



Urgent endovascular treatment of juxtarenal aneurysm using a parallel grafts technique

Tratamento endovascular de urgência do aneurisma justarrenal utilizando técnica de stents em paralelo

Fábio Augusto Cypreste Oliveira^{1,2} , Bruno Campos Coelho¹, Marina Balestra¹,
Juliana Caetano Barreto Cypreste Oliveira³, Maria Cunha Ribeiro Amorelli⁴, Davi Douglas Heckmann⁵ ,
Carlos Eduardo de Sousa Amorelli¹, Fábio Lemos Campedelli¹

Abstract

Abdominal aortic aneurysms can constitute a therapeutic challenge in several anatomical scenarios, making endovascular treatment more complex. A juxtarenal abdominal aortic aneurysm (JR-AAA) is defined by the absence of a proximal landing zone in the infrarenal segment and, therefore, techniques must be used to obtain an adequate neck for fixing the endoprosthesis without provoking occlusion of renal arteries and visceral branches. The parallel grafts technique, physician-modified stent-graft, industry customized endoprosthesis, and off-the-shelf branched endoprosthesis are techniques used in abdominal aneurysms with inadequate proximal neck, but each technique has its indications, limitations, and risks. In this therapeutic challenge, we present a case of urgent endovascular treatment of a JR-AAA using a parallel grafts technique, with good medium-term results, and discuss the therapeutic options.

Keywords: abdominal aortic aneurysm; endovascular procedures; stents.

Resumo

O aneurisma da aorta abdominal pode representar um desafio terapêutico em várias condições anatômicas, tornando complexo o seu tratamento endovascular. O aneurisma de aorta abdominal justarrenal (AAA-JR) é definido pela ausência de uma zona proximal de fixação no segmento infrarrenal, e, dessa forma, técnicas são utilizadas para obter um colo adequado para a fixação das endopróteses sem promover a oclusão das artérias renais e dos ramos viscerais. As técnicas de stents em paralelo, fenestração em bancada, customização pela indústria e utilização de endoprótese ramificada de prateleira são utilizadas nos aneurismas abdominais com colo proximal inadequado, porém cada técnica apresenta indicação, limitação e riscos. Neste desafio terapêutico, apresenta-se um caso de tratamento endovascular de urgência de um AAA-JR com a técnica de stents em paralelo com boa evolução a médio prazo e discute-se suas opções terapêuticas.

Palavras-chave: aneurisma da aorta abdominal; procedimentos endovasculares; stents.

How to cite: Oliveira FAC, Coelho BC, Balestra M et al. Urgent endovascular treatment of juxtarenal aneurysm using a parallel grafts technique. *J Vasc Bras.* 2024;23:e20200028. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202000282>

¹Hospital São Francisco de Assis, Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Goiânia, GO, Brasil.

²Universidade Federal de Goiás – UFG, Hospital das Clínicas, Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular, Goiânia, GO, Brasil.

³Universidade Federal de Goiás – UFG, Hospital das Clínicas, Infectologia, Goiânia, GO, Brasil.

⁴Hospital São Francisco de Assis, Hematologia e Hemoterapia, Goiânia, GO, Brasil.

⁵CenterVasc Rio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Financial support: None.

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

Submitted: July 01, 2019. Accepted: July 03, 2020.

The study was carried out at Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Hospital São Francisco de Assis, Goiânia, GO, Brazil.

Ethics committee approval: Approval CEP number 5,052,995 Hospital das Clínicas of the Federal University of Goiás - UFG.



■ INTRODUCTION

Since it was first developed, at the start of the 1990s, endovascular repair of abdominal aortic aneurysms (EVAR) has evolved to a point at which more than 70% of all surgical abdominal aorta aneurysms can be repaired using this technique.¹ However, difficulties related to approach routes, circumferential calcifications, extreme neck angles, and absent or inadequate proximal and/or distal necks can make EVAR a challenge.

Juxtarenal abdominal aortic aneurysm (JR-AAA) is characterized by aneurysmal dilatation starting immediately below the origin of the renal arteries, causing absence of a proximal landing zone in the infrarenal segment. In such cases, endovascular techniques can be used to obtain an adequate proximal neck to achieve proximal sealing without causing occlusion of the visceral branches of the abdominal aorta.²

Parallel stent grafting was originally introduced as a rescue maneuver for maintaining patency of branches of the aorta that had been inadvertently covered during EVAR.³ Parallel stenting techniques, such as chimney, snorkel, and sandwich grafts, offer lower cost options than customized devices (CMD) or off-the-shelf (OTS) options and are more likely to be used because of availability, making them an important option for emergency and urgent treatment of aortic aneurysms.

Initial experience with the snorkel technique was described in a 2003 publication by Greenberg et al.⁴ and Lobato and Camacho-Lobato⁵ described their experience with the sandwich technique in 2012.

These techniques appear to achieve good conformability between the main endoprosthesis, the visceral stent, and the wall of the aorta, but there is potential for leaks to develop between the devices in parallel causing a specific type of leak known as a gutter leak.⁶

Below, we report on a case of urgent treatment of a patient with a JR-AAA, using the chimney technique (Ch-EVAR) as first-choice treatment.

■ PART I – CLINICAL SITUATION

A 62-year-old, hypertensive, male patient with a history of coronary angioplasty performed 2 years previously was admitted with intense abdominal pains, radiating to the back, with sudden and progressive onset 24 hours earlier. Physical examination found him hemodynamically stable, with a distended abdomen that was painful on deep palpation, but with no signs of peritoneal irritation and normal pulses in both lower limbs.

Computed tomography with contrast of the abdomen and pelvis showed a JR-AAA with a maximum diameter of 82 mm and no other findings that would explain the abdominal pains (Figure 1). In view of the imminent risk of rupture and death, he was indicated for urgent surgical treatment, and the following possible surgical techniques applicable at the time were considered:

- 1- Conventional surgery with suprarenal clamping;
- 2- Endovascular treatment with a physician-modified stent;
- 3- Endovascular treatment with chimneys for both renal arteries.

■ PART II – WHAT WAS DONE

Since the patient had a high cardiological risk rating — ASA III, according to the American Society of Anesthesiology classification⁷ — and in view of the need for suprarenal clamping, which increases surgical morbidity and risk of renal failure, the decision was taken to conduct endovascular treatment with the parallel stents technique.

A physician-modified stent graft was another option for endovascular treatment, but one that would increase the duration of surgery and the technical difficulty. Customization was not a feasible option because of the time needed for fabrication, sterilization, and

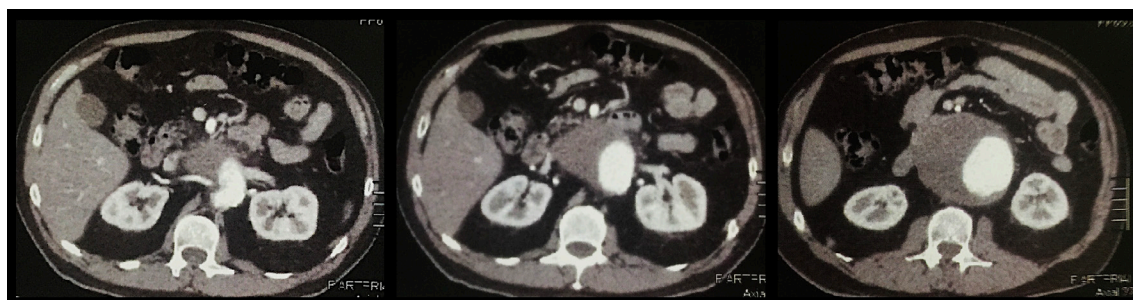


Figure 1. Axial angiotomography of the abdomen and pelvis with venous contrast showing a large volume juxtarenal aortic aneurysm.

delivery of the endoprosthesis. The possibility of thoracoabdominal branching was not considered because there was a healthy neck between the superior mesenteric artery and the start of the aneurysm (28 mm) and the diameter of the aorta at the level of the celiac trunk was less than 28 mm.

Thus a C3 31x150 mm Excluder® (W.L. Gore & Associates, Arizona, USA) bifurcated abdominal aorta endoprosthesis main body and 12x100 mm contralateral endoprosthesis were implanted in conjunction with chimney grafts for both renal arteries using Viabahn® (W.L. Gore & Associates) self-expanding covered stents, 6x50 mm for the right renal artery and 7x50 mm for the left renal artery (Figures 2 and 3).

The procedure was conducted under general anesthesia with antibiotic prophylaxis, followed by dissection of both femoral arteries and the left brachial artery, and ultrasound-guided puncture of the right brachial

artery. The femoral accesses were used as routes for deployment of the main body and contralateral endoprostheses and the upper limb accesses were used to implant the renal stents in parallel with the abdominal endoprosthesis. Approximately 120 mL of non-ionic iodinated contrast was used and the total procedure time was approximately 2 hours.

There were no complications during the immediate postoperative period, the patient was transferred from the intensive care unit after 24 hours, already free from abdominal pain, and was discharged from hospital the third day after admission, on double platelet antiaggregation.

The patient was kept in outpatients follow-up for 24 months and underwent serial angiotomography examinations (at 1 month, 3 months, 6 months, 1 year, and 2 years) which showed complete exclusion of the aneurysm, no signs of leaks or stent migration, and patency preserved in both renal arteries (Figure 4).

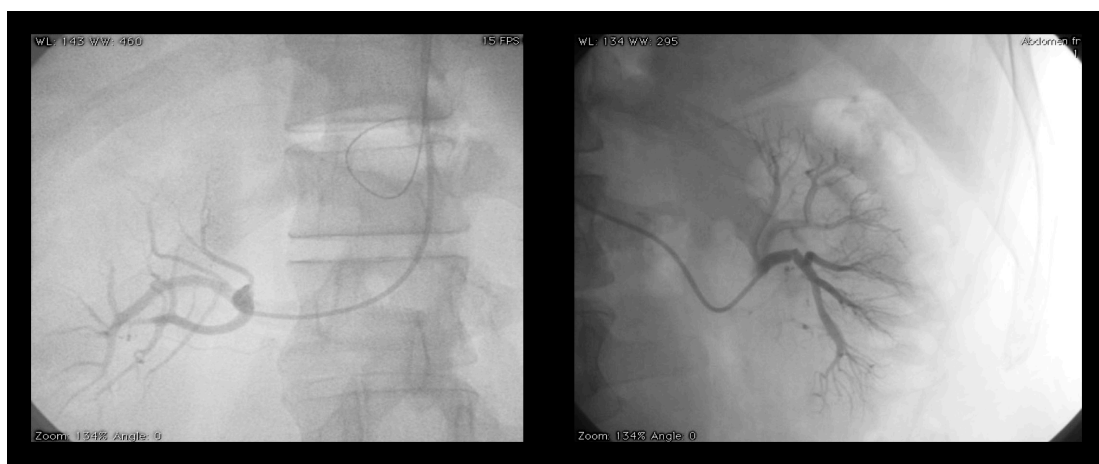


Figure 2. Selective catheterization of both renal arteries for implantation of covered stents.

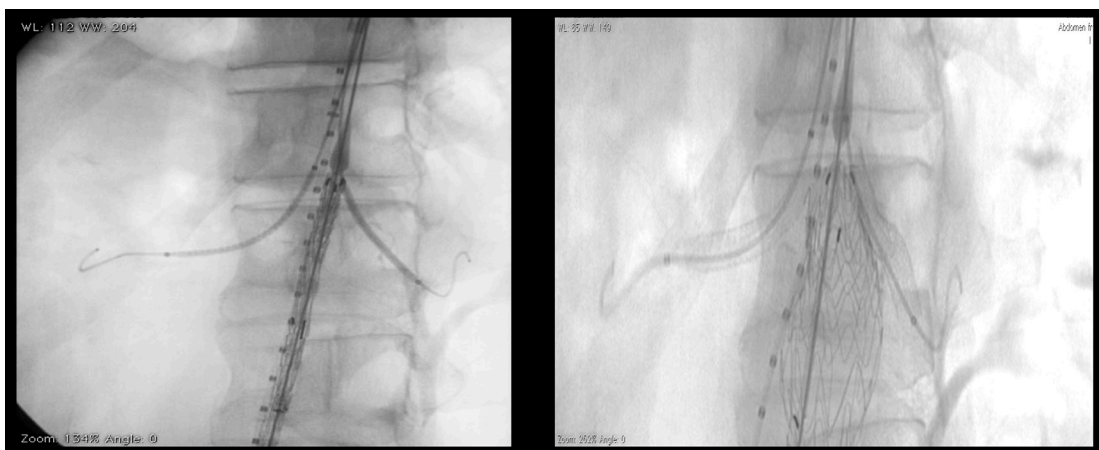


Figure 3. Positioning and release of the endoprosthesis main body and renal stents in the chimney configuration.

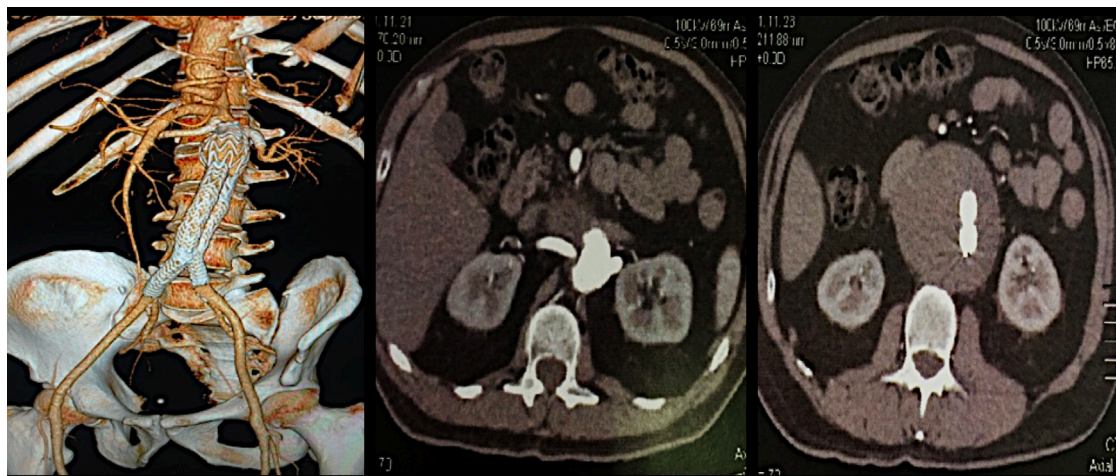


Figure 4. Two-year follow-up angiogram, with 3D reconstruction and axial images showing exclusion of the aneurysm and preservation of flow in both renal arteries.

The patient remains asymptomatic from an abdominal point of view, with renal function preserved and recent follow-up with Duplex vascular echography showed patent renal stents, no signs of restenosis, and no echographic signs of leakage. The aneurysm diameter has reduced by approximately 15% compared to the last control angiogram.

DISCUSSION

The EVAR technique with stents in parallel is designed to exclude the aneurysm while maintaining flow through visceral vessels. The technique has proved feasible in selected patients with juxtarenal, pararenal, or thoracoabdominal aortic aneurysms with good initial success rates.^{3,8}

Open “conventional” surgery is not a viable option in many patients of advanced age with significant comorbidities, since suprarenal clamping is necessary, introducing considerably higher risk of perioperative morbidity and mortality.⁹ A study conducted in Edinburgh suggests that 26% of patients admitted with JR-AAA were not considered candidates for open repair.¹⁰

Studies have been describing treatment with fenestrated devices since the end of the twentieth century¹¹ and there has been continuous development since then. Initially, devices were manually fenestrated during the surgical operation by the surgeons, but now preoperative fenestrated customization by the manufacturer (F-EVAR) and OTS devices are available.¹² However, customized devices require a minimum period of time to allow data analysis, completion of production, sterilization, and delivery. They cannot therefore be used for urgent or emergency repair.

Studies using customized devices have shown clinical success over the short term.^{13,14} However, an anatomic viability study showed that only 63% of JR-AAA were suitable for the fenestrated devices available.¹⁵

The potential advantages of Ch-EVAR in relation to F-EVAR include reduced complexity, greater availability at smaller centers, and an option for immediate treatment in urgent and emergent situations. Ch-EVAR can be performed without planning and customization of devices in advance, in addition to involving lower cost and shorter training time when compared to F-EVAR.⁶

Current evidence suggests that Ch-EVAR can be performed with the majority of abdominal endoprostheses, although in vitro data indicate that there are differences between the different devices in terms of gutter size and compressive forces on the chimney.¹⁶ The ideal degree of oversizing remains an unanswered question, but the minimum recommended is greater than 20%.¹⁶⁻¹⁸

The authors of one systematic review¹⁹ reported less than 5% incidence of occlusion of chimney stents in the visceral vessels and no significant differences between the different types of covered stent employed. Uncovered stents are also being used as chimney grafts for treatment of JR-AAA with acceptable initial results and further reductions in the cost of the procedure.²⁰

Results of the PERICLES multicenter registry were reported in 2015. In that study, 517 patients underwent Ch-EVAR, with a total of 898 chimney grafted branch vessels. Median follow-up was 17 months, and the survival rate in a cohort of high-risk patients was 79%, with a 94% primary patency rate for branches and a 95% secondary patency rate.²¹ In a recent

publication,²² four specialists from three centers give their opinions on the best endoprosthesis model, with regard to presence or absence of free flow, for use in parallel stenting technique for treatment of aortic aneurysms.²²

Three authors from two centers recommend using endoprostheses with suprarenal fixation for the following reasons: to avoid occlusion of the branch stent by the covered segment of the endoprosthesis, to achieve better fixation/stabilization of the branch stent, avoiding “toppling” or “collapsing”, and to facilitate repeat catheterization in the future.²²

The fourth author prefers to use endoprostheses without free flow, of the same model used in the case described here, because of their high conformability and absence of free flow with active fixation that could perforate the parallel grafts, and because they are made from the same material (polytetrafluoroethylene and nitinol) and have similar radial forces as the branch graft.²² Robust studies are still needed investigating the impact of endoprosthesis fixation systems on the rates of leaks and patency of visceral branches for parallel stents techniques.

With regard to use of fenestrated stents, Roy et al.²³ conducted a retrospective study analyzing long term results of 173 patients treated with F-EVAR to repair JR-AAA, finding a hospital mortality rate of 5.2%, and mean survival of 7.1 years. The study concluded that fenestration was associated with a low mortality rate over the long term, but with a significant endovascular reintervention rate.

Oderich et al. published results of a United States multicenter study of treatment of JR-AAA with a fenestrated stent model, concluding that fenestration is safe and effective with low morbidity and mortality in well-chosen cases treated at specialist centers.²⁴

A French study published in 2014 did not detect statistically significant differences in short and medium term results between JR-AAA patients treated with Ch-EVAR or F-EVAR.²⁵

Li et al.²⁶ analyzed the results of endovascular treatment of JR-AAA using the F-EVAR (nine cohort studies) and Ch-EVAR (eight cohort studies) techniques and concluded that both techniques are effective for treatment of JR-AAA, with fenestration as first-choice option and parallel stenting most often used in cases with complex anatomy or emergencies. These data appear to indicate that Ch-EVAR is a safe technique with immediate availability for treatment of complex aneurysms in patients at high risk from conventional surgical treatment, when there is an urgent need for treatment of aneurysmal disease and/or anatomy that is unfavorable for fenestration.

■ FINAL COMMENTS

Nowadays, specialists should be accustomed to the techniques and materials available for treatment of juxtarenal aneurysms. This article presented a case of urgent treatment of a JR-AAA using the chimney technique to both renal arteries, with good medium-term results, proving to be a feasible and viable technique. Long-term studies are needed to determine the true role of parallel stents techniques for treatment of aneurysms of the abdominal aorta with challenging anatomy.

■ REFERENCES

1. Dua A, Upchurch GR Jr, Lee JT, Eidt J, Desai SS. Predicted shortfall in open aneurysm experience for vascular surgery trainees. *J Vasc Surg.* 2014;60(4):945-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.04.057>. PMID:24877855.
2. Wooster M, Zwiebel B, Back M, Shames M. Early experience with snorkels and chimneys for expanding the indications for use of endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2017;41:105-9. <http://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.09.037>. PMID:28238925.
3. Ohrlander T, Sonesson B, Ivancev K, Resch T, Dias N, Malina M. The chimney graft: a technique for preserving or rescuing aortic branch vessels in stent-graft sealing zones. *J Endovasc Ther.* 2008;15(4):427-32. <http://doi.org/10.1583/07-2315.1>. PMID:18729550.
4. Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? *J Vasc Surg.* 2003;38(5):990-6. [http://doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)00896-6](http://doi.org/10.1016/S0741-5214(03)00896-6). PMID:14603205.
5. Lobato AC, Camacho-Lobato L. Endovascular treatment of complex aortic aneurysms using the sandwich technique. *J Endovasc Ther.* 2012;19(6):691-706. <http://doi.org/10.1583/JEVT-12-4023R.1>. PMID:23210864.
6. Patel RP, Katsargyris A, Verhoeven ELG, Adam DJ, Hardman JA. Endovascular aortic aneurysm repair with chimney and snorkel grafts: indications, techniques and results. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013;36(6):1443-51. <http://doi.org/10.1007/s00270-013-0648-5>. PMID:23674274.
7. Mayhew D, Mendonca V, Murthy BVS. A Review of ASA physical status – historical perspectives and modern developments. *Anaesthesia.* 2019;73(3):373-9. <http://doi.org/10.1111/anae.14569>.
8. Sugiura K, Sonesson B, Akesson M, Björse K, Holst J, Malina M. The applicability of chimney grafts in the aortic arch. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2009;50(4):475-81. PMID:19734832.
9. Stenson KM, De Bruin JL, Holt PJ, Loftus IM, Thompson MM. Extended use of endovascular aneurysm sealing: Chimneys for juxtarenal aneurysms. *Semin Vasc Surg.* 2016;29(3):120-5. <http://doi.org/10.1053/j.semvasc.2016.11.006>. PMID:27989317.
10. Richards JM, Nimmo AF, Moores CR, Hansen PA, Murie JA, Chalmers RT. Contemporary results for open repair of suprarenal and type IV thoracoabdominal aortic aneurysms. *Br J Surg.* 2010;97(1):45-9. <http://doi.org/10.1002/bjs.6848>. PMID:19941300.
11. Browne TF, Hartley D, Purchas S, Rosenberg M, Van Schie G, Lawrence-Brown M. A fenestrated covered suprarenal aortic stent. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;18(5):445-9. <http://doi.org/10.1053/ejvs.1999.0924>. PMID:10610834.
12. Starnes BW, Tatum B. Early report from an investigator-initiated investigational device exemption clinical trial on physician-modified

- endovascular grafts. *J Vasc Surg.* 2013;58(2):311-7. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.01.029>. PMID:23643560.
13. Kitagawa A, Greenberg RK, Eagleton MJ, Mastracci TM. Zenith p-branch standard fenestrated endovascular graft for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2013;58(2):291-300. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.12.087>. PMID:23611709.
 14. Quiñones-Baldrich WJ, Holden A, Mertens R, et al. Prospective, multicenter experience with the Ventana Fenestrated System for juxtarenal and pararenal aortic aneurysm endo-vascular repair. *J Vasc Surg.* 2013;58(1):1-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.12.065>. PMID:23588110.
 15. Mendes BC, Oderich GS, Macedo TA, et al. Abdominal feasibility of off-the-shelf fenestrated stent grafts to treat juxtarenal and pararenal abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2014;60(4):839-47, discussion 847-8. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.04.038>. PMID:24998837.
 16. Mestres G, Uribe JP, Garcia-Madrid C, et al. The best conditions for parallel stenting during EVAR: an in vitro study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012;44(5):468-73. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.08.007>. PMID:23020963.
 17. Bruen KJ, Feezor RJ, Daniels MJ, Beck AW, Lee WA. Endovascular chimney technique versus open repair of juxtarenal and supra-renal aneurysms. *J Vasc Surg.* 2011;53(4):895-904, discussion 904-5. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.10.068>. PMID:21211934.
 18. Taniou A, Wooster M, Armstrong PA, et al. Configuration affects parallel stent grafting results. *J Vasc Surg.* 2018;67(5):1353-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.09.025>. PMID:29153534.
 19. Usai MV, Torsello G, Donas K. Current evidence regarding chimney graft occlusions in the endovascular treatment of pararenal aortic pathologies: a systematic review with pooled data analysis. *J Endovasc Ther.* 2015;22(3):396-400. <http://doi.org/10.1177/1526602815581161>. PMID:25878021.
 20. Ducasse E, Lepidi S, Brochier C, et al. The "open" chimney graft technique for juxtarenal aortic aneurysms with discrepant renal arteries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;47(2):124-30. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.10.022>. PMID:24309400.
 21. Donas KP, Lee JT, Lachat M, et al. Collected world experience about the performance of the snorkel/chimney endovascular technique in the treatment of complex aortic pathologies: the PERICLES registry. *Ann Surg.* 2015;262(3):546-53, discussion 552-3. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001405>. PMID:26258324.
 22. Woo EY, Ronchey S, Tran K, Lee JT. Ask the experts: which device combinations work best in your hands for parallel grafting and why? *Evtoday*; 2020 [citado 2019 July 1]. <https://evtoday.com/articles/2020-mar/ask-the-experts-which-device-combinations-work-best-in-your-hands-for-parallel-grafting-and-why>
 23. Roy IN, Millen AM, Jones SM, et al. Long-term follow-up of fenestrated endovascular repair for juxtarenal aortic aneurysm. *Br J Surg.* 2017;104(8):1020-7. <http://doi.org/10.1002/bjs.10524>. PMID:28401533.
 24. Oderich GS, Greenberg RK, Farber M, et al. Results of the United States multicenter prospective study evaluating the Zenith fenestrated endovascular graft for treatment of juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2014;60(6):1420-8.e1-5. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.08.061>. PMID:25195145.
 25. Banno H, Cochennec F, Marzelle J, Becquemin JP. Comparison of fenestrated endovascular aneurysm repair and chimney graft techniques for pararenal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2014;60(1):31-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.01.036>. PMID:24560863.
 26. Li Y, Hu Z, Bai C, et al. Fenestrated and chimney technique for juxtarenal aortic aneurysm: a systematic review and pooled data analysis. *Sci Rep.* 2016;6(1):20497. <http://doi.org/10.1038/srep20497>. PMID:26869488.

Correspondence

Fábio Augusto Cypreste Oliveira
 Rua dos Jacarandas, s/n, Quadra 04, Lote 21, Bairro Jardins Valência
 CEP 74885-857 - Goiânia (GO), Brasil
 Tel: +55 (62) 98147-5111
 E-mail: fabioacoliveira@gmail.com

Author information

FACO - Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculiar (SBACV); Board certified in Cirurgia Vasculiar, specifically in Angiorradiologia, Cirurgia Endovascular and Ecografia Vasculiar com Doppler, SBACV, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), Associação Médica Brasileira (AMB).
 BCC - Resident of Cirurgia Vasculiar, Hospital São Francisco de Assis.
 MB - General surgeon and Cirurgia Vasculiar intern, Angiogyne, Hospital São Francisco de Assis.
 JCBCCO - Infectionist, board certified, Ministério da Educação (MEC), Associação Médica Brasileira (AMB); Full member, Sociedade Brasileira de Infectologia.
 MCRA - Hematologist, board certified in Clínica Médica, Ministério da Educação (MEC), Associação Médica Brasileira (AMB); Full member, Associação Brasileira de Hematologia e Hemoterapia.
 DDH and CESA - Full members, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculiar (SBACV); Board certified in Cirurgia Vasculiar, specifically in Angiorradiologia and Cirurgia, SBACV, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), Associação Médica Brasileira (AMB).
 FLC - Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculiar (SBACV); Cirurgia Vasculiar, Angiorradiologia and Cirurgia Endovascular internship coordinator, recognised, SBACV, Angiogyne, Hospital São Francisco de Assis; MSc in Genética, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC; GO).



Author contributions

Conception and design: FACO
 Analysis and interpretation: FACO, DDH, CESA, FLC
 Data collection: MB, JCBCCO, MCRA, BCC
 Writing the article: FACO, DDH, CESA, FLC
 Critical revision of the article: FACO, DDH, CESA, FLC
 Final approval of the article*: FACO, DDH, CESA, FLC
 Statistical analysis: FLC
 Overall responsibility: FACO

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

Tratamento endovascular de urgência do aneurisma justarrenal utilizando técnica de stents em paralelo

Urgent endovascular treatment of juxtarenal aneurysm using a parallel grafts technique

Fábio Augusto Cypreste Oliveira^{1,2} , Bruno Campos Coelho¹, Marina Balestra¹,
Juliana Caetano Barreto Cypreste Oliveira³, Maria Cunha Ribeiro Amorelli⁴, Davi Douglas Heckmann⁵ ,
Carlos Eduardo de Sousa Amorelli¹, Fábio Lemos Campedelli¹

Resumo

O aneurisma da aorta abdominal pode representar um desafio terapêutico em várias condições anatômicas, tornando complexo o seu tratamento endovascular. O aneurisma de aorta abdominal justarrenal (AAA-JR) é definido pela ausência de uma zona proximal de fixação no segmento infrarrenal, e, dessa forma, técnicas são utilizadas para obter um colo adequado para a fixação das endopróteses sem promover a oclusão das artérias renais e dos ramos viscerais. As técnicas de stents em paralelo, fenestração em bancada, customização pela indústria e utilização de endoprótese ramificada de prateleira são utilizadas nos aneurismas abdominais com colo proximal inadequado, porém cada técnica apresenta indicação, limitação e riscos. Neste desafio terapêutico, apresenta-se um caso de tratamento endovascular de urgência de um AAA-JR com a técnica de stents em paralelo com boa evolução a médio prazo e discute-se suas opções terapêuticas.

Palavras-chave: aneurisma da aorta abdominal; procedimentos endovasculares; stents.

Abstract

Abdominal aortic aneurysms can constitute a therapeutic challenge in several anatomical scenarios, making endovascular treatment more complex. A juxtarenal abdominal aortic aneurysm (JR-AAA) is defined by the absence of a proximal landing zone in the infrarenal segment and, therefore, techniques must be used to obtain an adequate neck for fixing the endoprosthesis without provoking occlusion of renal arteries and visceral branches. The parallel grafts technique, physician-modified stent-graft, industry customized endoprosthesis, and off-the-shelf branched endoprosthesis are techniques used in abdominal aneurysms with inadequate proximal neck, but each technique has its indications, limitations, and risks. In this therapeutic challenge, we present a case of urgent endovascular treatment of a JR-AAA using a parallel grafts technique, with good medium-term results, and discuss the therapeutic options.

Keywords: abdominal aortic aneurysm; endovascular procedures; stents.

Como citar: Oliveira FAC, Coelho BC, Balestra M et al. Tratamento endovascular de urgência do aneurisma justarrenal utilizando técnica de stents em paralelo. *J Vasc Bras.* 2024;23:e20200028. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202000281>

¹Hospital São Francisco de Assis, Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Goiânia, GO, Brasil.

²Universidade Federal de Goiás – UFG, Hospital das Clínicas, Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular, Goiânia, GO, Brasil.

³Universidade Federal de Goiás – UFG, Hospital das Clínicas, Infectologia, Goiânia, GO, Brasil.

⁴Hospital São Francisco de Assis, Hematologia e Hemoterapia, Goiânia, GO, Brasil.

⁵CenterVasc Rio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

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

Submetido em: Julho 01, 2019. Aceito em: Julho 03, 2020.

O estudo foi realizado no Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Hospital São Francisco de Assis, Goiânia, GO, Brasil.

Aprovação do comitê de ética: CEP de aprovação número 5.052.995 Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás - UFG.



■ INTRODUÇÃO

Desde a sua criação, no início da década de 90, o reparo endovascular do aneurisma da aorta abdominal (EVAR) evoluiu a um nível em que mais de 70% de todos os aneurismas cirúrgicos da aorta abdominal podem ser reparados por essa técnica¹. Entretanto, dificuldades com as vias de acesso, as calcificações circunferenciais, as angulações extremas e o colo proximal e/ou distal ausentes ou inadequados podem tornar o EVAR um desafio.

O aneurisma de aorta abdominal justarrenal (AAA-JR) é caracterizado pelo início da dilatação do aneurisma imediatamente abaixo da origem das artérias renais, determinando a ausência de zona proximal de fixação no segmento infrarrenal. Dessa forma, técnicas endovasculares podem ser utilizadas para a obtenção proximal de colo adequado ao selamento proximal sem promover a oclusão dos ramos viscerais da aorta abdominal².

O implante de stents em paralelo foi inicialmente desenvolvido como uma manobra de resgate para manter a permeabilidade dos ramos da aorta que foram inadvertidamente cobertos durante o EVAR³. As técnicas de stents em paralelo (chaminé/*snorkel* e sanduíche) oferecem uma opção com menor custo quando comparadas aos dispositivos customizados (CMD) ou de prateleira [*off-the-shelf* (OTS)] e com maior facilidade de uso pela disponibilidade, sendo uma importante opção no tratamento de emergência e urgência dos aneurismas da aorta.

A experiência inicial com a técnica de *snorkel* foi publicada em 2003 por Greenberg et al.⁴, e Lobato e Camacho-Lobato⁵ descreveram a experiência com a técnica de sanduíche em 2012.

Essas técnicas parecem proporcionar uma boa conformabilidade entre a endoprótese principal, o stent visceral e a parede da aorta; no entanto, há um potencial para o surgimento de goteiras entre os dispositivos em paralelo e, consequentemente, um tipo específico de vazamento denominado *gutter leak*⁶.

Relatamos, a seguir, um caso de tratamento de urgência de um paciente com AAA-JR, utilizando a técnica de chaminé (Ch-EVAR) como tratamento de escolha.

■ PARTE I – SITUAÇÃO CLÍNICA

Paciente masculino, 62 anos, hipertenso e com história de angioplastia coronariana há dois anos, deu entrada com quadro de dor abdominal de forte intensidade com irradiação para dorso, de início súbito e evolução de 24 horas. Ao exame físico, apresentava-se estável hemodinamicamente, com abdome globoso, doloroso à palpação profunda, mas sem sinais de irritação peritoneal e pulsos normais em ambos os membros inferiores.

Foi submetido à tomografia computadorizada de abdome e pelve com contraste que mostrou um AAA-JR com diâmetro máximo de 82 mm e sem outros achados que justificassem a dor abdominal (Figura 1). Devido ao risco iminente de rotura e consequente óbito, havia indicação de tratamento cirúrgico de urgência, e as possíveis técnicas cirúrgicas cabíveis no momento eram:

- 1- Cirurgia convencional com clampeamento suprarrenal;
- 2- Tratamento endovascular com fenestração em bancada;
- 3- Tratamento endovascular com chaminé para ambas artérias renais.

■ PARTE II – O QUE FOI FEITO

Devido ao paciente apresentar risco cardiológico elevado — ASA III, segundo a *American Society of Anesthesiology*⁷ — e à necessidade de clampeamento suprarrenal, fato que aumentaria a morbidade cirúrgica e o risco de insuficiência renal, foi optado por realizar o tratamento endovascular com a técnica de stents em paralelo.

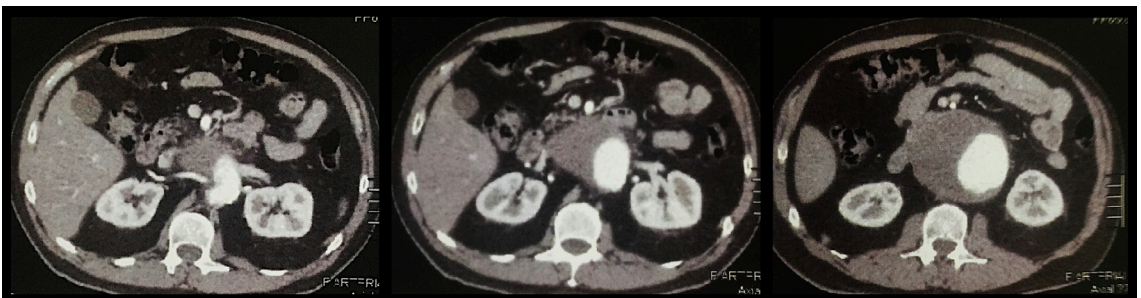


Figura 1. Angiotomografia de abdome e pelve com contraste venoso em cortes axiais evidenciando volumoso aneurisma de aorta justarrenal.

A fenestração em bancada também se apresentava como uma opção de abordagem endovascular, porém, aumentaria o tempo cirúrgico, com dificuldade técnica mais elevada. A customização não era factível devido ao tempo necessário para fabricação, esterilização e entrega da endoprótese. Não foi aventada a hipótese de ramificação toracoabdominal, pois havia colo saudável entre a artéria mesentérica superior e o início do aneurisma (28 mm), e o diâmetro da aorta ao nível do tronco celíaco era inferior a 28 mm.

Dessa forma, foi realizado implante de endoprótese bifurcada da aorta abdominal Excluder® (W.L. Gore & Associates, Arizona, USA) C3 31x150 mm corpo principal e endoprótese contralateral 12x100 mm, associada à técnica de chaminé para ambas as artérias renais com stents recobertos autoexpanssíveis Viabahn® (W.L. Gore & Associates), sendo 6x50 mm em artéria renal direita e 7x50 mm em artéria renal esquerda (Figuras 2 e 3).

O procedimento foi realizado sob anestesia geral com profilaxia antibiótica, seguido de dissecação de

ambas artérias femorais e de artéria braquial esquerda, além de punção ecoguiada de artéria braquial direita. Os acessos femorais foram utilizados como via para o implante da endoprótese corpo principal e contralateral, e os acessos nos membros superiores foram utilizados para o implante dos stents renais em paralelo com a endoprótese abdominal. Foi utilizado aproximadamente 120 mL de contraste iodado não-iônico, com um tempo total de procedimento de aproximadamente 2 horas.

A evolução pós-operatória ocorreu de forma favorável e sem intercorrências, com alta da unidade de terapia intensiva em 24 horas, já sem queixa algica abdominal, e alta hospitalar no terceiro dia de internação hospitalar em uso de dupla antiagregação plaquetária.

O paciente permaneceu em acompanhamento ambulatorial por 24 meses e foi submetido à angiotomografias seriadas (1º mês, 3º mês, 6º mês, 1º ano e 2º ano) com completa exclusão do aneurisma, ausência de sinais de vazamento ou migração das endopróteses e manutenção da perviedade de ambas artérias renais (Figura 4).

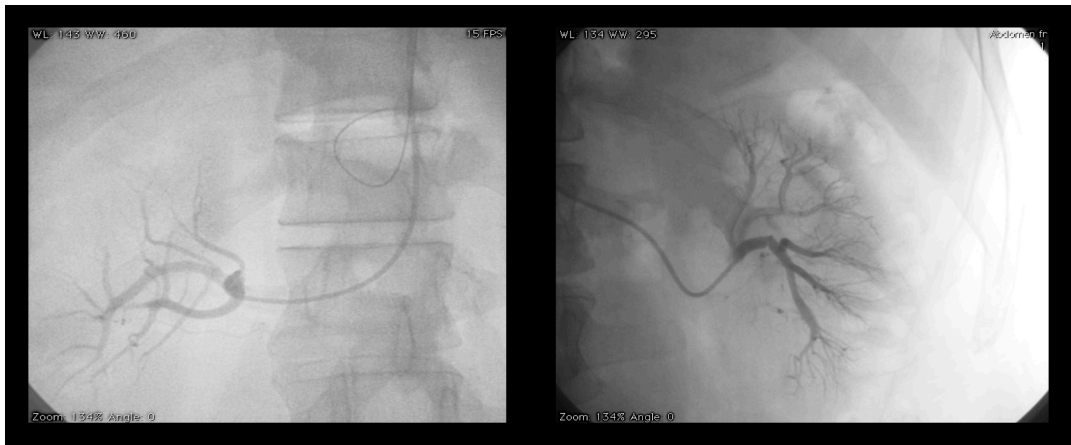


Figura 2. Cateterismo seletivo de ambas artérias renais para implante dos stents revestidos.



Figura 3. Posicionamento e liberação da endoprótese corpo principal e stents renais em técnica de chaminé.

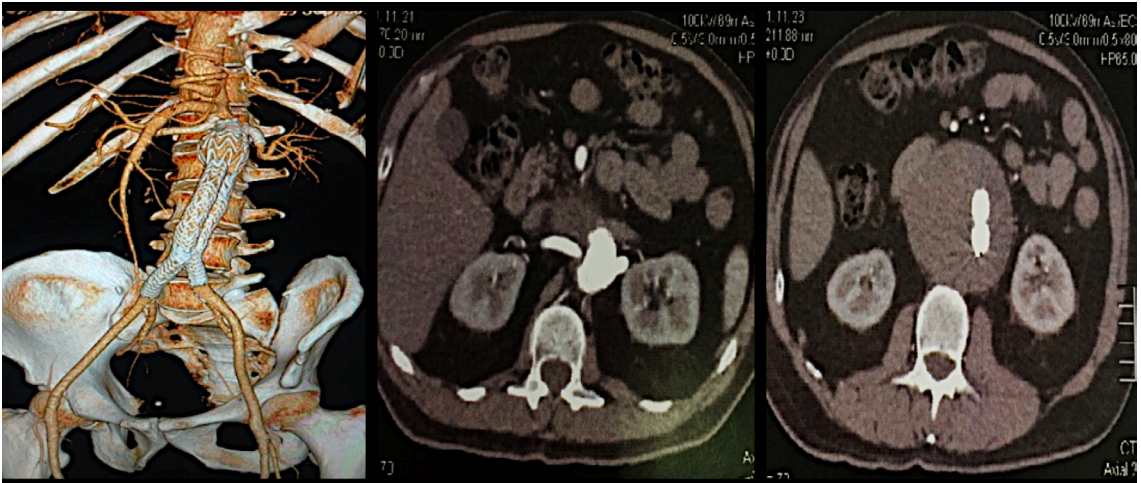


Figura 4. Angiotomografia de seguimento de 2 anos em reconstrução 3D e cortes axiais mostrando exclusão aneurismática e manutenção do fluxo de ambas artérias renais.

O paciente encontra-se assintomático do ponto de vista abdominal, com função renal preservada e seguimento atual com estudo de ecografia vascular com Doppler mostrando stents renais pérvios, sem sinais de reestenoses e ausência de sinais ecográficos de vazamentos. O diâmetro do aneurisma apresentou uma redução de aproximadamente 15% em comparação com a última angiotomografia de controle realizada.

DISCUSSÃO

A técnica de stents em paralelos no EVAR tem por objetivo a exclusão aneurismática com manutenção do fluxo dos ramos viscerais. Essa técnica tem se mostrado factível em pacientes selecionados com aneurismas de aorta justarrenal, pararenal ou toracoabdominal com boas taxas iniciais de sucesso^{3,8}.

A cirurgia aberta, dita convencional, não é uma opção viável para muitos pacientes com idade avançada e comorbidade significativa, visto que, nesses casos, o clampeamento suprarenal é necessário e acarreta riscos consideravelmente maiores de morbidade e mortalidade perioperatória⁹. Um estudo de Edimburgo sugeriu que 26% dos pacientes admitidos com AAA-JR não eram considerados candidatos para o reparo aberto¹⁰.

Estudos com dispositivos fenestrados foram descritos desde final do século XX¹¹ e, desde então, sua evolução é contínua. Inicialmente os dispositivos eram fenestrados durante o ato cirúrgico em bancada manualmente pelos cirurgiões, mas, atualmente, a customização com fenestração pré-operatória pela indústria (F-EVAR) e dispositivos OTS já estão disponíveis¹². Os dispositivos CMD necessitam de um período mínimo para análise de dados, término

da produção, esterilização e transporte. Dessa forma, dificilmente podem ser utilizados para reparos de urgência ou emergência.

Estudos sobre os dispositivos customizados foram realizados e mostraram sucesso clínico a curto prazo^{13,14}. Entretanto, um estudo de viabilidade anatômica mostrou que apenas 63% dos AAA-JR eram adequados para os dispositivos fenestrados disponíveis¹⁵.

As vantagens potenciais do Ch-EVAR em relação ao F-EVAR incluem redução da complexidade, maior disponibilidade em centros menores e uma opção de tratamento imediato no cenário de urgência e emergência. O Ch-EVAR pode ser executado sem o planejamento e a personalização de dispositivos anteriores, além de apresentar custo reduzido e menor tempo de treinamento quando comparado ao F-EVAR⁶.

Evidências atuais sugerem que o Ch-EVAR possa ser utilizado com a maioria das endopróteses abdominais, embora dados *in vitro* indiquem diferenças entre os vários dispositivos em relação ao tamanho das calhas e às forças de compressão na chaminé¹⁶. O “oversizing” ideal permanece sem resposta, porém o mínimo recomendado é superior a 20%¹⁶⁻¹⁸.

Em uma revisão sistemática¹⁹, os autores relataram incidência menor que 5% de oclusão do stent em chaminé nos ramos viscerais e nenhuma diferença significativa entre o tipo do stent recoberto utilizado. Stents não recobertos também estão sendo utilizados como chaminé no tratamento dos AAA-JR com resultados iniciais aceitáveis e redução adicional ao custo do procedimento²⁰.

Os resultados do registro multicêntrico PERICLES foram relatados em 2015. Nesse estudo, 517 pacientes foram submetidos ao Ch-EVAR, apresentando um total

de 898 ramos em chaminé. A mediana do tempo de seguimento foi de 17 meses, e a taxa de sobrevida em uma coorte de pacientes de alto risco foi de 79%, com uma taxa de perviedade primária dos ramos de 94% e secundária de 95%²¹. Em uma recente publicação²², quatro especialistas opinam sobre a melhor opção de modelo de endoprótese, quanto à presença ou não de *free flow* para utilização na técnica de stents em paralelos no tratamento do aneurisma da aorta²².

Três autores de dois centros recomendam o uso de endopróteses com fixação suprarrenal pelos seguintes motivos: evitar a oclusão do stent ponte pelo segmento recoberto da endoprótese e melhor fixação/estabilização do stent ponte, evitando sua queda ou *kinking*, e para facilitar também seu cateterismo futuro²².

O quarto autor recomenda utilizar endoprótese sem *free flow*, do mesmo modelo utilizado no caso aqui descrito, justificando a sua alta conformabilidade, ausência de *free flow* com fixação ativa que poderia perfurar os stents pontes e mesmo material (politetrafluoretileno e nitinol) e a força radial do stent ponte utilizado²². Ainda são necessário estudos robustos sobre o impacto dos sistemas de fixação das endopróteses sobre a taxa de vazamento e a perviedade dos ramos viscerais na técnica de stents em paralelo.

Com relação à utilização de endopróteses fenestradas, Roy et al.²³, em um estudo retrospectivo, analisaram a longo prazo 173 pacientes submetidos à F-EVAR para o reparo do AAA-JR e obtiveram uma taxa de mortalidade hospitalar de 5,2%, com uma taxa de sobrevida média de 7,1 anos. Concluiu-se, nesse estudo, que a fenestração apresenta uma baixa taxa de mortalidade a longo prazo, porém com uma taxa de reintervenção endovascular significativa.

Oderich et al., em um estudo multicêntrico americano sobre o tratamento do AAA-JR com um modelo endoprótese fenestrada, concluem que a fenestração é segura e eficaz com baixa morbimortalidade em casos bem selecionados tratados em centros de referência²⁴.

Um estudo francês publicado em 2014 não encontrou diferença estatisticamente significativa nos resultados a curto e médio prazo entre pacientes tratados com Ch-EVAR ou F-EVAR para AAA-JR²⁵.

Li et al.²⁶ analisaram os resultados do tratamento endovascular do AAA-JR com as técnicas F-EVAR (nove estudos tipo coorte) e Ch-EVAR (oito estudos tipo coorte) e concluíram que ambas as técnicas são eficazes no tratamento do AAA-JR, tendo a fenestração como opção prioritária e os stents em paralelos sendo mais utilizados em casos de anatomia complexa e urgência. Esses dados parecem indicar que o Ch-EVAR é uma técnica segura e com disponibilidade imediata para o tratamento de aneurismas complexos em pacientes com alto risco ao tratamento cirúrgico

convencional, que têm urgência no tratamento da doença aneurismática e/ou anatomia desfavorável à fenestração.

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, os especialistas devem estar habituados às técnicas e aos materiais disponíveis ao tratamento do aneurisma justarrenal. No relato, foi apresentado um caso de tratamento de urgência do AAA-JR, utilizando a técnica de chaminé para ambas as artérias renais, que apresentou bom resultado a médio prazo e mostrou-se como uma opção factível e viável. Estudos a longo prazo são necessários para determinar o real papel da técnica de stents em paralelo no tratamento dos aneurismas da aorta abdominal com anatomia desafiadora.

■ REFERÊNCIAS

1. Dua A, Upchurch GR Jr, Lee JT, Eidt J, Desai SS. Predicted shortfall in open aneurysm experience for vascular surgery trainees. *J Vasc Surg.* 2014;60(4):945-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.04.057>. PMID:24877855.
2. Wooster M, Zwiebel B, Back M, Shames M. Early experience with snorkels and chimneys for expanding the indications for use of endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2017;41:105-9. <http://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.09.037>. PMID:28238925.
3. Ohrlander T, Sonesson B, Ivancev K, Resch T, Dias N, Malina M. The chimney graft: a technique for preserving or rescuing aortic branch vessels in stent-graft sealing zones. *J Endovasc Ther.* 2008;15(4):427-32. <http://doi.org/10.1583/07-2315.1>. PMID:18729550.
4. Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? *J Vasc Surg.* 2003;38(5):990-6. [http://doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)00896-6](http://doi.org/10.1016/S0741-5214(03)00896-6). PMID:14603205.
5. Lobato AC, Camacho-Lobato L. Endovascular treatment of complex aortic aneurysms using the sandwich technique. *J Endovasc Ther.* 2012;19(6):691-706. <http://doi.org/10.1583/JEVT-12-4023R.1>. PMID:23210864.
6. Patel RP, Katsargyris A, Verhoeven ELG, Adam DJ, Hardman JA. Endovascular aortic aneurysm repair with chimney and snorkel grafts: indications, techniques and results. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013;36(6):1443-51. <http://doi.org/10.1007/s00270-013-0648-5>. PMID:23674274.
7. Mayhew D, Mendonca V, Murthy BVS. A Review of ASA physical status – historical perspectives and modern developments. *Anaesthesia.* 2019;73(3):373-9. <http://doi.org/10.1111/anae.14569>.
8. Sugiura K, Sonesson B, Akesson M, Björnsen K, Holst J, Malina M. The applicability of chimney grafts in the aortic arch. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2009;50(4):475-81. PMID:19734832.
9. Stenson KM, De Bruin JL, Holt PJ, Loftus IM, Thompson MM. Extended use of endovascular aneurysm sealing: Chimneys for juxtarenal aneurysms. *Semin Vasc Surg.* 2016;29(3):120-5. <http://doi.org/10.1053/j.semvasc.2016.11.006>. PMID:27989317.
10. Richards JMJ, Nimmo AF, Moores CR, Hansen PA, Murie JA, Chalmers RT. Contemporary results for open repair of suprarenal and type IV thoracoabdominal aortic aneurysms. *Br J Surg.* 2010;97(1):45-9. <http://doi.org/10.1002/bjs.6848>. PMID:19941300.

11. Browne TF, Hartley D, Purchas S, Rosenberg M, Van Schie G, Lawrence-Brown M. A fenestrated covered suprarenal aortic stent. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;18(5):445-9. <http://doi.org/10.1053/ejvs.1999.0924>. PMID:10610834.
12. Starnes BW, Tatum B. Early report from an investigator-initiated investigational device exemption clinical trial on physician-modified endovascular grafts. *J Vasc Surg.* 2013;58(2):311-7. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.01.029>. PMID:23643560.
13. Kitagawa A, Greenberg RK, Eagleton MJ, Mastracci TM. Zenith p-branch standard fenestrated endovascular graft for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2013;58(2):291-300. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.12.087>. PMID:23611709.
14. Quiñones-Baldrich WJ, Holden A, Mertens R, et al. Prospective, multicenter experience with the Ventana Fenestrated System for juxtarenal and pararenal aortic aneurysm endo-vascular repair. *J Vasc Surg.* 2013;58(1):1-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.12.065>. PMID:23588110.
15. Mendes BC, Oderich GS, Macedo TA, et al. Abdominal feasibility of off-the-shelf fenestrated stent grafts to treat juxtarenal and pararenal abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2014;60(4):839-47, discussion 847-8. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.04.038>. PMID:24998837.
16. Mestres G, Uribe JP, Garcia-Madrid C, et al. The best conditions for parallel stenting during EVAR: an in vitro study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012;44(5):468-73. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.08.007>. PMID:23020963.
17. Bruen KJ, Feezor RJ, Daniels MJ, Beck AW, Lee WA. Endovascular chimney technique versus open repair of juxtarenal and suprarenal aneurysms. *J Vasc Surg.* 2011;53(4):895-904, discussion 904-5. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.10.068>. PMID:21211934.
18. Tanious A, Wooster M, Armstrong PA, et al. Configuration affects parallel stent grafting results. *J Vasc Surg.* 2018;67(5):1353-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.09.025>. PMID:29153534.
19. Usai MV, Torsello G, Donas K. Current evidence regarding chimney graft occlusions in the endovascular treatment of pararenal aortic pathologies: a systematic review with pooled data analysis. *J Endovasc Ther.* 2015;22(3):396-400. <http://doi.org/10.1177/1526602815581161>. PMID:25878021.
20. Ducasse E, Lepidi S, Brochier C, et al. The "open" chimney graft technique for juxtarenal aortic aneurysms with discrepant renal arteries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;47(2):124-30. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.10.022>. PMID:24309400.
21. Donas KP, Lee JT, Lachat M, et al. Collected world experience about the performance of the snorkel/chimney endovascular technique in the treatment of complex aortic pathologies: the PERICLES registry. *Ann Surg.* 2015;262(3):546-53, discussion 552-3. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001405>. PMID:26258324.
22. Woo EY, Ronchey S, Tran K, Lee JT. Ask the experts: which device combinations work best in your hands for parallel grafting and why? *Evtoday*; 2020 [citado 2019 July 1]. <https://evtoday.com/articles/2020-mar/ask-the-experts-which-device-combinations-work-best-in-your-hands-for-parallel-grafting-and-why>.
23. Roy IN, Millen AM, Jones SM, et al. Long-term follow-up of fenestrated endovascular repair for juxtarenal aortic aneurysm. *Br J Surg.* 2017;104(8):1020-7. <http://doi.org/10.1002/bjs.10524>. PMID:28401533.
24. Oderich GS, Greenberg RK, Farber M, et al. Results of the United States multicenter prospective study evaluating the Zenith fenestrated endovascular graft for treatment of juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2014;60(6):1420-8.e1-5. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.08.061>. PMID:25195145.
25. Banno H, Cochennec F, Marzelle J, Becquemin JP. Comparison of fenestrated endovascular aneurysm repair and chimney graft techniques for pararenal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2014;60(1):31-9. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2014.01.036>. PMID:24560863.
26. Li Y, Hu Z, Bai C, et al. Fenestrated and chimney technique for juxtarenal aortic aneurysm: a systematic review and pooled data analysis. *Sci Rep.* 2016;6(1):20497. <http://doi.org/10.1038/srep20497>. PMID:26869488.

Correspondência

Fábio Augusto Cypreste Oliveira
Rua dos Jacarandas, s/n, Quadra 04, Lote 21, Bairro Jardins Valência
CEP 74885-857 - Goiânia (GO), Brasil
Tel.: (62) 98147-5111
E-mail: fabioacoliveira@gmail.com

Informações sobre os autores

FACO - Titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculare (SBACV); Especialista em Cirurgia Vasculare com área de atuação em Angiorradiologia, Cirurgia Endovascular e Ecografia Vasculare com Doppler, SBACV, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), Associação Médica Brasileira (AMB).
BCC - Residente de Cirurgia Vasculare, Hospital São Francisco de Assis. MB - Cirurgiã geral e estagiária de Cirurgia Vasculare, Angiogeny, Hospital São Francisco de Assis.
JCBCO - Médica infectologista especialista, Ministério da Educação (MEC), Associação Médica Brasileira (AMB); Membro, Sociedade Brasileira de Infectologia.
MCRA - Médica hematologista e especialista em Clínica Médica, Ministério da Educação (MEC), Associação Médica Brasileira (AMB); Membro, Associação Brasileira de Hematologia e Hemoterapia.
DDH e CESA - Efetivos, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculare (SBACV); Especialista em Cirurgia Vasculare com área de atuação em Angiorradiologia e Cirurgia, SBACV, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), Associação Médica Brasileira (AMB).
FLC - Titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculare (SBACV); Coordenador Estágio em Cirurgia Vasculare, Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular reconhecido, SBACV, Hospital São Francisco de Assis – Angiogeny; Mestre em Genética, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC ; GO).

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: FACO
Análise e interpretação dos dados: FACO, DDH, CESA, FLC
Coleta de dados: MB, JCBCO, MCRA, BCC
Redação do artigo: FACO, DDH, CESA, FLC
Revisão crítica do texto: FACO, DDH, CESA, FLC
Aprovação final do artigo*: FACO, DDH, CESA, FLC
Análise estatística: FLC
Responsabilidade geral pelo estudo: FACO

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