

A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Repouso está Independentemente Associada aos Escores de Classificação de Gordura Visceral em Homens Adultos Sauditas

Resting Heart Rate Variability is Independently Associated with Visceral Fat Rating Scores in Saudi Adult Males

Syed Shahid Habib,¹ Shaea Alkahtani,² Nouf Aljawini,^{1,3} Syed Mohammad Habib,⁴ Andrew A. Flatt⁵

Department of Physiology, College of Medicine, King Saud University,¹ Riyadh – Arábia Saudita

Department of Exercise Physiology, College of Sport Sciences and Physical Activity, King Saud University,² Riyadh – Arábia Saudita

Department of Community Health Sciences, College of Applied Medical Sciences, King Saud University,³ Riyadh – Arábia Saudita

College of Medicine, Sulaiman Al Rajhi Colleges,⁴ Al Bukairiyah – Arábia Saudita

Department of Health Sciences and Kinesiology, Biodynamics and Human Performance Center, Georgia Southern University-Armstrong,⁵ Savannah – EUA

Resumo

Fundamento: O tecido adiposo visceral (TAV) pode ser um contribuinte modificável específico para o comprometimento autonômico relacionado à composição corporal.

Objetivos: Comparar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) entre grupos estratificados pela classificação de gordura visceral (CGC) e comparar associações entre VFC e métricas de composição corporal.

Métodos: Um estudo transversal foi realizado em homens saudáveis (n=99, idade=37,8±13,4 anos, índice de massa corporal [IMC]=26,9±4,6 kg/m²). A VFC foi derivada de registros eletrocardiográficos de 5 minutos. A composição corporal (percentual de gordura corporal, CGC e relação entre massa muscular e gordura visceral [RMMCGC]) foi estimada por meio de análise de impedância bioelétrica tetrapolar. Os participantes foram categorizados em grupos de acordo com a CGC: G1 (CGC=1-8); G2 (CGC=9-12); e G3 (CGC>12). Comparações ajustadas por idade foram feitas entre os grupos. Associações independentes foram quantificadas com regressões lineares múltiplas. P <0,05 foi significativo.

Resultados: Raiz quadrada média de diferenças sucessivas (RMSSD) e desvio padrão dos intervalos RR normais (SDNN) foram maiores para G1 vs. G2 e G3 (p<0,05). A potência de baixa frequência (BF) foi maior no G1 que no G2 (p<0,05). CGC e RMMCGC foram associados negativamente com SDNN, RMSSD, BF e AF (p<0,05). Depois de ajustar para idade, IMC e pressão arterial sistólica e diastólica, a CGC foi significativamente preditiva de RMSSD, SDNN e AF (p = 0,002, -0,027), e a RMMCGC foi significativamente preditiva de RMSSD e SDNN (p = 0,020, -0,023).

Conclusões: Os homens na categoria de CGC mais baixa tiveram a VFC mais alta. A CGC foi mais fortemente associada à VFC do que ao percentual de gordura corporal e à RMMCGC. Os parâmetros no domínio do tempo foram mais sensíveis ao TAV do que os parâmetros no domínio da frequência. Os parâmetros da VFC podem ser os principais parâmetros de interesse no rastreamento do estado autonômico cardíaco em resposta a intervenções que visam a redução do TAV.

Palavras-chave: Gordura Intra-Abdominal; Frequência Cardíaca; Sistema Nervoso Autônomo.

Abstract

Background: Visceral adipose tissue (VAT) may be a specific modifiable contributor to body composition-related autonomic impairment.

Objectives: To compare heart rate variability (HRV) between groups stratified by visceral fat rating (VFR) and compare associations between HRV and body composition metrics.

Methods: A cross-sectional study was conducted on healthy men (n=99, age=37.8±13.4 years, body mass index [BMI]=26.9±4.6 kg/m²). HRV was derived from 5-minute electrocardiographic recordings. Body composition (body fat percentage, VFR, and muscle mass to visceral fat ratio [MMVFR]) was estimated using tetrapolar bioelectrical impedance analysis. Participants were categorized into groups according to VFR: G1 (VFR=1-8); G2(VFR=9-12); and G3(VFR>12). Age-adjusted comparisons were made between groups. Independent associations were quantified with multiple linear regressions. P <0.05 was significant.

Correspondência: Syed Shahid Habib •

King Saud University – Physiology - Riyadh 11461 Riyadh Outside of the US, 11461 – Arábia Saudita

Email: shahidhabib44@yahoo.com

Artigo recebido em 04/01/2023, revisado em 23/01/2024, aceito em 15/02/2024

Editor responsável pela revisão: Nuno Bettencourt

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20220780>

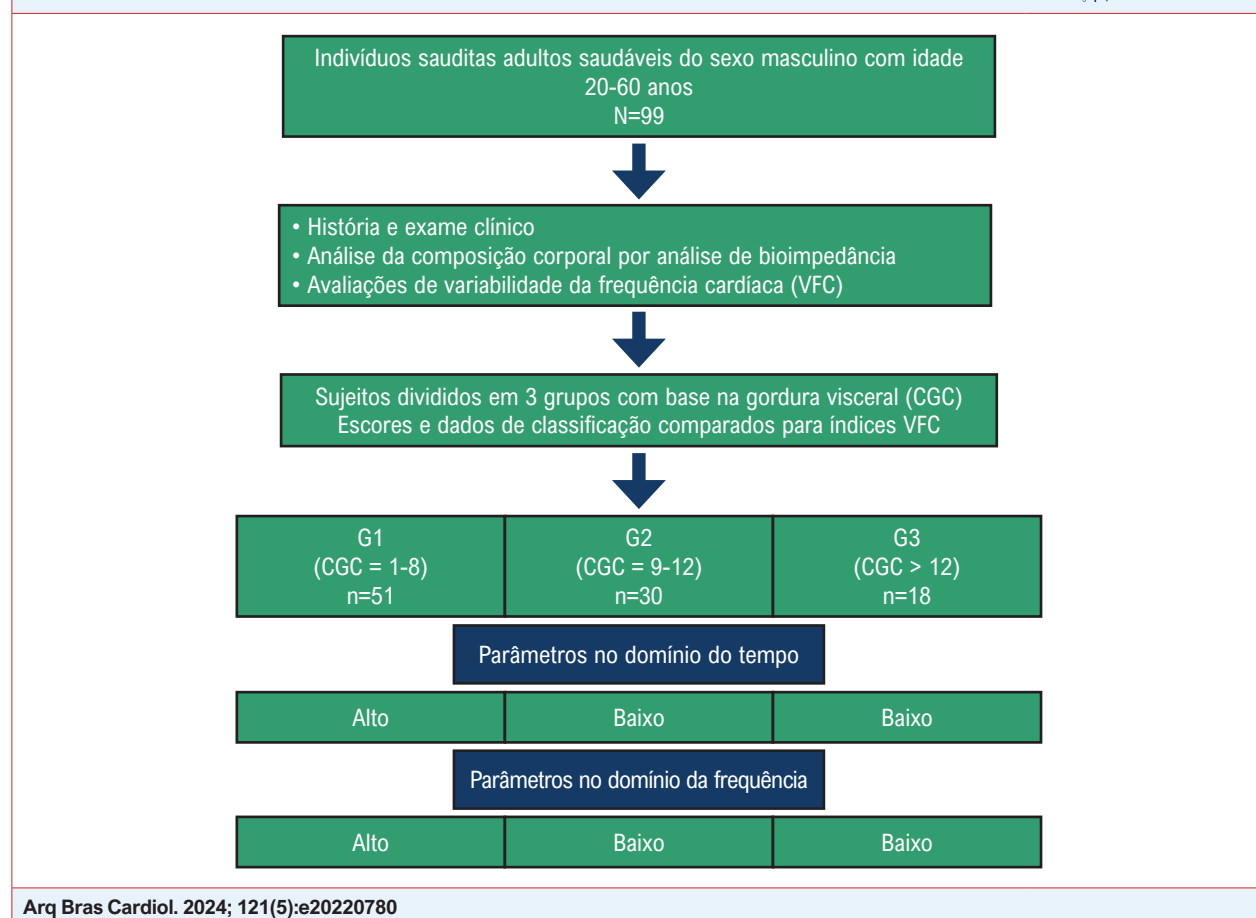
Results: Root-mean square of successive differences (RMSSD) and standard deviation of normal RR intervals (SDNN) were higher for G1 vs. G2 and G3 ($p < 0.05$). Low-frequency power (LF) was higher in G1 than in G2 ($P < 0.05$). VFR and MMVFR were negatively associated with SDNN, RMSSD, LF, and HF ($p < 0.05$). After adjusting for age, BMI, and systolic and diastolic blood pressure, VFR was significantly predictive of RMSSD, SDNN, and HF ($p = 0.002, -0.027$), and MMVFR was significantly predictive of RMSSD and SDNN ($p = 0.020, -0.023$).

Conclusions: Men in the lowest VFR category had the highest HRV. VFR was more strongly associated with HRV than body fat percentage and MMVFR. Time domain parameters were more sensitive to VAT than frequency domain parameters. HRV parameters could be the primary parameters of interest in tracking cardiac-autonomic status in response to interventions targeting VAT reduction.

Keywords: Intra-Abdominal Fat; Heart Rate; Autonomic Nervous System.

Full texts in English - <https://abccardiol.org/en/>

Figura Central: A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Repouso está Independentemente Associada aos Escores de Classificação de Gordura Visceral em Homens Adultos Saudáveis



Arq Bras Cardiol. 2024; 121(5):e20220780

Introdução

As doenças cardiovasculares (DCV) continuam a ser um fardo global para a saúde, sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade.¹ Um crescente conjunto de evidências demonstra uma associação entre aumento da adiposidade e desequilíbrio do sistema nervoso autônomo (SNA),²⁻⁴ inferido a partir da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). A VFC reflete o controle cardíaco mediado centralmente via inervação autonômica.⁵ A influência vagal aumenta a VFC, enquanto o funcionamento

vagal atenuado, ou o aumento da estimulação simpática, reduz a VFC.⁶ A hipoatividade cardíaco-parassimpática está associada a um risco elevado de doença coronariana incidente e mortalidade por todas as causas.⁷ Contudo, a VFC é modificável com a mudança do estilo de vida e parece ser sensível a mudanças na composição corporal.⁸

Embora a massa corporal elevada e a massa gorda tenham sido associadas à redução da VFC em uma variedade de populações jovens,⁹ saudáveis,¹⁰ atléticas¹¹ e clínicas,¹² a deposição de gordura específica do local não

é contabilizada nesses marcadores gerais de composição corporal. O tecido adiposo visceral (TAV) que envolve órgãos vitais no abdômen é mais perigoso para a saúde humana do que a gordura subcutânea e é mais preditivo de risco cardiometabólico.¹³ Entre os indivíduos obesos, aqueles com menos armazenamento de TAV apresentam normalmente um perfil de risco mais favorável do que aqueles com TAV mais elevado. Um número limitado de investigações comparou associações entre VFC e marcadores de gordura corporal total e armazenamento central de gordura. Estudos em mulheres, idosos e população coreana relataram associações mais fortes entre VFC e indicadores de TAV.¹⁴⁻¹⁶ Assim, a adiposidade central parece estar influenciando a associação entre gordura corporal e função autonômica cardíaca.

O TAV pode ser estimado com análise de impedância bioelétrica tetrapolar (BIA), que serve como uma alternativa conveniente às medidas laboratoriais de critério ou à antropometria básica.¹⁷ Até onde sabemos, apenas uma investigação anterior quantificou associações entre TAV derivado de BIA e VFC em adultos saudáveis. Os resultados mostraram menor VFC mediada por vagal em estudantes da área da saúde com excesso de peso em comparação com um grupo de controle de mesma idade. No entanto, os grupos foram categorizados pela massa corporal e não pelo TAV, e as associações com a VFC não foram comparadas entre os vários marcadores de composição corporal.

O músculo esquelético apoia a saúde metabólica e o funcionamento físico.¹⁸ A massa muscular expressa em relação ao TAV, indexada pela razão entre a classificação de massa muscular e gordura visceral (RMMCGC), parece ser um indicador relevante da função metabólica. Por exemplo, a RMMCGC derivado da BIA tem sido associada à doença hepática gordurosa não alcoólica e à fibrose hepática¹⁹ e auxilia na detecção da síndrome metabólica em adultos jovens.²⁰ Assim, a RMMCGC parece ser um marcador de saúde relevante, mas a nossa compreensão da sua associação com o funcionamento autonômico cardíaco em adultos saudáveis é limitada.

O esclarecimento de como as características da composição corporal derivadas da BIA influenciam a VFC pode ser de relevância clínica para avaliar o risco e orientar o tratamento. Portanto, o objetivo desta investigação foi testar a hipótese de que a VFC difere entre os participantes em função da categorização do TAV e que os índices de TAV estarão mais fortemente associados à VFC do que a massa gorda relativa em homens adultos saudáveis.

Métodos

Configurações de estudo

Este estudo transversal foi realizado nos laboratórios do Departamento de Fisiologia e Fisiologia do Exercício, da Faculdade de Ciências do Esporte e Atividade Física da Universidade King Saud (KSU). Noventa e nove indivíduos saudáveis adultos saudáveis do sexo masculino com idades entre 20 e 60 anos foram elegíveis para participação. A amostragem de conveniência foi utilizada para recrutar

voluntários que foram abordados através de quadros de avisos, cartazes e anúncios nas redes sociais e aqueles que manifestaram interesse em participar foram informados de todos os procedimentos do estudo. Os critérios de inclusão foram: homens saudáveis, não fumantes; aqueles livres de distúrbios metabólicos, ortopédicos e neurológicos; sem história prévia de angina ou infarto do miocárdio e IMC < 40 kg/m². Atletas profissionais foram excluídos, mas indivíduos altamente ativos recreativamente foram incluídos. Este estudo foi aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional da KSU, Riad, Arábia Saudita (IRB No. E-18-3381). Todos os sujeitos forneceram consentimento informado por escrito e todos os procedimentos foram realizados de acordo com as diretrizes e protocolos relevantes. Os principais dados do artigo estão resumidos na Figura Central.

Procedimentos de estudo

Os participantes foram instruídos a evitar a ingestão de bebidas com cafeína e exercícios vigorosos no dia anterior à visita ao laboratório para avaliação matinal em jejum noturno. As bebidas matinais, incluindo água, foram restritas para controle de sua influência confusa na VFC²¹ e parâmetros BIA.²² Todas as medições foram realizadas com procedimentos padrão que incluíam pressão arterial, dados demográficos, composição corporal e avaliação de eletrocardiograma (ECG).

Pressão arterial e medidas antropométricas

A altura foi medida com um estadiômetro (Seca 213, Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemanha) e o peso corporal foi medido com uma balança digital (PD100 ProDoc, Detecto Scale, Cardinal, Webb City, MO, EUA). A circunferência da cintura (CC) foi medida em cm na altura do umbigo. Todos os valores foram ajustados para o 0,1 cm mais próximo. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se o peso pela altura em metros quadrados. A frequência cardíaca de repouso e as pressões arteriais sistólica e diastólica foram estimadas por um esfigmomanômetro digital automatizado (HEM-7121, Omron, Shimogoy-ku, Kyoto, Japão).

Estimativa de composição corporal

Uma máquina segmentar multifrequencial (MC-980MA, Tanita Corporation, Tóquio, Japão) que fornece correntes de 50-1000 kHz foi usada para estimar os parâmetros de composição corporal. Os participantes permaneceram descalços na balança enquanto seguravam os eletrodos com leve abdução glenoumeral. A altura de cada sujeito foi medida e registrada. Posteriormente, os participantes foram pesados e os valores de composição corporal foram estimados indiretamente por meio do aparelho. Foram coletadas as seguintes medidas de composição corporal: percentual de gordura corporal (GC%), percentual de água corporal, massa muscular, massa óssea e classificação de gordura visceral (CGC).¹⁴ A CGC é fornecida como uma classificação específica (0-59 pontos). Avaliações de 1 a 12 pontos indicam que o sujeito possui nível de gordura

visceral saudável, enquanto classificações de 13 a 59 indicam que o sujeito possui nível de gordura visceral em excesso.²³⁻²⁵ A CGC tem sido amplamente aplicada em pesquisas clínicas como um índice indireto de gordura visceral. A RMMCGC foi posteriormente calculada.²⁶

Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca

Todos os participantes foram submetidos a testes de ECG padrão de 12 derivações na posição supina após a avaliação da composição corporal. Utilizamos um dispositivo computadorizado de aquisição de dados de ECG (PL3516 Power Lab 16/35, AD Instruments Pty Ltd. New South Wales, Austrália) com 16 canais de entrada analógica. Um registro de ECG de 10 minutos foi realizado enquanto a qualidade do sinal era monitorada por um pesquisador. Um software customizado (LabChart v. 8.1.13 Windows, AD Instruments Pty Ltd. New South Wales, Austrália) foi utilizado para calcular as variáveis de VFC. Artefatos e batimentos ectópicos foram processados usando um filtro padronizado pela ferramenta "Beat Classification" automatizada por software, que categoriza os batimentos de acordo com atividade e ruído isoeletrico e remove artefatos gerados por movimento, interferência elétrica e batimentos ectópicos. Os parâmetros da VFC foram derivados de um segmento critério de 5 minutos (ou seja, 5-10 minutos) e os primeiros 5 minutos foram descartados para estabilização.²⁷ Os parâmetros no domínio do tempo registrados para análise foram o tempo médio entre os intervalos RR (RR médio), o desvio padrão dos intervalos RR normais (SDNN) e a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas das diferenças normais dos intervalos RR (RMSSD). A análise no domínio da frequência da VFC pelo método da transformada rápida de Fourier incluiu avaliação de baixa frequência (BF), alta frequência (AF) e baixa relação BF/AF. O RR médio reflete a frequência cardíaca em repouso, o RMSSD e o AF refletem a modulação parassimpática, o SDNN e o BF refletem a variabilidade global com influência simpática e parassimpática.⁵

Análise estatística

Para entrada de dados e análise estatística foi utilizado o software SPSS (versão 20.0 Chicago, IL, EUA). As variáveis contínuas foram apresentadas como média e desvio padrão (DP) enquanto as variáveis categóricas foram expressas como frequências e/ou porcentagens (%). As variáveis contínuas foram verificadas quanto à normalidade por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados que seguem distribuições não normais foram transformados em log. Os participantes foram categorizados em 3 grupos (G) de acordo com a CGC: G1 (CGC = 1-8), G2 (CGC = 9-12) e G3 (CGC > 12). As características da VFC e da gordura corporal estão associadas à idade, o que pode confundir as associações entre a VFC e as características da gordura corporal. Assim, os grupos estratificados por CGC foram comparados quanto às características demográficas e parâmetros de VFC por meio de análise de covariância unidirecional (ANCOVA) com ajuste para idade e todas as suposições necessárias para o uso da ANCOVA foram atendidas. O teste do qui-quadrado foi utilizado para comparar as distribuições percentuais entre os diferentes grupos. Comparações post-hoc foram

realizadas utilizando os testes de Bonferroni e Tamhane. Associações bivariadas entre VFC bruta e parâmetros de composição corporal foram avaliadas com o ρ de Spearman. Finalmente, foram realizadas regressões lineares múltiplas separadas com %GC, CGC e RMMCGC como preditores para avaliar o valor preditivo comparativo de cada um com os parâmetros da VFC. Os modelos incluíram idade, IMC e pressão arterial sistólica e diastólica como covariáveis. $P < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Os valores demográficos para todo o grupo ($n = 99$) e grupos estratificados por CGC são apresentados na Tabela 1. O G1 era significativamente mais jovem que o G2 e o G3. Após controle por idade, o G1 apresentou massa corporal, massa muscular e circunferência da cintura significativamente menores, além de características de gordura corporal mais baixas do que G2 e G3. Além disso, o G3 apresentou circunferência da cintura ajustada por idade e características de gordura corporal significativamente maiores que o G2.

A comparação da VFC no domínio do tempo revelou diferenças significativas entre grupos para RMSSD e SDNN, mas não para RR médio (Tabela 2). Análises post-hoc demonstraram que RMSSD e SDNN foram significativamente maiores no G1 do que no G2 e G3, independentemente da idade. A comparação da VFC no domínio da frequência revelou diferenças significativas entre os grupos para BF, mas não para AF ou BF/AF (Tabela 3). Análises post-hoc determinaram que a BF foi significativamente maior no G1 do que no G2, independentemente da idade.

Gráficos de dispersão comparando associações entre RMSSD e RR médio com CGC são apresentados na Figura 1.

Após ajuste de covariáveis nas análises de regressão, a CGC foi significativamente preditiva de RMSSD, SDNN e AF, e o RMMCGC foi significativamente preditivo de RMSSD e SDNN. Os coeficientes Beta padronizados são apresentados na Tabela 4.

Discussão

Os objetivos desta investigação foram 1) comparar a VFC entre grupos estratificados por CGC derivado da BIA e 2) comparar associações entre a VFC e as métricas de composição corporal em homens saudáveis saudáveis. As principais descobertas foram que os indivíduos na categoria de CGC mais baixa apresentaram RMSSD, SDNN e BF ajustados por idade significativamente mais altos do que grupos de categorização de CGC mais alta. Além disso, os parâmetros da VFC (RMSSD, SDNN, AF) foram mais fortemente associados ao CGC do que à %GC e à RMMCGC após controle para idade, IMC e pressão arterial sistólica e diastólica.

Em apoio à nossa hipótese, as métricas de influência vagal da VFC (RMSSD) e a variabilidade global (SDNN, BF) variaram em função da categorização da CGC derivada da BIA em uma amostra de homens saudáveis. Uma investigação anterior envolvendo adultos jovens saudáveis comparou parâmetros de composição corporal derivados da VFC e da

Artigo Original

Tabela 1 – Dados demográficos e análise da composição corporal de todos os indivíduos e subgrupos com base na classificação de gordura visceral

Variáveis	Todos	G 1 (CGC = 1-8)	G 2 (CGC = 9-12)	G 3 (CGC > 12)	Valor p	Valor de p ajustado por idade
N	99	51	30	18		
CGC	8,91±5,21	5,02±2,75	11,07±1,39	16,33±4,35	0,000	0,000
Idade (ano)	37,87±13,46	32,02±10,67	42,53±11,53	46,67±16,13	0,000	-
Altura (cm)	171,94±6,46	171,84±5,99	173,10±7,44	170,28±5,95	0,342	0,468
Peso (kg)	78,98±15,72	71,36±10,05 ^{a,c}	87,39±11,67	86,55±23,13	0,000	0,000
IMC (kg/m ²)	26,82±4,94	23,87 4,01 ^{b,c}	28,02 3,19	31,69 4,32	0,000	0,000
CC (cm)	100,63±8,54	80,62±8,03 ^{a,c}	92,73±7,59	100,63±8,54 b	0,000	0,000
PAS (mmHg)	121,59±16,14	110,00±13,80 ^{a,c}	119,13±18,18	119,13±18,18	0,008	0,447
PAD (mmHg)	74,86±10,68	72,10±10,33	76,53±12,07	80,00 ± 6,07 a	0,847	0,573
Porcentagem de gordura (%)	22,86±6,31	18,17±4,40 ^{a,c}	26,45±3,27	30,17 ± 2,98 b	0,000	0,000
Massa gorda (kg)	19,15±8,19	13h30 ± 4,66 ^{a,c}	23,60±5,44	28,29±6,79b	0,000	0,000
MLG (kg)	60,82±7,73	57,89±6,49 ^{a,c}	64,09±7,48	63,71±8,48	0,000	0,001
Massa muscular (kg)	57,79±7,41	55,15±6,27 ^{a,c}	60,57±7,30	60,64±8,14	0,001	0,001
Razão RMMCGC	9,66±7,27	14,15±7,77 ^{a,c}	5,52±0,70	3,88±0,85	0,000	0,000
SM n(%)						
Sim	27(27,27)	13(14,94)	8(8,79)	8(5,27)	0,293	
Não	72(72,72)	38(36,06)	22(21,21)	10(12,73)		

A: diferente de G1; b: diferente de G2; c: diferente de G3; Os dados são apresentados como média ± DP. G: grupo; CGC: classificação de gordura visceral; N: número de participantes; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; MLG: massa livre de gordura; RMMCGC: relação entre massa muscular e gordura visceral; SM: síndrome metabólica. A análise unidirecional de covariância (ANCOVA) foi usada para comparações de grupos. As proporções foram comparadas pelo Qui-quadrado.

Tabela 2 – Análise no domínio do tempo de todos os indivíduos e subgrupos com base na classificação da gordura visceral

Variáveis	Todos	G 1 (CGC = 1-8)	G 2 (CGC = 9-12)	G 3 (CGC > 12)	Valor p	Valor p ajustado
N	99	51	30	18		
FC média (bpm)	59,86±6,06	58,89±5,37	59,96±6,42	62,47±6,84	0,098	0,122
RR médio (s)	1,02±0,10	1,03±0,09	1,01±0,10	0,97±0,11	0,090	0,117
SDNN (ms)	1.664±0,258	1.776±0,229 ^{b,c}	1.543±0,258	1.548±0,193	0,000	0,007
RMSSD (ms)	1.666±0,258	1.779±0,225 ^{b,c}	1.543±0,259	1.553±0,202	0,000	0,006

Os dados são apresentados como média ± DP; G: grupo; CGC: classificação de gordura visceral; N: número de participantes; RR médio: tempo médio entre os complexos QRS (ou seja, batimento a batimento); SDNN: desvio padrão dos intervalos RR normais; RMSSD: raiz quadrada da média das diferenças sucessivas dos intervalos RR normais. A análise unidirecional de covariância (ANCOVA) foi usada para comparações de grupos.

Tabela 3 – Análise dos domínios de frequência de todos os indivíduos e subgrupos com base na classificação da gordura visceral

Variáveis	Todos	G 1 (CGC = 1-8)	G 2 (CGC = 9-12)	G 3 (CGC > 12)	Valor p	Valor p ajustado
N	99	51	30	18		
BF (ms ²)	2.884±0,599	3.106±0,459b	2.620±0,732	2.766±0,445	0,007	0,027
AF (ms ²)	2.928±0,674	3.229±0,459	2.584±0,828	2.766±0,514	0,004	0,284
BF/AF	-0,130±0,330	-0,190±0,347	-0,155±0,231	0,081±0,349b	0,001	0,496

Os dados são apresentados como média ± DP; G: grupo; CGC: classificação de gordura visceral; N: número de participantes; BF: baixa frequência; AF: alta frequência. A análise unidirecional de covariância (ANCOVA) foi usada para comparações de grupos.

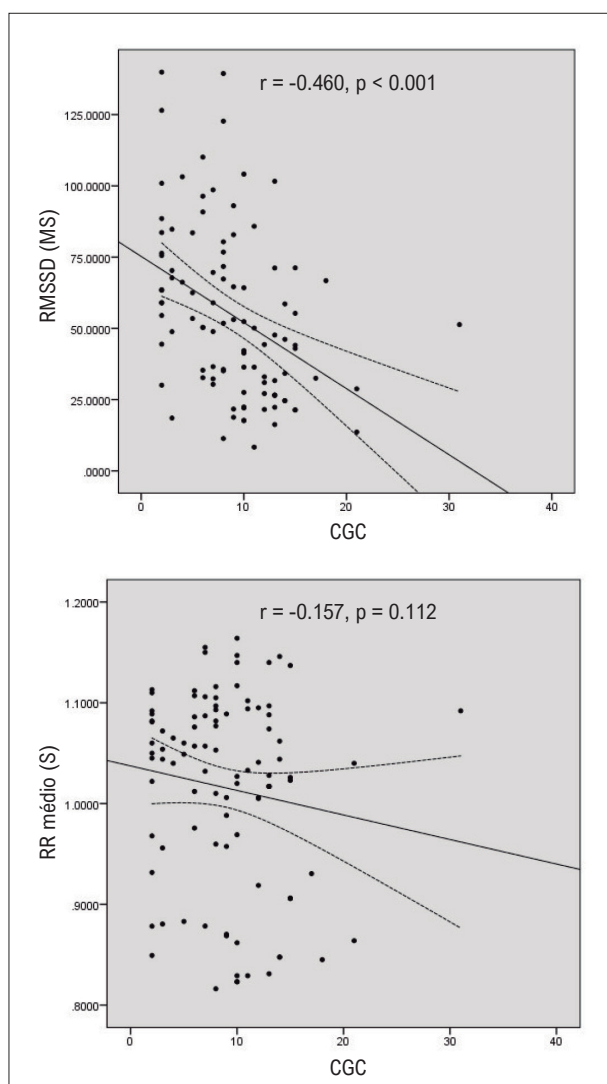


Figura 1 – Gráficos de dispersão das relações CGC com RMSSD e RR médio. CGC: classificação de gordura corporal; RMSSD: raiz quadrada média de diferenças sucessivas.

BIA entre grupos categorizados pelo IMC.²⁸ AF, BF e potência total normalizados significativamente mais elevados, e menor gordura corporal relativa e TAV, foram observados entre grupos de homens e mulheres categorizados como com sobrepeso ($n = 40$, IMC = 23,00 – 27,40) versus controles com peso normal ($n = 40$, IMC = 18,50 – 22,90).²⁸ Além disso, foram relatadas associações bivariadas moderadas significativas entre TAV relativo e AF normalizada ($r = -0,32$) e BF (0,40).²⁸ Nossas descobertas revelaram diferenças semelhantes entre grupos e magnitudes de correlação. Nossa inclusão de parâmetros de VFC no domínio do tempo mais comuns e acessíveis e ajuste para fatores de confusão em análises multivariadas acrescentam novos insights à literatura sobre a associação entre TAV e VFC em uma população saudável. Além disso, nosso achado de não haver diferença no RR médio entre os grupos CGC indica maior sensibilidade dos parâmetros da VFC ao acúmulo de TAV.

Foram recentemente relatadas associações transversais entre parâmetros de VFC e indicadores de TAV. Uma investigação envolvendo mulheres adultas jovens ($n = 104$) descobriu que o TAV derivado da absorciometria de raios X de dupla energia expresso em relação à massa corporal explicou ~10-16% da variância no tempo (SDNN e RMSSD) e no domínio da frequência (AF e parâmetros BF)²⁹ após ajuste de idade. Outra investigação envolvendo homens e mulheres multiétnicos mais jovens e mais velhos ($n = 178$) com e sem morbidades descobriu que maior circunferência da cintura estava associada à diminuição da VFC (RMSSD e SDNN derivado de Holter) em adultos mais jovens, mas não em idosos, independentemente de condições de saúde conhecidas e atividade física autorrelatada.¹⁴ Yi et al. descobriram que uma maior relação cintura-quadril estava associada à redução da VFC (por exemplo, RMSSD e BF) em um subgrupo de adultos coreanos com excesso de peso, independentemente da idade, sexo e fatores de risco cardiovascular. De acordo com os achados atuais, foi relatado que a gordura abdominal foi mais preditiva da VFC do que o percentual de gordura corporal derivado da BIA.¹⁵

A obesidade abdominal está associada a maior ativação simpática em repouso do que a obesidade periférica, apesar do comprometimento barorreflexo semelhante entre grupos obesos, implicando mecanismos de origem metabólica.³⁰ Hiperglicemia, hiperinsulinemia e resistência à insulina estão associadas tanto à obesidade abdominal quanto à hiperatividade simpática, levando à redução da VFC e ao aumento do risco cardiometabólico.³¹ Entretanto, anormalidades metabólicas descritas acima estão ligadas a estados pró-inflamatórios.³² O TAV contribui para a inflamação sistêmica por meio da secreção de adipocinas, como fator de necrose tumoral- α , interleucina-6, proteína C reativa e angiotensinogênio.^{33,34} Foi demonstrado que a inflamação de baixo grau está associada à VFC atenuada em adultos de meia-idade e idosos.³⁵ Além disso, acredita-se que o estresse oxidativo causado pela desregulação de espécies reativas de oxigênio relacionada à adipocina também contribua para o desequilíbrio autonômico.³¹ Assim, o TAV pode promover disfunção do SNA através dos efeitos de suas secreções, mas são necessários mais estudos visando esclarecer os mecanismos.

As limitações do nosso estudo incluem seu desenho transversal, utilização apenas de registros de VFC em posição supina e falta de covariáveis adicionais importantes, como biomarcadores sanguíneos^{31,32} e atividade física.³⁴ A falta de controle respiratório durante a avaliação do ECG também pode ser considerada uma limitação. Além disso, o tamanho relativamente pequeno da nossa amostra e a inclusão apenas de homens limitam a generalização dos nossos resultados para a população em geral. Finalmente, o TAV foi estimado pela BIA, que é de qualidade inferior em relação a abordagens de critérios como a ressonância magnética.

Tabela 4 – Análise de regressão linear múltipla com %GC, CGC e RMMCGC como preditores, ajustando para covariáveis idade, massa corporal e pressão arterial sistólica e diastólica

Variável Dependente em Modelos de Regressão		Coefficientes Padronizados Beta	t	Valor p
RR médio (S)	%GC	-.303	-1,865	0,065
	CGC	-.083	-.496	0,621
	RMMCGC	-.007	-.042	0,966
SDNN (ms)	%GC	-.197	-1.307	.194
	CGC	-.421	-3.206	0,002
	RMMCGC	0,283	2.372	0,020
RMSSD (ms)	%GC	-.184	-1.221	0,225
	CGC	-.410	-3.117	0,002
	RMMCGC	0,275	2.305	0,023
BF (ms ²)	%GC	-.032	-.205	0,838
	CGC	-.167	-1.038	.302
	RMMCGC	-.067	-.432	0,667
AF (ms ²)	%GC	-.089	-.557	0,579
	CGC	-.317	-2.248	0,027
	RMMCGC	.219	1.723	0,089
BF/AF	%GC	0,044	0,258	0,797
	CGC	0,083	0,477	0,635
	RMMCGC	0,120	0,702	0,484

RR médio: tempo médio entre os complexos QRS (ou seja, batimento a batimento); SDNN: desvio padrão dos intervalos RR normais; RMSSD: raiz quadrada da média das diferenças sucessivas dos intervalos RR normais; B: baixa frequência; AF: alta frequência.

Conclusões e recomendações

Maior gordura visceral, conforme indexado pela CGC derivada da BIA, foi associada à redução da VFC em uma amostra de homens saudáveis. As associações permaneceram estatisticamente significativas após a idade, o IMC e a pressão arterial sistólica e diastólica foram mantidos constantes. A CGC foi mais fortemente associada à VFC quando comparada ao percentual de gordura corporal e à RMMCGC. O TAV e a VFC são modificáveis com fatores de estilo de vida e podem ser monitorados com dispositivos disponíveis comercialmente. Nossas descobertas sugerem que o RMSSD e o SDNN podem ser os parâmetros de VFC mais sensíveis às mudanças no TAV e, portanto, devem ser os principais parâmetros de interesse no rastreamento do estado autonômico cardíaco em resposta a intervenções que visam a redução do TAV.

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Aurangzeb Taj Halepota pelo recrutamento e avaliações clínicas dos participantes do estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Habib SS, Alkahtani S, Aljawini N, Flatt AA; Obtenção de dados: Habib SS, Alkahtani S, Aljawini N, Habib SM; Análise e interpretação dos dados: Habib

SS, Alkahtani S, Habib SM, Flatt AA; Análise estatística: Habib SS, Flatt AA; Obtenção de financiamento: Alkahtani S; Redação do manuscrito e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Habib SS, Alkahtani S, Aljawini N, Habib SM, Flatt AA.

Potencial conflito de interesse

Não há conflito com o presente artigo

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do IRB of King Saud University sob o número de protocolo E-183381. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Finegold JA, Asaria P, Francis DP. Mortality from Ischaemic Heart Disease by Country, Region, And Age: Statistics from World Health Organisation and United Nations. *Int J Cardiol.* 2013;168(2):934-45. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.10.046.
2. Millis RM, Austin RE, Hatcher MD, Bond V, Faruque MU, Goring KL, et al. Association of body Fat Percentage and Heart Rate Variability Measures of Sympathovagal Balance. *Life Sci.* 2010;86(5-6):153-7. doi: 10.1016/j.lfs.2009.11.018.
3. Davy KP, Orr JS. Sympathetic Nervous System Behavior in Human Obesity. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(2):116-24. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.05.024.
4. Triggiani AI, Valenzano A, Ciliberti MA, Moscatelli F, Villani S, Monda M, et al. Heart Rate Variability is Reduced in Underweight and Overweight Healthy Adult Women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2017;37(2):162-7. doi: 10.1111/cpf.12281.
5. Malik, M. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996;93(5):1043-65.
6. Challapalli S, Kadish AH, Horvath G, Goldberger JJ. Differential Effects of Parasympathetic Blockade and Parasympathetic Withdrawal on Heart Rate Variability. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1999;10(9):1192-9. doi: 10.1111/j.1540-8167.1999.tb00295.x.
7. Dekker JM, Crow RS, Folsom AR, Hannan PJ, Liao D, Swenne CA, et al. Low Heart Rate Variability in a 2-minute Rhythm Strip Predicts Risk of Coronary Heart Disease and Mortality from Several Causes: The ARIC Study. *Atherosclerosis Risk In Communities.* *Circulation.* 2000;102(11):1239-44. doi: 10.1161/01.cir.102.11.1239.
8. Tian Y, Huang C, He Z, Hong P, Zhao J. Autonomic Function Responses to Training: Correlation with Body Composition Changes. *Physiol Behav.* 2015;151:308-13. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.07.038.
9. Eyre EL, Duncan MJ, Birch SL, Fisher JP. The Influence of Age and Weight Status on Cardiac Autonomic Control in Healthy Children: A Review. *Auton Neurosci.* 2014;186:8-21. doi: 10.1016/j.autneu.2014.09.019.
10. Millis RM, Austin RE, Hatcher MD, Bond V, Faruque MU, Goring KL, et al. Association of Body Fat Percentage and Heart Rate Variability Measures of Sympathovagal Balance. *Life Sci.* 2010;86(5-6):153-7. doi: 10.1016/j.lfs.2009.11.018.
11. Flatt AA, Allen JR, Keith CM, Martinez MW, Esco MR. Season-Long Heart-Rate Variability Tracking Reveals Autonomic Imbalance in American College Football Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2021;16(12):1834-43. doi: 10.1123/ijsp.2020-0801.
12. Punjabi P, Mathur P, Gupta RC, Mathur I, Thanvi J, Gupta D, et al. Autonomic Dysfunction in Asian Indian T2DM Patients is Related to Body Fat Content Instead of Insulin Resistance: A DEXA Study. *J. Basic Appl. Sci.* 2014;10:212-9. doi: 10.6000/1927-5129.2014.10.29.
13. Shah RV, Murthy VL, Abbasi SA, Blankstein R, Kwong RY, Goldfine AB, et al. Visceral Adiposity and the Risk of Metabolic Syndrome Across Body Mass Index: The MESA Study. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7(12):1221-35. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.07.017.
14. Windham BG, Fumagalli S, Ble A, Sollers JJ, Thayer JF, Najjar SS, et al. The Relationship Between Heart Rate Variability and Adiposity Differs for Central and Overall Adiposity. *J Obes.* 2012;2012:149516. doi: 10.1155/2012/149516.
15. Yi SH, Lee K, Shin DG, Kim JS, Kim HC. Differential Association of Adiposity Measures with Heart Rate Variability Measures in Koreans. *Yonsei Med J.* 2013;54(1):55-61. doi: 10.3349/ymj.2013.54.1.55.
16. Triggiani AI, Valenzano A, Trimigno V, Di Palma A, Moscatelli F, Cibelli G, et al. Heart Rate Variability Reduction is Related to a High Amount of Visceral Adiposity in Healthy Young Women. *PLoS One.* 2019;14(9):e0223058. doi: 10.1371/journal.pone.0223058.
17. Nagai M, Komiya H, Mori Y, Ohta T, Kasahara Y, Ikeda Y. Estimating Visceral Fat Area by Multifrequency Bioelectrical Impedance. *Diabetes Care.* 2010;33(5):1077-9. doi: 10.2337/dc09-1099.
18. Wolfe RR. The Underappreciated Role of Muscle in Health and Disease. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(3):475-82. doi: 10.1093/ajcn/84.3.475.
19. Shida T, Akiyama K, Oh S, Sawai A, Isobe T, Okamoto Y, et al. Skeletal Muscle Mass to Visceral Fat Area Ratio is an Important Determinant Affecting Hepatic Conditions of Non-alcoholic Fatty Liver Disease. *J Gastroenterol.* 2018;53(4):535-47. doi: 10.1007/s00535-017-1377-3.
20. Ramírez-Vélez R, Carrillo HA, Correa-Bautista JE, Schmidt-RioValle J, González-Jiménez E, Correa-Rodríguez M, et al. Fat-to-Muscle Ratio: A New Anthropometric Indicator as a Screening Tool for Metabolic Syndrome in Young Colombian People. *Nutrients.* 2018;10(8):1027. doi: 10.3390/nu10081027.
21. Christiani M, Grosicki GJ, Flatt AA. Cardiac-autonomic and Hemodynamic Responses to a Hypertonic, Sugar-sweetened Sports Beverage in Physically Active Men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2021;46(10):1189-95. doi: 10.1139/apnm-2021-0138.
22. Heiss CJ, Gara N, Novotny D, Heberle H, Morgan L, Stufflebeam J, et al. Effect of a 1 Liter Fluid Load on Body Composition Measured by Air Displacement Plethysmography and Bioelectrical Impedance. *J. Exerc. Physiol. Online.* 2009;12(2):1-8.
23. Sukkriang N, Chanprasertpinoy W, Wattanapisit A, Punsawad C, Thamrongrat N, Sangpoom S. Correlation of Body Visceral Fat Rating with Serum Lipid Profile and Fasting Blood Sugar in Obese Adults Using a Noninvasive Machine. *Heliyon.* 2021;7(2):e06264. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06264.
24. Xu Z, Liu Y, Yan C, Yang R, Xu L, Guo Z, et al. Measurement of Visceral Fat and Abdominal Obesity by Single-frequency Bioelectrical Impedance and CT: A Cross-sectional Study. *BMJ Open.* 2021;11(10):e048221. doi: 10.1136/bmjopen-2020-048221.
25. Omura-Ohata Y, Son C, Makino H, Koezuka R, Tochiya M, Tamanaha T, et al. Efficacy of Visceral Fat Estimation by Dual Bioelectrical Impedance Analysis in Detecting Cardiovascular Risk Factors in Patients with Type 2 Diabetes. *Cardiovasc Diabetol.* 2019;18(1):137. doi: 10.1186/s12933-019-0941-y.
26. Ramírez-Vélez R, Garcia-Hermoso A, Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Quino-Ávila AC, Rubio-Barreto CM, et al. Muscle Mass to Visceral Fat Ratio is an Important Predictor of the Metabolic Syndrome in College Students. *Br J Nutr.* 2019;121(3):330-9. doi: 10.1017/S0007114518003392.
27. Alalyan MJ, Alkahtani SA, Habib SS, Flatt AA. Suitability of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability in Military Trainees. *Healthcare (Basel).* 2020;8(4):409. doi: 10.3390/healthcare8040409.
28. Chintala KK, Krishna BH, Mallikarjuna RN. Heart Rate Variability in Overweight Health Care Students: Correlation with Visceral Fat. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(1):6-8. doi: 10.7860/JCDR/2015/12145.5434.
29. Triggiani AI, Valenzano A, Trimigno V, Di Palma A, Moscatelli F, Cibelli G, et al. Heart Rate Variability Reduction is Related to a High Amount of Visceral Adiposity in Healthy Young Women. *PLoS One.* 2019;14(9):e0223058. doi: 10.1371/journal.pone.0223058.
30. Grassi G, Dell'Oro R, Facchini A, Quarti Trevano F, Bolla GB, Mancia G. Effect of Central and Peripheral Body Fat Distribution on Sympathetic and Baroreflex Function in Obese Normotensives. *J Hypertens.* 2004;22(12):2363-9. doi: 10.1097/00004872-200412000-00019.
31. Liao D, Sloan RP, Cascio WE, Folsom AR, Liese AD, Evans GW, et al. Multiple Metabolic Syndrome is Associated with Lower Heart Rate Variability. The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Diabetes Care.* 1998;21(12):2116-22. doi: 10.2337/diacare.21.12.2116.

32. Wu T, Dorn JP, Donahue RP, Sempos CT, Trevisan M. Associations of Serum C-Reactive Protein with Fasting Insulin, Glucose, and Glycosylated Hemoglobin: The Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am J Epidemiol.* 2002;155(1):65-71. doi: 10.1093/aje/155.1.65.
33. Fontana L, Eagon JC, Trujillo ME, Scherer PE, Klein S. Visceral Fat Adipokine Secretion is Associated with Systemic Inflammation in Obese Humans. *Diabetes.* 2007;56(4):1010-3. doi: 10.2337/db06-1656.
34. Smith MM, Minson CT. Obesity and Adipokines: Effects on Sympathetic Overactivity. *J Physiol.* 2012;590(8):1787-801. doi: 10.1113/jphysiol.2011.221036.
35. Sajadieh A, Nielsen OW, Rasmussen V, Hein HO, Abedini S, Hansen JF. Increased Heart Rate and Reduced Heart-rate Variability are Associated with Subclinical Inflammation in Middle-aged and Elderly Subjects with No Apparent Heart Disease. *Eur Heart J.* 2004;25(5):363-70. doi: 10.1016/j.ehj.2003.12.003.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons