfíncteres pré-capilares dos músculos de maior atividade durante o esforço, como a histamina, o dióxido de carbono, o ácido láctico,

*etc.* O mesmo pode-se dizer da influência dos mecanismos termorreguladores (mantêm a vasodilatação pós-esforço para que se dê a perda do calor gerado durante o exercício) e da temperatura ambiente, que quanto mais elevada, pode colaborar para o surgimento da hipotensão arterial pós exercício.

Entretanto, apesar das várias formas empregadas para se estudar a queda da PA na condição pós exercício, pouco se encontra na literatura sobre a comprovação da diminuição da atividade nervosa simpática, como fator hipotensor na referida situação, utilizando-se como ferramenta a análise da variabilidade da freqüência cardíaca (VFC).

A VFC tornou-se, recentemente, uma importante ferramenta de pesquisa na área de cardiologia clínica, permitindo avaliar o balanço vago-simpático do coração de forma não invasiva<sup>14,15,16</sup>, com alto grau de confiabilidade.

Portanto, levando-se em consideração estudos que empregaram a análise da VFC para constatar o aumento da atividade simpática como fator determinante da hipertensão arterial essencial, pelo menos em seus estágios iniciais<sup>17</sup>; e os trabalhos de Kulics *et al.*<sup>18</sup> e Forjaz *et al.*<sup>12</sup> com técnicas diferentes, que demonstraram a diminuição da atividade reflexa simpática com a conseqüente queda da PA na condição pós exercício em normotensos, o mesmo observado em hipertensos<sup>6,7</sup>; teve-se a intenção de aprofundar o conhecimento em algumas dessas questões, relacionando o estudo da hipotensão arterial pós AFD aeróbia a um novo enfoque que possa trazer informações a respeito do emprego de exercícios de baixa intensidade com essa finalidade associando as informações obtidas à possíveis modificações do balanço vago-simpático cardíaco detectado pelo uso da VFC.

Desta forma, o presente estudo procurou esclarecer: a) se a AFD de baixa intensidade seria suficiente para promover a hipotensão arterial; b) se essa seria acompanhada por redução da atividade simpática e ou elevação da atividade parassimpática cardíaca; c) na ocorrência da hipotensão arterial pós

AFD, se ela seria de maior magnitude em normotensos ou hipertensos leves.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram estudados 17 indivíduos, sendo dez normotensos (média de idade de  $21,7 \pm 2,9$  anos) e sete indivíduos com hipertensão arterial essencial leve ( $26,4 \pm 8,1$  anos).

Para seleção dos voluntários hipertensos, seguiu-se as normas do Programa Nacional de Educação e Controle de Hipertensão Arterial, da Divisão Nacional de Doenças Crônico-Degenerativas do Ministério da Saúde do Brasil, o qual adota a definição de hipertensão arterial sistêmica da Organização Mundial de Saúde, estabelecida em 1978. Por esse critério, são considerados normotensos os adultos maiores de 18 anos com valores de PA sistólica e diastólica inferiores a 140mmHg e 90mmHg, respectivamente. Os valores entre 140mmHg e 160mmHg para a PA sistólica e entre 90mmHg e 95mmHg para a PA diastólica são considerados limítrofes, enquanto que os valores iguais ou superiores a 160mmHg e 95mmHg, respectivamente, para as pressões arteriais sistólica e diastólica, definem-se como hipertensos.

Desta forma, optou-se por considerar no presente estudo, como hipertensos leves, aqueles com PA sistólica entre 145mmHg e 165mmHg, e PA diastólica entre 90mmHg e 100mmHg em 3 avaliações feitas em dias diferentes, na condição de repouso em posição supina.

Os normotensos apresentaram-se saudáveis no exame clínico realizado e tiveram valores de PA sistólica inferior a 140mmHg e PA diastólica inferior a 90mmHg, nas mesmas condições da avaliação feita para o grupo de hipertensos. Além disso, levou-se em consideração se essas pessoas (hipertensos ou normotensos) não praticavam atividade física regularmente, pois este é um fator que poderia interferir nos resultados.

Todos os procedimentos foram desenvolvidos como proposto e aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa (prot. 051/01) envolvendo seres humanos da PUC-Campinas.

Os critérios de exclusão foram: a) apresentar pressão arterial acima dos valores estabelecidos para o estudo; b) apresentar PA elevada em decorrência de processos patológicos secundários; c) apresentar hiperreatividade pressórica durante os protocolos de exercício; d) não apresentar condição física suficiente para suportar o tempo de exercício desenvolvido na esteira rolante; e) no caso de serem mulheres, foram excluídas as grávidas; f) fazer uso de qualquer medicação que interferisse nos mecanismos reguladores da PA; g) não concordar em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os estudos consistiram em 2 etapas. Na Fase I do estudo participaram apenas os voluntários normotensos, enquanto que na Fase II, apenas os hipertensos. As etapas 1 e 2 destacadas abaixo foram feitas com ambos os grupos.

A etapa 1 consistiu na: a) seleção dos voluntários, b) apresentação do estudo e explicação sobre a participação no mesmo e assinatura dos documentos de consentimento pós-informado, c) avaliação clínica e antropométrica e d) registro dos batimentos cardíacos para cálculo da VFC na condição de repouso.

A avaliação clínica durante o processo de seleção dos voluntários foi composta por uma anamnese e verificação dos dados vitais, tais como: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e saturação de oxigênio arterial (oxímetro de pulso Onix® - modelo 9500 – Plymouth (MN) – USA).

A aferição da PA mereceu um cuidado especial e foi realizada com um esfigmomanômetro aneróide e estetoscópio, ambos da marca Tycos®. Foi realizada após a permanência do voluntário por 5 minutos, em decúbito supino, por 3 vezes em dias diferentes em que este compareceu ao ambulatório de Fisioterapia. Também foram realizadas ausculta pulmonar e cardíaca segundo as técnicas amplamente descritas na literatura.

As variáveis investigadas durante a avaliação antropométrica foram o peso e a estatura corporais.

Antes da realização do registro dos batimentos cardíacos para o cálculo da VFC na condição de repouso, verificou-se todos os dados vitais e demais itens de importância estavam dentro dos parâmetros preestabelecidos como adequados (por ex.: como o voluntário havia passado a noite, se estava tenso devido a algum problema, se havia respeitado as orientações para não ingerir bebidas alcoólicas e estimulantes como café, alguns refrigerantes e chá, além de medicamentos, e se não havia feito atividade física diferente da convencional, *etc.*).

Os voluntários foram orientados a colocarem sobre a região do precórdio um cardiofrequencímetro Polar®, modelo S810, *Heart Rate Monitor* (Kempele – Finlândia) que é constituído por um cinto com um sistema de elástico que foi preso às suas costas (para sua fixação) e também de um relógio de pulso onde se pode ler os valores dos batimentos cardíacos. Os batimentos registrados foram direcionados do relógio a um computador através de sinais em ondas infra vermelhas, por uma interface (interface IR®), permitindo posterior análise da VFC.

Durante todo o tempo necessário para o registro dos batimentos cardíacos, os pacientes foram confortavelmente posicionados em supino num ambiente calmo, permanecendo nessa posição durante 12 minutos. Eles não puderam conversar e foram orientados para que não se movessem. Também não puderam dormir durante o referido tempo, apenas fechar os olhos e procurar ter um bom relaxamento.

Para a análise da VFC de repouso, o primeiro e o segundo minutos do registro foram descartados porque esse é um tempo em que o voluntário ainda está se adaptando à posição e envolve múltiplos fatores que podem interferir nos dados coletados.

Na Etapa 2 foi efetuada: a) realização de AFD, em esteira rolante, à uma frequência cardíaca a 60% da FCsubmax [(195 - idade) x 60%], durante 40 minutos e registro dos batimentos cardíacos durante a atividade: para se atingir a FC alvo, a inclinação da esteira foi sempre mantida em zero, sendo que a velocidade inicial foi de 2,0Km/h e a

cada 20 segundos foi sendo acrescida em 0,5Km/h até que o voluntário atingisse sua FC preestabelecida. Quando o valor de FC atingia os 60% de sua FCsubmax a velocidade era mantida e, a partir daí, iniciava-se o registro dos batimentos cardíacos; b) registro dos batimentos cardíacos durante a fase pós AFD: há que se destacar que o registro durante a fase pós AFD teve o tempo de 10 minutos e se iniciou 30 segundos após o término da AFD feita na esteira. Este foi feito com os voluntários deitados em posição supina.

A abordagem estatística foi feita através da análise comparativa dos dados obtidos dos dois grupos estudados, procurando-se identificar diferenças no balanço vago-simpático cardíaco a partir da condição de repouso inicial e durante a fase de repouso pós AFD. Procurou-se, identificar prováveis reduções significativas da PA quando comparados os valores desta variável obtidos ao repouso inicial com aqueles valores coletados imediatamente após o esforço.

Foi utilizado o *software S-plus 3.0* da AT&T Corporation® e aplicou-se o teste de Wilcoxon para a comparação dos valores entre os grupos. O nível de significância aceito foi de  $p$  menor ou igual a 0,05 entre os dados comparados.

Para a análise da VFC no domínio do tempo (DT) testou-se para cada um dos eventos estudados as seguintes variáveis entre os grupos: a) intervalos RR (iRR) médios normais; b) desvio-padrão (dp) dos iRR no período ou evento; c) a raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre os iRR adjacentes (rMSSD); e d) a porcentagem de iRR adjacentes que tiveram mais de 50ms de diferença (pNN50). Para as análises no domínio da frequência (DF), comparou-se as seguintes variáveis entre os grupos: a) componente de baixa frequência (BF) calculado em unidades normalizadas (u.n.); b) componente de alta frequência (AF) calculado em unidades normalizadas (u.n.); c) razão BF/AF; e d) potência total do período.

Deve ser esclarecido que conforme amplamente divulgado na literatura especializada<sup>19</sup>, as variáveis no DT que estão relacionadas à

variabilidade total, ou seja, aquelas que refletem a atividade vago-simpática cardíaca, são os iRR médios normais e os dp dos iRR, enquanto que a rMSSD e a pNN50 são variáveis que se relacionam à atividade parassimpática cardíaca. Já as variáveis no DF que expressam a variabilidade total são a potência total e a razão BF/AF, enquanto que as que estão relacionadas às atividades parassimpática e simpática cardíaca, respectivamente, são a AF e BF.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipertensão arterial (HA) trata-se de uma doença que atingiu proporções de epidemia nos adultos do mundo industrializado e está destacadamente associada à elevação dos riscos de desenvolvimento de numerosas doenças cardiovasculares<sup>20</sup>.

Dentre as várias possibilidades estudadas para minimizar o impacto deste problema sobre a sociedade moderna, são aventadas possibilidades de terapias não farmacológicas que poderiam ser aplicadas com sucesso a pacientes com HA essencial leve. Dentre elas, destaca-se a realização da atividade física dinâmica, também chamada de atividade física aeróbia ou treinamento de endurance.

Um número muito grande de estudos indica que este tipo de atividade realizado sistematicamente poderia promover a redução de 10mmHg, em média, tanto na PA sistólica quanto na PA diastólica, nos indivíduos hipertensos essenciais leves, além de poder induzir o desenvolvimento de modificações benéficas relacionadas a outros fatores de risco cardiovascular presentes no hipertenso<sup>20</sup>.

Entretanto, os efeitos agudos da AFD sobre os mecanismos envolvidos na gênese da HA começaram a ser explorados há pouco tempo, com o objetivo de melhor se conhecer as relações entre a intensidade e o tempo do trabalho físico realizado e a quantificação da redução dos níveis pressóricos conseguidos e o tempo de permanência deste efeito benéfico ao sistema cardiovascular.

Diferentes mecanismos são possíveis de estar contribuindo para a HA, além disso, podem estar mais ou menos presentes dependendo da população hipertensa estudada. Com essas novas investigações, portanto, procura-se melhor explicar como cada aspecto do intrincado mecanismo multifatorial contribui e é responsável pela HA, e como pode ser modificado com o emprego da AFD.

Nesta investigação, estudou-se a influência do sistema nervoso autônomo (SNA) (atividade simpática e parassimpática cardíaca) sobre o coração de hipertensos e normotensos, ambos sedentários, nas condições de repouso e imediatamente após a realização de uma AFD de baixa intensidade e longa duração. Optou-se por esse estudo pois ele está fundamentado no consenso entre os pesquisadores de que o Sistema Nervoso Simpático (SNS) tem uma importante função no desenvolvimento da HA e há evidências de que o treinamento físico promova diminuição nos valores de PA em alguns hipertensos ao provocar a diminuição dos níveis de noradrenalina no plasma<sup>21,22,23</sup>. Em contrapartida, os efeitos agudos provocados pelo exercício físico sobre o balanço vago-simpático cardíaco ainda são obscuros e pouco explorados, principalmente com o uso da variabilidade da frequência cardíaca.

Iniciando a apresentação dos resultados pelos dados obtidos das avaliações antropométrica e clínica (Tabela 1), pode-se depreender que realmente os hipertensos atenderam aos critérios de inclusão quanto aos valores de PA que foram estatisticamente superiores aos do grupo de indivíduos normotensos.

**Tabela 1.** Valores médios das variáveis antropométricas e clínicas.

Variáveis	Hipertensos (n=7)	Normotensos (n=10)
Idade (anos)	26,4 ± 8,1	21,7 ± 2,9
Peso (kg)	95,0 ± 26,1*	68,8 ± 12,5
Estatura (cm)	177,9 ± 8,1	171,1 ± 8,0
PAS (mmHg)	138,9 ± 9,9**	113,0 ± 4,8
PAD (mmHg)	91,6 ± 11,7*	77,5 ± 6,3
FC (bpm)	68,1 ± 12,2	72,3 ± 13,8

(\*)  $p < 0,05$ ; (\*\*)  $p < 0,005$ .

O peso corporal estatisticamente ( $p < 0,05$ ) mais elevado no grupo de hipertensos poderia ser um dos fatores que estaria contribuindo para o aumento dos valores da variável em questão devido à sua reconhecida influência sobre a PA. Em contrapartida, esse fato parece não interferir no objetivo do presente estudo, como foi constatado em alguns trabalhos<sup>21,24,25</sup> nos quais o peso ou da quantidade de gordura corporal não foram fatores determinantes na ocorrência, ou não, de hipotensão arterial pós-esforço físico.

Os valores de FC demonstraram que ambos os grupos de indivíduos estavam em posição relaxada e confortável quando do registro dos batimentos cardíacos na condição estabelecida como repouso inicial, pois apresentaram dados perfeitamente adequados à situação metabólica do momento. Quando os valores de FC estão adequados, pode-se inferir que fatores como ansiedade, nervosismo, ou mesmo aspectos como uma noite mal dormida ou efeitos outros como o de estimulantes, estavam realmente afastados e sob controle. Desta forma, os dados relativos à condição de repouso ganham confiabilidade, pois a FC tem grande labilidade e

poderia revelar a presença de fatores indesejáveis ao bom andamento do registro dos batimentos cardíacos e posterior análise da VFC.

Com relação à idade, pode-se observar (Tabela 1), que não há diferença estatística entre os grupos estudados, o que é importante em trabalhos nos quais se utiliza a VFC como ferramenta de investigação, já que esta tende a se tornar menor com o processo de envelhecimento<sup>26,27</sup> e, se existissem diferenças entre seus valores, estes poderiam interferir nos resultados.

Nas Tabelas 2 e 3 são mostrados os valores das variáveis estudadas ao repouso com o emprego da VFC. Como se pode notar, não ocorreu diferença significativa entre os valores de ambos os grupos, o que sugere que a hipertensão arterial leve não provocou modificações detectáveis sobre o controle autonômico cardíaco deste grupo com relação ao grupo de normotensos durante a referida condição funcional. Outro aspecto que pode ser ressaltado é que ambos os grupos tinham condições de equilíbrio de seus sistemas reguladores da função autonômica cardíaca previamente à fase de AFD.

**Tabela 2.** Variabilidade da frequência cardíaca – domínio do tempo – Repouso.

Variáveis	Hipertensos (n=7)					Normotensos (n=10)				
	mín	1°Q	Mediana	3°Q	máx	mín	1°Q	Mediana	3°Q	máx
RRI (ms)	650	855	901	968	1128	624	809,8	831,5	1013	1182
Desvio-padrão (ms)	28,4	45,5	48,5	61,7	95,6	33,2	48,6	50,8	74,7	100
rMSSD (ms)	4	12,8	29	38,5	59	22,1	27,4	38,1	57,4	112,6
pNN50 (%)	0,1	3,5	7,3	9,1	18	0,9	4,5	8,8	13,5	24

Valores de medianas, 1° e 3° quartis (1°Q e 3°Q) e valores extremos (mín e máx).

**Tabela 3.** Variabilidade da frequência cardíaca – domínio da frequência – Repouso.

Variáveis	Hipertensos (n=7)					Normotensos (n=10)				
	mín	1°Q	Mediana	3°Q	máx	mín	1°Q	Mediana	3°Q	máx
Potência total (ms <sup>2</sup> /Hz)	878,9	2052	2716	5464	8837	1344	24,83	2885	6048	11480
Baixa frequência u.n (%)	42,9	65	69,8	80,6	86,6	23,4	47,1	61,3	67,7	94,8
Alta frequência u.n. (%)	13,3	19,3	30,1	34,9	57	5,2	32,2	38,6	52,7	76,6
Razão BF/AF	0,7	1,8	2,3	4,6	6,4	0,3	0,9	1,5	1,8	18,3

Valores de medianas, 1° e 3° quartis (1°Q e 3°Q) e valores extremos (mín e máx).



AFD a 60% da FC submax (submax): a AFD a 60% da FCsubmax realizada por 40 minutos objetivou criar uma situação de estresse leve, porém de duração longa, ao sistema cardiovascular, para que, imediatamente ao seu término, se checasse o comportamento da PA durante 10 minutos com a intenção de poder relacionar sua possível redução associada à mudanças no perfil do controle autonômico cardíaco em andamento.

Nas Tabelas 4 e 5 estão presentes os valores das variáveis da VFC com as respectivas comparações entre os dados obtidos ao repouso e em cada uma das etapas da recuperação pós AFD feita pelos voluntários. Nota-se que, para ambos os grupos, não ocorreu diferença significativa entre os dados, o que sugere que dentro do tempo de 10 minutos (tempo do registro) após a AFD o controle autonômico cardíaco já se restabelece do efeito promovido pelo exercício.

A avaliação do comportamento da PA sistólica durante a fase de recuperação (Figura 1) dos normotensos após a realização da AFD a 60% da FCsubmax, revelou que já na primeira avaliação da PA feita no terceiro minuto da fase pós AFD o valor de mediana da variável é o mesmo do obtido no repouso inicial, mantendo-se desta forma também 6º e no 10º min da fase de recuperação.

**Tabela 4.** Variabilidade da Frequência Cardíaca Indivíduos Normotensos.

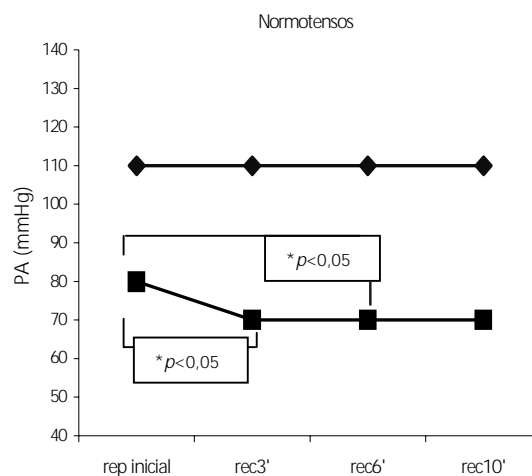
	Repouso Inicial	Recuperação 0-10/min	<i>p</i>
iRR (ms)	831,5	837,0	0,79
dp(ms)	50,8	66,8	0,39
rMSSD (ms)	38,1	49,4	0,63
pNN50 (%)	8,8	13,3	0,49
Potência Total (ms <sup>2</sup> /Hz)	2884,8	4436,0	0,52
BF u.n. (%)	61,3	60,2	0,91
AF u.n. (%)	38,7	39,8	0,87
Razão BF/AF	1,5	1,5	1

Nota: Encontram-se discriminados na tabela os valores de mediana de cada uma das variáveis analisadas nos domínios do tempo e da frequência durante o repouso inicial e recuperação (0 a 10 min) pós AFD realizada por 40 minutos a 60% da FCsubmax. Os dados estatísticos referem-se à relação entre o repouso inicial e o período de repouso pós-AFD.

**Tabela 5.** Variabilidade da Frequência Cardíaca Indivíduos Hipertensos.

	Repouso Inicial	Recuperação 0-10/min	<i>p</i>
iRR (ms)	901	900	1
dp(ms)	48,5	80,4	0,05*
rMSSD (ms)	37,1	41,8	0,11
pNN50 (%)	7,3	9,6	0,38
Potência Total (ms <sup>2</sup> /Hz)	2716,0	5026,0	0,38
BF u.n. (%)	69,8	67,4	0,53
AF u.n. (%)	30,1	32,9	0,53
Razão BF/AF	2,3	2,0	0,53

Nota: Encontram-se discriminados na tabela os valores de mediana de cada uma das variáveis analisadas nos domínios do tempo e da frequência durante o repouso inicial e recuperação (0 a 10 min) pós AFD realizada por 40 minutos a 60% da FCsubmax. Os dados estatísticos referem-se à relação entre o repouso inicial e o período de repouso pós-AFD.



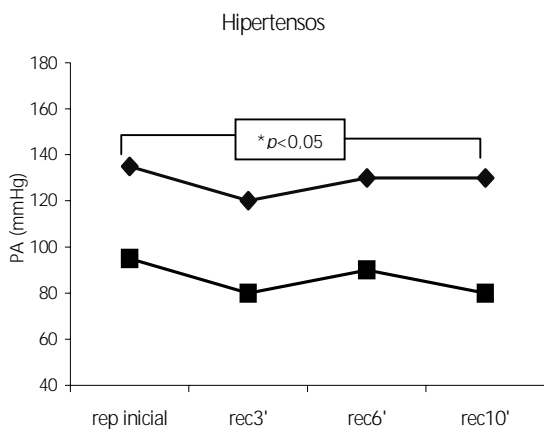
**Figura 1.** Valores das medianas da PA sistólica e PA diastólica dos normotensos.

Com a PA diastólica ocorreu significativa ( $p < 0,05$ ) redução do valor de mediana (com  $\Delta$  de -10mmHg) quando comparou-se os valores no 3º e 6º min pós AFD com os valores obtidos no repouso inicial. Provavelmente a queda da PA diastólica seja explicada pela diminuição da resistência vascular periférica<sup>7,8,9</sup> que poderia ser explicada pela manutenção de uma vasodilatação periférica de tempo variável, a qual segundo alguns autores<sup>4,10,11</sup> parece estar relacionada ao tempo de exposição da

pessoa ao exercício, e que a nosso ver dependeria, também, da intensidade do exercício realizado. Como nesse caso a intensidade foi baixa, notou-se que o efeito vasodilatador que teve reflexos sobre a PA, perdurou por volta de até 6 minutos.

Como os valores da VFC já se encontravam praticamente os mesmos daqueles do repouso inicial (pré exercício), provavelmente não interferiram na queda de PA documentada, sendo, portanto, esse ajuste dependente de uma condição periférica como a própria auto regulação local em resposta à substâncias vasoativas liberadas durante a AFD.

Na Figura 2 estão expostos os resultados obtidos com as medidas de PA dos hipertensos. A PA sistólica apresentou uma queda de seu valor de mediana comparado com o valor de repouso inicial, já no 3° min da análise, revelando que realmente a AFD promoveu agudamente uma redução nos valores da variável. Porém uma queda significativa ( $p < 0,05$ ) do valor da PA sistólica com relação à PA sistólica de repouso, foi observada somente na avaliação do 10° min da fase pós AFD, o que sugere que neste grupo o efeito hipotensor mais importante demora mais a acontecer e se restringe apenas à PA sistólica, pois com a PA diastólica também houve diminuição dos valores da fase pós AFD, mas estes não atingiram a significância estatística.



**Figura 2.** Valores das medianas da PA sistólica e PA diastólica dos hipertensos leves.

Talvez a intensidade do exercício realizado fosse insuficiente para promover modificações mais expressivas no valor de PA diastólica destes voluntários, em contrapartida há fortes indícios demonstrando que se tivesse sido feita uma análise num grupo maior de indivíduos a significância estatística poderia ter ocorrido, e desta forma não teria sido a AFD, como foi proposta, a responsável pela não ocorrência de significativas reduções pressóricas. Estes fatos, inclusive, podem merecer maior atenção em futuros estudos sobre o assunto.

Com os resultados encontrados no presente estudo, que se preocupou em analisar as respostas agudas de PA a AFD realizada, não há condições de se estimar por quanto tempo o efeito de queda da PA iria perdurar, mas se tem conhecimento de vários trabalhos nos quais em resposta à exposição crônica ao exercício aeróbio, ou seja, quando há prática freqüente de atividade aeróbia adequadamente prescrita, a hipertensão arterial leve foi definitivamente corrigida sem a necessidade do uso de medicamentos<sup>22,23,28,29,30</sup>.

## CONCLUSÃO

A AFD proposta no presente estudo, considerada de baixa intensidade e longa duração, promoveu redução da PA de ambos os grupos, documentada na fase pós AFD. Os valores de PA pós AFD comparados aos obtidos na fase de repouso inicial revelaram que o grupo de indivíduos normotensos apresentou reduções apenas dos valores da PA diastólica enquanto que os hipertensos tiveram redução significativa, porém mais tardia da PA sistólica apesar de suas PA diastólicas também terem sofrido redução, entretanto sem significância estatística. Há fortes indícios pelos resultados obtidos que uma amostra mais representativa poderia revelar com maior expressividade a interferência do controle autonômico cardíaco sobre a diminuição da PA documentada.

Pose-se concluir pela VFC aplicada como ferramenta de investigação da função autonômica

cardíaca pós AFD, que nessa dada intensidade e tempo de trabalho realizados, os ajustes cardiovasculares responsáveis pela hipotensão parecem ser de natureza periférica, e não têm reflexos significativos sobre a VFC documentada.

## REFERÊNCIAS

1. Somers VK, Conway J, Coats A, Isea J, Sleight P. Postexercise hypotension is not sustained in normal and hypertensive humans. *Hypertension* 1991; 18:211-5.
2. Pescatello LS, Fargo AE, Leach CN, Scherger HH. Short term effect of dynamic exercise on blood pressure. *Circulation* 1991; 83:1557-61.
3. Kenney MJ, Seals, DR. Postexercise hypotension. *Hypertension* 1993; 22:653-64.
4. Forjaz CLM, Rezk CC, Santaella DF, *et al.* Hipotensão pós-exercício: características, determinantes e mecanismos. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2000; 3 supl A:16-24.
5. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J* 1982; 285:767-9.
6. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol* 1987; 63:270-276.
7. Hara K, Floras JS. Influence of naloxone on muscle sympathetic nerve activity, systemic and calf haemodynamics and ambulatory blood pressure after exercise in mild essential hypertension. *J Hypertens* 1994; 13:447-61.
8. Halliwill Jr, Taylor JA, Hartwig TD, Eckberg DL. Augment baroreflex heart rate gain after moderate intensity dynamic exercise. *Am J Physiol* 1996; 270:420-6.
9. Piepoli M, Isea JE, Pannarale G, Adamopoulos S, Sleight P, Coats AJS. Load dependence of changes in forearm and peripheral vascular resistance after acute leg exercise in man. *J Appl Physiol* 1994; 478:357-62.
10. Bennett T, Wilcox R, MacDonald JA. Post-exercise reduction of blood pressure in hypertensive men is not due to acute impairment of baroreflex function. *Clin Sci* 1984; 67:97-103.
11. Forjaz CLM, Santaella DF, Rezende LO, Barreto ACP, Negrão CE. A duração de exercício determina a magnitude da duração da hipotensão pós-exercício. *Arq Bras Cardiol* 1998; 70:99-104.
12. Forjaz CLM, Ramires PR, Tinucci T, Ortega KC, Salomão HEH, Ignês EC. Postexercise response of muscle sympathetic nerve activity and blood flow to hyperinsulinemia in humans. *J Appl Physiol* 1999; 87:824-9.
13. Patil RD, DiCarlo SE, Collins HL. Acute exercise enhances nitric oxide modulation of vascular response to phenylephrine. *Am J Physiol* 1993; 265:H1184-8.
14. Paschoal MA. Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das influências autonômicas sobre suas características temporal e espectral em halterofilistas e sedentários [doutorado]. Campinas: Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas; 1999.
15. Paschoal MA, Gonçalves NVO, Petrelluzzi KFS, MACHADO RV. Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2003; 5(supl A):1-11.
16. Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A, Onodera S. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(9): 1496-502.
17. Guzzetti S, Piccaluga E, Casati R, *et al.* Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. *J Hypertens* 1988; 6:711-7.
18. Kulics MJ, Heidi LC, DiCarlo SE. Postexercise hypotension is mediated by reductions in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol* 1999; 276:H27-32.
19. Task Force of the European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and

- Electrophysiology – Heart rate variability – standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996; 93:1043-65.
20. American College of Sports Medicine – Position Stand – Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(10):i-x.
  21. Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, *et al.* Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension* 1987; 9:245-52.
  22. Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, Shindo M. Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension* 1985; 7:125-31.
  23. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH, Ehsani AA. Effect of exercise training on 60-69 year old persons with essential hypertension. *Am J Cardiol* 1989; 64:348-53.
  24. Baglivo H, Fabregues G, Burrieza H, Esper RC, Talarico M, Esper RJ. Effect of moderate physical training on left ventricular mass in mild hypertensive persons. *Hypertension* 1990; 15 Suppl 1:I153-I16.
  25. Martin JE, Dubbert PM, Cushman WC. Controlled trial of aerobic exercise in hypertension. *Circulation* 1990; 81:1560-7.
  26. Jensen-Urstad K, Storck N, Bouvier F, Ericson M, Lindblad LE, Jensen-Urstad M. Heart rate variability in health subjects is related to age and gender. *Acta Physiol Scand* 1997; 160:235-41.
  27. Tasaki H, Serita T, Irita A, Hano O, Iliev I, Ueyamac C, *et al.* A 15-year longitudinal follow-up study of heart rate and heart rate variability in healthy elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55(12):M744-9.
  28. Arrol B, Beaglehole R. Does physical activity lower blood pressure: a critical review of the clinical trials. *J Clin Epidemiol* 1992; 41:439-47.
  29. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2.ed. São Paulo: Manole; 2003.
  30. Shoji VM, Forjaz CLM. Treinamento físico na hipertensão arterial. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2000; 10(6 supl A):7-14.
- Recebido para publicação em 24 de setembro de 2003 e aceito em 4 de maio de 2004.