

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS A UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO AERÓBIO

Heart rate variability analysis in individuals submitted to an aerobic exercise program

Resumo: Introdução: Um dos benefícios da prática de exercício físico regular em nível moderado é a melhora da modulação do sistema nervoso autônomo sobre o coração, o que suporta a ideia de que a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que é regulada instantaneamente por meio de mecanismos e a medida do tempo transcorrido entre dois intervalos R-R consecutivos, decorrentes da modulação autonômica sobre o nodo sinoatrial, pode estar associada ao nível de capacidade aeróbia máxima. **Objetivo:** avaliar a VFC e sua relação com o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares em indivíduos da comunidade após um programa de exercício aeróbico. **Métodos:** Ensaio clínico controlado composto por 16 indivíduos, com predomínio do sexo feminino, divididas em dois grupos: grupo exercício (n=11) que participou de um programa de exercícios aeróbios e o grupo controle (n=5) que manteve as suas atividades habituais. Para a análise da VFC foi realizado o registro dos intervalos R-R. Após a coleta os dados foram analisados e filtrados e lançados no *Kubios HRV Standard*. Realizaram-se o teste *t* pareado, com nível de significância de 5% ($p < 0.05$), para análise dos dados. **Resultados:** A análise da VFC de forma quantitativa nos índices geométricos não apresentou diferença significativa entre os grupos. Quanto a análise visual do *plot*, no grupo exercício mostrou maior dispersão dos intervalos R-R tanto batimento-a-batimento, como a longo prazo. **Conclusão:** Ocorreu uma melhora da VFC e consequentemente uma diminuição dos riscos do desenvolvimento de doenças cardiovasculares nos indivíduos após o programa de exercícios aeróbios.

Palavras Chave: Frequência cardíaca, Sistema nervoso autônomo, Exercício.

Abstract: Introduction: One of the benefits of regular exercise at a moderate level is the improvement of the autonomic nervous system modulation over the heart, which supports the idea that heart rate variability (HRV) that is instantly regulated by mechanisms and the measurement of the time elapsed between two consecutive RR intervals resulting from autonomic modulation over the sinoatrial node may be associated with the maximum aerobic capacity level. **Objective:** To evaluate HRV and its relationship with the risk of developing cardiovascular diseases in individuals in the community after an aerobic exercise program. **Methods:** A controlled clinical trial composed of 16 female-predominant individuals divided into two groups: exercise group (n = 11) that participated in an aerobic exercise program and control group (n = 5) that maintained their activities. usual. For HRV analysis, the R-R intervals were recorded. After collection the data were analyzed and filtered and released in the *Kubios HRV Standard*. The paired *t* test was performed, with a significance level of 5% ($p < 0.05$), for data analysis. **Results:** Quantitative HRV analysis in the geometric indices showed no significant difference between the groups. As for the visual analysis of the *plot*, in the exercise group showed greater dispersion of R-R intervals both beat-by-beat and long-term. **Conclusion:** There was an improvement in HRV and consequently a decrease in the risks of developing cardiovascular disease in individuals after the aerobic exercise program.

Keywords: Heart rate, Autonomic nervous system, Exercise.

Geovana Katiuscya Vieira¹
Yuri Gustavo de Oliveira¹
Luiz Fernando Martins de Souza Filho²
Erikson Custódio Alcântara³
Leonardo Lopes do Nascimento³

- 1- Discentes de Fisioterapia da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Faculdade do Esporte – ESEFFEGO, Goiânia;
- 2- Mestre em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Docente na Faculdade Estácio de Sá de Goiás, Goiânia.
- 3- Docentes do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Faculdade do Esporte – ESEFFEGO, Goiânia.

E-mail: geovana.vi@outlook.com

Recebido em: 15/11/2020
Revisado em: 08/12/2020
Aceito em: 11/12/2020

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um termo convencionalmente aceito para descrever as variações da frequência cardíaca (FC) que é regulada instantaneamente por meio de mecanismos e a medida do tempo transcorrido entre dois intervalos R-R consecutivos (batimento a batimento), decorrentes da modulação autonômica sobre o nodo sinoatrial^{1,2}, possibilitando assim conhecer os índices do sistema nervoso autônomo (SNA) em diferentes variáveis fisiológicas, com o benefício de possibilitar uma avaliação não invasiva da função autonômica^{3,4}.

A VFC diminui durante o processo de envelhecimento assim como ocorre com a capacidade aeróbia, devida a alterações no SNA. Sendo que baixos valores da VFC, indicam uma adaptação anormal do SNA, estando relacionado à maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), enquanto altos valores são sinal de boa adaptação, caracterizando assim um indivíduo saudável⁵.

Alguns fatores comportamentais, como a prática de exercício físico regular em nível moderado pode aumentar a modulação vagal, o que suporta a ideia de que a VFC pode estar associada ao nível de capacidade aeróbia máxima, atenuando assim essas alterações no SNA por decorrência do envelhecimento^{5,6}.

Apesar de maiores valores de VFC, os indivíduos que realizam exercício físico de forma regular, podem apresentar menores valores de FC de repouso, possivelmente devido ao aumento da atividade vagal (parassimpática)⁷.

Alguns estudos não encontraram mudanças significativas do SNA após um programa de exercício aeróbio em homens, sugerindo que os exercícios aeróbios de baixa intensidade não são eficientes a ponto de alterar o SNA e aumentar ou manter a VFC⁸.

As alterações do SNA decorrentes do envelhecimento têm sido vistas como um tipo de descondicionamento físico. Entretanto, as investigações sobre essa correlação entre modulação autonômica do coração e a capacidade aeróbia são inconclusivos, devido ao uso de metodologias inconsistentes de análises e diferentes programas de treinamento que acabam dificultando a comparação dos resultados de vários estudos⁹.

A VFC tem sido considerada uma ferramenta com índices quantitativos importantes para a avaliação da modulação autonômica da FC, no entanto, existem poucos trabalhos nos quais a função autonômica cardíaca é analisada por meio da VFC em indivíduos saudáveis, tampouco houve a análise comparativa empregando um programa de exercício, como o que se propôs no presente estudo. Portanto esta pesquisa tem como propósito desenvolver trabalhos de investigação da saúde do sistema cardiovascular de adultos saudáveis.

O objetivo do presente estudo é avaliar a VFC e sua relação com o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares em indivíduos da comunidade após um programa de exercício aeróbico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um ensaio clínico controlado no Centro de Excelência do Esporte da Universidade Estadual de Goiás (UEG), no período de fevereiro a dezembro de 2018. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Goiás (CEP-UEG), sob número 2.916.512.

A amostra foi composta por 60 indivíduos da comunidade, que foram convidados a participar do estudo, por meio da divulgação do projeto Universidade do Esporte: Coração e Pulmão Saudável nas redes sociais (*Instagram* e *Facebook*). Foram incluídos no estudo indivíduos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, capacidade cognitiva para entendimento da realização do programa de exercício aeróbico. Após a constatação de que atendiam a todos os critérios de inclusão, receberam orientações sobre o estudo de que participariam e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos os indivíduos com índice de massa corporal (IMC) ≥ 40 Kg/m² e que não compareceram as avaliações ou faltaram mais de duas semanas consecutivas o programa de exercício.

Após a avaliação inicial, 35 indivíduos foram excluídos por não participarem de todas as avaliações. Os 25 indivíduos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: controle (GC) com 10 indivíduos e grupo exercício (GE) com 15 indivíduos. O GE participou de um programa de exercícios aeróbicos por 12 semanas e depois foram reavaliados juntamente com o GC que manteve as suas atividades habituais.

Procedimentos para Coleta de Dados

Os indivíduos foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas e estimulantes (café, chá, refrigerante) 24 horas antes das avaliações e que mantivessem as suas atividades de vida diária nas 24 horas, fazer uma refeição leve pelo menos duas horas e ter uma boa noite de sono (pelo menos, seis e, idealmente, até oito horas de sono).

Ao chegarem ao local das avaliações, foram orientados sobre cada etapa das avaliações, em seguida preenchida uma ficha de identificação contendo, peso, altura, IMC, fatores de risco (tabagismo, etilismo, diabetes, história familiar de doenças cardiovasculares, hipertensão, sedentarismo), e os dados vitais (pressão arterial (PA), FC repouso, saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência respiratória (FR).

Realização da Captação dos Intervalos R-R

Após a avaliação inicial foi explicado todos os procedimentos necessários para a realização da coleta da VFC, que foi realizada de forma individual. Todos os indivíduos foram orientados a manterem-se em repouso e não conversar.

O indivíduo foi posicionado em uma cadeira com os pés apoiados no chão durante 5 minutos, após esse período de descanso, foi colocado no tórax, ao nível do terço distal do esterno, a cinta de captação e o receptor de frequência cardíaca (Polar® V800 *Heart Rate Monitor – Finland*), ao lado do voluntário em cima da maca, fazendo a captação da FC de repouso e dos intervalos R-R. Após a colocação da cinta, foram posicionados em decúbito dorsal (supino) em uma maca e permaneceram em repouso por oito minutos (Figura 1). Em um ambiente silencioso e tranquilo.

Figura 1. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca com o transmissor e o receptor de frequência cardíaca Polar V800.



Fonte: Autoria própria.

Após o término do protocolo de exercício, procedeu-se à transferência de registros do receptor de frequência cardíaca Polar V800 para o computador/interface. Todos os registros foram analisados e filtrados através do software (Polar® Pro Trainer 5™). Em seguida os registros corrigidos foram transferidos para o programa de análise da VFC (Kubios HRV Standard versão 3.2.0 2019, Finland). E foram emitidos os relatórios de VFC para cada indivíduo do GE e do GC pré e pós o programa de exercício.

A análise da VFC foi realizada por meio dos métodos geométricos: índice triangular (RRTri), interpolação triangular dos intervalos R-R (TINN) e *plot* de Poincaré (SD1, SD2 e relação SD1/SD2), que foram emitidos nos relatórios da VFC através do software ((Kubios HRV Standard versão 3.2.0 2019, Finland).

O RRTri e o TINN são calculados a partir da construção de um histograma de densidade dos intervalos R-R normais que contém no eixo x o comprimento dos intervalos R-R e no eixo y a frequência com que elas ocorreram. A união dos pontos da coluna desse histograma forma uma figura semelhante a um triângulo, do qual

são extraídos esses índices¹⁰. Já o *plot* de Poincaré é um mapa de pontos em coordenadas cartesianas, que é construído a partir dos valores dos intervalos R-R obtidos, onde cada ponto é representado no eixo x pelo intervalo R-R normal e no eixo y pelo intervalo R-R seguinte. Sua análise pode ser feita de forma qualitativa, por meio da avaliação da figura formada pelo seu atrator, no qual se observar uma imagem com aumento da dispersão dos intervalos R-R é indicativo de uma maior VFC, já se a figura apresentar uma pequena dispersão global ou sem aumento da dispersão dos intervalos é indicativo de menor VFC, ou de forma quantitativa, que através do ajuste da elipse da figura do atrator, se obtém os índices: SD1, SD2 e relação SD1/SD2¹¹.

Programa de Exercício Aeróbio

Os indivíduos do GE participaram de um programa de exercício aeróbio supervisionado que consistia em duas sessões semanais, com duração de 30 minutos, por 12 semanas, totalizando 24 sessões, na intensidade moderada (40-60% da FC_{máx} e Borg entre 4-6). O protocolo consistia em colher os dados vitais (PA, FC e SpO₂), seguido por aquecimento de 5

minutos e caminhada de 22 minutos, em uma pista de 100 metros marcada por dois cones ao final do percurso.

A cada um minuto, era anotado em uma ficha a FC e o Borg. Para uma melhor monitorização da FC foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar Geonate On Rhythm, Finland) com a cinta transmissora na altura do processo xifoide e com o relógio no pulso do voluntário. Os indivíduos do GC foram orientados a manter sua rotina de vida diária e eram questionados sobre atividades físicas nas avaliações.

Análise Estatística

Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico *Statistical Package of Social Sciences* (SPSS, 23.0). A decisão prévia da realização de testes paramétricos foi feita após a realização do teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A caracterização do perfil demográfico e antropométrico dos grupos controle e estudo foi feito por meio de tabela de

contingência aplicando o teste do Qui-quadrado a fim de verificar a homogeneidade entre os grupos. A comparação do perfil antropométrico, sinais vitais e VFC nos grupos controle e estudo foi realizada aplicando-se o teste *t* pareado. Em todas as análises estatísticas foi adotado um nível de significância de 5% ($p < 0.05$).

RESULTADOS

A amostra foi composta por 11 participantes no GE e 5 no GC. Foram excluídos 4 indivíduos do GE, 3 não compareceram nas reavaliações e 1 faltou mais de 3 semanas o programa de exercício. No GC 3 foram excluídos devido à captação incompleta dos dados da VFC e 2 não compareceram para as reavaliações. Os grupos foram homogêneos em relação aos aspectos sociodemográficos e não houve diferença significativa nos dados antropométricos entre os grupos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da faixa etária, sexo, circunferência de cintura e relação C/Q dos grupos estudo e controle.

	Grupos n (%)		Total	p*
	Exercício	Controle		
Faixa etária				
≤ 40	6 (54,5)	2 (40,0)	8 (50,0)	0,69
> 40	5 (45,5)	3 (60,0)	8 (50,0)	
Sexo				
Feminino	7 (63,6)	4 (80,0)	11 (68,8)	0,51
Masculino	4 (36,4)	1 (20,0)	5 (31,3)	
IMC				
< 25	5 (45,5)	1 (20,0)	6 (37,5)	0,33
≥ 25	6 (54,5)	4 (80,0)	10 (62,5)	
Cintura				
Alterado	4 (36,4)	4 (80,0)	8 (50,0)	0,11
Normal	7 (63,6)	1 (20,0)	8 (50,0)	
Relação C/Q				
Alterado	3 (27,3)	4 (80,0)	7 (43,8)	0,05
Normal	8 (72,7)	1 (20,0)	9 (56,3)	

*Qui-quadrado de Pearson; n = frequência absoluta; % = frequência relativa

Na tabela 2 estão apresentados os valores da VFC intra e intergrupos durante a permanência na posição supina. No GC observa-se uma redução dos valores comparados após os três meses de intervalo entre as avaliações, nos índices de RRTri, TINN, SD1 e SD2 e aumento na relação SD1/SD2, enquanto que no GE apresentou aumento do SD1 e o RRTri e redução do TINN, SD2 e da relação SD1/SD2. A análise da VFC de forma quantitativa nos índices geométricos não apresentou diferença significativa entre os grupos.

As figuras 2 e 3 mostram exemplos de padrões do *plot* de Poincaré de um adulto saudável que participou do programa de exercício aeróbio por 12 semanas e um indivíduo do grupo controle. No qual observa-se no GE na primeira avaliação uma pequena dispersão dos intervalos R-R sendo indicativo de uma menor variação da frequência cardíaca, enquanto na segunda avaliação após a realização do exercício físico o mesmo apresentou um aumento da dispersão dos intervalos, demonstrando uma maior VFC.

Tabela 2. Resultado da comparação da variabilidade da frequência cardíaca antes e após a intervenção nos grupos exercício e controle.

Variabilidade da Frequência Cardíaca	Intervenção (Média ± DP)		p*
	Antes	Após	
Controle			
RRTri	6,66 ± 3,54	6,50 ± 4,50	0,86
TINN (ms)	133,80 ± 56,56	114,20 ± 83,35	0,51
SD1 (ms)	19,86 ± 12,95	17,94 ± 19,89	0,79
SD2 (ms)	32,24 ± 18,40	25,80 ± 17,68	0,40
SD1/SD2	1,77 ± 0,94	1,81 ± 0,73	0,87
Exercício			
RRTri	6,94 ± 3,25	8,23 ± 4,04	0,23
TINN (ms)	176,36 ± 118,27	155,36 ± 82,34	0,87
SD1 (ms)	20,88 ± 12,75	24,62 ± 20,26	0,63
SD2 (ms)	38,80 ± 23,69	38,57 ± 20,90	0,98
SD1/SD2	1,80 ± 0,94	1,76 ± 0,50	0,70

*Teste *t* pareado; DP = desvio padrão

Figura 2: Padrão visual do plot de Poincaré observado na primeira avaliação em um indivíduo do grupo controle e do grupo exercício, demonstrando em ambos uma pequena dispersão global dos intervalos R-R.

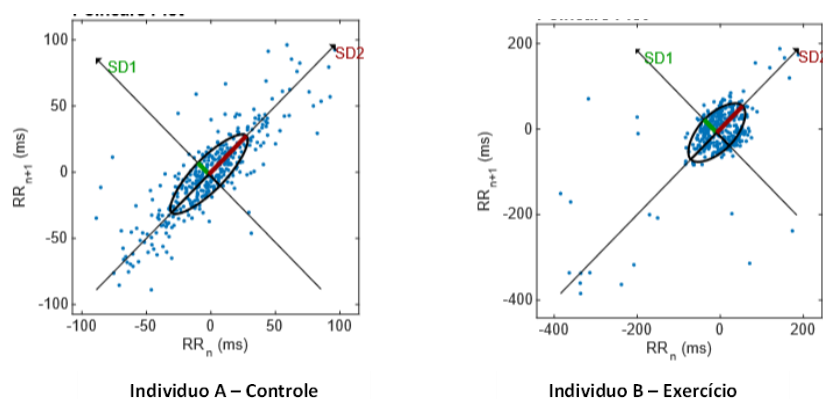
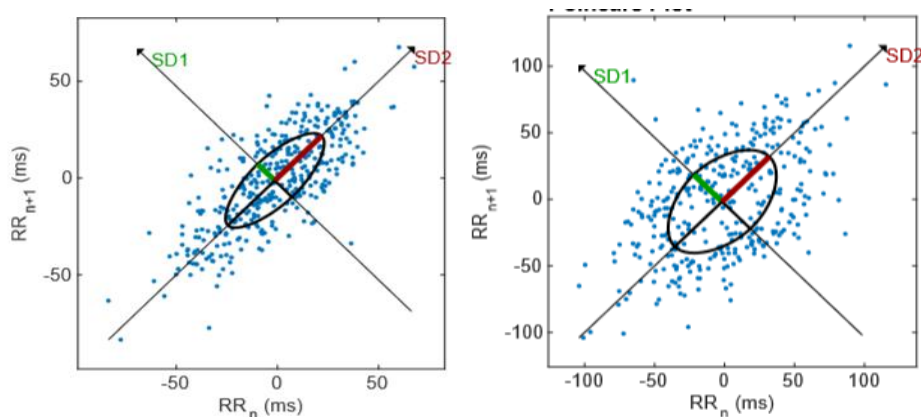


Figura 3: Padrão visual do plot de Poincaré observado na segunda avaliação, demonstrando um aumento na dispersão dos intervalos R-R do indivíduo do grupo exercício comparado ao grupo controle.



DISCUSSÃO

No presente estudo, foram avaliados índices geométricos de VFC em indivíduos saudáveis após a prática do exercício aeróbio. Na tabela 1 observa-se que os valores das variáveis idades, sexo, IMC, circunferência da cintura e relação cintura/quadril não apresentaram diferenças entre os grupos estudados, caracterizando uma amostra homogênea, com predomínio do sexo feminino.

Segundo Agelink¹² o envelhecimento está associado com um declínio na VFC, por outro lado, a atividade física tem se apresentado como protetora contra os efeitos da idade no funcionamento autonômico cardíaco, deste modo, a atenuação dos efeitos da idade na VFC, através da atividade física pode ter sido a razão da diferença entre os grupos verificada nesses estudos.

No presente estudo foi observado que o programa de exercício aeróbico na intensidade moderada (40-60% da FCmáx) não resultou em mudanças significativas nos índices geométricos quantitativos da VFC, apesar de ter resultado na melhora ao analisar o padrão visual do plot de

Poincaré, em que pode ser observado um aumento na dispersão dos intervalos R-R, sugerindo que no GE, a VFC está aumentada, diminuindo assim o risco de doenças cardiovasculares.

No estudo de Shen e Wen¹³ foi utilizado uma intensidade um pouco mais alta (75-85%) da FCmáx. Demonstrando que a intensidade do exercício é um fator importante para as adaptações da VFC, sendo considerado até mais relevante que os números de semanas de treinamento. Apoiando a teoria de que o exercício aeróbio pode alterar o controle neurorregulatório do coração em ambos os gêneros¹⁴.

A prática regular de atividade física tem sido referida como um fator de incremento no tônus vagal devido às adaptações fisiológicas ocorridas pelo aumento do trabalho cardíaco. Assim, a elevação da modulação parassimpática induz uma estabilidade elétrica do coração, ao passo que a atividade simpática elevada aumenta a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares¹⁵.

Buchheit e colaboradores¹⁶ comparou 3 grupos, sendo um grupo composto por indivíduos sedentários e outros dois grupos com indivíduos que praticavam atividade de moderada e alta intensidade, os resultados não foram significativos entre os grupos ativos, apresentando diferença apenas em relação ao grupo sedentário e os outros, de modo que nos indivíduos que praticavam atividade física foi observado maiores valores de VFC comparado ao grupo sedentário. Sugerindo que o exercício regular pode influenciar a atividade autonômica cardíaca de adultos saudáveis na condição de repouso.

O índice SD1, que representa o eixo transversal do *plot* de Poincaré, mostra o desvio-padrão da variabilidade instantânea da frequência cardíaca batimento a batimento e indica a influência do sistema parassimpático sobre o nódulo sinoatrial¹¹. No GC o índice SD1 apresenta uma redução, sugerindo que nestes indivíduos a atividade parassimpática está reduzida ou seja a VFC está menor. Quanto aos índices SD2, TINN e RRTri apresentaram redução no GC em comparação com os indivíduos do GE. Esses índices expressam a variabilidade global dos intervalos R-R¹, o que sugere que o GC comparado ao GE apresenta uma redução da variabilidade global da frequência cardíaca.

Quanto à relação SD1/SD2 que indica a relação entre o sistema parassimpático e a VFC global, também não foram encontradas diferenças significativas desse índice quando comparado o GC com o GE, o que pode ser justificado pela redução observada tanto no índice SD1 quanto no SD2 no GC.

A análise visual do *plot* de Poincaré mostrou no GE uma maior dispersão batimento a batimento dos intervalos R-R, bem como maior dispersão dos intervalos R-R a longo prazo, em comparação com o GC, indicando assim que os indivíduos do GE apresentam maior VFC. Em indivíduos saudáveis, em repouso, os intervalos entre os batimentos cardíacos são bastante irregulares, sobretudo pela predominância vagal na modulação cardíaca, fazendo com que se visualize, na plotagem de Poincaré, uma nuvem de pontos com a forma aproximada de uma elipse^{14,15}, o que pode ser observado no presente estudo.

Diferentemente do que foi observado no GE, as análises das figuras do *plot* do GC mostraram menor dispersão dos intervalos R-R, tanto batimento a batimento quanto a longo prazo quando comparado ao GE, sugerindo assim uma menor VFC, que frequentemente é um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que pode indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo¹⁷.

O estudo da VFC tem aumentado bastante nos últimos anos, mas a maior parte desses estudos estão relacionados aos índices lineares (domínio do tempo e da frequência), quanto aos índices geométricos ou não lineares (que convertem os intervalos RR em padrões geométricos e permitem analisar a VFC por meio de propriedades gráficas do padrão resultante) utilizados nesta pesquisa, foram encontrados poucos estudos. Dificultando assim a comparação dos achados no presente estudo com outros.

CONCLUSÃO

Ocorreu uma melhora da VFC sugerindo assim uma diminuição dos riscos do desenvolvimento de doenças cardiovasculares nos indivíduos que realizou o programa de exercícios aeróbios. Estudos futuros com uma amostra maior são necessários para confirmar esses achados sobre o comportamento da VFC frente a um exercício aeróbio.

REFERÊNCIAS

1. Vanderlei L C M, Pastre C M, Hoshi R A, Carvalho T D, Godoy M F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):205-217.
2. Lopes P F F, Oliveira M I B, Andre S M S, Nascimento D L A, Silva C S S, Rebouças G M, Felipe T R, Filho N J B A F, Medeiros H J. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Rev Neurocienc*. 2013;21(4):600-603.
3. Fronchetti L, Aguiar C A, Aguiar A F, Nakamura F Y, Oliveira F R. Modificações da Variabilidade da Frequência Cardíaca frente ao exercício e treinamento físico. *Revista Mineira de Educação Física*. 2007;15(2):101-129.
4. Nascimento M F, Barros J A. Efeitos do condicionamento físico na frequência cardíaca de repouso e sua variabilidade em indivíduos do gênero masculino sedentários e praticantes de exercícios físicos. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2008;2(8):209-220.
5. Vieira S, Felix A C S, Quitério R J. Variabilidade da Frequência Cardíaca e Carga Máxima Atingida no Teste de Esforço Físico Dinâmico em Homens Idosos. *Rev Bras Med Esporte*. 2012;18(6):377-380.
6. Paschoal M A, Polessi E A, Simioni F C. Evaluation of heart rate variability in trained and sedentary climacteric women. *Arq Bras Cardiol*. 2008;90(2):80-86.
7. Sloan R P, Shapiro P A, DeMeersman R E, Bagiella E, Brondolo E N, McKinley P S, Slavov I, Fang Y, Myers M M. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. *Am J Public Health*. 2009;99(5):921-928.
8. Verheyden B, Eijnde B O, Beckers F, Vanhees L, Aubert A E. Low-dose exercise training does not influence cardiac autonomic control in healthy sedentary men aged 55-75 years. *J Sports Sci*. 2006;24:1137-1147.
9. Borresen J, Lambert M I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med*. 2008;38(8):633-646.
10. Rajendra Acharya U, Paul Joseph K, Kannathal N, Lim C M, Suri J S. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput*. 2006;44:1031-1051.
11. Khaled A S, Owis M I, Mohamed A S A. Employing time-domain methods and poincaré plot of heart rate variability signals to detect congestive heart failure. *BIME Journal*. 2006;6:35-41.
12. Agelink M W. Testes padronizados de variabilidade da frequência cardíaca: faixas normais obtidas de 309 humanos saudáveis e efeitos da idade, sexo e frequência cardíaca. *Clin Auton Res*. 2001;11:99-108.
13. Shen T W, Wen H J. Aerobic exercise affects T-wave alternans and heart rate variability in postmenopausal women. *Int J Sports Med*. 2013;34(12):1099-105.
14. Tulppo M P, Mäkikallio T H, Seppänen T, Laukkanen R T, Huikuri H V. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *Am J Physiol*. 1998; 274 (2Pt 2): H424-9.
15. Brunetto A F, Roseguini B T, Silva B M, Hirai D M, Guedes D P. Effects of gender and aerobic fitness on cardiac autonomic responses to head-up tilt in healthy adolescents. *Pediatr Cardiol*. 2005;26:418-424.
16. Buchheit M, Simon C, Charloux Um, Doutreleau S, Piquard F, Brandenberger L. Variabilidade da frequência cardíaca e intensidade da atividade física habitual em pessoas de meia idade. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(9):1530-4.
17. Pumpura J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 2002;84(1):1-14.