



19 Congresso de Iniciação Científica

APLICAÇÃO DE MÉTODOS NÃO LINEARES NA AVALIAÇÃO DA MODULAÇÃO AUTÔNOMICA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE MULHERES JOVENS ATIVAS E SEDENTÁRIAS

Autor(es)

CAROLINA PIERONI ANDRADE

Orientador(es)

ESTER DA SILVA

Apoio Financeiro

FAPIC/UNIMEP

1. Introdução

A prática regular de atividade física tem como fator principal à prevenção de doenças, especialmente na redução dos riscos relacionado à morbimortalidade cardiovascular. (MIDDLETON e DE VITO, 2005).

Os estudos relatam que o exercício físico promove adaptações no sistema cardiovascular tanto de ordem estrutural como em seus mecanismos de ajustes autonômicos da frequência cardíaca (FC) (NAKAMURA et al., 2005). Recentemente, as adaptações crônicas referente à regulação e controle autonômicos do coração têm sido avaliadas a partir de ferramentas não-invasivas, a partir da análise da variabilidade FC (VFC), para a inferência de modificações na atividade simpato-vagal (HEFFERNAN et al., 2007; 2009; KARAVIRTA et al., 2008).

Através da análise da VFC, estudos observaram que as adaptações autonômicas frente o exercício físico refletem tanto no aumento da modulação parassimpática como na diminuição da modulação simpática. Esses achados têm sido observados em jovens e idosos (CATAI et al., 2002; MELO et al., 2005; RACZAK et al., 2006; SLOAN et al., 2009), pacientes cardiopatas (HUA et al, 2009), e em atletas. (MARTINELLI et al., 2005; BRICOUT; DECHENAUD; FAVRE-JUVIN, 2010).

Davy et al. (1998), concluíram que a VFC e a sensibilidade barorreflexa cardíaca diminuem similarmente com a idade nas mulheres saudáveis sedentárias e nas fisicamente ativas. Entretanto, as mulheres ativas demonstraram maior VFC, evidenciado pelo predomínio da modulação parassimpática, e sensibilidade barorreflexa cardíaca maior se comparado com as sedentárias, sem levar em consideração a idade. Além disso, vale ressaltar que o predomínio da modulação parassimpática atua como fator protetor e de integridade neurocárdica (MIDDLETON e DE VITO, 2005; RACZAK et al., 2006).

Convencionalmente a VFC tem sido analisada a partir de métodos lineares (AKSELROD et al., 1981; TASK FORCE, 1996). Porém, recentemente têm sido propostos métodos não lineares, tendo em vista a interação de subsistemas, oscilações autossustentáveis e circuitos de retroalimentação que respondem a estímulos internos e externos, incluindo o comando central, o periférico e humoral (MALLIANI; MONTANO, 2002; PORTA et al., 2007a; PORTA et al., 2007b; DI RIENZO et al, 2009).

Considerando as informações acima, o cálculo de entropias (PORTA et al., 1998; 2001) e dinâmica simbólica (GUZZETTI et al., 2005) têm sido utilizados como ferramenta para quantificação de informação carregada por uma série temporal, ou seja, quanto maior informação, maior a complexidade. A partir dessa análise, uma modificação dos índices de complexidade pode ser capaz de identificar adaptações no controle autonômico frente ao exercício físico.

2. Objetivos

Avaliar e comparar a modulação autonômica da FC a partir de métodos não lineares em mulheres jovens ativas e sedentárias.

3. Desenvolvimento

Aspectos Éticos: As voluntárias foram esclarecidas sobre a relevância do trabalho, dos procedimentos experimentais e após concordarem, assinaram um termo de consentimento informado conforme as normas nº 196 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da UNIMEP protocolo nº 43/06.

Foram estudadas 20 voluntárias subdivididas em dois grupos de 10, sendo um grupo de mulheres fisicamente ativas (grupo ativo - GA) e outro grupo de mulheres sedentárias, denominado controle (grupo controle - GC). As voluntárias ativas praticavam atividade física regular há mais de um ano.

O procedimento experimental foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e Provas Funcionais da UNIMEP/FACIS, em condições ambientais controladas com temperatura entre 22-24°C e umidade relativa do ar entre 40-60%.

Protocolo Experimental: O eletrocardiograma e a FC foram obtidos de um monitor cardíaco de um canal (MINISCOPE II – Instramed – Porto Alegre, RS, Brasil) e processados por meio de um conversor analógico-digital (A/D) Lab. PC+ (National Instruments Co., Austin, TX, USA), o qual representa uma interface entre o monitor cardíaco e um microcomputador Pentium III. O sinal foi registrado em tempo real, após conversão A/D, numa taxa de amostragem de 500 Hz, e os intervalos R-R (iR-R) foram calculados, batimento a batimento, usando um software específico (SILVA et al., 1994). Os iR-R foram registrados por um período de 15 minutos em repouso, com as voluntárias na posição supina.

Análise dos dados: Foram selecionados 300 batimentos consecutivos. A VFC foi analisada pelo método não linear a partir da dinâmica simbólica e da entropia de Shannon (ES), utilizando um software específico de análise não linear (PORTA et al., 2001). A análise simbólica baseia-se na transformação dos iR-R em números inteiros, os quais são identificados por símbolos. Os símbolos identificados na série temporal são agrupados de 3 em 3 formando então, os padrões simbólicos. De acordo com tipo de variação que cada padrão se encontra são agrupados em quatro famílias, sendo as seguintes: 1) padrões, sem variação [0V], 2) padrões com uma variação [1V], 3) padrões com duas variações similares [2VS] e padrões com duas variações diferentes [2VD]. Foram avaliados os índices de ocorrência de todas as famílias: 0V%, 1V%, 2VS% e 2VD%. Outra análise realizada foi o cálculo da ES, a qual fornece quantitativamente a complexidade da distribuição dos padrões (PORTA et al., 2001).

Análise estatística: Foi utilizado o teste estatístico de Mann-Whitney, com nível de significância α de 5%.

4. Resultado e Discussão

Na tabela 1 apresentam-se os dados das características antropométricas e idade das voluntárias, expressos em média e desvio padrão, dos grupos GA e GC. Observa-se que os grupos apresentaram dados semelhantes ($p > 0,05$).

As voluntárias estudadas não apresentaram diferenças quanto às características antropométricas e idade. Além disso, apresentaram valores dentro da faixa de normalidade para os exames clínicos a que foram submetidas.

Verifica-se na tabela 2 que a partir da ES, o GA apresentou maior complexidade da série de iR-R em relação ao GC ($p < 0,05$). Os resultados do presente estudo mostram que as voluntárias ativas apresentaram maior diversidade de padrões em relação ao grupo controle observados pelo cálculo da ES.

Em relação à análise simbólica, o GA apresentou menores valores para os padrões 0V% e 1V% ($p < 0,05$), enquanto que os padrões 2VS% e 2VD% apresentaram maiores valores comparados ao GC ($p < 0,05$). Essa análise, a qual classifica os padrões em 0V% (modulação simpática) e 2VD% (modulação parassimpática), podem-se obter informações desses sistemas. Os resultados mostram que a ocorrência do padrão 0V% foi menor e o padrão 2VD% foi maior para o grupo ativo em relação ao grupo controle. Assim, os resultados mostram que a complexidade da dinâmica da VFC depende da condição do sistema nervoso autonômico, indicando que complexidade é maior na presença de maior modulação parassimpática e menor modulação simpática.

Estudos utilizando métodos lineares e não lineares verificaram que o treinamento aeróbio promove aumento nos índices temporais, espectrais e de complexidade, evidenciando assim predomínio da modulação parassimpática (IWASAKI et al., 2003; TULPPO et al. (2003). Dessa forma, os resultados do presente estudo sugerem que as diferenças na modulação autonômica da FC, evidenciado pelo aumento da complexidade da série e pelo predomínio parassimpático pode ser atribuída a atividade física regular.

Apesar do padrão 2VS% não mostrar participação efetiva no sistema nervoso autonômico do coração, tal padrão corresponde às

oscilações de alta frequência que está relacionado á modulação parassimpática da mesma forma que o padrão 2VD% corresponde (PORTA et al., 2001; 2007b).

A literatura relata que a atividade física regular atua como fator cardioprotetor, segundo Jurca et al. (2004), causada por mudanças metabólicas, bioquímicas hormonais e neurais como: redução do stress, melhoria no metabolismo lipídico, diminuição da FC e PA de repouso e aumento da capacidade cardiorrespiratória levando o predomínio da modulação vagal.

Com base nessas considerações, os resultados mostram que a partir da avaliação da VFC, a partir da ES e análise simbólica, pode-se obter informações do controle autonômico da FC.frente a pratica regular de atividade física.

5. Considerações Finais

A partir dos resultados obtidos por meio da análise da entropia de Shannon e análise simbólica, podemos concluir que esse método é útil para a identificação de diferenças da modulação autonômica da FC dos grupos estudados. Sendo este mais um recurso, não invasivo, confiável para avaliar a integridade neurocárdica do coração. As diferenças evidenciadas pelo aumento da complexidade da série de dados da VFC e pelo predomínio parassimpático podem ser atribuídas à atividade física regular.

Referências Bibliográficas

AKSELROD, S. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. **Science**, v. 213, n. 1504, p. 220-2,1981.

BRICOUT, V. A.; DECHENAUD, S.; FAVRE-JUVIN, A. Analyses of heart rate variability in young soccer players: the effects of sport activity. **Autonomic Neuroscience**, v. 154, n. 1-2, p. 112-116. 2010.

CATAI, A. M. 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. **Brazilian Journal Medical and Biological Research**, v. 35, n. 6, p. 741-52, 2002.

DAVY, K. P. et al. Elevated heart rate variability in physically active young and older adult women. **Clinical Science**, v.94, n.6, p.579-584, 1998.

DI RIENZO, M. et al. Addressing the complexity of cardiovascular regulation. **Philosophical Transactions A Mathematical, Physical, Engineering Science**, v.367, n.1892, p.1215-8, 2009.

GUZZETTI, S. et al. Symbolic dynamics of heart rate variability: a probe to investigate cardiac autonomic modulation. **Circulation**, v.112, n.4, p.465-70, 2005.

HEFFERNAN, K. S. et al. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. **American Journal Physiology Heart Circulation Physiology**, v. 293, n. 5, p. H3180-3186, 2007.

HEFFERNAN, K. S. et al. C-reactive protein and cardiac vagal activity following resistance exercise training in young African-American and white men. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 296, n. 4; p. R1098-1105, 2009.

HUA, M. et al. Effects of strength training on work capacity and parasympathetic heart rate modulation during exercise in physically inactive men. **International Journal Sports Medicine**, v.30, n.10, p.719-724. 2009.

IWASAKI K. et al. Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit. **Journal Applied Physiology**, v.95, n.4, p.1575-1583. 2003.

JURCA, R. et al. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. **American Heart Journal**, v.147, n.5, p.21, 2004.

- KARAVIRTA, L. et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1436-1443, 2008.
- MALLIANI, A.; MONTANO, N. Emerging excitatory role of cardiovascular sympathetic afferents in pathophysiological conditions. **Hypertension**, v. 39, n. 1, p. 63-68, 2002.
- MARTINELLI, F. S. et al. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during headup tilt. **Brazilian Journal Medical and Biological Research**, v. 38, n. 4, p. 639-647, 2005.
- MELO, R.C. et al. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. **Brazilian Journal Medical and Biological Research**, v. 38, n. 9, p. 1331-1338, 2005.
- MIDDLETON, N.; DE VITO, G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young women. **Clinical Physiology & Functional Imaging**, v. 25, n. 2, p. 83-89, 2005.
- NAKAMURA, Y. F., et al. Alteração do limiar de variabilidade da frequência cardíaca após treinamento aeróbio de curto prazo. **Motriz**, v.11, n.1, p. 01-09, 2005.
- PORTA, A. et al. Entropy, Entropy Rate, and Pattern Classification as Tools to Typify Complexity in Short Heart Period Variability Series. **IEEE Transaction on Bio-medical Engineering**, v. 48, n.11, p.1282-91, 2001.
- PORTA, A. et al. Measuring regularity by means of a corrected conditional entropy in sympathetic outflow. **Biological Cybernet**, v.78, n.1, p.71-78, 1998.
- PORTA, A. et al. Complexity and nonlinearity in short-term heart period variability: comparison of methods based on local nonlinear prediction. **IEEE Transaction on Bio-medical Engineering**, v.54, n.1, p.94-106. 2007a.
- PORTA, A. et al. Progressive decrease of heart period variability entropy-based complexity during graded head-up tilt. **Journal Applied Physiology**, v.103, n.4, p.1143-1149. 2007b.
- RACZAK G. et al. Long-term exercise training improves autonomic nervous system profile in professional runners. **Kardiologia Polony**, v. 64, n. 2, p. 135-140. 2006.
- SILVA, E et al. Design of a computerized system to evaluate the cardiac function during dynamic exercise. **Annals of the World Congress on Medial Phys. and Biom. Engineering**, v. 1, n.33, p. 419, 1994.
- SLOAN, R. P. et al. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. **American Journal Public Health**, v.99, n.5, p.921-928, 2009.
- TULPPO, M. P. et al. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **Journal Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p. 364-72. 2003.

Anexos

Tabela 1: Características antropométricas e idades das voluntárias estudadas.

Variáveis	GA (n=10)	GC (n=10)
Idade (anos)	24,1±2,7	22,7±3,0
Massa corpórea (kg)	55,8±5,5	57,6±6,2
Estatura (cm)	163,3±7,9	164,4±4,3
IMC (kg/m ²)	21,5±1,1	21,3±1,6

GA = grupo ativo; GC = grupo controle IMC = índice de massa corporal; kg/m² = quilograma por metro quadrado; N = número de voluntárias.

Tabela 2: Valores dos índices da análise da variabilidade da frequência cardíaca, expressos em mediana, a partir da entropia de Shannon e análise simbólica.

Variáveis	GA (n=10)	GC (n=10)
Entropia de Shannon	3,97*	3,29
Análise Simbólica		
0V %	7,19*	26,42
1V%	47,15*	50,83
2VS%	17,22*	9,36
2VD%	27,92*	13,54

GA: grupo ativo; GC: grupo controle; 0V%: percentual de padrão sem variação; 1V%: percentual de padrão com uma variação; 2VS%: percentual de padrão com duas variações similares; 2VD%: percentual de padrão com duas variações diferentes. *p<0,05 (comparação GA x GC)