

Avaliação das Dimensões da Aorta Torácica ao Ecocardiograma Transtorácico Bidimensional: Correlação com Fatores de Risco Cardiovasculares

Transthoracic Echocardiographic Assessment of Thoracic Aorta: Correlation with Cardiovascular Risk Factors

Alexandre Sartori Barbosa, Ana Cristina Camarozano, Daniela de Castro Carmo, Daniane Rafael, Jerônimo Antonio Fortunato, Rubens Zenóbio Darwich, Liz Andréa Villela Baroncini

Hospital da Cruz Vermelha; Instituto Saber e Aprender, Curitiba, Paraná – Brasil

Resumo

Fundamentos: As dimensões da aorta torácica têm tido fraca correlação com fatores de risco cardiovasculares, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus (DM) e doença arterial coronariana (DAC).

Objetivos: Correlacionar o diâmetro da aorta torácica avaliado pelo ecocardiograma transtorácico (ETT) com HAS, DM, dislipidemia, DAC, tabagismo, idade, sexo, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC) e superfície corporal (SC), além de uso contínuo de medicamentos com ação protetora cardiovascular.

Métodos: Estudo observacional, transversal e retrospectivo. Foram selecionados 203 indivíduos ($62,1 \pm 15,3$ anos; 57,1% do sexo feminino) que realizaram ETT com a avaliação da aorta torácica em 6 sítios: (1) anel valvar aórtico; (2) seio de Valsalva; (3) junção sino tubular; (4) aorta proximal ascendente; (5) arco aórtico e (6) aorta descendente.

Resultados: Idade ($p < 0,05$), sexo masculino ($p < 0,001$), peso ($p < 0,001$), altura ($p < 0,05$) e SC ($p < 0,001$) foram associados a maiores diâmetros da aorta torácica em todos os sítios de avaliação. A análise multivariada identificou que idade, sexo masculino e SC, conjuntamente, explicam a variação dos diâmetros no anel aórtico em 17,3%, no seio de Valsalva, em 30,7%, na junção sino tubular em 17,7%, na ascendente proximal em 21,9%, no arco aórtico em 19,8% e na aorta descendente em 21,4%. Não houve associação entre os diâmetros da aorta e os fatores de risco avaliados e uso contínuo de betabloqueadores, inibidores da enzima conversora de angiotensina ou bloqueadores dos receptores da angiotensina.

Conclusões: Idade, sexo masculino e superfície corpórea se correlacionaram positiva e significativamente com os diâmetros da aorta torácica. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2018;31(3):191-197)

Palavras-chave: Aorta Torácica; Dilatação Patológica; Ecocardiografia; Fatores de Risco; Uso de Medicamentos.

Abstract

Background: Thoracic aorta dimensions have been poorly correlated with cardiovascular risk factors such as systemic arterial hypertension (SAH), diabetes mellitus (DM) and coronary artery disease (CAD).

Objectives: To correlate the thoracic aorta diameter assessed by transthoracic echocardiography (TTE) with SAH, DM, dyslipidemia, CAD, smoking, age, gender, weight, height, body mass index (BMI) and body surface area (BSA) and continuous use of drugs with cardiovascular protective action.

Methods: Observational, cross-sectional and retrospective study. The study included 203 individuals (62.1 ± 15.3 years of age; 57.1% female) who underwent TTE with thoracic aorta evaluation at 6 sites: (1) aortic valve annulus; (2) sinus of Valsalva; (3) sinotubular junction; (4) ascending proximal aorta; (5) aortic arch and (6) descending aorta.

Results: Age ($p < 0.05$), male gender ($p < 0.001$), weight ($p < 0.001$), height ($p < 0.05$), and BSA ($p < 0.001$) were associated with greater thoracic aorta diameters at all sites evaluated. Multivariate analysis identified that age, male gender and BSA, together, explain the variation of aortic annulus diameters in 17.3%, in the sinus of Valsalva in 30.7%, in the sinotubular junction in 17.7%, in the proximal ascending aorta in 21.9%, in the aortic arch in 19.8% and in the descending aorta in 21.4%. There was no association between aortic diameters and the risk factors assessed and continuous use of beta-blockers, angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin receptor blockers.

Conclusions: Age, male gender and body surface area correlated positively and significantly with the thoracic aorta diameters. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2018;31(3):191-197)

Keywords: Aorta, Thoracic; Dilatation, Pathologic; Echocardiography; Risk Factor; Drug Utilization.

Full texts in English - <http://departamentos.cardiol.br/dic/publicacoes/revistadic/>

Correspondência: Liz Andréa Villela Baroncini •

Hospital da Cruz Vermelha – Cruz Vermelha Brasileira - Filial do Estado do Paraná
Av. Vicente Machado, 1310. CEP 80420-011, Batel, Curitiba, PR – Brasil
Email: lizandreabaroncini@hotmail.com

Artigo recebido em 28/01/2018; revisado em 26/02/2018; aceito em 10/04/2018

DOI: 10.5935/2318-8219.20180028

Introdução

A avaliação minuciosa das propriedades biofísicas da aorta pode inferir muito sobre a fisiopatologia da mesma, proporcionando informações de prognóstico, inclusive com implicações clínicas, tanto em estados de doença quanto para a população em geral.¹⁻³ O diâmetro normal da aorta ascendente é definido como $< 2,1$ cm/m², da aorta descendente como $< 1,6$ cm/m² e da artéria aorta abdominal como sendo inferior a 3,0 cm.

Sabe-se que alguns fatores estão associados às dimensões da aorta tanto torácica quanto abdominal, como idade, área de superfície corporal⁴ e pressão intra-arterial.³ Mao et al.,⁵ encontraram uma associação linear significativa entre idade, sexo masculino e diâmetro da aorta torácica em medições tomográficas e de hemodinâmica. Também já foram observadas associações diretas das dimensões da raiz da aorta com pressões arteriais diastólicas e associações inversas com pulso e pressão arterial sistólica.⁶

Wolak et al.⁷ conseguiram correlacionar idade, área de superfície corporal, sexo masculino e hipertensão sistêmica com as dimensões da aorta torácica através da tomografia computadorizada. Entretanto, neste estudo, o diabetes esteve associado apenas ao aumento do diâmetro da aorta ascendente e o tabagismo ao aumento do diâmetro da aorta descendente. Da mesma maneira, a presença de placas ateroscleróticas na aorta estava fracamente associada à dilatação distal da mesma, sugerindo que a aterosclerose desempenha um papel menor na dilatação da aorta na população.

Agmon et al.,⁸ em artigo de medidas ecocardiográficas, evidenciaram que a dilatação da aorta esteve fracamente associada a fatores de risco cardiovasculares, aterosclerose e placas ateroscleróticas. Algumas opções de tratamento medicamentoso para aneurisma de aorta, como, por exemplo, inibidores da enzima conversora da angiotensina (IECA), bloqueadores dos receptores da angiotensina (BRA), betabloqueadores ou estatinas mostraram resultados conflitantes, provavelmente por causa dos múltiplos fatores de formação do aneurisma.⁹ Desta forma, não está claro qual a relação entre medidas ecocardiográficas da aorta torácica e fatores de risco cardiovasculares, bem como com o uso de medicamentos cardioprotetores.

Diante do exposto acima, o objetivo do presente estudo foi avaliar a correlação entre os diâmetros da aorta torácica avaliados pelo ETT com variáveis antropométricas (sexo, idade, peso, altura, índice de massa corpórea [IMC] e superfície corporal), fatores de risco cardiovasculares tradicionais, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus (DM), doença arterial coronariana (DAC), tabagismo e dislipidemia e também ao uso contínuo de medicações com ação protetora cardiovascular, como IECA, BRA, bloqueadores do canal de cálcio e betabloqueadores.

Métodos

Estudo observacional, transversal e retrospectivo. Foram selecionados 230 pacientes que realizaram ecocardiograma transtorácico em um hospital público de referência durante o ano de 2016. Os indivíduos deveriam

possuir prontuários eletrônicos constando os laudos de ecocardiograma bidimensional com diâmetros da aorta torácica, seguindo os critérios do guideline de Lang et al.,³ nos seguintes locais: (1) anel valvar aórtico; (2) o diâmetro máximo do seio de valsalva; (3) junção sinotubular (usualmente uma transição demarcada entre os seios de Valsalva e porção tubular da aorta ascendente); (4) diâmetro máximo da aorta proximal ascendente medida a uma distância de 4 cm da junção sinotubular; (5) arco aórtico (segmento compreendido entre o tronco braquicéfálico e a origem da artéria subclávia esquerda) e (6) aorta descendente (medido em paralelo e na altura da raiz aórtica em ângulo de 90 graus com a parede da artéria). Também foram coletadas informações dos prontuários eletrônicos referentes à idade, sexo, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC), superfície corpórea (SC), a presença de fatores de risco cardiovasculares (HAS, DM, DAC, tabagismo e dislipidemia) e uso de medicamentos como betabloqueadores, IECA, BRA, diuréticos e bloqueadores do canal de cálcio. O IMC e a área de superfície corporal (SC) foram calculados utilizando o método Mosteller. Os diagnósticos da HAS, DM, dislipidemia e tabagismo constavam dos prontuários dos pacientes. A presença de DAC foi confirmada por dados de prontuário médico incluindo: infarto do miocárdio não fatal e revascularização miocárdica cirúrgica ou percutânea. Os dados foram anotados, junto com as medidas da aorta, no protocolo em anexo. Os seguintes equipamentos de ecocardiografia foram utilizados: IE33 (Phillips), Envisor (Phillips) e Vivid e (GE), todos com *software* de imagem harmônica habilitados. Os exames foram realizados por três ecocardiografistas experientes e com certificado de habilitação em ecocardiografia pelo Departamento de Imagem Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia (DIC/SBC). Os critérios de exclusão adotados foram: pacientes com idade inferior a 15 anos, janela acústica não satisfatória para a obtenção de todas as medidas da aorta torácica, presença de regurgitação valvar aórtica moderada a importante e cirurgia prévia de troca valvar aórtica. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local.

Análise Estatística

Os dados de variáveis quantitativas foram descritos por médias e desvios padrões. Para variáveis qualitativas foram apresentadas frequências e percentuais. A associação entre duas variáveis quantitativas foi avaliada estimando-se o coeficiente de correlação de Pearson. Para a comparação de dois grupos definidos pelo sexo ou pela presença ou não de fatores de risco cardiovasculares, em relação a variáveis quantitativas, foi usado o teste t de Student para amostras independentes. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a análise multivariada foram ajustados modelos de Regressão Linear Múltipla para os diâmetros aórticos, incluindo-se idade, sexo e superfície corpórea como variáveis explicativas. Os parâmetros estimados para idade e superfície corpórea indicam a mudança no diâmetro aórtico (em cm) por unidade de mudança nessas variáveis. O parâmetro estimado para sexo corresponde à mudança no diâmetro aórtico se o paciente for do sexo masculino. Para cada modelo foi apresentado o coeficiente de determinação R² o qual expressa o percentual da variabilidade do diâmetro aórtico,

que é explicada pelas variações em idade, sexo e superfície corpórea. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.

Resultados

Um total de 27 pacientes foram excluídos (11,7% da amostra) devido a dificuldades técnicas na obtenção das medidas de aorta torácica, janelas acústicas ruins, cirurgia prévia de troca valvar aórtica, ou, ainda, por apresentar refluxo aórtico moderado a importante. Da amostra final ($n = 203$), 116 (57,1%) pacientes eram do sexo feminino com idade média de $62,1 \pm 15,3$ anos. Quanto a presença de fatores de risco, houve um predomínio de HAS em 147 indivíduos (72,4%) e dislipidemia em 78 indivíduos (38,4%). O uso contínuo de betabloqueadores foi encontrado em 103 indivíduos (50,7%) e o uso contínuo de IECA ou BRA em 139 (68,5%). As demais medicações catalogadas eram usadas por poucos pacientes não atingindo um N significativo para análise estatística (apenas 6 pacientes utilizavam bloqueadores dos canais de cálcio). As características descritivas da população estudada bem como os valores da aorta torácica encontrados estão dispostas na Tabela 1 e 2 e Figura 1.

Análise univariada

As variáveis idade ($p < 0,05$), sexo masculino ($p < 0,001$), peso ($p < 0,001$), altura ($p < 0,05$) e superfície corpórea ($p < 0,001$) se associaram positiva e significativamente a maiores diâmetros da aorta pelo ETT em todos os sítios de avaliação (Tabelas 3 e 4; Figuras 2 e 3). Valores maiores de IMC corresponderam também a maiores diâmetros de aorta em todos os sítios ($p < 0,05$), exceto no seio de valsalva ($p = 0,297$) e na junção sino tubular ($p = 0,169$). A presença de HAS e o uso de betabloqueadores apresentaram relação estatisticamente significativa com o diâmetro da aorta somente na aferição do arco aórtico ($p = 0,028$) e da aorta descendente ($p = 0,027$), respectivamente. Não houve associação entre o diâmetro da aorta e outras variáveis como DM, DAC, dislipidemia, tabagismo e uso de IECA/BRA.

Tabela 1 – Variáveis demográficas, clínicas e ecocardiográficas (N = 203)

Variável	Resultado (média $\pm$ dp)
Idade (anos)	62,1 $\pm$ 15,3
Sexo feminino (N%)	116/57,1
Peso (kg)	76,9 $\pm$ 16,6
Altura (m)	1,64 $\pm$ 0,1
Superfície corpórea (m ²)	1,83 $\pm$ 0,21
IMC (kg/m ²)	28,5 $\pm$ 5,9
HAS (N%)	147/72,4
Dislipidemia (N%)	78/38,4
Tabagismo (N%)	66/32,5
Diabetes (N%)	51/25,1
DAC (N%)	44/21,7

Tabela 2 – Dimensões da aorta torácica nos sítios de aferição na população estudada

Medidas ecocardiográficas da aorta (cm)	Média $\pm$ desvio padrão
Anel aórtico	2,55 $\pm$ 0,35
Seio de valsalva	3,37 $\pm$ 0,42
Junção sino tubular	3,10 $\pm$ 0,42
Ascendente proximal	3,39 $\pm$ 0,52
Arco aórtico	2,43 $\pm$ 0,39
Descendente	2,10 $\pm$ 0,29

Análise multivariada

Foi encontrado que idade, sexo masculino e superfície corpórea, conjuntamente, explicam a variação dos diâmetros no anel aórtico em 17,3%, no seio de valsalva, em 30,7%, na junção sino tubular em 17,7%, na ascendente proximal em 21,9%, no arco aórtico em 19,8% e na aorta descendente em 21,4%.

Discussão

No presente estudo encontramos uma amostra muito heterogênea com relação a idade, peso, altura e superfície corpórea. Estas características contribuíram para fazermos ampla análise, já que estudos anteriores sugeriam correlação do diâmetro da aorta com estas variáveis. Nesta amostra, porém, foi encontrado um viés de seleção, devido ao fato dos pacientes selecionados, provindos da rede pública de saúde, serem encaminhados, em sua maioria, ao ambulatório de ecocardiografia, para investigar doença ou condição pré-existente. Isto colaborou para o alto índice de doenças e fatores de risco encontrados na amostra, onde 72,4% tinham hipertensão arterial sistêmica, 25,1% diabetes mellitus, 21,7% doença arterial coronariana, 32,5% história de tabagismo e 38,4% dislipidemia. O mesmo viés influenciou para encontrarmos uma alta taxa de uso de medicações como IECA ou BRA e betabloqueadores. O fato de termos uma amostra com alto índice de doenças, fatores de risco e uso de medicações, porém, corroborou com a proposta do estudo de correlacionar estas variáveis com os diâmetros da aorta torácica.

A ecocardiografia transtorácica tornou-se o método de imagem mais utilizado para a avaliação da doença cardiovascular e possui relevância clínica para o diagnóstico e seguimento das doenças da aorta.¹⁰ Muitos dos valores estimados para as dimensões normais da raiz aórtica considerando a idade e superfície corporal bem como a prevalência e significância prognóstica da dilatação aórtica em adultos vieram da ecocardiografia transtorácica.¹¹

A literatura apresentada mostra que as dimensões da aorta são influenciadas pela idade, sexo, altura, peso e área de superfície corporal.^{3,6,12-16} Os achados deste estudo corroboram com a literatura neste aspecto, já que foi encontrada relação direta entre o diâmetro de todos os segmentos da aorta torácica (anel aórtico, seio de valsalva, junção sino tubular, ascendente proximal, arco aórtico e descendente) e idade, sexo masculino, peso, altura e superfície

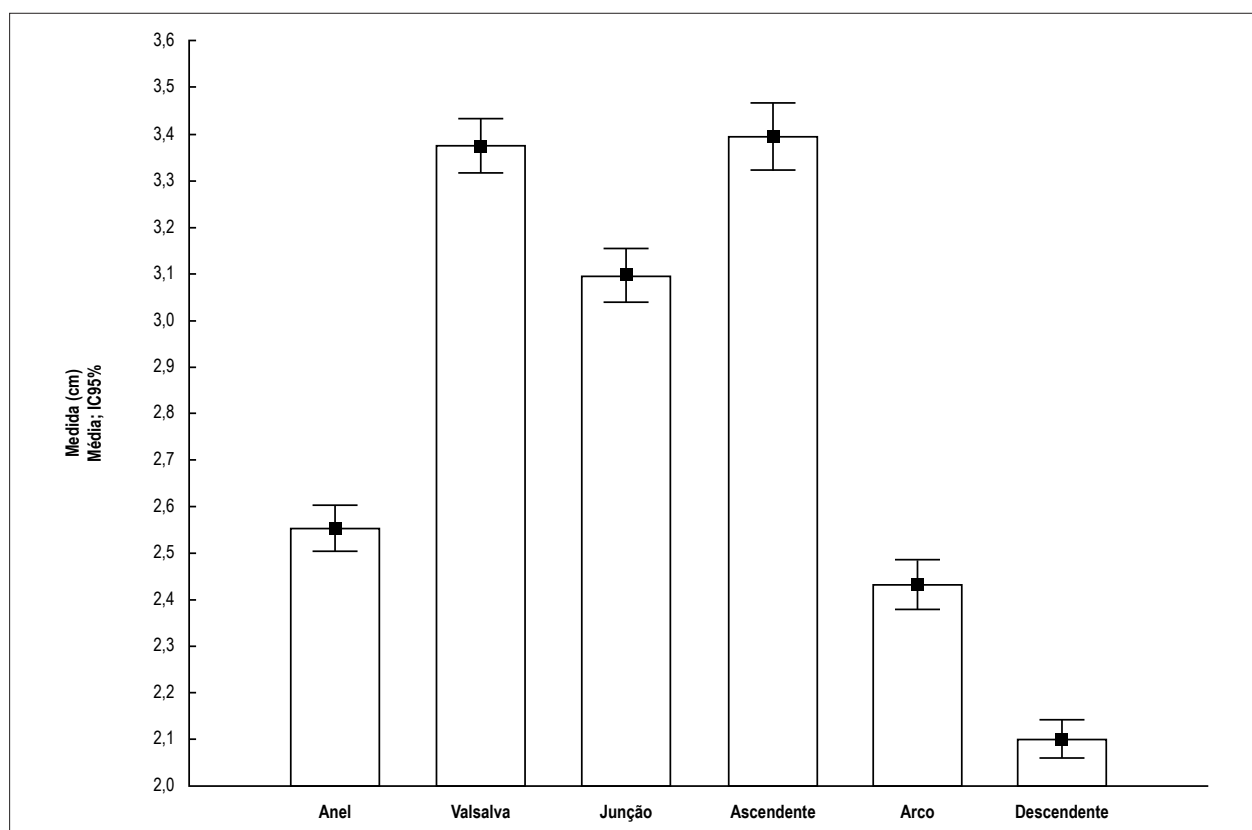


Figura 1 – Médias e intervalos de confiança dos diâmetros ecocardiográficos da aorta em cada sítio de aferição.

Tabela 3 – Diâmetro da aorta nos seis sítios, estratificados por sexo

Sexo	ANA	SV	JST	AAP	AA	AD
M	2,68 ± 0,4 p < 0,001	3,61 ± 0,4 p < 0,001	3,26 ± 0,4 p < 0,001	3,59 ± 0,6 p < 0,001	2,55 ± 0,4 p < 0,001	2,19 ± 0,3 p < 0,001
F	2,46 ± 0,4 p < 0,001	3,20 ± 0,3 p < 0,001	2,97 ± 0,4 p < 0,001	3,25 ± 0,4 p < 0,001	2,34 ± 0,3 p < 0,001	2,03 ± 0,3 p < 0,001

Resultados expressos em cm por média ± desvio padrão. Teste t de Student para amostras independentes, $p < 0,05$. M: masculino; F: feminino; ANA: anel aórtico; SV: seio de Valsalva; JST: junção sinotubular; AAP: aorta ascendente proximal; AA: arco aórtico; AD: aorta descendente.

corpórea. Entretanto, esperava-se encontrar uma associação significativa dos diâmetros aórticos com a presença de HAS, uma vez que é considerado o fator de risco mais prevalente para a dissecção aguda da aorta.¹⁷

No presente estudo, a presença de HAS mostrou relação independente apenas com as medidas bidimensionais do arco aórtico. Este achado, embora significativo para este segmento, mostra que seu papel como fator de risco maior para a dilatação da aorta torácica é questionável, o que está de acordo com os achados de outros estudos.^{8,18,19} Entretanto, vale ressaltar que a grande prevalência de hipertensão na população estudada, sem a presença de um grupo controle similar de indivíduos não hipertensos, e a falta de informação com relação ao controle adequado ou não da pressão, não permite uma avaliação precisa da sua influência sobre os diâmetros da

aorta torácica. Além do mais, um estudo prospectivo que comparasse a progressão das dimensões da aorta torácica entre indivíduos hipertensos com e sem medicação seria antiético. Em um estudo avaliando as dimensões da aorta torácica através do ecocardiograma tridimensional e da tomografia computadorizada sem contraste entre pacientes masculinos hipertensos e não hipertensos, foi encontrada uma influência significativa da presença de hipertensão nos seus diâmetros independentemente da idade. Os autores concluíram que a presença de hipertensão produz um aumento equivalente a 2 a 7 anos de idade em cada indivíduo hipertenso.²⁰ No presente estudo, a pequena prevalência de indivíduos não hipertensos não permitiu um resultado estatístico significativo entre os dois grupos, permanecendo o fator idade como o maior influenciador das dimensões aórticas.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação (r) entre os diâmetros aórticos e as variáveis idade, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC) e superfície corpórea (SC)

	ANA	SV	JST	AAP	AA	AD
Idade	r = 0,15 p = 0,038	r = 0,18 p = 0,009	r = 0,16 p = 0,022	r = 0,26 p < 0,001	r = 0,26 p < 0,001	r = 0,27 p < 0,001
Peso	r = 0,32 p < 0,001	r = 0,31 p < 0,001	r = 0,27 p < 0,001	r = 0,31 p < 0,001	r = 0,33 p < 0,001	r = 0,33 p < 0,001
Altura	r = 0,24 p = 0,001	r = 0,40 p < 0,001	r = 0,29 p < 0,001	r = 0,23 p < 0,001	r = 0,17 p < 0,001	r = 0,22 p < 0,001
IMC	r = 0,18 p = 0,009	r = 0,07 p = 0,297	r = 0,10 p = 0,169	r = 0,18 p = 0,012	r = 0,22 p = 0,001	r = 0,20 p = 0,005
SC	r = 0,37 p < 0,001	r = 0,43 p < 0,001	r = 0,34 p < 0,001	r = 0,35 p < 0,001	r = 0,34 p < 0,001	r = 0,36 p < 0,001

ANA: anel aórtico; SV: seio de Valsalva; JST: junção sinotubular; AAP: aorta ascendente proximal; AA: arco aórtico; AD: aorta descendente.

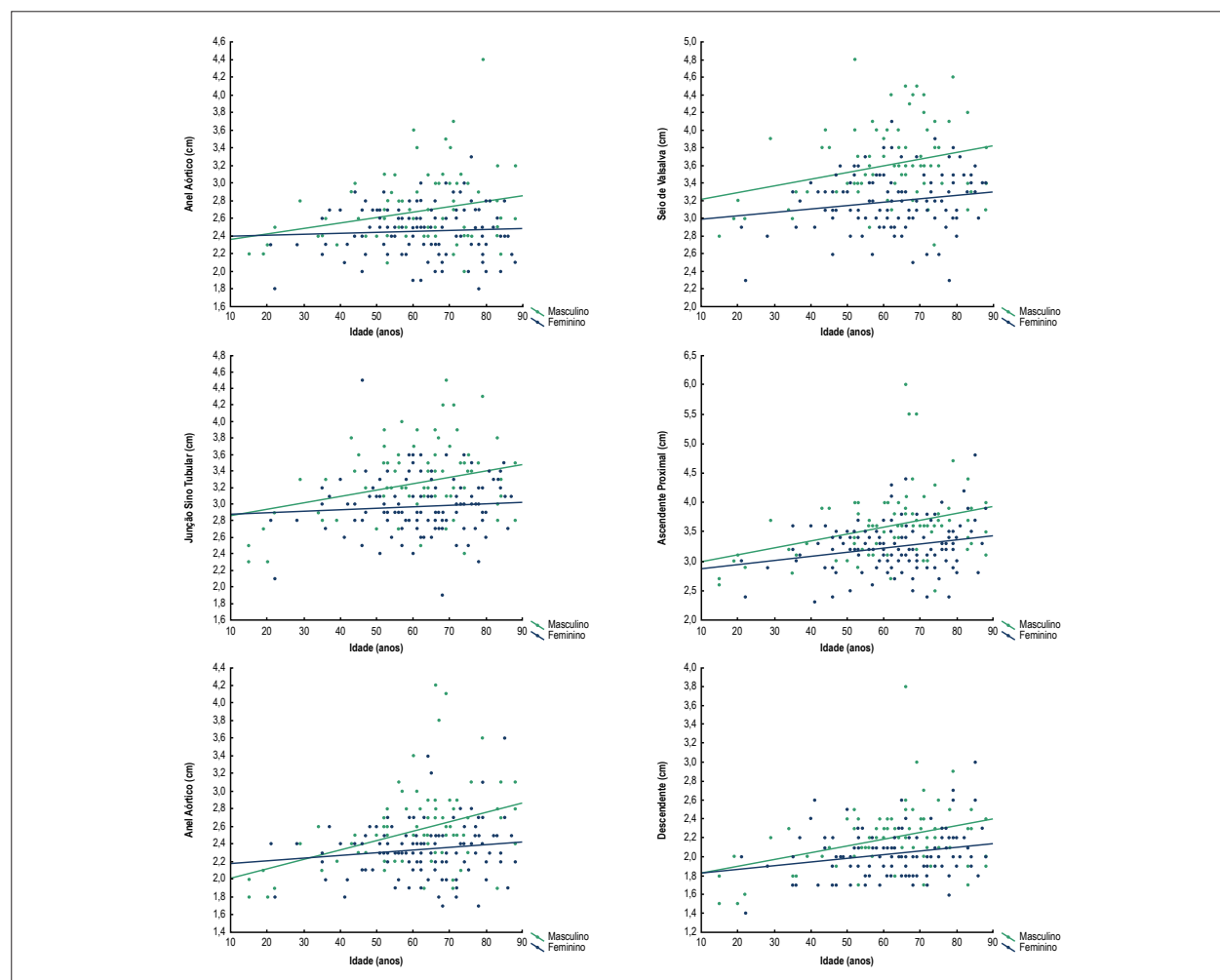


Figura 2 – Diagramas de dispersão correspondentes às dimensões aórticas em função de idade, de acordo com o sexo.

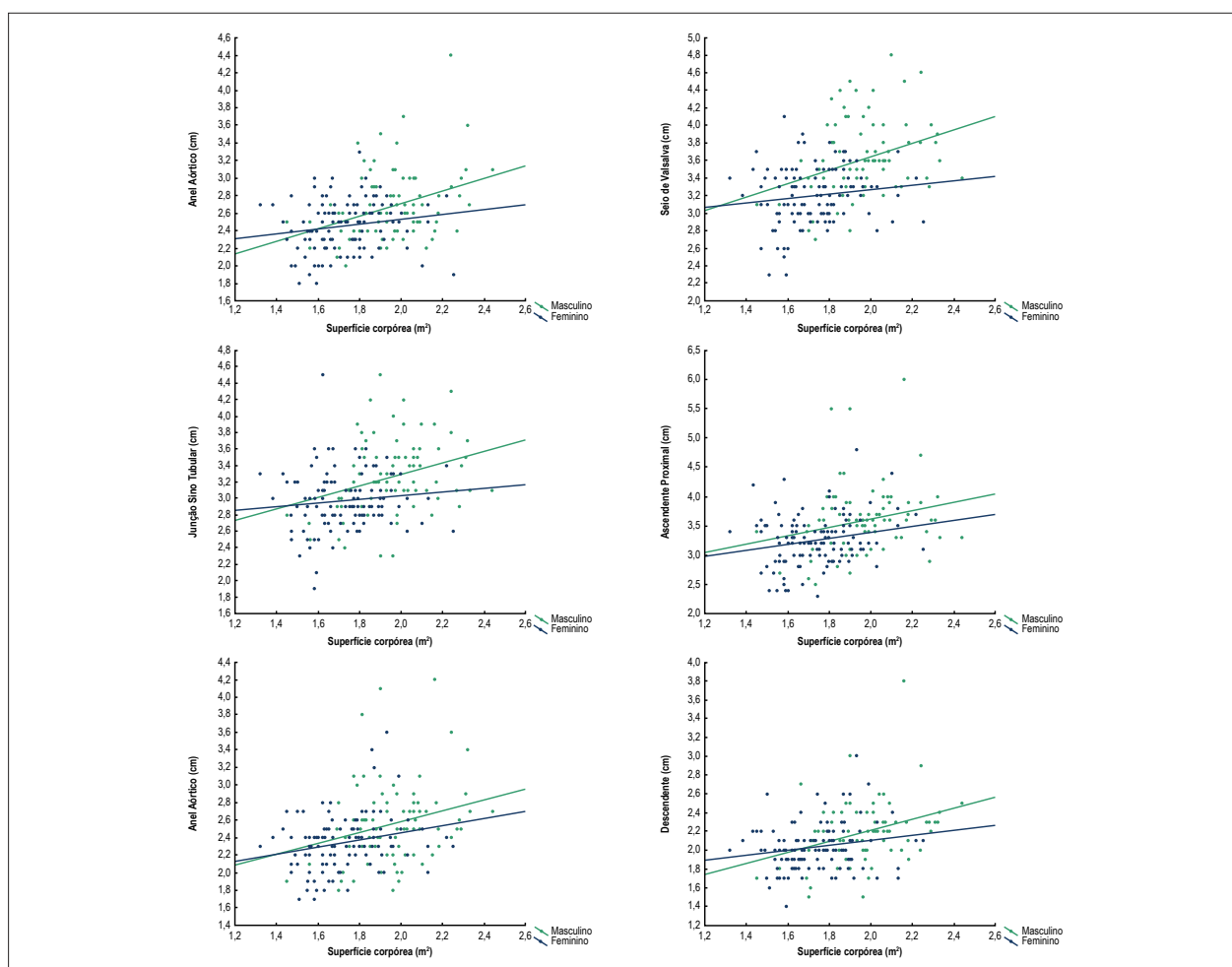


Figura 3 – Diagramas de dispersão correspondentes às dimensões aórticas em função de superfície corpórea, de acordo com o sexo.

Da mesma maneira, esperava-se a influência dos demais fatores de risco para aterosclerose nas dimensões da aorta torácica, o que não ocorreu no presente estudo, assim como no estudo de Agmon et al.⁸ Alguns estudos encontraram uma correlação entre tabagismo, diabetes e hipertensão arterial com o aumento do diâmetro da aorta.^{7,8,13-14,21} Também encontraram fraca associação, por inferência estatística, entre fatores de risco cardiovasculares, aterosclerose e dilatação aórtica.^{7,8,13,22}

O papel da pressão arterial elevada, tabagismo, diabetes e aterosclerose como fatores de risco para dilatação da aorta torácica não é claro. A presença destas doenças, bem como a presença de fatores de risco cardiovasculares, não obteve nenhuma correlação significativa com os diâmetros da aorta torácica encontrados no presente estudo.

Outro trabalho apresentado não havia encontrado correlação entre diâmetros da aorta e tratamento medicamentoso com IECA, BRA ou betabloqueadores.⁹ O uso contínuo de betabloqueadores, IECA ou BRA também

não obteve correlação significativa com os diâmetros aórticos encontrados na população estudada. Estes achados, entretanto, não dispensam o uso destas medicações as quais são altamente recomendadas para o controle da doença aórtica,²³⁻²⁴ assim como fazem parte do arsenal utilizado para o tratamento de doenças cardiovasculares. Assim sendo, um estudo capaz de avaliar o uso de cada medicação e sua influência independente sobre os diâmetros da aorta torácica seria praticamente impossível, uma vez que a maioria dos fatores de risco e seu tratamento ocorrem de modo concomitante e aditivo.

Conclusão

Este estudo permitiu concluir os diâmetros da aorta torácica avaliados pelo ecocardiograma transtorácico se correlacionaram significativamente com idade, sexo masculino e superfície corporal. Fatores de risco tradicionais como HAS, diabetes, tabagismo e DAC não influenciaram nas medidas encontradas.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Barbosa AS, Camarozano AC, Carmo DC, Rafael D, Fortunato JA, Darwich RZ, Baroncini LAV; Obtenção de dados: Barbosa AS, Camarozano AC, Carmo DC, Rafael D, Fortunato JA, Darwich RZ, Baroncini LAV; Análise e interpretação dos dados: Barbosa AS, Camarozano AC, Baroncini LAV; Análise estatística: Barbosa AS, Baroncini LAV; Redação do manuscrito: Barbosa AS, Camarozano AC, Baroncini LAV; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Barbosa AS, Camarozano AC, Carmo DC, Rafael D, Fortunato JA, Darwich RZ, Baroncini LAV.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

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

Referências

1. Vriz O, Driussi C, Bettio M, Ferrara F, D'Andrea A, Bossone E. Aortic root dimensions and stiffness in healthy subjects. *Am J Cardiol*. 2013;112(8):1224-9.
2. Erbel R, Alfonso F, Boileau C, Dirsch O, Eber B, Haverich A, et al. Diagnosis and management of aortic dissection. *Eur Heart J*. 2001;22(18):1642-81.
3. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14.
4. Roman MJ, Devereux RB, Kramer-Fox R, O'Loughlin J. Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults. *Am J Cardiol*. 1989;64(8):507-12.
5. Mao SS, Ahmadi N, Shah B, Bechmann D, Chen A, Ngo L, et al. Normal thoracic aorta diameter on cardiac computed tomography in healthy asymptomatic adults: impact of age and gender. *Acad Radiol*. 2008;15(7):827-34.
6. Vasan RS, Larson MG, Levy D. Determinants of echocardiographic aortic root size. The Framingham Heart Study. *Circulation*. 1995;91(3):734-40.
7. Wolak A, Gransar H, Thomson LE, Friedman JD, Hachamovitch R, Guststein A, et al. Aortic size assessment by noncontrast cardiac computed tomography: normal limits by age, gender, and body surface area. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2008;1(2):200-9.
8. Agmon Y, Khandheria BK, Meissner I, Schwartz GL, Sicks JRD, Fought AJ, et al. Is aortic dilatation an atherosclerosis-related process? Clinical, laboratory, and transesophageal echocardiographic correlates of thoracic aortic dimensions in the population with implications for thoracic aortic aneurysm formation. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(6):1076-83.
9. Danyi P, Elefteriades JA, Jovin IS. Medical therapy of thoracic aortic aneurysms: are we there yet? *Circulation*. 2011;124(13):1469-76.
10. Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, Antonini-Canterin F, Vlachopoulos C, Rocchi G, et al. European Association of Echocardiography; Document Reviewers; Pepi M, Breithardt OA, Plonska-Gosciniak E. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(8):645-58.
11. Goldstein SA, Evangelista A, Abbara S, Arai A, Asch FM, Badano LP, et al. Multimodality imaging of diseases of the thoracic aorta in adults: from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging: endorsed by the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(2):119-82.
12. Friedman GD, Cutter GR, Donahue RP, Hughes GH, Hulley SB, Jacobs DR Jr, et al. CARDIA: study design, recruitment, and some characteristics of the examined subjects. *J Clin Epidemiol*. 1988;41(11):1105-6.
13. Griep RB, Ergin MA, Galla JD, Lansman SL, McCullough JN, Nguyen KH, et al. Natural history of descending thoracic and thoracoabdominal aneurysms. *Ann Thorac Surg*. 1999;67(6):1927-30; discussion 53:108-8.
14. Reed D, Reed C, Stemmermann G, Hayashi T. Are aortic aneurysms caused by atherosclerosis? *Circulation*. 1992;85(1):205-11.
15. Saura D, Dulgheru R, Caballero L, Bernard A, Kou S, Gonjilashvili N, et al. Two-dimensional transthoracic echocardiographic normal reference ranges for proximal aorta dimensions: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging*. 2017;18(2):167-79.
16. Devereux RB, de Simone G, Arnett DK, Best LG, Boerwinkle E, Howard BV, et al. Normal limits in relation to age, body size and gender of two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in persons ≥ 15 years of age. *Am J Cardiol*. 2012;110(6):189-94.
17. Saliba E, Sia Y, In collaboration with Annie Dore, Ismael El Hamamsy. The ascending aortic aneurysm: When to intervene? *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2015;Mar 1:91-100.
18. Ngozi N, Onuh AC, Ibezim E, Ike SO. Aortic diameter and degree of systemic hypertension in South East Nigeria. *Int J Humanities Soc Science*. 2015;5(12):95-8.
19. Rogers IS, Massaro JM, Truong QA, Mahabadi AA, Kriegel ME, Fox CS, et al. Distribution, determinants, and normal reference values of thoracic and abdominal aortic diameters by computed tomography (from the Framingham Heart Study). *Am J Cardiol*. 2013;111(10):1510-6.
20. Craiem D, Chironi G, Casciaro ME, Redheuil A, Mousseaux E, Simon A. Three-dimensional evaluation of thoracic aorta enlargement and unfolding in hypertensive men using non-contrast computed tomography. *J Human Hypertension*. 2013;27(8):504-9.
21. Son MK, Chang SA, Kwak JH, Lim HJ, Park SJ, Choi JO, et al. Comparative measurement of aortic root by transthoracic echocardiography in normal Korean population based on two different guidelines. *Cardiovasc Ultrasound*. 2013; Aug 13;11:28.
22. Jiménez-Trujillo I, González-Pascual M, Jiménez-García R, Hernández-Barrera V, Miguel-Yanes JM, et al. Type 2 diabetes mellitus and thoracic aneurysm and dissection. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(18):e3618.
23. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the Diagnosis and Management of Patients With Thoracic Aortic Disease Representative Members, Hiratzka LF, Creager MA, Isselbacher EM, Svensson LG. 2014 AHA/ACC Guideline for the management of patients with valvular heart disease representative members, Nishimura RA, Bonow RO, Guyton RA, Sundt TM 3rd. Surgery for aortic dilatation in patients with bicuspid aortic valves: a statement of clarification from the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(4):959-66.
24. Pacini D, Murana G, Leone A, Di Marco L, Pantaleo A. The value and limitations of Guidelines, Expert Consensus, and Registries on the management of patients with thoracic aortic disease. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;49(6):413-20.