



# Age and sex and their influence on the anatomy of the abdominal aorta and its branches

## *Sexo e idade e sua influência sobre a anatomia da aorta abdominal e seus ramos*

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior<sup>1</sup> , Flávia Beatriz Araújo de Albuquerque<sup>1</sup> ,  
Fernanda Acatauassú Beckmann<sup>1</sup> , Fernanda Vieira Centeno<sup>1</sup> , Mariseth Carvalho de Andrade<sup>2</sup> ,  
Waldonio de Brito Vieira<sup>2</sup> 

### Abstract

**Background:** It is not clear how patients' age and sex influence the anatomy of the aorta and its branches. **Objectives:** To determine the most frequent anatomical patterns of diameter and angulation of the abdominal aorta and its branches and the influence of patients' sex and age on these patterns. **Methods:** CT scans with intravenous contrast from 157 patients were analyzed. Diameter and angulations of the abdominal aorta and its branches were measured in individuals of both sexes, classified into five age groups: 20 to 30 years, 31 to 40 years, 41 to 50 years, 51 to 60 years, and 61 to 70 years. Eighteen variables were analyzed: 6 arterial origin angles, 9 arterial diameters, rate of diameter enlargement, and patient's sex and age. RadiAnt 4.2.1 DICOM viewer software was used for measurements. **Results:** The total of 157 CT scans were from 69 men and 88 women. There were statistical differences ( $p < 0.05$ ) in the following results: angle of origin and diameter of the superior mesenteric artery; renal artery angle and diameter; diameter of the common iliac arteries, and diameter and rate of diameter enlargement of the aorta in several segments, but not the segment immediately proximal to the celiac trunk. **Conclusions:** The diameters of several aorta segments and of its branches (except the left renal artery) increase progressively with age in both sexes and are larger and have a higher rate of diameter enlargement in men than in women in the same age ranges. Between sexes, the angle of origin of the superior mesenteric artery was larger in men, except between 20 and 30 years, and the angle of origin of the left renal artery was larger in women between 51 and 60 years old.

**Keywords:** aging; remodeling; tomography; anatomy; arteries.

### Resumo

**Contexto:** Não se sabe ao certo como a idade e o sexo do paciente influenciam na anatomia da aorta abdominal e de seus ramos. **Objetivos:** Determinar os padrões anatômicos (diâmetro e angulações) mais frequentes da aorta abdominal e de seus ramos e a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre esses padrões. **Métodos:** Foram avaliadas tomografias computadorizadas de abdome com contraste endovenoso de 157 pacientes. Foram aferidos calibre e angulação de artérias abdominais em indivíduos de ambos os sexos, agrupados em cinco faixas etárias: 20 a 30 anos, 31 a 40 anos, 41 a 50 anos, 51 a 60 anos e 61 a 70 anos. Foram analisadas 18 variáveis: seis ângulos de emergências arteriais, nove diâmetros arteriais, taxas de dilatação, sexo e faixa etária. Para a obtenção das medidas, utilizou-se o programa de computador RadiAnt 4.2.1 DICOM viewer (Medixant, Poznan, Polônia). **Resultados:** Entre as 157 tomografias, 69 eram de homens e 88, de mulheres. Apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ): ângulo de origem e diâmetro da artéria mesentérica superior; ângulo e diâmetro das artérias renais; diâmetro das artérias ilíacas comuns; diâmetro e taxa de dilatação em diversos segmentos da aorta, exceto na porção proximal ao tronco celiaco. **Conclusões:** Os diâmetros da aorta (em diversos segmentos) e de seus ramos (exceto da artéria renal esquerda) aumentam progressivamente com o passar da idade em ambos os sexos e são maiores e possuem taxa de dilatação mais elevada em homens do que em mulheres da mesma faixa etária. Entre os sexos, o ângulo de emergência da artéria mesentérica superior foi maior em homens, exceto entre 20 e 30 anos; o ângulo de origem da artéria renal esquerda foi maior em mulheres entre 51 e 60 anos.

**Palavras-chave:** envelhecimento; remodelação; tomografia; anatomia; artérias.

**How to cite:** Góes Junior AMO, Albuquerque FBA, Beckmann FA, Centeno FV, Andrade MC, Vieira WB. Age and sex and their influence on the anatomy of the abdominal aorta and its branches. J Vasc Bras. 2020;19:e20200073. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200073>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Faculdade de Medicina, Belém, PA, Brasil.

<sup>2</sup> Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará – FSCMPA, Departamento de Radiologia, Belém, PA, Brasil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: June 01, 2020. Accepted: August 12, 2020.

The study was carried out at Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brazil.

## INTRODUCTION

Anatomic knowledge is indispensable for planning and execution of surgical procedures, whether performed by open or endovascular approaches.<sup>1-4</sup> The anatomy of the cardiovascular system undergoes changes related to age, lifestyle habits, and diseases. Aging causes structural and functional changes, particularly in the major arteries.<sup>5-11</sup> These changes result in increased vascular rigidity due to increased production and deposition of collagen and loss of elastin fibers, primarily in the tunica media of large and medium arteries.<sup>5,9,10,12-14</sup>

Vascular rigidity has been known as a risk factor for cardiovascular diseases since the nineteenth century.<sup>9,14</sup> However, noninvasive methods that enable the anatomy and physiology of the circulatory system to be studied (blood flow, diameter, angles, and other details), relating them to their clinical repercussions and utilities, have only recently become available.<sup>13,14</sup>

Studies have already proven that aging affects vascular changes differently in men and women and while there is already evidence of biochemical and functional differences,<sup>6</sup> much still remains to be investigated in relation to the changes to the arterial anatomy that occur as aging advances and in relation to how patient sex influences these changes.

The objectives of this study were to determine the most frequent anatomic patterns of diameter and angles of the abdominal aorta and its branches and the influence of patients' sex and age on these patterns.

## METHODS

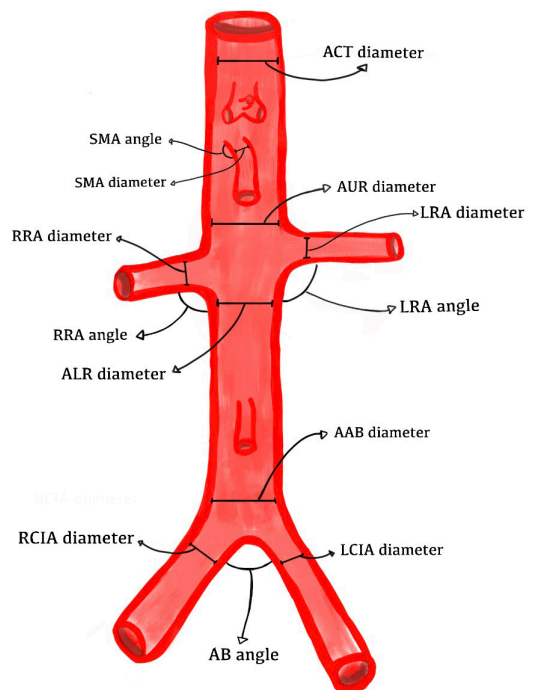
This is an analytical, descriptive, and retrospective study based on anatomic measurements of abdominal arteries examined using computed tomography (CT). It was approved by the institutional ethics committee (decision number 2.621.934).

The inclusion criteria were: patients of both sexes, aged from 20 to 70 years, who underwent an abdominal CT with intravenous contrast from January 2015 to September 2018. Exclusion criteria were: technical inability to perform the measurements, diseases that change vascular anatomy, such as aneurysms, vascular compression syndromes, and tumors with blood vessel distortions, among others, and anatomic variants, such as accessory/polar renal arteries and anomalous origins of visceral arteries.

No sample size calculation was performed. The sample comprised all examinations provided by a radiology service that partners the university that were conducted within the study period and met inclusion and exclusion criteria.

Examinations were conducted in a GE healthcare 16-channel CT scanner, with a  $512 \times 512$  resolution matrix and slice thickness of 1.25 mm. Data were organized using a standardized protocol developed by the researchers and RadiAnt 4.2.1 DICOM viewer software (Medixant, Poznan, Poland) was used to perform measurements.

The following variables were analyzed by patient sex and age groups (20 to 30 years, 31 to 40 years, 41 to 50 years, 51 to 60 years, and 61 to 70 years): diameter, angle of origin, and rate of diameter enlargement of the superior mesenteric arteries (SMA), right renal arteries (RRA) and left renal arteries (LRA), the aortoiliac bifurcation (AB) angle, and the diameter and dilation index of the aorta in 4 different segments, specifically, proximal of the celiac trunk (ACT), proximal of the upper renal artery (AUR), distal of the lower renal artery (ALR), and proximal of the aortoiliac bifurcation (AAB), and the diameter and dilation index of the right common iliac artery (RCIA) and left common iliac artery (LCIA), as illustrated in Figure 1.



**Figure 1.** Points at which angles and diameters of the abdominal aorta and its branches were measured. SMA: superior mesenteric artery; RRA: right renal artery; LRA: left renal artery; AB: aortoiliac bifurcation; ACT: aorta proximal of the celiac trunk; AUR: aorta proximal of the upper renal artery; ALR: aorta distal of the lower renal artery; AAB: aorta proximal of the aortoiliac bifurcation; RCIA: right common iliac artery; LCIA: left common iliac artery.

For statistical analysis, the Shapiro-Wilk test was used to confirm normality of values; Student's *t* test was used for comparisons by sex, and analysis of variance (ANOVA) was used for comparisons between age groups. The dilation index for each sex was calculated by subtracting the mean diameter found in the oldest age group (61 to 70 years) from that found in the youngest age group (20 to 30 years), dividing the result by the mean diameter in the youngest age group and then multiplying by 100; as in the following formula:  $DM1-DM2/DM2 \times 100$  (where DM1 is the mean diameter in the oldest age group and DM2 is the mean diameter in the youngest age group). BioEstat® 5.4 (Ayres, Belém) software was used and the significance level adopted was  $\alpha = 0.05$  or 5%.

## RESULTS

A total of 198 CTs were analyzed. After application of exclusion criteria, 41 were rejected. The final sample therefore comprised 157 CTs, 69 from men and 88 from women, distributed across the following age groups: 20 to 30 years (20 patients); 31 to 40 years (24 patients); 41 to 50 years (35 patients); 51 to 60 years (42 patients); and 61 to 70 years (36 patients).

### Superior mesenteric artery

The angle of origin of the SMA was statistically similar for men and women in all age groups, except from 61 to 70 years, in which male patients had a mean angle of  $81.27^\circ$  while female patients had a mean angle of  $61.06^\circ$ . Among female patients, this angle also did not vary significantly with increasing age, whereas in older men the SMA tended to emerge at an angle that was around  $26^\circ$  larger than in younger men ( $81.27^\circ$  in the seventh decade of life vs.  $54.64^\circ$  in the third decade) (Figure 2).

The SMA diameter was similar among young men and women (7.66 mm for women aged 20 to 30 years and 7.64 mm for males in the same age group), but in older age groups this diameter was statistically larger among men (Figure 3).

### Renal arteries

The right renal artery (RRA) had a larger angle (mean =  $67.92^\circ$ ) in young female patients (20 to 30 years) than in male patients in the same age group (mean =  $55.07^\circ$ ) ( $p = 0.0335$ ). The inverse relationship was observed in the oldest age group (61 to 70), in which men had a mean angle of  $69.80^\circ$  and women had a mean angle of  $57.85^\circ$  ( $p = 0.0140$ ). There was no statistical difference in this angle as age increased in either sex (Figure 4).

On the left, the renal artery (LRA) also did not exhibit a statistically significant difference in angle as age increased when individuals of the same sex were compared and, in common with the RRA, the angle of origin was larger among older men (61 to 70 years) than among women in the same age group (means of  $77.57^\circ$  and  $64.60^\circ$  with  $p = 0.0084$ ) (Figure 5).

The diameters of the renal arteries were larger on the right; men aged from 41 to 70 years had larger RRA diameters than women in the same age range, whereas the LRA was statistically of larger

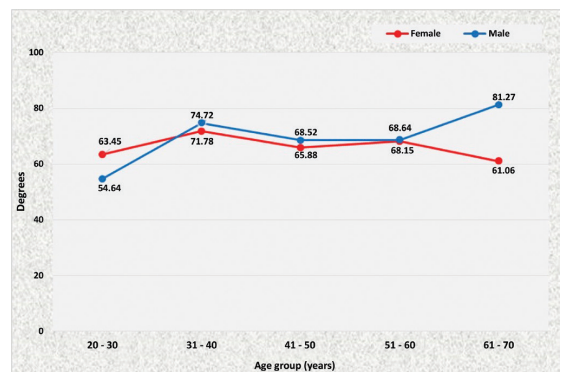


Figure 2. Mean superior mesenteric artery angles for both sexes in the preestablished age groups.

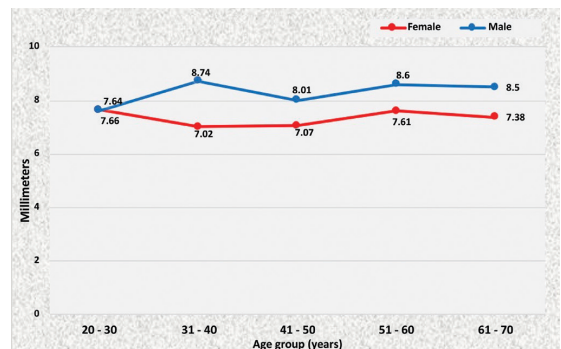


Figure 3. Mean diameters of the superior mesenteric artery for both sexes in the preestablished age groups.

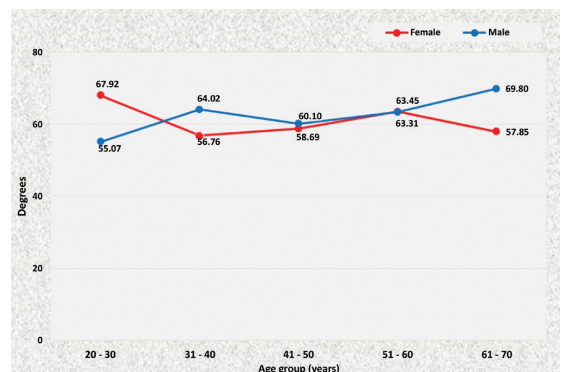


Figure 4. Mean right renal artery angles for both sexes in the preestablished age groups.

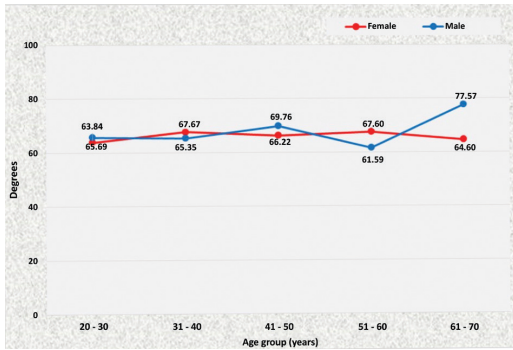


Figure 5. Mean left renal artery angles for both sexes in the preestablished age groups.

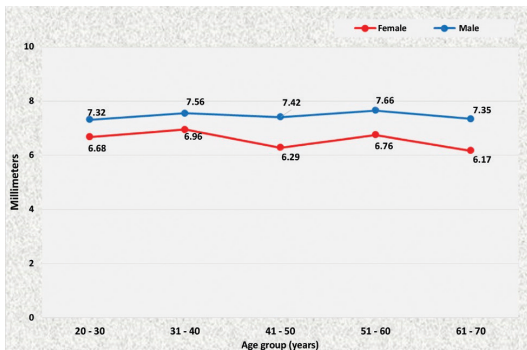


Figure 6. Mean diameters of the right renal artery for both sexes in the preestablished age groups.

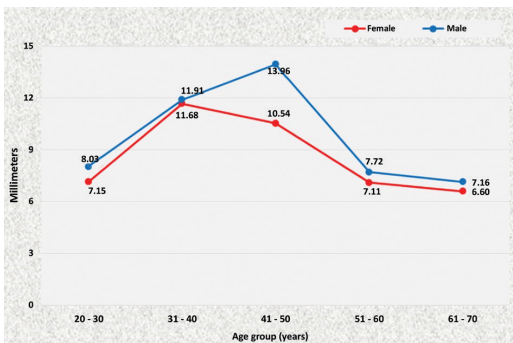


Figure 7. Mean diameters of the left renal artery for both sexes in the preestablished age groups.

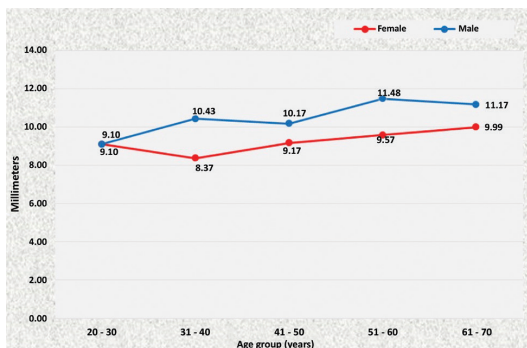


Figure 8. Mean diameters of the right common iliac artery for both sexes in the preestablished age groups.

caliber in men for the 20 to 30 years age group only ( $p = 0.0354$ ). The diameters of the renal arteries are shown in Figures 6 and 7.

### Common iliac arteries

The common iliac arteries tend to have larger caliber in men than in women. On the right side, this was the case in the majority of age groups, with the exception of the youngest patients, among whom the mean diameter was the same in both sexes (Figure 8). On the left side, the common iliac artery was statistically of larger caliber in men aged 20 to 30 years, 31 to 40 years, and 51 to 60 years than in women in the same age groups (Figure 9).

The iliac arteries progressively increased in diameter as age increased in both sexes; but the increase in diameters was only statistically significant in men, specifically on the right ( $p = 0.0227$ ).

### Angle of the aortic bifurcation

Among women, the mean angle remained in the region of  $44^\circ$  in all age groups, whereas in men it varied from  $45.48^\circ$  from 20 to 30 years to  $50.85^\circ$  from 61 to 70 years, although

without statistical difference. There was only a statistically significant difference between patients of different sexes in the 31 to 40 years age group, in which the angle was larger in women ( $46.40^\circ$ ) than in men ( $37.31^\circ$ ) ( $p = 0.0187$ ) (Figure 10).

### Mean diameters of the abdominal aorta

At all points, statistically significant increases in the diameter of the aorta were observed as age increased, in both men and women. There was a trend for all diameters to be larger in men than in women. In the ACT (Figure 11) and ALR segments (Figure 12), differences were statistically significant in the age groups 31 to 40, 51 to 60, and 61 to 70, whereas in the AUR (Figure 13) and AAB segments (Figure 14) diameters were statistically larger in all age groups.

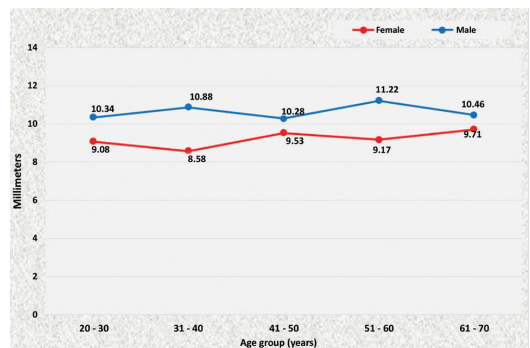


Figure 9. Mean diameters of the left common iliac artery for both sexes in the preestablished age groups.

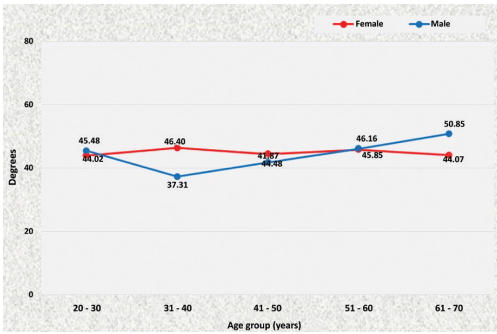


Figure 10. Mean aortoiliac bifurcation angle for both sexes in the preestablished age groups.

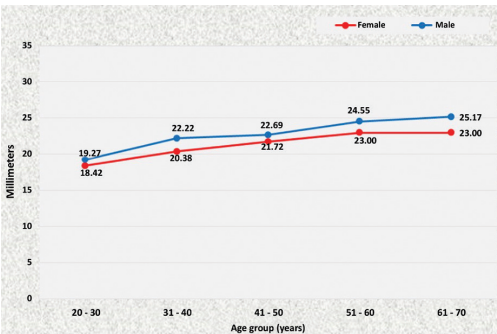


Figure 11. Mean diameters of the aorta proximal of the celiac trunk for both sexes in the preestablished age groups.

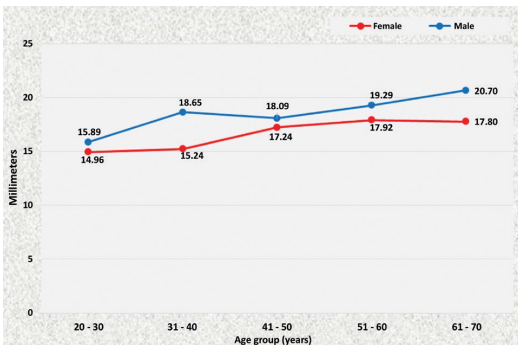


Figure 12. Mean diameters of the aorta distal of the lower renal artery for both sexes in the preestablished age groups.

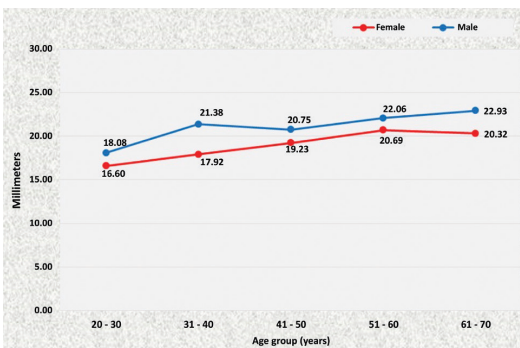


Figure 13. Mean diameters of the aorta proximal of the upper renal artery for both sexes in the preestablished age groups.

### Rate of diameter enlargement

The rate of diameter enlargement was significantly higher in men in the following segments: SMA ( $p = 0.0023$ ); RRA ( $p = 0.0003$ ), and RCIA ( $p = 0.0191$ ) (Figure 15).

Moreover, when patients in the oldest and youngest age groups were compared, the rates of diameter enlargement for the aortic segments analyzed were statistically higher in men than in women ( $p < 0.05$ ), with the exception of the segment immediately proximal of the celiac trunk (Figure 16).

### DISCUSSION

Aging is a dynamic, progressive, and irreversible process, intimately linked to biological, psychological, and social factors.<sup>5</sup> Its effects are not only dependent on age, but also on sex, lifestyle, comorbidities, socioeconomic factors, and constitutional influences. This is why the elderly population is not uniform.<sup>5,10,15-17</sup> Surgeons should strive to acquire the most detailed knowledge possible of the structures involved in each procedure performed, because this has positive impacts on the quality of the technique employed and on avoidance of iatrogenic injuries.

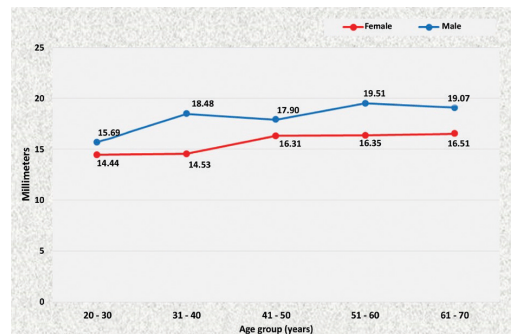


Figure 14. Mean diameters of the aorta proximal of the aortoiliac bifurcation for both sexes in the preestablished age groups.

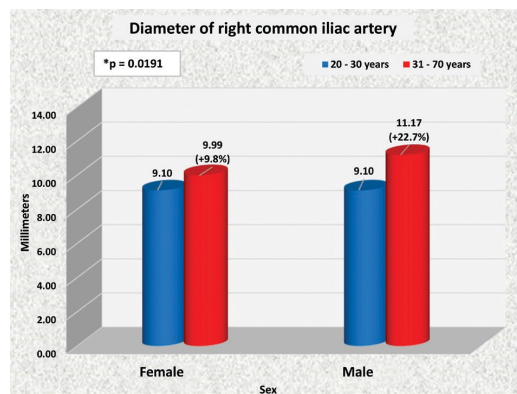


Figure 15. Comparison of dilation indexes for men and women in the 20-30 and 61-70 years age groups. \*:  $p < 0.05$ .

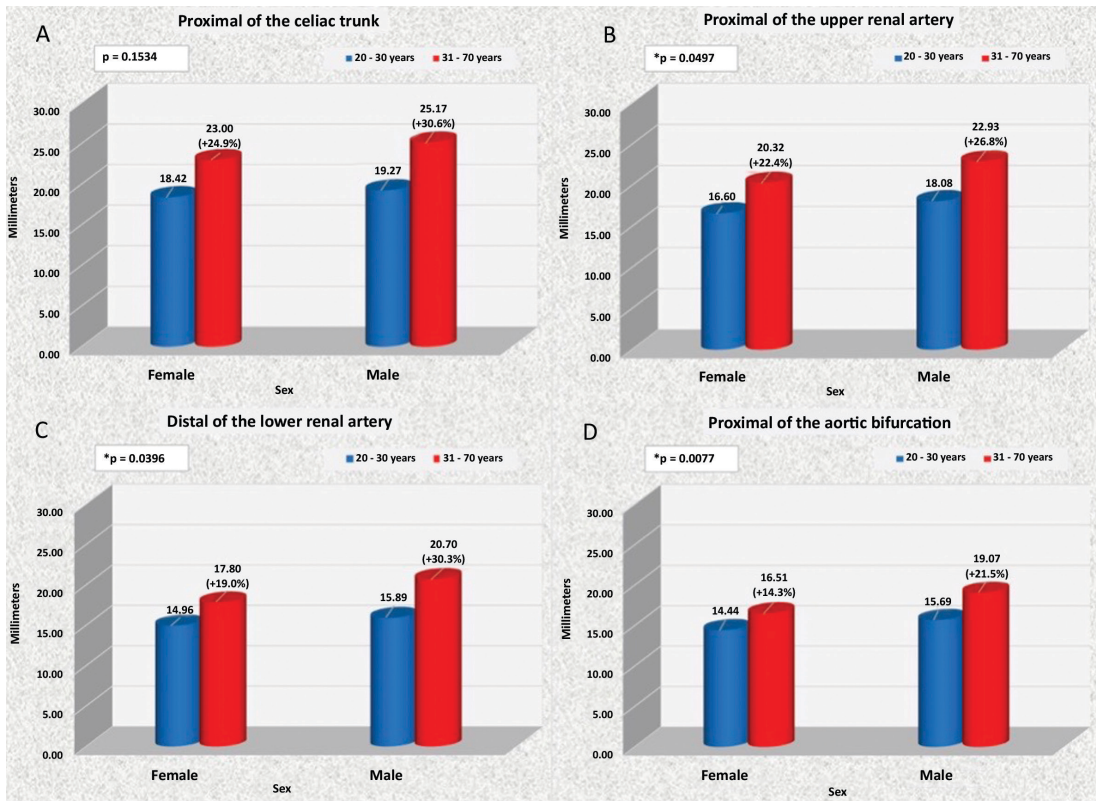


Figure 16. Comparison of dilation indexes for abdominal aorta segments in men and women in the 20-30 and 61-70 years age groups. In (A), in the segment proximal of the celiac trunk; in (B), proximal of the upper renal artery; in (C), distal of the lower renal artery; and in (D), proximal of the aortic bifurcation. \*;  $p < 0.05$ .

The aorta and other large caliber arteries, particularly those with a more developed elastic layer, become more dilated, stretched, and tortuous as patients age.<sup>13,18,19</sup> Understanding of the changes arterial anatomy undergoes as it ages can be useful when planning invasive procedures, for example, when choosing approaches, the curvature of catheters, and the diameters of angioplasty balloons and stents in endovascular procedures, and, in the future, may also be of use in the manufacture of endovascular devices with diameters and curvatures that fit patients better on the basis of their sex and age group.

Obviously, when available, planning of an intervention should take into consideration anatomic information provided by noninvasive examinations; but the results of this study should nevertheless help to prevent certain difficulties. For example, when attempting selective catheterization of the LRA in a 68-year-old patient using a right femoral artery puncture for access, based on the differences in angles observed in the present study, it is probable that a female patient would present greater difficulty than a male in the same age group (Figure 17).

It is of interest to note that the study detected a greater tendency in men to dilation of arteries as age advances, such as the abdominal aorta and RCIA, as has been suggested before in other studies.<sup>17-22</sup>

The SMA also exhibited greater changes in angle and diameter in men. The lesser predisposition towards changes in arterial anatomy among women may be related to the role played by estrogen,<sup>6,9,22</sup> which increases the bioavailability of nitric oxide (NO) without increasing expression and/or activity of endothelial nitric oxide-synthase (eNOS), which has antioxidant properties that may induce or accelerate vascular aging.<sup>6,8,9</sup> Nitric oxide bioavailability is essential for normal endothelial function and it is known that advanced age leads to compromised endothelial NO production and increased NO inactivation by superoxide, contributing to age-related endothelial dysfunction.<sup>6,10,16,23,24</sup>

The most notable characteristics of vascular aging described in the literature are the mechanical and structural changes to vessel walls, including arterial dilation and thickening, primarily seen in the abdominal aorta and highlighted in many publications.<sup>5,12,15,22,25</sup> Arterial changes over the course of life are also influenced

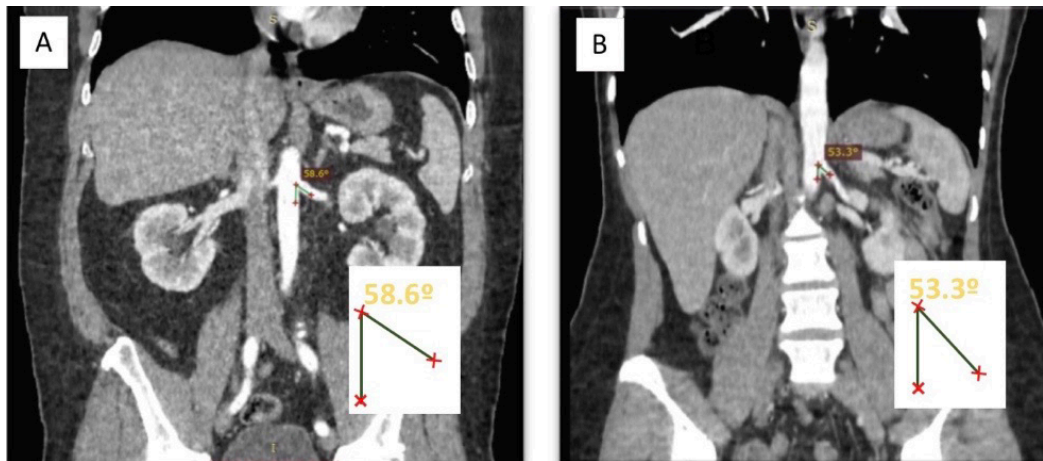


Figure 17. Abdominal computed tomography with contrast in coronal view, comparing measurements of the angle of origin of the left renal artery (LRA) in patients of both sexes aged 61 to 70 years. (A) angle of origin of the LRA in a man; (B) angle of origin of the LRA in a woman.

by modifiable cardiovascular risk factors, such as hypertension, obesity, smoking, and lifestyle, and also by unmodifiable factors, such as genetics, age, and family history.<sup>15,16,21</sup>

It is known that aortic rigidity increases after 50 years of age even in healthy patients<sup>7,26</sup> and post-mortem studies show that thickening of the aorta wall during aging occurs through increased tunica intima thickness, even in populations with low incidence of atherosclerosis.<sup>7,8,10,15,17</sup> Anatomically, these changes do not only manifest as increased diameter, but also as aortic elongation, and, from a physiological point of view, arterial thickening, which is related to pulse wave velocity, and has been shown to be an independent risk factor for cardiovascular events.<sup>5,9,13,14</sup>

Although we did not investigate thickening, the changes to arterial diameter detected in this study corroborate findings in the literature. However, in a review of the literature, we did not find any studies that had correlated the angles of emergence of the branches of the abdominal aorta with patient sex and age.

Unfortunately, the retrospective nature of this study only enabled access to sex and age group of the patients examined, which meant that it was only possible to confirm that the diameter of the aorta was larger in men and that it increased progressively with age in both sexes (Figure 18). Several published articles have shown that the diameters of the aorta are larger in men than in women,<sup>12,18-20,22,25,26</sup> but did not determine that the dilation index of these diameters is greater among men than among women in all age groups, as was detected in the present study.

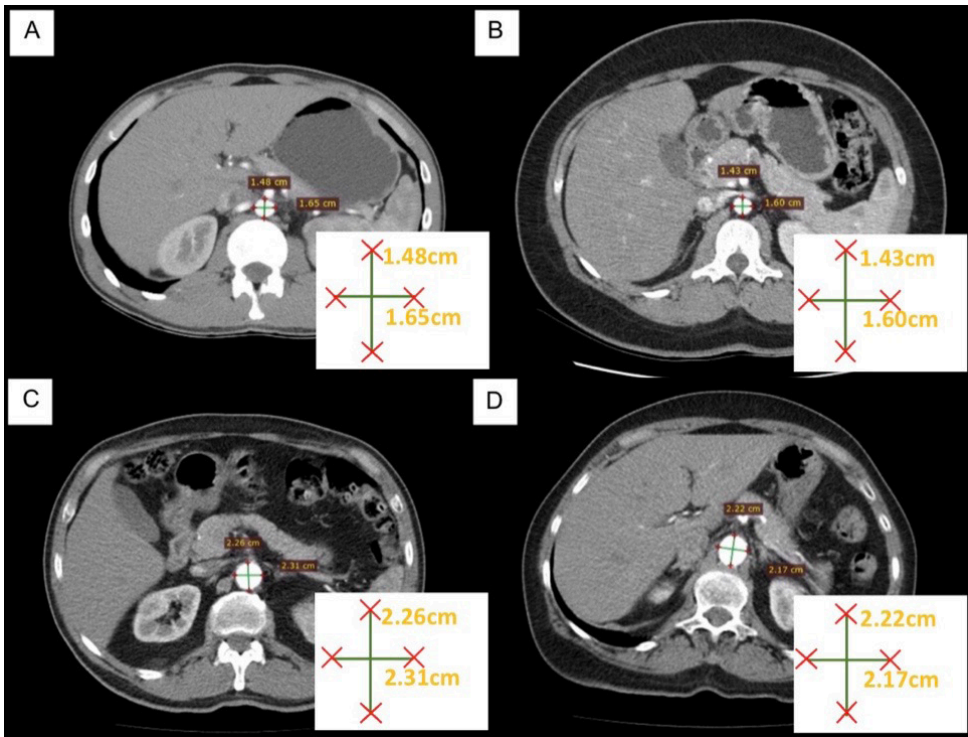
Just as occurred with the aorta, the RCIA and LCIA also exhibited larger mean diameters in men

than in women and the RCIA exhibited a significant increase in caliber as age increased.

The literature on aneurysms of the iliac arteries is scant, but there is evidence to suggest common iliac arteries without aneurysms have larger caliber on the right than on the left and that when aneurysms do occur they are both more frequent and tend to have larger diameter on the right,<sup>21,27-29</sup> coinciding with the findings in our sample. This fact may be related to greater occurrence of aneurysms in the aorta (4 male cases:1 female case)<sup>30</sup> and iliac arteries (5 male cases:1 female case),<sup>27</sup> since the Laplace law states that the larger the radius of a vessel, the greater the tension exerted on its wall.<sup>31</sup> In other words, since men have larger caliber vessels, they may have an anatomic predisposition to develop aneurysms in these arteries.

Obviously, this observation does not alone explain the increased incidence of aneurysms in segments of smaller diameter, since it is known that aneurysms of the abdominal segment of the aorta are around four times more frequent than those in the thoracic aorta, which has a larger diameter.<sup>13,28</sup> The origins of a complex disease such as an aneurysm are undoubtedly multifactorial. It is known, for example, that there are considerable histological changes in the aorta over the course of life, since the aortas of young people have thick elastin fibers that are concentric and uniform, whereas in the elderly they are thinner and more fragmented, occupying a smaller volume in the tunica media of the artery.<sup>5,7,10,14,32,33</sup>

The ideal method for evaluating changes to arterial anatomy associated with age in patients of both sexes would be to follow a cohort of patients using imaging exams over the course of their lives. However, such



**Figure 18.** Abdominal computed tomography with contrast in axial view, comparing measurements of diameters of the abdominal aorta proximal of the upper renal artery in patients of both sexes and different age groups. (A) male patient in the 20-30 years age group; (B) female patient in the 20-30 years age group; (C) male patient in the 60-70 years age group; (D) female patient in the 60-70 years age group.

a study design would have to overcome enormous obstacles to its execution. Other limitations of the present study include a relatively small number of CTs and the absence of information on patients' comorbidities and lifestyle habits, such as smoking, which could predispose to changes to arterial anatomy.

## CONCLUSIONS

The diameter of many different segments of the aorta increase progressively as age increases in patients of both sexes and diameters are larger in men than in women among patients in the same age groups. With the single exception of the LRA, the diameters of all of the branches of the aorta were larger in men than in women in all age groups. The angle of origin of the superior mesenteric artery was larger in men than in women in all age groups except for 20 to 30 years. The angle of origin of the left renal artery was larger in women than in men in the 51 to 60 years age group. With the exception of the aortic segment proximal of the celiac trunk, the dilation indexes for the diameters of all other segments of the abdominal aorta were higher in men than in women.

## REFERENCES

- Majernik J, Szerdiova L. Preparation of medical students for cadaveric anatomy using multimedia education tools. In: Proceedings of the International Conference on Information and Digital Technologies (IDT); 2017; Zilina, Slovakia. New York: IEEE; 2017. p. 252-5. <http://dx.doi.org/10.1109/DT.2017.8024305>.
- Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: a critical review. *Ann Anat.* 2016;208:151-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>. PMID:26996541.
- Bock A, Modabber A, Hölzle F, Prescher A, Classen-Linke I. Improvement of anatomical knowledge and surgical skills in head and neck region: an interdisciplinary hands-on course for clinical students. *Ann Anat.* 2019;224:97-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2019.03.011>. PMID:30998972.
- Sheikh AH, Barry DS, Gutierrez H, Cryan JF, O'Keefe GW. Cadaveric anatomy in the future of medical education: What is the surgeons view? *Anat Sci Educ.* 2016;9(2):203-8. <http://dx.doi.org/10.1002/ase.1560>. PMID:26213365.
- Mikael LRP, Gomes AMG, Sousa MM, et al. Envelhecimento vascular e rigidez arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(3):253-8. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20170091>. PMID:28678931.
- Han S, Aydin MM, Akansel S, et al. Age- and sex-dependent alteration of functions and epigenetic modifications of vessel and endothelium related biomarkers. *Turk J Biol.* 2018;42(4):286-96. <http://dx.doi.org/10.3906/biy-1803-59>. PMID:30814892.
- Ferruzzi J, Madziva D, Caulk AW, Tellides G, Humphrey JD. Compromised mechanical homeostasis in arterial aging and



- associated cardiovascular consequences. *Biomech Model Mechanobiol.* 2018;17(5):1281-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s10237-018-1026-7>. PMID:29754316.
8. Costa-Fraga FP, Goncalves GK, Souza-Neto FP, et al. Age-related changes in vascular responses to angiotensin-(1-7) in female mice. *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst.* 2018;19(3):1-10. <http://dx.doi.org/10.1177/1470320318789332>. PMID:30024321.
  9. Ogola BO, Zimmerman MA, Clark GL, et al. New insights into arterial stiffening: does sex matter? *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2018;315(5):H1073-87. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpheart.00132.2018>. PMID:30028199.
  10. Ungvari Z, Tarantini S, Donato AJ, Galvan V, Csiszar A. Mechanisms of vascular aging. *Circ Res.* 2018;123(7):849-67. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.311378>. PMID:30355080.
  11. Foote K, Bennett MR. Molecular insights into vascular aging. *Aging.* 2018;10(12):3647-9. <http://dx.doi.org/10.18632/aging.101697>. PMID:30521484.
  12. Costantino S, Paneni F, Cosentino F. Ageing, metabolism and cardiovascular disease. *J Physiol.* 2016;594(8):2061-73. <http://dx.doi.org/10.1113/JP270538>. PMID:26391109.
  13. Tawfik AM, Sobh DM, Gadelhak B, Sobh HM, Batouty NM. The effect of age and gender on tortuosity of the descending thoracic Aorta. *Eur J Radiol.* 2019;110:54-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.11.017>. PMID:30599873.
  14. Adji A, O'Rourke MF, Namasivayam M. Arterial stiffness, its assessment, prognostic value, and implications for treatment. *Am J Hypertens.* 2011;24(1):5-17. <http://dx.doi.org/10.1038/ajh.2010.192>. PMID:20940710.
  15. Terentes-Prinzios D, Vlachopoulos C, Xaplanteris P, et al. Cardiovascular risk factors accelerate progression of vascular aging in the general population: results from the CRAVE study (Cardiovascular Risk Factors Affecting Vascular Age). *Hypertension.* 2017;70(5):1057-64. <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09633>. PMID:28923899.
  16. Qazi S, Massaro JM, Chuang ML, D'Agostino RB, Hoffmann U, O'Donnell CJ. Increased aortic diameters on multidetector CT scan are independent predictors of incident adverse cardiovascular events: the framingham heart study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2017;10(12):e006776. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.117.006776>. PMID:29222122.
  17. Adriaans BP, Heuts S, Gerretsen S, et al. Aortic elongation part I: The normal aortic ageing process. *Heart.* 2018;104(21):1772-7. <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312866>. PMID:29593078.
  18. Kamenskiy A, Miserlis D, Adamson P, et al. Patient demographics and cardiovascular risk factors differentially influence geometric remodeling of the aorta compared with the peripheral arteries. *Surgery.* 2015;158(6):1617-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2015.05.013>.
  19. Rylski B, Desjardins B, Moser W, Bavaria JE, Milewski RK. Gender-related changes in aortic geometry throughout life. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45(5):805-11. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/etz597>. PMID:24431164.
  20. Gameraddin M. Normal abdominal aorta diameter on abdominal sonography in healthy asymptomatic adults: impact of age and gender. *J Radiation Research and Applied Sciences.* 2019;12(1):186-91. <http://dx.doi.org/10.1080/16878507.2019.1617553>.
  21. Bannazadeh M, Jenkins C, Forsyth A, et al. Outcomes for concomitant common iliac artery aneurysms after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2017;66(5):1390-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2017.02.058>. PMID:28697942.
  22. Eikendal ALM, Bots ML, Haaring C, et al. Reference values for cardiac and aortic magnetic resonance imaging in healthy, young caucasian adults. *PLoS One.* 2016;11(10):e0164480. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0164480>. PMID:27732640.
  23. Persson PB. The multiple functions of the endothelium: more than just wallpaper. *Acta Physiol (Oxf).* 2015;213(4):747-9. <http://dx.doi.org/10.1111/apha.12464>. PMID:25683245.
  24. Pagan LU, Gomes MJ, Okoshi MP. Endothelial function and physical exercise. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(4):540-2. PMID:30365677.
  25. Virmani R, Avolio AP, Mergner WJ, et al. Effect of aging on aortic morphology in populations with high and low prevalence of hypertension and atherosclerosis: comparison between occidental and Chinese communities. *Am J Pathol.* 1991;139(5):1119-29. PMID:1951629.
  26. Benetos A, Laurent S, Hoeks AP, Boutouyrie PH, Safar ME. Arterial alterations with aging and high blood pressure: a noninvasive study of carotid and femoral arteries. *Arterioscler Thromb.* 1993;13(1):90-7. <http://dx.doi.org/10.1161/01.ATV.13.1.90>. PMID:8422344.
  27. Huang Y, Gloviczki P, Duncan AA, et al. Common iliac artery aneurysm: Expansion rate and results of open surgical and endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2008;47(6):1203-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.01.050>. PMID:18514838.
  28. Brunkwall J, Hauksson H, Bengtsson H, Bergqvist D, Takolander R, Bergentz SE. Solitary aneurysms of the iliac arterial system: an estimate of their frequency of occurrence. *J Vasc Surg.* 1989;10(4):381-4. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(89\)90411-4](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(89)90411-4). PMID:2795762.
  29. Armon MP, Wenham PW, Whitaker SC, Gregson R, Hopkinson BR. Common iliac artery aneurysms in patients with abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1998;15(3):255-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884\(98\)80186-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884(98)80186-X). PMID:9587341.
  30. Zommorodi S, Leander K, Roy J, Steuer J, Hultgren R. Understanding abdominal aortic aneurysm epidemiology: Socioeconomic position affects outcome. *J Epidemiol Community Health.* 2018;72(10):904-10. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2018-210644>. PMID:29967003.
  31. Grimshaw GM, Thompson JM. Changes in diameter of the abdominal aorta with age: an epidemiological study. *J Clin Ultrasound.* 1997;25(1):7-13. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0096\(199701\)25:1<7::AID-JCU2>3.0.CO;2-M](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0096(199701)25:1<7::AID-JCU2>3.0.CO;2-M). PMID:9010802.
  32. Raaz U, Zöllner AM, Schellinger IN, et al. Segmental aortic stiffening contributes to experimental abdominal aortic aneurysm development. *Circulation.* 2015;131(20):1783-95. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012377>. PMID:25904646.
  33. Kuivaniemi H, Ryer EJ, Elmore JR, Tromp G. Understanding the pathogenesis of abdominal aortic aneurysms. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2015;13(9):975-87. <http://dx.doi.org/10.1586/14779072.2015.1074861>. PMID:26308600.

---

**Correspondence**

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior  
Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Faculdade de  
Medicina  
Rua Domingos Marreiros, 307/802 - Umarizal  
CEP 66055-210 - Belém (PA), Brasil  
Tel: +55 (91) 98127-9656  
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

**Author information**

AMOGJ - Vascular surgeon; Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Board certified in Angiorradiologia and Cirurgia Endovascular; PhD, Programa de Pós-graduação em Ciências Cirúrgicas Interdisciplinares, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (EPM/UNIFESP); Professor of surgery, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).

FBAA - Medical student, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).

FAB - MD, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Boarding school preceptor of Medicina de Família e Comunidade, Faculdade de Medicina, Universidade Anhembi Morumbi, Unidade Básica de Saúde Jardim Valquíria.

FVC - MD, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Resident physician in the program of Medicina de Família e Comunidade, Hospital Universitário João de Barros Barreto, Universidade Federal do Pará (HUJBB-UFPA).

MCA - Statistician; Epidemiologist; MSc in Cirurgia and Pesquisa Experimental, Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará (FSCMPA).

WBV - MD, radiologist, Clínica DIA/Hospital Amazônia.

**Author contributions**

Conception and design: AMOGJ

Analysis and interpretation: AMOGJ, FBAA, FAB, FVC, MCA

Data collection: FAB, FVC

Writing the article: FBAA

Critical revision of the article: AMOGJ

Final approval of the article\*: AMOGJ, FBAA, FAB, FVC, MCA, WBV

Statistical analysis: MCA

Overall responsibility: AMOGJ

\*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to J Vasc Bras.



# Sexo e idade e sua influência sobre a anatomia da aorta abdominal e seus ramos

## *Age and sex and their influence on the anatomy of the abdominal aorta and its branches*

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior<sup>1</sup> , Flávia Beatriz Araújo de Albuquerque<sup>1</sup> ,  
Fernanda Acatauassú Beckmann<sup>1</sup> , Fernanda Vieira Centeno<sup>1</sup> , Mariseth Carvalho de Andrade<sup>2</sup> ,  
Waldonio de Brito Vieira<sup>2</sup> 

### Resumo

**Contexto:** Não se sabe ao certo como a idade e o sexo do paciente influenciam na anatomia da aorta abdominal e de seus ramos. **Objetivos:** Determinar os padrões anatômicos (diâmetro e angulações) mais frequentes da aorta abdominal e de seus ramos e a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre esses padrões. **Métodos:** Foram avaliadas tomografias computadorizadas de abdome com contraste endovenoso de 157 pacientes. Foram aferidos calibre e angulação de artérias abdominais em indivíduos de ambos os sexos, agrupados em cinco faixas etárias: 20 a 30 anos, 31 a 40 anos, 41 a 50 anos, 51 a 60 anos e 61 a 70 anos. Foram analisadas 18 variáveis: seis ângulos de emergências arteriais, nove diâmetros arteriais, taxas de dilatação, sexo e faixa etária. Para a obtenção das medidas, utilizou-se o programa de computador RadiAnt 4.2.1 DICOM viewer (Medixant, Poznan, Polônia). **Resultados:** Entre as 157 tomografias, 69 eram de homens e 88, de mulheres. Apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ): ângulo de origem e diâmetro da artéria mesentérica superior; ângulo e diâmetro das artérias renais; diâmetro das artérias ilíacas comuns; diâmetro e taxa de dilatação em diversos segmentos da aorta, exceto na porção proximal ao tronco celiaco. **Conclusões:** Os diâmetros da aorta (em diversos segmentos) e de seus ramos (exceto da artéria renal esquerda) aumentam progressivamente com o passar da idade em ambos os sexos e são maiores e possuem taxa de dilatação mais elevada em homens do que em mulheres da mesma faixa etária. Entre os sexos, o ângulo de emergência da artéria mesentérica superior foi maior em homens, exceto entre 20 e 30 anos; o ângulo de origem da artéria renal esquerda foi maior em mulheres entre 51 e 60 anos.

**Palavras-chave:** envelhecimento; remodelação; tomografia; anatomia; artérias.

### Abstract

**Background:** It is not clear how patients' age and sex influence the anatomy of the aorta and its branches. **Objectives:** To determine the most frequent anatomical patterns of diameter and angulation of the abdominal aorta and its branches and the influence of patients' sex and age on these patterns. **Methods:** CT scans with intravenous contrast from 157 patients were analyzed. Diameter and angulations of the abdominal aorta and its branches were measured in individuals of both sexes, classified into five age groups: 20 to 30 years, 31 to 40 years, 41 to 50 years, 51 to 60 years, and 61 to 70 years. Eighteen variables were analyzed: 6 arterial origin angles, 9 arterial diameters, rate of diameter enlargement, and patient's sex and age. RadiAnt 4.2.1 DICOM viewer software was used for measurements. **Results:** The total of 157 CT scans were from 69 men and 88 women. There were statistical differences ( $p < 0.05$ ) in the following results: angle of origin and diameter of the superior mesenteric artery; renal artery angle and diameter; diameter of the common iliac arteries, and diameter and rate of diameter enlargement of the aorta in several segments, but not the segment immediately proximal to the celiac trunk. **Conclusions:** The diameters of several aorta segments and of its branches (except the left renal artery) increase progressively with age in both sexes and are larger and have a higher rate of diameter enlargement in men than in women in the same age ranges. Between sexes, the angle of origin of the superior mesenteric artery was larger in men, except between 20 and 30 years, and the angle of origin of the left renal artery was larger in women between 51 and 60 years old.

**Keywords:** aging; remodeling; tomography; anatomy; arteries.

**Como citar:** Góes Junior AMO, Albuquerque FBA, Beckmann FA, Centeno FV, Andrade MC, Vieira WB. Sexo e idade e sua influência sobre a anatomia da aorta abdominal e seus ramos. J Vasc Bras. 2020;19:e20200073. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200073>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Faculdade de Medicina, Belém, PA, Brasil.

<sup>2</sup> Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará – FSCMPA, Departamento de Radiologia, Belém, PA, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Junho 01, 2020. Aceito em: Agosto 12, 2020.

O estudo foi realizado no Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento anatômico é indispensável para o planejamento e a execução de procedimentos cirúrgicos por via aberta e endovascular<sup>1-4</sup>. A anatomia do aparelho cardiovascular sofre alterações relacionadas a idade, hábitos de vida e doenças. O envelhecimento provoca mudanças estruturais e funcionais, principalmente nas grandes artérias<sup>5-11</sup>. As alterações resultam em um aumento da rigidez vascular devido à maior produção e deposição de colágeno e perda de fibras de elastina, principalmente na camada média de grandes e médias artérias<sup>5,9,10,12-14</sup>.

A rigidez vascular é conhecida como um fator de risco para doenças cardiovasculares desde o século XIX<sup>9,14</sup>, porém, métodos não invasivos que permitem o estudo da anatomia e fisiologia do sistema circulatório (fluxo sanguíneo, diâmetro, angulações, entre outros), relacionando-as às suas utilidades e repercussões clínicas, foram disponibilizados apenas recentemente<sup>13,14</sup>.

Estudos já comprovaram que o envelhecimento afeta de modo distinto as alterações vasculares em homens e mulheres, e, embora já haja evidências de diferenças bioquímicas e funcionais<sup>6</sup>, ainda há muito a ser pesquisado sobre as alterações da anatomia arterial que ocorrem com o avançar da idade e sobre como o sexo do paciente influencia essas modificações.

Os objetivos da pesquisa foram determinar os padrões anatômicos de diâmetro e angulações mais frequentes da aorta abdominal e de seus ramos e a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre esses padrões.

## MÉTODOS

Estudo analítico, descritivo e retrospectivo baseado em medidas anatômicas de artérias abdominais avaliadas por tomografias computadorizadas (TC), aprovado pelo comitê de ética institucional (parecer 2.621.934).

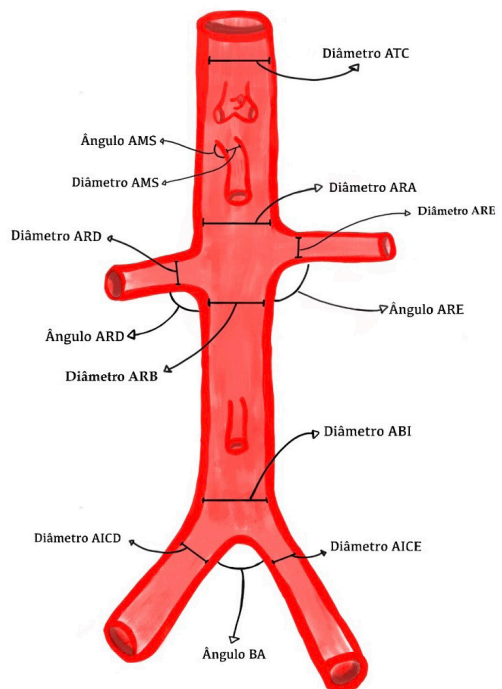
Os critérios de inclusão foram: pacientes de ambos os sexos, com idade entre 20 e 70 anos, submetidos à TC abdominal com contraste endovenoso (EV), no período de janeiro de 2015 a setembro de 2018. Os critérios de exclusão foram: impossibilidade técnica para realização de medidas e doenças que alteram a anatomia vascular, como aneurismas, síndromes de compressão vascular e tumores com distorção de vasos sanguíneos, entre outras, e variações anatômicas, como artérias renais acessórias/polares e origem anômala de artérias viscerais.

Não foi realizado cálculo de tamanho amostral. A amostra foi obtida a partir de todos os exames disponibilizados por um serviço de radiologia parceiro

da instituição de ensino, correspondentes ao período do estudo após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

Os exames foram realizados em tomógrafo GE *healthcare* de 16 canais, com matriz de resolução de 512 × 512 e espessura de corte de 1,25 mm. Os dados foram organizados por meio de protocolo padronizado, elaborado pelos pesquisadores, e o programa de computador RadiAnt 4.2.1 DICOM *viewer* (Medixant, Poznan, Polônia) foi usado para as medidas.

As seguintes variáveis foram analisadas de acordo com o sexo e as faixas etárias (20 a 30 anos, 31 a 40 anos, 41 a 50 anos, 51 a 60 anos e 61 a 70 anos) dos pacientes submetidos à TC: diâmetro, ângulo de emergência e taxa de dilatação das artérias mesentérica superior (AMS), renais direita (ARD) e esquerda (ARE), ângulo da bifurcação aorto-iliaca (BA), diâmetro e taxa de dilatação da aorta em 4 segmentos, sendo proximal ao tronco celíaco (ATC), proximal à artéria renal mais alta (ARA), distal à artéria renal mais baixa (ARB) e proximal à bifurcação aorto-iliaca (ABI) e das artérias ilíacas comuns direita (AICD) e esquerda (AICE), como é possível observar na Figura 1.



**Figura 1.** Pontos de aferição dos ângulos e diâmetros da aorta abdominal e seus ramos. AMS: artéria mesentérica superior; ARD: artéria renal direita; ARE: artéria renal esquerda; BA: bifurcação aorto-iliaca; ATC: aorta proximal ao tronco celíaco; ARA: aorta proximal à artéria renal mais alta; ARB: aorta distal à artéria renal mais baixa; ABI: aorta proximal à bifurcação aorto-iliaca; AICD: artéria ilíaca comum direita; AICE: artéria ilíaca comum esquerda.

Na estatística analítica, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para comprovação da normalidade dos valores; utilizou-se o teste *t* de Student para comparação entre os sexos e análise de variância (ANOVA) como critério para comparação entre as faixas etárias. A taxa de dilatação em cada sexo foi calculada subtraindo-se o diâmetro médio encontrado na faixa mais avançada (61 a 70 anos) daquele encontrado na faixa etária mais nova (20 a 30 anos), dividindo-se o resultado pelo diâmetro médio da faixa etária mais jovem e multiplicando por 100; conforme a fórmula:  $DM1-DM2/DM2 \times 100$  (DM1: diâmetro médio na faixa etária mais avançada; DM2: diâmetro médio na faixa etária mais jovem). Foi utilizado o *software* BioEstat® 5.4 (Ayres, Belém) e adotado o nível de significância  $\alpha = 0,05$  ou 5%.

## RESULTADOS

Foram avaliadas 198 TCs. Após submetidas aos critérios, 41 foram excluídas. Entre as 157 TCs componentes da amostra, 69 eram de homens e 88 de mulheres, distribuídas nas seguintes faixas etárias: 20 a 30 anos (20 pacientes); 31 a 40 anos (24 pacientes); 41 a 50 anos (35 pacientes); 51 a 60 anos (42 pacientes); e 61 a 70 anos (36 pacientes).

### Artéria mesentérica superior

O ângulo de emergência da AMS foi estatisticamente semelhante entre homens e mulheres em todas as faixas etárias, exceto entre 61 a 70 anos, quando em pacientes do sexo masculino esse ângulo foi em média de 81,27°; enquanto, em mulheres, a angulação média foi de 61,06°. Em pacientes do sexo feminino, esse ângulo também não demonstrou variação significativa com o passar da idade, ao passo que em homens mais velhos a AMS tende a emergir em um ângulo cerca de 26° maior do que em homens mais jovens (81,27° na sétima década de vida *versus* 54,64° na terceira) (Figura 2).

O diâmetro da AMS foi semelhante entre homens e mulheres jovens (7,66 mm entre 20 a 30 anos para o sexo feminino e 7,64 mm para o masculino), porém, em faixas etárias mais avançadas, o diâmetro se tornou estatisticamente maior em homens (Figura 3).

### Artérias renais

A artéria renal direita (ARD), em pacientes mais jovens (20 a 30 anos), apresentou angulação maior em mulheres (média = 67,92°) do que em homens (média = 55,07°) ( $p = 0,0335$ ). Uma relação inversa ocorreu na faixa etária mais avançada (61 a 70), já que em homens o ângulo médio foi de 69,80° e em mulheres, de 57,85° ( $p = 0,0140$ ). Em nenhum dos

sexos houve diferença estatística dessa angulação com o avançar da idade (Figura 4).

À esquerda, a artéria renal (ARE) também não demonstrou modificação estatisticamente significativa da angulação com o avançar da idade quando avaliados indivíduos do mesmo sexo e, assim como ocorreu na ARD, apresentou maior angulação da origem em homens mais velhos (61 a 70 anos) do que em mulheres da mesma faixa etária (médias de 77,57° e 64,60° com  $p = 0,0084$ ) (Figura 5).

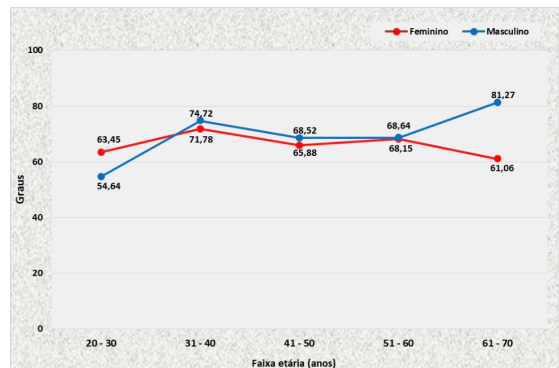


Figura 2. Ângulos médios da artéria mesentérica superior em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

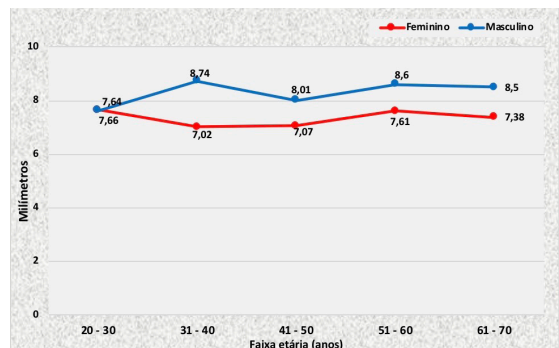


Figura 3. Diâmetros médios da artéria mesentérica superior em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

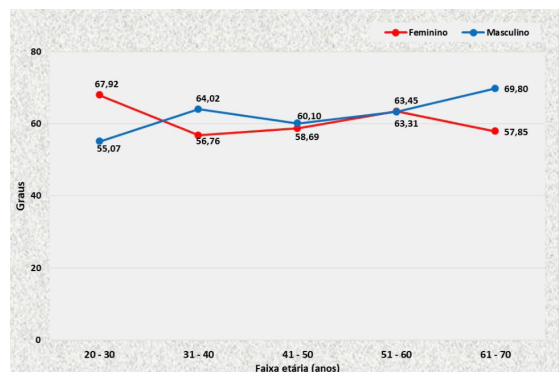


Figura 4. Ângulos médios da artéria renal direita em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

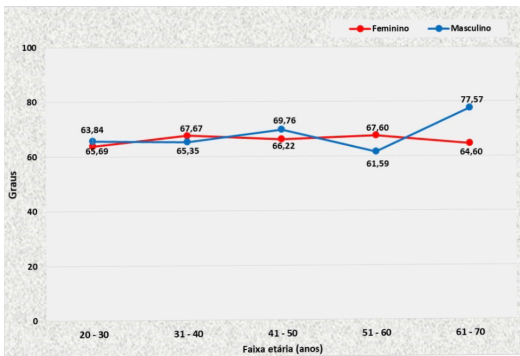


Figura 5. Ângulos médios da artéria renal esquerda em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

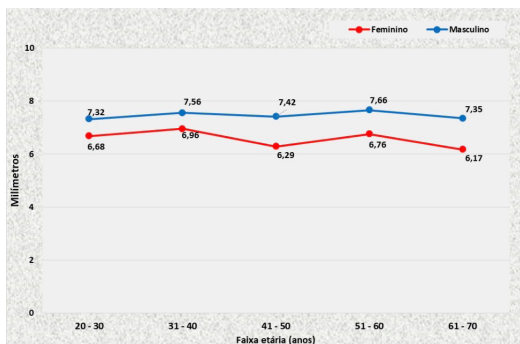


Figura 6. Diâmetros médios da artéria renal direita em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

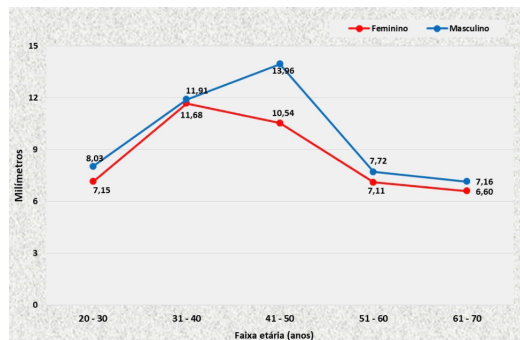


Figura 7. Diâmetros médios da artéria renal esquerda em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

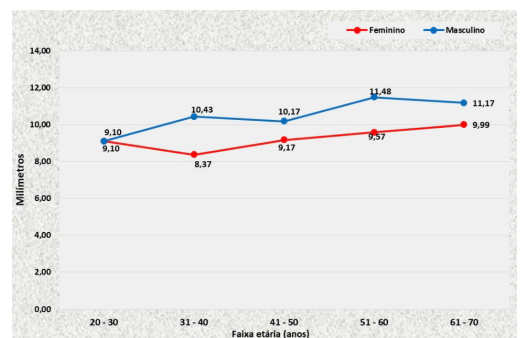


Figura 8. Diâmetros médios da artéria ilíaca comum direita em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

Os diâmetros das artérias renais foram maiores à direita; homens com idade entre 41 e 70 anos apresentaram maior diâmetro da ARD do que mulheres da mesma faixa etária, enquanto a ARE foi estatisticamente mais calibrosa em homens apenas na faixa etária de 20 a 30 anos ( $p = 0,0354$ ). Diâmetros das artérias renais encontram-se nas Figuras 6 e 7.

### Artérias ilíacas comuns

As artérias ilíacas comuns tendem a ser mais calibrosas em homens do que em mulheres. No lado direito, isso aconteceu na maior parte das faixas etárias, exceto entre os pacientes mais jovens, nos quais o diâmetro médio foi o mesmo em ambos os sexos (Figura 8). No lado esquerdo, a ilíaca comum foi estatisticamente mais calibrosa em homens entre 20 a 30 anos, 31 a 40 anos e 51 a 60 anos do que em mulheres da mesma faixa etária (Figura 9).

As artérias ilíacas apresentaram aumento progressivo do diâmetro com o passar da idade em ambos os sexos; porém, apenas em homens houve aumento estatisticamente significativo dos diâmetros, especificamente à direita ( $p = 0,0227$ ).

### Ângulo de bifurcação da aorta

Nas mulheres, a média se manteve ao redor de  $44^\circ$  em todas as faixas etárias, enquanto nos homens, embora sem diferença estatística, variou de  $45,48^\circ$  entre 20 a 30 anos a  $50,85^\circ$  entre 61 a 70 anos. Entre pacientes de ambos os sexos, houve diferença estatisticamente significativa apenas na faixa etária de 31 a 40 anos, na qual o ângulo apresentou-se maior em mulheres ( $46,40^\circ$ ) do que em homens ( $37,31^\circ$ ) ( $p = 0,0187$ ) (Figura 10).

### Diâmetros médios da aorta abdominal

Em todos os pontos, foram observados aumentos estatisticamente significantes do diâmetro aórtico

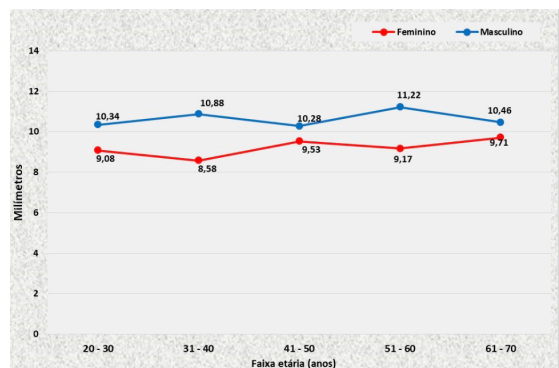


Figura 9. Diâmetros médios da artéria ilíaca comum esquerda em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

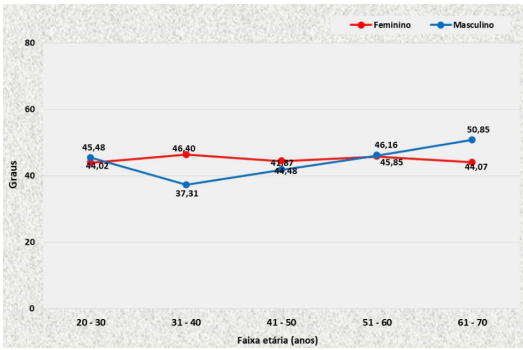


Figura 10. Ângulos médios da bifurcação aorto-ílica em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

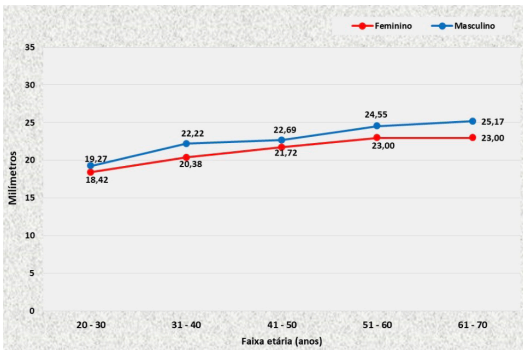


Figura 11. Diâmetros médios da aorta proximal ao tronco celíaco em ambos os sexos e nas diferentes faixas etárias preestabelecidas.

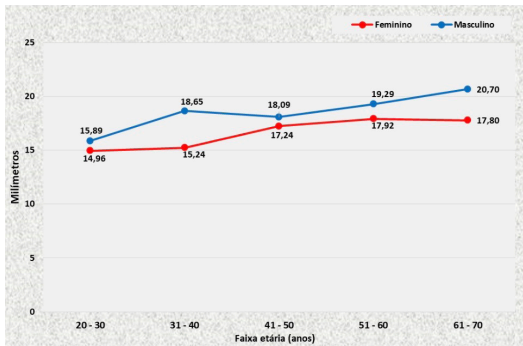


Figura 12. Diâmetros médios da aorta distal à artéria renal mais baixa em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

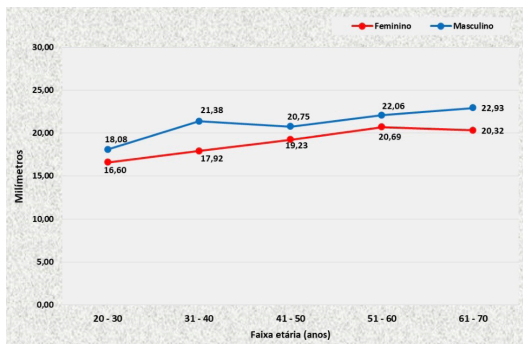


Figura 13. Diâmetros médios da aorta proximal à artéria renal mais alta em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

com o passar da idade, tanto em homens quanto em mulheres. Os diâmetros tendem a ser sempre maiores em homens do que em mulheres. Nas topografias ATC (Figura 11) e ARB (Figura 12), houve significância estatística nas faixas etárias 31 a 40, 51 a 60 e 61 a 70, enquanto nas topografias ARA (Figura 13) e ABI (Figura 14) o diâmetro foi estatisticamente maior em todas as faixas etárias.

### Taxas de dilatação

Para as seguintes topografias analisadas, a taxa de dilatação foi significativamente maior em homens: AMS ( $p = 0,0023$ ); ARD ( $p = 0,0003$ ) e AICD ( $p = 0,0191$ ) (Figura 15).

Além disso, quando comparados pacientes nos extremos de idade, a taxa de dilatação do diâmetro dos segmentos aórticos pesquisados, foi estatisticamente maior em homens do que em mulheres ( $p < 0,05$ ), com exceção daquele imediatamente proximal ao tronco celíaco (Figura 16).

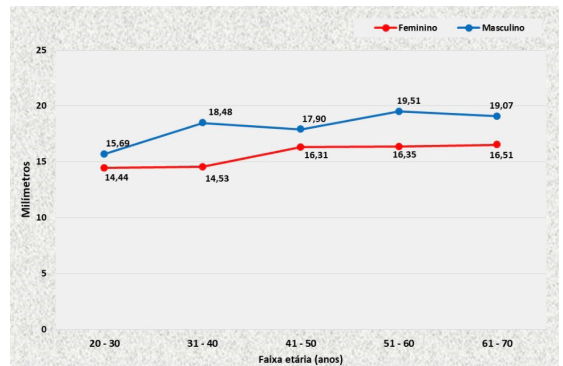


Figura 14. Diâmetros médios da aorta proximal à bifurcação aorto-ílica em ambos os sexos e nas faixas etárias preestabelecidas.

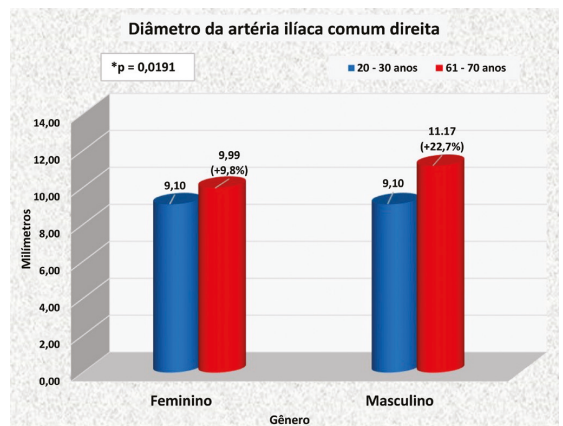


Figura 15. Comparação da taxa de dilatação entre homens e mulheres nas faixas etárias de 20-30 e 61-70 anos. \*:  $p < 0,05$ .

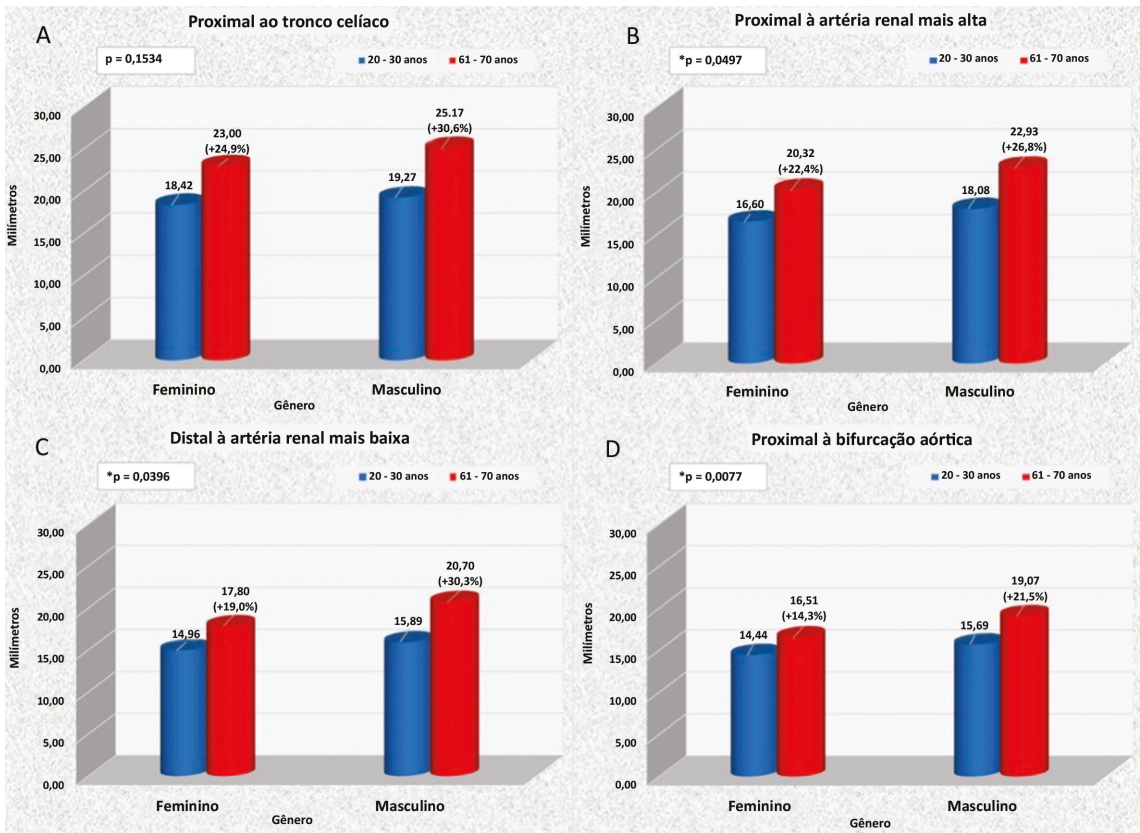


Figura 16. Comparação da taxa de dilatação dos segmentos da aorta abdominal entre homens e mulheres nas faixas etárias de 20-30 e 61-70 anos. Em (A), no segmento proximal ao tronco celíaco; em (B), proximal à artéria renal mais alta; em (C), distal à artéria renal mais baixa; em (D), proximal à bifurcação aórtica. \*:  $p < 0,05$ .

## DISCUSSÃO

O envelhecimento é um processo dinâmico, progressivo e irreversível, ligado intimamente a fatores biológicos, psíquicos e sociais<sup>5</sup>. Seus efeitos dependem não apenas da idade, mas de sexo, estilo de vida, comorbidades, fatores socioeconômicos e influências constitucionais. Por isso, não há homogeneidade na população idosa<sup>5,10,15-17</sup>. O cirurgião deve prezar pelo conhecimento mais particularizado possível sobre as estruturas abordadas em cada procedimento, pois isso afeta positivamente a qualidade da técnica e evita lesões iatrogênicas.

A aorta e outras artérias calibradas, principalmente as com camada elástica mais desenvolvida, tornam-se mais dilatadas, alongadas e tortuosas conforme o paciente envelhece<sup>13,18,19</sup>. A compreensão das modificações da anatomia arterial com o envelhecimento pode ser útil para o planejamento de procedimentos invasivos — a exemplo da opção de acesso e curvaturas de cateteres e diâmetros de balões de angioplastia e stents em um procedimento endovascular —, além de, futuramente, poder auxiliar na fabricação de materiais endovasculares

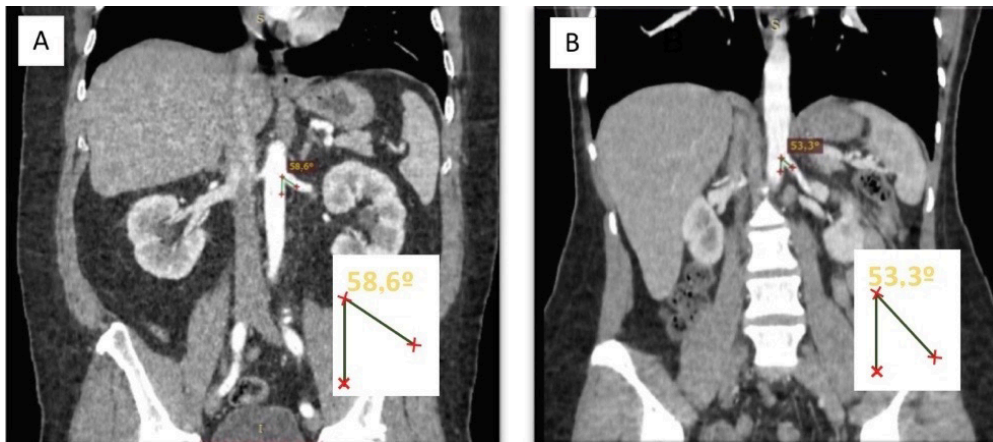
com diâmetro e curvaturas que melhor se adaptem a pacientes de acordo com sexo e faixa etária.

Obviamente, quando disponíveis, o planejamento de uma intervenção deve considerar informações anatômicas fornecidas por exames não invasivos; entretanto, os resultados desta pesquisa podem ajudar a prever algumas dificuldades. Por exemplo, ao tentar um cateterismo seletivo da ARE, tendo como acesso uma punção na artéria femoral direita em um paciente de 68 anos, baseado nas diferenças de angulação encontradas no presente estudo, é provável que, em uma paciente do sexo feminino, se encontrem dificuldades maiores do que as previstas para homens da mesma faixa etária (Figura 17).

É interessante ressaltar que o presente estudo detectou maior tendência de dilatação arterial, como na aorta abdominal e AICD, com o avançar da idade em homens, como já sugerido por outros estudos<sup>17-22</sup>.

A AMS também apresentou maior modificação de angulação e diâmetro em homens. A menor predisposição para alterações da anatomia arterial em mulheres pode estar relacionada ao papel do estrogênio<sup>6,9,22</sup>, que aumenta a biodisponibilidade





**Figura 17.** Tomografia computadorizada contrastada de abdômen em corte coronal, comparando as medidas do ângulo de origem da artéria renal esquerda (ARE) em pacientes de ambos os sexos entre 61 e 70 anos. (A) ângulo de origem da ARE em um homem; (B) ângulo de origem da ARE em uma mulher.

de óxido nítrico (NO) sem aumentar a expressão e/ou atividade da óxido nítrico-sintase endotelial (eNOS), cujas propriedades antioxidantes podem induzir ou acelerar o envelhecimento vascular<sup>6,8,9</sup>. A biodisponibilidade do NO é fundamental para a função endotelial normal, e sabe-se que a idade avançada leva ao comprometimento da produção endotelial de NO e ao aumento da inativação dele pelo superóxido, o que contribui para a disfunção endotelial relacionada à idade<sup>6,10,16,23,24</sup>.

As características mais notáveis do envelhecimento vascular descritas na literatura são as mudanças mecânicas e estruturais que ocorrem nas paredes dos vasos, dentre elas, a dilatação e o espessamento arteriais, verificados principalmente na aorta abdominal e destacados em diversas publicações<sup>5,12,15,22,25</sup>. As alterações arteriais ao longo da vida também são influenciadas por fatores de risco cardiovasculares modificáveis, como hipertensão, obesidade, tabagismo e estilo de vida, além de fatores não modificáveis, a exemplo de genética, idade e história familiar<sup>15,16,21</sup>.

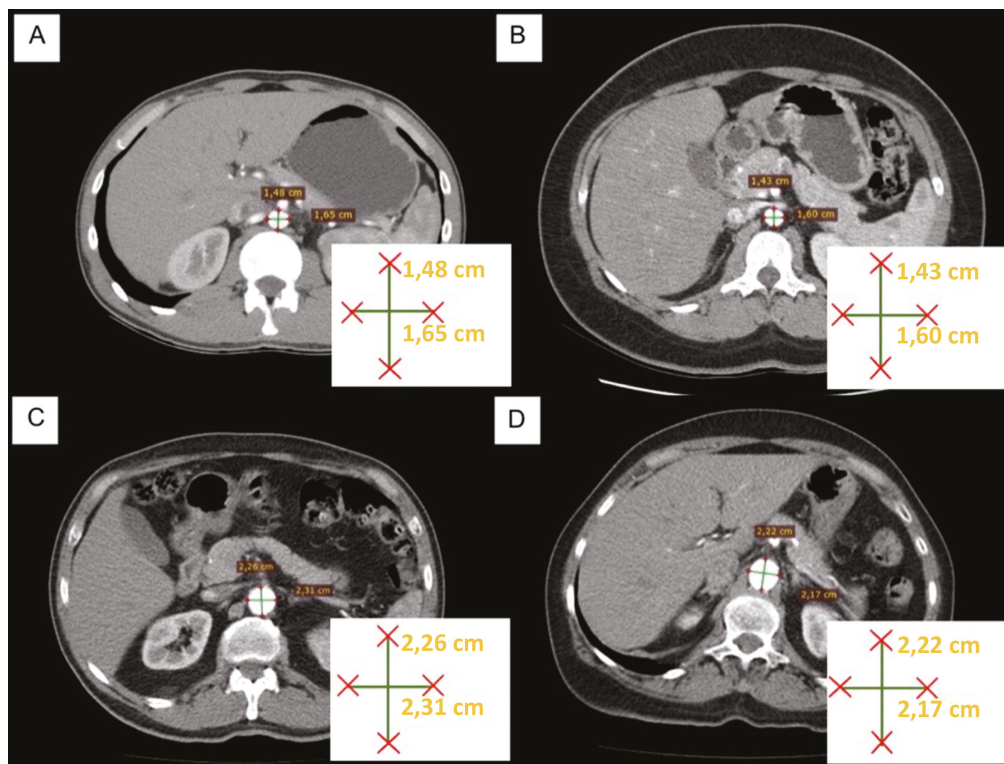
Sabe-se que, mesmo em pacientes saudáveis, a rigidez aórtica acentua-se após os 50 anos de idade<sup>7,26</sup>, e estudos *post-mortem* mostram que o espessamento da parede aórtica durante o envelhecimento ocorre por aumento na espessura da camada íntima, mesmo em populações com baixa incidência de aterosclerose<sup>7,8,10,15,17</sup>. Anatomicamente, essas alterações se manifestam não apenas pelo aumento do diâmetro, mas também pelo alongamento aórtico, e, do ponto de vista fisiológico, o espessamento arterial, que se relaciona com a velocidade de onda de pulso (*pulse-wave velocity*, PWV), demonstrou ser um fator de risco independente para eventos cardiovasculares<sup>5,9,13,14</sup>.

Embora não tenhamos pesquisado o espessamento, as modificações de diâmetro arterial detectadas neste estudo corroboram os achados da literatura. Nossa revisão, entretanto, não encontrou estudos que correlacionassem as angulações de emergência dos ramos da aorta abdominal com o sexo e a idade dos pacientes.

Infelizmente, o caráter retrospectivo desta pesquisa permitiu acesso somente ao sexo e à faixa etária dos pacientes submetidos aos exames, o que possibilitou apenas a constatação de que o diâmetro da aorta foi maior em homens e que aumentou progressivamente com o avançar da idade em ambos os sexos (Figura 18). Diversos artigos publicados apontaram que os diâmetros da aorta são maiores em homens do que em mulheres<sup>12,18-20,22,25,26</sup>; porém, não avaliaram que a taxa de dilatação desses diâmetros é maior em homens do que em mulheres em todas as faixas etárias, como detectado no presente estudo.

Assim como aconteceu com a aorta, a AICD e a AICE apresentaram diâmetro médio maior em homens do que em mulheres e, considerando-se a AICD, apresentaram aumento significativo do calibre com o passar da idade.

A literatura sobre aneurismas de artérias ilíacas é escassa, mas evidências sugerem que as ilíacas comuns não aneurismáticas têm maior calibre à direita do que à esquerda e que aneurismas, quando ocorrem, além de serem mais frequentes, tendem a apresentar maior diâmetro à direita do que à esquerda<sup>21,27-29</sup>, o que corrobora os achados de nossa casuística. Este fato pode estar relacionado à maior ocorrência de aneurismas na aorta (4 masculinos:1 feminino)<sup>30</sup> e ilíacas (5 masculinos:1 feminino)<sup>27</sup>, já que a lei de Laplace explica que quanto maior o raio do vaso,



**Figura 18.** Tomografia computadorizada contrastada de abdômen em corte transversal, comparando as medidas dos diâmetros da aorta abdominal proximal à artéria renal mais alta em pacientes de ambos os sexos e diferentes faixas etárias. (A) paciente do sexo masculino na faixa etária entre 20 e 30 anos; (B) paciente do sexo feminino na faixa etária entre 20 e 30 anos; (C) paciente do sexo masculino na faixa etária entre 60 e 70 anos; (D) paciente do sexo feminino na faixa etária entre 60 e 70 anos.

maior a tensão exercida na parede<sup>31</sup>. Ou seja, por apresentarem vasos mais calibrosos, pode haver uma predisposição anatômica para homens desenvolverem aneurismas nessas artérias.

Obviamente, essa observação não explica, isoladamente, a maior ocorrência de aneurismas em segmentos de menor diâmetro, já que é conhecido que aneurismas do segmento abdominal da aorta são cerca de quatro vezes mais frequentes do que aqueles da aorta torácica, a qual apresenta maior diâmetro<sup>13,28</sup>. Certamente, a origem de uma doença complexa como o aneurisma é multifatorial; sabe-se, por exemplo, que há uma marcada alteração histológica da aorta ao longo da vida, já que os jovens têm fibras de elastina grossas, concêntricas e homogêneas, enquanto os idosos as apresentam mais finas e fragmentadas, ocupando menor volume na camada média da artéria<sup>5,7,10,14,32,33</sup>.

Para avaliar as alterações da anatomia arterial associadas à idade em pacientes de ambos os sexos, o ideal seria acompanhar com exames de imagem uma coorte de pacientes ao longo da vida. Entretanto, esse desenho de estudo apresentaria enormes empecilhos para a execução. Outras limitações desta pesquisa são

número relativamente baixo de TCs e o desconhecimento de comorbidades e hábitos de vida dos pacientes, como o tabagismo, que podem predispor a alterações da anatomia arterial.

## CONCLUSÕES

O diâmetro da aorta em diversos segmentos aumenta progressivamente com o passar da idade em pacientes de ambos os sexos e, entre pacientes de mesma faixa etária, é maior em homens do que em mulheres. Os diâmetros de todos os ramos da aorta, com exceção da ARE, foram maiores em homens do que em mulheres em todas as faixas etárias. O ângulo de emergência da artéria mesentérica superior foi maior em homens do que em mulheres em todas as faixas etárias, com exceção da faixa etária entre 20 e 30 anos; o ângulo de origem da artéria renal esquerda foi maior em mulheres do que em homens com idade entre 51 e 60 anos. A taxa de dilatação dos diâmetros nos diferentes segmentos da aorta abdominal foi maior em homens do que em mulheres, com exceção do segmento proximal ao tronco celíaco.

## ■ REFERÊNCIAS

- Majernik J, Szerdiova L. Preparation of medical students for cadaveric anatomy using multimedia education tools. In: Proceedings of the International Conference on Information and Digital Technologies (IDT); 2017; Zilina, Slovakia. New York: IEEE; 2017. p. 252-5. <http://dx.doi.org/10.1109/DT.2017.8024305>.
- Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: a critical review. *Ann Anat.* 2016;208:151-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>. PMID:26996541.
- Bock A, Modabber A, Hölzle F, Prescher A, Classen-Linke I. Improvement of anatomical knowledge and surgical skills in head and neck region: an interdisciplinary hands-on course for clinical students. *Ann Anat.* 2019;224:97-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2019.03.011>. PMID:30998972.
- Sheikh AH, Barry DS, Gutierrez H, Cryan JF, O'Keefe GW. Cadaveric anatomy in the future of medical education: What is the surgeons view? *Anat Sci Educ.* 2016;9(2):203-8. <http://dx.doi.org/10.1002/ase.1560>. PMID:26213365.
- Mikael LRP, Gomes AMG, Sousa MM, et al. Envelhecimento vascular e rigidez arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(3):253-8. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20170091>. PMID:28678931.
- Han S, Aydin MM, Akansel S, et al. Age- and sex-dependent alteration of functions and epigenetic modifications of vessel and endothelium related biomarkers. *Turk J Biol.* 2018;42(4):286-96. <http://dx.doi.org/10.3906/biy-1803-59>. PMID:30814892.
- Ferruzzi J, Madziva D, Caulk AW, Tellides G, Humphrey JD. Compromised mechanical homeostasis in arterial aging and associated cardiovascular consequences. *Biomech Model Mechanobiol.* 2018;17(5):1281-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s10237-018-1026-7>. PMID:29754316.
- Costa-Fraga FP, Goncalves GK, Souza-Neto FP, et al. Age-related changes in vascular responses to angiotensin-(1-7) in female mice. *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst.* 2018;19(3):1-10. <http://dx.doi.org/10.1177/1470320318789332>. PMID:30024321.
- Ogola BO, Zimmerman MA, Clark GL, et al. New insights into arterial stiffening: does sex matter? *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2018;315(5):H1073-87. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpheart.00132.2018>. PMID:30028199.
- Ungvari Z, Tarantini S, Donato AJ, Galvan V, Csiszar A. Mechanisms of vascular aging. *Circ Res.* 2018;123(7):849-67. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.311378>. PMID:30355080.
- Foote K, Bennett MR. Molecular insights into vascular aging. *Aging.* 2018;10(12):3647-9. <http://dx.doi.org/10.18632/aging.101697>. PMID:30521484.
- Costantino S, Paneni F, Cosentino F. Ageing, metabolism and cardiovascular disease. *J Physiol.* 2016;594(8):2061-73. <http://dx.doi.org/10.1113/JP270538>. PMID:26391109.
- Tawfik AM, Sobh DM, Gadelhak B, Sobh HM, Batouty NM. The effect of age and gender on tortuosity of the descending thoracic Aorta. *Eur J Radiol.* 2019;110:54-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.11.017>. PMID:30599873.
- Adji A, O'Rourke MF, Namasivayam M. Arterial stiffness, its assessment, prognostic value, and implications for treatment. *Am J Hypertens.* 2011;24(1):5-17. <http://dx.doi.org/10.1038/ajh.2010.192>. PMID:20940710.
- Terentes-Printzios D, Vlachopoulos C, Xaplanteris P, et al. Cardiovascular risk factors accelerate progression of vascular aging in the general population: results from the CRAVE study (Cardiovascular Risk Factors Affecting Vascular Age). *Hypertension.* 2017;70(5):1057-64. <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09633>. PMID:28923899.
- Qazi S, Massaro JM, Chuang ML, D'Agostino RB, Hoffmann U, O'Donnell CJ. Increased aortic diameters on multidetector CT scan are independent predictors of incident adverse cardiovascular events: the framingham heart study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2017;10(12):e006776. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.117.006776>. PMID:29222122.
- Adriaans BP, Heuts S, Gerretsen S, et al. Aortic elongation part I: The normal aortic ageing process. *Heart.* 2018;104(21):1772-7. <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312866>. PMID:29593078.
- Kamenskiy A, Miserlis D, Adamson P, et al. Patient demographics and cardiovascular risk factors differentially influence geometric remodeling of the aorta compared with the peripheral arteries. *Surgery.* 2015;158(6):1617-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2015.05.013>.
- Rylski B, Desjardins B, Moser W, Bavaria JE, Milewski RK. Gender-related changes in aortic geometry throughout life. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45(5):805-11. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezt597>. PMID:24431164.
- Gameraddin M. Normal abdominal aorta diameter on abdominal sonography in healthy asymptomatic adults: impact of age and gender. *J Radiation Research and Applied Sciences.* 2019;12(1):186-91. <http://dx.doi.org/10.1080/16878507.2019.1617553>.
- Bannazadeh M, Jenkins C, Forsyth A, et al. Outcomes for concomitant common iliac artery aneurysms after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2017;66(5):1390-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2017.02.058>. PMID:28697942.
- Eikendal ALM, Bots ML, Haaring C, et al. Reference values for cardiac and aortic magnetic resonance imaging in healthy, young caucasian adults. *PLoS One.* 2016;11(10):e0164480. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0164480>. PMID:27732640.
- Persson PB. The multiple functions of the endothelium: more than just wallpaper. *Acta Physiol (Oxf).* 2015;213(4):747-9. <http://dx.doi.org/10.1111/apha.12464>. PMID:25683245.
- Pagan LU, Gomes MJ, Okoshi MP. Endothelial function and physical exercise. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(4):540-2. PMID:30365677.
- Virmani R, Avolio AP, Mergner WJ, et al. Effect of aging on aortic morphology in populations with high and low prevalence of hypertension and atherosclerosis: comparison between occidental and Chinese communities. *Am J Pathol.* 1991;139(5):1119-29. PMID:1951629.
- Benetos A, Laurent S, Hoeks AP, Boutouyrie PH, Safar ME. Arterial alterations with aging and high blood pressure: a noninvasive study of carotid and femoral arteries. *Arterioscler Thromb.* 1993;13(1):90-7. <http://dx.doi.org/10.1161/01.ATV.13.1.90>. PMID:8422344.
- Huang Y, Gloviczki P, Duncan AA, et al. Common iliac artery aneurysm: Expansion rate and results of open surgical and endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2008;47(6):1203-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.01.050>. PMID:18514838.
- Brunkwall J, Hauksson H, Bengtsson H, Bergqvist D, Takolander R, Bergentz SE. Solitary aneurysms of the iliac arterial system: an estimate of their frequency of occurrence. *J Vasc Surg.* 1989;10(4):381-4. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(89\)90411-4](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(89)90411-4). PMID:2795762.
- Armon MP, Wenham PW, Whitaker SC, Gregson RHS, Hopkinson BR. Common iliac artery aneurysms in patients with abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1998;15(3):255-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884\(98\)80186-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884(98)80186-X). PMID:9587341.
- Zomporodi S, Leander K, Roy J, Steuer J, Hultgren R. Understanding abdominal aortic aneurysm epidemiology: Socioeconomic position affects outcome. *J Epidemiol Community Health.* 2018;72(10):904-10. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2018-210644>. PMID:29967003.
- Grimshaw GM, Thompson JM. Changes in diameter of the abdominal aorta with age: an epidemiological study. *J Clin*

- Ultrasound. 1997;25(1):7-13. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0096\(199701\)25:1<7::AID-JCU2>3.0.CO;2-M](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0096(199701)25:1<7::AID-JCU2>3.0.CO;2-M). PMID:9010802.
32. Raaz U, Zöllner AM, Schellinger IN, et al. Segmental aortic stiffening contributes to experimental abdominal aortic aneurysm development. *Circulation*. 2015;131(20):1783-95. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012377>. PMID:25904646.
33. Kuivaniemi H, Ryer EJ, Elmore JR, Tromp G. Understanding the pathogenesis of abdominal aortic aneurysms. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2015;13(9):975-87. <http://dx.doi.org/10.1586/14779072.2015.1074861>. PMID:26308600.

#### Correspondência

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior  
Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Faculdade de Medicina  
Rua Domingos Marreiros, 307/802 - Umarizal  
CEP 66055-210 - Belém (PA), Brasil  
Tel.: (91) 98127-9656  
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

#### Informações sobre os autores

AMOGJ - Médico cirurgião vascular; Titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Certificado de área de atuação em Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular; Doutor, Programa de Pós-graduação em Ciências Cirúrgicas Interdisciplinares, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (EPM/UNIFESP); Professor de Cirurgia, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).  
FBAA - Acadêmica de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).  
FAB - Médica egressa, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Preceptora de internato em Medicina de Família e Comunidade, Faculdade de Medicina, Universidade Anhembi Morumbi, Unidade Básica de Saúde Jardim Valquíria.  
FVC - Médica egressa, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Residente em Medicina de Família e Comunidade, Hospital Universitário João de Barros Barreto, Universidade Federal do Pará (HUIBB-UFPA).  
MCA - Estatístico; Epidemiologista; Mestre em Cirurgia e Pesquisa Experimental atuante, Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará (FSCMPA).  
WBV - Médico radiologista atuante, Clínica DIA/Hospital Amazônia.

#### Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: AMOGJ  
Análise e interpretação dos dados: AMOGJ, FBAA, FAB, FVC, MCA  
Coleta de dados: FAB, FVC  
Redação do artigo: FBAA  
Revisão crítica do texto: AMOGJ  
Aprovação final do artigo\*: AMOGJ, FBAA, FAB, FVC, MCA, WBV  
Análise estatística: MCA  
Responsabilidade geral pelo estudo: AMOGJ

\*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao  
J Vasc Bras.