

Gradiente de pressão de pulso após implante de triplo stent no tratamento endovascular do aneurisma de aorta: modelo em suínos

MAURÍCIO DE AMORIM AQUINO

Cirurgião Vascular com Área de Atuação em Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Medicina (Cirurgia) da
Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
Chefe do Serviço de Cirurgia Vascular do Hospital Santa Izabel, Salvador, Brasil

SVETLANA MARIA WANDERLEY DE BARROS

Médica Veterinária da Universidade de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL)

JAHIR RICHARD DE OLIVEIRA

Cirurgião Vascular, mestre em Medicina (Cirurgia) pela
Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ALDEMAR ARAÚJO CASTRO

Professor assistente da
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL)

GUILHERME BENJAMIM BRANDÃO PITTA

Professor Doutor Associado da
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL)
Orientador do Doutorado Renorbio (Rede Nordeste de Biotecnologia)

Orientador do Mestrado em Cirurgia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ADAMASTOR HUMBERTO PEREIRA

Professor Doutor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo

Objetivo: *O objetivo deste experimento foi avaliar o gradiente de pressão de pulso após o implante de triplo stent no tratamento endovascular do aneurisma de aorta em suínos.*

Métodos: *Estudo prospectivo realizado no Centro de Cirurgia Experimental e Biotério da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, utilizando suínos híbridos, fêmeas, portadores de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal produzidos com bolsa de pericárdio bovino. Os animais foram submetidos ao implante de triplo stent, seguido da medida das pressões intra-stent e intra-saco*

aneurismático após 30 minutos. A variável primária foi o gradiente de pressão de pulso após o implante do triplo stent.

Resultados: *O tempo médio cirúrgico foi de 190 minutos. Após implante dos stents, a pressão de pulso foi menor no saco aneurismático, quando comparada com a medida intra-stent. O implante do triplo stent associou-se a um gradiente médio de pressão de pulso de 34%. A pressão diastólica apresentou gradiente mínimo após o procedimento, observando-se em alguns casos, maior pressão diastólica no interior do saco aneurismático quando comparada com os valores intra-stent.*

Conclusão: *A avaliação do gradiente médio de pressão de pulso após o implante do triplo stent no tratamento endovascular do aneurisma de aorta em suínos, sugere que o triplo stent apresenta resultados semelhantes, pelo menos em curto prazo, àqueles encontrados na literatura com o uso de endopróteses.*

Descritores: Aneurisma da Aorta Abdominal; Implante de Prótese Vascular; Modelos animais; Pressão Arterial; Procedimentos Endovasculares.

INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endovascular do aneurisma de aorta é definido como a exclusão do fluxo sanguíneo e da pressão sistêmica no interior do saco aneurismático^{1,2,3}. Apesar dos avanços tecnológicos significativos obtidos desde a primeira geração de endopróteses, ainda se observa uma taxa significativa de complicações com necessidade de reintervenção cirúrgica. Os vazamentos relacionados às endopróteses são a terceira maior causa de intervenção secundária, geralmente decorrente de falha no tecido, por defeito precoce de seus componentes ou fadiga tardia do material⁴.

Constantes pesquisas são realizadas na busca de novos materiais. Nos últimos anos, os stents com múltiplas camadas surgiram como uma nova estratégia terapêutica: próteses metálicas não revestidas, que mesmo sem a exclusão completa do fluxo no saco aneurismático, seriam capazes de promover a redução da pressão, impedindo sua rotura^{5,6,7,8,9}.

A pressão elevada dentro do saco aneurismático está associada com sua expansão após o tratamento endovascular, sendo considerada um fator preditor da persistência do risco de rotura^{10,11}. Como a medida direta da pressão no saco aneurismático excluído é considerada o melhor parâmetro para determinar o bom resultado do tratamento, vários trabalhos já foram realizados para quantificar o gradiente de pressão após o implante de próteses revestidas, demonstrando uma redução na pressão de pulso no saco aneurismático^{1,3,12,13}.

Entretanto, existem poucos trabalhos publicados *in vivo* sobre comportamento da pressão no interior aneurisma após o implante dos stents multicamadas. Desta forma, ainda é incerto se com o uso desses stents, ocorre uma redução da pressão para níveis seguros que venham a evitar a expansão do aneurisma.

Neste experimento, avaliamos o gradiente de pressão de pulso após o implante de triplo stent no tratamento endovascular do aneurisma de aorta em um modelo experimental.

MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), sob o protocolo 56-A. Trata-se de um estudo prospectivo, realizado no Centro de Cirurgia Experimental e Biotério (CCEB) da UNCISAL em Maceió-AL.

A amostra foi constituída de sete suínos, oriundos do cruzamento das raças Landrace e Large White, fêmeas, com peso variando de 20 a 25 kg, portadores de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal artificialmente produzido segundo a técnica de Perini modificada¹⁴.

Os animais foram alojados em baias separadas, com água *ad libitum*, e alimentados com ração sem suplementação lipídica adicional, balanceada e adaptada para a idade. A seguir, eram submetidos ao tratamento endovascular com implante do triplo stent, seguida da aferição das pressões intra-stent e intra-saco aneurismático para análise das variáveis.

A anestesia foi realizada seguindo o protocolo de anestesia geral para suínos do CCEB/UNCISAL, utilizando atropina subcutânea,

quetamina e midazolam intramuscular como medicações pré-anestésicas. A seguir, realizou-se punção para venoclise da veia marginal da orelha com Jelco nº 20 para a infusão de líquidos e drogas. A reposição hídrica foi obtida com solução fisiológica 0,9% a 20 ml/kg/h. A anestesia inalatória foi mantida com halotano e oxigênio sob máscara facial

O acesso vascular para a aortografia foi obtido através de dissecação cirúrgica da artéria femoral direita, sendo a punção arterial realizada sob visão direta com Jelco nº 16. Após o avanço de fio-guia hidrofílico 0,035 x 260 cm (COOK), ponta angulada, foi introduzida uma bainha 5F de 11 cm (Cordis). A bainha foi avançada sob controle radiológico até a artéria ilíaca comum. Na sequência, foi realizada uma aortografia com cateter angiográfico MP 5F (Merrit) de 100 cm para identificação do aneurisma (Figura 1), seguida do posicionamento do cateter na aorta torácica, acima do local do aneurisma.



Figura 1. Aortografia intra-operatória antes do implante dos stents

Posteriormente, foi realizado o acesso vascular para o implante dos stents, através de dissecação cirúrgica da artéria carótida direita, sendo a punção arterial realizada sob visão direta com Jelco nº 16. Após o avanço de fio-guia hidrofílico 0,035 x 260 cm (COOK), ponta angulada, foi introduzida uma bainha 7F de 11 cm (Cordis). A bainha foi avançada sob controle fluoroscópico até o arco aórtico, sendo o fio-guia posicionado na aorta torácica com auxílio de um cateter IM (COOK). Este cateter foi então trocado sobre guia por um cateter angiográfico MP 5F de 100 cm (Merrit) e posicionado na mesma altura do cateter implantado via

femoral, em sentidos opostos, para a realização da aferição da medida de pressão por ambos. Foi então administrada heparina intravenosa (100 UI/kg).

Seguiu-se o posicionamento do cateter femoral no interior do saco aneurismático para controle pressórico e angiográfico e a inserção sequencial com liberação dos stents pela carótida direita, na seguinte ordem de tamanhos: 8 x 40 mm, 9 x 40 mm e 10 x 40 mm.

Depois que todas as etapas necessárias foram realizadas, foi executado um aortograma final com cateter angiográfico MP 5F, via carótida direita, posicionando-o em seguida na luz da aorta intra-stent, para a medida da pressão arterial após 30 minutos (Figura 2).



Figura 2. Aortografia intra-operatória após o implante dos stents

Após o procedimento foram retirados os cateteres e introdutores, com arteriorrafia da carótida direita e da femoral direita usando prolene 6.0 em sutura contínua e sutura da pele com mononylon 3.0 em pontos simples separados.

Os suínos foram mantidos em observação por 30 dias e posteriormente submetidos à eutanásia com uso de cloreto de potássio (0,8 mg/kg) endovenoso, após protocolo anestésico.

Os stents de nitinol utilizados no experimento foram fabricados pela empresa Braile Biomédica (Brasil), com sistema de liberação *over the wire*, tipo auto-expansível, sendo compatíveis com introdutor 7F. O stent apresenta um design de células fechadas, com tranças de monofilamento em forma tubular, formando losangos (*diamond shape*), com marcas radiopacas proximais e distais em ouro¹¹ (Figuras 3 e 4).

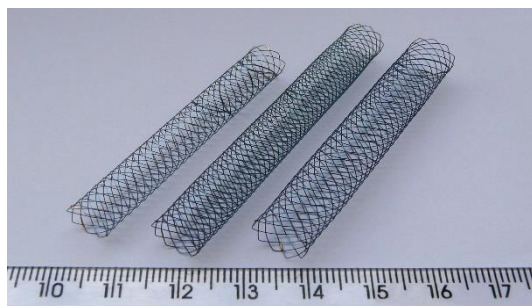


Figura 3. Stents de diferentes diâmetros utilizados para o procedimento

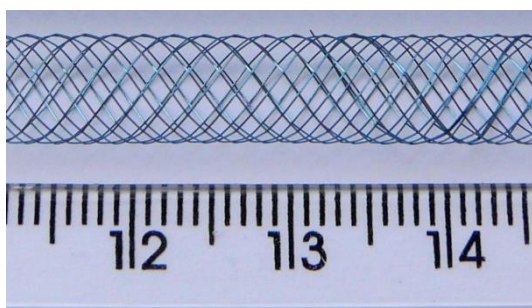


Figura 4. Detalhe do stent com células fechadas em forma de losangos (*diamond shape*).

Foram registradas a pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD) e a pressão arterial média (PAM); foi então calculada a pressão de pulso (PP), obtida pela diferença entre as pressões sistólica e diastólica (PAS-PAD). As pressões foram aferidas por dois cateteres angiográficos (intra-stent e intra-saco aneurismático) 30 minutos após o implante do stent, com auxílio de um monitor Dixtal® modelo 2010, com módulo para medida de pressão invasiva. Este monitor apresenta dois canais de pressão flutuantes, com indicação das pressões sistólica, média e diastólica para cada canal, permitindo que a pressão em ambos os cateteres fosse medida simultaneamente.

As medidas aferidas foram apresentadas sob forma de tabelas, gráficos e médias \pm desvio padrão e intervalos de confiança a 95%, geradas através do software estatístico STATA versão 8.2; os gráficos foram gerados no programa Harvard Graphics 98. Verificou-se a

diferença entre os valores médios da pressão de pulso por local (intra-stent e intra-saco aneurismático), mediante aplicação do Teste T de *Student* ao nível de confiança de 95%. A principal variável do estudo foi o gradiente de pressão de pulso obtido após o implante do stent tripla camada, calculado através da fórmula¹⁶:

$$\% \text{ Gradiente de PP} = \frac{(\text{PP intra-stent} - \text{saco aneurismático PP})}{\text{PP intra-stent}} \times 100$$

As variáveis secundárias foram os gradientes de pressão sistólica, diastólica e média, calculados da mesma forma.

RESULTADOS

Os sete animais foram submetidos com sucesso ao implante dos stents, sem dificuldade técnica; o tempo médio de procedimento cirúrgico foi de 190 minutos, onde não se observou nenhuma intercorrência, tais como: mau posicionamento, migração ou expansão inadequada dos stents. A conformação final dos stents após a liberação é demonstrada nas Figuras 5 e 6. As pressões foram aferidas com sucesso em todos os animais, medidas simultaneamente através dos cateteres angiográficos.

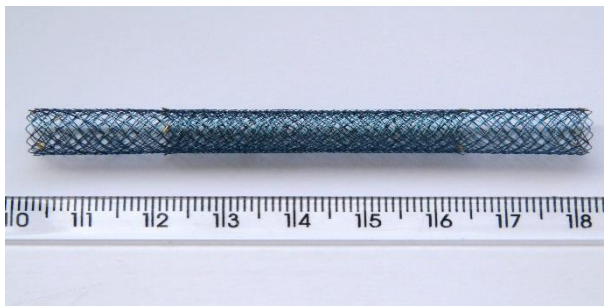


Figura 5. Conformação final após sobreposição dos stents (in vitro)

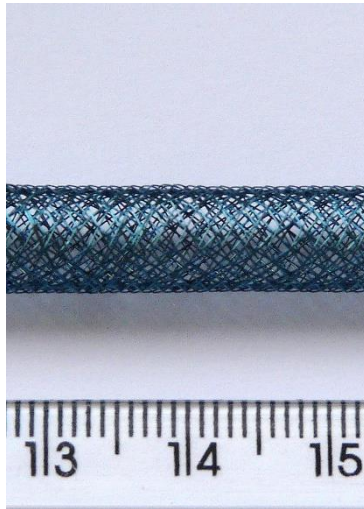


Figura 6. Detalhe da sobreposição dos stents

Na **Tabela 1**, estão descritos os resultados das medidas da pressão arterial média (PAM), sistólica (PAS), diastólica (PAD) e de pulso (PP), aferidas por dois cateteres angiográficos (intra-stent e intra-saco aneurismático) 30 minutos após o implante dos stents. No **Gráfico 1**, observou-se redução dos valores médios e da variabilidade das medidas 30 minutos após o implante dos stents.

Tabela 1. Distribuição dos valores das medidas intra-stent e intra-saco aneurismático obtidos após 30 minutos do implante dos stents.

Animal	Medidas da Pressão Arterial							
	Intra-stent				Intra-saco aneurismático			
	PAM	PAS	PAD	PP	PAM	PAS	PAD	PP
1	79	107	60	47	79	94	67	27
2	114	148	89	59	114	142	94	48
3	81	107	61	46	79	105	60	45
4	96	114	79	35	95	111	77	34
5	73	93	58	35	64	71	58	13
6	72	79	65	14	52	59	49	10
7	58	78	43	35	53	56	49	7

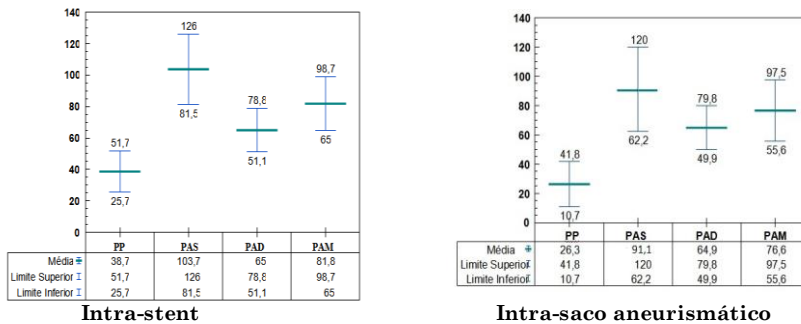


Gráfico 1. Distribuição dos valores médios e intervalos de confiança a 95% das medidas de pressão arterial intra-stent tripla camada e intra-saco aneurismático.

Ao término do procedimento, a pressão de pulso foi menor no interior do saco aneurismático, quando comparada com a medida intra-stent. Houve uma ampla variação do gradiente de pressão de pulso entre os animais, sendo que o implante dos stents foi associado a um gradiente médio de pressão de pulso de 34% (**Tabela 2**). Verificou-se também que a diferença média estimada das medidas de pressão de pulso foi de 12,43 (IC95%: -5,61; 30,47), não diferindo significativamente com relação ao local (intra-stent e intra-saco aneurismático) ao nível de 95% de confiança.

Os gradientes médios de pressão sistólica e média foram respectivamente de 14% e 7,5% após o implante dos stents (**Tabela 2 e Gráfico 2**). A pressão diastólica apresentou gradiente ínfimo após o procedimento, observando-se em alguns casos, uma maior pressão diastólica no interior do saco aneurismático quando comparada com os valores intra-stent (**Tabelas 1 e 2**).

Tabela 2. Distribuição percentual dos gradientes de pressão intra-stent e intra-saco aneurismático obtidos após 30 minutos do implante dos stents.

Animal	Gradiente de Pressão (%)*			
	PP	PAS	PAD	PAM
1	42,55	13,83	-11,67	0,00
2	18,64	4,23	-5,62	0,00
3	2,17	1,90	1,64	2,47
4	2,86	2,70	2,53	1,04
5	62,86	30,99	0,00	12,33
6	28,57	33,90	24,62	27,78
7	80,00	39,29	-13,95	8,62
Média ± DP	33,95 ± 11,20	13,98 ± 4,37	-0,35 ± 4,82	7,46 ± 3,83
IC 95%	[6,54 ; 61,36]	[3,29 ; 24,67]	[-12,15 ; 11,45]	[-1,90 ; 16,83]

***Nota:**

$$(\%) \text{ Gradiente de Pressão} = \frac{(\text{Pressão intra-stent} - \text{Pressão saco aneurismático})}{\text{Pressão intra-stent}} \times 100$$

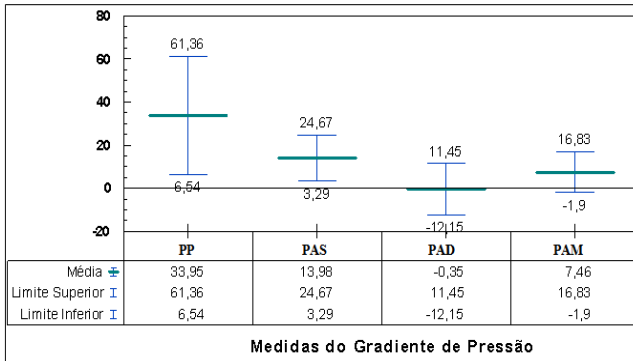


Gráfico 2. Distribuição dos valores médios e intervalos de confiança a 95% das medidas de gradiente de pressão.

Como achado adicional, visualmente, observou-se a predominância de um achatamento da curva de pressão apresentada pelo cateter posicionado no interior do saco aneurismático (**Figura 7**).

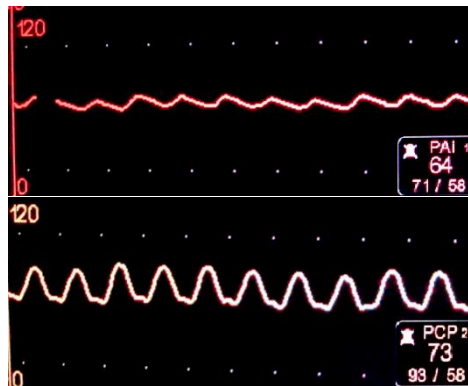


Figura 7. Representação gráfica das curvas de pressão aferidas simultaneamente pelos cateteres - pressão sistólica/diastólica e média, em mmHg. Em vermelho, a curva de pressão no saco aneurismático excluído. Em amarelo, a curva de pressão intra-stent.

DISCUSSÃO

O sucesso do tratamento endovascular dos aneurismas de aorta abdominal é definido como a exclusão completa do aneurisma da

circulação sistêmica, eliminando a pressurização no saco aneurismático excluído e prevenindo sua expansão¹⁷. Consequentemente, a persistência do fluxo sanguíneo no interior do saco aneurismático secundária a vazamentos é considerada a principal complicação do método, que pode levar à manutenção da pressão sistêmica nesse local, com aumento do risco de rotura¹⁸. Os vazamentos relacionados às endopróteses são a terceira maior causa de intervenção secundária, geralmente decorrentes de falha no tecido por defeito precoce de seus componentes ou fadiga tardia do material¹⁹.

Nos últimos anos, surgiu um novo stent que trouxe um conceito diferente para o tratamento dos aneurismas. Esses stents com múltiplas camadas levam à queda da pressão local através do redirecionamento do fluxo no saco aneurismático, impedindo a sua expansão²⁰. Entretanto, ainda são poucos os relatos na literatura sobre o uso desse material e pouco se sabe em relação ao comportamento da pressão intra-saco após o seu implante.

Em nosso estudo, um modelo experimental em suínos foi utilizado para determinar o gradiente de pressão de pulso após o implante do triplo stent no tratamento endovascular do aneurisma de aorta em animais previamente submetidos à confecção de aneurisma sacular com pericárdio bovino, realizada quinze dias antes pela técnica de Perini modificada¹⁴.

A diminuição da pressão de pulso no saco aneurismático pode ser fator determinante da necessidade de uma intervenção secundária³. Porém, uma revisão da literatura evidenciou que na ausência de vazamentos após o implante de endopróteses, apesar da pressão de pulso ter reduzido em todos os estudos, esta nunca foi totalmente eliminada²¹. Ohki et al¹³ utilizaram um sensor de pressão não invasivo, verificando que a exclusão completa do saco aneurismático estava associada com uma diminuição média da pressão de pulso de 46%. Concluíram que, considerando a redução da pressão de pulso como critério de exclusão do saco aneurismático, houve uma sensibilidade de 0,94 e especificidade de 0,80 em detectar vazamentos tipo I e III.

Deve-se lembrar, entretanto, que esses resultados foram observados com o uso de endopróteses (metal revestido com malha). Ainda são poucos os relatos na literatura sobre o comportamento da pressão intra-saco após o implante dos stents com múltiplas camadas.

No presente estudo, com implante de triplo stent, o gradiente médio de pressão de pulso foi de 34%, corroborando nossa hipótese e apresentando-se compatível com os resultados apresentados após o uso de endopróteses.

O comportamento da pressão diastólica também chamou atenção neste experimento. Apresentou um gradiente ínfimo após o procedimento, observando-se em alguns casos, uma maior pressão diastólica no interior do saco aneurismático quando comparada com os valores intra-stent. Esses resultados são condizentes com a maioria daqueles encontrados em modelos experimentais com o uso de endopróteses, onde ocorre a diminuição da pressão sistólica e aumento da pressão diastólica no saco excluído². Segundo Mehta et al²² a pressão diastólica no saco excluído depende do seu efluxo. Na ausência de efluxo pelas lombares, os valores da pressão diastólica se elevam e aproximam-se da sistólica, levando à redução da pressão de pulso.

Algumas limitações desse estudo devem ser mencionadas. Como o experimento foi realizado em animais, através de um modelo de aneurisma confeccionado com pericárdio bovino, a extrapolação dos resultados para humanos tem limitações, já que os determinantes da pressão no saco aneurismático após a correção endovascular são multifatoriais, destacando-se a presença ou ausência de ramos em comunicação com o aneurisma, as características do trombo mural e a própria anatomia do aneurisma. Entretanto, considerando-se a inexistência de um modelo experimental idêntico ao aneurisma humano, a utilização de modelos animais para pesquisa é aceitável.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo experimental sugerem que o gradiente de pressão após o implante do triplo stent no tratamento endovascular dos aneurismas de aorta em suínos parece estar associado, pelo menos em curto prazo, àqueles encontrados na literatura com o uso de endopróteses.

REFERÊNCIAS

1. Dias NV, Ivancev K, Malina M, Resch T, Lindblad B, Sonesson B. 2004. Intra-aneurysm sac pressure measurements after endovascular aneurysm repair: differences between shrinking, unchanged, and expanding aneurysms with and without endoleaks. *J Vasc Surg.* Jun;39(6):1229-35.
2. Ellozy SH, Carroccio A, Lookstein RA, Minor ME, Sheahan CM, Juta J, Cha A, Valenzuela R, Addis MD, Jacobs TS, Teodorescu VJ, Marin ML. 2004. First experience in human beings with a permanently implantable intrasac pressure transducer for monitoring endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* Sep;40(3):405-12. PubMed PMID: 15337865.
3. Sonesson B, Dias N, Malina M, Olofsson P, Griffin D, Lindblad B, Ivancev K. 2003. Intra-aneurysm pressure measurements in successfully excluded abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. *J Vasc Surg.* Apr;37(4):733-8. PubMed PMID: 12663970.
4. Frankini AD; Erling Jr N; Lichtenfels E; Cardozo MA. 2010. Endopróteses para aneurismas da aorta abdominal. In: Armando de Carvalho Lobato et al. *Cirurgia Endovascular*. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Cirurgia Vascular e Endovascular de São Paulo; p. 373-92.
5. Henry M, Frid N, Gruffaz P, Henry I, Hugel M. 2006. New concept of stenting for the treatment of peripheral arterial aneurysm: First in vitro and animal studies with the multilayer stent. *J Endovasc Ther.* Feb;13(Suppl D):I-1–I-40.
6. Sultan S, Kavanagh EP, Stefanov F, Sultan M, Elhelali A, Costache V, Diethrich E, Hynes N; Global MFM Collaborators. 2017. Endovascular management of chronic symptomatic aortic dissection with the Streamliner Multilayer Flow Modulator: Twelve-month outcomes from the global registry. *J Vasc Surg.* Apr;65(4):940-950. doi: 10.1016/j.jvs.2016.09.059. PMID: 28342521.
7. Hynes N, Sultan S, Elhelali A, Diethrich EB, Kavanagh EP, Sultan M, Stefanov F, Delassus P, Morris L. 2016. Systematic Review and Patient-Level Meta-analysis of the Streamliner Multilayer Flow Modulator in the Management of Complex Thoracoabdominal Aortic Pathology. *J Endovasc Ther.* Jun;23(3):501-12. doi: 10.1177/1526602816636891. Epub 2016 Mar 17. PMID: 26988746.
8. Sultan S, Kavanagh EP, Diethrich E, Costache V, Sultan M, Jordan F, Hynes N. 2018. A clinical review of early outcomes from contemporary flow modulation versus open, fenestrated and branch technologies in the management of thoracoabdominal aortic aneurysm. *Vascular.* Apr;26(2):209-215. doi: 10.1177/1708538117724933. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28836901.
9. Zhang L, Yin CP, Li HY, Bao JM, Zhao ZQ, Qu LF, Feng X, Feng R, Lu QS, Jing ZP. 2013. Multiple overlapping bare stents for endovascular visceral aneurysm repair: a potential alternative endovascular strategy to multilayer stents. *Ann Vasc Surg.* Jul;27(5):606-12. doi: 10.1016/j.avsg.2012.07.013. Epub 2013 Mar 22. PMID: 23523448.
10. Kwon ST, Rectenwald JE, Baek S. 2011. Intrasac pressure changes and vascular remodeling after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: review and biomechanical model simulation. *J Biomech Eng.* Jan;133(1):011011. Review. PubMed PMID: 21186901.

11. Orra HA, Puech-Leão P, Silva ES, Silva DG. 2008. Aneurysm pulsatility after endovascular exclusion--an experimental study using human aortic aneurysms. *Clinics (Sao Paulo)*. Feb;63(1):67-70. PubMed PMID: 18297209; PubMed Central PMCID: PMC2664191.
12. Baum RA, Carpenter JP, Cope C, Golden MA, Velazquez OC, Neschis DG, Mitchell ME, Barker CF, Fairman RM. 2001. Aneurysm sac pressure measurements after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*. Jan;33(1):32-41. PubMed PMID: 11137921.
13. Ohki T, Ouriel K, Silveira PG, Katzen B, White R, Criado F, Diethrich E. 2007. Initial results of wireless pressure sensing for endovascular aneurysm repair: the APEX Trial--Acute Pressure Measurement to Confirm Aneurysm Sac EXclusion. *J Vasc Surg*. Feb;45(2):236-42. PubMed PMID: 17263995.
14. Aquino Mde A, Barros SM, Castro AA, Pitta GB, Pereira AH. 2016. Experimental Model of Saccular Abdominal Aortic Aneurysm in Swines with Pericardium Sac. *Braz J Cardiovasc Surg*. Feb;31(1):70-3. doi: 10.5935/1678-9741.20160005. PMID: 27074279; PMCID: PMC5062701.
15. Mendes PS; Corraza M; Pereira FLC; Rossi FM; Cerqueira JR; Carrero LMZ; Aquino MA; Lujan RAC. 2010. Stents vasculares. In: Armando de Carvalho Lobato et al. *Cirurgia Endovascular*. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Cirurgia Vascular e Endovascular de São Paulo; p. 299-332.
16. Sanchez LA, Faries PL, Marin ML, Ohki T, Parsons RE, Marty B, Soeiro D, Olivieri S, Veith FJ. 1997. Chronic intraaneurysmal pressure measurement: an experimental method for evaluating the effectiveness of endovascular aortic aneurysm exclusion. *J Vasc Surg*. Aug;26(2):222-30. PubMed PMID: 9279308.
17. Chaer RA, Trocciola S, DeRubertis B, Hynecsek R, Xu Q, Lam R, Kent KC, Faries PL. 2006. Evaluation of the accuracy of a wireless pressure sensor in a canine model of retrograde-collateral (type II) endoleak and correlation with histologic analysis. *J Vasc Surg*. Dec;44(6):1306-13. PubMed PMID: 17145435.
18. Chaikof EL, Brewster DC, Dalman RL, Makaroun MS, Ilig KA, Sicard GA, Timaran CH, Upchurch GR Jr, Veith FJ; Society for Vascular Surgery. 2009. The care of patients with an abdominal aortic aneurysm: the Society for Vascular Surgery practice guidelines. *J Vasc Surg*. Oct;50(4 Suppl):S2-49. Review. PubMed PMID: 19786250.
19. Lobato, AC. 2010. Aneurisma da aorta infrarrenal . In: Armando de Carvalho Lobato et al. *Cirurgia Endovascular*. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Cirurgia Vascular e Endovascular de São Paulo; p. 743-96.
20. Henry M, Polydorou A, Frid N, Gruffaz P, Cavet A, Henry I, Hugel M, Rüfenacht DA, Augsburg L, De Beule M, Verdonck P, Bonneau M, Kang C, Ouared R, Chopard B. 2008. Treatment of renal artery aneurysm with the multilayer stent. *J Endovasc Ther*. Apr;15(2):231-6. PubMed PMID: 18426265.
21. Hinnen JW, Koning OH, van Bockel JH, Hamming JF. 2007. Aneurysm sac pressure after EVAR: the role of endoleak. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. Oct;34(4):432-41; discussion 442-3. Epub 2007 Aug 1. Review. PubMed PMID: 17669670.
22. Mehta M, Veith FJ, Ohki T, Lipsitz EC, Cayne NS, Darling RC 3rd. 2003. Significance of endotension, endoleak, and aneurysm pulsatility after endovascular repair. *J Vasc Surg*. Apr;37(4):842-6. PubMed PMID: 12663987.