

RESPOSTAS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA AO ESTRESSE MENTAL AGUDO EM JOVENS ADULTOS SAUDÁVEIS

Heloísa Ferreira de Almeida¹

Larissa Nienke Prado¹

Alberto Souza de Sá Filho¹

Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA¹

RESUMO

Introdução: A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um marcador da interação entre os sistemas simpáticos e parassimpáticos, sendo sua redução associada a maior risco cardiovascular. O estresse mental, em geral, diminui a VFC por meio da ativação simpática e da supressão vagal, embora haja heterogeneidade nas respostas, sobretudo em populações jovens e saudáveis. **Objetivos:** Analisar os efeitos do estresse mental agudo sobre a VFC em jovens adultos eutróficos. **Métodos:** Trata-se de um estudo experimental transversal que avaliou as respostas da VFC frente ao estresse mental em 15 jovens adultos, com idade média de 21,3 anos; sem doenças ou hábitos que pudessem interferir na modulação autonômica. O protocolo incluiu repouso, coleta de linha de base, aplicação de tarefa estressora e nova coleta pós-intervenção. A VFC foi analisada nos domínios do tempo e da frequência, seguindo recomendações internacionais, e as comparações entre momentos foram realizadas por um teste t pareado com significância de $p < 0,05$. **Resultados:** Após a intervenção de estresse mental, observou-se a redução significativa da frequência cardíaca média e do NN total. Não foram observadas alterações estatisticamente significativas em SDNN, RMSSD, NN50, índice triangular ou nas bandas VLF, LF, HF e na razão LF/HF. O pNN50 apresentou tendência de aumento, sugerindo discreta influência vagal. **Conclusão:** O estresse mental agudo promoveu apenas modesta alteração na VFC, sem prejuízo claro sobre a função autonômica, reforçando a importância de considerar fatores individuais e metodológicos na interpretação dos índices autonômicos e a necessidade de novos estudos.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca; estresse mental; sistema nervoso autônomo.

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um marcador amplamente utilizado para avaliar a atividade do sistema nervoso autônomo (SNA), refletindo o equilíbrio dinâmico entre as modulações simpática e parassimpática sobre o ritmo cardíaco⁴. Reduções na VFC têm sido associadas a maior risco cardiovascular e menor capacidade adaptativa do organismo frente a estímulos internos e externos, o que a torna uma ferramenta relevante tanto em contextos clínicos quanto experimentais¹.

O estresse mental é reconhecido como um fator modulador da VFC, promovendo, geralmente, aumento da atividade simpática e redução da modulação vagal, o que resulta em elevação da frequência cardíaca e queda de índices de VFC em diferentes populações³. Entretanto, tais respostas não são uniformes e podem

variar em função de características individuais, como idade, condicionamento físico, composição corporal e estratégias de *coping*. Revisões sistemáticas têm destacado que, embora haja consenso quanto à influência do estresse sobre a VFC, ainda existe considerável heterogeneidade nos achados, principalmente em estudos com pequenas amostras e protocolos distintos de indução de estresse².

Diante disso, o presente estudo buscou analisar as respostas autonômicas, por meio de parâmetros da VFC nos domínios do tempo e da frequência, frente a uma intervenção de estresse mental em jovens adultos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental transversal, realizado com 15 jovens adultos saudáveis ($21,3 \pm 2,7$ anos), classificados como eutróficos (IMC: $23,2 \pm 1,7$ kg/m²), com percentual de gordura médio de $21,5 \pm 7,1\%$, massa magra $52,9 \pm 10,7$ kg e ângulo de fase $7,3 \pm 1,0^\circ$, indicando preservação do estado nutricional e celular.

Foram incluídos indivíduos entre 17 e 29 anos, não fumantes, sem histórico de doenças cardiovasculares, metabólicas ou neurológicas, e que não estivessem utilizando medicamentos ou substâncias capazes de interferir na modulação autonômica. Foram excluídos aqueles que não completaram o protocolo ou apresentaram registros com artefatos que inviabilizassem a análise da VFC.

O protocolo experimental consistiu em uma visita ao laboratório. Inicialmente foi feita a caracterização da amostra, bem como, após um período de repouso de 10 minutos (em ambiente silencioso e com temperatura controlada - 23^o), a coleta da *baseline* da VFC em decúbito dorsal. Logo após, os participantes foram submetidos a uma tarefa de estresse mental, baseada no teste *Stroop* (EncephalApp for Apple®), realizado em um Tablet. Tal método foi validado previamente e é amplamente utilizado para indução de estresse agudo em ambiente laboratorial². Imediatamente após a intervenção, foi realizada nova coleta de 10 min nas mesmas condições pré intervenção, respeitando as recomendações internacionais para análise de VFC de curto prazo⁶⁻⁴.

A VFC foi analisada nos domínios do tempo (FC média, NN total, SDNN, RMSSD, pNN50 e índice triangular) e da frequência (VLF, LF, HF e razão LF/HF), seguindo as recomendações do *Task Force* (1996)⁶.

Para a análise estatística, os dados foram apresentados em média e desvio padrão, e as comparações entre os momentos pré e pós-intervenção foram realizadas por meio de um teste t dependente, adotando significância de $p < 0,05$.

O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa (nº 7.744.365), e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de sua participação.

RESULTADOS

Os resultados da tabela 1 apresentam a caracterização da amostra.

Tabela 1. Caracterização da amostra (n = 15)

	Média	DP
Idade (anos)	21,3	2,7
Massa Corporal (kg)	67,1	11,3
IMC (kg/m ²)	23,2	1,7
TMB (kcal)	1421,5	274,5
Massa Magra (kg)	52,9	10,7
Massa Muscular (kg)	27,8	6,7
Massa de Gordura (kg)	14,3	5
Gordura %	21,5	7,1
Ângulo de Fase	7,3	1,0

IMC: Índice de Massa Corpórea; TMB: Taxa Metabólica Basal. Fonte: Autores (2025)

A análise dos índices de VFC no domínio do tempo pós-intervenção evidenciou redução significativa da frequência cardíaca média ($\Delta = -3,2$ bpm; $p = 0,031$) e no NN total ($\Delta = -41,4$ ms; $p = 0,024$). O SDNN apresentou aumento médio de 16,1 ms, mas sem atingir significância estatística ($p = 0,322$). Da mesma forma, não foram verificadas diferenças significativas para NN50 ($p = 0,224$), RMSSD ($p = 0,310$) e índice triangular ($p = 0,183$). O pNN50 demonstrou tendência de aumento, porém não significativa ($\Delta = +8,5\%$; $p = 0,052$), sugerindo possível elevação transitória da modulação vagal (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados Pré e Pós-intervenção de Estresse Mental no domínio do tempo.

Pré Intervenção	Média	DP	Pós-intervenção	Média	DP
FC Média (bpm)	69,4	10,3	FC Média (bpm)	66,2	11,2
SDNN (ms)	91,9	55,8	SDNN (ms)	108	94,8
NN Total	702,3	110,2	NN Total	660,9	119,5
NN50	226,3	155,4	NN50	250,7	168,3
PNN50 (%)	35,9	27,5	PNN50 (%)	42,6	30,3
RMSSD (ms)	97,5	76,7	RMSSD (ms)	121,3	135,6
Triangular (ms)	19,2	9,2	Triangular (ms)	16,9	7,3

FC Média: Frequência Cardíaca Média; SDNN: *Standard Deviation of NN intervals* (Desvio padrão de todos os intervalos entre os batimentos cardíacos normais – intervalos NN) ; NN total: Número Total de intervalos R-R (Intervalos normais registrados durante um período); NN50: Número de Pares de Intervalos NN sucessivos que diferem em mais de 50 milissegundos; PNN50: *Percentage of NN50* (porcentagem de vezes que NN50 acontece em relação ao número total de intervalos NN); RMSSD: *Root Mean Square of Successive Differences* (Raiz quadrada média dos quadrados das diferenças entre os intervalos NN sucessivos). Fonte: autores (2025).

No domínio da frequência, as análises não revelaram diferenças significativas entre os momentos. Observou-se aumento não significativo nas bandas VLF ($\Delta = +1115,4 \text{ ms}^2$; $p = 0,377$), LF ($\Delta = +3845,1 \text{ ms}^2$; $p = 0,420$) e HF ($\Delta = +6576,1 \text{ ms}^2$; $p = 0,266$). A razão LF/HF, manteve-se estável ($\Delta = 0,0$; $p = 0,913$), indicando equilíbrio entre as modulações simpáticas e parassimpáticas (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados Pré e Pós-intervenção de Estresse Mental no domínio da frequência.

Pré-intervenção	Média	DP	Pós-intervenção	Média	DP
VLF (ms ²)	1089,1	982,7	VLF (ms ²)	2204,5	5364,6
LF (ms ²)	3350,1	3847,5	LF (ms ²)	7195,2	20758,9
HF (ms ²)	5584,4	7197,0	HF (ms ²)	12160,5	25422,4
LF/HF	1,2	1,0	LF/HF	1,2	1,1

VLF: *Very Low Frequency*; LF: *Low Frequency*; HF: *High Frequency*. Fonte: autores (2025).

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo demonstraram que o estresse mental agudo apenas promoveu redução significativa da frequência cardíaca média e do NN total, sugerindo modesta modulação autonômica adaptativa diante do estímulo aplicado. Esses resultados contrastam com evidências prévias, que geralmente associam o estresse psicológico a um aumento da atividade simpática e à consequente elevação da frequência cardíaca³. Tal divergência pode estar relacionada às características individuais da amostra, composta por jovens adultos eutróficos, cuja maior reserva autonômica pode favorecer respostas compensatórias parassimpáticas transitórias.

Embora parâmetros como SDNN, RMSSD e pNN50 não tenham apresentado alterações significativas, a tendência do aumento do pNN50 pode indicar discreta incremento da modulação vagal, possivelmente associado à maior reserva autonômica dessa população.

No domínio da frequência, a ausência de mudanças significativas em VLF, LF e HF, bem como na razão LF/HF, sugere que o protocolo empregado não foi suficiente para gerar um desequilíbrio autonômico robusto, o que já foi apontado em investigações que destacam a dependência da intensidade e duração do estímulo estressor para elicitarem mudanças detectáveis¹.

Em síntese, os resultados indicam que o estresse mental agudo induziu apenas alterações parciais e adaptativas na VFC, sem predomínio claro da atividade simpática ou parassimpática. A heterogeneidade das respostas reforça a influência de fatores individuais e metodológicos, apontando para a necessidade de estudos futuros com amostras maiores e protocolos diferenciados para aprofundar a compreensão das respostas autonômicas ao estresse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ BILLMAN, G. E. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. **Frontiers in Physiology**, v. 4, p. 26, 2013.

² CASTALDO, R. *et al.* Acute mental stress assessment via short term HRV analysis in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 18, p. 370–377, 2015.

³ KIM, H. G. *et al.* Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. **Psychiatry Investigation**, v. 15, n. 3, p. 235–245, 2018.

⁴ SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in Public Health**, v. 5, p. 258, 2017.

⁵ TAELEMAN, J. *et al.* Influence of mental stress on heart rate and heart rate variability. **IFMBE Proceedings**, v. 37, p. 1366–1369, 2011.

⁶ 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. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043–1065, 1996.