

REDUÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM INDIVÍDUOS DE MEIA-IDADE E O EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA

LOPES FL¹, PEREIRA FM², REBOREDO MM¹, CASTRO TM¹, VIANNA JM², NOVO JR JM² E SILVA LP^{1,3}

¹ Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Juiz de Fora, MG - Brasil

² Laboratório de Avaliação Motora, Faculdade de Educação Física e Desportos, UFJF, Juiz de Fora, MG - Brasil

³ Programa de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Correspondência para: Lilian Pinto da Silva, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Medicina, Centro de Ciências da Saúde, Campus Universitário, Bairro Cidade Universitária, CEP 36036-330, Juiz de Fora, MG – Brasil, e-mail: lilian.pinto@ufjf.edu.br

Recebido: 31/03/2006 - Revisado: 12/09/2006 - Aceito: 01/02/2007

RESUMO

Objetivo: Investigar a modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal, por meio da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), em indivíduos jovens e de meia-idade (MI), bem como os efeitos de um programa de treinamento de força resistência sobre tal modulação nos indivíduos de meia-idade. **Método:** Trinta e dois homens saudáveis, sedentários e não-tabagistas, sendo 10 jovens ($22,2 \pm 1,5$ anos) e 22 de MI ($49,3 \pm 5,3$ anos), foram submetidos à aquisição do sinal de eletrocardiograma para análise da VFC no domínio do tempo. Os indivíduos de MI foram divididos em dois grupos: experimental (n= 12) e controle (n= 10). Os indivíduos do grupo experimental foram inseridos em um programa de treinamento de força com duração de três meses. A análise dos dados foi realizada por meio dos testes de Wilcoxon e Mann-Whitney ($p < 0,05$). **Resultados:** O grupo MI apresentou redução significativa, em comparação ao jovem, de todas as variáveis utilizadas para a investigação da VFC (SDNN= 33,4 vs. 49,7ms; RMSSD= 29,9 vs. 49,5ms; pNN50= 6,5 vs. 27%). O treinamento promoveu aumento significativo da força e resistência muscular em todos os grupamentos musculares e aumento não significativo das variáveis SDNN (33,4 vs. 37,6ms), RMSSD (30,2 vs. 31,3ms) e pNN50 (7,5 vs. 11,4%). **Conclusões:** Os achados deste estudo confirmam que o aumento da idade provoca alteração na modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal, retratada por uma diminuição da VFC em indivíduos de MI, que não foi modificada de maneira significativa pelo tipo de treinamento físico estudado.

Palavras-chave: sistema nervoso autônomo, exercício físico, frequência cardíaca e meia-idade.

ABSTRACT

Reduction of heart rate variability in middle-aged individuals and the effect of strength training

Objective: To investigate autonomic modulation of the sinus node, by analyzing heart rate variability (HRV) among young and middle-aged individuals, and to assess the effect of an endurance strength training program on this modulation among middle-aged individuals. **Method:** Thirty-two healthy nonsmoking men with sedentary lifestyles, of whom 10 were young (22.2 ± 1.5 years) and 22 were middle-aged (49.3 ± 5.3 years), underwent electrocardiogram signal acquisition for time-domain HRV analysis. The middle-aged individuals were divided into two groups: experimental (n= 12) and control (n= 10). The individuals in the experimental group were enrolled in a strength training program lasting three months. The data analysis was carried out using the Wilcoxon and Mann-Whitney tests ($p < 0.05$). **Results:** The middle-aged group presented significant reductions (in relation to the young group) for all the variables used in investigating HRV (SDNN= 33.4 vs. 49.7 ms; RMSSD= 29.9 vs. 49.5 ms; pNN50= 6.5 vs. 27%). The training caused a significant increase in muscle strength and endurance for all muscular groups and non-significant increases in the variables SDNN (33.4 vs. 37.6 ms), RMSSD (30.2 vs. 31.3 ms) and pNN50 (7.5 vs. 11.4%). **Conclusions:** The findings from this study confirm that increased age causes alteration to the autonomic modulation of the sinus node, as demonstrated by reduced HRV in middle-aged individuals, which was not significantly modified by the type of physical training studied.

Key words: autonomic nervous system, physical exercise, heart rate, middle age.

INTRODUÇÃO

A atuação dos ramos simpático e vagal do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre as células marcapasso do nodo sinusal promove aumento ou diminuição da frequência cardíaca, respectivamente, e a variação entre os batimentos cardíacos sucessivos, obtida em ritmo sinusal, é chamada de variabilidade da frequência cardíaca (VFC)¹⁻². Considerando-se que as mudanças do ritmo cardíaco são mediadas pelo SNA, a medição delas representa uma ferramenta não invasiva para o estudo da modulação autonômica da frequência cardíaca¹⁻².

Estudos têm demonstrado que o processo de envelhecimento fisiológico leva a uma redução da VFC^{1,3-5}, relacionada a uma diminuição da atuação vagal sobre o nodo sinusal^{1,3} que, por sua vez, está associada ao aumento nos índices de morbidade e mortalidade oriundas de diferentes causas, além da doença arterial coronariana, tanto em indivíduos de meia-idade quanto em idosos⁵. Nesse contexto, alguns trabalhos analisaram os efeitos da mudança do estilo de vida sedentário, através da implementação de programas de exercícios físicos, na tentativa de amenizar ou reverter parcialmente a diminuição da VFC que ocorre com o avançar da idade⁶⁻¹². A partir de tais investigações, tem sido mostrado que o treinamento físico do tipo aeróbico promove um aumento na VFC em indivíduos idosos⁷⁻¹⁰, porém os estudos que avaliaram os efeitos do treinamento físico do tipo anaeróbico, como o treinamento isométrico e o de força, sobre a VFC em indivíduos de diferentes faixas etárias apresentam resultados ainda inconclusivos^{9,11-12,13}.

Diante dessas considerações, o objetivo deste estudo foi verificar se, na faixa etária chamada de meia-idade (40 a 60 anos), existem modificações significativas na modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal, por meio da análise da VFC, como consequência do processo de envelhecimento fisiológico e, além disso, investigar os efeitos de um programa de treinamento de força resistência sobre tal modulação em indivíduos de meia-idade.

METODOLOGIA

Amostra

Foram estudados 32 voluntários do gênero masculino, saudáveis, sedentários e não tabagistas, sendo 10 jovens e 22 de meia-idade (tabela 1). Como critério de caracterização do estilo de vida sedentário e da ausência de tabagismo, foram selecionados indivíduos que não praticavam atividade física regular há um período mínimo de seis meses e não fumavam há pelo menos um ano. Todos os voluntários foram esclarecidos e orientados a respeito de suas participações no estudo e, após concordarem em participar do mesmo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo nº. 144-013/2001). Em seguida foram submetidos à avaliação

fisioterapêutica, composta por anamnese, avaliação osteomioarticular global, aferição da frequência cardíaca e da pressão arterial em repouso, ausculta cardíaca e pulmonar. Os voluntários de meia-idade foram divididos em dois grupos: um grupo controle, que foi orientado a manter suas rotinas diárias cotidianas durante o período de duração do estudo, e um grupo experimental, cujos participantes foram inseridos no programa de treinamento de força resistência (tabela 1).

Aquisição e processamento dos sinais de ECG

Todos os voluntários de meia-idade foram submetidos à aquisição do sinal de eletrocardiograma (ECG) no início e no final do estudo, e os voluntários jovens foram submetidos a uma única aquisição no início do estudo para posterior análise da VFC. O sinal de ECG foi obtido por meio de três eletrodos cutâneos posicionados para obtenção da derivação MC5, na condição de repouso, em posição supina, durante um período de uma hora. Os voluntários permaneciam com o ritmo respiratório controlado a uma frequência de 12 incursões respiratórias por minuto (0,2 Hz), com o auxílio de um metrônomo. O sinal foi captado por intermédio de uma placa conversora analógico/digital Lab-PC+ (National Instruments), que constituiu uma interface entre o monitor cardíaco de um canal TC-500 (Funbec) e o microcomputador pessoal (AMD K6, 200 MHz), a uma frequência de amostragem de 250 Hz. A partir do sinal eletrocardiográfico digitalizado, efetuou-se a detecção automática das ondas R, utilizando-se para cada sinal um limiar fixo, escolhido pelo operador (figura 1 - A e B). A seguir, foram calculados os valores dos intervalos entre as ondas R do ECG (IRR) e, após análise visual, foram considerados os valores dos IRR normais (INN) para construção do tacograma (figura 1C). Tendo em vista que os procedimentos acima não eram robustos, resultando em falhas de detecção e detecções errôneas de ondas T, além da ausência de estacionariedades no sinal coletado durante uma hora e da orientação das Sociedades Européia e Americana de Cardiologia² com respeito à duração do sinal de curta duração, optou-se por selecionar, automaticamente, apenas o trecho de 5 minutos ininterruptos do tacograma que apresentou a menor variância para a análise da VFC (figura 1 - C e D). Esses segmentos selecionados foram novamente submetidos à análise visual e, na presença de irregularidades marcantes nos intervalos R-R, repetia-se o procedimento descrito acima, com o estabelecimento de um novo limiar para a detecção automática das ondas R.

Para o estudo da VFC, no domínio do tempo, foram calculadas as variáveis recomendadas pelas Sociedades Européia e Americana de Cardiologia², as quais são extraídas dos tacogramas de INN e baseadas em relações estatísticas, sendo:

SDNN- desvio-padrão dos INN;

RMSSD- raiz média quadrática das diferenças de batimentos sucessivos, dada por:

$$RMSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (NN_i - NN_{i+1})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Em que n indica o número total de INN no sinal analisado e i , a duração do i -ésimo intervalo; $NN50$ - contador do número de vezes que INN sucessivos apresentam diferença de duração superior a 50 ms; $pNN50$ - proporção obtida pela relação $NN50/n$.

A variável SDNN reflete a participação de todos os componentes rítmicos responsáveis pela variabilidade, sendo relacionada às contribuições de ambos os ramos do SNA. Enquanto que as variáveis RMSSD, NN50 e $pNN50$ refletem

as contribuições de variações em altas frequências, as quais estão relacionadas à atuação vagal.

Prescrição e aplicação do treinamento

Os indivíduos do grupo experimental foram submetidos a um programa periodizado de treinamento de força resistência com duração de 12 semanas, sendo três sessões semanais em dias não consecutivos, cuja carga de trabalho foi estabelecida a partir do teste de força dinâmica máxima. Foram trabalhados os seguintes grupamentos musculares: extensores do joelho (cadeira extensora), flexores do joelho (mesa flexora), adutores do quadril (cadeira adutora), abdutores do quadril (cadeira abutora), músculos dorsais (*pulley dorsal*),

Tabela 1. Descrição dos grupos e caracterização dos mesmos no que diz respeito ao tamanho da amostra (N), à idade e aos valores de frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), aferidos em repouso durante a avaliação fisioterapêutica. Valores descritos como média \pm desvio-padrão.

Grupos	N	Idade (anos)	FC (bpm)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
Jovem	10	22,2 \pm 1,5	70,6 \pm 10,1	124,2 \pm 7	76,4 \pm 8,8
Meia-idade	22	49,3 \pm 5,3	70,4 \pm 6,9	133,2 \pm 12	88,7 \pm 9,7
Controle	10	48,5 \pm 6,4	72,9 \pm 6,2	134 \pm 13	90,7 \pm 8,9
Experimental	12	50 \pm 4,3	68 \pm 6,9	132,5 \pm 11,5	86,8 \pm 10,5

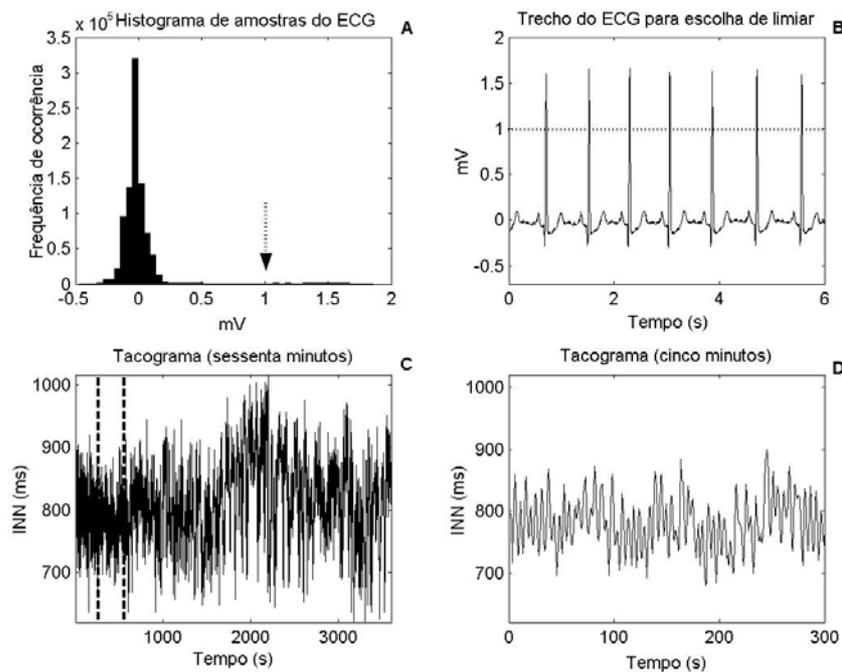


Figura 1. A: Histograma com a frequência de ocorrência de amostras do sinal de ECG coletado. B: Trecho inicial do mesmo sinal digitalizado que auxilia na escolha do limiar fixo para a detecção automática das ondas R. Neste exemplo, o limiar escolhido foi de 1 mV, conforme ilustrado pela seta pontilhada (A) e pela linha horizontal pontilhada (B). C: Duração dos intervalos R-R normais (INN) para cada batimento cardíaco em uma hora de sinal armazenado, com os cinco minutos de menor variância limitados pelas linhas verticais pontilhadas. D: Duração dos intervalos N-N (INN) para cada batimento cardíaco nos cinco minutos de menor variância que foram considerados para cálculo das variáveis utilizadas para análise da variabilidade da frequência cardíaca.

músculos peitorais (supino vertical), flexores do cotovelo (rosca Scoth) e extensores do cotovelo (tríceps no *pulley*).

A força dinâmica máxima e a força de resistência dos oito grupamentos musculares citados foram avaliadas antes e após as 12 semanas. Para avaliação da força dinâmica máxima, foi empregado o teste de uma repetição máxima (1 RM) e para avaliação da força de resistência foi empregado o teste de peso por repetição (TPR), utilizando-se a carga de 50% de 1RM, obtida no primeiro teste de 1 RM. Antes dos testes de força, foram realizadas três sessões de treinamento nos aparelhos com pilhas de pesos, com cargas leves, para a familiarização dos sujeitos com os equipamentos e com as técnicas próprias de cada exercício.

A carga de trabalho inicial foi estabelecida em 50% de 1 RM, e, para o ajuste de cargas, foi utilizado protocolo de Baechle¹⁴. Precedente a cada sessão de treinamento, foi realizada a aferição da pressão arterial na posição sentada e, posteriormente, realizado um aquecimento com duração total de 15 minutos, sendo 10 minutos de pedalagem em cicloergômetro sem carga e 5 minutos de alongamento ativo dos músculos que seriam treinados em seguida. Para a ordenação dos exercícios, convencionou-se a utilização dos maiores grupamentos musculares para os menores, alternando-se os segmentos corporais trabalhados, sendo que cada sessão de treinamento foi constituída de oito exercícios executados com intervalo de um minuto entre as séries. O treinamento foi periodizado em 12 microciclos de três sessões cada, conforme descrito na tabela 2.

Análise estatística

A comparação entre as variáveis calculadas a partir do tacograma de INN, anteriormente descritas, e entre os testes de 1 RM e de peso por repetição, aplicados antes e após o treinamento, foi realizada por meio dos testes de Wilcoxon e de Mann-Whitney, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os voluntários de meia-idade apresentaram valores significativamente menores, em relação aos voluntários jovens, para todas as variáveis usadas na análise da VFC (figura 2).

Na comparação das variáveis usadas para investigação da VFC entre os grupos controle e experimental, antes e após o treinamento, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. O grupo controle apresentou uma diminuição de todas as variáveis usadas para análise da VFC, após o período de acompanhamento, entretanto as diferenças não foram estatisticamente significativas, conforme ilustrado na figura 2.

Ao final do período de treinamento, foi observado um aumento em todas as variáveis usadas para análise da VFC no grupo experimental, porém as diferenças não foram estatisticamente significativas (figura 2). Além disso, foram observados ganhos estatisticamente significativos na carga alcançada nos testes de 1 RM e no número de repetições alcançado no TPR em todos os grupamentos musculares treinados (tabela 3).

Tabela 2. Os três meses de treinamento e a subdivisão em microciclos. * Os valores das cargas para cada exercício são específicos para cada voluntário e dependem do teste de 1 RM. ** Ajuste: adequação da carga, diferente de sobrecarga.

Semana	Microciclos (3 sessões semanais)	Nº. de séries por exercício	Nº. de repetições	Carga (Kg)* (50% 1 RM)
<i>Avaliação da força muscular</i>				
1 ^a .	Adaptação I	1	12 a 20	
2 ^a .	Adaptação II	2	12 a 20	
3 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
4 ^a .	Desenvolvimento	2	12 a 20	ajuste**
5 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
6 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
7 ^a .	Desenvolvimento	2	12 a 20	ajuste
8 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
9 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
10 ^a .	Desenvolvimento	2	12 a 15	ajuste
11 ^a .	Estabilização	2	12 a 20	
12 ^a .	Recuperativo	1	12 a 20	
<i>Reavaliação da força muscular</i>				

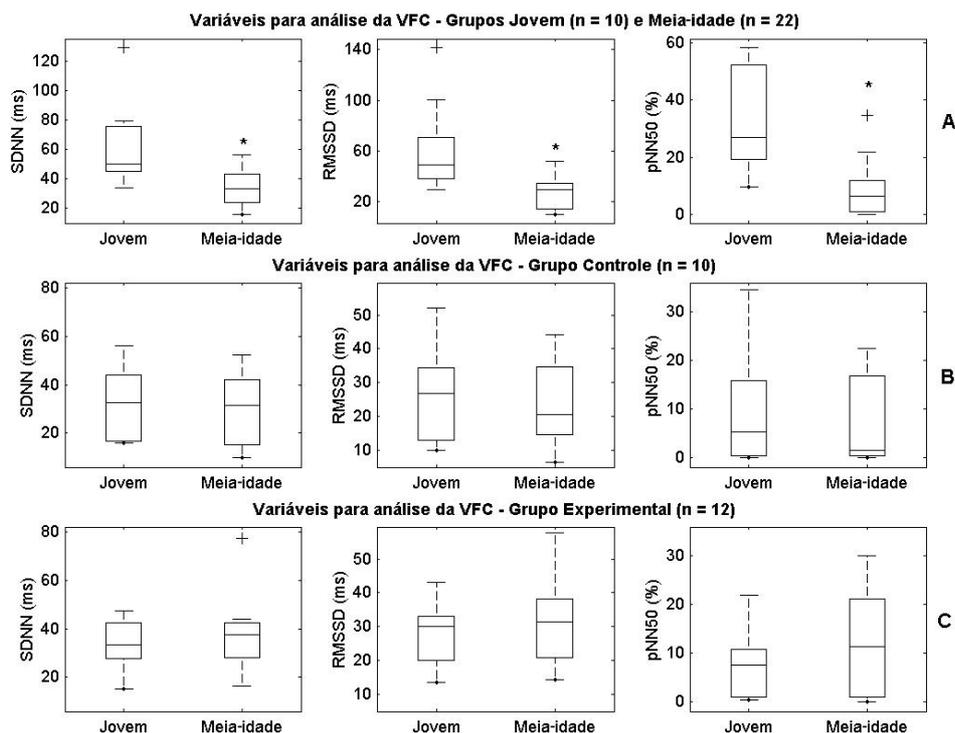


Figura 2. Diagramas de dispersão das variáveis estimadas para análise da VFC dos grupos jovem e meia-idade (painel A); do grupo controle, antes e após 3 meses de acompanhamento no estudo (painel B), e do grupo experimental, antes e após 3 meses de treinamento (painel C). Cada diagrama representa os valores mínimo, 1º. e 3º. quartis e máximo, com a mediana em preto no interior da caixa e os *outliers* representados por uma cruz. SDNN= desvio-padrão dos intervalos NN; RMSSD= raiz média quadrática das diferenças de batimentos sucessivos; pNN50= proporção obtida pela relação NN50/n. * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação ao grupo jovem, valor de p obtido pelo teste de Mann-Whitney.

Tabela 3. Carga alcançada nos testes de 1 RM e número de repetições alcançado nos testes de peso por repetição (TPR), realizados antes (1º. teste) e após (2º. teste) o treinamento, com valores expressos em mediana. * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), valor de p obtido pelo teste de Wilcoxon.

Aparelhos	Testes			
	1 RM (Kg)		TPR (número de repetições)	
	1º. Teste	2º. Teste	1º. Teste	2º. Teste
Cadeira extensora	47	70,4 *	17,5	31 *
Mesa flexora	52	56,4 *	17	30,5 *
Cadeira adutora	112,2	154 *	24	100,5 *
Cadeira abduutora	96,8	120,8 *	22	51 *
<i>Pulley</i> dorsal	60	68,3 *	22,5	41,5 *
Supino vertical	80	90 *	22	40 *
Rosca scoth	62,5	72,5 *	14,5	24,5 *
Tríceps no <i>pulley</i>	30	30,8 *	20	32 *

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na reavaliação da carga dinâmica máxima (1 RM) e do teste de peso por repetição após o treinamento, pode-se observar que o treinamento aplicado foi efetivo para promover o aumento da força dinâmica máxima e da força de resistência muscular.

Uma vez que o envelhecimento provoca diminuição tanto da força quanto da resistência muscular¹⁵, o tipo de treinamento físico realizado foi adequado para amenizar essas perdas.

Os menores valores das variáveis utilizadas para a análise da VFC no domínio do tempo, encontrados nos voluntários de meia-idade, quando comparados aos jovens, demonstram

que a redução da VFC que ocorre com o avançar da idade³⁻⁴ já é evidente na faixa etária entre 40 e 60 anos. Catai et al.⁶ e Marães et al.¹⁶ encontraram resultados semelhantes aos deste estudo, investigando indivíduos dessa mesma faixa etária.

Após o cumprimento do programa de treinamento físico investigado, houve um aumento de todas as variáveis utilizadas para análise da VFC, indicando uma mudança na modulação autonômica, embora essas modificações não tenham sido estatisticamente significativas. Madden et al.⁹ chegaram a resultados semelhantes com um programa de exercícios de fortalecimento muscular aplicado a 85% de 1RM, durante seis meses, para o treinamento de mulheres idosas saudáveis. Ainda neste estudo, os autores observaram que os benefícios do treinamento de força, com relação à modulação autonômica cardíaca, são menos evidentes quando comparados a um programa de treinamento aeróbico, pois um grupo semelhante de mulheres idosas foi submetido a um programa de exercícios em cicloergômetro, durante o mesmo período, e apresentou aumento significativo da variável SDNN.

Forte et al.¹² avaliaram os efeitos de um programa de treinamento de resistência dinâmica, em mulheres com idades entre 65 e 74 anos e, após 16 semanas de treinamento, esses autores não encontraram modificações em relação à modulação autonômica, avaliada por meio da VFC nos domínios do tempo e da frequência. Da mesma forma, Cooke et al.¹³ investigaram se um programa de treinamento de força de alta intensidade, aplicado durante oito semanas, poderia aumentar o controle cardíaco vagal e a sensibilidade baroreflexa em jovens saudáveis de ambos os sexos. Seus resultados mostraram que o treinamento de força aplicado não afetou a modulação autonômica cardíaca, investigada por meio da análise da VFC nos domínios do tempo e da frequência, ou a sensibilidade baroreflexa cardiovascular.

Taylor et al.¹⁷, por outro lado, observaram um aumento na modulação vagal, demonstrada pela análise espectral do tacograma, em idosos com hipertensão arterial que foram submetidos a um treinamento de *handgrip* isométrico durante 10 semanas, enquanto Selig et al.¹⁸ verificaram que três meses de realização de exercícios resistidos, de intensidade moderada, conduziram a modificações na modulação autonômica de pacientes com insuficiência cardíaca. Tal modificação foi evidenciada com um aumento significativo do componente espectral de alta frequência (HF) e uma diminuição, também significativa, do componente de baixa frequência (LF) e da relação LF/HF. Considerando-se que o componente HF representa a atuação vagal, o treinamento realizado teve como resultado um aumento da VFC.

As informações descritas na literatura, acrescidas dos resultados obtidos no presente estudo, corroboram o achado de que o treinamento de força parece não promover efeitos significativos em relação a modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal em indivíduos saudáveis, independente da

faixa etária e do gênero. O mesmo não é verdadeiro para indivíduos cuja atuação autonômica sobre o sistema cardiovascular encontra-se modificada não apenas em decorrência do processo fisiológico de envelhecimento, mas também pela presença de doenças como a hipertensão arterial¹⁷ e a insuficiência cardíaca¹⁸.

O tamanho da amostra, assim como à utilização de variáveis limitadas à análise da VFC no domínio do tempo, podem ter limitado a observação de resultados significativos no estudo em questão. Porém, tais resultados permitiram estabelecer um novo protocolo experimental para continuidade do presente trabalho, a fim de se buscarem informações mais consistentes.

CONCLUSÃO

Indivíduos saudáveis de meia-idade apresentam alteração na modulação autonômica da frequência cardíaca, retratada por uma diminuição da VFC, que não foi amenizada de maneira significativa pelo programa de treinamento físico aplicado. O protocolo de treinamento físico mostrou-se efetivo para o ganho de força e resistência muscular, porém não esclareceu, definitivamente, se o mesmo pode modificar de maneira significativa a modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal.

Agradecimentos: Este trabalho contou com a colaboração dos acadêmicos Mariana D. M. Fonseca e Rogério B. Bergamaschine e dos professores Fernando M. A. Nogueira, Jorge R. Perrou de Lima e Jurandir Nadal.

Apoio: BIC/UFJF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Malik M, Camm AJ, editors. Heart Rate Variability. New York: Futura; 1996.
2. 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(3):354-81.
3. Barbosa PR, Barbosa FJ, Sá CAM. Influência da idade, sexo e doença coronária sobre a modulação autonômica do coração. Arq Bras Cardiol. 1996;67(5):325-9.
4. Jensen-Urstad K, Storck K, Bouvier F, Ericson M, Lindblad LE, Jensen-Urstad M. Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. Acta Physiol Scand. 1997;160:235-41.
5. Dekker JM, Schouten EG, Klootwijk P, Pool J, Swenne CA, Kromhout D. Heart rate variability from short electrocardiographic recordings predicts mortality from all causes in middle-aged and elderly men. Am J Epidemiol. 1997;145(10):899-908.
6. Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effect of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. Braz Med Biol Res. 2002;35(6):741-52.

7. Schuit JA, Van Amelsvoort LG, Verheij TC, Rijnke RD, Maan AC, Swenne CA, et al. Exercise training and heart rate variability in older people. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(6):816-21.
8. Stein PK, Ehsani AA, Domitrovich P, Kleiger RE, Rottman JN. Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. *Am Heart J.* 1999;138(Pt 1):567-76.
9. Madden KM, Levy WC, Stratton JR. Exercise training and heart rate variability in older adult female subjects. *Clin Invest Med.* 2006;29(1):20-8.
10. Levy CW, Cerqueira MD, Harp GD, Johannessen KA, Abrass IB, Schwartz RS, et al. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *Am J Cardiol.* 1998;82:1236-41.
11. Paschoal MA. Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das influências autonômicas sobre suas características temporal e espectral em halterofilistas e sedentários [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1999.
12. Forte R, De Vito G, Figura F. Effects of dynamic resistance training on heart rate variability in healthy older women. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(1):85-9.
13. Cooke WH, Carter JR. Strength training does not affect vagal-cardiac control or cardiovagal baroreflex sensitivity in young healthy subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2005;93:719-25.
14. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength and conditioning.* 1ª ed. Champaign: Human Kinetics; 1994.
15. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular.* 2ª ed. Porto Alegre: ArtMed; 1999.
16. Marães VRFS, Santos MDB, Catai AM, Moraes FR, Oliveira L, Gallo Jr L, et al. Modulação do sistema nervoso autonômico na resposta da frequência cardíaca em repouso e à monobra de valsalva com o incremento da idade. *Rev Bras Fisiot.* 2004; 8(2):97-103.
17. Taylor AC, Mccartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):251-6.
18. Selig SE, Carey MF, Menzies DG, Patterson J, Geerling RH, Williams AD, et al. Moderate intensity resistance exercise training in patients with chronic heart failure improves strength, endurance, heart rate variability and forearm blood flow. *J Cardiac Fail.* 2004;10(1):21-30.