

## Modulação da variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de CrossFit®

### Modulation of heart rate variability in CrossFit® practitioners

Francisco Tiago Oliveira de Oliveira<sup>1</sup>, Ana Carolina Conceição Ramos<sup>2</sup>, Celso Nascimento Almeida<sup>3</sup>, Clarcson Plácido Conceição dos Santos<sup>4</sup>, Igor Alonso Andrade de Oliveira<sup>5</sup>, Mônica Diniz Rocha Mendel<sup>6</sup>, Edson Carlos Leite Santos<sup>7</sup>, Cristiane Maria Carvalho Costa Dias<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Autor para correspondência. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-2298-2493. franciscooliveira@bahiana.edu.br

<sup>2</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0001-7254-9287. anaramos14.2@bahiana.edu.br

<sup>3</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0003-4399-1265. celsoalmeida15.2@bahiana.edu.br

<sup>4</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0001-7598-3775. clarcson@bahiana.edu.br

<sup>5</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0001-8244-1528. igoroliveira13.1@bahiana.edu.br

<sup>6</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-8932-2457. monicamendel.pos@bahiana.edu.br

<sup>7</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-8932-2457. edsonasantos.pos@bahiana.edu.br

<sup>8</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-2298-2493. cmccdias@bahiana.edu.br

**RESUMO | INTRODUÇÃO:** O CrossFit® é um tipo de exercício físico que afeta a homeostase do corpo exigindo ajustes pela via autonômica. Devido sua intensidade de treino ocorre uma modificação no tônus vagal e adaptações fisiológicas cardiovasculares. **OBJETIVO:** Verificar a variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de CrossFit®. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Corte transversal em praticantes de CrossFit® no período de março a junho de 2017, com idade  $\geq 18$  anos, tempo de prática  $\geq 3$  meses e uma frequência  $\geq 2$  vezes na semana. Excluídos: fumantes, gestantes, comorbidades auto referidas (Diabetes Mellitus, hipertensão, doenças cardiorrespiratórias e disfunção na tireoide), mulheres no período menstrual, menopausa, ou aqueles que tiveram dificuldade na compreensão do teste proposto. Para a mensuração da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi utilizado o cardiofrequencímetro da marca Polar® modelo V800 heart rate monitor, para a sua análise foi utilizado KUBIOS HRV versão 2.0. Aprovação do CEP-BAHIANA (CAAE 46685415.0.0000.5544). **RESULTADOS:** Foram pesquisados 16 participantes, com idade média de  $32,11 \pm 6,44$  anos, 10 (62,5%) homens. O IMC encontrado foi de  $26,39 \pm 3,80$  kg/m<sup>2</sup>, classificando 9 (56,3%) indivíduos como sobrepeso e 6 (37,5%) com peso normal. Os valores obtidos da VFC no domínio do tempo: VLF:  $1544(859-3640)$ ; LF:  $827(550-2115)$ ; HF:  $661(335-1577)$ ; LF/HF:  $1,18(0,86-1,8)$ . **CONCLUSÃO:** Na amostra estudada, observou-se que praticantes de CrossFit® possuem leve predomínio da atividade simpática, especialmente o sexo masculino e naqueles que praticam atividade física cinco ou mais vezes por semana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade física. Frequência cardíaca. Treinamento intervalado de alta intensidade. Sistema nervoso autônomo.

**ABSTRACT | INTRODUCTION:** CrossFit® is a type of physical exercise that affects the homeostasis of the body requiring adjustments through the autonomic pathway. Due to its intensity of training there is a modification in vagal tone and cardiovascular physiological adaptations. **OBJECTIVE:** To verify heart rate variability in CrossFit® practitioners. **MATERIALS AND METHODS:** Cross-section in CrossFit® practitioners from March to June 2017, aged  $\geq 18$  years, practice time  $\geq 3$  months and a frequency  $\geq 2$  times in the week. Excluded: smokers, pregnant women, self-referenced comorbidities (Diabetes Mellitus, hypertension, cardiorespiratory diseases and thyroid dysfunction), women in the menstrual period, menopause, or those who had difficulty understanding the proposed test. For the measurement of heart rate variability (HRV), the heart rate monitor model V800 heart rate monitor was used for its analysis was KUBIOS HRV version 2.0. Approval of CEP-BAHIANA (CAAE 46685415.0.0000.5544). **RESULTS:** 16 participants were studied, with a mean age of  $32.11 \pm 6.44$  years, 10 men (62.5%). The mean BMI found was  $26.39 \pm 3.80$  kg / m<sup>2</sup>, classifying 9 (56.3%) individuals as overweight and 6 (37.5%) with normal weight. The values obtained from HRV in the time domain: VLF:  $1544 (859-3640)$ , LF:  $827 (550-2115)$ , HF:  $661 (335-1577)$ , LF / HF:  $1.18 (0.86-1.8)$ . **CONCLUSION:** In the studied sample, it was observed that CrossFit® practitioners have a slight predominance of sympathetic activity, especially males and those who practice physical activity five or more times per week.

**KEYWORDS:** Physical activity. Heart rate. Interval training of high intensity. Autonomic nervous system.

## Introdução

O método de treinamento do CrossFit® visa desenvolver o condicionamento físico de forma ampla, inclusiva e geral<sup>1</sup>. Com a prática regular tem uma tendência em obter competências físicas nos dez domínios do condicionamento físico, preparando o praticante para as contingências necessárias na vida diária<sup>1,2</sup>. Essas práticas incluem resistência muscular, força, flexibilidade, potência, velocidade, coordenação, agilidade, equilíbrio, precisão e ganho de performance cardiorrespiratória, e para isto, se utiliza principalmente do levantamento de peso olímpico, movimentos da ginástica rítmica e exercícios de calistenia<sup>3-5</sup>. Cada vez mais mulheres e homens estão se adequando a este novo estilo de vida<sup>1,6</sup>.

A sessão de treinamento é caracterizada por alternância de atividades de alta intensidade com alto volume, proporcionando maior densidade de treinamento. Por isso, ocorre uma modificação nos tons vagais que advém das adaptações fisiológicas cardiovasculares como aumento da frequência cardíaca, volume sistólico, débito cardíaco além de promover vasodilatação na musculatura ativa e maior demanda de oxigênio<sup>3,7</sup>.

A regulação do sistema cardiovascular é feita pelo sistema nervoso autônomo (SNA) por meio das vias parassimpática e simpática, que faz ajustes rápidos durante estímulos distintos, tais como, mudança postural, atividade física e estresse mental. Esta função autonômica pode ser mensurada através da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)<sup>3,4,7</sup>.

A VFC vem se tornando uma ferramenta acessível para monitorar o treinamento e adaptação em atletas. Esta descreve e analisa a oscilação do intervalo entre dois batimentos cardíacos (intervalo R-R)<sup>3,4</sup>, a variação reflete a função do sistema nervoso autônomo (SNA) no nodo sinoatrial (NSA). Os resultados podem indicar possíveis comorbidades, como o risco das doenças cardiovasculares, condições gerais e adaptações do sistema corporal como um todo<sup>3,7</sup>.

A redução da VFC está associada a maiores riscos de eventos cardiovasculares, entretanto em atletas, pode estar associada a um *overtraining* enquanto que

aumento da VFC está associada a mecanismos autônomos eficientes, melhor agilidade, resposta e adaptação a diversos estímulos dado ao SNA. Portanto, quando há uma VFC elevada existe uma predominância do nervo vago, e uma baixa VFC revela uma diminuição nesse tônus e maior predominância do simpático<sup>3,8-10</sup>.

O treinamento intenso excessivo estressa o sistema nervoso autônomo, que tem uma tendência a diminuir a sua aferência parassimpática, por não ter tempo adequado de recuperação e adaptação, que pode gerar um *overtraining*. Fundamentado nesses princípios básicos do treinamento numa sessão de CrossFit, com alta intensidade e frequência<sup>11,12,13</sup>. Se faz necessário verificar a variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de CrossFit®

## Materiais e métodos

Estudo observacional do tipo corte transversal, aprovado pelo Comitê de Ética da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (CAAE 46685415.0.0000.5544). A coleta aconteceu no período de março a junho de 2017 no Laboratório de Movimento da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, na unidade acadêmica de Brotas. Foram incluídos praticantes de CrossFit®, com idade maior ou igual a 18 anos, tempo de prática superior a 3 meses e uma frequência maior ou igual a 2 vezes na semana. Excluídos fumantes, pessoas que apresentaram histórico de infecção nos últimos 30 dias, gestantes, comorbidades auto referidas (Diabetes Mellitus, disfunções na tireoide e problemas cardiorrespiratórios) e mulheres que estivessem no período menstrual, menopausa.

O recrutamento dos participantes aconteceu através de divulgação do estudo, em redes sociais (Facebook®, Instagram® e WhatsApp®) seguindo a metodologia "bola de neve"<sup>14</sup>, na qual um participante indica o outro e assim sucessivamente, até se atingir o ponto de saturação. Inicialmente os interessados entraram em contato para marcar o dia da avaliação, neste momento foi solicitado o não consumo de cafeína no dia anterior. Na primeira etapa da pesquisa, foi aplicado o questionário sociodemográfico, histó-

rico esportivo e mensurado as medidas antropométricas como idade, peso, altura, IMC, escolaridade, tempo de CrossFit®, frequência semanal de treino (em dias), uso de suplemento, termogênico, anticoncepcional e dieta.

Para a mensuração da VFC, o participante teve repouso inicial de 5 minutos sentado. Neste período foi fixada na altura do esterno, fita do cardiofrequencímetro da marca Polar modelo V800 *heart rate monitor*®. Após esta etapa o participante foi posicionado em decúbito dorsal na maca em uma sala, sem ruído, luminosidade diminuída, temperatura ao ar ambiente, orientado para não dormir, e evitar movimentos bruscos durante 10 minutos<sup>15</sup>.

Os dados coletados foram transferidos para o computador através do software polar KUBIOS HRV versão 2.0 com o objetivo de analisar a VFC. Esta análise se deu através do domínio do tempo e da frequência, que foram calculados pelo software através da razão entre o intervalo RR, no corte dos 5 minutos mais estáveis do tempo total para evitar batimentos ectópicos e artefatos de medida.

Para análise estatística admitiu-se como variável dependente a variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência (LF, HF, HF/LF). Onde o domínio da frequência, *Low Frequency* (LF): Componente de baixa frequência, com variação entre 0,04 e 0,15Hz, que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático; *High Frequency* (HF): Alta frequência, com variação de 0,15 a 0,4Hz, que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração. A relação LF/HF reflete as alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o balanço simpato-vagal sobre o coração. Para verificar o predomínio autonômico utilizou-se a relação HF/LF, onde as relações que obtiveram valor menor igual a 1 (um) foram classificadas como predomínio parassimpático<sup>3,4</sup>.

As variáveis do domínio do tempo utilizadas para análise foram RMSSD: a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais

adjacentes; SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais; PNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50ms. Todas estas variáveis refletem a atividade parassimpática, numa relação direta entre as variáveis e atividade vagal.

Na análise dos dados foi utilizado o Software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 14.0 para Windows. As variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas, para definir a distribuição de normalidade das variáveis numéricas utilizou-se a análise descritiva. Aquelas que apresentaram distribuição normal, foram expressas em média e desvio padrão, as com distribuição não normal, em mediana e intervalo interquartil.

Para análise inferencial foi estratificada a amostra pelo sexo e frequência de treino ( $\leq 5$  dias na semana), estratificação segundo a mediana da amostra. Para associação entre o comportamento da VFC (LF ms<sup>2</sup>, HF ms<sup>2</sup>, LF/HF) entre os sexos, tempo de CrossFit® e frequência de treino utilizou-se teste Man-Whitney, devido ao comportamento não paramétrico das variáveis estudadas.

## Resultados

Amostra inicial composta por 16 participantes, nos quais 10 (62,50%) são do sexo masculino, idade média de  $32,11 \pm 6,44$  anos e IMC de  $26,39 \pm 3,80$  Kg/m<sup>2</sup>. Quanto ao relato do tempo de atividade física, teve uma mediana de 90 (29 —240) meses. Enquanto que a prática de CrossFit® teve uma mediana de 17 (8,75— 23,25) e uma frequência de treino por semana em dias com média de  $4,69 \pm 0,87$ .

Concernente ao tipo de restrição alimentar, três participantes (18,8%) realizam dietas alimentares, enquanto que nove (56,3%) não utilizam nenhum tipo de suplementação. Dos 16 avaliados, 12 (75%) não utilizam termogênico no seu dia-dia para realização de atividades. Das seis mulheres avaliadas, três (18,75%) fazem consumo de anticoncepcional do tipo oral. Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização demográfica, medidas antropométricas, regularidade e frequência do treino, hábitos alimentares dos praticantes de CrossFit®, Salvador- BA, 2017. N = 16

<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Idade (anos)	32,11	06,44
Peso	77,52	15,74
Altura (metros)	01,72	00,11
IMC <sup>1</sup>	26,39	03,80
<b>Variável</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>IMC</b>		
Sobrepeso	9	56,3
Peso normal	6	37,5
Abaixo do peso	1	06,3
<b>Sexo</b>		
Masculino	10	62,5
Feminino	6	37,5
<b>Variável</b>	<b>Mediana</b>	<b>Quartil</b>
Tempo Atividade Física (meses)	90	29 –240
Tempo de CrossFit® (meses)	17	9 –24
<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Frequência de treino por semana(dias)	4,72	0,82
<b>Variável</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Dietas alimentares	3	18,80
Não utilizam suplemento	9	56,30
Não utilizam termogênico	12	75,00
Consumo de anticoncepcional oral	3	18,75

<sup>1</sup>Índice de Massa Corporal; <sup>1</sup>Índice de massa corporal em categoria; DP= Desvio padrão

Na tabela 2 descrevemos os valores obtidos da VFC no domínio do tempo e da frequência da amostra estudada. As variáveis VLF, LF, HF e a relação LF/HF mostraram-se com distribuição normal e estão descritas por média e desvio padrão. As variáveis no domínio do tempo apresentaram distribuição não simétrica e, portanto, estão descritas em mediana e intervalo interquartil.

**Tabela 2.** Dados da variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de CrossFit®, da cidade de Salvador-BA, no período de março a agosto de 2017

Variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência		
Variável	Mediana	Quartil
VLF (ms <sup>2</sup> )	1544,00	859,00-3640,00
LF (ms <sup>2</sup> )	827	550-2115
HF (ms <sup>2</sup> )	661	335-1577
LF / HF	1,18	0,86-1,8
Variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo		
Variável	Mediana	Quartil
RMSSD	50,6	32,92 -82,55
SDNN	68,40	49,65 - 93,35
PNN50	26,95	10,07 - 41,57

Quando comparamos as variáveis do domínio do tempo e da frequência com treino semanal e sexo, não encontramos diferença estatística entre os grupos, conforme descrito na Tabela 3.

**Tabela 3.** Associação da VFC com o sexo e frequência de treino semana em praticantes de CrossFit®. Salvador – BA. 2017. N=16

Variáveis domínio frequência	Sexo		Valor p	Frequência treino semanal		Valor p
	Homens n=10	Mulheres n=6		≥5	<5	
LF*	791 (511-2059)	1109 (670-5900)	0,59	1165 (570-2059)	890 (437-4768)	0,79
HF*	459 (263-1520)	1028 (565-5253)	0,299	781 (350-1520)	796 (231-4303)	0,79
LF/HF*	1,3 (0,84-1,95)	1,13	0,65	1,4 (1,15-1,95)	1,05 (0,78-1,2)	0,1
Variáveis domínio do tempo	Homens n=10	Mulheres n=6	Valor p	≥5	<5	Valor p
RMSSD*	39,10 (30,40-76,40)	54,90 (39,2-147,6)	0,147	47,75 (31,95-71,20)	42,75 (31,95-129,12)	0,798
PNN50*	17,8 (6,70-36,90)	30,00 (16,3-55,60)	0,428	24,50 (6,70-35,70)	20,10 (9,00-49,35)	0,958
SDNN*	68,20 (42,80-92,80)	72 (50,10-137,70)	0,492	67,20 (49,67-87,45)	60,7 (44,10-121,27)	0,878

\* valores apresentados em mediana e intervalo interquartil; Teste Man-Whitney

## Discussão

O presente estudo foi o primeiro estudo brasileiro a investigar o efeito da prática regular do CrossFit® no sistema autonômico de jovens saudáveis. Observamos que os voluntários possuíam, no momento da pesquisa, leve predomínio simpático, especialmente os homens e aqueles que praticavam a atividade cinco ou mais vezes por semana.

A VFC é um marcador biológico que sofre influência com a idade, sexo, disfunções sistêmicas e prática regular de atividade física. Um estudo prévio comparou corredores de longa distância e praticantes de musculação no qual, o primeiro obteve uma melhor função autonômica quando comparado com o segundo, pois o exercício aeróbico modula o SNA aumentando a eferência parassimpática por causa do aumento do HF, o que ocasiona menor relação LF/HF deste grupo<sup>16,17,18</sup>.

O CrossFit® pode ser caracterizado como um treinamento de circuito de alta intensidade. Neste tipo de treinamento utiliza-se exercícios com grandes grupos musculares e alto volume de treino. Essa sobrecarga é importante para as adaptações fisiológicas esperadas (cardiovasculares, respiratórias e musculares), porém é necessário repouso adequado para os ajustes fisiológicos e reparação muscular. A VFC já foi identificada como um marcador biológico precoce para identificar *overuse* ou *overtraining*, sendo esse anterior a queda da performance física o que promove lesão e perda de rendimento esportivo (6,13).

Nessa pesquisa, foram selecionados indivíduos com mais de um ano de prática de CrossFit® e mais de 3 anos de atividade física regular. Ainda assim, foi identificado leve predomínio simpático (LF/HF >1) mostrando um possível estado inicial de *overtraining*<sup>6-8</sup>. Apesar de não ter sido encontrado diferença estatística na amostra estudada, observa-se uma variabilidade mais baixa nos homens e nos indivíduos que treinam mais de 5 vezes por semana, corroborando desta forma com a hipótese de alguns indivíduos estarem num estado de stress físico elevado.

Williams e colaboradores, estudaram o comportamento da VFC de seis atletas de CrossFit® de alto rendimento durante um período de treinamento. Nessa amostra foi possível detectar queda da VFC durante

momentos de sobrecarga de treinamento, auxiliando no ajuste fino da carga de treinamento e possível redução de lesões relacionadas ao treinamento físico<sup>19</sup>. No estudo não foi controlada a fase de treinamento do voluntário, portanto, é provável que alguns indivíduos vinham com alta carga de treinamento e estivessem sobre elevada demanda metabólica e inflamatória<sup>19</sup>. Sendo assim, os autores do presente trabalho sugerem que haja acompanhamento da VFC pelos profissionais e praticantes que estejam em fase altos volumes de carga e intensidade de treinamento.

Recentemente, o estudo ELSA-Brasil avaliou 2874 indivíduos saudáveis e foi o primeiro estudo a descrever os valores de normalidade da VFC para população brasileira. Neste estudo foi identificado que a variabilidade sofre forte influência da idade, mas não foi verificado o efeito da atividade física no controle autonômico do coração<sup>17</sup>. Quando comparado a variável RMSSD da população estudada no ELSA-Brasil com os resultados do presente estudo, observamos que os praticantes de CrossFit® apresentaram valores de mediana superiores (41, IQ: 31-75) do que a população do estudo ELSA-Brasil (31, IQ: 23- 42). Porém, quando comparado o balanço simpátovagal pela variável LF/HF observamos que os participantes dessa amostra apresentam valores semelhantes ao estudo de ELSA (1,12 Vs. 1,18, respectivamente).

Aubert e colaboradores em 2003 apresentaram a diferença da VFC entre os sexos. As mulheres apresentam LF menor, o que pode ser, em geral, um fator de proteção contra comorbidades cardiovasculares e envelhecimento cardiovascular mais lento. Porém, o ciclo menstrual pode ser um potencial fator de confundimento, pois existe modificação no tônus autonômico, assim como, na terapia de reposição hormonal. Nesse estudo não houve controle do ciclo menstrual, é possível que essa variável tenha influenciado nos resultados apresentados<sup>7</sup>.

Este estudo apresenta como limitação uma amostra heterogênea e o número reduzido da amostra, o que reduz a capacidade de extrapolação dos dados para outras populações. Ademais, a análise da capacidade física máxima por um teste máximo poderia auxiliar nos efeitos da prática do CrossFit® no sistema cardiovascular.



## Conclusão

Na amostra estudada, observou-se que praticantes de CrossFit® possuem leve predomínio da atividade simpática, especialmente o sexo masculino e indivíduos que praticam atividade física cinco ou mais vezes por semana.

## Contribuições dos autores

Oliveira FO participou da idealização da concepção do projeto, análise estatística e escrita do manuscrito. Ramos ACC participou da coleta de dados e escrita do manuscrito. Almeida CN participou da coleta e tabulação de dados e análise estatística. Plácido C participou da revisão do banco de dados, análise estatística e revisão do manuscrito. Oliveira IA participou da coleta de dados, tabulação dos dados e análise estatística. Rocha MD participou de revisão da literatura e revisão do manuscrito. Leite EC participou do treinamento da equipe (variabilidade da frequência cardíaca) e análise cega dos dados. Dias CM participou da concepção do projeto, supervisão da coleta de dados e revisão final do manuscrito.

## Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo mas não limitando-se a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

## Referências

1. Tibana RA, Almeida LM, Prestes J. CrossFit riscos ou benefícios? O que sabemos até o momento? *Rev Bras Ci e Mov.* 2015;23(1):182-185
2. CrossFit, Inc. *The CrossFit Training Guide.* Santa Cruz, CA: CrossFit Inc.; 2010.
3. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):205-217. doi: [10.1590/S0102-76382009000200018](https://doi.org/10.1590/S0102-76382009000200018)
4. Drake N, Smeed J, Carper MJ, Crawford DA. Effects of Short-Term CrossFit™ Training: A Magnitude-Based Approach. *JEPonline.* 2017;20(2):111-133.
5. Fonseca DS. Estudo da causalidade entre a variabilidade da frequência cardíaca e a pressão arterial considerando-se a influência respiratória [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2012.
6. Alonso DO, Forjaz CLM, Rezende LO, Braga AMFW, Barretto ACP, Negrão CE et al. Comportamento da frequência cardíaca e sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arq Bras Cardiol.* 1998;71(6):787-792. doi: [10.1590/S0066-782X1998001200008](https://doi.org/10.1590/S0066-782X1998001200008)
7. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003;33(12):889-919. doi: [10.2165/00007256-200333120-00003](https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003)
8. Reis AF, Bastos BG, Mesquita ET, Romeo Filho LJM, Nobrega ACL. Disfunção Parassimpática, Variabilidade da Frequência Cardíaca e Estimulação Colinérgica após Infarto Agudo do Miocárdico. *Arq. Bras Cardiol.* 1998;70(3):193-199. doi: [10.1590/S0066-782X1998000300011](https://doi.org/10.1590/S0066-782X1998000300011)
9. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev paul Educ Fís.* 2004;18:21-31.
10. Silva VP, Oliveira NA, Silveira H, Mello R, Deslandes AC. Heart Rate Variability Indexes as a Marker of Chronic Adaptation in Athletes: A Systematic Review. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2015;20(2):108-118. doi: [10.1111/anec.12237](https://doi.org/10.1111/anec.12237)
11. Silva CS, Marques LS, Moraes FR, Catai AM, Oliveira L. Investigação da Variabilidade da frequência cardíaca de mulheres nos períodos de manhã e noite. *Rev Bras Fisioter.* 2001;5(2):65-71.
12. Tabata I, Irisawa K, Kouzaki M, Nishimura K, Ogita F, Miyachi M. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(3):390-5.
13. Sandercock GR, Bromley PD, Brodie DA. Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(3):433-439.
14. Vinuto J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas.* 2014;22(44):203-220.
15. Caminal P, Sola F, Gomis P, Guasch E, Perera A, Soriano N et al. Validity of the Polar V800 monitor for measuring heart rate variability in mountain running route conditions. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(3):669-677. doi: [10.1007/s00421-018-3808-0](https://doi.org/10.1007/s00421-018-3808-0)
16. Lunz W, Miranda RN, Dantas EM, Morra EAS, Carletti L, Perez AJ et al. Comparação da resposta autonômica cardiovascular em praticantes de musculação, corredores de longas distâncias e não praticantes de exercícios. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2013;27(4):531-41.

17. Dantas EM, Kemp AH, Andreão RV, Silva VJ, Brunoni AR, Hoshi RA et al. Reference values for short-term resting-state heart rate variability in healthy adults: Results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health-ELSA-Brasil study. *Psychophysiology*. 2018;55(6):e13052. doi: [10.1111/psyp.13052](https://doi.org/10.1111/psyp.13052)

18. Gisselman AS, Baxter GD, Wright A, Hegedus E, Tumilty S. Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link? *Med Hypotheses*. 2016;87:1-7. doi: [10.1016/j.mehy.2015.12.003](https://doi.org/10.1016/j.mehy.2015.12.003)

19. Williams S, Booton T, Watson M, Rowland D, Altini M. Heart Rate Variability is a Moderating Factor in the Workload-Injury Relationship of Competitive CrossFit™ Athletes. *J Sports Sci Med*. 2017;16(4):443-449.