

## CORRELAÇÃO ENTRE A RECUPERAÇÃO DO CONTROLE REFLEXO CARDIOVASCULAR APÓS EXERCÍCIO MÁXIMO E CAPACIDADE FUNCIONAL

Pedro Paulo da Silva Soares<sup>1,3</sup>

Kelb Bousquet Santos<sup>1</sup>

Leonardo Protásio<sup>1</sup>

Jean M. Figueiredo<sup>1</sup>

Edejar T. Silva Junior<sup>2</sup>

Márcio N. Souza<sup>2</sup>

Antonio C. L. Nóbrega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Universidade Federal Fluminense

<sup>2</sup> Programa de Engenharia Biomédica, Universidade Federal Rio de Janeiro

<sup>3</sup> Mestrado em Ciências da Atividade Física, Universidade Salgado de Oliveira

### RESUMO

*As respostas fisiológicas durante e após o exercício revelam importantes mecanismos de controle cardiovascular. Investigamos a relação entre sensibilidade do barorreflexo (SBR), variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e capacidade funcional (METs) em indivíduos saudáveis após um teste de esforço máximo. A VFC e a SBR foram obtidas por análise espectral antes e após o exercício. O componente vagal da VFC em repouso correlacionou-se com a capacidade física ( $P=0.03$ ). A SBR ( $P<0.001$ ) diminuiu após o exercício e sua recuperação mostrou correlação com METs ( $r=0.66$ ;  $P=0.02$ ). Estes dados mostram maior recuperação do controle reflexo cardiovascular em indivíduos com maior capacidade funcional.*

### ABSTRACT

*The physiological responses during and after physical exercise may reveal important mechanisms of cardiovascular control. We aimed to investigate the relation between spontaneous baroreflex sensitivity (SBR), heart rate variability (HRV) and exercise capacity (METs) in healthy subjects after a maximal exercise test. HRV and SBR were accessed by spectral analysis before and after exercise. The vagal component of HRV in normalized units in resting conditions correlated with exercise capacity ( $P=0.03$ ). SBR reduced ( $P<0.001$ ) after exercise and its recovery showed positive correlation with METs ( $r=0.66$ ;  $P=0.02$ ). These data showed an increased recovery of the cardiovascular reflex control in fit subjects.*

### RESUMEN

*Respuestas fisiológicas durante y después del ejercicio físico revelan importantes mecanismos del control cardiovascular. Investigamos la relación entre la sensibilidad barorrefleja (SBR), variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y capacidad física (METs) en individuos jóvenes y saludables después de ejercicio máximo. VFC y SBR fueron obtenidas por análisis espectral antes y después del ejercicio. El componente vagal de la VFC en reposo se correlacionó con METs ( $P=0.03$ ). Hubo reducción de SBR ( $P<0.001$ ) después del ejercicio y la recuperación se correlacionó con METs ( $r=0.66$ ;  $P=0.02$ ). Estos datos muestran mayor recuperación del control reflejo cardiovascular en individuos con mayor capacidad física.*

O exercício físico é capaz de provocar importantes modificações no controle do sistema cardiovascular aumentando a frequência cardíaca, a pressão arterial (PA) e o débito cardíaco entre outros parâmetros hemodinâmicos para manutenção da homeostase diante de uma demanda metabólica aumentada. Essas respostas são provocadas por complexos mecanismos ativadores neurais que envolvem núcleos superiores no encéfalo e sinais aferentes musculares (Nobrega, 2001) que por sua vez modificam os mecanismos moduladores cardiovasculares primariamente dependentes de ativação simpática e inibição do tônus vagal (Soares, Da Nobrega *et al.*, 1994). A manutenção da pressão arterial (PA) dentro de limites relativamente estreitos depende de ajustes batimento-a-batimento da frequência cardíaca (FC) e do débito cardíaco e que interagem com flutuações do tônus vasomotor. O barorreflexo arterial é o principal mecanismo autonômico diretamente envolvido nesta resposta reflexa. Os rápidos ajustes da FC decorrentes das oscilações da PA podem ser quantificados e identificados como um índice de sensibilidade do barorreflexo arterial (SBR). Por outro lado, o comportamento oscilatório da FC tem sido amplamente estudado através da análise espectral, permitindo a identificação dos componentes espectrais influenciados pela atividade simpática e parassimpática cardíacas.

O estudo do comportamento oscilatório da FC e da PA através da análise espectral tem permitido quantificar o comportamento dinâmico destas variáveis tanto no repouso quanto no exercício, de forma a inferir quanto aos mecanismos autonômicos de controle envolvidos na homeostase cardiovascular. As evidências experimentais sugerem que o componente oscilatório da PA na banda de baixa frequência ( $LF_{PAS}$ ) seja modulado pela atividade simpática (Montano, Cogliati *et al.*, 2001), enquanto a FC nesta banda de frequência sofre modulação dos componentes simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo, com a predominância do primeiro (Malliani, 1999). Já o componente denominado de alta frequência da FC ( $HF_{FC}$ ) é vago dependente e é influenciado pela frequência respiratória. O componente de alta frequência da PA sistólica ( $HF_{PAS}$ ) é influenciado pela respiração e por eventos mecânicos associados. Diversos estudos têm associado uma maior variabilidade da FC como um dos efeitos do treinamento físico e com menores índices de eventos cardiovasculares, sugerindo que uma alta variabilidade de FC seja um indicador autonômico de valor prognóstico. Num estudo recente, Hautala e colaboradores mostraram que indivíduos que possuíam alta VFC antes de um programa de treinamento, foram os que apresentaram maiores ganhos no consumo máximo de oxigênio (Hautala, Kiviniemi *et al.*, 2006). Estes achados sugerem um fator genético como determinante das relações entre desempenho e controle autonômico cardiovascular, mas que ainda necessitam de comprovação através de novos estudos.

Muitas das respostas fisiológicas provocadas pelo estresse físico que caracteriza o exercício não desaparecem imediatamente quando da sua interrupção, enquanto que outras se expressam somente no período pós-esforço. Estes efeitos, que podem ser chamados de sub-agudos (Nobrega, 2005), devem ser considerados no entendimento do impacto do exercício físico sobre o sistema cardiovascular. Quando o organismo é exposto regularmente ao exercício ocorrem adaptações morfológicas e funcionais, as quais tendem a torná-lo mais eficiente para realizar o esforço. A magnitude e as características dessas adaptações, chamadas de efeitos crônicos, dependem fundamentalmente do volume de treinamento (intensidade, duração e frequência). Desta forma, o treinamento físico tem sido empregado como um tratamento não-farmacológico de doenças cardiovasculares e o entendimento do comportamento dinâmico da PA durante e após uma sessão de exercício, assim como após um período de treinamento físico são de fundamental importância para a compreensão dos mecanismos envolvidos nestas respostas e adaptações fisiológicas.

Durante uma sessão de exercício sub-máximo, tanto a variabilidade total da PA quanto a do componente  $LF_{PAS}$  aumentam progressivamente com o incremento da

intensidade do exercício em indivíduos normotensos jovens e idosos (Lucini, Cerchiello *et al.*, 2004) e em hipertensos (Pagani, Somers *et al.*, 1988). A fase posterior a uma sessão de exercício apresenta comportamento transiente dos parâmetros hemodinâmicos correspondendo a um desafio fisiológico para os sistemas de controle cardiovascular. Em indivíduos normotensos uma sessão de exercício de máxima intensidade provoca, no período pós-exercício (60 min), hipotensão, redução da SBR e da variabilidade da FC e aumento do componente  $LF_{PAS}$  PA (Piepoli, Coats *et al.*, 1993). Um possível mecanismo responsável por este efeito é a redução da sensibilidade do barorreflexo (SBR) espontâneo que parece ser proporcional e diretamente correlacionado à intensidade de esforço. Legramante *et al.* observaram que, também em indivíduos moderadamente hipertensos, a hipotensão após esforço máximo era acompanhada de um aumento do  $LF_{PAS}$  (Legramante, Galante *et al.*, 2002). Estes efeitos provavelmente representam uma combinação de modulação adrenérgica ainda aumentada, como efeito residual do que ocorre durante o esforço, e um efeito metabólico muscular e sistêmico que provoca uma reatividade vascular aumentada (Bousquet-Santos, Soares *et al.*, 2005).

Uma maior atividade simpática e uma reduzida atividade vagal têm sido associadas à hipertensão (Guzzetti, Piccaluga *et al.*, 1988). Quando comparados a indivíduos normotensos, hipertensos não tratados apresentam maior variabilidade da PA medida pela variância (Pagani, Somers *et al.*, 1988) e valores mais elevados de  $LF_{PAS}$  (Izdebska, Cybulska *et al.*, 2004). O treinamento físico de intensidade moderada (50% do consumo máximo de oxigênio,  $VO_{2máx}$ ) parece promover efeitos benéficos em indivíduos hipertensos não tratados, apresentando uma melhora do controle da PA com redução do componente  $LF_{PAS}$  no repouso para valores semelhantes aos de indivíduos normotensos<sup>11</sup> (Izdebska, Cybulska *et al.*, 2004). Hipertensos submetidos a treinamento de intensidade moderada apresentaram redução do  $LF_{PAS}$  e aumento da SBR<sup>6</sup> (Pagani, Somers *et al.*, 1988). As implicações práticas destas informações estão relacionadas ao fato de que a variabilidade aumentada da PA correlaciona-se com maior risco de lesão de órgão-alvo e, portanto, ao desencadear adaptações autonômicas que levam a um melhor controle da PA, o treinamento físico pode diminuir diretamente o risco de comprometimento cardíaco, renal e vascular cerebral.

Muito embora os efeitos benéficos do exercício crônico sejam amplamente reconhecidos, é importante considerar que as adaptações fisiológicas possuem relação direta com o volume de treinamento, mais especificamente a intensidade do exercício. Em indivíduos adultos e sedentários, o exercício moderado parece ser suficiente para promover reduções da PA e no ganho da SBR (Iwasaki, Zhang *et al.*, 2003). Exercícios mais intensos parecem não produzir efeitos adicionais ou mesmo podem reverter as melhorias no controle dinâmico da PA e FC, sugerindo que, assim como para outras variáveis fisiológicas, parece haver uma faixa ótima para obtenção dos benefícios do treinamento físico sobre a PA.

Os efeitos crônicos do exercício se desenvolvem e da interação de respostas fisiológicas que acontecem durante (efeitos agudos) e após cada sessão de exercícios (sub-agudos). Portanto, é importante avaliar os efeitos de cada sessão de exercício no sentido de compreender os processos adaptativos por que atravessa o sistema cardiovascular ao longo de uma ou várias sessões de treinamento físico. Por outro lado, pouco se conhece sobre as adaptações fisiológicas que ocorrem imediatamente após uma sessão de exercícios e que podem durar minutos, horas ou mesmo dias. Até o momento, ainda é motivo de controvérsia as possíveis combinações ideais entre modalidade, intensidade e duração de sessões de exercício que promovam respostas cardiovasculares consideradas benéficas do ponto de vista do controle cardiovascular no pós-esforço, de promoção da saúde ou de otimização do treinamento com intuito de desempenho. Considerando estes aspectos, o

objetivo deste trabalho foi o de quantificar os efeitos de uma sessão de exercício de máxima intensidade sobre o controle autonômico cardiovascular através da variabilidade da frequência cardíaca e da sensibilidade espontânea do barorreflexo arterial, em indivíduos jovens e saudáveis até duas horas terminado o esforço.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Indivíduos jovens e saudáveis (11 homens e 4 mulheres) foram voluntários a participar neste estudo, que foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (CEP CCM/HUAP 030/04). Os critérios de exclusão foram a presença de diabetes, hipertensão, doença cardiovascular, tabagismo, engajamento em programa regular de exercícios e uso de medicação. Os indivíduos mantiveram jejum de pelo menos 2 horas, não realizaram atividades físicas nas 24 horas que precederam os testes ou ingeriram cafeína no dia da avaliação. Os testes foram realizados no período da manhã após 20 minutos de repouso em decúbito dorsal em silêncio, numa sala com temperatura controlada (temperatura constante 23° a 25° C).

A pressão arterial foi registrada continuamente através da fotoplestígrafia infravermelha digital (FinaPres® 2050, Ohmeda, EUA) com ajuste do manguito de tamanho adequado no terceiro dedo da mão esquerda (mantida na altura do coração). O sinal analógico foi digitalizado a 1000 Hz em placa A/D (National Instruments) sendo utilizado um sistema de interface desenvolvido especialmente para o registro e análise do comportamento dinâmico da PA (Labview 6.0, National Instruments).

Após registro da PA em repouso os indivíduos realizaram um teste de esforço máximo em esteira rolante (Inbramed, Brasil) seguindo um protocolo de rampa progressivo, de intensidade máxima, individualizado, programado para durar aproximadamente 12 min, baseado na idade e sexo do indivíduo. Os voluntários realizaram os mesmos procedimentos descritos acima 10, 60 e 120 minutos após terem completado o exercício. A capacidade física máxima foi quantificada em METs.

### *Análise de sinais*

Após detecção de sístoles e diástoles por interpolação parabólica a frequência cardíaca instantânea (FC) foi obtida a partir do período entre duas sístoles ventriculares que definem o intervalo de pulso (IP) que é correspondente ao intervalo RR do eletrocardiograma. As séries temporais de PA sistólica (PAS) e de IP foram utilizadas para a análise tempo-frequência da variabilidade da frequência cardíaca, além da sensibilidade espontânea do barorreflexo pelo método espectral, conhecido como índice alfa. A variabilidade dos IP será considerada como a variabilidade da FC (VFC). Para o domínio do tempo foram calculados o IP médio, o desvio padrão dos IP, a PAS média e seu desvio padrão. As séries temporais de IP foram decimadas para tornarem-se igualmente espaçadas no tempo (5 Hz) sendo aplicada então a Transformada Rápida de Fourier pelo Método de Welch com janelamento Hanning com 50% de sobreposição. Este método permite a decomposição de um sinal no tempo em seus componentes oscilatórios. No caso da FC e da PA identificam-se dois componentes predominantes que permitem a inferência quanto aos mecanismos moduladores destes sinais biológicos. Para o cálculo da potência espectral em cada banda de frequência, foi realizada a integração da curva densidade espectral de potência nas bandas de muito baixa (VLF; <0,04 Hz), baixa (LF; 0,04-0,15 Hz) e de alta (HF, 0,15-0,4 Hz) frequências. A potência espectral dos componentes LF e HF da FC foi quantificada e unidades normalizadas para LF.

O índice de sensibilidade espontânea do barorreflexo arterial (SBR) foi calculado pelo método espectral conhecido como índice alfa na banda de LF (alfa-LF), que é obtido

pela razão entre a potência espectral da FC pela da PAS na banda LF dado em ms/mmHg (Mancia, Daffonchio *et al.*, 1998). As variações entre os valores pré- e pós-exercício (10, 60 e 120 minutos) foram calculados como diferenças absolutas e usados para identificar o comportamento temporal do controle autonômico cardiovascular.

Os resultados foram analisados por análise de variância (ANOVA) de um fator para medidas repetidas. Quando a ANOVA revelou diferenças, um post-hoc de Bonferroni foi empregado para determinar em que momento os valores diferiram entre si. Quando apropriado um teste-t de *Student* foi empregado. As associações entre as variáveis autonômicas e a SBR foram obtidas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Os dados foram expressos como média  $\pm$  DP. Significância estatística foi considerada para  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS

Todos os indivíduos interromperam o teste de esforço por fadiga voluntária e atingiram FC máxima de aproximadamente 103% do predito para idade (220-idade). No repouso apenas a potência normalizada HFn apresentou correlação significativa ( $P = 0,023$ ) com a capacidade física máxima encontrada no teste de esforço (Figura 1). Após o exercício observou-se taquicardia e todos os índices de modulação parassimpática foram reduzidos retornando a valores próximos aos de repouso apenas 120 minutos após o término do exercício. A SBR foi reduzida imediatamente após o exercício sendo que sua recuperação foi maior nos indivíduos com maior capacidade funcional (Figura 2). Apesar de uma discreta redução na PAS não foi identificada hipotensão pós-esforço.

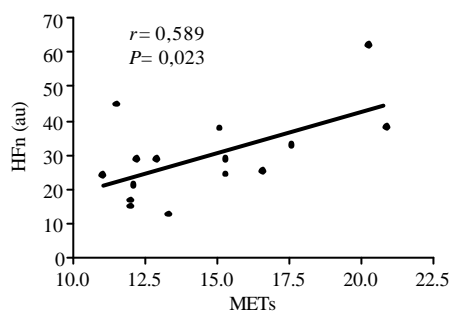


Figura 1: Correlação entre a variabilidade da FC expressa em HF em unidades arbitrárias e a capacidade funcional estimada em METs.

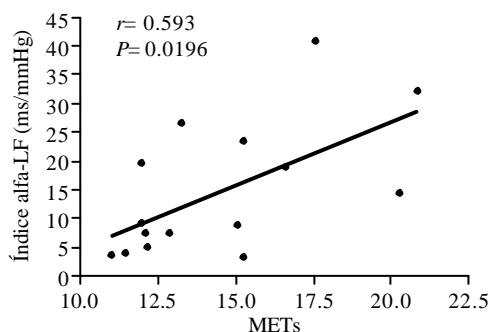


Figura 2: Correlação entre a recuperação da sensibilidade espontânea do barorreflexo arterial quantificada pelo índice alfa-LF e a capacidade funcional estimada em METs.

## DISCUSSÃO

O principal achado de nosso estudo aponta para uma maior recuperação da SBR nos indivíduos com maior capacidade física. Estes indivíduos também apresentaram maior modulação vagal no período de repouso. Embora associações entre marcadores de modulação parassimpática tanto no domínio do tempo quanto da frequência serem comumente encontrados na literatura, a recuperação da SBR após exercício de máxima intensidade associada à capacidade funcional ainda não havia sido descrita. Enquanto diversos estudos têm explorado os efeitos do exercício crônico ou agudo, pouco se sabe sobre os efeitos do exercício de diversas intensidades e volumes no período imediatamente após o seu término.

No presente estudo, investigamos os efeitos de uma sessão de exercício em esteira rolante de máxima intensidade sobre o controle cardiovascular por um período de duas horas, que é bem maior que o observado habitualmente após testes de máxima intensidade. Esta abordagem permitiu identificar o comportamento dinâmico da FC e da PA, além dos possíveis mecanismos neurais de controle envolvidos.

Recentemente nosso grupo observou que após uma sessão de exercício de máxima intensidade o fluxo sanguíneo para o ante-braço permanecia aumentado até 60 minutos terminado o exercício, assim como a reatividade vascular permaneceu aumentada neste período (Bousquet-Santos, Soares *et al.*, 2005). A vasodilatação periférica é um dos possíveis mecanismos envolvidos da hipotensão pós-esforço e representa um potencial alvo para intervenções através do exercício no controle da PA. No presente estudo, ampliamos nosso conhecimento a respeito dos mecanismos de controle cardiovascular modificáveis com uma sessão de exercício de intensidade máxima. Os indivíduos com maior capacidade física apresentaram maior modulação vagal em repouso, expressa pelo índice HF<sub>n</sub>. Após a sessão de exercício observamos redução da VFC e do SBR que retornaram a valores próximos aos de repouso apenas 120 minutos depois de encerrado o exercício. Ainda mais, a magnitude desta recuperação a partir de 10 minutos até 120 minutos do fim do exercício, se correlacionaram positivamente com a capacidade física alcançada no teste. Embora pudesse parecer lógico que do repouso ao pós-exercício (10 minutos) este fenômeno também fosse evidente, não foi encontrada correlação entre a redução dos índices de VFC com a capacidade funcional. Estes achados sugerem fortemente que, o comportamento das variáveis hemodinâmicas estudadas apresenta características que parecem ser reveladas apenas após uma provocação fisiológica como o exercício e, que certamente, dependem das características do mesmo.

Outros autores têm encontrado fortes associações entre a capacidade física ao componente vagal cardíaco (Hautala, Makikallio *et al.*, 2003) e ao treinamento (Tulppo, Hautala *et al.*, 2003). Nosso achados apontam para semelhantes associações e avançam no conhecimento de mecanismos reflexos de controle cardiovascular após o exercício. Hautala e colaboradores os indivíduos que apresentaram maior variabilidade descrita pelo componente HF<sub>n</sub> da FC forma aqueles que mostraram os maiores ganhos no consumo máximo de oxigênio após um período de treinamento aeróbio de intensidades moderada e alta (Hautala, Kiviniemi *et al.*, 2006). Estes dados sugerem que aqueles que a VFC parece ser um indicador com potencial de selecionar os indivíduos que obteriam maiores adaptações ao treinamento. Entretanto, estes autores não identificaram quais mecanismos seriam os responsáveis por estes achados, e outros estudos ainda devem corroborar estas evidências.

Assim como no presente estudo, outros autores também têm observado reduções na variabilidade da FC e na SBR após uma sessão de exercícios (Piepoli, Coats *et al.*, 1993).

A magnitude e a duração destas modificações transitórias no período pós-esforço parece depender do protocolo de exercício empregado. Piepoli e colaboradores mostraram que 60 minutos após um teste de esforço máximo, de duração de 20 a 30 minutos, era observada hipotensão associada à redução da SBR. Embora este tenha sido um protocolo máximo, sua prolongada duração talvez tenha permitido que os efeitos hemodinâmicos observados tenham sido semelhantes aos de sessões de exercício aeróbio tradicionais. No presente estudo, optou-se pelo protocolo de rampa que permitiu que independentemente da capacidade funcional, todos os voluntários realizassem exercício de máxima intensidade e duração semelhante. Portanto, o principal fator responsável pelas respostas cardiovasculares sub-agudas observadas, foi a intensidade. Em estudo recente, Raczak e colaboradores observaram que após uma sessão de 30 minutos de exercício moderado em cicloergômetro era observado um aumento na SBR no período pós-esforço (Raczak, Pinna *et al.*, 2005). Estes dados contradizem a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura e sugerem que se ajustando a intensidade e duração de uma sessão de exercícios pode-se otimizar as respostas cardiovasculares sub-agudas na direção da maximização das adaptações reflexas cardiovasculares.

No presente estudo, foi identificadas associações entre a modulação autonômica cardíaca a condição física em indivíduos que não participavam de programas de exercícios regulares. Ainda mais, o controle reflexo cardiovascular mediado pelo barorreflexo arterial que se encontrou reduzido após o exercício, mostrou uma maior recuperação duas após a sessão nos indivíduos com maior capacidade física. Essa combinação de resultados sugere maior modulação parassimpática nestes indivíduos em repouso e também no pós-esforço. Estes achados podem contribuir para que sejam identificados programas de prescrição de exercícios mais individualizados uma vez que a recuperação do controle cardiovascular após uma sessão de exercícios pode influenciar enormemente uma sessão subsequente.

## REFERÊNCIAS

Bousquet-Santos, K., P. P. Soares, *et al.* Sub-acute effects of exercise on peripheral blood flow and vascular reactivity. Braz J Med Biol Res, v.no prelo. 2005.

\_\_\_\_\_. Subacute effects of a maximal exercise bout on endothelium-mediated vasodilation in healthy subjects. Braz J Med Biol Res, v.38, n.4, Apr, p.621-7. 2005.

Guzzetti, S., E. Piccaluga, *et al.* Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. J Hypertens, v.6, n.9, Sep, p.711-7. 1988.

Hautala, A. J., A. M. Kiviniemi, *et al.* Individual differences in the responses to endurance and resistance training. Eur J Appl Physiol, v.96, n.5, Mar, p.535-42. 2006.

Hautala, A. J., T. H. Makikallio, *et al.* Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. Am J Physiol Heart Circ Physiol, v.285, n.4, Oct, p.H1747-52. 2003.

Iwasaki, K., R. Zhang *et al.* Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? J Appl Physiol, v.95, n.4, Oct, p.1575-83. 2003.

Izdebska, E., I. Cybulska, *et al.* Effects of moderate physical training on blood pressure variability and hemodynamic pattern in mildly hypertensive subjects. J Physiol Pharmacol, v.55, n.4, Dec, p.713-24. 2004.

Legramante, J. M., A. Galante, *et al.* Hemodynamic and autonomic correlates of postexercise hypotension in patients with mild hypertension. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, v.282, n.4, Apr, p.R1037-43. 2002.

Lucini, D., M. Cerchiello, *et al.* Selective reductions of cardiac autonomic responses to light bicycle exercise with aging in healthy humans. Auton Neurosci, v.110, n.1, Jan 30, p.55-63. 2004.

Malliani, A. The Pattern of Sympathovagal Balance Explored in the Frequency Domain. News Physiol Sci, v.14, p.111-117. 1999.

Mancia, G., A. Daffonchio, *et al.* Methods to quantify sympathetic cardiovascular influences. Eur Heart J, v.19 Suppl F, p.F7-13. 1998.

Montano, N., C. Cogliati, *et al.* Sympathetic rhythms and cardiovascular oscillations. Auton Neurosci, v.90, n.1-2, Jul 20, p.29-34. 2001.

Nobrega, A. C. Controle neural cardiovascular no exercício. In: E. Tibiriçá (Ed.). Fisiopatologia em medicina cardiovascular. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter Ltda, 2001. Controle neural cardiovascular no exercício, p.53-85

\_\_\_\_\_. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. Exercise and Sport Sciences Reviews, v.no prelo. 2005.

Pagani, M., V. Somers, *et al.* Changes in autonomic regulation induced by physical training in mild hypertension. Hypertension, v.12, n.6, p.600-10. 1988.

Piepoli, M., A. J. Coats, *et al.* Persistent peripheral vasodilation and sympathetic activity in hypotension after maximal exercise. J Appl Physiol, v.75, n.4, Oct, p.1807-14. 1993.

Raczak, G., G. D. Pinna, *et al.* Cardiovascular response to acute mild exercise in young healthy subjects. Circ J, v.69, n.8, Aug, p.976-80. 2005.

Soares, P. P., A. C. Da Nobrega, *et al.* [Initial heart rate transient at dynamic exercise performed in apnea. Influence of the variation rate of previous lung volume]. Arq Bras Cardiol, v.63, n.4, p.287-92. 1994.

Tulppo, M. P., A. J. Hautala, *et al.* Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. J Appl Physiol, v.95, n.1, Jul, p.364-72. 2003.