

Artigo Original

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA APÓS UMA SESSÃO DE HIIT EM MULHERES SEDENTÁRIAS MENOPAUSADAS

Janína de Carvalho Aquino Bergamini, Nuno Manuel Frade de Sousa¹

RESUMO

Introdução: Devido à falta de estrogênios, o momento pós-exercício pode apresentar um desequilíbrio autonômico ainda maior para mulheres menopausadas, principalmente em exercício de alta intensidade, aumentando a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares. **Objetivo:** Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) após uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em mulheres sedentárias menopausadas. **Métodos:** 6 mulheres ($55,3 \pm 4,0$ anos; $65,2 \pm 7,2$ kg; $26,0 \pm 3,0$ kg/m²) menopausadas saudáveis e sedentárias realizaram uma sessão de HIIT constituída de um aquecimento de dez minutos a 60-70% da FC_{max}. Em seguida, foram realizados 4 tiros de 4 minutos a 90-95% da FC_{max} com pausas de recuperação ativa entre os tiros de 3 minutos a 60-70% da FC_{max}. O retorno à calma foi realizado durante 5 minutos a uma intensidade de 50-60% da FC_{max}. A VFC foi monitorada antes e durante 60 minutos após a sessão de HIIT, para posteriores análises no domínio do tempo e da frequência. **Resultados:** Os índices SDNN, rMSSD, pNN50 e HF apresentaram uma diminuição estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) imediatamente após HIIT, sendo restabelecidos em 60 min. Por outro lado, os índices LF e razão LF/HF apresentaram uma resposta inversa, com restabelecimento em 60 min. **Conclusão:** Apesar do HIIT ser considerada uma atividade muito intensa e que suas respostas autonômicas são bastante alteradas, ocorreu um equilíbrio simpato-vagal 60 min pós esforço, mostrando dessa forma que o HIIT foi adequado para o grupo de voluntárias, diminuindo a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares.

Palavras chave: Modulação autonômica, menopausa, treinamento de alta intensidade, risco cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: Due to the lack of estrogen in menopausal women, the post-exercise can present a greater autonomic imbalance, particularly in high-intensity interval training, increasing the vulnerability of the heart and the risk of cardiovascular events. **Objective:** To evaluate the heart rate variability (HRV) after a high-intensity interval training session (HIIT) in sedentary menopausal women. **Methods:** 6 healthy postmenopausal and sedentary women (55.3 ± 4.0 years; 65.2 ± 7.2 kg; 26.0 ± 3.0 kg/m²) held a session of HIIT consisting of a heating with ten minutes at 60-70 %HR_{max}. Then, they performed 4 4-minute shots of 90-95 %HR_{max} with active recovery between the shots of three minutes at 60-70 %HR_{max}. The return to calm was held for 5 minutes at an intensity of 50-60 %HR_{max}. HRV was monitored before and 60 minutes after the HIIT session, for further analysis in the time and frequency domains. **Results:** The SDNN, rMSSD, pNN50 and HF showed a statistically significant decrease ($p \leq 0.05$) immediately after HIIT, that was being restored in 60 min. On the other hand, the LF index and LF/HF ratio showed an inverse response, with restoration in 60 min. **Conclusion:** Despite the HIIT be considered a very intense activity and that their autonomic responses are quite changed, there was a simpatovagal balance 60 min after effort, showing an adequate exercise for menopausal women, decreasing the vulnerability of the heart and the risk of cardiovascular events.

Keywords: autonomic modulation, menopause, high intensity training, cardiovascular risk.

1. Laboratório de Fisiologia do Exercício e Medidas e Avaliação, Faculdade Estácio de Vitória, ES, Brasil.

Endereço para correspondência

Rua José Pinto da Silva 91/604
Mata da Praia
CEP 29066-160 Vitória, ES, Brasil

E-mail

jana_2012f@hotmail.com

Submetido em 02/02/2016

Aceito em 01/03/2016

INTRODUÇÃO

A menopausa é um evento único que ocorre na vida da mulher, sendo caracterizado pela última menstruação e caracterizado pela redução dos hormônios sexuais femininos, nomeadamente o estrogênio [1]. Os efeitos aparentemente cardioprotetores dos estrogênios endógenos parecem prevenir doenças cardiovasculares em mulheres durante o período da menarca até à menopausa [2]. Por outro lado, a perda da proteção hormonal com a falência ovariana na produção de estrogênios na pós-menopausa leva ao aumento do risco de doenças cardiovasculares [2]. Quando se compara a incidência de doenças cardiovasculares entre gêneros, observa-se que as mulheres, até a menopausa, apresentam menor prevalência do que aos homens. No entanto, após a menopausa, as mulheres passam a apresentar prevalência de doenças cardiovasculares similar à dos homens [3]. Acredita-se que a deficiência de estrógenos, associada a alterações do perfil lipídico, ganho de peso e sedentarismo sejam os principais fatores associados à maior prevalência de doenças cardiovasculares em mulheres na menopausa quando comparadas àquelas na pré-menopausa, se manifestando essencialmente por hipertensão arterial sistêmica [4].

Além das consequências já descritas anteriormente, com o avanço da idade e a queda da produção de estrogênio, observa-se a redução do componente parassimpático e, conseqüentemente, da VFC nas mulheres após a menopausa [5-7], caracterizando uma adaptação anormal e insuficiente do SNA [8]. Esse aspecto pode ser ressaltado no estudo de Brockbank et al [5], que constataram redução do iRR das mulheres pós-menopausadas, o que reforça cada vez mais as evidências de diminuição da contratilidade cardíaca [6], de declínio da sístole ventricular esquerda [7] e de alterações dos barorreceptores no período pós-menopausa.

O exercício físico, em si, é um comportamento que provoca importantes modificações no funcionamento do sistema cardiovascular e nos seus mecanismos de ajustes autonômicos [9]. Exercícios aeróbios promovem modificação positiva à saúde cardiovascular de mulheres pós-menopausadas [10-12]. O treinamento aeróbio moderado influenciava a VFC e a função espontânea barorreflexa em

mulheres de meia-idade, aumentando a modulação vagal [11,13,14]. Entretanto, devido à alteração da VFC logo após um exercício agudo e sua influência no controlo cardiovascular, é importante o estudo das variáveis da VFC em mulheres menopausadas logo após a sessão de treinamento, uma vez que a VFC também já apresenta alteração devido à menopausa.

No que se refere ao pós-exercício físico, o regresso aos níveis de repouso dependem da interação em redor das funções autonômicas, do nível de condição física e da intensidade do exercício [15]. Essa recuperação pode levar de uma hora após uma sessão de exercício leve ou moderada e quatro horas após exercícios aeróbios de longa duração e até acima de 24 horas após exercícios intensos ou em níveis máximos [15]. Antelmi et al [16], por meio dos índices pNN50 e SDNN, observaram um lento retorno da atividade simpática e parassimpática aos valores de repouso, tempo este que pode ser alterado dependendo da intensidade e duração do exercício [17-19]. No mesmo sentido, Furlan et al [20] observaram uma predominância dos componentes de baixa frequência 24 horas após o término do exercício físico e que os valores de repouso só foram alcançados após 48 horas da sessão de treinamento.

A depressão da modulação parassimpática e atividade simpática elevada observada após o exercício aumenta a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares [21]. Devido à falta de estrogênios, o momento pós-exercício pode apresentar um desequilíbrio autonômico ainda maior para mulheres menopausadas, principalmente em exercício de alta intensidade. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a VFC após uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em mulheres sedentárias menopausadas.

MÉTODOS

Amostra

Para este trabalho científico foram selecionadas 6 mulheres clinicamente menopausadas saudáveis e sedentárias, com no mínimo 1 ano e no máximo 10 anos de menopausa. As voluntárias não faziam terapia de reposição hormonal, não faziam o uso de

medicamentos que interferisse nos dados estudados, não tabagistas há no mínimo dois anos, não faziam uso de bebida alcoólica regularmente e que não tinham problemas cardiorrespiratórios. Foram excluídas da pesquisa as mulheres obesas, diabéticas, hipertensas ou que tinham alguma complicação ortopédicas que limitasse a realização das sessões de exercício.

Desenho Experimental

Inicialmente, as participantes do estudo responderam a uma anamnese e realizaram uma avaliação antropométrica, constituída por determinação da massa corporal, altura e percentual de gordura. Após a avaliação antropométrica, as voluntárias realizaram um teste incremental máximo para determinação do FC_{max} . Seguidamente, as participantes realizaram a sessão de HIIT. Os testes foram realizados no mesmo período do dia e separados por, no mínimo, 48 horas entre os mesmos. A VFC foi monitorada antes e até 60 minutos após a sessão experimental.

Teste Incremental Máximo

A FC_{max} foi determinada diretamente por meio de um teste incremental máximo em esteira rolante (Super ATL, Inbrasport, Porto Alegre, RS, Brasil) com de uma cardiofrequencímetro (Polar® RS800C Heart Rate Monitor, Kempele, Finland). Com objetivo de familiarização do teste, as voluntárias foram colocadas na esteira plana com velocidade baixa para aprender a caminhar sem o uso de apoios para as mãos. Após a familiarização, o teste iniciou com dez minutos de aquecimento com ajuste individual da velocidade e inclinação da esteira (entre 5 - 7 km/h de velocidade e 0 - 4% de inclinação). Seguidamente, o teste teve início com a velocidade e inclinação usada no aquecimento e com aumento gradual da inclinação de 2% a cada 2 minutos, até à exaustão. A FC foi continuamente mensurada e o percentual da frequência máxima para cada estágio foi calculado.

Protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade

O HIIT foi realizado em exercício de caminhada com inclinação em esteira ergométrica, atingindo intensidades elevadas por meio da inclinação. A sessão de HIIT foi constituída de um aquecimento de dez minutos a

60-70% da FC_{max} . Em seguida, foram realizados 4 tiros de 4 minutos a 90-95% da FC_{max} com pausas de recuperação ativa entre os tiros de 3 minutos a 60-70% da FC_{max} . O retorno à calma foi realizado durante 5 minutos a uma intensidade de 50-60% da FC_{max} .

Coleta de dados e análise da variabilidade da frequência cardíaca

A coleta dos dados da VFC durante os protocolos foi realizada por meio do cardiofrequencímetro (Polar® RS800C Heart Rate Monitor, Kempele, Finland) nos momentos pré e pós-esforço. No momento pré-esforço o indivíduo foi colocado em repouso absoluto durante dez minutos em uma sala silenciosa e sem movimento de pessoas, de forma a minimizar as flutuações na VFC. Os dois primeiros minutos foram descartados e os minutos de 2-10 foram analisados. No momento pós-esforço o indivíduo foi novamente colocado em repouso absoluto, na mesma sala que a avaliação inicial, e os minutos 0-10, 25-35, 50-60 pós-esforço foram analisados.

A VFC foi analisada através de parâmetros no domínio do tempo e da frequência. Na análise do domínio do tempo foram estudados os índices que refletem a modulação vagal sobre o coração, como o SDNN, rMSSD e pNN50. No domínio da frequência foi analisado HF, LF, razão LF/HF e poder total.

Análise estatística

Os resultados são apresentados em média \pm desvio padrão (DP). Foi utilizado um teste ANOVA para medidas repetidas para determinar as diferenças nos parâmetros da VFC entre os tempos de análise. Foi aplicado o *post hoc* de Tukey com ajuste de Bonferroni no caso de significância. A análise de dados foi realizada no software SPSS versão 20.0 (SOMERS, NY, USA), com nível e significância $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

As características antropométricas das participantes da pesquisa são apresentadas na tabela 1. Com relação à média do IMC, as mulheres apresentaram sobrepeso. Apenas uma voluntária foi classificada como eutrófica.

Tabela 1. Características antropométricas das participantes do estudo (média ± desvio padrão)

	n = 6
Idade, anos	55,3 ± 4,0
Massa corporal, kg	65,2 ± 7,2
Estatura, cm	158,3 ± 5,9
IMC, kg/m ²	26,0 ± 3,0
Massa gorda, %	34,9 ± 2,1

IMC, índice de massa corporal;

A tabela 2 apresenta os intervalos RR e a FC em repouso e durante a fase de recuperação. Os intervalos RR nos momentos 0-10 min e 25-35 min de recuperação foram significativamente menores ($p \leq 0,05$) em relação ao repouso. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre o repouso e os minutos 50-60 de recuperação. Ocorreu um aumento estatisticamente significativo dos intervalos RR durante toda a fase de recuperação. Por outro lado, a FC nos momentos 0-10 min e 25-35 min de recuperação foram estatisticamente maiores ($p > 0,05$) em relação ao repouso. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre o repouso e os minutos 50-60 de recuperação. Ocorreu uma diminuição estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) dos intervalos RR durante toda a fase de recuperação.

Tabela 2. Média ± dp do intervalo RR e frequência cardíaca (FC) em repouso (Rep) e durante a fase de recuperação.

	Rep	0-10 min	25-35 min	50-60 min
Intervalo RR, ms	900,6 ± 100,0	685,3 ± 76,8*	765,8 ± 109,9*†	825,5 ± 106,9†‡
FC, bpm	67,5 ± 7,1	89,0 ± 10,5*	79,7 ± 11,9*†	73,9 ± 9,9†‡

* $p < 0,05$ para Rep; † $p < 0,05$ para 0-10 min; ‡ $p < 0,05$ para 25-35 min.

Os valores do índice SDNN, rMSSD e pNN50 de repouso e na fase de recuperação são apresentados na figura 1.

Os índices SDNN e rMSSD no momento de recuperação de 0-10 min foram significativamente menores ($p < 0,05$) em relação ao repouso. Porém, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre o repouso e os momentos 25-35 min e 50-60 min. Durante toda a fase de recuperação ocorreu um aumento estatisticamente significativo dos

parâmetros SDNN e rMSSD. O índice pNN50 nos momentos 0-10 min e 25-35 min foi significativamente menor ($p \leq 0,05$) em relação ao repouso. O momento 50-60 min não apresentou diferença estatisticamente ($p > 0,05$) significativa para o repouso

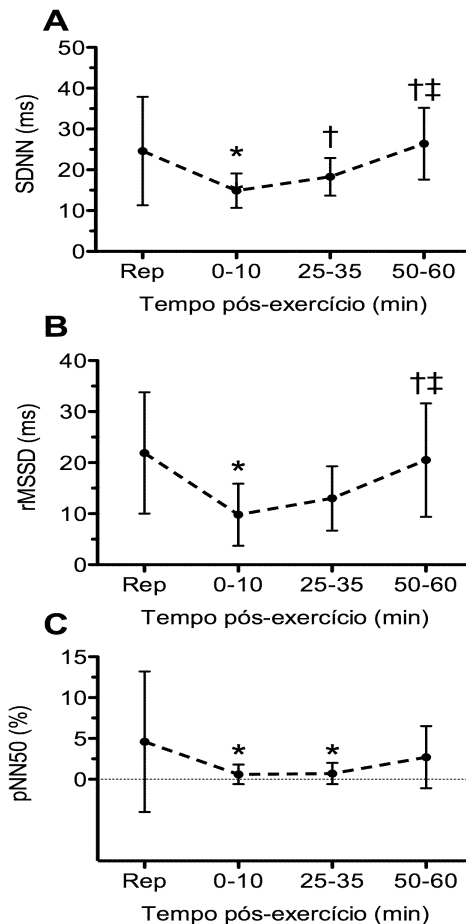


Figura 1. Valores dos parâmetros SDNN (A), rMSSD (B) e pNN50 (C) em repouso e durante a fase de recuperação. * $p < 0,05$ para Rep; † $p < 0,05$ para 0-10; ‡ $p < 0,05$ para 25-35

A figura 2 apresenta os índices LF e HF em repouso e durante a fase de recuperação. O parâmetro LF nos momentos 0-10 min e 25-35 min foi estatisticamente maior ($p \leq 0,05$) em relação ao repouso e o momento 50-60 não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para o repouso. Ocorreu uma diminuição estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) do índice LF durante toda a fase de recuperação.

Por outro lado, o índice HF nos momentos 0-10 min e 25-35 min foi estatisticamente menor ($p \leq 0,05$) em relação ao

repouso e o momento 50-60 min não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em relação ao repouso. Ocorreu um aumento estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) do índice HF durante toda a fase de recuperação.

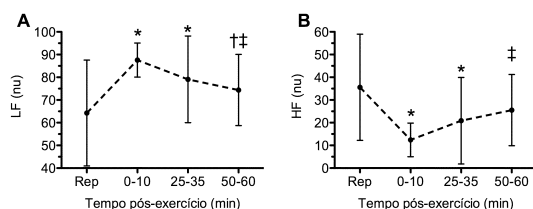


Figura 2. Valores dos parâmetros baixa frequência (LF; A) e alta frequência (HF; B) em repouso e durante a fase de recuperação. * $p < 0,05$ para Rep; † $p < 0,05$ para 0-10; ‡ $p < 0,05$ para 25-35

A razão LF/HF nos momentos de 0-10 min e 25-35 min foi estatisticamente superior ($p \leq 0,05$) em relação ao repouso (figura 3).

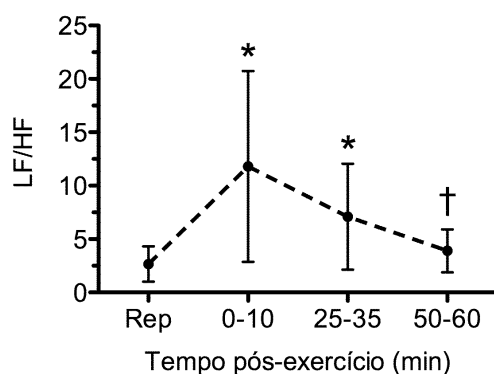


Figura 3. Valores da razão LF/HF em repouso e durante a fase de recuperação. * $p < 0,05$ para Rep; † $p < 0,05$ para 0-10

O momento 50-60 min também não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em relação ao repouso. Ocorreu uma diminuição estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) da razão LF/HF durante toda fase de recuperação.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que nos primeiros 30 minutos de recuperação a modulação parassimpática e a atividade autonômica foram menores em relação ao repouso, ocorrendo um aumento da

estimulação simpática nesses momentos. Como era esperado, durante a recuperação existiu a tendência de a modulação autonômica voltar ao normal e, foi possível observar um equilíbrio simpato-vagal nos 60 minutos pós esforço.

No que se refere ao pós-exercício físico, o regresso aos níveis de repouso dependem da interação em redor das funções autonômicas, do nível de condição física e da intensidade do exercício [15]. Essa recuperação pode levar de uma hora após uma sessão de exercícios leve ou moderada e quatro horas após exercícios aeróbios de longa duração e até acima de 24 horas após exercícios intensos ou em níveis máximos [15]. Na presente pesquisa, ao final do exercício físico é possível observar que os índices pNN50 e rMSSD, que representam a atividade vagal, e SDNN, que representa a atividade autonômica como um todo, estão apresentando uma resposta depressiva, que pode ser justificada pela inibição vagal e a predominância do SNA simpático durante e após exercício físico [16]. Antelmi et al [16] observaram que esses índices pNN50 e SDNN só começam a se manifestar após 3º e 4º minuto de repouso após o exercício, refletindo o lento retorno da atividade simpática e parassimpática aos valores de repouso [22,17]. A diminuição dos valores de intervalo RR e as alterações dos índices de análise no domínio da frequência (diminuição de HF e aumento de LF e LF/HF) durante a primeira hora após o HIIT nas mulheres menopausadas corroboram com outras pesquisas [19,23-25]. Segundo Hayashi et al [26], quando a intensidade do exercício é superior a 30% do VO2max, a ativação de HF permanece inferior, sendo que LF e a razão LF/HF são maiores em comparação com os níveis basais. Vários autores demonstram que as condições de repouso não são atingidas dentro de 5 min [27], 9 minutos [28], ou até mesmo 1 hora [26] após o término do exercício, dependendo de sua intensidade e duração. Porém, na presente pesquisa esse desequilíbrio foi visto apenas nos primeiros 30 minutos após o protocolo de HIIT, dessa forma o HIIT proposto nesse trabalho apresentou um balanço simpático-vagal muito rápido para esse grupo de voluntárias.

O HIIT é uma metodologia de treinamento que visa à melhora das potências aeróbia e anaeróbia de atletas e não atletas por meio de sessões de exercício com intensidades muito altas e intervalos periodizados, de acordo

com o objetivo traçado no treinamento, podendo chegar de 100 a 160% do VO₂max [29,30]. Ainda não existem em quantidades significantes pesquisas demonstrando a recuperação pós-esforço de uma sessão de HIIT, porém, por ser considerada uma atividade muito intensa, suas respostas autonômicas são bastante alteradas, e a recuperação pós-atividade deve ser bem monitorada, pois estudos [19,31,32] , têm demonstrado que a maior atividade simpática e a reduzida atividade parassimpática, ou seja, a diminuição da VFC [33] está relacionada a um maior índice de morbidade e mortalidade cardiovascular. Porém, na presente pesquisa foi possível observar que, mesmo após o protocolo HIIT, ocorreu um equilíbrio simpato-vagal nos 60 min pós esforço, mostrando dessa forma que o HIIT proposto na presente pesquisa foi benéfico para esse grupo de voluntárias, já que devido à falta de estrogênios, o momento pós-exercício pode apresentar um desequilíbrio autonômico ainda maior para mulheres pós-menopausadas, aumentando a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares [21].

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas. O número pequeno de voluntárias avaliadas, havendo nesse caso a necessidade de maior numero de voluntárias para avaliação autonômica e consolidação dos resultados. Além disso, seria importante também

realizar a comparação entre grupos, seja entre mulheres treinadas e sedentárias, observando o efeito do treino na VFC, seja entre mulheres menopausadas e mulheres pré-menopausa, observando o efeito da menopausa na VFC.

Com base nos resultados encontrados na presente pesquisa, podemos concluir que após as sessões do HIIT, ocorreu uma redução da modulação parassimpática cardíaca e da atividade autonômica total, levando a diminuição da VFC, entretanto aos 25 minutos já foi possível observar aumento da atividade parassimpática e diminuição da atividade simpática, e aos 60 minutos o equilíbrio simpato-vagal, o que é benéfico pois apesar do HIIT ser considerada uma atividade muito intensa e que suas respostas autonômicas são bastante alteradas, o HIIT realizado nesta pesquisa foi adequado para o grupo de voluntárias, diminuindo a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares, garantido dessa forma segurança cardiovascular.

REFERÊNCIAS

- [1] Fonseca AM, Bagnoli RV, Halbe HW, Pinotti JA. Terapia de reposição hormonal em situações especiais. 2001;; p. 204.
- [2] Leuzzi C, Marzullo R, Modena MG. Is menopause a risk factor for ischemic heart disease in women? *G Ital Cardiol (Rome)*. 2012; 13(6): 401-6.
- [3] Coylewright M, Reckelhoff J, Ouyang P. Menopause and hypertension: 2.an age-old debate. *Hypertension*. 2008; 51(4): 952-9.
- [4] Simkin-Silverman L, Wing R, Boraz M, Kuller L. Lifestyle 6.intervention can prevent weight gain during menopause: results from a 5-year randomized clinical trial. *Ann Behav Med*. 2003; 26(3): 212-20.
- [5] Brockbank CL, Chatterjee F, Bruce SA, Woledge RC. Heart rate and its variability change after the menopause. *Exp Physiol*. 2000; 85(3): 327-30.
- [6] Pines A, Fisman EZ, Drory Y, Levo Y, Shemesh J, Benari E, et al. Menopauseinduced changes in doppler-derived parameters of aortic flow in healthy women. *Am J Cardiol*. 1992; 69: 1104-6.

- [7] Schillaci G, Verdecchia P, Borgioni C, Ciucci A, Porcellati C. Early cardiac changes after the menopause. *Hypertension*. 1998; 32: 764-9.
- [8] Guyton AC, Hall JE. *Tratando da Fisiologia Médica*. 11th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
- [9] Hatfield D, Spalding W, Maria S, Porges W, Potts T, Evan A, et al. Respiratory sinus arrhythmia during exercise in aerobically trained and untrained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1998; 30(2): 206-14.
- [10] Paschoal MA, Volanti VM, Fernandes FC. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Rev Bras Fisioter*. 2006; 10(4): 413-9.
- [11] Myslivecek PR, Broen CA, Wolfe LA. Effects of physical conditioning on cardiac autonomic function in healthy middle-aged women. *Can J Appl Physiol*. 2002; 27(1): 1-18.
- [12] Carels RA, Darby LA, Cacciapaglia HM, Douglass OM. Reducing cardiovascular risk factors in postmenopausal women through a lifestyle change intervention. *J Womens Health (Larchmt)*. 2004; 13(4): 412-26.
- [13] Perini E, Fisher N, Veicsteinas A, Pendergast DR. Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34(4): 700-8.
- [14] Jurca R, Church TS, Morss GM, Jordan AN, CP E. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. *Am Heart J*. 2004; 147(5): 8-15.
- [15] Almeida M, Araujo C. Effects of aerobic training on heart rate. *Rev Bras Med Esporte*. 2003; 9(2): 113-120.
- [16] Antelmi I, Yung Chuang E, José Grupi C, do Rosário Dias M, José Mansur A. Recuperação da Frequência Cardíaca após Teste de Esforço em Esteira Ergométrica e Variabilidade da Frequência Cardíaca em 24 Horas em Indivíduos Sadios. *Sociedade Brasileira de Cardiologia*. 2007; 6(90): 413-418.
- [17] Perini R, Orizio C, Baselli G, Cerutti S, Veicstein A. The influence of exercise intensity on the power spectrum of heart rate variability. *Eur J Appl Physiol*. 1990; 61: 143–148.
- [18] Arai Y, Saul J, Albrecht P, Hartley L, Lilly L, Cohen R, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol*. 1989; 256: 132– 141.
- [19] Terziotti P, Schena F, Gulli G, Cevese A. Post-exercise recovery of autonomic cardiovascular control: a study by spectrum and cross-spectrum analysis in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2001;(84): 187–194.
- [20] Furlan R, Piazza S, Dell’Orto S, Gentile E, Cerutti S, Pagani M, et al. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. *Cardiovasc Res*. 1993; 27: 482–488.
- [21] Brunetto A, Roseguini , Silva , Hira D, Guedes D. Limiar ventilatório e variabilidade de frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte*. 2005; 11(1): 22-7.

- [22] Perini R, Orizio C, Comande A, Castellano M, Beschi M, Veicsteinas A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol.* 1989; 58: 879–883.
- [23] Furlan R, Piazza S, Dell’Orto S, Gentile E, Cerutti S, Pagani M, et al. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. *Cardiovasc Res.* 1993; 27: 482–488.
- [24] Bernardi L LSRAPCJISP. Low-frequency spontaneous fluctuations of R-R interval and blood pressure in conscious humans: a baroreceptor or central phenomenon? *Clin Sci.* 1994; 87: 649-54.
- [25] James DV BALPWD. Heart rate variability: response following a single bout of interval training. *Int J Sports Med.* 2002; 23: 247-51.
- [26] Hayashi N, Nakamura Y, Muraoka I. Cardiac autonomic regulation after moderate and exhaustive exercises. *Ann Physiol Anthropol.* 1992;(11): 333-8.
- [27] Perini R, Orizio C, Comande A, Castellano M, Besch M. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol.* 1989; 58: 879-83.
- [28] Arai Y, Saul J, Albrecht P, Hartley L, Lilly L. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol.* 1989; 256: H132– 41.
- [29] Rajendra Acharya U PJKKNL. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput.* 2006; 44 (12): 1031-51.
- [30] Catai AM. 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(6): 741-52.
- [31] Achten J JA. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med.* 2003; 33(7): 518- 38.
- [32] Glaister M. Multiple Sprint Work: physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. *Sports Med.* 2005; 35(9): 757-777.
- [33] Aubert AE. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003; 33 (12): 889-919.