

# Análise dos Índices Espectrais da Variabilidade da Frequência Cardíaca Durante a Mudança Postural de Idosos Hipertensos

## Analysis of Spectral Indexes of Variability of Cardiac Frequency during the Postural Change of Hypertensive Elderly

Ariane Hidalgo Mansano Pletsch<sup>a\*</sup>; Alderico Rodrigues de Paula Júnior<sup>b</sup>; Nelson José Freitas da Silveira<sup>c</sup>; Walkiria Shimoaya-Bittencourt<sup>d</sup>; Rodrigo Aléxis Lazo Osório<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Universidade de Cuiabá, MT, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade do Vale do Paraíba, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Bioengenharia. SP, Brasil.

<sup>c</sup>Universidade Federal de Alfenas, Laboratório de Modelagem Molecular e Simulação Computacional. MG, Brasil.

<sup>d</sup>Universidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Saúde. MT, Brasil.

<sup>e</sup>Universidade Anhembi Morumbi, Instituto de Engenharia Biomédica. SP, Brasil.

\*E-mail: [arihmansano@gmail.com](mailto:arihmansano@gmail.com)

Recebido em: 15 de janeiro de 2018

Aprovado em: 06 de abril de 2018

### Resumo

O estudo da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) tem permitido, de forma não invasiva, avaliar o Sistema Nervoso autônomo e o risco cardíaco, sendo um importante indicador prognóstico de doenças cardíacas e sistêmicas. O objetivo foi avaliar e comparar a VFC no domínio da frequência e do tempo de idosos com hipertensão arterial e de idosos saudáveis frente à mudança postural de repouso para sentado. Foram estudados 18 indivíduos hipertensos e 18 indivíduos saudáveis na faixa etária de 60 a 85 anos. A frequência cardíaca e os intervalos R-R foram coletados pelo instrumento Polar S810i durante 1200 s nas posturas supina e sentada. A VFC foi analisada no domínio do tempo - DT pelas variáveis: Índice raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R (iR-R) sucessivos (RMSSD), desvio padrão da média dos iR-R normais em ms - SDNN e PNN50%, que traduz a diferença de duração superior a 50 milissegundos, e no domínio da frequência, pelas bandas de alta (AF) e baixa frequência (BF), e da razão BF/AF. Ocorreu alteração na VFC dos idosos tanto no grupo controle e hipertenso, no entanto não houve mudanças significativas na VFC entre os grupos estudados. Ao analisar a VFC no domínio do tempo, o estudo mostrou que a amostragem estudada apresenta alto risco cardíaco ao analisar o parâmetro SDNN. Conclui-se que a mudança postural alterou a VFC desses idosos, tanto no grupo controle e hipertenso, no entanto não houve mudanças significativas na VFC entre as fases dos grupos estudados e obteve-se como resultado alto risco cardíaco ao avaliar o parâmetro SDNN em ambos os grupos.

**Palavras-chave:** Hipertensão. Idoso. Frequência Cardíaca.

### Abstract

*The study of heart rate variability (HRV) allows noninvasive way to evaluate the autonomic nervous system and cardiac risk, and an important prognostic indicator of heart and systemic diseases disease. The objective was to evaluate and compare the HRV in the frequency and duration of elderly patients with hypertension and healthy elderly versus postural change in the condition of rest. The study comprised 18 hypertensive individuals and 18 healthy subjects aged 60 to 85 years, both sexes. Heart rate and RR intervals were collected by the instrument Polar S810i during 1200 s in supine and sitting postures. HRV was analyzed in time domain indices SDNN, RMSSD and PNN50% and the frequency domain, by bands of high (AF) and low frequency (LF), and the ratio LF / HF. Intergroup intra-analyses were used as well as the tests of normality D'Augustine as a criterion for parametric groups. There was change in heart rate variability of both the elderly and hypertensive patients in the control group, however there were no significant changes in studied HRV intergroups. In the area of the time it was found that the sampling shows high-risk cardiac parsing the parameter SDNN. The results showed that the change posture changed the variability of heart rate in the control group and hypertension, however there were no significant changes in HRV among the phases of the groups and a high risk was obtained as a result of the parameter SDNN for both heart the groups.*

**Keywords:** Hypertension. Aged. Heart Rate.

### 1 Introdução

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é considerada um dos principais problemas de Saúde Pública com alta prevalência mundial e nacional<sup>1</sup>. Inquéritos populacionais em cidades brasileiras nos últimos 20 anos apontaram uma prevalência de HAS acima de 30%. Considerando a relação direta do aumento da HAS com o aumento da idade foram encontrados 22 estudos com prevalências entre 22,3% e 43,9%, (média de 32,5%), com mais de 50% entre 60 e 69 anos e 75% acima de 70 anos<sup>2-4</sup>.

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) consiste em oscilações periódicas da FC e dos intervalos R-R de batimentos cardíacos consecutivos, modulados pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA), sendo assim, aumentam ou reduzem a frequência cardíaca (FC)<sup>5</sup>. Evidências científicas sugerem que o desequilíbrio autonômico está associado a muitas patologias<sup>5,6</sup>, dentre essas as doenças coronarianas<sup>7</sup> e a HAS<sup>8,9</sup>.

Dessa forma, torna-se importante analisar os sinais da variabilidade da frequência cardíaca, uma vez que esta é um indicador prognóstico de doenças cardíacas e sistêmicas,

pois possibilita a avaliação do equilíbrio entre as influências autonômicas no ritmo cardíaco. Sendo assim, os altos valores dos mesmos indicam um bom funcionamento dos mecanismos de controle do SNA, enquanto que os baixos índices são indicadores de risco para funcionamento da saúde<sup>7-9</sup>.

Os fatores como idade, sexo e posição corporal podem influenciar a variabilidade da frequência cardíaca<sup>9-10</sup>. Nesta abordagem, este estudo analisou o parâmetro de idade, posição corporal e a hipertensão arterial que são considerados fatores de risco cardíaco. Além disso, a hipertensão arterial, no Brasil, apresenta prevalência de 30% da população, chegando a 60% nos indivíduos idosos<sup>1,8</sup>.

Os processos do envelhecimento na abordagem cardiovascular apresentam uma série de alterações, tais como: arteriosclerose, diminuição da distensibilidade da aorta e das grandes artérias, comprometimento da condução cardíaca e redução da função barorreceptora<sup>11</sup>. A literatura tem verificado que com avanço da idade há um declínio da VFC, e com isso apresenta um aumento na probabilidade de doença cardiovascular<sup>9,10,12,13</sup>. Do mesmo modo, se faz necessário salientar que a disfunção dos reflexos cardiovasculares na HAS, em particular o prejuízo na sensibilidade barorreceptora, pode induzir ao aumento tônico da atividade simpática e o aumento de resistência periférica<sup>9,14</sup>.

A seleção de testes autonômicos não invasivos como: respiração controlada, mudança postural ativa e manobra de valsalva foram sensíveis o suficiente para retratar a melhora na aptidão cardiovascular dos indivíduos<sup>15</sup>.

No entanto, verificando-se a complexa interação entre a idade, a posição corporal e a hipertensão arterial no controle autonômico do coração, este estudo tem o propósito de avaliar e comparar a VFC, no domínio do tempo e da frequência, nas posições supina e sentada de idosos, saudáveis e hipertensos, assistidos pela atenção primária.

## 2 Material e Métodos

Trata-se de um estudo observacional do tipo transversal, cego, no qual um avaliador foi responsável pelo recrutamento e elegibilidade e um segundo avaliador foi responsável pela avaliação das variáveis clínicas, enquanto um terceiro avaliador realizou o processamento e análise dos dados coletados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVAP sob o número H303/CEP/2007 e os participantes assinaram um termo de consentimento formal para participação.

Foram convidados a participar do estudo voluntários, com idades entre 60 e 85 anos de ambos os sexos, sedentários, regularmente atendidos pelas Unidades Básicas de Saúde de Juara - MT, com ausência de utilização de medicamentos beta bloqueadores.

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: ausência da colaboração nos procedimentos e os voluntários que apresentaram hipertensão grave ou alteração cardiovascular

como fibrilação atrial, arritmias atriais e ventriculares frequentes, doença de chagas e acidente vascular.

A avaliação clínica foi composta por dados pessoais, doenças pregressas, uso de medicamentos, dados antropométricos e sinais vitais.

Foi utilizado o equipamento eletrocardiógrafo ambulatorial digital *Reinolds* e coletado o exame de eletrocardiografia de repouso, em todos os voluntários, anteriormente ao experimento, sendo excluídos os voluntários que não enquadravam ao critério de elegibilidade.

### 2.1 Procedimento experimental

Para avaliação da VFC foi utilizado um cardiófrequencímetro Polar® modelo S810i, que é um instrumento validado. Este equipamento possui a função de capturar os dados dos intervalos consecutivos nos períodos cardíacos (intervalos RR). O estudo de validação comparou o Polar S810s com o Eletrocardiograma (ECG), cujo resultado refere que a captação da VFC com dados consistentes como ECG em sujeitos saudáveis no teste ortostático. O erro padrão dos intervalos RR do Polar em comparação com o sistema de ECG foi de 0,40%. Pesquisas preveem erro padrão de 0,32-2,8%<sup>16</sup>.

A avaliação e procedimento experimental foram realizados no período matutino e no mesmo dia. Ambas as coletas foram obtidas na mesma sala da Unidade Básica de Saúde com temperatura entre 23 °C e 24 °C e umidade relativa do ar entre 47% e 63%.

Os voluntários foram instruídos a se abster de bebidas cafeinadas e cigarro 24 horas antes dos testes<sup>5</sup>. A frequência cardíaca e os intervalos R-R (iRR) sucessivos foram registrados usando o cardiófrequencímetro Polar® modelo S810i.

Para utilização do equipamento no sujeito estudado foi aplicado um gel de ultrassom no eletrodo e no cinto transmissor, o qual é fixado na região pré-cordial do voluntário para captação dos intervalos RR. Essa captação é gravada no monitor do Polar S810s e transferida para o Software Polar Precision e, subsequentemente, exportado para o formato *txt*.

Os dados foram captados em condições de repouso, 10 minutos na posição supina e 10 minutos na posição sentada. Foram necessários registros, em curto prazo de 5 minutos, feitos sob condições fisiológicas estáveis e processados por métodos de domínio de frequência para padronizar estudos fisiológicos e clínicos<sup>5</sup>.

Para a análise dos dados foi utilizado o programa de Análise da VFC desenvolvido no IPD do UNIVAP<sup>17</sup>. Este programa, inicialmente, calcula as transformadas *wavelet* da série temporal formada pelos intervalos RR e, em seguida, permite calcular os parâmetros da VFC tanto no tempo (SDNN, RMSSD, PNN50%) e domínio da frequência (área simpática 0,004-0,15Hz e área parassimpática de 0,15 a 0,4Hz para uma janela de tempo escolhida pela pesquisadora).

Foram escolhidas três janelas de tempo F1 – fase de posição deitada (200 a 400 seg após o início da aquisição dos dados), F2 - fase de transição (400-800 intervalo da posição deitado para sentado) e F3 - fase de posição sentada (800-1000seg após o início da coleta de dados).

Os dados coletados foram organizados em tabelas. Foi utilizado, para análise estatística, o programa Bioestat 4.0. Inicialmente, os testes foram submetidos ao teste D'Agostinho para verificar a utilização dos métodos estatísticos paramétricos ou não paramétricos. Como a maioria das variáveis satisfizeram o teste para  $\alpha < 5\%$  optou-se por utilizar métodos paramétricos.

Para verificar se houve diferença significativa ( $\alpha < 5\%$ ) entre as médias das variáveis adquiridas intragrupo e intergrupo foi utilizado o método estatístico ANOVA *one way*. A variabilidade da frequência cardíaca foi avaliada no domínio do tempo pelos índices RMSSD, SDNN dos iRR em milissegundos (ms) e PNN50%. O índice RMSSD corresponde a Raiz quadrada da média dos intervalos R-R subsequentes com diferenças entre intervalos subsequentes, em milissegundos. Já o índice SDNN corresponde ao desvio padrão dos intervalos R-R, milissegundos. Em relação ao índice PNN50%, que traduz a diferença de duração superior a 50 milissegundos na análise do domínio da frequência se aplicou a transformada wavelet aos dados da série temporal implementada por meio de rotina específica desenvolvida para esse fim, no aplicativo "Matlab 6.1.1.450 Release 12.1.2001".

Pela análise espectral foram obtidas bandas de baixa frequência (baixa frequência = 0,04 Hz-0,015 Hz) e de alta frequência (alta frequência = 0,15 Hz-0,4 Hz) em unidades normalizadas, indicadoras da modulação simpática e da modulação vagal, respectivamente, e razão baixa frequência/alta frequência representando o balanço simpátovagal sobre o

coração<sup>5,18</sup>.

### 3 Resultados e Discussão

Um total de 45 voluntários potenciais foi triado para inclusão no estudo, sendo excluídos nove idosos, que apresentaram alterações cardiovasculares diagnosticadas pelo ECG de repouso. Trinta e seis participantes cumpriram os critérios de elegibilidade e foram randomizados para o Grupo Controle - GC (n = 18), Grupo Hipertenso - GH (n=18).

Os dois grupos que participaram tiveram aspectos similares com relação às características clínicas (Quadro 1).

**Quadro 1** - Características clínicas dos voluntários, na avaliação de acordo com os grupos de alocação

Características	GC (n=18)	GH (n=18)
Idade (anos) <sup>a</sup>	67,44 (5,84)	63,00 (4,37)
Estatura (m) <sup>a</sup>	1,60 (0,07)	1,57 (0,10)
Massa (kg) <sup>a</sup>	70,47 (9,95)	68,55 (8,50)
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	27,81 (4,40)	27,76 (3,56)
Pressão arterial sistólica (mmHg) <sup>a</sup>	130,00 (1,37)	122,20 (0,94)
Pressão arterial diastólica (mmHg) <sup>a</sup>	78,30 (9,31)	72,80 (12,82)
Circunferência Cintura (cm) <sup>a</sup>	95,44 (13,61)	95,44 (6,49)
Frequência Cardíaca (bpm) <sup>a</sup>	74,72 (11,64)	68,39 (8,51)

GC: Grupo Controle GH: Grupo Hipertenso; <sup>a</sup>valores apresentados em média (desvio padrão).

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 2 apresentou a análise da VFC, no domínio do tempo dos parâmetros RMSSD, SDNN e PNN50%, representando os valores da média e desvio padrão desses parâmetros intergrupo e intragrupo dos intervalos R-R para  $p < 0,05$ .

**Quadro 2**- Análise média e desvio padrão do Parâmetro SDNN, RMSSD e PNN50% intergrupo e intragrupo dos intervalos R-R para  $p < 0,05$

	RMSSD		SDNN		PNN50%	
	Grupo Controle	Grupo Hipertenso	Grupo Controle	Grupo Hipertenso	Grupo Controle	Grupo Hipertenso
F1 (ms)	16,45 (11,86)	14,76 (8,73)	23.01 (9.05) *	40.04(19.99) *	3,00 (7,93)	1,61(3,97)
F2 (ms)	18,14 (10,75)	14,37(9,22)	21.53 (7.13)*	20.83(12.71) *	3,34(7,18)	2,07(4,57)
F3 (ms)	15,34 (14,75)	13,43(9,28)	50.60(30.80)*	21.48 (8.95) *	3,27(10,39)	2,19(5,65)

Valores apresentados em média e Desvio Padrão. F1: Fase repouso, F2: Fase Transição, F3: Fase Sentado, ms: milissegundos. \*  $p < 0,05$  – intragrupo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para as comparações intragrupos, ao longo do tempo (pré e pós-posicionamento), em ambos os grupos apresentaram alto risco, pois o SDNN (menor) 50 ms em todas as fases do protocolo. Considerando a relação intergrupo não houve diferença significativa. Verificou-se que apresenta os valores dos parâmetros PNN50% e RMSSD, não foram observadas diferenças significativas intra e intergrupo.

As pesquisas experimentais evidenciam que a associação entre a propensão de arritmias letais com a diminuição simpática ou a redução da atividade vagal otimizou o

desenvolvimento de marcadores quantitativos de atividade autônoma<sup>5,9</sup>.

Embora as evidências científicas<sup>9</sup> demonstrem a associação entre a diminuição da VFC e a mortalidade, os resultados desta pesquisa evidenciam a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca dos idosos estudados, em ambos os grupos, demonstrando que a patologia hipertensão arterial não foi fator de interferência da VFC.

Tais dados corroboram com outros estudos<sup>9,19</sup>, que relatam que a presença de HAS não influenciou significativamente a

V-RR. Por outro lado, esses resultados divergiram de outros estudos<sup>20-23</sup> que verificaram a participação do aumento da atividade do sistema nervoso simpático na hipertensão arterial, ou seja, os idosos hipertensos tiveram diminuição da variabilidade da frequência cardíaca com diminuição da modulação parassimpática em comparação com idosos normotensos.

Neste estudo, considerando os valores de depressão e a presença da atividade vagal, analisando os valores do parâmetro RMSSD, não houve diferença significativa intra ou intergrupo, conforme demonstrado no Quadro 3.

**Quadro 3** - Análise da depressão e presença vagal (RMSSD)

	Grupo Controle	Grupo Hipertenso
Depressão vagal (%)	88,8	88,8
Presença vagal (%)	11,2	11,2

Fonte: Dados da pesquisa.

Esta pesquisa avaliou a influência da mudança postural da idade e da patologia na variabilidade da frequência cardíaca, em uma população de idosos saudáveis e hipertensos. Além disso, neste estudo foi observada diferença significativa entre as fases intragrupo analisadas no protocolo em relação à mudança postural, avaliada no domínio do tempo, e não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos controle

e hipertenso. Esses achados discordam de outro estudo<sup>23</sup>, no qual não foram observadas diferenças com relação aos índices espectrais e à mudança postural com o avanço da idade e com o sedentarismo.

Nas mudanças posturais ocorrem alterações das variáveis cardiovasculares devido aos desvios hidrostáticos e respostas reflexas causadas pelo movimento sanguíneo das extremidades superiores para as inferiores, redução do volume sistólico, aumento da frequência cardíaca para manter a pressão arterial e o débito cardíaco, ativação dos receptores arteriais e cardiopulmonares, com diminuição da variabilidade da frequência cardíaca pela menor ativação do vago sobre o nodo sinusal<sup>24,25</sup>.

Quanto à análise dos índices temporais da variabilidade da frequência cardíaca, os resultados encontrados não demonstraram diferença significativa com relação à mudança postural nos grupos estudados, estando de acordo com outros estudos<sup>13,25</sup>, que sugerem poder ocorrer modificações na modulação autonômica sem que ocorram alterações na variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo.

Foi observado, neste estudo, que o maior percentual está concentrado em todos os grupos no parâmetro depressão vagal ao avaliar o PNN50% (Quadro 4).

**Quadro 4** - Análise da atividade Vagal parâmetro PNN50% e atividade Simpático e Parassimpático dos grupos hipertenso e controle nas fases repouso, transição e sentado no domínio da frequência

Análise da Atividade Vagal (PNN50%)						
Vagal		Depressão Vagal		Presença Vagal Média		
	Controle	Hipertenso	Controle	Hipertenso	Controle	Hipertenso
F1 (ms)	-	-	88,8	88,8	11,2	11,2
F2 (ms)	5,5	-	83,3	83,3	11,2	16,7
F3 (ms)	5,5	-	88,8	83,3	5,5	16,7
Análise atividade Simpático/Parassimpático(razão)						
	F1 (ms)		F2 (ms)		F3 (ms)	
>1	66,7%	66,7%	88,8%	100%	72,2%	77,8%
<1	33,3%	33,3%	11,2%	-	27,8%	22,2%
=1	-	-	-	-	-	-

Valores apresentados em porcentagem (%). F1: Fase repouso, F2: Fase Transição, F3: Fase Sentado, ms: milissegundos.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da VFC no domínio da frequência é demonstrada no Quadro 5, que apresenta os valores em percentual intergrupo e intragrupo dos intervalos R-R para  $p < 0,05$  entre os grupos de comparação.

**Quadro 5** - Análise média e desvio padrão do parâmetro Razão intergrupo e intragrupo dos intervalos R-R para  $p < 0,05$

	Grupo Controle	Grupo Hipertenso
F1 (Hz)	2,86(2,88)	2,93(2,69)
F2 (Hz)	3,54(2,81)	4,29(3,41)
F3 (Hz)	3,07(2,46)	4,03(3,39)

Valores apresentados em média e Desvio Padrão. F1: Fase repouso, F2: Fase Transição, F3: Fase Sentado, ms: milissegundos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar a VFC, no domínio do tempo, o estudo mostrou que a amostragem estudada apresenta alto risco cardíaco ao

analisar o parâmetro SDNN.

O fator que mostrou a redução da VFC está relacionado ao mecanismo de envelhecimento e ao estilo de vida<sup>19,26</sup>, pois em condição de repouso o fator de risco hipertensão arterial não assinalou a hiperatividade simpática<sup>5,27</sup>.

#### 4 Conclusão

Conclui-se que a mudança postural alterou a variabilidade da frequência cardíaca desses idosos, tanto no grupo controle e hipertenso, no entanto não houve mudanças significativas na VFC intragrupo estudados.

Ao analisar a VFC, no domínio do tempo, o estudo mostrou que a amostragem estudada apresenta alto risco cardíaco ao analisar o parâmetro SDNN.

O fator que evidenciou esta redução da VFC está

relacionado ao mecanismo de envelhecimento e ao estilo de vida e não ao fator de risco estudado (hipertensão arterial).

Sendo assim, é importante implementar medidas de promoção e prevenção à saúde do idoso para que evitem ou minimizem doenças cardiovasculares, bem como estudos futuros para buscar a influência dos fatores de risco na variabilidade da frequência cardíaca em idosos.

## Referências

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol 2010;95(1 supl.1):1-51
2. Rosário TM, Scala LCNS, França GVA, Pereira MRG, Jardim PCBV. Prevalência, controle e tratamento da hipertensão arterial sistêmica em Nobres, MT. Arq Bras Card 2009;93(6):672-8.
3. Choi WS, Ock SM, Kim CM, Lee C, Jeong KS, Lee SJ. Efeitos do exercício aeróbio sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) J-coreano Acad Fam Med 2005;26:561-6.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Brasília: MS; 2017.
5. Task Force - Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation 1996;93(5):1043-65.
6. Draghici, AE, Taylor JA. The physiological basis and measurement of heart rate variability in humans. J Physiol Anthropol 2016;35:22. doi: 10.1186/s40101-016-0113-7
7. Dekker JM Crow, RS, Folsom AR. Low, heart rate variability in a 2 min. rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes. The ariC Study. Circulation 2000;102:899-908.
8. Zhu H, Poole J, Lu Y, Harshfield GA, Triber FA, Snieder, et al. Sympathetic nervous system, genes and human essential hypertension. Curr Neurovasc Res 2005;2(4):303-17.
9. Julian F, Thayer, Shelby S. Yamamoto, Jos F. Brosschot, The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. Int J Cardiol 2010;141(2):122-31. doi: 10.1016/j.ijcard.2009.09.543.
10. Antelmi I, De Paula RS Shinzato AR, Peres CA Mansur AJ, Grupi CJ Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. Am J Cardiol 2004;93(3):381-5.
11. Gallo-Junior, L. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. Braz J Med Biol Res 2002;35:741-52.
12. Ribeiro JP, Moraes RSF. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. Rev Brás Hipertens 2005;12(1):20.
13. Melo RC, Santos MDB, Silva E, Quitério RJ, Moreno MA, Reis MS, et al. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. Braz J Med Biol Res 2005;38(9):1331-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2005000900007>
14. Irigouen MC, Fiorino F, Angelis K, Krieger EM. Sistema nervoso simpático e hipertensão arterial: reflexo cardio circulatório. Rev Brás Hipertens 2005;12(4):229-33.
15. Guo XH, Yi G, Batchvarov V, Gallagher MM, Malik M. Effect of moderate physical exercise on noninvasive cardiac autonomic tests in healthy volunteers. Int J Cardiol 1999;69(2):155-68. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-5273\(99\)00029-7](https://doi.org/10.1016/S0167-5273(99)00029-7)
16. Gamelin F, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S180 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. Med Sci Sports Exert 2006;38(5):887-93. doi: 10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c
17. Nascimento ACP, Kawaguchi LYA, Criollo CJT, Júnior ARP, Martins RABL. Desenvolvimento de um sistema para análise no tempo e na frequência cardíaca induzida pela manobra da Valsalva. Int Conf Eng Computer Educ 2007:1181-5.
18. Kavachi I, Sparrow D, Vokonas OS, Weiss ST. Decrease heart rate variability in men with phobic anxiety (data from the normative aging data). Am J Cardiol 1995;75:882-5.
19. Santos MAA, Barreto-Filho JA, Oliveira JLM, Reis FP, Cunha Oliveira CC, Sousa ACS. Envelhecimento, variabilidade da frequência cardíaca e padrões de regulação autonômica do coração. Arq Gerontol Geriatr 2016;28.
20. Andrade PE, Amaral JAT, Paiva LDS, Adami F, Raimudo JZ, Valenti VE, et al. Reduction of heart rate variability in hypertensive elderly. Blood Press 2017;26(6):350-8. doi: 10.1080/08037051.2017.1354285.
21. Wyss JM. The role of the sympathetic nervous system in hypertension. Curr Opin Nephrol Hypertens 1993;2:265-73.
22. Panza J, Epstein SE, Quyyumi AA. Circadian variation in vascular tone and its relation to alpha-sympathetic vasoconstrictor activity. N Engl J Méd 1991;325:986-90.
23. Patel PA, Diwan JS, Shah CJ, MehtaHB. Study of heart rate variability in hypertensive subjects. Natl J Integr Res Med 2015;6(1):1-6.
24. Minatel V, Karsten M, Neves LMT, Beltrame T, Borghi-Silva A, Catai AM. Avaliação da frequência cardíaca à medida de pressão expiratória máxima estática e à manobra de Valsalva em jovens saudáveis. Rev Bras Fisioter 2012;16(5):406-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000045>.
25. Sakabe DI, Catai AM, Neves VFC, Oliveira L, Silva de Sá MF, Azevedo GD, et al. Análise da modulação autonômica do coração durante condições de repouso em homens de meia-idade e mulheres pós-menopausa. Rev Bras Fisioter 2004;8(1):89-95.
26. Aubert AE, Seps B, Beckers F, Heart rate variability in athletes. Sport Med 2003;33(12):889-919.
27. Angelis KD, Santos MDSB, Irigoyen MC. Sistema nervoso autônomo e doença cardiovascular. Rev Soc Bras Cardiol 2004;3:1-7.