

GUILHERME BAUMGARDT BARBOSA LIMA

Uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal para o tratamento endovascular do aneurisma da aorta toracoabdominal com endopróteses fenestradas e ramificadas

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória

Área de concentração: Cirurgia Translacional

Orientador: Prof. Dr. Nelson de Luccia

**São Paulo
2022**

GUILHERME BAUMGARDT BARBOSA LIMA

**Uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal para
o tratamento endovascular do aneurisma da aorta
toracoabdominal com endopróteses fenestradas e
ramificadas**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de Anestesiologia, Ciências
Cirúrgicas e Medicina Perioperatória

Área de concentração: Cirurgia Translacional

Orientador: Prof. Dr. Nelson de Luccia

**São Paulo
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Barbosa Lima, Guilherme Baumgardt

Uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal para o tratamento endovascular do aneurisma da aorta toracoabdominal com endopróteses fenestradas e ramificadas / Guilherme Baumgardt Barbosa Lima. -- São Paulo, 2022.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas Perioperatória. Área de concentração: Cirurgia Translacional.
Orientador: Nelson de Luccia.

Descritores: 1.Aneurisma da aorta toracoabdominal 2.Doenças da aorta
3.Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos 4.Endoprótese fenestrada e ramificada 5.Aneurisma aórtico.

USP/FM/DBD-163/2022

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Aos meus pais Lizete Baumgardt Barbosa Lima e Ricardo José Pereira Barbosa Lima, e ao meu irmão, Rodrigo Baumgardt Barbosa Lima, por serem meus exemplos de trabalho árduo, disciplina e perseverança sem perder a alegria e a leveza da vida.

À minha esposa Stefanie Leanne Hollanda Cavalcanti, que me incentivou e foi minha fortaleza ao alçar voos mais altos na minha carreira acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, à minha família. Aos meus pais **Lizete** e **Ricardo**, por seu estímulo constante à excelência nos estudos, esporte e trabalho sempre com muito amor, confiança e compreensão. Pelo zelo inigualável com os filhos, criando oportunidades infinitas e abrindo o caminho para uma vida pessoal e profissional norteada por caráter e princípios. À minha mãe por seu respeito, empatia e amor ao próximo e ao meu pai por sua inteligência emocional com soluções assertivas em situações adversas, ensinamentos fundamentais à prática da minha profissão.

À minha amada **Stefanie**, por ser minha base e força nessa jornada, sempre me incentivando a buscar nada menos do que o melhor nos momentos felizes e nos mais complicados. Por seu exemplo de dedicação aos seus pacientes e ao seu trabalho, sempre com leveza e um entusiasmo contagiante. Por seu amor e paciência em planejar uma vida comigo e mudar seus planos para crescermos juntos.

Ao meu irmão, **Rodrigo**, por ser um grande exemplo de ser humano e profissional com uma invejável alegria no dia-dia da sua profissão. Cirurgião-dentista formado pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre e candidato a Doutorado. Por ser um Norte para mim, acelerando meu crescimento nos mais diversos momentos da minha vida. Por ser um grande amigo, de convivência feliz e divertida, criando um ambiente familiar extremamente prazeroso. Por trazer grande felicidade à nossa família junto de sua esposa, **Maria Claudia**, especialmente com o nascimento recente da minha amada sobrinha, **Helena**, que trouxe luz para todos nós. Agradeço também aos meus avós (*in memoriam*), **Aurora**, **Benno**, **José** e **Norma**, por tanto amor dedicado à família e a tantos momentos felizes vivos na memória da minha infância.

Ao **Prof. Dr. Nelson De Luccia**, professor titular do Serviço de Cirurgia Vasculare Endovascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). Um grande mentor, exemplo de dedicação à FMUSP e aos seus pacientes, durante minha formação como cirurgião vascular e para inúmeras gerações de cirurgiões que se formaram na instituição. Sou grato pelo acolhimento no Serviço de Cirurgia Vasculare Endovascular, pelos conselhos e histórias compartilhadas, pela oportunidade de fazer parte do seleto grupo de preceptores do serviço e por ter sido meu orientador nesse doutorado.

Ao **Prof. Dr. Gustavo S. Oderich**, professor e chefe do Departamento de Cirurgia Vasculare Endovascular da Universidade do Texas em Houston. Meu mentor e chefe nos últimos dois anos, além de meu coorientador nesse doutorado e elemento fundamental para o sucesso dessa jornada. Por seu estímulo constante a produzir, apresentar e publicar cada vez mais, mantendo os mais altos padrões de excelência. Por seu acolhimento no departamento, onde tive um crescimento profissional exponencial. Por ter sido uma inspiração para eu seguir minha carreira acadêmica nos Estados Unidos e ter me apoiado incondicionalmente nesse processo.

Ao **Prof. Dr. Pedro Puech-Leão**, professor titular do Serviço de Cirurgia Vasculare Endovascular do HC-FMUSP, pela sabedoria compartilhada ao longo do meu treinamento, sobretudo, em questões de liderança, inovação e educação contínua dos residentes.

Ao **Prof. Dr. Pierre Galvagni Silveira**, professor titular do Serviço de Cirurgia Vasculare Endovascular da Universidade Federal de Santa Catarina. Meu professor e grande mentor durante a faculdade de medicina e inspiração para seguir o caminho da cirurgia vascular. Por fazer com excelência tudo aquilo se dispõe, me estimulando a buscar e fazer o meu melhor há muitos anos. Pela sua participação na banca do meu Exame de Qualificação, contribuindo para o aprimoramento dessa tese.

À **Dra. Grace Carvajal Mulatti**, supervisora do serviço do Pronto-Socorro de Cirurgia Vascular do HC-FMUSP, por seus ensinamentos e cirurgias compartilhadas, além de extremo companheirismo durante minha residência de cirurgia geral e cirurgia vascular. Por ter se tornado uma grande amiga, e uma verdadeira guia durante meu caminho como preceptor do serviço. Pela sua participação na banca do meu Exame de Qualificação, contribuindo para o aprimoramento dessa tese.

Ao **Prof. Dr. Ivan Bernaduce Casella**, professor livre-docente do Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular do HC-FMUSP, por seu exemplo como cirurgião com forte atuação acadêmica. Pela sua participação na minha banca do Exame de Qualificação, contribuindo para o aprimoramento dessa tese.

À **Profa. Dra. Maria José Carmona**, professora associada do Departamento de Anestesiologia e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória - FMUSP, por sua participação na banca do Exame de Qualificação como membro suplente, e por seu incansável apoio ao longo do processo do meu doutorado.

Ao **Prof. Dr. Edwaldo Edner Joviliano**, professor livre-docente e chefe do Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, pela sua participação na banca do Exame de Qualificação como membro suplente, contribuindo para essa tese.

Aos grandes amigos e colegas de turma de faculdade e de residência que me permitiram compartilhar enorme aprendizado, vitórias, derrotas e acima de tudo companheirismo. Aos meus professores do curso de medicina e mestres do meu treinamento como cirurgião vascular do HC-FMUSP. Aos amigos da vida e do esporte por conselhos e inúmeros momentos de alegria servindo como descanso e alento para seguir em frente. Em especial, ao **Dr. Sérgio Silveira Jr** e **Cesar Gomes Neto**, pelo constante incentivo e apoio nessa jornada.

Ao **HC-FMUSP**, instituição que me formou cirurgião vascular, por ter me dado a honra de aprender, trabalhar e criar laços profundos na maior Instituição da América Latina. Aos pacientes e familiares que frequentam essa instituição por proporcionar um universo tão rico de aprendizado. Aos funcionários da instituição, em especial do Departamento de Cirurgia Vascular que sempre me acolheu.

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, onde me formei médico, por ter me dado todos os recursos necessários para minha formação e crescimento pessoal em um ambiente de altíssimo nível, extremamente acolhedor e tão perto de casa.

À equipe de pesquisa da **Mayo Clinic e da Universidade do Texas em Houston**, com quem tive a oportunidade de trabalhar nos últimos dois anos, por terem sido fundamentais para essa tese, e por terem se tornado grandes amigos.

À Secretária do **Programa de Pós-Graduação em Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória – FMUSP**, em especial ao **Israel Rodrigues de Oliveira** pelo apoio, paciência e esforço em me guiar por todos os processos que envolvem a confecção dessa tese.

A todos que torceram por mim e me apoiaram, muito obrigado.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação.
Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias.

Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas
Lista de figuras
Lista de tabelas
Lista de gráficos
Resumo
Abstract

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Fisiopatologia	6
1.2	Perspectiva Histórica	8
1.3	Indicação	10
1.4	Técnicas Alternativas	12
1.4.1	Cirurgia híbrida.....	12
1.4.2	Endopróteses em paralelo	14
1.5	Endopróteses Fenestradas e Ramificadas.....	15
1.5.1	Planejamento cirúrgico.....	16
1.5.2	Isquemia da medula espinhal e zonas de selamento.....	18
2	OBJETIVO.....	23
3	MÉTODOS	25
3.1	Análise Estatística	30
4	RESULTADOS.....	31
5	DISCUSSÃO	46
5.1	Limitações	55
6	CONCLUSÕES	56
7	REFERÊNCIAS.....	58
	APÊNDICE	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAT - Aneurisma da aorta toracoabdominal
- ADAM - *Aneurysm detection and management*
- AMS - Artéria mesentérica superior
- ATC - Angiotomografia computadorizada
- IME - Isquemia da medula espinhal
- TC - Tronco celíaco

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ilustrações de diferentes estratégias para o reparo de aneurismas toracoabdominais com correção híbrida..... 13
- Figura 2 - Endopróteses em paralelo podem ser utilizadas em diferentes modalidades, incluindo técnica em chaminé (A), periscópio (B), técnica do polvo (*octopus*) (C) e técnica de sanduíche (D) 15
- Figura 3 - Classificação dos AAT segundo Crawford..... 19
- Figura 4 - Ilustração demonstrando a rede colateral de perfusão da medula espinhal e diferentes modalidades de tratamento em etapas 20
- Figura 5 - Ilustrações demonstrando diferentes opções de zona de selamento distal na correção endovascular com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas de AAT 21
- Figura 6 - Figura ilustrando os diferentes tipos de endoleak (vazamento) que podem ocorrer em uma correção endovascular de AAT utilizando endopróteses fenestradas e/ou ramificadas..... 22
- Figura 7 - Ilustrações de um paciente com rim único e duas artérias renais direitas, sendo a mais distal proveniente da artéria ilíaca comum esquerda e, portanto, com grande benefício do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características demográficas e clínicas de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns	34
Tabela 2 - Características dos procedimentos dos 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns	37
Tabela 3 - Mortalidade e eventos adversos maiores nos primeiros 30 dias em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns	39
Tabela 4 - Detalhes dos exames de imagem dos 55 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com selamento distal na aorta infrarrenal nativa.....	40
Tabela 5 - Reintervenção nos 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns	42
Tabela 6 - Resultados da correção endovascular de aneurismas da aorta toracoabdominal	48
Tabela 7 - Resultados da correção aberta de aneurismas da aorta toracoabdominal	49

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Curvas de Kaplan Meier estimando a sobrevida de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns 43
- Gráfico 2 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de mortalidade relacionada às complicações da aorta de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns 43
- Gráfico 3 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de endoleak do tipo Ib em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns 44
- Gráfico 4 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de reintervenções em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns 44
- Gráfico 5 - Crescimento do diâmetro (em milímetros) da zona de selamento infrarrenal no decorrer dos anos 45

RESUMO

Barbosa Lima GB. *Uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal para o tratamento endovascular do aneurisma da aorta toracoabdominal com endopróteses fenestradas e ramificadas* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

Introdução: A cirurgia endovascular para correção do aneurisma da aorta toracoabdominal (AAT) com endoprótese fenestrada e ramificada tem inúmeras vantagens de um procedimento minimamente invasivo, porém requer a cobertura de artérias intercostais, sendo associada a um risco de isquemia da medula espinhal. O uso da aorta infrarrenal como zona de selamento permite a preservação de artérias lombares e sacrais, além de viabilizar um menor tempo de isquemia dos membros inferiores. Entretanto, essa técnica pode aumentar o risco de endoleak (vazamento) do tipo IB devido a degeneração aneurismática progressiva. **Objetivo:** Avaliar os resultados da correção endovascular do aneurisma da AAT com endopróteses fenestradas e ramificadas utilizando a aorta infrarrenal como zona de selamento distal e comparar com o uso das artérias ilíacas como zona de ancoragem. **Método:** Revisamos os dados clínicos de 430 pacientes consecutivos incluídos em um estudo prospectivo não randomizado tratados com endopróteses fenestradas e ramificadas. Pacientes com AAT tratados com zona de selamento na aorta infrarrenal nativa foram incluídos e comparados com pacientes que tiveram zona de selamento nas artérias ilíacas comuns. Os desfechos analisados foram mortalidade perioperatória, eventos adversos maiores, sobrevida livre de endoleak (vazamento) do tipo IB, sobrevida livre de reintervenções e mudanças no diâmetro da aorta infrarrenal para os pacientes que utilizaram a mesma como zona de selamento distal. **Resultados:** Incluímos no estudo um total de 110 pacientes, sendo 55 do sexo masculino e com uma média de 73 ± 8 anos. Metade dos pacientes (55) teve a aorta infrarrenal e metade as artérias ilíacas como zona de selamento distal. Os grupos foram comparáveis na classificação e no diâmetro do aneurisma e na maioria das características clínicas. Sucesso técnico foi alcançado em 106 pacientes (96%) e foi maior para o grupo com selamento ilíaco (100% vs. 93%, $p=0,04$). O uso da aorta infrarrenal como zona de selamento foi associado a um menor tempo endovascular e de fluoroscopia, além de uma menor exposição à radiação. Um paciente (1%) faleceu em 30 dias. Não houve diferença significativa em

eventos adversos maiores entre os grupos, incluindo qualquer lesão da medula espinhal (13 vs. 9%; $p=0,54$) ou paraplegia (7% vs. 7%, $p=1$) para os grupos infrarrenal e ilíaco, respectivamente. O seguimento médio foi de 24 meses. Endoleak do tipo Ib ocorreu em 1 caso em cada grupo. Entre pacientes tratados com aorta infrarrenal como zona de selamento, o crescimento médio do diâmetro desse segmento foi de 5 mm em 3 anos. Conclusão: O implante de endopróteses fenestradas e/ou ramificadas para o tratamento de AAT com a aorta infrarrenal como zona de selamento distal se mostrou seguro e efetivo. Apesar do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento ter sido associado a vantagens como menor tempo endovascular e de fluoroscopia, além de menor exposição à radiação, não houve diferença na ocorrência de isquemia da medula espinhal entre os grupos. Por fim, ocorrência de endoleak Ib foi idêntica entre os dois grupos no período acompanhado.

Descritores: Aneurisma da aorta toracoabdominal; Doenças da aorta; Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos; Endoprótese fenestrada e ramificada; Aneurisma aórtico.

ABSTRACT

Barbosa Lima GB. *Differences in procedural metrics and clinical outcomes among patients treated by fenestrated-branched endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms using infrarenal aortic versus iliac sealing zones* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2022.

Purpose: The purpose of this study was to assess outcomes of fenestrated branched endovascular aortic repair (FB-EVAR) using infrarenal aortic versus iliac sealing zones. **Methods:** We reviewed the clinical data of 430 consecutive patients enrolled in a prospective non-randomized study to evaluate FB-EVAR between 2013 and 2020. Outcomes were analyzed in patients with Extent I-IV TAAAs who underwent FB-EVAR with distal implantation in the native infrarenal aorta. Minimum anatomical criteria for use of infrarenal aortic seal was >3-cm length of parallel aorta with diameter of 18-32 mm without excessive thrombus or calcification. A control group matched for extent of aortic disease with iliac arteries seal was used to compare end-points including 30-day mortality, major adverse events (MAEs), freedom from Type Ib endoleak (T1bE), freedom from secondary interventions and changes in infra-renal aortic diameter. **Results:** There were 110 patients (55 males, mean age 73±8 years old) included in the study, 55 with infrarenal aortic distal seal and 55 with iliac arteries as sealing zone. Both groups had similar clinical characteristics, aneurysm extent and diameter, except for more male patients and higher serum creatinine among those who had iliac seal. Technical success was obtained in 106 patients (96%) and it was higher for iliac sealing zone (100% vs 93%; p 0.04). Infrarenal aortic sealing zone was associated with shorter endovascular and fluoroscopy time, lower cumulative air kerma and dose area product. There was one (1%) 30-day mortality. There was no difference in MAEs among patients treated with infrarenal aortic vs iliac sealing zones (22% vs 18%, p 0.63), including any spinal cord injury (13% vs 9%, p 0.54) and grade 3 spinal cord injury (7% vs 7%, p 1.0). Mean clinical follow up was 24±18 months. T1bE occurred in one patient in each group (p 1.0). Freedom from T1bE and freedom from secondary intervention was 98±2% and 67±8% for patients with infrarenal aortic seal and 97±3% and 67±8% for those who had iliac seal at 3-years, respectively (p NS). Among patients treated with infrarenal aortic sealing zones, the mean enlargement of infrarenal aortic diameter was 5±3.2

mm at 3 years. There were no late T1bE due to progression of disease in the infrarenal aorta. Conclusion: Infrarenal aortic and iliac artery seal zone are safe and effective during FB-EVAR, provided patients have suitable segments. The use of infrarenal aortic sealing zone has modest procedural advantages such as shorter endovascular and fluoroscopy time and lower radiation exposure. There was no difference in clinical outcomes and T1bEs.

Descriptors: Thoracoabdominal aortic aneurysm; Aortic diseases; Minimally invasive surgical procedures; Fenestrated and branched endovascular aortic repair; Aortic aneurysm.

1 INTRODUÇÃO

O aneurisma da aorta é uma dilatação acima de 50% do diâmetro normal do vaso no território acometido. A história natural dessa doença é o crescimento gradual da aorta com risco de inúmeras complicações, incluindo a temida rotura do vaso. Trata-se de uma doença crônica, multifatorial, inflamatória e degenerativa com desgaste da estrutura que compõe a parede da artéria levando a um enfraquecimento e consequente dilatação pela pressão sanguínea sofrida pelo vaso. Um aneurisma pode se desenvolver em qualquer porção da aorta sendo mais frequentemente encontrado no segmento infrarrenal¹. Os aneurismas da aorta toracoabdominal (AAT) correspondem por cerca de 7% dos aneurismas tratados da aorta torácica e acometem simultaneamente a aorta torácica e a aorta abdominal^{2,3}. É uma doença especialmente complexa por envolver artérias vitais como tronco celíaco (TC), artéria mesentérica superior (AMS), artérias renais além de artérias intercostais, lombares e sacrais.

O diagnóstico dessa doença é difícil por ser silenciosa, sendo realizado geralmente quando há sintomas por complicações ou por achado incidental em um exame de imagem. Essa é uma característica diferente de pacientes com dilatações decorrentes de dissecções crônicas e, portanto, outro mecanismo fisiopatológico, e que normalmente tem história prévia de dor torácica e abdominal. O exame físico de pacientes com aneurismas da

aorta é pobre, e pode-se encontrar uma massa pulsátil abdominal à palpação, porém com uma sensibilidade abaixo de 50%⁴. Por esses motivos, é indicado pelo mais recente *guideline* da Sociedade Americana de Cirurgia Vasculare e pelo *U.S Preventive Services Task Force*, o rastreio com ultrassonografia para homens entre 65 e 75 anos com história de tabagismo com o objetivo de fazer o diagnóstico precocemente e evitar desfechos desfavoráveis^{5,6}. A sociedade Europeia de Cirurgia Vasculare já é mais agressiva e recomenda com nível de evidência IA rastreio para todos os homens aos 65 anos de idade⁷. O rastreio para mulheres não é recomendado para aquelas sem história de tabagismo e ainda não existe uma recomendação definitiva para mulheres de 65 a 75 anos com história de tabagismo⁶. As complicações dessa condição são inúmeras como embolização distal com isquemia dos mais diversos órgão alvos e extremidades, trombose, dor, e a mais temida delas que é a rotura do aneurisma com mortalidade podendo ultrapassar os 80%⁸. Os principais fatores de risco associados à rotura dos aneurismas da aorta são o diâmetro, doença pulmonar obstrutiva crônica, sexo feminino, hipertensão, tabagismo, morfologia do aneurisma, velocidade de crescimento e presença de sintomas⁹. O risco de rotura anual varia na literatura, podendo chegar a 9,4% para aneurismas de 5,5 cm a 5,9 cm, 10,2% de 6 cm a 6,9 cm e 32,5% para aneurismas acima de 7 cm¹⁰.

A fisiopatologia do aneurisma da aorta é um processo multifatorial, complexo e ainda não completamente compreendido. Isso reflete na inexistência de um tratamento clínico capaz de estabilizar ou reduzir o

tamanho do aneurisma e mostra o quanto ainda é necessário avançar na melhor compreensão dessa grave doença¹¹. Por esse motivo, o tratamento clínico é baseado no controle dos fatores de risco. O mais relevante fator de risco modificável e, portanto, essencial de ser controlado no seguimento dos pacientes com aneurisma é o tabagismo, além de hipertensão arterial, infarto agudo do miocárdio, doença aterosclerótica, entre outras¹². Fatores de risco não modificáveis incluem história familiar, doenças do tecido conjuntivo como síndrome de Marfan (gene FBN1), a forma vascular (tipo IV) da síndrome de Ehlers-Danlos (gene COL3A1) e a síndrome de Loeys-Dietz.

O tratamento cirúrgico tem o propósito de prevenir a rotura e o óbito por complicações aórticas. Ele é indicado, segundo os mais recentes *guidelines* Americano e Europeu, para aneurismas abdominais acima de 5,5 cm em homens e acima de 5 cm em mulheres com risco cirúrgico aceitáveis^{5,7}. É importante ressaltar que AATs tem um maior risco cirúrgico que aneurismas infrarrenais tendo em vista a necessidade de incorporar o TC, AMS e artérias renais ao reparo cirúrgico. Esse fator gera uma complexidade maior e por isso a decisão de tratar, apesar de apoiada por *guidelines* e evidência científica, precisa ser individualizada levando em conta não apenas os fatores de risco do paciente, mas também a experiência e taxas de morbimortalidade da instituição que propõe o tratamento. Existem duas principais modalidades de tratamento: cirurgia convencional ou aberta e a cirurgia endovascular.

O tratamento convencional dos AATs consiste em uma toracofrenolaparotomia com clampeamento suprarrenal ou supracelíaco, e reparo com uma prótese sintética de dacron e incorporação dos vasos viscerais e renais. A abrupta interrupção de sangue gera uma isquemia transitória não apenas para os membros inferiores, como também ocorre no caso da correção aberta de aneurismas infrarrenais, mas também para órgãos viscerais. Isso faz com que a correção aberta de AATs tenha uma significativa maior morbimortalidade do que de aneurismas infrarrenais, muito relacionado com a síndrome de reperfusão que gera uma inflamação sistêmica intensa. Ao longo dos anos essa abordagem teve uma evolução expressiva. Inúmeras estratégias foram utilizadas na tentativa de minimizar as complicações cirúrgicas incluindo uso de circulação extracorpórea, perfusão de órgãos abdominais, hipotermia e drenagem profilática de líquido cefalorraquidiano. Apesar de haver uma melhora nos resultados em centros de excelência ao longo dos anos, a correção aberta segue com alta morbimortalidade, o que é ainda mais significativo fora desses centros de excelência, podendo alcançar uma mortalidade superior a 20%¹³⁻¹⁷.

A cirurgia endovascular tem as vantagens de um procedimento minimamente invasivo com menor estresse cirúrgico por não haver necessidade de clampeamento da aorta, menor síndrome de reperfusão por não haver isquemia para os órgãos viscerais, menor sangramento e menor estresse cirúrgico devido a não necessidade de uma toracofrenolaparotomia com extensa dissecação da aorta. Contudo, a necessidade de incorporar os vasos viscerais e renais e de cobrir uma maior porção da aorta eleva os

riscos cirúrgicos, principalmente de isquemia medular, além de complicações dos órgãos com artérias incorporadas. Ao longo das últimas duas décadas, houve um crescimento exponencial da técnica endovascular, sobretudo com uso de endopróteses fenestradas e ramificadas, sendo atualmente a primeira opção em diversos centros com experiência^{18,19}.

1.1 Fisiopatologia

Os aneurismas da aorta têm origem multifatorial, resultado de um processo inflamatório. As principais hipóteses para sua formação envolvem a atuação de enzimas proteolíticas com degeneração da média e um processo inflamatório crônico. Outras teorias incluem a presença um processo infeccioso, anormalidades do tecido conectivo relacionado à elastina e ao colágeno, e parâmetros hemodinâmicos. Possivelmente todos esses fatores atuam de forma conjunta para o desenvolvimento de dilatações da aorta. Pesquisas clínicas nessa área são fundamentais para uma melhor compreensão da doença, possibilidade de prevenção e, principalmente, a possibilidade de tratamento clínico para estabilização ou até regressão do saco aneurismático. Ainda que existam inúmeras linhas de pesquisa nesse sentido, com a esperança de existir um tratamento medicamentoso no futuro, ainda não atingimos esse patamar¹¹.

A maioria dos AAT apresentam degeneração da camada média e uma proporção importante dos pacientes (15-20%) tem um aneurisma resultado de uma degeneração de uma dissecção crônica da aorta²⁰. Outras causas conhecidas são infecção da aorta, doença do tecido conjuntivo, arterites de

grandes vasos, trauma, entre outros. Entre pacientes jovens e/ou com fácies típicas é importante a compreensão da equipe médica de que doenças genéticas são importantes causas de degenerações aneurismáticas e dissecções da aorta. Portanto, é indicado em pacientes abaixo de 60 anos de idade e aqueles com história familiar de doença aneurismática, um aconselhamento genético, seguido por teste genético nos casos pertinentes⁷. Idealmente, pacientes com confirmação ou suspeita de doenças genéticas devem ser referidos para centros altamente especializados com uma equipe multidisciplinar de doenças aórticas capaz de acompanhar esses pacientes a longo termo. Nesses casos, as etiologias mais comuns são síndromes de Marfan, Turner, Ehlers-Danlos e Loeys-Dietz. A importância desse diagnóstico não está apenas no aconselhamento familiar e prognóstico do paciente, mas também na escolha da estratégia de tratamento⁷.

1.2 Perspectiva Histórica

A primeira correção endovascular de um aneurisma da aorta abdominal e torácica foi realizada na Rússia por Nicolay Volodos em 1986 e 1988²¹. Esses acontecimentos ficaram desconhecidos por anos, sendo o Argentino, Juan Parodi, o grande responsável por disseminar a técnica no mundo com sua publicação sobre correção endovascular de aneurisma da aorta abdominal em 1991²². Nessa marcante publicação, Parodi, Palmaz e Barone (Buenos Aires, Argentina & San Antonio, Texas, EUA) descreveram a utilização de stents expansíveis por balão nas regiões proximal e distal do enxerto de dacron para substituir uma sutura convencional para fixação da prótese em 5 pacientes. O Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo foi pioneiro no Brasil com o primeiro implante de uma endoprótese para tratamento de um aneurisma da aorta abdominal em Dezembro de 1994 pela equipe do Professor Pedro Puech-Leão²³. Michale Dake *et al.*²⁴ foram os primeiros a realizar um reparo endovascular da aorta torácica (TEVAR) nos Estados Unidos em 1994.

Em 1996, Jae Hyung Park *et al.*²⁵ publicaram os primeiros reparos com modificações de uma prótese com fenestrações na Coreia do Sul. O primeiro paciente tinha doença de Behcet e uma correção prévia aberta da aorta infrarrenal e foi realizado um reparo endovascular com uma endoprótese com uma fenestra para a artéria mesentérica inferior que reenchia o TC e a AMS, que por sua vez eram ocluídos na origem. A segunda paciente tinha 72 anos e múltiplas comorbidades e foi realizada uma correção endovascular com uma fenestra para a artéria renal direita.

Em 1997, Thomas Browne, Michael Lawrence-Brown e David Hartley²⁶ demonstraram a confecção de uma endoprótese com janela para uso da aorta suprarrenal como zona de selamento proximal com preservação dos vasos reno-mesentéricos. Essa prótese foi testada *in vitro* e em modelo animal com sucesso. Inoue *et al.*²⁷ publicaram em 1997 o tratamento de um aneurisma toracoabdominal com inclusão do tronco celíaco através de uma ramificação no Japão. Tim Chuter, em 2001, introduziu o conceito de uma endoprótese com inúmeros ramos que levou ao desenvolvimento da atual prótese “de prateleira” Cook t-Branch[®] (Cook Medical Inc, Bloomington, IN) para correção de aneurismas abdominais complexos e AAT²⁸. Esse dispositivo foi implantado em um paciente de 76 anos de idade e o paciente desenvolveu o que até hoje é uma das mais devastadoras complicações dessa cirurgia: a isquemia da medula espinal com paraplegia no segundo dia pós-operatório.

1.3 Indicação

A maioria dos pacientes com aneurismas aórticos são assintomáticos à exceção, como previamente mencionado, daqueles com dissecção crônica dilatada da aorta, que possuem outro mecanismo fisiopatológico e que normalmente tem história prévia de dor torácica e abdominal. Muitas vezes o aneurisma é um achado de um exame de imagem solicitado por outro motivo e, apesar de ser indicado o rastreamento com ultrassonografia para homens entre 65 anos e 75 anos com história de tabagismo, isso não é suficientemente difundido na comunidade médica^{5,7,29}. O mais importante determinante do risco de ruptura é o diâmetro do aneurisma. Os riscos de ruptura de aneurismas abdominais foram publicados pelo estudo “*Aneurysm detection and management*” (ADAM) que incluiu 198 pacientes em 47 centros médicos de instituições “*Veterans and Affairs*” não passíveis de tratamento cirúrgico ou que negaram o tratamento. A taxa de ruptura foi de 9% por ano para diâmetros de 5,5 cm a 5,9 cm; 10% para diâmetros de 6 cm a 6,9 cm e 33% para aqueles acima de 7 cm¹⁰. Em geral, para aneurismas abdominais abaixo de 5,5 cm, um seguimento com exame de imagem até que atinjam os 5,5 cm é seguro, com risco de ruptura de aproximadamente 1% ao ano^{10,29,30}. Há estudos, no entanto, mostrando que para mulheres o diâmetro de 5 cm é mais adequado³¹.

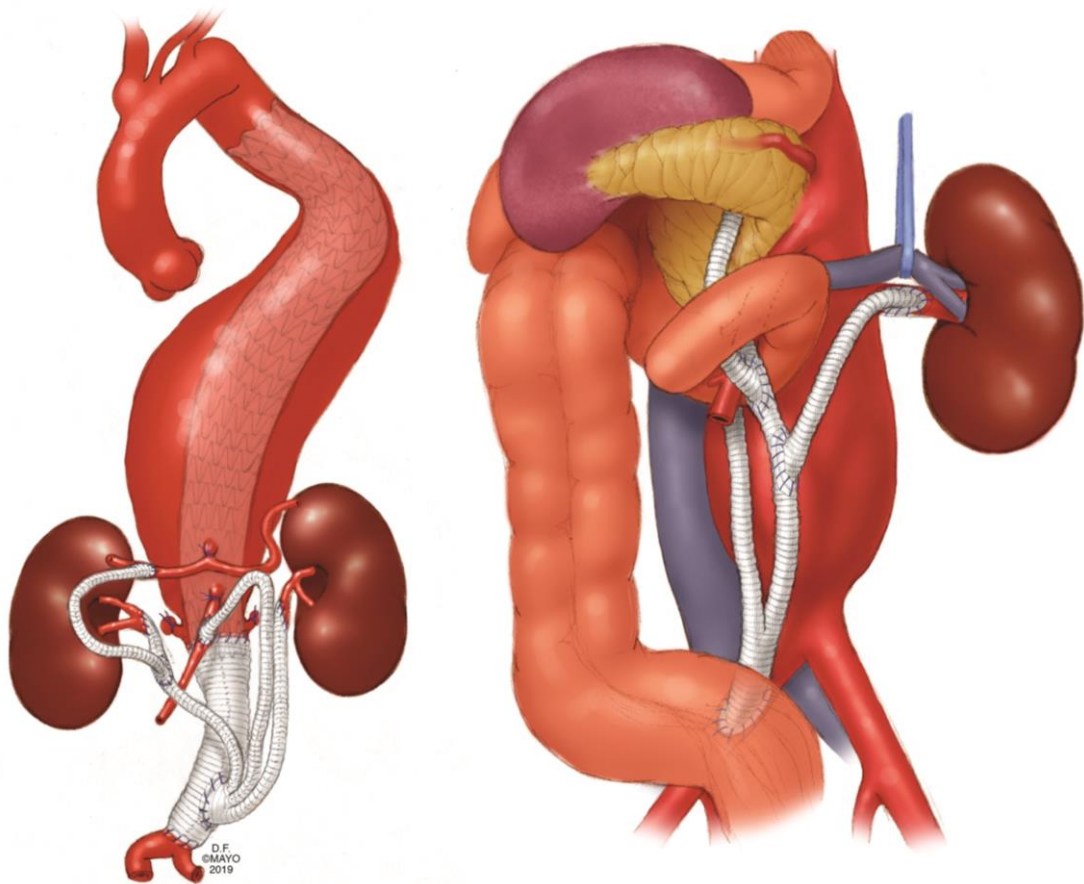
Os aneurismas toracoabdominais envolvem ramos vitais da aorta e, portanto, requerem uma cirurgia aberta mais extensa ou um reparo endovascular mais complexo com incorporação desses vasos. Portanto, o diâmetro geralmente utilizado para indicação de AAT é de 6 cm devido à

maior taxa de complicações cirúrgicas sérias, incluindo paraplegia e diálise. Aneurismas com crescimento rápido, definido como mais de 5 mm em 6 meses, devem também ser considerados para tratamento independente do diâmetro. A morfologia sacular dos aneurismas também é muito levada em consideração na prática clínica pela possibilidade de um maior risco de rotura, apesar desse fator não ser totalmente compreendido^{5,32}. Pacientes com sintomas relacionados ao aneurisma, incluindo dor, embolização distal e aqueles com rotura do aneurisma devem ser tratados à despeito do diâmetro do saco aneurismático. É importante frisar que apesar do diâmetro ser o principal indicativo de rotura, um valor fixo não é adequado para todos os pacientes. O uso, por exemplo, da área de superfície corporal pode ser utilizado para definição de um diâmetro individualizado e mais adequado para indicação do reparo, especialmente em mulheres e pessoas com menor estatura^{31,33}. A decisão final de realizar o procedimento deve levar em conta o risco de rotura em relação ao risco perioperatório, o qual depende não apenas da condição clínica e avaliação pré-operatória do paciente, mas também da análise dos resultados da instituição onde o tratamento está sendo indicado. Instituições especializadas em tratamento do aneurisma da aorta com um maior volume e, por consequência, equipes melhores treinadas são ideais para um resultado favorável⁵.

1.4 Técnicas Alternativas

1.4.1 Cirurgia híbrida

Disseminada por Quiñones Baldrich *et al.*³⁴ da Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA), em 1999, trata-se de uma combinação de uma etapa aberta e um estágio endovascular (Figura 1). O objetivo dessa abordagem é reduzir o estresse do paciente relacionado à toracofrenolaparotomia, ventilação pulmonar unilateral, clampeamento aórtico, isquemia visceral prolongada, assim como dos membros inferiores. Apesar de um entusiasmo inicial, essa técnica cirúrgica foi associada a uma significativa morbimortalidade. Atualmente, seu emprego no tratamento dos AATs reduziu-se em virtude da facilidade na obtenção de endopróteses fenestradas e ramificadas na maioria dos centros de referência, ficando reservada para pacientes de alto risco que não são candidatos para o tratamento endovascular ou cirurgia aberta.



No primeiro caso, a primeira etapa da cirurgia foi a correção aberta da aorta infrarrenal com revascularização do TC, AMS e artérias renais com origem no próprio dacron utilizado para o enxerto aorto-aórtico. Em um segundo momento, a aorta torácica foi tratada por via endovascular com uma endoprótese torácica. No segundo exemplo, a origem do enxerto para o TC, AMS, e artérias renais foi a artéria ilíaca comum direita por via aberta. Em um segundo momento, foi realizada a correção endovascular com oclusão da origem desses ramos da aorta, sem necessidade de incorporação dos mesmos via endovascular.

Figura 1 - Ilustrações de diferentes estratégias para o reparo de aneurismas toracoabdominais com correção híbrida [imagem cedida pela Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved]

1.4.2 Endopróteses em paralelo

Endopróteses em paralelo são uma alternativa em locais que endopróteses fenestradas e ramificadas não são disponíveis e em situações de emergência ou como manobra de salvamento quando, por exemplo, ocorre uma oclusão parcial de um vaso alvo durante o tratamento de um aneurisma da aorta infrarrenal⁷. Isso ocorre pelo amplo acesso aos dispositivos que são utilizados para construção desse reparo. Existem diferentes modalidades dessa técnica dependendo da posição em que os *stents* são alocados (Figura 2). As principais limitações dessa estratégia são os riscos de vazamento pelas canaletas (*Gutters*) entre os dispositivos em paralelo e de compressão dos *stents*, que comprometem o resultado do reparo a médio e longo prazo. A curto prazo, no entanto, diversos estudos demonstram resultados satisfatórios em aneurismas com colos curtos abaixo das artérias renais e com uso de uma ou duas próteses em paralelos³⁵. Portanto, para AAT nos quais a maioria dos casos inclui a incorporação de 4 ramos, essa técnica não é ideal.

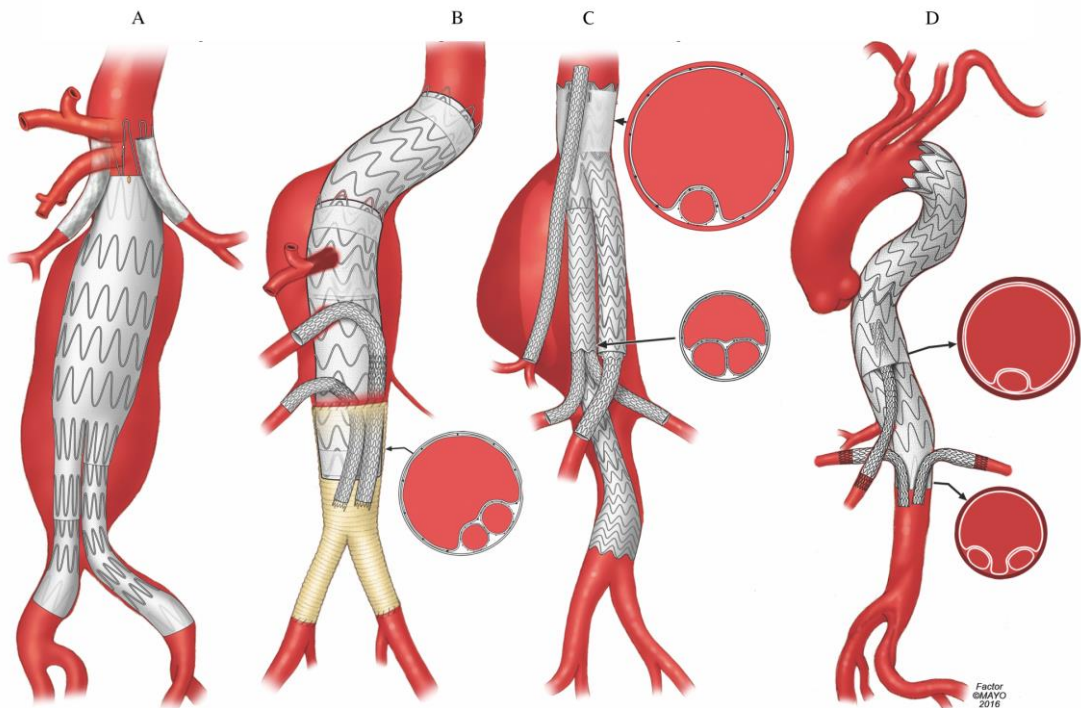


Figura 2 - Endopróteses em paralelo podem ser utilizadas em diferentes modalidades, incluindo técnica em chaminé (A), periscópio (B), técnica do polvo (*octopus*) (C) e técnica de sanduíche (D) [imagem cedida pela Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved]

1.5 Endopróteses Fenestradas e Ramificadas

A primeira endoprótese fenestrada foi implantada em 1996 por Park *et al.*²⁵ com uma endoprótese modificada na bancada pelo cirurgião para incorporação de uma artéria renal e de uma artéria mesentérica inferior em dois casos. Após esse primeiro relato, muito se avançou na modalidade com inúmeras técnicas para modificar próteses na bancada e também para produção de próteses fenestradas e ramificadas pela indústria¹⁹. Atualmente temos à disposição próteses de prateleira que são produzidas com fenestradas e/ou ramos baseados em um padrão populacional e estão disponíveis para casos em que a anatomia do paciente é adequada. Além

disso, hoje em dia existem próteses que são produzidas especificamente para um paciente com base na sua anatomia e com fabricação customizada. E, por fim, ainda temos a possibilidade de modificar as próteses na bancada de acordo com a anatomia do paciente para casos em que uma prótese de prateleira não é adequada e o mesmo encontra-se em uma situação de urgência, ou em um local sem acesso às próteses específicas para o paciente. Essa modalidade é o tratamento de escolha para correção endovascular de AAT, sendo primeira opção em diversos centros com experiência. Publicações de centros únicos, estudos multicêntricos e revisões sistemáticas tem demonstrado uma menor morbimortalidade para correção endovascular com endopróteses fenestradas e ramificadas quando comparadas às séries históricas da correção convencional aberta^{13,17,36-41}.

1.5.1 Planejamento cirúrgico

Uma angiotomografia computadorizada (ATC) incluindo tórax, abdome e pelve com cortes finos de 1 a 2 mm é o exame ideal para avaliação detalhada da anatomia do paciente. Ela é capaz de avaliar a etiologia da doença, a extensão da degeneração da aorta, o envolvimento e anatomia dos ramos aórticos, como artérias renais, TC e AMS, além as artérias ilíacas e femorais, utilizadas como acesso ao aneurisma. O risco de nefrotoxicidade induzida por contraste é minimizado com hidratação profilática para pacientes com taxa de filtração glomerular estimada abaixo de 30 mL/min/1,73m² e para pacientes com taxa de filtração entre 30 e 44

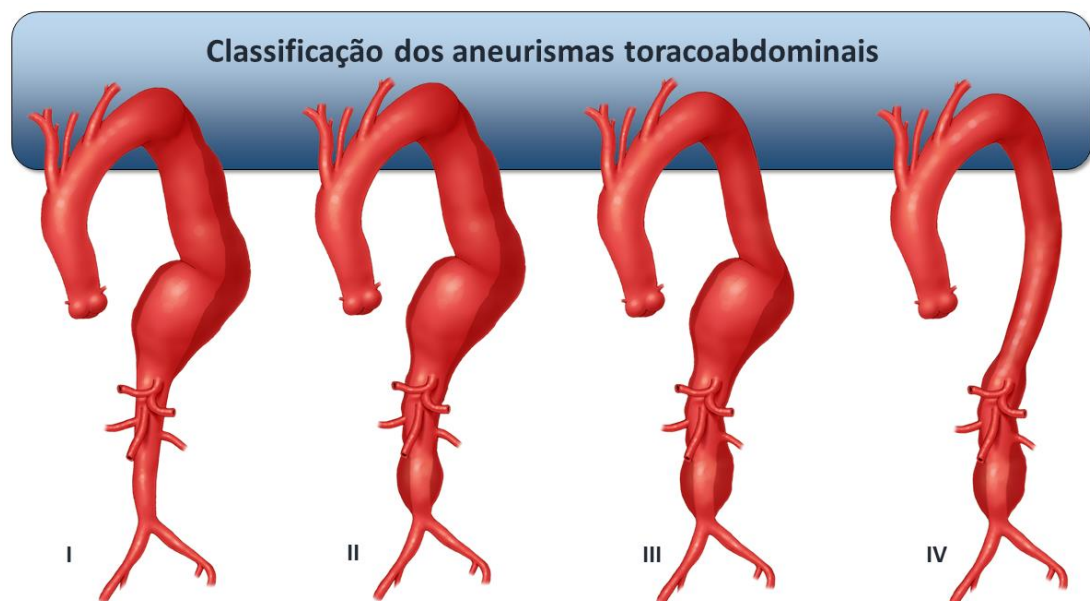
mL/min/1,73m² e presença de fatores que elevem o risco de lesão renal à critério do médico solicitante do exame⁴².

A etapa mais importante no planejamento cirúrgico é a escolha das zonas de selamento, seguido pela avaliação das artérias-alvo passíveis de serem incorporadas e do eixo ilíaco-femoral para acesso ao aneurisma. A zona de selamento proximal deve ter um máximo de 32 mm na aorta supracelíaca ou 42 mm na aorta torácica, um comprimento de pelo menos 25 mm de artéria saudável, com paredes paralelas, e ausência de trombo ou calcificação excessiva para propiciar um selamento adequado. Os vasos-alvo, por sua vez, que em geral incluem TC, AMS, e artérias renais são incorporadas através de stents recobertos com tecido e, portanto, devem ter um diâmetro de 4 a 11 mm e uma distância mínima para a bifurcação maior que 15 mm para uma aposição adequada do stent com o vaso. O sistema ilíaco-femoral deve permitir a manipulação de bainhas de 18 a 24 Fr, necessárias para a introdução da endoprótese, e, caso isso não seja viável por diâmetro inadequado ou excesso de tortuosidade, o uso de condutos permanentes ou temporários pode viabilizar o procedimento. Por fim, é fundamental uma avaliação minuciosa da aorta à procura de excesso de trombo ou debris, tendo em vista o maior risco de embolizações com esse tipo de procedimento o que poderia, inclusive, contraindicar uma correção endovascular.

1.5.2 Isquemia da medula espinhal e zonas de selamento

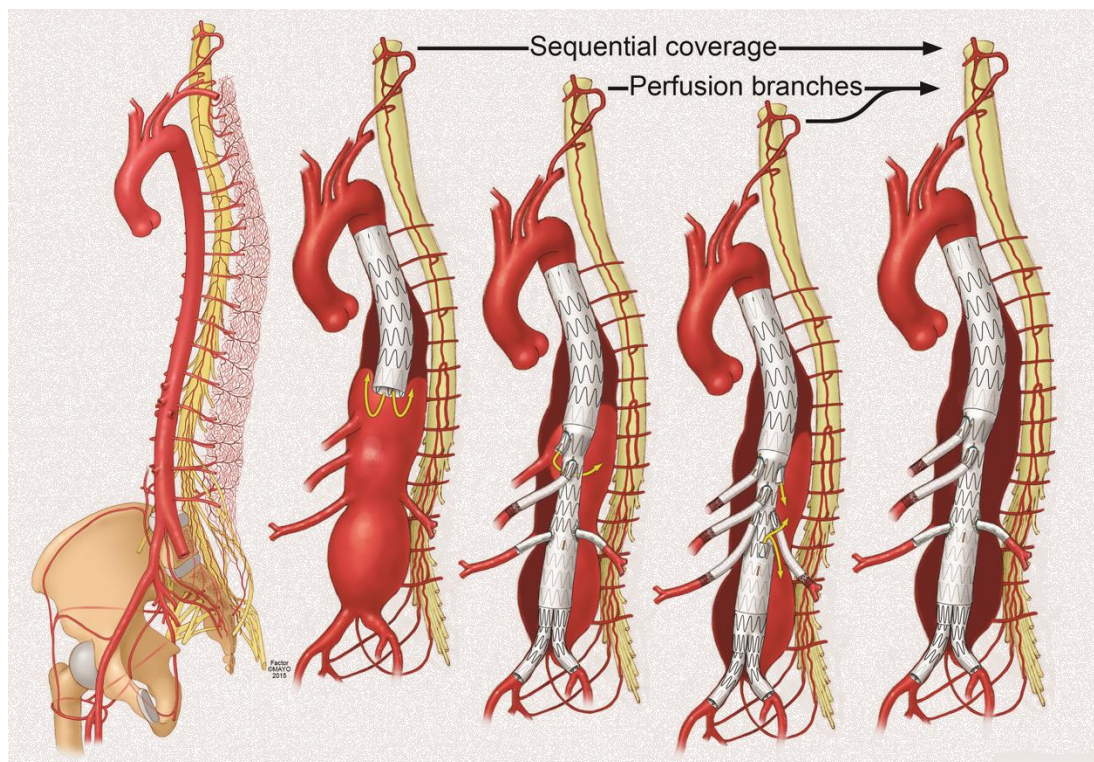
A isquemia da medula espinhal (IME) com desenvolvimento de paraplegia é a mais temida complicação da correção endovascular. A necessidade de uma zona de selamento adequada para exclusão do aneurisma exige a cobertura da aorta, obstruindo a origem de artérias intercostais, possivelmente da artéria radicular magna, além de outros ramos da aorta importantes para a circulação colateral da medula espinhal. Outras artérias significativas para a perfusão da medula espinhal e que devem ser avaliadas no período pré-operatório e preservadas sempre que possível são as artérias vertebrais, artérias ilíacas internas, também conhecidas como artérias hipogástricas, além de seus inúmeros ramos. O maior preditor do risco de IME é a extensão de aorta coberta pela endoprótese, motivo pelo qual AAT do tipo I e II, com maior extensão, têm maior incidência de paraplegia (Figura 3)^{41,43}. Outros fatores também importantes para esse desfecho incluem hipotensão intraoperatória, oclusão ou estenose das artérias hipogástricas e vertebrais, necessidade de diálise pós operatória com variações da pressão arterial, reintervenções, e sangramento. Inúmeras estratégias são utilizadas para minimizar o risco de IME, muitas delas provenientes das décadas de aprendizado com a cirurgia aberta, incluindo a manutenção de uma pressão arterial adequada, evitando hipotensão, minimização da isquemia dos membros inferiores, realização do procedimento em etapas para viabilizar a formação de uma rede colateral de suprimento da medula (Figura 4), uso de monitoramento neurológico, entre outras. O uso profilático da drenagem de líquido cefalorraquidiano, que já foi

realizado de rotina em muitos centros, hoje já se tornou uma técnica controversa devido às complicações associadas. Até um terço das lesões da medula espinhal foram associadas ao uso profilático de dreno, ficando atualmente na população estudada, restrito a casos selecionados ou como terapia em caso de IME^{44,45}.



Tipo I envolve a aorta torácica descendente iniciando acima da sexta vértebra torácica até o nível das artérias renais (I); Tipo II envolve a aorta torácica descendente iniciando acima da sexta vértebra torácica até abaixo das artérias renais (II); Tipo III inicia abaixo de T6 e se estende até as artérias renais e abaixo (III), Tipo IV tem início no nível do hiato diafragmático com envolvimento do TC, AMC e artérias renais, porém não envolve a aorta torácica descendente propriamente.

Figura 3 - Classificação dos AAT segundo Crawford [imagem cedida pela Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved]

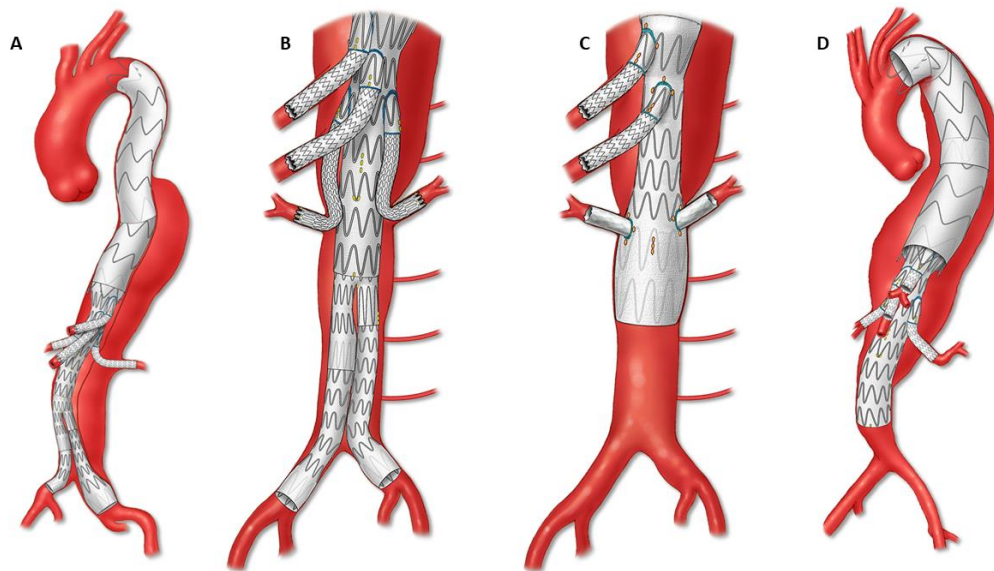


O procedimento realizado em diferentes estágios pode utilizar diferentes abordagens, mas todas tem o intuito de não cobrir toda a aorta em um mesmo momento, propiciando a otimização da rede colateral da medula espinhal. O primeiro estágio pode ser realizado apenas com o implante de uma prótese torácica, deixando a endoprótese fenestrada e/ou ramificada para um segundo tempo. A segunda opção é deixar um ramo perfundindo o saco aneurismático e finalizar a correção em um segundo momento com finalização desse ramo. Isso pode ser feito deixando um ramo ou fenestra para algum vaso-alvo inacabado, deixando uma extensão ilíaca inacabada ou ainda lançando mão de um ramo especialmente para perfusão do saco, em caso de próteses paciente-específicas

Figura 4 - Ilustração demonstrando a rede colateral de perfusão da medula espinhal e diferentes modalidades de tratamento em etapas [imagem cedida pela Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved]

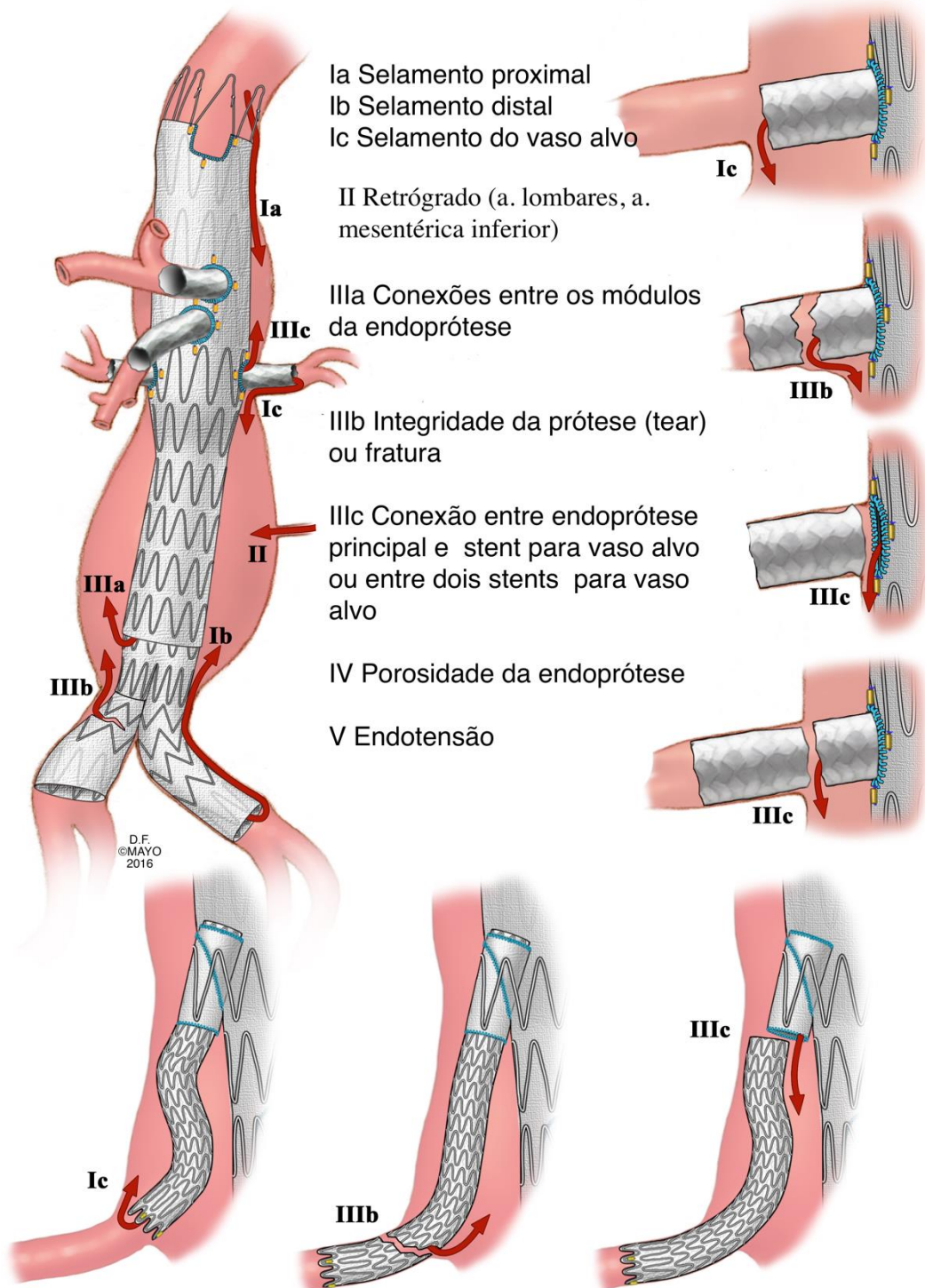
Como enfatizado anteriormente, o fator mais relevante para o risco de isquemia da medula espinhal é a extensão de aorta coberta pela endoprótese⁴⁶⁻⁴⁸, portanto, muita atenção é dada especialmente à cobertura da aorta torácica. Todavia, muito pouco se sabe sobre o impacto da cobertura da aorta infrarrenal nesse contexto. Historicamente os aneurismas da aorta infrarrenal e toracoabdominal são tratados utilizando as artérias ilíacas como zona de selamento pelo fato de o aneurisma muitas vezes envolver a bifurcação da aorta ou mesmo porções proximais das artérias

ilíacas. Contudo, a preservação de uma porção da aorta infrarrenal (Figura 5) em pacientes com anatomia adequada poderia salvar artérias lombares e sacrais, diminuir o tempo operatório e permitir uma reperfusão mais rápida dos membros inferiores, com possibilidade de otimizar a perfusão da medula espinhal e diminuir o risco de IME. Uma possível complicação dessa estratégia é o endoleak, também conhecido como vazamento ou endofuga, do tipo Ib (pela porção distal da prótese) (Figura 6) devido a uma degeneração da zona de selamento distal da endoprótese com a aorta. Há uma falta de dados descritivos e comparativos sobre esse tema na literatura, apesar de já ter sido descrito como seguro em um seguimento de médio prazo em uma casuística de 40 pacientes⁴⁹.



Ilustrações A e B demonstrando AAT tratados com endopróteses com zona de selamento distal nas artérias ilíacas comuns e, portanto, cobertura de maior comprimento da aorta. As ilustrações C e D demonstram pacientes com a aorta infrarrenal com uma anatomia favorável e, portanto, com uso da mesma como zona de selamento distal. Nesses casos, algumas artérias lombares e sacrais permanecem pérvias, com aporte sanguíneo para a rede colateral da medula espinhal.

Figura 5 - Ilustrações demonstrando diferentes opções de zona de selamento distal na correção endovascular com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas de AAT [imagem cedida pela University of Texas at Houston. All rights reserved]



No caso do endoleak Ib, trata-se de um vazamento pela zona de selamento distal da endoprótese que ocorre nas artérias ilíacas comuns, caso a zona de selamento seja nessa região, ou na aorta infrarenal, caso essa seja a escolha para a zona de selamento distal.

Figura 6 - Figura ilustrando os diferentes tipos de endoleak (vazamento) que podem ocorrer em uma correção endovascular de AAT utilizando endopróteses fenestradas e/ou ramificadas [imagem cedida pela Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved]

2 OBJETIVO

Avaliar os resultados da correção endovascular do aneurisma da aorta toracoabdominal com endopróteses fenestradas e ramificadas utilizando a aorta infrarrenal em comparação com as artérias ilíacas comuns como zona de selamento distal da endoprótese.

3 MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de uma base de dados prospectiva mantida pela equipe de pesquisa do cirurgião vascular Dr. Gustavo S. Oderich, inicialmente na Mayo Clinic – Rochester, MN, EUA de 2013 até Julho de 2020 e na University of Texas at Houston – Houston, TX, EUA à partir de Julho de 2020. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética das duas instituições. Todos os pacientes consentiram e assinaram um termo livre e esclarecido para fazerem parte desse estudo prospectivo não randomizado para avaliação de endopróteses fenestradas e ramificadas. Essa base de dados é composta por pacientes consecutivos tratados para aneurismas abdominais complexos, e toracoabdominais de forma endovascular utilizando endopróteses ramificadas e fenestradas de prateleira (“off the shelf”) ou confeccionadas especificamente para o paciente pela empresa Cook Medical Inc (Bloomington, IN, USA). Todos os dados demográficos, características clínicas, risco cardiovascular, variáveis operatórias e pós-operatórias são coletados de forma prospectiva e armazenados em formulários e transferidos para uma base de dados eletrônica (Medidata Rave, New York, NY, EUA), de forma que seja viável o acesso a esses dados sem ser revelada a identidade e dados pessoais dos pacientes. O projeto prevê compartilhamento do banco de dados entre instituições de pesquisa para projetos e publicações científicas.

Foram incluídos no estudo pacientes tratados para AAT que utilizaram a aorta infrarrenal nativa como zona de selamento distal para gerar uma análise descritiva desses pacientes e também um grupo controle com zona de selamento nas artérias ilíacas comuns. Pacientes com zona de selamento na aorta infrarrenal, porém com cirurgia prévia nessa região, seja por via endovascular ou convencional, foram excluídos. Os critérios anatômicos mínimos para uso da aorta infrarrenal como zona de ancoragem distal foram mais de 3 cm de comprimento de aorta com paredes paralelas e diâmetro de 18 a 32 mm. Esse diâmetro é baseado nas endopróteses disponíveis com possibilidade de *oversize* de 10 a 20%, mas a decisão precisa ser individualizada e não significa, por exemplo, que uma aorta infrarrenal acima de 30 mm, especialmente em mulheres, não devam ser tratadas com cobertura até as artérias ilíacas comuns. Fatores que pesam no processo de escolha da zona de selamento são maior risco de IME relacionado a estenose ou oclusão das artérias vertebrais e hipogástricas, além da necessidade de uma maior cobertura da aorta por conta da extensão da doença.

O grupo controle com zona de selamento nas artérias ilíacas foi emparelhado pela classificação de Crawford de extensão da doença aneurismática que é o principal fator associado a mortalidade e isquemia da medula espinhal de AAT. Os demais aspectos clínicos e estratificação pré-operatória eram similares entre os pacientes. Ainda que esse método tenha sido utilizado para uma comparação o mais adequada possível, é importante frisar que os grupos não são totalmente comparáveis pois aqueles pacientes

tratados com selamento nas artérias ilíacas comuns tinham uma doença mais extensa distalmente, sem possibilidade de utilizar a aorta infrarrenal como zona de ancoragem.

Quando utilizamos a aorta infrarrenal como zona de selamento, podemos escolher o diâmetro distal da endoprótese, normalmente 10 a 20% acima do diâmetro da aorta nativa. Isso é um design diferente do dispositivo padrão que tem 22 mm de diâmetro distal, tendo em vista que o componente bifurcado universal tem 24 mm de diâmetro proximal, gerando uma interposição satisfatória com a endoprótese ramificada e fenestrada. Além de um diâmetro maior que o vaso nativo, utilizamos no mínimo dois stents na porção distal com aposição apropriada com a aorta para garantir um tratamento adequado. Pacientes em que não houve uma aposição segura da endoprótese com a aorta ou em que um relevo do tecido da endoprótese (*infolding*) ficou evidente, lançamos mão do uso de um stent não revestido distal (Palmaz stent – Cordis, Cardianl Health, Dublin, Ohio).

Consideramos sucesso técnico pacientes que tiveram a endoprótese corretamente implantada, assim como todos os stents para os vasos-alvo, com perviedade dos mesmos e ausência de endoleak (vazamento) do tipo I ou III. Os desfechos primários analisados foram mortalidade perioperatória definida como óbitos em 30 dias ou intra-hospitalar, mortalidade tardia, sobrevida livre de eventos adversos maiores, sobrevida livre de endoleak (vazamento) do tipo Ib e mudanças no diâmetro da aorta infrarrenal para os pacientes que utilizaram a mesma como zona de selamento distal. Eventos adversos maiores incluem mortalidade nos primeiros 30 dias ou intra-

hospitalar, infarto agudo do miocárdio, insuficiência respiratória com necessidade de ventilação mecânica prolongada (maior que 48 horas) ou necessidade de reintubação, deterioração na função renal acima de 50% na taxa de filtração glomerular ou necessidade de diálise, isquemia intestinal sem resolução com tratamento clínico, acidente vascular encefálico maior e paraplegia, segundo os “*reporting standards*” da Sociedade Americana de Cirurgia Vasculare⁵⁰.

O seguimento desses pacientes também é realizado de forma prospectiva e os dados são todos armazenados em uma base de dados eletrônica (Medidata Rave, New York, NY, EUA) e incluem exame físico, análise laboratorial, e exames de imagem aos 2 e 6 meses e anualmente, após o procedimento. O exame de imagem consiste numa ATC e ultrassom com doppler dos vasos viscerais e renais. Até 2018, os pacientes realizavam uma ATC antes da alta, todavia, após 2018 com a incorporação da tomografia computadorizada com feixe cônico (Cone beam CT) no intraoperatório, deixou-se de realizar a ATC antes da alta se não houver indicação clínica.

3.1 Análise Estatística

Para comparação de variáveis qualitativas utilizamos os testes qui quadrado ou teste exato de Fisher e essas variáveis foram descritas como frequências (porcentagens). Variáveis quantitativas, por sua vez, foram comparadas com testes t-student ou teste de Mann-Whitney e descritas por média \pm desvio padrão, além de mediana e quartis. Foi utilizado um valor de p menor que 0,05 para determinar significância estatística. Para resultados dependentes de tempo, como sobrevida livre de endoleak e de reintervenções, utilizamos curvas de Kaplan-Meier que foram comparadas pelo teste Log-rank. Para a análise estatística utilizamos o software IBM SPSS statistics 25 (IBM, Armonk, NY, EUA).

Apesar do objetivo inicial do estudo ser uma análise descritiva dos resultados do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal do aneurisma, utilizamos um grupo controle com as artérias ilíacas como zona de selamento para realizar comparações cabíveis com o grupo de estudo. Visando uma homogeneização dos grupos, realizamos um pareamento por extensão do aneurisma toracoabdominal, visando proporções similares de aneurismas toracoabdominais do tipo I a III, com maior risco cirúrgico, e do tipo IV, com menor risco cirúrgico, entre os dois grupos. Ainda que os grupos não sejam comparáveis, pois o grupo controle tem uma extensão maior da doença, pelo menos até a bifurcação da aorta ou segmento ilíaco, foi a melhor comparação possível.

4 RESULTADOS

Um total de 430 pacientes havia sido submetido a correção com endoprótese fenestrada e/ou ramificada como parte do estudo prospectivo até a análise desse projeto. Do total, 110 pacientes foram incluídos, sendo 55 com a aorta infrarrenal nativa como zona de selamento distal e 55 pacientes do grupo controle com uso das artérias ilíacas comuns como zona de selamento após emparelhamento para extensão da doença aneurismática (Classificação de Crawford). Trinta e nove pacientes com zona de selamento na aorta infrarrenal tiveram que ser excluídos por não se tratar de uma aorta nativa devido a uma correção endovascular ou aberta prévia.

Os grupos foram idênticos na extensão do aneurisma, sendo 78% de AAT do tipo I e II, 13% do tipo III e 9% do tipo IV. A idade média de todos os pacientes foi de 73 anos. Houve uma menor proporção de homens no grupo da aorta infrarrenal (38% vs. 62%, $p = 0,01$). Os fatores de risco cardiovasculares foram comparáveis entre os grupos sendo o mais comum a hipertensão arterial sistêmica em 94% do total de pacientes, seguido por hipercolesterolemia em 79%, tabagismo em 72%, doença renal crônica estágio III a V em 44%, doença coronariana em 32%, doença pulmonar obstrutiva crônica em 28%, diabetes mellitus em 13%, acidente vascular encefálico prévio em 12%, doença arterial periférica em 10% e insuficiência

cardíaca congestiva em 8%. Os pacientes do grupo infrarrenal tiveram uma creatinina menor (1 vs. 1,4, $p = 0,006$), todavia não houve diferença na taxa de filtração glomerular (65 vs. 58; $p = 0,11$). Por fim, o diâmetro do aneurisma foi similar entre os grupos, sendo 67mm para o grupo infrarrenal vs. 70mm para o grupo de artérias ilíacas ($p = 0,16$), mas houve uma menor proporção de dissecções crônicas no grupo infrarrenal (11% vs. 34%, $p = 0,003$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características demográficas e clínicas de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

	Total n=110	Selamento infrarrenal n=55	Selamento ilíacas n=55	p
	<i>n (porcentagem) ou média ± DP (mediana, IQR)</i>			
Dados demográficos				
Idade média (anos)	73±8 (73,68-78)	74 ± 7,5 (74, 71-78)	72±8 (71,66-77)	.207
Sexo masculino	55 (50)	21 (38)	34 (62)	0.01
IMC (kg/m ²)	28±5 (27,24-30.5)	27 ± 5 (27,23-30)	28±5 (28,24-32)	.55
Fatores de risco cardiovasculares				
Hipertensão	103 (94)	50 (91)	53 (96)	.24
Hipercolesterolemia	87 (79)	42 (76)	45 (82)	.48
Tabagismo	79 (72)	38 (69)	41 (74)	.52
Doença renal crônica estágios III-V	48 (44)	21 (38)	27 (49)	.25
Doença coronariana	35 (32)	17 (31)	18 (33)	.84
Doença obstrutiva pulmonar crônica	31 (28)	18 (33)	13 (24)	.29
Diabetes Mellitus	14 (13)	8 (14)	6 (11)	.57
Acidente vascular encefálico	13 (12)	6 (11)	7 (13)	.77
Doença arterial periférica	11 (10)	7 (13)	4 (7)	.34
Insuficiência cardíaca congestiva	9 (8)	5 (9)	4 (7)	1.0

continua

	Total n=110	Selamento infrarrenal n=55	Selamento ilíacas n=55	conclusão p
	<i>n (porcentagem) ou média ± DP (mediana, IQR)</i>			
Avaliação pré-operatória				
Creatinina (mg/dL)	1.2±0.8 (1.1, 0.9-1.3)	1.0 ± 0.3 (1.0, 0.8-1.1)	1.4±1.0 (1.1, 1.0-1.5)	.006
eTFG (ml/min/1.73m ²)	61±23 (61, 49-71)	65±19 (63, 49-72)	58±27 (60, 45-67)	.11
Classificação aneurisma				1.0
Tipos I-II de Crawford	86 (78)	43 (78)	43 (78)	
Tipo III de Crawford	14 (13)	7 (13)	7 (13)	
Tipo IV de Crawford	10 (9)	5 (9)	5 (9)	
Diâmetro do aneurisma (mm)	68±12 (65, 60-72)	67±10 (65, 60-71)	70±14 (65, 61-74)	.16
Dissecção crônica	25 (23)	6 (11)	19 (34)	.003

IMC, índice de massa corpórea; *eGFR*, estimativa da taxa de filtração glomerular.

Os 110 pacientes tiveram um total de 418 artérias renais e mesentéricas incorporadas através de 183 janelas e 235 ramos direcionais com uma média de 3,8 artérias incorporadas por paciente. Os grupos tiveram diferenças na configuração das endopróteses, com uma maior proporção de endopróteses paciente-específicas no grupo infrarrenal (94% vs 69%, $p < 0,001$), e também de uso de janelas para incorporação dos vasos-avos (51 vs. 37%; $p = 0,004$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Características dos procedimentos dos 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

	Total n=110	Selamento infrarrenal n=55	Selamento ilíacas n=55	p
	<i>n (porcentagem) ou média ± DP (mediana, IQR)</i>			
Anestesia geral	110 (100)	55 (100)	55 (100)	1.0
Drenagem de líquido cefalorraquidiano profilática	82 (74)	42 (76)	40 (73)	.66
Abordagem percutânea	98 (89)	51 (93)	47 (85)	.20
Acesso via membro superior	99 (90)	50 (91)	49 (89)	.75
Perda sanguínea, ml	500±526 (315, 200-538)	494 ± 613 (300, 150-500)	507±426 (400, 250-650)	.89
Tempo total de cirurgia, minutos	253±76 (241, 199-295)	241 ± 80 (219, 185-277)	266±71 (256, 226-301)	.08
Tempo total endovascular, minutos	168±62 (163, 130-198)	148±56 (136, 119-184)	191±61 (181, 150-218)	<.001
Volume de contraste, ml	168±67 (165, 120-205)	149 ± 48 (145, 118-181)	187±79 (184, 140-240)	.004
Kerma no ar acumulado, Gy	1.7±1.8 (1.2, 0.6-1.9)	1.4±1.4 (0.9, 0.6-1.5)	2.1±2.0 (1.3, 0.8-2.4)	.02
Produto dose área, Gy.cm ²	179±95 (144, 114-240)	147±75 (123, 92-188)	208±102 (183, 132-264)	.006
Tempo de fluoroscopia, minutos	86±32 (81, 64-100)	76±28 (67, 56-90)	96±32 (89, 75-103)	<.001
Design do dispositivo				<.001
Off the shelf (de prateleira)	20 (18)	3 (5)	17 (31)	
Paciente-específico	90 (82)	52 (94)	38 (69)	
Número de vasos-alvo	3.8±0.5 (4, 4-4)	3.8±0.5 (4, 4-4)	3.8±0.6 (4, 4-4)	.60
Fenestras	183 (44)	106 (51)	77 (37)	.004
Ramos direcionais	235 (56)	103 (49)	132 (63)	.004
Sucesso técnico por paciente	106 (96)	51 (93)	55 (100)	.04

Todos os pacientes foram tratados com anestesia geral, 82 (74%) pacientes foram submetidos a drenagem de líquido cefalorraquidiano profilática, 98 (85%) foram tratados com acesso percutâneo uni ou bilateral, 99 (90%) utilizaram acesso via membro superior, não havendo diferença estatística entre os grupos nessas variáveis (Tabela 2). Sucesso técnico foi alcançado em 106 pacientes (96%), sendo menor para pacientes com selamento infrarrenal (93 vs. 100%; $p=0,04$). Falhas técnicas ocorreram por falha na cateterização de um vaso alvo em dois casos e rotura do vaso alvo com necessidade de embolização do mesmo em outros dois pacientes. Portanto, todas as falhas foram relacionadas a incorporação de vasos alvo e sem associação com o local de selamento distal.

O tempo total de cirurgia foi similar entre os grupos com uma média total de 253 minutos, porém o grupo infrarrenal teve menor tempo endovascular (148 minutos vs. 191 minutos; $p < 0,001$), menos contraste utilizado (149 mL vs. 187 mL; $p=0,004$), menor dose de kerma no ar acumulado (1,4 vs. 2,1 Gy; $p=0,02$), menor produto-dose área (147 Gy.cm² vs. 208 Gy.cm²; $p=0,006$) e menor tempo de fluoroscopia (76 minutos vs. 96 minutos; $p < 0,01$) (Tabela 2). Para os pacientes do grupo infrarrenal, a média de comprimento da aorta abaixo das artérias renais coberta foi de 62 mm com o uso de uma endoprótese, em média, 20% maior que o diâmetro da aorta nativa (“oversize”).

Houve uma morte (1%) durante a internação hospitalar ou em 30 dias e ocorreu no vigésimo segundo dia pós-operatório devido a um acidente vascular encefálico hemorrágico em um paciente que havia submetido a uma correção de um AAT do tipo II utilizando as artérias ilíacas como zona de selamento

distal e não houve diferença entre os grupos (0 vs. 1%, $p=1,0$). O evento composto de eventos adversos maiores ocorreu em 22 pacientes (20%) sem diferença entre os grupos (Tabela 3). Em ordem de incidência, 13 pacientes (12%) tiveram injúria renal aguda, 4 (4%) tiveram falência respiratória, 2 (2%) necessitaram de diálise, 1 (1%) teve infarto agudo do miocárdio, 1 (1%) apresentou um acidente vascular encefálico maior. Em relação à IME, 12 (11%) tiveram qualquer tipo de sintoma neurológico, sendo 8 (7%) pacientes com paraplegia e 6 (5%) com paraplegia permanente. Nenhuma das variáveis de eventos adversos apresentou diferença entre os grupos (Tabela 3).

Tabela 3 - Mortalidade e eventos adversos maiores nos primeiros 30 dias em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

	Total n=110	Selamento infrarrenal n=55	Selamento ilíacas n=55	p
	n (porcentagem)			
Mortalidade	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1.0
Eventos adversos maiores	22 (20)	12 (22)	10 (18)	.63
Injúria renal aguda	13 (12)	8 (14)	5 (9)	.38
Insuficiência respiratória	4 (4)	2 (4)	2 (4)	1.0
Necessidade de diálise	2 (2)	1 (2)	1 (2)	1.0
IAM	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0
AVC maior*	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0
Qualquer IME**	12 (11)	7 (13)	5 (9)	.54
Grau 1-2**	4 (4)	3 (5)	1 (2)	.62
Grau 3	8 (7)	4 (7)	4 (7)	1.0
Paraplegia permanente	6 (5)	4 (7)	2 (4)	.68
Perda sanguínea >1L**	10 (9)	5 (9)	5 (9)	1.0

IAM, Infarto agudo do miocárdico; AVC, acidente vascular encefálico; IME, isquemia da medula espinhal.

*Tivemos 3 (3%) AVCs menores. Dois (3.6%) no grupo infrarrenal e 1 (2%) no grupo das artérias ilíacas; $p=1,0$

** Não é considerado um evento adverso maior

Entre os pacientes do grupo infrarrenal, o número de artérias lombares visualizadas na tomografia pré-operatória foi em média 4, decrescendo para 2,6 no pós-operatório. Dos 55 pacientes desse mesmo grupo, 48 (87%) tinham uma artéria mesentérica inferior pérvia no período pré-operatório, sendo que 33 destas (69%) estavam pérvias na tomografia de controle pós-operatória. O diâmetro médio da aorta infrarrenal foi de 23,4 mm e o “oversize” médio das endopróteses para ancoragem nessa região foi de 20%. Com a abordagem infrarrenal, foi possível evitar a cobertura em média de 32,7 mm de comprimento da aorta (Tabela 4).

Tabela 4 - Detalhes dos exames de imagem dos 55 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com selamento distal na aorta infrarrenal nativa

	Selamento infrarrenal n =55
	<i>n (porcentagem) ou mediana ± DP (mediana, IQR)</i>
Número de artérias lombares visíveis pré-cirurgia	4±2 (4, 3-5)
Número de artérias lombares visíveis pós-cirurgia	2.6±1.5 (2, 1-3)
Diminuição de artérias lombares pós-cirurgia	1.5±1.33 (1, 1-2)
AMIs pérvias pré-cirurgia	48/55 (87%)
AMIs preservadas pós cirurgia	33/48 (69%)
Diâmetro da zona de selamento infrarrenal (mm)	23.4±4.4 (23, 20-27)
Diâmetro distal da endoprótese (mm)	27.7±4.2 (26, 26-30)
Oversize do diâmetro distal (mm)	4.29±2.6 (4, 2-6)
Oversize do diâmetro distal (%)	20±13.3 (20, 7.7-30)
Comprimento de aorta infrarrenal coberto (mm)	61.8±22 (58, 47.5-70)
Comprimento de aorta infrarrenal poupado (mm)	32.7±17 (32, 21-42)

AMI, artéria mesentérica inferior.

O tempo de seguimento médio desses pacientes foi de 24 ± 18 meses. A curva de sobrevida geral em 3 anos foi de $77\%\pm 5\%$ e a curva de sobrevida livre de mortalidade relacionada à aorta foi de $98\%\pm 1\%$, sem diferença entre os grupos (Gráficos 1 e 2). Dois pacientes tiveram morte relacionadas à aorta, sendo um por oclusão do stent para a AMS, evoluindo com isquemia mesentérica e outro por AVC hemorrágico no 22º pós operatório e, portanto, considerado como consequência da cirurgia. Endoleak do tipo Ib ocorreu de forma precoce em 1 paciente (2%) no grupo infrarrenal e foi revisado antes da alta hospitalar com o uso de um stent Palmaz (Cordis, Cardinal Health, Ohio). Um paciente do grupo de selamento ilíaco desenvolveu um endoleak Ib tardio ($P=1,0$). A curva livre de endoleak do tipo Ib aos 3 anos foi de $98\%\pm 2\%$ no grupo infrarrenal e $97\%\pm 3\%$ no grupo ilíaco ($p=0,98$) (Gráfico 3). Um total de 29 pacientes (26%) dos dois grupos necessitaram de reintervenções, sendo a causa mais comum endoleak em 12 pacientes (11%), seguido por estenose ou oclusão de um vaso-alvo em 11 pacientes (10%) (Tabela 5). A curva livre de reintervenções em 3 anos foi de $67\%\pm 8\%$ e não houve diferença entre os grupos ($P=0,67$) (Gráfico 4). Finalmente, para pacientes com selamento infrarrenal, o diâmetro infrarrenal cresceu $5\pm 3,2$ mm em 3 anos (Gráfico 5). Não houve ocorrência de endoleak do tipo Ib devido a crescimento do diâmetro da aorta infrarrenal no período de acompanhamento desse estudo.

Tabela 5 - Reintervenção nos 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

	Total n=110	Selamento infrarrenal n=55	Selamento ilíacas n=55	p
	<i>n (porcentagem) ou média ± DP (mediana, IQR)</i>			
Total de reintervenções	29 (26)	14 (25)	15 (27)	.83
<i>Relacionadas à aorta</i>				
Endoleak	12 (11)	5 (9)	7 (13)	.54
Endoleak IA	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0
Endoleak IB	2 (2)	1 (2)	1 (2)	1.0
Endoleak IC	5 (4)	2 (4)	3 (5)	1.0
Endoleak II	2 (2)	0	2 (4)	.49
Endoleak IIIC	2 (2)	1 (2)	1 (2)	1.0
Endoleak complexo*	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1.0
Kinking/estenose/trombose de ramo	11 (10)	5 (9)	6 (11)	.75
Angioplastia retrógrada por via aberta da AMS	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0
Bypass AICE-ARE	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0
<i>Não relacionadas à aorta</i>				
Complicações do acesso	2 (1)	2 (2)	0 (0)	.49
Laparotomia	1 (1)	0 (0)	1 (2)	1.0
Traqueostomia	1 (1)	0 (0)	1 (2)	1.0
Hematoma medula espinhal	1 (1)	1 (2)	0 (0)	1.0

*Mais de um tipo de endoleak.

AMS; artéria mesentérica superior; AICE, artéria ilíaca comum esquerda; ARE, artéria renal esquerda.

Gráfico 1 - Curvas de Kaplan Meier estimando a sobrevida de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

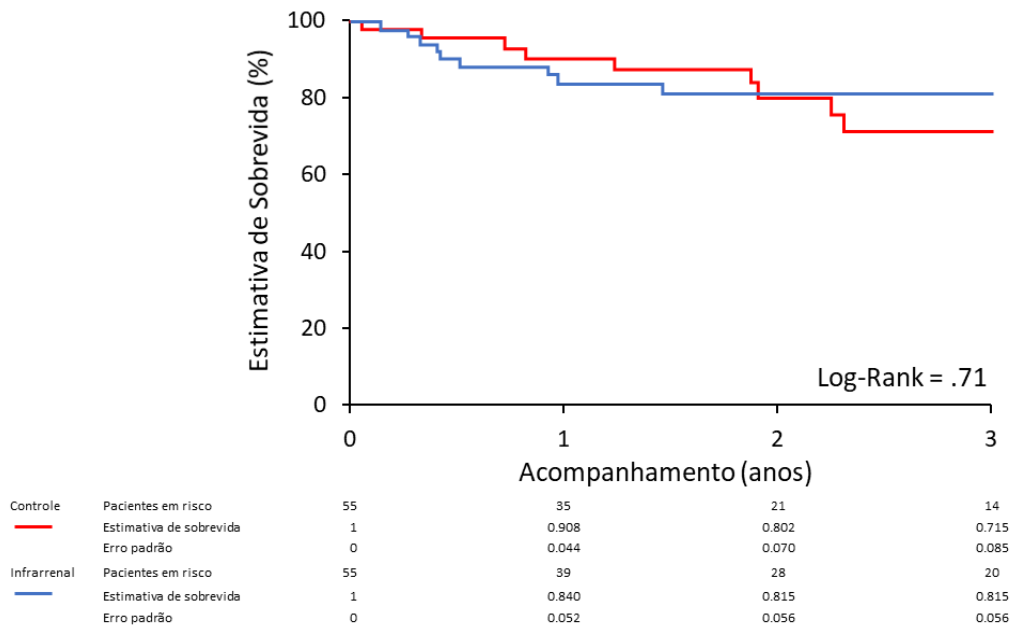


Gráfico 2 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de mortalidade relacionada às complicações da aorta de 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

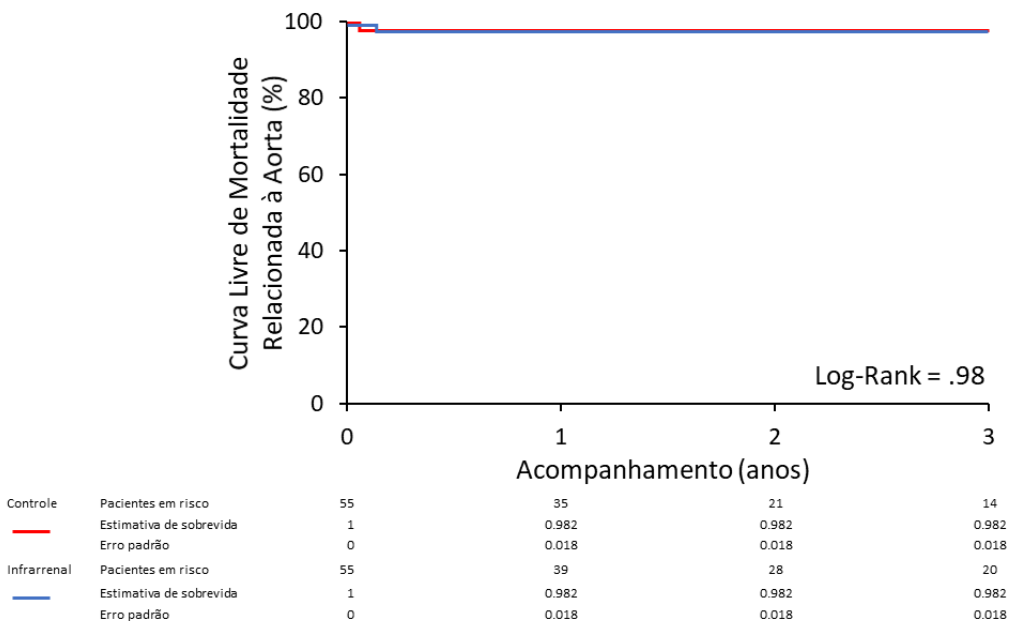


Gráfico 3 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de endoleak do tipo Ib em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

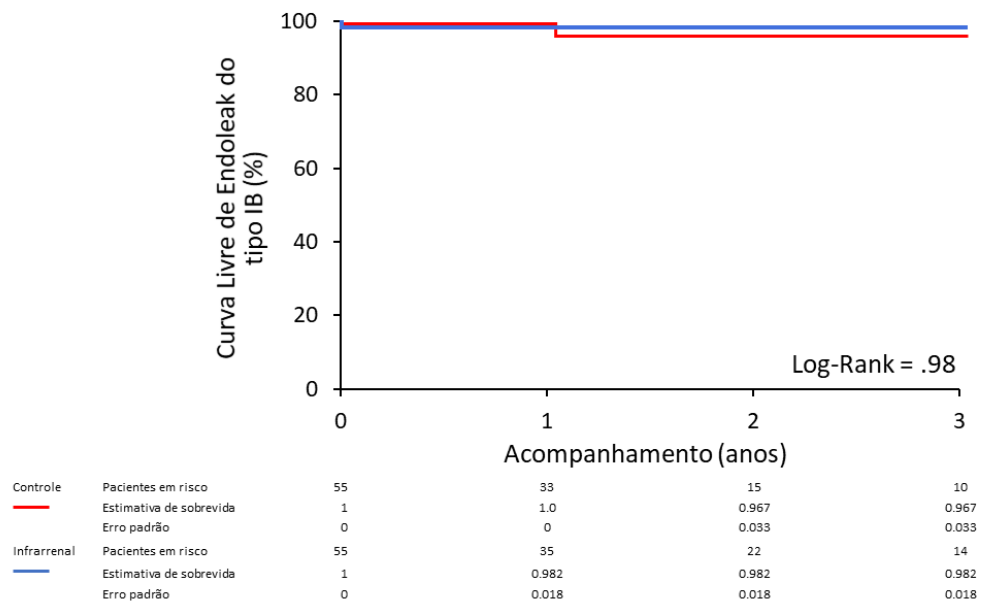


Gráfico 4 - Curvas de Kaplan Meier estimando a curva livre de reintervenções em 110 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com zona de selamento distal na aorta infrarrenal ou nas artérias ilíacas comuns

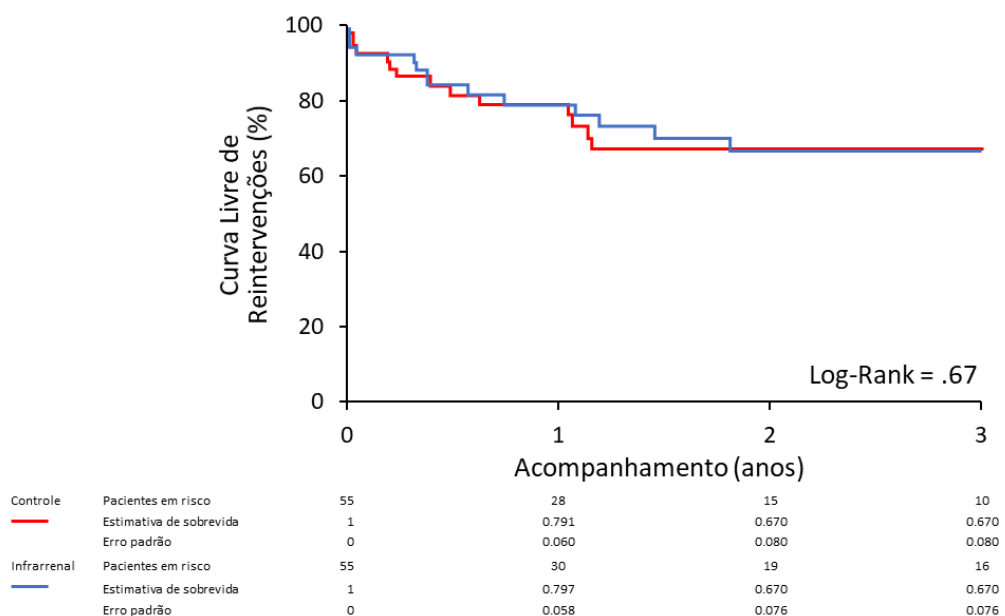
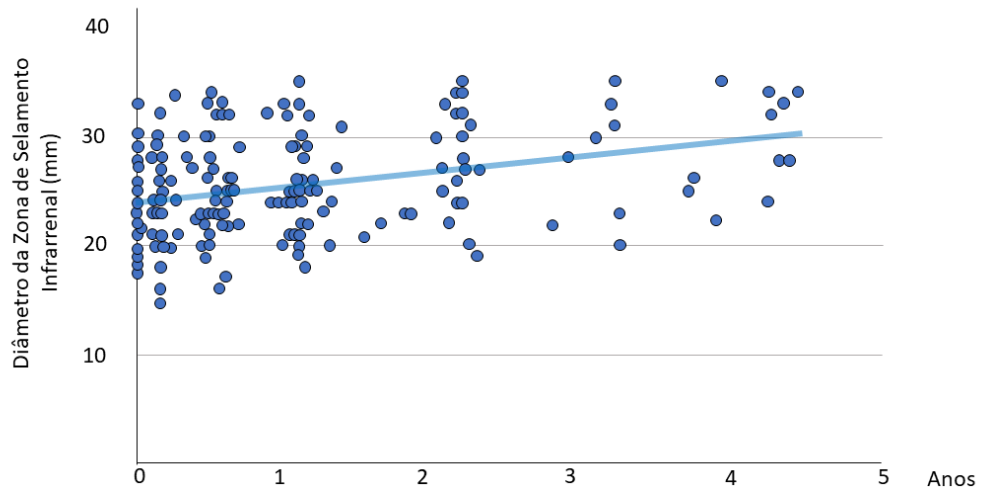


Gráfico 5 - Crescimento do diâmetro (em milímetros) da zona de selamento infrarrenal no decorrer dos anos



Pacientes em risco	55	37	23	17	8	0
--------------------	----	----	----	----	---	---

O crescimento médio foi de $5 \pm 3,2$ aos 3 anos. $R^2=0,35$; indicando uma correlação positiva fraca.

5 DISCUSSÃO

A cirurgia endovascular tem as vantagens de um procedimento minimamente invasivo com menor estresse cirúrgico por não necessitar de interrupção do fluxo sanguíneo na aorta, menor síndrome de reperfusão por não haver isquemia para os órgãos viscerais, menor sangramento e ausência de necessidade de dissecação do retroperiônio. Contudo, a necessidade de incorporar os vasos viscerais e renais e de cobrir uma maior porção da aorta eleva o risco cirúrgico, principalmente de IME, além de complicações dos órgãos com artérias incorporadas como insuficiência renal. Apesar desses riscos inerentes da técnica, e da cirurgia endovascular ser uma modalidade muito mais recente, já apresenta resultados comparáveis à cirurgia aberta mesmo utilizando dados colhidos durante a curva de aprendizado e da inclusão de pacientes com maior risco cirúrgico que os pacientes de cirurgia aberta⁵¹⁻⁵³. As Tabelas 5 e 6 ilustram publicações de impacto na correção endovascular e aberta, respectivamente, com taxa de mortalidade, idade média dos pacientes, acometimento da medula espinhal e paraplegia. Centros de excelência já consideram o tratamento endovascular como primeira opção no tratamento dos aneurismas da aorta mesmo quando é necessária a incorporação de alguma artéria visceral ou renal^{41,54}.

Tabela 6 - Resultados da correção endovascular de aneurismas da aorta toracoabdominal

Autor (ano)	n	Tipo	Idade	Urgência (n)	Morte 30 dias	Acometimento medula espinhal	Paraplegia
Oderich <i>et al.</i> ⁴¹ (2021)	297	I-III 165 IV 132	74	NA	I-III 0,6% IV 1,5%	I-III 12% IV 2%	I-III 8% IV 2%
Schanzer <i>et al.</i> ⁵⁵ (2020)	893	I-III 332 IV 301 V 2 Juxtarenal / suprarenal 248	71±14	11	1.3%	1.9%	1%
Motta <i>et al.</i> ⁵⁶ (2019)	150	IV (include pararenal and paravisceral) I-III 37 113	71	NA	2.7%	NA	2.7%
Geisbüsch <i>et al.</i> ³⁸ (2019)	856	NA	67	Rotos 48	10.6%	NA	5.7%
Spanos <i>et al.</i> ⁵⁷ (2019)	243	I-III 78 V 10 IV 38 Supra/Pararenal 117	72 ± 7	66	9%	17.7% TAAA 22.8%	4%
Youssef <i>et al.</i> ⁵⁸ (2018)	108	I-III 79 IV 29	74 ± 7	NA	9.3%	5.5%	1.8%
Oderich <i>et al.</i> ¹⁸ (2017)	185	I-III 73 IV 112	75 ± 7	NA	4.3%	5%	3%
Eagleton <i>et al.</i> ⁴⁰ (2016)	354	II-III 354	74 ± 8	NA	4.8%	8.8%	4%
Maurel <i>et al.</i> ⁵⁹ (2015)	204	I-III 119 IV 85	71 (65-77)	0	6.9%	3.9%	2.5%
Verhoeven <i>et al.</i> ⁶⁰ (2015)	166	I-III 115 IV 41 V 10	69 ± 8	NA	7.8%	9.0%	1.2%
Katsargyris <i>et al.</i> ⁶¹ (2015)	218	I-III 135 IV 63	69 ± 8	NA	7.8%	10.4%	1.5%
Bisdas <i>et al.</i> ⁴⁶ (2015)	142	II-III 130 IV 12	70 ± 7	NA	2.8%	16%	8%

NA: Não analisado.

Tabela 7 - Resultados da correção aberta de aneurismas da aorta toracoabdominal

Autor (ano)	n	Tipo	Idade ^a	Urgência (n)	Morte 30 dias	Acometimento medula espinhal	Paraplegia
Geisbüsch <i>et al.</i> ³⁸ (2019)	1422	NA	67	Ruptured 281	23.9%	NA	4.9%
Shiia <i>et al.</i> ⁶² (2019)	178	I-III 143 IV 35	70 (26-88)	24	3.9%	5.1%	2.2%
Latz <i>et al.</i> ³⁹ (2019)	516	I-III 516	70 ± 10	88	8%	11.6%	7%
Hicks <i>et al.</i> ⁶³ (2017)	137	I-III 66 IV 71	62 ± 1	23	6.6%	NA	1.5%
Coselli <i>et al.</i> ¹³ (2016)	3309	I-III 2640 IV 669	67 (59-73)	723	4.9%	9.6 %	2.9 %
Murana <i>et al.</i> ⁶⁴ (2016)	542	I-III 475 IV 48 V 19	65 ± 11	64	8.5%	5.5%	4.7%
Estrera <i>et al.</i> ¹⁷ (2015)	1896	I-III 813 IV 348 V 112	64 ± 14	171	15.9%	9.7%	7.1
Conrad <i>et al.</i> ⁴³ (2007)	455	I-III 354 IV 101	71 ± 10	103	8.3%	13.2%	9.5%
Grabitz <i>et al.</i> ⁶⁵ (1996)	260	I-III 208 IV 24 V 28	63 ± 15	NA	14.5 % (90-day)	13%	3.5%

Assim como na cirurgia convencional, muito esforço tem sido feito para otimização dos resultados, com desenvolvimento tecnológico das endopróteses, uso de potenciais evocados motor e sensitivo para monitorar a integridade da medula espinhal no período intraoperatório, uso inicial de drenagem liquórica com uma tendência recente para utilizá-la apenas em casos específicos ou como salvamento pós isquemia medular, otimização da pressão arterial dos pacientes, uso de uma série de adjuntos intraoperatórios para agilizar o processo cirúrgico e reduzir o tempo operatório, esforço para evitar acesso dos membro superiores evitando manipulação do arco aórtico, entre outras estratégias. No presente estudo, avaliamos o uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal naqueles pacientes com anatomia apropriada com o intuito de validar uma técnica capaz de salvar artérias lombares e sacrais provenientes da aorta infrarrenal, e abreviar o tempo cirúrgico e de reperfusão dos membros inferiores.

Os resultados desse estudo demonstraram a viabilidade e segurança do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal em pacientes submetidos a correção endovascular de AAT com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas e com anatomia adequada. Quando comparado com aqueles que tiveram as artérias ilíacas como zona de selamento distal encontramos vantagens discretas no tempo endovascular e de fluoroscopia, e na exposição à radiação. A ocorrência de endoleak do tipo Ib foi baixo e idêntico entre os grupos (1 caso em cada grupo). Embora a aorta infrarrenal tenha apresentado um crescimento progressivo quando usada para selamento, similar ao que ocorre com a zona de selamento proximal, não

houve endoleak do tipo Ib em decorrência desse fenômeno. Da mesma forma, embora o salvamento de algumas artérias lombo-sacrais tenha sido alcançado com o selamento infrarrenal, o desenvolvimento de isquemia espinal foi similar entre os grupos.

No início da experiência com reparos endovasculares, dispositivos unimodulares eram implantados na aorta infrarrenal. Contudo, com a introdução dos sistemas bifurcados modulares, o uso das artérias ilíacas comuns se tornou padrão e, desde então, o selamento na aorta infrarrenal se tornou uma exceção. Isso explica a falta de dados na literatura à respeito do tema. Law *et al.*⁴⁹ publicaram uma série com 40 pacientes tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com selamento das endopróteses em aorta infrarrenal. A grande maioria dos pacientes (82%) tinham AAT do tipo I ao III. A incidência de isquemia medular foi de 15% e a mortalidade intra-hospitalar ou em 30 dias foi de 7,5%. Com um seguimento de 15 ±18 meses, nenhum paciente apresentou endoleak do tipo Ib. Em um estudo similar, D'Oria *et al.*⁶⁶ publicaram uma taxa de 5% de endoleak do tipo Ib em 20 pacientes consecutivos tratados com endopróteses fenestradas e/ou ramificadas com selamento na aorta nativa infrarrenal.

Existem situações específicas em que essa abordagem pode ser significativamente favorável como naqueles pacientes com artérias ilíacas curtas (menor que 2 cm) e, portanto, com comprimento inadequado para selamento distal, pacientes com alto risco de cobertura da artéria mesentérica inferior, por exemplo, por dependência da mesma para perfusão do TC e AMS, rim com posição pélvica ou em ferradura, presença de

múltiplas artérias renais acessórias e presença de artérias lombo-sacrais importantes para a perfusão da medula espinhal (Figura 7). Da mesma forma, pacientes com uma aorta infrarrenal saudável como aqueles com AAT do tipo I que necessitarão de uma cobertura extensa da aorta torácica, um motivo ainda mais convincente existe.

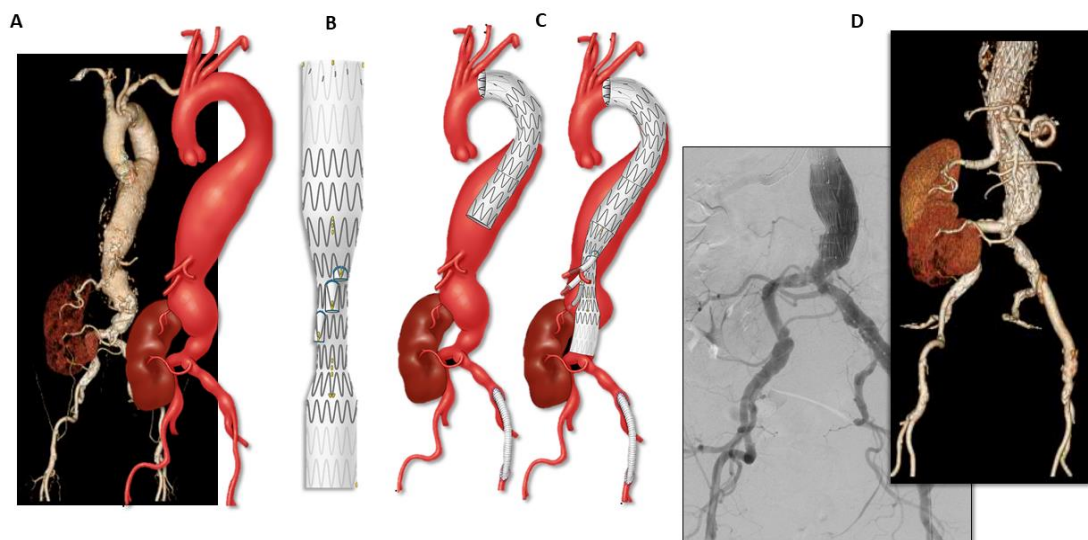


Ilustração e tomografia computadorizada de um paciente com aneurisma toracoabdominal com rim único e duas artérias renais direitas, sendo a mais distal proveniente da artéria ilíaca comum esquerda (A). Uma endoprótese ramificada paciente-específica foi desenhada com ramos direcionais para o TC, AMS e artéria renal direita proximal com zona de selamento distal na aorta infrarrenal (B). As ilustrações demonstram o primeiro estágio da correção com implante de uma endoprótese torácica e confecção de um conduto ilíaco-femoral devido à estenose do eixo para introdução do sistema de entrega e um segundo estágio com implante da endoprótese ramificada utilizando a aorta infrarrenal como zona de selamento distal (C). A angiografia de controle intraoperatória e a reconstrução 3D da tomografia computadorizada angiográfica pós-operatória demonstram perviedade de todos os ramos, salvamento da artéria renal direita distal proveniente da artéria ilíaca comum direita e selamento distal adequado da endoprótese (D).

Figura 7 - Ilustrações de um paciente com rim único e duas artérias renais direitas, sendo a mais distal proveniente da artéria ilíaca comum esquerda e, portanto, com grande benefício do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal [imagens cedidas pela University of Texas at Houston. All rights reserved]

A abordagem do cirurgião responsável por essa população aqui estudada envolve considerar a aorta infrarrenal como zona de selamento em pacientes que possuam um critério mínimo de mais de 3 cm de comprimento com diâmetro de 18 a 32 mm sem calcificações ou presença excessiva de trombos. Conforme mencionado na metodologia, a seleção dos casos é feita de forma individualizada e depende de uma série de fatores, mas de forma geral tende-se a não utilizar um diâmetro acima de 30 mm, especialmente em mulheres, por se tratar de um aorta já dilatada com maior risco de degeneração. Fatores que favorecem essa abordagem incluem pacientes com oclusão das artérias vertebral ou hipogástrica e também aqueles com necessidade de cobertura de um longo segmento da aorta torácica, tendo em vista o maior risco de IME nesses pacientes. Do total de 430 pacientes dessa série, 94 (22%) tiveram endopróteses desenhadas com selamento na aorta infrarrenal. No entanto, excluímos aqueles pacientes que tiveram a endoprótese ancorada em próteses de dacron ou endopróteses prévias.

A principal preocupação dessa abordagem é a progressão da degeneração da aorta, especialmente após uso desses stents auto-expansíveis. Como correlação, no estudo americano da endoprótese Zenith fenestrada, 70% dos pacientes apresentaram mais de 5 mm de crescimento no diâmetro da aorta na altura das artérias renais⁶⁷. De forma similar, observamos crescimento do diâmetro da aorta infrarrenal com uma média de 5 ± 3 mm em 3 anos. É lógico assumir que esse crescimento progressivo poderia levar a um comprometimento do selamento distal com consequente endoleak tipo Ib, apesar de isso não ter ocorrido nessa população com seguimento médio de 2 anos. É perfeitamente possível que alguns pacientes

evoluam com endoleak Ib em um seguimento mais longo e, portanto, nesse momento, recomendaríamos o uso da aorta infrarrenal para pacientes com longo segmento de aorta saudável com alguma das características previamente citadas com maior benefício possível para justificar essa abordagem.

Todos os pacientes submetidos a correção de AAT por via endovascular necessitam de um acompanhamento consistente para otimizar os resultados de médio e longo prazo. Com o uso da aorta infrarrenal como zona de selamento e uma possível evolução com endoleak Ib, esse seguimento regular é ainda mais importante. Caso isso ocorra, esses pacientes podem ser tratados com uma abordagem convencional de tratamento endovascular da aorta infrarrenal utilizando uma endoprótese bifurcada modificada com diâmetro proximal adequado para selamento com a endoprótese fenestrada e ou ramificada. Esse é um procedimento consideravelmente menos complexo que a etapa toracoabdominal e proveria ao paciente o benefício de um período entre os dois estágios com uma expansão da circulação colateral da medula espinhal. Por fim, apesar de um menor tempo endovascular e salvamento de artérias lombossacrais, o uso da aorta infrarrenal como zona de selamento não demonstrou nesse estudo uma menor taxa de isquemia da medula espinhal ou de eventos adversos maiores.

5.1 Limitações

Apesar de ser a maior série publicada até o momento e com dados extremamente confiáveis tendo em vista a natureza prospectiva da coleta dos dados, esse estudo possui limitações importantes. Em primeiro lugar, esse estudo deve ser considerado uma análise descritiva dos 55 pacientes com uso da aorta infrarrenal como zona de selamento. Apesar de termos selecionado uma amostra pareada para extensão da doença aórtica para possibilitar uma referência para comparação, os dois grupos não são totalmente comparáveis tendo em vista o envolvimento da aorta infrarrenal nos pacientes que necessitaram uma endoprótese bifurcada e selamento das artérias ilíacas comuns e, portanto, não eram candidatos ao selamento infrarrenal. Em segundo lugar, o seguimento médio desses pacientes ainda é curto e é possível, como previamente discutido, que a expansão da aorta infrarrenal leve a um endoleak Ib após o período aqui estudado. Por fim, é possível que a ausência de diferenças entre os grupos seja resultado do baixo número de pacientes inclusos na análise. Apesar dessas limitações, as principais qualidades desse estudo incluem a avaliação de pacientes consecutivos com dados colhidos de forma prospectiva, sendo todos tratados seguindo um protocolo padrão para configuração e desenho da endoprótese, implante da mesma e seguimento dos pacientes, além de uma avaliação dos eventos adversos realizada por um grupo independente da instituição em que esse estudo é conduzido.

6 CONCLUSÕES

No presente estudo, o implante de endopróteses fenestradas e/ou ramificadas para o tratamento de AAT com o uso da aorta infrarrenal como zona de selamento distal se mostrou seguro e efetivo. Apesar do uso da aorta infrarrenal como zona de selamento ter sido associado a vantagens discretas como tempo de fluoroscopia e endovascular, além de menor radiação, não houve diferença na ocorrência de isquemia da medula espinhal entre os grupos. Por fim, ocorrência de endoleak Ib foi idêntica entre os dois grupos no período acompanhado.

7 REFERÊNCIAS

1. Gloviczki P, Pairolero P, Welch T, Cherry K, Hallett J, Toomey B, Naessens J, Orszulak T, Schaff H. Multiple aortic aneurysms: the results of surgical management. *J Vasc Surg.* 1990;11(1):19-2-8.
2. Achneck HE, Rizzo JA, Tranquilli M, Elefteriades JA. Safety of thoracic aortic surgery in the present era. *Ann Thorac Surg.* 2007;84(4):1180-5.
3. Stein LH, Elefteriades JA. *Epidemiology and natural history of thoraco-abdominal aortic aneurysms.* Milano: Springer Milan; 2011. p. 25-32.
4. Karkos C, Mukhopadhyay U, Papakostas I, Ghosh J, Thomson G, Hughes R. Abdominal aortic aneurysm: the role of clinical examination and opportunistic detection. *Eur J Vasc Endovas Surg.* 2000;19(3):299-303.
5. Chaikof EL, Dalman RL, Eskandari MK, Jackson BM, Lee WA, Mansour MA, Mastracci TM, Mell M, Murad MH, Nguyen LL, Oderich GS, Patel MS, Schermerhorn ML, Starnes BW. The Society for Vascular Surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2018;67(1):2-77.e2.

6. Guirguis-Blake JM, Beil TL, Senger CA, Coppola EL. U.S. Preventive Services Task Force Evidence Syntheses, formerly Systematic Evidence Reviews. Primary care screening for abdominal aortic aneurysm: a systematic evidence review for the US preventive services task force. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2019.
7. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzeele I, Allaire E, Bown M, Cohnert T, Dick F, van Herwaarden J, Karkos C, Koelemay M, Kölbel T, Loftus I, Mani K, Melissano G, Powell J, Szeberin Z, Esvs Guidelines Committee, de Borst GJ, Chakfe N, Debus S, Hinchliffe R, Kakkos S, Koncar I, Kolh P, Lindholt JS, de Vega M, Vermassen F, Document Reviewers, Björck M, Cheng S, Dalman R, Davidovic L, Donas K, Earnshaw J, Eckstein HH, Golledge J, Haulon S, Mastracci T, Naylor R, Ricco JB, Verhagen H. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019 Jan;57(1):8-93.
8. Thompson S, Ashton H, Gao L, Buxton M, Scott R, Group MASS. Final follow-up of the Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS) randomized trial of abdominal aortic aneurysm screening. *Br J Surg.* 2012;99(12):1649.
9. Brown LC, Powell JT. Risk factors for aneurysm rupture in patients kept under ultrasound surveillance. *Ann Surg.* 1999;230(3):289.

10. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Ballard DJ, Jordan WD Jr, Blebea J, Littooy FN, Freischlag JA, Bandyk D, Rapp JH, Salam AA; Veterans Affairs Cooperative Study #417 Investigators. Rupture rate of large abdominal aortic aneurysms in patients refusing or unfit for elective repair. *JAMA*. 2002;287(22):2968-72.
11. Baxter BT, Matsumura J, Curci JA, McBride R, Larson L, Blackwelder W, Lam D, Wijesinha M, Terrin M; N-TA3CT Investigators. Effect of doxycycline on aneurysm growth among patients with small infrarenal abdominal aortic aneurysms: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2020;323(20):2029-38.
12. United Kingdom Small Aneurysm Trial Participants, Powell JT, Brady AR, Brown LC, Fowkes FG, Greenhalgh RM, Ruckley CV, Thompson SG. Long-term outcomes of immediate repair compared with surveillance of small abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med*. 2002;346(19):1445-52.
13. Coselli JS, LeMaire SA, Preventza O, de la Cruz KI, Cooley DA, Price MD, Stolz AP, Green SY, Arredondo CN, Rosengart TK. Outcomes of 3309 thoracoabdominal aortic aneurysm repairs. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(5):1323-37.
14. Cowan Jr JA, Dimick JB, Henke PK, Huber TS, Stanley JC, Upchurch Jr GR. Surgical treatment of intact thoracoabdominal aortic aneurysms in the United States: hospital and surgeon volume-related outcomes. *J Vasc Surg*. 2003;37(6):1169-74.

15. Rigberg DA, McGory ML, Zingmond DS, Maggard MA, Agustin M, Lawrence PF, Ko CY. Thirty-day mortality statistics underestimate the risk of repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: a statewide experience. *J Vasc Surg.* 2006;43(2):217-23.
16. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vascr Surg.* 1993;17(2):357-70.
17. Estrera AL, Sandhu HK, Charlton-Ouw KM, Afifi RO, Azizzadeh A, Miller CC 3rd, Safi HJ. A Quarter century of organ protection in open thoracoabdominal repair. *Ann Surg.* 2015;262(4):660-8.
18. Oderich GS, Ribeiro M, de Souza LR, Hofer J, Wigham J, Cha S. Endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated and branched endografts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;153(2):S32-S41.e7.
19. Oderich GS, Ribeiro MS, Sandri GA, Tenorio ER, Hofer JM, Mendes BC, Chini J, Cha S. Evolution from physician-modified to company-manufactured fenestrated-branched endografts to treat pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2019;70(1):31-42.e7.
20. Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ, Coselli JS, Hess KR, Brooks B, Norton HJ, Glaeser DH. Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operations in 605 patients. *J Vasc Surg.* 1986;3(3):389-404.

21. Volodos NL, Karpovich IP, Troyan VI, Kalashnikova YuV, Shekhanin VE, Ternyuk NE, Neoneta AS, Ustinov NI, Yakovenko LF. Clinical experience of the use of self-fixing synthetic prostheses for remote endoprosthetics of the thoracic and the abdominal aorta and iliac arteries through the femoral artery and as intraoperative endoprosthesis for aorta reconstruction. *Vasa Suppl.* 1991;33:93-5.
22. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1991;5(6):491-9.
23. Reis P, Ristow A. The endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm in Brazil—evolution and perspectives. *J Vasc Endovasc Surg.* 2017;2:1.
24. Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Walker PJ, Liddell RP. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 1994;331(26):1729-34.
25. Park JH, Chung JW, Choo IW, Kim SJ, Lee JY, Han MC. Fenestrated stent-grafts for preserving visceral arterial branches in the treatment of abdominal aortic aneurysms: preliminary experience. *J Vasc Interv Radiol.* 1996;7(6):819-23.

26. 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.
27. Inoue K, Iwase T, Sato M, Yoshida Y, Ueno K, Tamaki S, Yamazato A. Transluminal endovascular branched graft placement for a pseudoaneurysm: reconstruction of the descending thoracic aorta including the celiac axis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;114(5):859-61.
28. Chuter TA, Gordon RL, Reilly LM, Goodman JD, Messina LM. An endovascular system for thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther.* 2001;8(1):25-33.
29. Ashton HA, Buxton MJ, Day NE, Kim LG, Marteau TM, Scott RA, Thompson SG, Walker NM; Multicentre Aneurysm Screening Study Group. The Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS) into the effect of abdominal aortic aneurysm screening on mortality in men: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2002;360(9345):1531-9.
30. Powell JT, Brown LC, Forbes JF, Fowkes FG, Greenhalgh RM, Ruckley CV, Thompson SG. Final 12-year follow-up of surgery versus surveillance in the UK Small Aneurysm Trial. *Br J Surg.* 2007;94(6):702-8.

31. Lo RC, Lu B, Fokkema MT, Conrad M, Patel VI, Fillinger M, Matyal R, Schermerhorn ML; Vascular Study Group of New England,. Relative importance of aneurysm diameter and body size for predicting abdominal aortic aneurysm rupture in men and women. *J Vasc Surg.* 2014;59(5):1209-16.
32. Riambau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G, Czerny M, Fraedrich G, Haulon S, Jacobs MJ, Lachat ML, Moll FL, Setacci C, Taylor PR, Thompson M, Trimarchi S, Verhagen HJ, Verhoeven EL, Esvs Guidelines Committee, Kolh P, de Borst GJ, Chakfé N, Debus ES, Hinchliffe RJ, Kakkos S, Koncar I, Lindholt JS, Vega de Ceniga M, Vermassen F, Verzini F, Document Reviewers, Kolh P, Black JH 3rd, Busund R, Björck M, Dake M, Dick F, Eggebrecht H, Evangelista A, Grabenwöger M, Milner R, Naylor AR, Ricco JB, Rousseau H, Schmidli J. Editor's Choice - Management of descending thoracic aorta diseases: clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017;53(1):4-52.
33. Jones GT, Sandiford P, Hill GB, Williams MJA, Khashram M, Tilyard MW, Hammond-Tooke GD, Krysa J, van Rij AM. Correcting for body surface area identifies the true prevalence of abdominal aortic aneurysm in screened women. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57(2):221-8.

34. Quiñones-Baldrich WJ, Panetta TF, Vescera CL, Kashyap VS. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg.* 1999;30(3):555-60.
35. Donas KP, Lee JT, Lachat M, Torsello G, Veith FJ. 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.
36. Mastracci TM, Eagleton MJ, Kuramochi Y, Bathurst S, Wolski K. Twelve-year results of fenestrated endografts for juxtarenal and group IV thoracoabdominal aneurysms. *J Vasc Surg.* 2015;61(2):355-64.
37. Antoniou GA, Antoniou SA, Torella F. Editor's Choice - Endovascular vs. open repair for abdominal aortic aneurysm: systematic review and meta-analysis of updated peri-operative and long term data of randomised controlled trials. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;59(3):385-97.
38. Geisbüsch S, Kuehnl A, Salvermoser M, Reutersberg B, Trenner M, Eckstein HH. Editor's Choice - Hospital incidence, treatment, and in hospital mortality following open and endovascular surgery for thoracoabdominal aortic aneurysms in Germany from 2005 to 2014: secondary data analysis of the nationwide german DRG microdata. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57(4):488-98.

39. Latz CA, Cambria RP, Patel VI, Mohebbi J, Ergul EA, Lancaster RT, Conrad MF, Clouse WD. Durability of open surgical repair of type I-III thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2019;70(2):413-23.
40. Eagleton MJ, Follansbee M, Wolski K, Mastracci T, Kuramochi Y. Fenestrated and branched endovascular aneurysm repair outcomes for type II and III thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2016;63(4):930-42.
41. Oderich GS, Tenorio ER, Mendes BC, Lima GBB, Marcondes GB, Saqib N, Hofer J, Wong J, Macedo TA. Midterm outcomes of a prospective, nonrandomized study to evaluate endovascular repair of complex aortic aneurysms using fenestrated-branched endografts. *Ann Surg.* 2021;274(3):491-9.
42. Davenport MS, Perazella MA, Yee J, Dillman JR, Fine D, McDonald RJ, Rodby RA, Wang CL, Weinreb JC. Use of intravenous iodinated contrast media in patients with kidney disease: consensus statements from the American College of Radiology and the National Kidney Foundation. *Kidney Med.* 2020 Jan 22;2(1):85-93.
43. Conrad MF, Crawford RS, Davison JK, Cambria RP. Thoracoabdominal aneurysm repair: a 20-year perspective. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(2):S856-62.

44. Kärkkäinen JM, Cirillo-Penn NC, Sen I, Tenorio ER, Mauermann WJ, Gilkey GD, Kaufmann TJ, Oderich GS. Cerebrospinal fluid drainage complications during first stage and completion fenestrated-branched endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2020;71(4):1109-1118.e2.
45. Kitpanit N, Ellozy SH, Connolly PH, Agrusa CJ, Lichtman AD, Schneider DB. Risk factors for spinal cord injury and complications of cerebrospinal fluid drainage in patients undergoing fenestrated and branched endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2021;73(2):399-409.e1.
46. Bisdas T, Panuccio G, Sugimoto M, Torsello G, Austermann M. Risk factors for spinal cord ischemia after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2015;61(6):1408-16.
47. Feezor RJ, Martin TD, Hess PJ Jr, Daniels MJ, Beaver TM, Klodell CT, Lee WA. Extent of aortic coverage and incidence of spinal cord ischemia after thoracic endovascular aneurysm repair. *Ann Thorac Surg.* 2008;86(6):1809-14.
48. Dias N, Sonesson B, Kristmundsson T, Holm H, Resch T. Short-term outcome of spinal cord ischemia after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49(4):403-9.

-
49. Law Y, Kölbel T, Rohlfes F, Behrendt C, Heidemann F, Debus ES, Tsilimparis N. Safety and durability of infrarenal aorta as distal landing zone in fenestrated or branched endograft repair for thoracoabdominal aneurysm. *J Vasc Surg.* 2019;69(2):334-40.
 50. Oderich GS, Forbes TL, Chaer R, Davies MG, Lindsay TF, Mastracci T, Singh MJ, Timaran C, Woo EY; Writing Committee Group. Reporting standards for endovascular aortic repair of aneurysms involving the renal-mesenteric arteries. *J Vasc Surg.* 2021;73(1S):4S-52S.
 51. Ferrer C, Cao P, De Rango P, Tshomba Y, Verzini F, Melissano G, Coscarella C, Chiesa R. A propensity-matched comparison for endovascular and open repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2016;63(5):1201-7.
 52. Locham S, Dakour-Aridi H, Nejm B, Dhaliwal J, Alshwaily W, Malas M. Outcomes and cost of open versus endovascular repair of intact thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2018;68(4):948-55. e1.
 53. Rocha RV, Friedrich JO, Elbatarny M, Yanagawa B, Al-Omran M, Forbes TL, Lindsay TF, Ouzounian M. A systematic review and meta-analysis of early outcomes after endovascular versus open repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2018;68(6):1936-45.e5.

54. Verhoeven E, Katsargyris A, Oikonomou K, Kouvelos G, Renner H, Ritter W. Fenestrated endovascular aortic aneurysm repair as a first line treatment option to treat short necked, juxtarenal, and suprarenal aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2016;51(6):775-81.
55. Schanzer A, Beck AW, Eagleton M, Farber MA, Oderich G, Schneider D, Sweet MP, Crawford A, Timaran C; U.S. Multicenter Fenestrated/Branched Aortic Research Consortium. Results of fenestrated and branched endovascular aortic aneurysm repair after failed infrarenal endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2020;72(3):849-58.
56. Motta F, Crouner JR, Kalbaugh CA, Marston WA, Pascarella L, McGinagle KL, Kibbe MR, Farber MA. Outcomes and complications after fenestrated-branched endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2019;70(1):15-22.
57. Spanos K, Kölbel T, Kubitz JC, Wipper S, Konstantinou N, Heidemann F, Rohlfes F, Debus SE, Tsilimparis N. Risk of spinal cord ischemia after fenestrated or branched endovascular repair of complex aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2019;69(2):357-66.
58. Youssef M, Salem O, Dünschede F, Vahl CF, Dorweiler B. Adjunct Perfusion Branch for Reduction of Spinal Cord Ischemia in the Endovascular Repair of Thoracoabdominal Aortic Aneurysms. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;66(3):233-9.

-
59. Maurel B, Delclaux N, Sobocinski J, Hertault A, Martin-Gonzalez T, Moussa M, Spear R, Le Roux M, Azzaoui R, Tyrrell M, Haulon S. The impact of early pelvic and lower limb reperfusion and attentive peri-operative management on the incidence of spinal cord ischemia during thoracoabdominal aortic aneurysm endovascular repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49(3):248-54.
 60. Verhoeven EL, Katsargyris A, Bekkema F, Oikonomou K, Zeebregts CJ, Ritter W, Tielliu IF. Editor's Choice - Ten-year experience with endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: results from 166 consecutive patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49(5):524-31.
 61. Katsargyris A, Oikonomou K, Kouvelos G, Renner H, Ritter W, Verhoeven EL. Spinal cord ischemia after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms with fenestrated and branched stent grafts. *J Vasc Surg.* 2015;62(6):1450-6.
 62. Shiiya N, Washiyama N, Tsuda K, Yamanaka K, Takahashi D, Yamashita K, Natsume K, Takeuchi Y, Kubota S, Matsui Y. Japanese perspective in surgery for thoracoabdominal aortic aneurysms. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;67(1):187-91.
 63. Hicks CW, Lue J, Glebova NO, Ehlert BA, Black JH, 3rd. A 10-year institutional experience with open branched graft reconstruction of aortic aneurysms in connective tissue disorders versus degenerative disease. *J Vasc Surg.* 2017;66(5):1406-16.

64. Murana G, Castrovinci S, Kloppenburg G, Yousif A, Kelder H, Schepens M, de Maat G, Sonker U, Morshuis W, Heijmen R. Open thoracoabdominal aortic aneurysm repair in the modern era: results from a 20-year single-centre experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;49(5):1374-81.
65. Grabitz K, Sandmann W, Stühmeier K, Mainzer B, Godehardt E, Ohle B, Hartwich U. The risk of ischemic spinal cord injury in patients undergoing graft replacement for thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 1996;23(2):230-40.
66. D'Oria M, Budtz-Lilly J, Wanhainen A, Lindstrom D, Tegler G, Mani K. Short-term and mid-term outcomes after use of the native infrarenal aorta as distal landing zone for fenestrated-branched endovascular aortic repair. *Ann Vasc Surg.* 2021;72:114-23.
67. Oderich GS, Farber MA, Schneider D, Makaroun M, Sanchez LA, Schanzer A, Beck AW, Starnes BW, Fillinger M, Tenorio ER, Chen M, Zhou Q; Zenith Fenestrated Study Investigators. Final 5-year results of the United States Zenith Fenestrated prospective multicenter study for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2021;73(4):1128-38.e2.

APÊNDICE

Apêndice A - Artigo publicado

From the Southern Association for Vascular Surgery



Differences in procedural metrics and clinical outcomes among patients treated by fenestrated-branched endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms using infrarenal aortic versus iliac sealing zones

Guilherme Barbosa Lima, MD,^{a,b} Emanuel R. Tenorio, MD, PhD,^{b,c} Julianna B. Marcondes, MD,^b Joshua Wong, BA, MBE,^b Naveed Saqib, MD,^b Bernardo C. Mendes, MD,^c Nelson De Luccia, MD, PhD,^a and Gustavo S. Oderich, MD,^b São Paulo, Brazil; Houston, Tex; and Rochester, Minn

ABSTRACT

Objective: The purpose of the present study was to assess the outcomes of fenestrated-branched endovascular aortic repair (FB-EVAR) using infrarenal aortic vs iliac sealing zones.

Methods: We reviewed the clinical data of 430 consecutive patients enrolled in a prospective nonrandomized study to evaluate FB-EVAR from 2013 to 2020. The outcomes were analyzed for patients with extent I to IV thoracoabdominal aortic aneurysms who had undergone FB-EVAR with distal implantation in the native infrarenal aorta. The minimum anatomic criteria for the use of infrarenal aortic seal was a >3-cm length of parallel aorta with a diameter of 18 to 32 mm without excessive thrombus or calcification. A control group matched for the extent of aortic disease with an iliac artery seal was used to compare the following endpoints: 30-day mortality, major adverse events, freedom from type Ib endoleak (T1bE), freedom from secondary interventions, and changes in the infrarenal aortic diameter.

Results: A total of 110 patients (55 men; mean age, 73 ± 8 years) were included in the present study, 55 with an infrarenal aortic distal seal and 55 with the iliac arteries as the sealing zone. Both groups had similar clinical characteristics and aneurysm extent and diameter, except for a greater number of men and higher serum creatinine in the iliac seal group. Technical success was obtained in 106 patients (96%) and was greater for the iliac sealing zone group (100% vs 93%; $P = .04$). The use of the infrarenal aortic sealing zone was associated with shorter endovascular (148 ± 56 minutes vs 191 ± 61 minutes; $P < .001$) and fluoroscopy (76 ± 28 minutes vs 96 ± 32 minutes; $P < .001$) times and lower radiation exposure (cumulative air kerma, 1.4 ± 1.4 Gy vs 2.1 ± 2.0 Gy; $P = .02$; dose area product, 147 ± 75 Gy · cm² vs 208 ± 102 Gy · cm²; $P = .006$). One patient had died (1%) within 30 days. No differences were found in the major adverse events among the patients treated with infrarenal aortic vs iliac sealing zones (22% vs 18%; $P = .63$), including any spinal cord injury (13% vs 9%; $P = .54$) and grade 3 spinal cord injury (7% vs 7%; $P = 1.0$). The mean clinical follow-up was 24 ± 18 months. T1bE occurred in one patient in each group ($P = 1.0$). The 3-year freedom from T1bE and freedom from secondary intervention rate was 98% ± 2% and 67% ± 8% for the infrarenal aortic seal group and 97% ± 3% and 67% ± 8% for the iliac seal group, respectively ($P = NS$). Among the patients treated with infrarenal aortic sealing zones, the mean enlargement of the infrarenal aortic diameter was 5 ± 3.2 mm at 3 years. No late T1bE due to disease progression had developed in the infrarenal aorta.

Conclusions: Infrarenal aortic and iliac artery seal zones are safe and effective during FB-EVAR, provided the patients have suitable segments. The use of the infrarenal aortic sealing zone had modest procedural advantages such as shorter endovascular and fluoroscopy times and lower radiation exposure. No differences were found in the clinical outcomes or development of T1bEs. (J Vasc Surg 2021;74:1464-71.)

Keywords: Distal landing zone; Fenestrated-branched endovascular aortic repair; Infrarenal aortic seal; Thoracoabdominal aortic aneurysm; Type Ib endoleak

From the Division of Vascular and Endovascular Surgery, Department of Surgery, Universidade de São Paulo, São Paulo^a; the McGovern Medical School, The University of Texas Health Science Center at Houston, Houston^b; and the Division of Vascular and Endovascular Surgery, Mayo Clinic, Rochester.^c

Author conflict of interest: none.

Presented as a free paper presentation at the Forty-fifth Annual Meeting of the Southern Association for Vascular Surgery, Scottsdale, Ariz, January 27-30, 2021.

Additional material for this article may be found online at www.jvascsurg.org.

Correspondence: Gustavo S. Oderich, MD, McGovern Medical School, The University of Texas Health Science Center at Houston, 6400 Fannin St, Ste 2850, Houston, TX 77030 (e-mail: gustavo.oderich@uth.tmc.edu).

The editors and reviewers of this article have no relevant financial relationships to disclose per the JVS policy that requires reviewers to decline review of any manuscript for which they may have a conflict of interest.

0741-5214

Copyright © 2021 by the Society for Vascular Surgery. Published by Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.04.049>