Influence of sex and age on inferior vena cava diameter and implications for the implantation of vena cava filters

Influência do sexo e da idade sobre o diâmetro da cava inferior e implicações para o implante de filtros de veia cava

Ana Carolina Corrêa Franco1, Lillian dos Santos Carneiro1, Reinaldo Sérgio Monteiro Franco1, Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior1

Abstract

Background: Measuring the venous diameter and choosing a compatible vena cava filter are essential to reduce the risk of complications resulting from implantation of these devices. However, there is little information on how the diameter of the inferior vena cava varies with sex and age. Objectives: To determine the influence of patients’ gender and age on their inferior vena cava diameter and the suitability of the different models of available filters. Methods: Retrospective analytical study based on computed tomography images. The diameter of the inferior vena cava was measured at 3 points: above the confluence of the common iliac veins, below the renal veins, and midway between these two points (cranial point, caudal point, and midpoint) using Arya® and Carestream PACS® software. The results were classified by sex and age groups. Results: CT scans of 417 patients were analyzed: 245 women and 172 men. The diameters at the midpoint and caudal point were, respectively, 19.1 mm and 20.6 mm in women from 81 to 92 years old and were statistically smaller (p < 0.05) when compared to women aged 19 to 40 years (midpoint: 22.7 mm; caudal point: 23 mm). Similar results were seen in men. Venous diameters at the cranial and caudal points in patients aged from 51 to 70 years were statistically larger in men (cranial point: 24.4 mm; caudal point: 22.3 mm) than in women (cranial point: 22.6 mm; caudal point: 20.8 mm) (p < 0.05). Conclusions: A smaller diameter was found for the inferior vena cava in older patients of both sexes and the rate of diameter change was similar among men and women.

Keywords: embolism and thrombosis; vena cava filter; tomography; inferior vena cava; anatomy.

Resumo

Contexto: A aferição do diâmetro venoso e a escolha de um filtro de veia cava compatível são fundamentais para diminuir o risco de complicações decorrentes do implante desses dispositivos. No entanto, há pouca informação sobre como o diâmetro da cava inferior varia de acordo com o sexo e a idade. Objetivos: Determinar a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre o diâmetro da cava inferior e a adequação dos diferentes modelos de filtro disponíveis. Métodos: Estudo analítico retrospectivo, realizado a partir de imagens de tomografia computadorizada. O diâmetro no segmento infrarrenal da veia cava inferior foi aferido em três pontos (cranial, médio e caudal). Os resultados foram classificados de acordo com o sexo e as faixas etárias. Resultados: Foram analisadas tomografias de 417 pacientes: 245 mulheres e 172 homens. Os diâmetros nos pontos médio e caudal foram, respectivamente, 19,1 mm e 20,6 mm em mulheres de 81 a 92 anos, sendo estatisticamente menores (p < 0,05) quando comparados aos de mulheres com idade entre 19 e 40 anos (diâmetro no ponto médio: 22,7 mm; diâmetro no ponto caudal: 23 mm). Resultados semelhantes foram observados em homens. Os diâmetros venosos nos pontos cranial e caudal foram estatisticamente maiores em homens (ponto cranial: 24,4 mm; ponto caudal: 22,3 mm) do que em mulheres (ponto cranial: 22,6 mm; ponto caudal: 20,8 mm) em pacientes com idade entre 51 e 70 anos (p < 0,05). Conclusões: O diâmetro da veia cava inferior foi menor em pacientes com idade mais avançada em ambos os sexos, e a taxa de variação do diâmetro foi semelhante entre homens e mulheres.

Palavras-chave: embolia e trombose; filtro de veia cava; tomografia; inferior vena cava; anatomia.

How to cite: Franco ACC, Carneiro LS, Franco RSM, Góes Junior AMO. Influence of sex and age on inferior vena cava diameter and implications for the implantation of vena cava filters. J Vasc Bras. 2022;21:e20210147. https://doi.org/10.1590/1677-5449.202101472

1Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Belém, PA, Brasil.
Financial support: None.
Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.
Submitted: August 23, 2021. Accepted: July 15, 2022.
The study was carried out at Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brazil.

Copyright© 2022 The authors. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Franco et al. J Vasc Bras. 2022;21:e20210147. https://doi.org/10.1590/1677-5449.202101472

1/8
INTRODUCTION

Vena cava filter (VCF) placement is recommended in patients with venous thromboembolism (VTE) who have contraindications to anticoagulation, such as those with active bleeding or thrombocytopenia.1,2 There are more than ten different models of VCF available on the market, indicated for veins with diameters ranging from 14 to 35 mm. However, complications resulting from implanting these devices include inferior vena cava (IVC) perforation and filter migration.3-6 To reduce the risk of these complications, it is essential to measure the IVC diameter using tomography, Doppler ultrasonography, or phlebography, in order to select a compatible filter.

Although removable filters do exist, these devices are frequently not removed. However, there is little information on how IVC diameters vary as the patients get older. A review of literature on the subject identified just one article,7 which used echocardiograms and demonstrated that intrapericardial IVC diameter tends to reduce as patients age. However, no similar studies regarding the infrarenal segment were found.

The aim of this study was to determine the influence of sex and age of patients on the diameter of the infrarenal segment of the IVC and the suitability of different VCF models according to the variation in this anatomic parameter.

METHODS

This was a retrospective analytical study, approved by the Research Ethics Committee (protocol number 4.448.908), analyzing computed tomographies (CTs) in order to measure IVC diameters.

The tomographies analyzed were performed from January 2015 to January 2021 on GE VCT, 64 channel scanners (GE HealthCare, Chicago, IL, USA) or on Siemens Somatom Scope (Siemens Healthcare, Erlangen, Germany), 16 channel scanners, using Picture Archiving Communication System (PACS) Aurora Arya (PIXEON, São Caetano do Sul, SP, Brazil) version 20.10.1 and Carestream Vue PACS (Carestream Health, Rochester, NY, USA) version 12.1.5.0417 software.8,9

Sample size was calculated using the Fontelles 2012 rule, by which a minimum sample of 348 examinations was considered representative.10

Patients of both sexes, aged 19 years or older, were included. CTs were excluded if they showed congenital anomalies, showed venous malformations and extrinsic compression on the IVC, and/or when the definition of the images did not enable measurement of the anatomic parameters investigated (Figure 1).

The IVC diameter was measured on axial slices at three points: caudal diameter (immediately above the confluence of the common iliac veins), cranial diameter (immediately below the most caudal renal vein), and diameter at the midpoint (halfway between the cranial and caudal measurement points) (Figures 2 and 3).

The variables were analyzed according to sex and by distribution in the following age ranges: 19 to 40, 41 to 50, 51 to 60, 61 to 70, 71 to 80, and 81 to 92 years.

Quantitative variables were expressed as minimum, maximum, mean, and standard deviation, and qualitative...
variables were expressed as frequency and percentage. Numerical variables were compared between two groups using Student’s t test or the Mann-Whitney test, its nonparametric equivalent. Numerical variables were compared between more than two groups using analysis of variance (ANOVA) or the Kruskal-Wallis test, its nonparametric equivalent.

The rate of diameter narrowing, in male and female patients, was calculated by subtracting the mean diameter for the oldest age range (81 to 92 years) from the mean diameter for the youngest age range (19 to 40 years) and multiplying by 100. These rates were compared by sex using Student’s t test. The normality of data distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. Results with $p \leq 0.05$ (bilateral) were considered statistically significant.

Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) and BioEstat 5.5 (Sartorius, Gottingen, Germany) were used to tabulate data, perform statistical tests, and plot graphs.19,20

RESULTS

After application of the inclusion and exclusion criteria, the final sample comprised 417 patients, 245 (58.8%) of whom were female. Mean age was 57.8±13.6 years, ranging from 19 to 92 years. There was a statistically significant (†) predominance of female patients in the age group from 41 to 50 years and of male patients in the age group from 61 to 70 years (Table 1). Table 2 lists mean age by sex, with no significant difference.

The IVC diameter at the caudal measurement point reduced significantly with advancing age in both sexes (men: $p = 0.02$; women: $p < 0.001$). At this measurement point, the IVC had a statistically larger caliber in men than in women in two of the age groups: 51 to 60 years ($p = 0.003$) and 61 to 70 years ($p < 0.001$).

Men and women exhibited progressively smaller diameters at the midpoint of the infrarenal vena cava (both sexes: $p < 0.001$), but at this measurement point there were no significant differences in diameter between the sexes in any of the age groups.

At the most cranial measurement point, the IVC caliber was statistically larger in men than women in the following age groups: 41 to 50 years (mean diameter of 24.6 mm in men and 22.7 mm in women; $p = 0.01$); 51 to 60 years (mean diameter of 24.8 mm in men and 22.8 mm in women; $p = 0.03$); and 61 to
Influence of sex and age on vena cava diameter

Franco et al. J Vasc Bras. 2022;21:e20210147. https://doi.org/10.1590/1677-5449.20210147

70 years (mean diameter of 24 mm in men and 22.4 mm in women: p = 0.03).

The mean IVC diameters of patients of both sexes in the different age groups measured at the caudal point, midpoint, and cranial point are illustrated, respectively, in Figures 4, 5, and 6.

Among the women, the mean diameters measured at the caudal point, midpoint, and cranial point were, respectively, 22.9 mm, 22.7 mm, and 23 mm in the youngest age group (19 to 40 years) and 21.6 mm, 19.1 mm, and 20.6 mm in the oldest age group (81 to 92 years). Among the men, the mean diameters in the youngest age group were, respectively, 22.4 mm, 22.8 mm, and 22.5 mm and mean diameters in the oldest age group were 22.4 mm, 18.5 mm, and 19.9 mm. The rates of change of the mean IVC diameters at the three measurement points are illustrated in Figures 7, 8, and 9.

Although smaller diameters were identified in both women and older men, the rate of change in diameters at the cranial, mid and caudal points was similar between the sexes (p = 0.54, p = 0.10, and p = 0.48).

**DISCUSSION**

The first VCF, the Mobin Uddin model, was developed in 1969. Since then, these filters have undergone many modifications to increase their efficiency and reduce the incidence of complications. 21-23

The chosen VCF must fit the diameter of the patient’s IVC in order to avoid complications such as IVC, and adjacent structures, perforation (Figure 10), filter migration or thrombosis, or device embolization. 8-14 Currently, at least 14 models of VCF

---

**Table 1. Distribution of patients by sex and age group.**

| Variable   | Total (n=417) AF (Fr%) | Females (n=245) AF (Fr%) | Males (n=172) AF (Fr%) | p-value |
|------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---------|
| Age        |                        |                          |                        |         |
| 19 to 40yrs| 55 (13.2%)             | 38 (15.5%)               | 17 (9.9%)              | 0.031*  |
| 41 to 50yrs| 64 (15.3%)             | 45 (18.4%)†              | 19 (11.0%)             |         |
| 51 to 60yrs| 108 (25.9%)            | 65 (26.5%)               | 43 (25.0%)             |         |
| 61 to 70yrs| 112 (26.9%)            | 53 (21.6%)               | 59 (34.3%)†            |         |
| 71 to 80yrs| 64 (15.3%)             | 36 (14.7%)               | 28 (16.3%)             |         |
| 81 to 92yrs| 14 (3.4%)              | 8 (3.3%)                 | 6 (3.5%)               |         |

Variables are expressed as n (%). AF: absolute frequency of patients in each age group (overall and by sex); Fr%: relative frequency of patients in each age group. *Chi-square test of independence/analysis of residuals; †p ≤ 0.05.

---

**Table 2. Mean age by sex.**

| Age (n=417) | Females (n=245) | Males (n=172) | p-value |
|-------------|-----------------|---------------|---------|
| 57.7±13.6   | 56.1±14.1       | 60.1±12.5     | 0.003*  |

Ages are expressed as: mean ± standard deviation. *Mann-Whitney test.

---

**Figure 4. Mean diameters of the vena cava at the caudal measurement point in both sexes, by age groups. *p = 0.003; Student’s t: tp < 0.001; Student’s t: †p < 0.001; Kruskal-Wallis. §p = 0.02; analysis of variance.**

**Figure 5. Mean diameters of the vena cava at the midpoint measurement in both sexes, by age groups. *and †p < 0.001; analysis of variance.**

**Figure 6. Mean diameters of the vena cava at the cranial measurement point in both sexes, by age groups. *p = 0.01; Student’s t test. † and ‡p = 0.03; Student’s t test. § p = 0.83; Kruskal-Wallis. || p = 0.06; Kruskal-Wallis.**
are available in Brazil. Their characteristics, including compatibility with IVC diameter, are listed in Table 3.

The classic topography for VCF placement is the infrarenal segment, where it is recommended that the top of the filter should be located immediately below the most caudal renal vein (matching the cranial diameter measurement point in this study), so that renal drainage is not compromised if retained thrombi obstruct the filter.

A review of the literature did not find any studies that demonstrated the trend for older patients to have smaller IVC diameters in the infrarenal segment, as was demonstrated in the present study, or that studies discussing the possible correlation of IVC narrowing and development of late FVC complications.

In 2010, Masugata et al. published results of analyses of the diameter of the intrapericardial segment of the IVC and demonstrated that the trend in older patients is for the cava wall to contract, leading to a progressive narrowing of the lumen in this topography. They suggested that these variations occurred because of reduced right atrial pressure and IVC compliance as age increases.

In our study, patients were distributed by decades of age, as in the study conducted by Masugata et al. However, since imaging exams are more often ordered for older patients, we combined patients aged 19 to 40 years into one group, so that the age groups had comparable numbers of patients. In both studies, the one by Masugata et al. and the present one, the relationship between IVC diameters and patient age was analyzed at a single time of observation. The ideal methodology, although unfeasible because of countless limitations, would involve following the changes in venous diameter over the course of decades in a significant number of patients.

Despite these limitations, the conclusions of both studies converge on a tendency for IVC diameter to reduce as patients get older. This phenomenon is the opposite of what occurs with the abdominal aorta, the diameter of which trends to increase, as demonstrated in a previously published study conducted by our research group.

As people age, the reduction in collagens and the effects of free radicals are undoubtedly systemic and manifest in both veins and arteries, but with opposite consequences in these major abdominal vessels. This difference is probably because whereas the physiology of the arterial system is more based on “pressure”, the function of the venous system is based on “compliance”. As patients age, there is an increased predisposition to peripheral blood stasis, even influencing the development of venous insufficiency. As such, in theory, the IVC would store a progressively lower volume of blood over time. As wall distension reduces and wall elasticity is lost, its diameter reduces progressively. However, studies to confirm these theories have not yet been performed.

Although all filters are capable of adapting to different vein diameters, this adaptive capacity is limited and related to the filter’s ability to fit the IVC diameter at deployment. It is uncertain how the structure of the device would accommodate possible reductions in the caliber of a vein with progressively less elastic walls and this may be associated with late
Table 3. Types of vena cava filter and their characteristics.

| Product            | Country          | Manufacturer | Material   | Shape    | Diameter | Removal |
|--------------------|------------------|--------------|------------|----------|----------|---------|
| GREENFIELD®         | United States    | Boston       | Steel/titanium | Conical  | ≤ 28mm   | Permanent |
| GUNther®           | United States    | Cook         | Conichrome | Conical  | ≤ 30mm   | ≤ 3 weeks* |
| BIRD’S NEST®       | United States    | Cook         | Conichrome | Nest     | 35-40mm  | Permanent |
| CELECT®            | United States    | Cook         | Conichrome | Conical  | ≤ 30mm   | ≤ 3 months* |
| VENATECH CON-      | France/United States | BBraun  | Phynox     | Conical  | ≤ 32mm   | ≤ 4 weeks* |
| VERTIBLE®          | States           |              |            |          |          |         |
| VENATECH RE-       | France/United States | BBraun  | Phynox     | Conical  | 14-28mm  | ≤ 12 weeks* |
| TRIEIVABLE®        | States           |              |            |          |          |         |
| VENATECH LP®       | France/United States | BBraun  | Phynox     | Conical  | 28-35mm  | Permanent |
| VENATECH LGM®      | France/United States | BBraun  | Phynox     | Conical  | ≤ 28mm   | Permanent |
| TEMPOFILTER II®    | France/United States | BBraun  | Phynox     | Conical  | ≤ 32mm   | Permanent |
| SIMON®             | United Kingdom   | Bard         | Nitinol    | Mushroom | ≤ 32mm   | ≤ 12 weeks* |
| TRAPEASE®          | United States    | Cordis       | Nitinol    | Trapezoid | ≤ 30mm   | Permanent |
| OPTEase®           | United States    | Cordis       | Nitinol    | Trapezoid | ≤ 30mm   | ≤ 21 dias* |
| ALN®               | France           | ALN          | Steel      | Conical  | ≤ 32mm   | ≤ 25 months* |
| ELLA®              | Czech Republic   | ELLA         | Steel      | Conical  | 18-35mm  | ≤ 12 days* |

*Time defined by the manufacturer as the maximum before retrieval of the filter; †Not registered for use for Brazil. Source: National Agency for Sanitary Vigilance (Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA).
perforation of the IVC and with a consequent risk of injury to adjacent structures.9-11,14

According to our results, the majority of filters are compatible with IVC infrarenal diameters of adult men and women. However, the progressive reduction of IVC diameters could interfere with the compatibility of the Bird’s nest® (Cook Medical, Bloomington, IN, USA) and VenaTech® LP (B. Braun Sharing Expertise, Melsungen, Germany) models, because they are indicated for diameters above 28 mm.

Very often, the filter implanted is the one that is available, i.e. the filter that has been approved by a health insurance plan or the one available at a given public hospital, which may increase the risk of complications. For example, if a given filter compatible with vena cava diameters ranging from 28 to 35 mm (Table 3) is implanted in a woman younger than 40 years old, since the mean diameter at the midpoint of the infrarenal segment for this patient profile was found to be 22.8 mm, the risk of acute complications would already be potentially high; but our theory is that the risk would become even higher as the patient grows older, since, over the next four decades, her vena cava diameter could reduce by 15.9%, increasing the risk of IVC perforation.

The practical implication of the present study is that, whenever possible, the chosen VCF should be a removable model and it also highlights the importance of individual assessment of the vena cava diameter before VCF deployment.32

The limitations of this study include its retrospective nature; for example, it was not possible to collect data on the height and weight of patients which, hypothetically, could be related to variations in IVC diameter. Additionally, although a sample size calculation was performed and we did obtain a total patient sample that exceeded the minimum sample size, the distribution of the numbers of patients in each age group was by convenience, according to the availability of tomographic examinations performed. Additional research regarding the topic is suggested.

CONCLUSIONS

The diameter of the infrarenal segment of the IVC was smaller in older patients, both among men and among women, and the sex of patients did not have a significant influence on the rate of diameter narrowing.

The majority of VCF models are compatible with the infrarenal diameters of the IVCs of adult men and women aged 20 to 92 years.

REFERENCES

1. Rocha ATC, Pinheiro TB, Souza PRSP, Marques MA. Protocolos de profilaxia de tromboembolismo venoso (TEV) em hospitais brasileiros - PROTEV Brasil. J Vasc Bras. 2020;19:1-7. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.190119.
2. Gomes AIM, Vidigal AS, Leite LDG, Alves GC, Souza TF, Santos NBD. COVID-19 e o seu efeito pró-trombótico: uso de trombolíticos no tratamento. Hematol Transfus Cell Ther. 2020;42:253. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhtct.2020.10.883.
3. Raymundo SRO, Lobo SMA, Hussain KMK, Hussein KG, Secches IT. O que mudou nas últimas décadas na profilaxia do tromboembolismo venoso em pacientes internados: artigo de revisão. J Vasc Bras. 2019;18:e20180021. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.002118.
4. Curtarelli AE, Silva LPC, Camargo PAB, et al. Profilaxia de tromboembolismo venoso, podemos fazer melhor? Perfil de risco e profilaxia de tromboembolismo venoso em Hospital Universitário do interior do Estado de São Paulo. J Vasc Bras. 2019;18:18. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.004018.
5. Thachil J, Tang N, Gando S, et al. ISTH interim guidance on recognition and management of coagulopathy in COVID-19. J Thromb Haemost. 2020;18(5):1023-6. http://dx.doi.org/10.1111/jth.14810. PMid:32338827.
6. B. Braun. Peripheral Interventional Vascular Diagnosis & Therapy Catalog [Internet]. 2021 [citado 2021 maio 11]. https://www.aesculap.extranet.bbraun.com/public/frame_doc_index.html?med_id=1000169389.
7. Gregorio Ariza M, Tobio R, Carnevale F. Filtro de veia cava. In: Carnevale F, editor. Radiologia intervencionista e cirurgia endovascular. Rio de Janeiro: REVINTER Ltda.; 2006. p. 435-54.
8. Li X, Haddadin I, McLennan G, et al. Inferior vena cava filter - Comprehensive overview of current indications, techniques, complications and retrieval rates. Vasa. 2020;49(6):449-62. http://dx.doi.org/10.1043/0301-1526/a000887.
9. Khan W, Zhang W, Clark V. Persistent abdominal pain as rare complication of duodenal perforation from an inferior vena cava filter. Cureus. 2021;13(2):e13168. http://dx.doi.org/10.7759/cureus.13168. PMid:33717717.
10. Chassin-Trubert L, Prouse G, Ozdemir BA, et al. Filter-Associated inferior vena cava thrombosis with duodenal perforation: case report and literature review. Ann Vasc Surg. 2019;58:383.e1-6. http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2018.11.021. PMid:30763706.
11. Park HO, Choi JY, Jang IS, et al. Perforation of inferior vena cava and duodenenum by strut of inferior vena cava filter. Medicine. 2019;98(47):e17835. http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000017835. PMid:31764778.
12. Krumtan M, Yazeek G, Nishinari K, et al. An alternative approach to treatment of inferior vena cava filter perforation. J Vasc Bras. 2020;19:e20180131. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.180131. PMid:34178046.
13. Sheeth S, Fishman EK. Imaging of the inferior vena cava with MDCT. AJR Am J Roentgenol. 2007;189(5):1243-51. http://dx.doi.org/10.2214/ajr.07.2133. PMid:17954667.
14. Parikh A, Zhang J, Glaser J, Kalapatapu V. Symptomatic duodenal perforation by a Bird's Nest vena cava filter. J Vasc Surg Cases Innov Tech. 2020;7(1):104-7. http://dx.doi.org/10.1016/j.jsctic.2020.11.007. PMid:33718677.
15. Masugata H, Senda S, Okuyama H, et al. Age-related decrease in inferior vena cava diameter measured with echocardiography. Tohoku J Exp Med. 2010;222(2):141-7. http://dx.doi.org/10.1620/txem.222.141. PMid:20944442.
16. Pixon. PACS Aurora Arya. Versão 20.10.1 [software]. São Caetano do Sul: Pixon; 2016.
17. Carestream Health. Carestream Vue PACS (Picture archiving communication system). Versão 12.1.5.0417 [software]. Rochester: Carestream; 2022.

18. Fontelles M. Métodos de amostragem. In: Fontelles M, editor. Bioestatistica aplicada à pesquisa experimental. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física; 2012. p. 134-66.

19. Microsoft Corporation. Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO 64 bits. Versão 16.0.14228.20216 [software]. Redmond: Microsoft; 2019.

20. Ayres M, Ayres M Jr, Ayres DL, Santos AS. BioEstat 5.0: aplicações estatisticas nas áreas das ciências biomédicas. Versão 5.0 [software]. Maryland: Edição do autor; 2007.

21. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European respiratory society (ERS). Eur Heart J. 2020;41(4):543-603. http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405. PMid:31504429.

22. Bikdeli B, Chatterjee S, Desai NR, et al. Inferior vena cava filters: a review of the MAUDE database. J Vasc Interv Radiol. 2014;25(8):1181-5. http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2014.04.016. PMid:24928649.

23. Presti C, Miranda F, Merlo L, et al. Insuficiência venosa crônica: diagnóstico e tratamento [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular; 2015. 34 p. [citado 2021 jul 25]. https://sbacvsp.com.br/wp-content/uploads/2016/05/insuficiencia-venosa-cronica.pdf

24. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Avaliação de complicações relacionadas ao uso de filtros de cava inferior [Internet]. Brasil; 2016. 27 p. [citado 2022 mar 26]. https://www.anvisa.gov.br/avaliacao-complicacoes-relacionadas-ao-uso-de-filtros-de-cava-inferior.pdf

25. Mobin-Uddin K, Mclean R, Bolooki H, Jude JR. Caval interruption for prevention of pulmonary embolism: long-term results of a new method. Arch Surg. 1969;99(6):711-5. http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.1969.01340180035006. PMid:5370194.

26. Fontelles M. Métodos de amostragem. In: Fontelles M, editor. Bioestatistica aplicada à pesquisa experimental. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física; 2012. p. 134-66.

27. Hall JE, Guyton AC. Distensibilidade vascular e funções dos sistemas arterial e venoso. In: Hall JE, Guyton AC, editors. Tratado de fisiologia médica. 13ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. p. 177-86.

28. 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.

29. Barodka VM, Joshi BL, Berkowitz DE, Hogue CW Jr, Nyhan D. Review article: implications of vascular aging. Anesth Analg. 2011;112(5):1048-60. http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182147e3c. PMid:21474663.

30. Hall JE, Guyton AC. Distensibilidade vascular e funções dos sistemas arterial e venoso. In: Hall JE, Guyton AC, editors. Tratado de fisiologia médica. 13ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. p. 177-86.

31. Presti C, Miranda F, Merlo L, et al. Insuficiência venosa crônica: diagnóstico e tratamento [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular; 2015. 34 p. [citado 2021 jul 25]. https://sbacvsp.com.br/wp-content/uploads/2016/05/insuficiencia-venosa-cronica.pdf

32. Andreoli JM, Lewandowski RJ, Vogelzang RL, Ryu RK. Comparison of complication rates associated with permanent and retrievable inferior vena cava filters: a review of the MAUDE database. J Vasc Interv Radiol. 2014;25(8):1181-5. http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2014.04.016. PMid:24928649.

Correspondence
Lilian dos Santos Carneiro
Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA
Av. Tavares Bastos Passagem São José, 100
CEP 66615-195 - Belém (PA), Brasil
Tel.: +55 (91) 99297-2271
E-mail: lilliandscarneiro@gmail.com

Author information
ACCF and LSC - Medical students, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).
RSMF - Vascular surgeon; Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Postgraduate student, Programa de Cirurgia Experimental, Universidade do Estado do Pará (UEPA); Professor of Cirurgia, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).
AMOGJ - Vascular surgeon; Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Board certified in Angiarradiologia 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 Cirurgia, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).

Author contributions
Conception and design: AMOGJ, ACCF, LSC, RSMF
Analysis and interpretation: ACCF, LSC, RSMF and AMOGJ
Data collection: ACCF, LSC
Writing the article: ACCF, LSC
Critical revision of the article: AMOGJ
Final approval of the article*: AMOGJ, ACCF, LSC and RSMF
Statistical analysis: a statistical advisory firm was hired Overall responsibility: AMOGJ, RSMF

*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to J Vasc Bras.
Influência do sexo e da idade sobre o diâmetro da cava inferior e implicações para o implante de filtros de veia cava

Influence of sex and age on inferior vena cava diameter and implications for the implantation of vena cava filters

Ana Carolina Corrêa Franco1, Lillian dos Santos Carneiro1, Reinaldo Sérgio Monteiro Franco1, Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior1

Resumo
Contexto: A aferição do diâmetro venoso e a escolha de um filtro de veia cava compatível são fundamentais para diminuir o risco de complicações decorrentes do implante desses dispositivos. Entretanto, são escassas as informações sobre como o diâmetro da cava inferior varia de acordo com o sexo e a idade. Objetivos: Determinar a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre o diâmetro da cava inferior e a adequação dos diferentes modelos de filtro disponíveis. Métodos: Estudo analítico retrospectivo, realizado a partir de imagens de tomografia computadorizada. O diâmetro no segmento infrarrenal da veia cava inferior foi aferido em três pontos (cranial, médio e caudal). Os resultados foram classificados de acordo com o sexo e as faixas etárias. Resultados: Foram analisadas tomografias de 417 pacientes: 245 mulheres e 172 homens. Os diâmetros nos pontos médio e caudal foram, respectivamente, 19,1 mm e 20,6 mm em mulheres de 81 a 92 anos, sendo estatisticamente menores (p < 0,05) quando comparados aos de mulheres com idade entre 19 e 40 anos (diâmetro no ponto médio: 22,7 mm; diâmetro no ponto caudal: 23 mm). Resultados semelhantes foram observados em homens. Os diâmetros venosos nos pontos cranial e caudal foram estatisticamente maiores em homens (ponto cranial: 24,4 mm; ponto caudal: 22,3 mm) do que em mulheres (ponto cranial: 22,6 mm; ponto caudal: 20,8 mm) em pacientes com idade entre 51 e 70 anos (p < 0,05). Conclusões: O diâmetro da veia cava inferior foi menor em pacientes com idade mais avançada em ambos os sexos, e a taxa de variação do diâmetro foi semelhante entre homens e mulheres.

Palavras-chave: embolia e trombose; filtro de veia cava; tomografia; veia cava inferior; anatomia.

Abstract
Background: Measuring the venous diameter and choosing a compatible vena cava filter are essential to reduce the risk of complications resulting from implantation of these devices. However, there is little information on how the diameter of the inferior vena cava varies with sex and age. Objectives: To determine the influence of patients’ gender and age on their inferior vena cava diameter and the suitability of the different models of available filters. Methods: Retrospective analytical study based on computed tomography images. The diameter of the inferior vena cava was measured at 3 points: above the confluence of the common iliac veins, below the renal veins, and midway between these two points (cranial point, caudal point, and mid point) using Arya® and Carestream PACS® software. The results were classified by sex and age groups. Results: CT scans of 417 patients were analyzed: 245 women and 172 men. The diameters at the midpoint and caudal point were, respectively, 19.1 mm and 20.6 mm in women from 81 to 92 years old and were statistically smaller (p < 0.05) when compared to women aged 19 to 40 years (midpoint: 22.7 mm; caudal point: 23 mm). Similar results were seen in men. Venous diameters at the cranial and caudal points in patients aged from 51 to 70 years were statistically larger in men (cranial point: 24.4 mm; caudal point: 22.3 mm) than in women (cranial point: 22.6 mm; caudal point: 20.8 mm) (p < 0.05). Conclusions: A smaller diameter was found for the inferior vena cava in older patients of both sexes and the rate of diameter change was similar among men and women.

Keywords: embolism and thrombosis; vena cava filter; tomography; inferior vena cava; anatomy.
INTRODUÇÃO

O implante de filtros de veia cava (FVC) é recomendado em pacientes com tromboembolismo venoso (TEV) que apresentem contraindicação à anticoagulação, como aqueles com sangramento ativo ou plaquetopenia1-6.

Há mais de dez modelos de FVC disponíveis no mercado, indicados para veias com diâmetro entre 14 e 35 mm. Entretanto, entre as complicações advindas do implante desses dispositivos, encontram-se a perfuração da veia cava inferior (VCI) e a migração do filtro6-14. A fim de diminuir o risco dessas complicações, é fundamental que o diâmetro da VCI seja aferido por meio de tomografia, ultrassonografia com Doppler ou flebografia, para que seja implantado um filtro compatível.

Apesar de haver filtros removíveis, muitos pacientes permanecem com este dispositivo ao longo da vida. Todavia, são escassas informações sobre como o diâmetro da VCI varia conforme os pacientes envelhecem. Durante a revisão da literatura sobre o tema, foi identificado um único artigo15 no qual, utilizando ecocardiograma, demonstrou-se que o diâmetro do segmento intrapericárdico da VCI tende a diminuir conforme os pacientes envelhecem. No entanto, estudos semelhantes para o segmento infrarrenal não foram localizados.

O objetivo deste estudo foi determinar a influência do sexo e da idade dos pacientes sobre o diâmetro do segmento infrarrenal da VCI e a adequação dos diferentes modelos de FVC de acordo com a variação desse parâmetro anatômico.

MÉTODOS

Tratou-se de um estudo analítico retrospectivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (parecer n.º 4.448.908), que avaliou tomografias computadorizadas (TC) a fim de medir o diâmetro da VCI.

Foram avaliados exames realizados entre janeiro de 2015 e janeiro de 2021 em tomógrafos VCT GE, 64 canais (GE HealthCare, Chicago, IL, EUA), e no tomógrafo Siemens Somatom Scope (Siemens Healthcare, Erlangen, Alemanha), 16 canais, utilizando os programas Picture Archiving Communication System (PACS) Aurora Arya (PIXEON, São Caetano do Sul, SP) versão 20.10.1 e Carestream Vue PACS (Carestream Health, Rochester, NY, EUA) versão 12.1.5.041716,17.

Realizou-se cálculo de tamanho amostral pela regra de Fontelles 2012, com uma amostra mínima de 348 exames tendo sido considerada representativa18.

Foram incluídos exames de pacientes de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 19 anos.

Excluíram-se TCs evidenciando anomalias congênitas ou adquiridas do abdome, malformações venosas e compressão extrínseca sobre a VCI e/ou quando a definição das imagens não permitiu a mensuração dos parâmetros anatômicos pesquisados (Figura 1).

O diâmetro da VCI em cortes axiais foi aferido em três pontos: diâmetro caudal (imediatamente acima da confluência das veias ilíacas comuns), diâmetro cranial (imediatamente abaixo da desembocadura da veia renal mais caudal) e diâmetro no ponto médio (à meia distância entre os pontos de medida cranial e caudal) (Figuras 2 e 3).
As variáveis foram analisadas de acordo com o sexo e a distribuição nas seguintes faixas etárias: 19 a 40, 41 a 50, 51 a 60, 61 a 70, 71 a 80 e 81 a 92 anos. As variáveis quantitativas foram descritas por mínimo, máximo, média e desvio-padrão, e as variáveis qualitativas foram descritas por frequência e percentagem. Para comparar uma variável numérica entre dois grupos, foi utilizado o teste *t* de Student ou o teste de Mann-Whitney, seu equivalente não paramétrico. Para comparar uma variável numérica entre mais de dois grupos, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) ou o teste de Kruskal-Wallis, seu equivalente não paramétrico.

As taxas de variação dos diâmetros de acordo com o sexo foram calculadas subtraindo-se o diâmetro médio na faixa etária superior (81 a 92 anos) do diâmetro médio na faixa etária inferior (19 a 40 anos) e multiplicando-se por 100. Essas taxas foram comparadas entre os sexos por meio do teste *t* de Student. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os resultados com *p* ≤ 0,05 (bilateral) foram considerados estatisticamente significativos.

Para tabulação dos dados, realização dos testes estatísticos e confecção de gráficos e tabelas, foram utilizados os programas Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA) e BioEstat 5.5 (Sartorius, Gottingen, Alemanha).

RESULTADOS

Após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, a amostra resultou em 417 pacientes, entre os quais 245 (58,8%) eram do sexo feminino. A média de idade foi de 57,8±13,6 anos, variando de 19 a 92 anos. Observou-se predominância estatisticamente significativa (†) de pacientes do sexo feminino na faixa etária de 41 a 50 anos e de pacientes do sexo masculino na faixa etária de 61 a 70 anos (Tabela 1). A Tabela 2 apresenta a idade média segundo o sexo, não tendo ocorrido diferença significativa.

O diâmetro da VCI no ponto de aferição caudal reduziu significativamente com o avançar da idade em ambos os sexos (homens: *p* = 0,02; mulheres: *p* < 0,001). Nesse segmento, a VCI foi estatisticamente mais calibrosa em homens do que em mulheres em duas faixas etárias: 51 a 60 anos (p = 0,003) e 61 a 70 anos (p < 0,001).

Homens e mulheres apresentaram diâmetro progressivamente menor no segmento médio da cava infrarrenal (ambos os sexos: *p* < 0,001), embora...

---

**Figura 3.** Medicação dos pontos através da tomografia computadorizada. (A) Medida do ponto caudal; (B) medida do ponto médio; e (C) medida do ponto cranial.
Influência do sexo e da idade no diâmetro da cava

Franco et al. J Vasc Bras. 2022;21:e20210147. https://doi.org/10.1590/1677-5449.20210147

nesse ponto de aferição não tenha havido diferença significativa de diâmetro entre os sexos em nenhuma faixa etária.

No ponto de medida mais cranial, a VCI foi estatisticamente mais calibrosa em homens do que em mulheres nas seguintes faixas etárias: 41 a 50 anos (diâmetro médio de 24,6 mm em homens e de 22,7 mm em mulheres; p = 0,01); 51 a 60 anos (diâmetro médio de 24,8 mm em homens e de 22,8 mm em mulheres; p = 0,03); e 61 a 70 anos (diâmetro médio de 24 mm em homens e de 22,4 mm em mulheres; p = 0,03).

Os diâmetros médios (em milímetros) da VCI aferidos nos pontos caudal, médio e cranial em pacientes de ambos os sexos nas diferentes faixas etárias estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 4, 5 e 6.

Os diâmetros médios no ponto caudal foram, respectivamente, 22,9 mm, 22,7 mm e 23 mm na faixa etária mais baixa (19 a 40 anos) e 21,6 mm, 19,1 mm e 20,6 mm na faixa etária mais alta (81 a 92 anos) em mulheres. No sexo masculino, os diâmetros médios para a faixa etária mais baixa foram, respectivamente, 22,4 mm, 22,8 mm e 22,5 mm e, na faixa etária mais alta, 22,4 mm, 18,5 mm e 19,9 mm. A taxa de variação dos diâmetros médios no ponto caudal é apresentada nas Figuras 7, 8 e 9.

Apesar de terem sido identificados diâmetros menores tanto em mulheres quanto em homens mais velhos, a taxa de variação de diâmetros nos pontos caudal, médio e cranial foi semelhante entre os sexos (p = 0,54, p = 0,10 e p = 0,48).

**DISCUSSÃO**

O primeiro FVC, modelo de Mobin Uddin, foi desenvolvido em 1969. Desde então, esses filtros

![Figura 4](https://example.com/f4.png) Diâmetros médios da veia cava no ponto de aferição caudal em ambos os sexos e nas faixas etárias correspondentes. *p = 0,003; t de Student. †p < 0,001; t de Student. ‡p < 0,001; Kruskal-Wallis. §p = 0,02; análise de variância.

![Figura 5](https://example.com/f5.png) Diâmetros médios da veia cava no ponto médio de aferição em ambos os sexos e nas faixas etárias correspondentes. * e † p<0,001; análise de variância.

![Figura 6](https://example.com/f6.png) Diâmetros médios da veia cava no ponto de aferição cranial em ambos os sexos e nas faixas etárias correspondentes. *p = 0,01; teste t de Student. † e ‡ p = 0,03; teste t de Student. $p = 0,83; Kruskal-Wallis. || p = 0,06; Kruskal-Wallis.



| Tabela 1. Distribuição dos pacientes segundo sexo e faixa etária. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Variável         | Total (n=417)    | Feminino (n=245) | Masculino (n=172) | p-valor          |
| Idade            |                  |                  |                  |                  |
| 19 a 40 anos     | 55 (13,2%)       | 38 (15,5%)       | 17 (9,9%)        | 0,031*          |
| 41 a 50 anos     | 64 (15,3%)       | 45 (18,4%)†      | 19 (11,0%)       |                  |
| 51 a 60 anos     | 108 (25,9%)      | 65 (26,5%)       | 43 (25,0%)       |                  |
| 61 a 70 anos     | 112 (26,9%)      | 53 (21,6%)       | 59 (34,3%)†      |                  |
| 71 a 80 anos     | 64 (15,3%)       | 36 (14,7%)       | 28 (16,3%)       |                  |
| 81 a 92 anos     | 14 (3,4%)        | 8 (3,3%)         | 6 (3,5%)         |                  |

As variáveis são representadas como n (%). Fa: frequência absoluta de pacientes em cada faixa etária (de maneira global e separados por gênero); Fr%: frequência relativa dos pacientes em cada faixa etária. *Teste do qui-quadrado de independência/análise de resíduos; †p ≤ 0,05.

| Tabela 2. Idade média segundo o sexo. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Idade            | Total (n=417)     | Feminino (n=245) | Masculino (n=172) | p-valor          |
|                  |                  |                  |                  |                  |
| Geral            | 57,7±13,6        | 56,1±14,1        | 60,1±12,5        | 0,003*          |

As idades são representadas como: média ± desvio-padrão. *Teste de Mann-Whitney.
sofreram diversas modificações que aumentaram sua eficiência e diminuíram a incidência de complicações\textsuperscript{21-23}.

O FVC escolhido deve se adequar ao diâmetro da VCI do paciente, a fim de evitar complicações como: perfuração da VCI (Figura 10) ou de estruturas adjacentes, migração do local de implante, trombose do filtro ou embolia pelo próprio dispositivo\textsuperscript{8-14}. Atualmente, estão disponíveis pelo menos 14 modelos de FVC no Brasil, cujas características, incluindo compatibilidade com o diâmetro da VCI, estão expostas na Tabela 3.

Figura 7. Taxas de variação de diâmetro no ponto de aferição caudal, nos sexos masculino e feminino. *p = 0,54; teste t de Student.

Figura 8. Taxas de variação de diâmetro no ponto médio de aferição, nos sexos masculino e feminino. *p = 0,10; teste t de Student.

Figura 9. Taxas de variação de diâmetro no ponto de aferição cranial, nos sexos masculino e feminino. *p = 0,48; teste t de Student.

A topografia clássica para implante dos FVCs é o segmento infrarrenal, em que se recomenda que a porção superior do filtro fique localizada imediatamente abaixo da veia renal mais caudal (coincidindo com o ponto cranial de aferição de diâmetro neste estudo), de modo que, na ocorrência de uma eventual retenção de trombos obstruindo o filtro, a drenagem renal não seja prejudicada.

Após revisão da literatura, não foram identificados estudos que demonstrassem a tendência de pacientes mais velhos apresentarem menores diâmetros da VCI em seu segmento infrarrenal, como demonstrado nesta pesquisa, ou que discutissem a possível correlação da redução de diâmetro com o desenvolvimento de complicações tardias dos FVCs.

Em 2010, Masugata et al.\textsuperscript{15} publicaram resultados de avaliação do diâmetro do segmento intrapericárdico da VCI e demonstraram que, em pacientes mais velhos, a tendência é que haja uma contração das paredes da cava, levando à progressiva diminuição do lúmen nessa topografia. Eles sugeriram que tais variações ocorreriam devido à diminuição da pressão do átrio direito e da complacência da VCI com o passar da idade.

Neste estudo, a distribuição dos pacientes foi feita de acordo com as décadas de vida, semelhante ao trabalho de Masugata et al.\textsuperscript{15}. Entretanto, como a indicação de exames de imagem é mais frequente em pacientes mais velhos, para que tivéssemos grupos com quantidades comparáveis de pacientes, aqueles com idade entre 19 e 40 anos foram agrupados. Tanto no estudo de Matsugata et al.\textsuperscript{15} quanto na presente pesquisa, a relação entre diâmetros da VCI e a idade dos pacientes foi feita em um único momento de observação. A metodologia ideal, inviável pelas inúmeras limitações, envolveria acompanhar as modificações do diâmetro venoso ao longo de décadas em um número significativo de pacientes.

Apesar dessas limitações, as conclusões de ambos os estudos convergem para uma tendência à redução do diâmetro da VCI conforme o paciente envelhece. Esse fenômeno é oposto ao que ocorre com a aorta abdominal, cujo diâmetro tende a aumentar, como já demonstrado em uma pesquisa anterior publicada por nosso grupo\textsuperscript{25}.

Durante o envelhecimento, a diminuição de colágenos e os efeitos dos radicais livres certamente são sistêmicos e se manifestam tanto sobre as veias quanto sobre as artérias, porém com consequências opostas nesses grandes vasos abdominais\textsuperscript{26-29}. Essa diferença provavelmente é devida ao fato de que, enquanto o sistema arterial tem a sua fisiologia mais baseada em “pressão”, o sistema venoso tem o seu funcionamento baseado em “capacitância”\textsuperscript{30}. Conforme
o paciente envelhece, há uma maior predisposição à estase sanguínea periférica, influenciando inclusive no surgimento de insuficiência venosa\textsuperscript{31}. Dessa forma, em teoria, a VCI passaria a armazenar um volume sanguíneo progressivamente menor. Com menor distensão e perda da elasticidade parietal, o seu diâmetro progressivamente diminuiria; porém, ainda faltam estudos que comprovem essas teorias.

### Tabela 3. Tipos de filtros de veia cava e suas características.

| Produto                     | País       | Produtor | Material   | Forma    | Diâmetro | Remoção          |
|-----------------------------|------------|----------|------------|----------|----------|------------------|
| GREENFIELD\textsuperscript* | EUA        | Boston   | Aço/titânio| Cônica   | ≤ 28mm   | Permanente       |
| GUNOTHER\textsuperscript*   | EUA        | Cook     | Coni-Chrome| Cônica   | ≤ 30mm   | ≤ 3 semanas*     |
| BIRD’S NEST\textsuperscript† | EUA        | Cook     | Coni-Chrome| Ninho    | 35-40mm  | Permanente       |
| CELECT\textsuperscript*     | EUA        | Cook     | Coni-Chrome| Cônica   | ≤ 30mm   | ≤ 3 meses*       |
| VENATECH CONVERTIBLE\textsuperscript* | França/EUA | BBraun   | Phynox     | Cônica   | ≤ 32mm   | ≤ 4 semanas*     |
| VENATECH RETRIEVABLE\textsuperscript* | França/EUA | BBraun   | Phynox     | Cônica   | 14-28mm  | ≤ 12 semanas*    |
| VENATECH LP\textsuperscript*  | França/EUA | BBraun   | Phynox     | Cônica   | 28-35mm  | Permanente       |
| VENATECH LGM\textsuperscript* | França/EUA | BBraun   | Phynox     | Cônica   | ≤ 28mm   | Permanente       |
| TEMPOFILTER II\textsuperscript* | França/EUA | BBraun   | Phynox     | Cônica   | ≤ 32mm   | Permanente       |
| SIMON\textsuperscript*       | Reino Unido| Bard     | Nitinol    | Cogumelo | ≤ 32mm   | ≤ 12 semanas*    |
| TRAPEASE\textsuperscript*    | EUA        | Cordis   | Nitinol    | Trapezoide| ≤ 30mm   | Permanente       |
| OPTEASE\textsuperscript*     | EUA        | Cordis   | Nitinol    | Trapezoide| ≤ 30mm   | ≤ 21 dias*       |
| ALN\textsuperscript*         | França     | ALN      | Aço        | Cônica   | ≤ 32mm   | ≤ 25 meses*      |
| ELLA\textsuperscript*        | Rep.Tcheca | ELLA     | Aço        | Cônica   | 18-35mm  | ≤ 12 dias*       |

\textsuperscript*Tempo indicado pelo fabricante como limite máximo para recuperação do filtro; \textsuperscript†Sem registro para uso no Brasil. Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)\textsuperscript{24}.

---

Figura 10. Filtro de veia cava perfurando a veia cava inferior. (A) Tomografia computadorizada em corte axial; (B) Tomografia computadorizada em corte coronal. Ponta da seta: hastes fixadoras do filtro perfurando a parede da veia cava. Fonte: arquivo pessoal dos autores.
Embora cada filtro seja capaz de se adaptar a diferentes diâmetros venosos, essa capacidade adaptativa tem um limite e relaciona-se à adaptação do diâmetro do filtro no momento do seu implante. A forma como a estrutura do dispositivo se acomodaria à eventual diminuição do calibre de uma veia com paredes cada vez menos elásticas é uma incerteza e isso pode estar associado à perfuração tardia da VCI e ao consequente risco de lesão de estruturas adjacentes.

De acordo com nossos resultados, a maioria dos filtros é compatível com os diâmetros infrarrenais das VCIs de homens e mulheres adultos. Entretanto, a progressiva redução dos diâmetros da VCI pode dificultar a compatibilidade com os modelos Bird's nest® (Cook Medical, Bloomington, IN, EUA) e VenaTech® LP (B. Braun Sharing Expertise, Melsungen, Alemanha), por serem indicados para diâmetros acima de 28 mm.

Muitas vezes, o filtro implantado é o “disponível”, por exemplo, aquele liberado pelo plano de saúde ou acessível em determinado hospital público, o que pode aumentar os riscos de complicações. Por exemplo, se de acordo com as instruções do fabricante, um determinado filtro for compatível com cavas com diâmetro entre 28 e 35 mm (Tabela 3) for implantado em uma mulher com menos de 40 anos de idade, como o diâmetro no ponto médio de aferição do segmento infrarrenal para esse perfil de paciente foi, em média, de 22,8 mm, o risco de complicações agudas já seria potencialmente alto.

A implicação prática do presente estudo ratifica que, por exemplo, não foi possível recuperar dados sobre a altura e o peso dos pacientes que, hipoteticamente, poderiam estar relacionados a variações do diâmetro da VCI. Além disso, embora tenha sido realizado um cálculo de tamanho amostral e tenhamos obtido um número total de pacientes superior à amostra mínima, a distribuição do número de pacientes entre as faixas etárias ocorreu por conveniência, de acordo com a disponibilidade dos exames realizados. Suger-se o aprofundamento de pesquisas sobre o tema.

**CONCLUSÃO**

O diâmetro do segmento infrarrenal da VCI foi menor em pacientes com idade mais avançada, tanto em homens quanto em mulheres, e o sexo dos pacientes não influenciou significativamente a taxa de variação do diâmetro.

A maioria dos modelos de FVC é compatível com os diâmetros infrarrenais das VCIs de homens e mulheres adultos entre 20 e 92 anos.

**REFERÊNCIAS**

1. Rocha ATC, Pinheiro TB, Souza PRSR, Marques MA. Protocolos de profilaxia de tromboembolismo venoso (TEV) em hospitais brasileiros - PROTEV Brasil. J Vasc Bras. 2020;19:1-7. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.190119.

2. Gomes AIM, Vidigal AS, Leite DGD, Alves GC, Souza TF, Santos NBD. COVID-19 e o seu efeito pró-trombótico: uso de trombolíticos no tratamento. Hematol Transfus Cell Ther. 2020;42:523. http://dx.doi.org/10.1016/j.htct.2020.10.883.

3. Raymundro SRO, Lobo SMA, Hussain KMK, Hruscitz IT. O que mudou nas últimas décadas na profilaxia do tromboembolismo venoso em pacientes internados: artigo de revisão. J Vasc Bras. 2019;18:e20180021. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.002118.

4. Curtarelli AE, Silva LPC, Camargo PAB, et al. Profilaxia de tromboembolismo venoso, podemos fazer melhor? Perfil de risco e profilaxia de tromboembolismo venoso em Hospital Universitário do interior do Estado de São Paulo. J Vasc Bras. 2019;18:18. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.004018.

5. Thachil J, Tang N, Gando S, et al. ISTH interim guidance on recognition and management of coagulopathy in COVID-19. J Thromb Haemost. 2020;18(5):1023-6. http://dx.doi.org/10.1111/jth.14810. PMid:32338827.

6. B. Braun. Peripheral Interventional Vascular Diagnosis & Therapy - Comprehensive overview of current indications, techniques, complications and retrieval rates. Vasa. 2020;49(6):449-62. http://dx.doi.org/10.1024/0301-1526/a000887.

7. Gregorio Ariza M, Tobio R, Carnevale F. Filtro de veia cava. In: Carnevale F, editor. Radiologia intervencionista e cirurgia endovascular. Rio de Janeiro: REVINTER Ltda.; 2006. p. 435-54.

8. Li X, Haddadin I, McLennan G, et al. Inferior vena cava filter - thrombosis with duodenal perforation from an inferior vena cava filter. Cureus. 2021;13(2):e13168. http://dx.doi.org/10.7759/cureus.13168. PMid:35771717.

9. Khan W, Zhang W, Clark V. Persistent abdominal pain as rare complication of duodenal perforation from an inferior vena cava filter. Cureus. 2021;13(2):e13168. http://dx.doi.org/10.7759/cureus.13168. PMid:33716938.

10. Chassin-Trubert L, Prouse G, Ozdemir BA, et al. Filter-Associated inferior vena cava thrombosis with duodenal perforation: case report and literature review. Ann Vasc Surg. 2019;58:383.e1-6. http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2018.11.021. PMid:30763706.

11. Park HO, Choi JY, Jang IS, et al. Perforation of inferior vena cava and duodenum by strut of inferior vena cava filter. Medicine. 2019;98(47):e17835. http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000017835. PMid:31764778.

12. Krutman M, Yazbek G, Nishinari K, et al. An alternative approach to treatment of inferior vena cava filter perforation. J Vasc Bras. 2020;19:e20180131. http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.190119. PMid:32338827.
28. Han S, Aydin MM, Akansel S, et al. Age-related decrease in inferior vena cava diameter measured with echocardiography. Tohoku J Exp Med. 2010;222(2):141-7. http://dx.doi.org/10.1620/tjem.222.141. PMid:20944442.

29. Barodka VM, Joshi BL, Berkowitz DE, Hogue CW Jr, Nyhan D. Review article: implications of vascular aging. Anesth Analg. 2011;112(5):1048-60. http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182147e3c. PMid:21474663.

30. Hall JE, Guyton AC. Distensibilidade vascular e funções dos sistemas arterial e venoso. In: Hall JE, Guyton AC, editores. Tratado de fisiologia médica. 13ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. p. 177-86.

31. Presti C, Miranda F, Merlo L, et al. Insuficiência venosa crônica: diagnóstico e tratamento [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular; 2015. 34 p. [citado 2021 jul 25]. https://sbacvsp.com.br/wp-content/uploads/2016/05/insuficiencia-venosa-cronica.pdf

32. Andreoli JM, Lewandowski RJ, Vogelzang RL, Ryu RK. Comparison of complication rates associated with permanent and retrievable inferior vena cava filters: a review of the MAUDE database. J Vasc Interv Radiol. 2014;25(8):1181-5. http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2014.04.016. PMid:24928649.

Correspondência
Lillian dos Santos Carneiro
Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA
Av. Tavares Bastos Passagem São José, 100
CEP 66615-195 - Belém (PA), Brasil
Tel.: (91) 99297-2271
E-mail: lillian@dscarneiro@gmail.com

Informações sobre os autores
ACCF e LSC - Acadêmicas de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).
RSMF - Médico-cirurgião vascular; Membro efetivo, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Mestrando, Programa de Cirurgia Experimental, Universidade do Estado do Pará (UEPA); Professor de Cirurgia, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).
AMOGJ - Médico-cirurgião vascular; Titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV) com 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).

Contribuições dos autores
Concepção e desenho do estudo: AMOGJ, RSMF
Análise e interpretação dos dados: ACCF, LSC e AMOGJ
Coleta de dados: ACCF, LSC
Redação do artigo: ACCF, LSC
Revisão crítica do texto: AMOGJ
Aprovação final do artigo*: AMOGJ, ACCF, LSC e RSMF
Análise estatística: contratada uma assessoria de estatística
Responsabilidade geral pelo estudo: AMOGJ, RSMF

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