



Universidade de São Paulo

Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI

Sem comunidade

Scielo

2012

Variabilidade da frequência cardíaca e carga máxima atingida no teste de esforço físico dinâmico em homens idosos

Rev Bras Med Esporte, v.18, n.6, p.377-380, 2012

<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/40065>

Downloaded from: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, Universidade de São Paulo

VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E CARGA MÁXIMA ATINGIDA NO TESTE DE ESFORÇO FÍSICO DINÂMICO EM HOMENS IDOSOS

CLÍNICA MÉDICA DO
EXERCÍCIO E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

HEART RATE VARIABILITY AND MAXIMUM WORKLOAD REACHED IN THE DYNAMIC PHYSICAL EXERTION TEST IN ELDERLY MEN

Suenimeire Vieira^{1,2}

Ana Carolina Sanches Felix³

Robison José Quitério^{2,4}

1. Departamento de Fisioterapia. Especialização em Fisioterapia Geriátrica. Universidade Federal de São Carlos.

2. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo, Brasil.

3. Departamento de Fisiologia. Programa de Pós-Graduação em Fisiologia. Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

4. Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília, São Paulo, Brasil.

Correspondente:

Robison José Quitério

Universidade Estadual Paulista
Departamento de Fisioterapia e
Terapia Ocupacional.

Av. Hygino Muzzi Filho, 737

17525-900 – Marília, SP, Brasil

Email: robisonquiterio@marilia.unesp.br

RESUMO

Introdução: Um dos benefícios promovidos pelo exercício físico parece ser a melhora da modulação do sistema nervoso autônomo sobre o coração. No entanto, o papel da atividade física como um fator determinante da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) não está bem estabelecido. Desta forma, o objetivo do estudo foi verificar se há correlação entre a frequência cardíaca de repouso e a carga máxima atingida no teste de esforço físico com os índices de VFC em homens idosos. **Métodos:** Foram estudados 18 homens idosos com idades entre 60 e 70 anos. Foram feitas as seguintes avaliações: a) teste de esforço máximo em cicloergômetro utilizando-se o protocolo de Balke para avaliação da capacidade aeróbia; b) registro da frequência cardíaca (FC) e dos intervalos R-R durante 15 minutos na condição de repouso em decúbito dorsal. Após a coleta, os dados foram analisados no domínio do tempo, calculando-se o índice RMSSD, e no domínio da frequência, calculando-se os índices de baixa frequência (BF), alta frequência (AF) e razão BF/AF. Para verificar se existe associação entre a carga máxima atingida no teste de esforço e os índices de VFC foi aplicado o teste de correlação de Pearson ($p \leq 0,05$). **Resultados:** Características demográficas, antropométricas, fisiológicas e carga máxima atingida no teste ergométrico: idade = $63 \pm 3,0$ anos; IMC = $24 \pm 2 \text{ kg/m}^2$; FC = $63 \pm 9 \text{ bpm}$; PAS = $123 \pm 19 \text{ mmHg}$; PAD = $83 \pm 8 \text{ mmHg}$; carga máxima = 152 ± 29 watts. Não houve correlação entre os índices de VFC com os valores de FC de repouso e carga máxima atingida no teste ergométrico ($p > 0,05$). **Conclusão:** Os índices de variabilidade da frequência cardíaca temporal e espectrais estudados não são indicadores do nível de capacidade aeróbia de homens idosos avaliados em cicloergômetro.

Palavras-chave: variabilidade da frequência cardíaca, teste de esforço, frequência cardíaca de repouso, idoso.

ABSTRACT

Introduction: One of the benefits provided by regular physical activities seems to be the improvement of cardiac autonomic nervous system modulation. However, the role of physical activity as a determinant factor of the heart rate variability (HRV) is not well-established. Therefore, the aim of this study was to verify whether there was a correlation between resting heart rate and maximum workload reached in an exercise test with HRV indices in elderly men. **Methods:** A study was carried out with 18 elderly men between the ages of 60 and 70 years. The following evaluations were made: a) Maximal exercise test on a cycle ergometer using Balke treadmill protocol to evaluate the aerobic capacity; b) Heart Rate (HR) and RR Intervals (RRI) registered for 15 minutes at rest, in the supine position. After collection, data were analyzed by time domain (RMSSD index) and by the frequency domain (low (LF) and high (HF) frequency indices and LF/HF ratio). Pearson correlation test was used to verify whether there was a correlation between the maximum workload reached during the exercise test and the HRV indices ($p \leq 0.05$). **Results:** Demographic, physiological, and anthropometric characteristics and the maximum load achieved during exercise test: Age = 63 ± 3.0 years; BMI = $24 \pm 2 \text{ kg/m}^2$; HR = $63 \pm 9 \text{ bpm}$; SBP = $123 \pm 19 \text{ mmHg}$; DBP = $83 \pm 8 \text{ mmHg}$; maximum workload = 152 ± 29 watts. No correlation was found between the HRV indices with the values of the resting heart rate and the maximum workload reached in the exercise test ($p > 0.05$). **Conclusion:** Temporal and spectral indices of heart rate variability are not indicators of aerobic capacity of elderly men evaluated on a cycle ergometer.

Keywords: heart rate variability, exercise test, resting heart rate, elderly.

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um importante marcador da atividade cardíaca neural, sendo que altos valores são sinal de boa adaptação e caracterizam pessoa saudável, enquanto que os baixos valores, frequentemente, indicam adaptação anormal do sistema nervoso autônomo (SNA), e estão associados a maior risco para doenças cardiovasculares¹.

A VFC, assim como ocorre com a capacidade aeróbia, diminui durante o processo de envelhecimento devido a alterações do SNA². Entretanto, fatores comportamentais, incluindo a prática de exercício físico regular, parecem atenuar essas adaptações³.

A esse respeito, tem sido referido que a prática regular de exercício físico em nível moderado pode aumentar a modulação vagal⁴, o que suporta a ideia de que a VFC possa estar associada ao nível de capacidade aeróbia máxima⁵.

Além de maiores valores de VFC, os indivíduos treinados podem apresentar menores valores de frequência cardíaca (FC) de repouso⁶, possivelmente devido ao aumento da atividade vagal⁷. Nesse sentido, alguns estudos referem que a *performance* aeróbia correlaciona-se positivamente com a atividade parassimpática⁸. Porém, outros trabalhos observaram que o treinamento aeróbio não alterou o consumo de oxigênio pico na mesma proporção que a VFC⁹, indicando que os outros fatores envolvidos no rendimento aeróbio independem das mudanças na VFC¹⁰.

Também, algumas pesquisas não encontraram mudanças significativas do SNA após treino aeróbio de homens⁹. Uma das explicações para esses achados é que exercícios aeróbios de baixa intensidade não seriam efetivos para alterar o SNA a ponto de manter ou aumentar a VFC em indivíduos idosos¹¹.

Desta forma, as anormalidades do SNA agravadas pelos efeitos do envelhecimento têm sido vistas como um tipo de descondição físico¹². Assim, muitos estudos têm indicado a prática regular de atividade física com o objetivo de atenuar tais efeitos. Entretanto, as investigações sobre a correlação entre modulação autonômica do coração e a capacidade aeróbia são inconclusivos¹³.

Portanto, o presente estudo se propõe a testar a hipótese de que exista correlação dos valores de carga máxima atingida no teste ergométrico, frequência cardíaca de repouso com os índices de VFC em homens idosos.

MÉTODOS

O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP-Marília, segundo parecer de nº 461/2009. Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos experimentais. Após terem lido e concordado, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a resolução 196/96 e suas complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Foram estudados 18 homens com idades entre 60 e 70 anos, classificados como idosos¹⁴. Todos praticantes de atividades físicas regulares. Foram adotados como critérios de inclusão: indivíduos saudáveis, não tabagistas; não etilistas e não obesos (índice de massa corporal menor que 30kg/m²).

Para assegurar as condições de saúde e diagnosticar possíveis alterações que contraindicassem a participação dos mesmos na pesquisa foram realizados os seguintes procedimentos: entrevista inicial, sendo que a partir desta foi preenchida uma ficha individual constando dados pessoais, anamnese (hábitos de vida, história pregressa e atual de patologias, antecedentes familiares); exame clínico fisioterapêutico

dos aparelhos locomotor e cardiorrespiratório; avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e cálculo do índice de massa corporal); eletrocardiograma convencional de 12 derivações, registro da pressão arterial (PA) e da FC realizados em repouso na posição supina, teste ergométrico e exames laboratoriais (hemograma, lipidograma completo, glicemia, urina tipo I, ácido úrico, creatinina e ureia).

Para compor a amostra foram excluídos deste estudo aqueles com pressão arterial superior a 139 x 89mmHg, classificada como limítrofe¹⁵, portadores de doenças cardiovasculares, respiratórias ou metabólicas; tabagistas; usuários de qualquer tipo de medicação ou drogas.

Registro da frequência cardíaca e dos intervalos R-R e análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)

Para o registro da frequência cardíaca, foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar, S810i, Kempele, Finlândia). Os voluntários não ingeriram café, chá, refrigerante e bebidas alcoólicas e mantiveram as atividades de vida diária nas 48 horas antes dos registros. O sujeito foi posicionado em decúbito dorsal e permaneceu em repouso, com o mínimo de movimentos e sem conversar, até que as variáveis fisiológicas se estabilizassem, ou seja, PA e FC. A partir desse momento foi feito o registro da frequência cardíaca e dos intervalos R-R, batimento a batimento, durante 15 minutos. Posteriormente, os dados foram transmitidos ao computador, utilizando-se de uma interface infravermelha. A transferência dos dados e a análise foram feitas utilizando-se o programa *Heart Rate Variability Analysis (University of Kuopio, Finland)*. Foi selecionado o trecho mais estável para a análise, sempre considerando 256 pontos. Para análise no domínio do tempo, foi calculado o índice RMSSD (raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos normais sucessivos) o qual representa a atividade vagal. Já para análise no domínio da frequência, o espectro foi decomposto nas seguintes bandas: alta frequência (AF – 0,15 a 0,4Hz) e baixa frequência (BF – 0,04 a 0,15Hz). A partir dessas duas bandas foi calculada a razão BF/AF¹⁶. O AF representa a atividade parassimpática, a BF representa uma associação da atividade simpática e parassimpática, porém com o predomínio da simpática, e a razão BF/AF representa o balanço simpatovagal¹⁷.

A FC de repouso foi obtida calculando-se a média do período de coleta.

Teste de esforço físico

O teste de esforço físico máximo foi realizado em um cicloergômetro vertical de frenagem eletromagnética (Lion Fitness, LF 300, Pompeia, Brasil). A altura do banco foi regulada individualmente de modo a manter o joelho em um ângulo entre 5 a 10° no ponto de maior extensão do membro inferior.

Foi aplicado o protocolo de Balke¹⁸, que consta do incremento de 25w de carga a cada estágio de dois minutos, até a exaustão voluntária, ou até que o mesmo alcançasse a frequência cardíaca (FC) máxima e/ou qualquer outro sinal ou sintoma de estafa física que impedisse a continuidade do teste, tais como: dores precordiais, palidez e sudorese excessiva, ou quaisquer outros sinais identificados pelo pesquisador ou pelo próprio voluntário¹⁹.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, e verificada distribuição normal dos dados.

Para testar a hipótese de existência de associação entre os índices de VFC com a FC de repouso e a carga máxima atingida no teste de esforço foi aplicado o teste de correlação de Pearson ($p \leq 0,05$). O nível

de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). Foi utilizado o *software* de análise GraphPad InStat®.

O cálculo amostral foi baseado no valor da correlação entre VFC e VO_2 encontrado no estudo de Hägglund *et al.*²⁰. Assim, o valor do coeficiente de correlação utilizado neste procedimento estatístico foi de 0,64, sendo considerado um poder estatístico de 80% e alfa de 0,05. Utilizou-se o *software* Ene® versão 3.0 (Barcelona, Espanha) para o processamento estatístico. O tamanho amostral sugerido foi de 14 voluntários.

RESULTADOS

Características demográficas, antropométricas, fisiológicas e carga máxima atingida no teste ergométrico são apresentadas na tabela 1. E os dados estatísticos da análise de correlação entre os índices temporal (milissegundos) e espectrais (unidades normalizadas), FC (batimentos por minuto) e a carga máxima (watts) atingida no teste ergométrico são apresentados na tabela 2.

Tabela 1. Características demográficas, antropométricas, fisiológicas e carga máxima atingida no teste ergométrico.

	Média	Desvio padrão
Idade (anos)	63	3
IMC (kg/m^2)	24	2
FC (bpm)	63	9
PAS (mmHg)	123	19
PAD (mmHg)	83	8

IMC = índice de massa corporal; $kg/altura^2$ = quilogramas por metros ao quadrado; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; mmHg = milímetros de mercúrio.

Tabela 2. Dados estatísticos da análise de correlação entre os índices temporal e espectrais, frequência cardíaca e a carga máxima atingida no teste ergométrico.

	FC repouso (bpm)		Carga máxima (watts)	
	p	r	p	r
BF (un)	0,88	-0,03	0,52	-0,15
AF (un)	0,51	0,16	0,78	0,06
BF/AF	0,49	-0,17	0,67	-0,1
RMSSD (ms)	0,08	-0,42	0,23	-0,29

FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; BF = índice de baixa frequência; AF = índice de alta frequência; un = unidades normalizadas; RMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (representa atividade parassimpática); ms = milissegundos.

DISCUSSÃO

No presente estudo, no qual foram avaliados homens idosos saudáveis e praticantes de atividade física regular, não foi encontrada correlação dos valores de carga máxima atingida no teste ergométrico e FC de repouso com os índices de VFC.

Estes resultados divergem de outros trabalhos que verificaram uma relação direta entre o nível de capacidade aeróbia e VFC, particularmente pelo índice de alta frequência, que reflete a atividade parassimpática²¹. Segundo outros autores, o treinamento é responsável por um condicionamento suficiente para aumentar a atividade vagal cardíaca⁴, porém os exercícios de baixa intensidade parecem não ter o mesmo efeito²². Além da intensidade, aderência e regularidade de treino também devem ser levadas em conta. Isto pode ser verificado

no trabalho de Galetta *et al.*²³, no qual foram avaliados atletas idosos de *endurance* submetidos a vários anos de treinamento. Neste, verificaram correlação positiva entre os índices de VFC no domínio do tempo e a máxima carga atingida em teste de esforço.

Todavia, outros estudos^{24,25} corroboram nossos achados ao verificarem que, após período significativo de treinamento aeróbio, os índices de VFC não foram proporcionais aos valores de consumo pico de oxigênio em homens idosos. Esses resultados indicam que a VFC pode não ser necessariamente uma consequência direta de aderência e regularidade da prática de exercícios físicos, considerando outros fatores, como as características genéticas²⁵ e os demais sistemas, além do cardíaco, que determinam a capacidade funcional aeróbia durante um teste de esforço físico, como o respiratório e musculoesquelético.

Com relação aos resultados do teste de correlação entre FC de repouso e índices de VFC, alguns achados também são contraditórios aos resultados do presente estudo. Como exemplo, no estudo de Yamamoto *et al.*²⁶, o treinamento diminuiu a FC repouso e aumentou os índices relacionados com a modulação parassimpática de maneira significativa, demonstrando que as mudanças no SNA contribuem, parcialmente, para a bradicardia. Da mesma forma, o estudo de McLachlan *et al.*²⁷, que comparou dois grupos, um com ritmo sinusal normal e outro com bradicardia sinusal, mostrou maiores valores de VFC para os indivíduos com bradicardia em comparação aos indivíduos com ritmo sinusal normal. Porém, os autores dizem ser incorreto supor que o aumento da atividade parassimpática seja responsável por todos os casos de bradicardia sinusal. Uma vez que o reforço da atividade vagal não explica a bradicardia induzida por treino ao se comparar grupos controles pareados por idade.

Portanto, assim como no presente estudo, parece haver fatores adicionais envolvidos na bradicardia causada pelo treino²⁸. Como relatado em outro trabalho que verificou aumento de 12% no consumo de oxigênio e diminuição da FC repouso após um período de treinamento aeróbio, porém sem alterações na atividade vagal²⁸. Resultados similares foram obtidos por Catai *et al.*²⁹ que estudaram os efeitos do treinamento físico aeróbio em jovens e homens de meia-idade e concluíram que a bradicardia causada pelo treinamento está relacionada com as adaptações intrínsecas no nodo sinusal. Reland *et al.*³⁰ fortalecem essa hipótese ao afirmar que idosos ativos têm menor FC repouso sem qualquer alteração na VFC, indicando que os efeitos da atividade física sobre a FC e a VFC são dissociados e o nodo sinusal pode ser mais sensível às adaptações verificadas.

Concluimos então que os índices de VFC temporal e espectrais estudados não são indicadores do nível de capacidade aeróbia de homens idosos avaliados em cicloergômetro. Porém, é válido lembrar que, mesmo independentes, estas variáveis são fatores essenciais relacionados à sobrevivência da população, o que permite a estratificação do risco para doenças cardiovasculares.

Por fim, ressalta-se que neste estudo houve uma triagem criteriosa dos voluntários, a fim de se obter homogeneidade em relação aos dados demográficos, antropométricos, variáveis fisiológicas e condições de saúde. Porém, esse rigor metodológico, apesar de necessário, limita o número de voluntários. Sugere-se, portanto, novos estudos que sejam capazes de recrutar um número maior de voluntários e de garantir o máximo controle possível das variáveis.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Karavirta L, Tulppo MP, Laaksonen DE, Nyman K, Laukkanen RT, Kinnunen H, et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1436-43.
2. Huonker M, Schmidt-Trucksäß A, Heiss HW, Keul J. Trainingseinflüsse auf altersbedingte strukturelle und funktionelle Veränderungen am Herzkreislaufsystem und an der Skelettmuskulatur. *Z Gerontol Geriatr* 2002;35:151-6.
3. Paschoal MA, Polesi EA, Simioni FC. Evaluation of heart rate variability in trained and sedentary climacteric women. *Arq Bras Cardiol* 2008;90:74-9.
4. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:1153-67.
5. Schmitt L, Fouillot JP, Millet GP, Robach P, Nicolet G, Brugniaux J, et al. Altitude, heart rate variability and aerobic capacities. *Int J Sports Med* 2008;29:300-6.
6. Sloan RP, Shapiro PA, DeMeersman RE, Bagiella E, Brondolo EN, McKinley PS, et al. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. *Am J Public Health* 2009;99:921-8.
7. Leicht AS, Allen GD, Hoey AJ. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during rest and exercise. *Can J Appl Physiol* 2003;28:898-909.
8. Marocolo M, Nadal J, Benchimol Barbosa PR. The effect of an aerobic training program on the electrical remodeling of heart high-frequency components of the signal-averaged electrocardiogram is a predictor of the maximal aerobic power. *Braz J Med Biol Res* 2007;40:199-208.
9. Verheyden B, Eijnde BO, Beckers F, Vanhees L, Aubert AE. Low-dose exercise training does not influence cardiac autonomic control in healthy sedentary men aged 55-75 years. *J Sports Sci* 2006;24:1137-47.
10. Currie KD, Thomas SG, Goodman JM. Faculty of Physical Education and Health, University of Toronto, Toronto, ON, M5S 2W6, Canada. Título: Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. *Eur J Appl Physiol* 2009;107:211-8.
11. Manzi V, Castagna C, Padua E, Lombardo M, D'Ottavio S, Massaro M, et al. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2009;296(6):H1733-40.
12. Mourey F, Brondel L, Van Wymelbeke V, Buchheit M, Moreau D, Pfitzenmeyer P. Assessment of cardiac autonomic nervous activity in frail elderly people with postural abnormalities and in control subjects. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;48:121-4.
13. Borresen J, Lambert MI. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med* 2008;38:633-46.
14. Brasil. Lei 10741, de 01º de outubro de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF, 03 Outubro de 2003.
15. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), *Arq Bras Cardiol* 2004;82 Suppl 4.
16. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Eur Heart J* 1996;17:354-81.
17. Longo A, Ferreira D, Correia MJ. Variabilidade da frequência cardíaca. *Revista Portuguesa de Cardiologia* 1996;14:241-62.
18. Balke B, Ware RW. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. *US Armed Forces Med J* 1959;10:675-88.
19. III Diretrizes da sociedade brasileira de cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95 (5 suppl. 1):1-26.
20. Hägglund H, Uusitalo A, Peltonen JE, Koponen AS, Aho J, Tiinanen S, et al. Cardiovascular autonomic nervous system function and aerobic capacity in type 1 diabetes. *Front Physiol* 2012;3:356.
21. Atlaoui D, Pichot V, Lacoste L, Barale F, Lacour JR, Chatard JC. Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. *Int J Sports Med* 2007;28:394-400.
22. Uusitalo AL, Laitinen T, Väisänen SB, Lämsimies E, Rauramaa R. Physical training and heart rate and blood pressure variability: a 5-yr randomized trial. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2004;286:H1821-6.
23. Galetta F, Franzoni F, Femia FR, Roccella N, Pentimone F, Santoro G. Lifelong physical training prevents the age-related impairment of heart rate variability and exercise capacity in elderly people. *J Sports Med Phys Fitness* 2005;45:217-21.
24. Stein PK, Ehsani AA, Domitrovich PP, Kleiger RE, Rottman JN. Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. *Am Heart J* 1999;138(3 Pt 1):567-76.
25. Almeida MB, Araújo CGS. Effects of aerobic training on heart rate. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9.
26. Martinmäki K, Häkkinen K, Mikkola J, Rusko H. Effect of low-dose endurance training on heart rate variability at rest and during an incremental maximal exercise test. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:541-8.
27. 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;33:1496-502.
28. McLachlan CS, Ocsan R, Spence I, Hambly B, Matthews S, Wang L, Jelinek HF. Increased total heart rate variability and enhanced cardiac vagal autonomic activity in healthy humans with sinus bradycardia. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 2010;23:368-70.
29. Catai AM, Chacon-Mikahil MP, Martinelli FS, Forti VA, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res* 2002;35:741-52.
30. Reland S, Ville NS, Wong S, Gauvrit H, Kervio G, Carré F. Exercise heart rate variability of older women in relation to level of physical activity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:585-91.