

# Resultados do Uso de Stent de Nitinol Superflexível em Artérias Poplíteas

Thiago Osawa Rodrigues, Patrick Bastos Metzger, Fabio Henrique Rossi, Samuel Martins Moreira, Mohamed Hassan Saleh, Nilo Mitsuru Izukawa, Bruno Lorenção de Almeida, Antonio Massamitsu Kambara

## RESUMO

**Introdução:** As taxas de patência primária no longo prazo para a angioplastia transluminal percutânea, com implante de stents de primeira e segunda gerações, no tratamento da artéria poplíteia, têm sido desapontadoras. No entanto, resultados com novos stents de nitinol parecem promissores. Nosso objetivo foi avaliar desfechos clínicos no curto prazo do uso de stents de nitinol superflexíveis no tratamento de lesões ateroscleróticas nos segmentos poplíteos. **Métodos:** Estudo retrospectivo, longitudinal, realizado no período de abril a dezembro de 2013. Foram avaliados as características populacionais, os dados do procedimento e os exames de imagem aos 6 meses, sendo obtidas as taxas de patência do stent e de salvamento de membro. **Resultados:** Incluímos, nesta análise, 14 pacientes, com idade de  $73 \pm 11$  anos, 50% do sexo masculino e 64,3% diabéticos. Todos os pacientes apresentavam lesão trófica nos membros tratados. As lesões arteriográficas foram classificadas pelo critério *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus* (TASC) em B e C em igual proporção. Na avaliação do leito de escoamento, 78,6% dos pacientes possuíam apenas uma artéria pérvia, sendo a artéria fibular a mais frequentemente observada. As zonas de aterrissagem dos stents foram o segmento médio da artéria poplíteia em 57,1% dos casos e, nos demais, o segmento distal da artéria, cruzando a articulação do joelho. Durante o seguimento de 6 meses, não foram observadas fraturas dos stents. A taxa de patência primária foi de 85,7% e a de salvamento do membro foi de 100%. **Conclusões:** A angioplastia com uso de stent de nitinol superflexível demonstrou ser segura e efetiva no tratamento das lesões ateroscleróticas da artéria poplíteia.

**DESCRITORES:** Stents. Angioplastia. Artéria poplíteia.

## ABSTRACT

### Outcomes of the Use of a Superflexible Nitinol Stent in the Popliteal Artery

**Background:** The long-term primary patency rates for percutaneous transluminal angioplasty using first and second generation stents for the treatment of the popliteal artery have been disappointing. However, results with the new nitinol stents seem promising. Our objective was to evaluate short-term clinical outcomes using the superflexible nitinol stents in the treatment of atherosclerotic lesions in popliteal segments. **Methods:** Retrospective longitudinal study conducted from April to December 2013. Population characteristics, procedure-related data and imaging tests were assessed at 6 months. Stent patency and limb salvage rates were obtained. **Results:** A total of 14 patients with mean age of  $73 \pm 11$  years were included, of which 50% were male and 64.3% diabetic. All patients had trophic lesions in the treated limbs. The arteriographic lesions were classified according to the criteria of the *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus* (TASC) as TASC B and C in equal proportions. In the assessment of below-the-knee runoff, 78.6% of the patients had only one distal pervious artery, of which the fibular artery was the most frequently observed. The stent landing zone was the mid segment of the popliteal artery in 57.1% of the cases and the distal segment, crossing the knee joint, in the remaining patients. During the 6-month follow-up there were no stent fractures. The primary patency rate was 85.7% and limb salvage rate was 100%. **Conclusions:** In our study, angioplasty using the superflexible nitinol stent demonstrated to be safe and effective for the treatment of atherosclerotic lesions of the popliteal artery.

**DESCRIPTORS:** Stents. Angioplasty. Popliteal artery.

A revascularização dos membros inferiores com o uso de stents para o tratamento da doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) usualmente é restrita a segmentos não submetidos a compressões externas, ou a regiões sem mobilidade, por conta dos complexos mecanismos de forças que atuam nos vasos, gerando estresse biomecânico considerável, sobretudo, na artéria poplítea.<sup>1</sup> Ainda hoje, os resultados não são ideais, com os stents de primeira e segunda gerações demonstrando taxas de patência inferiores às do tratamento cirúrgico convencional. As taxas de fratura de stent, quando implantados na artéria poplítea, variam de zero a 65% nas diferentes coortes.<sup>2</sup>

Uma nova geração de stents, mais flexíveis e resistentes,<sup>3,4</sup> vem demonstrando resultados equiparáveis, a curto e médio prazos, ao tratamento cirúrgico, ainda hoje considerado a técnica padrão para o tratamento dessas lesões.<sup>1</sup> Com o desenvolvimento dos stents superflexíveis de terceira geração, cada vez mais o tratamento endoluminal tem substituído a revascularização cirúrgica.<sup>4-6</sup>

Este estudo teve por objetivo avaliar os desfechos clínicos no curto prazo do uso de stents de nitinol superflexíveis no tratamento de lesões ateroscleróticas dos segmentos poplíteos.

## MÉTODOS

### Tipo de estudo

Trata-se de um estudo retrospectivo, longitudinal, observacional, realizado em um centro de referência para patologias cardiovasculares no período de abril a dezembro de 2013. Um total de 66 pacientes foram submetidos à angioplastia com stent de membros inferiores, sendo 14 casos em artéria poplítea.

### Critérios de inclusão e exclusão

Foram tratados pacientes de ambos os sexos, portadores de claudicação intermitente limitante, dor em repouso no membro acometido ou lesão trófica ipsilateral, com lesões restritas à artéria poplítea e com a presença de pelo menos uma artéria da perna para escoamento distal. Foram excluídos da realização dos procedimentos pacientes com *clearence* de creatinina < 30 mL/kg/minuto, história de alergia grave ao contraste iodado e aqueles com doença arterosclerótica significativa nos territórios aortoilíacos e/ou femoral.

A arteriografia pré-operatória foi utilizada para classificar as lesões de acordo com: (1) critérios do *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II (TASC- II)*: A, B, C e D (Quadro); (2) tipo de lesão: estenose, oclusão, dissecção ou reestenose; (3) localização em relação à linha articular: proximal, média e distal (Figura 1).

### Procedimento endovascular

Todos os procedimentos foram realizados pela mesma equipe no laboratório de Hemodinâmica do

## QUADRO

### Classificação das lesões de acordo com o *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II (TASC II)*

A	Lesões que produzem os melhores resultados e que devem ser tratadas por via endovascular
B	Lesões que produzem resultados suficientemente bons com os métodos endovasculares, de tal maneira que essa abordagem ainda é a preferida, a menos que revascularização cirúrgica seja necessária para tratar outras lesões na mesma área anatômica
C	Lesões que mostram resultados de longo prazo superiores com a cirurgia, de tal maneira que os métodos endovasculares devem ser usados apenas em pacientes de alto risco cirúrgico
D	Lesões que não produzem resultados suficientemente bons com os métodos endovasculares para justificá-los como tratamento primário

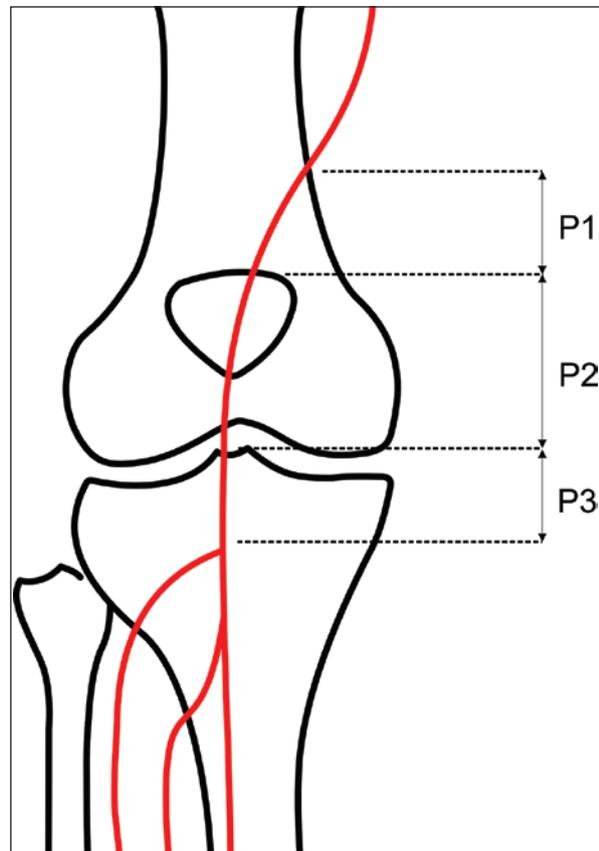


Figura 1. Representação esquemática dos segmentos da artéria poplítea. P1 corresponde ao segmento proximal, indo do canal dos músculos adutores até a borda superior da patela; P2 é o segmento médio, indo da borda superior da patela até a linha articular; P3 corresponde ao segmento distal, indo da linha articular até a emergência da artéria tibial anterior.

Centro de Intervenções Endovasculares do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia.

Clopidogrel (75 mg/dia) e ácido acetilsalicílico (100 mg) foram iniciados pelo menos 3 dias antes do procedimento. O clopidogrel foi mantido por, no mínimo, 30 dias e o ácido acetilsalicílico, indefinidamente.

Os pacientes foram tratados com anestesia local e a profilaxia antimicrobiana foi realizada com 1,5 g de cefuroxíma, logo antes do início do procedimento. O controle radiográfico foi feito com aparelho AXIOM Artis Flat Panel (Siemens Healthcare Sector, Forchheim, Alemanha) ou em sala híbrida com o aparelho Artis Zeego (Siemens Healthcare Sector, Forchheim, Alemanha).

A abordagem foi realizada preferencialmente pela artéria femoral comum ipsilateral, por punção anteró-gada, com uso de introdutor valvulado Prelude® (Merit Medial Systems, South Jordan, Estados Unidos) 6 F. Na impossibilidade de utilizar essa via de acesso, ou quando não foi possível transpor a lesão-alvo, optou-se por acesso retrógrado, por punção de uma das artérias da perna, com o introdutor valvulado Prelude® 4 F. Foram utilizados cateteres diagnósticos MPA-1 5 F e/ou STR 4 F (Cordis Corporation, Warren, Estados Unidos), e as lesões-alvo foram transpostas por via luminal ou subintimal, com fio-guia hidrofílico Radiofocus® (Terumo Interventional Systems, Somerset, Estados Unidos) 0,035' x 150 cm. A pré-dilatação foi realizada nos casos de oclusão ou nos casos em que o posicionamento adequado do stent não foi possível. Em todos os casos, foi utilizado o stent de nitinol sinus-SuperFlex® (Optimed, Ettlingen, Alemanha) (Figura 2)

Em todos os casos, o pós-operatório imediato foi feito em enfermaria, e a hemostasia local foi realizada com compressão manual por 30 minutos.

### Acompanhamento pós-operatório

Os pacientes foram acompanhados com avaliação ambulatorial com exame físico e índice tornozelo-braquial (ITB) aos 15, 30, 90 e 180 dias após a angioplastia. O controle com ultrassom Doppler (USG-D) foi realizado em 30, 90 e 180 dias de pós-operatório, com o objetivo de identificar reestenoses (Figura 3). Raios X de articulação do joelho em incidências posteroanterior (PA) e lateral foram realizados no 30 e 180 dias, com o objetivo de identificar fraturas do stent (Figura 4).

### Desfechos e definições

Os desfechos analisados foram: (1) sucesso técnico imediato, quando a lesão-alvo foi tratada da forma previamente planejada, com lesão residual < 30% no controle angiográfico; (2) patência primária, que indica a permeabilidade ininterrupta após o procedimento de revascularização; e patência primária assistida, que expressa casos em que é aplicada nova intervenção percutânea, para evitar a oclusão iminente ou a progressão da estenose; (3) morbimortalidade perioperatória, para óbitos e complicações registrados até 30 dias no pós-operatório; (4) amputações maiores: amputações transfemorais e transtibiais; (5) reestenoses, para lesões intra-stent > 50% ao USG-D, com velocidade de pico sistólico > 200 cm/s ou relação de velocidade pré e pós-estenose  $\geq 2$ ; (6) fraturas, para desconexão ou torção das malhas do stent; e (7) taxa de salvamento de membro.

### RESULTADOS

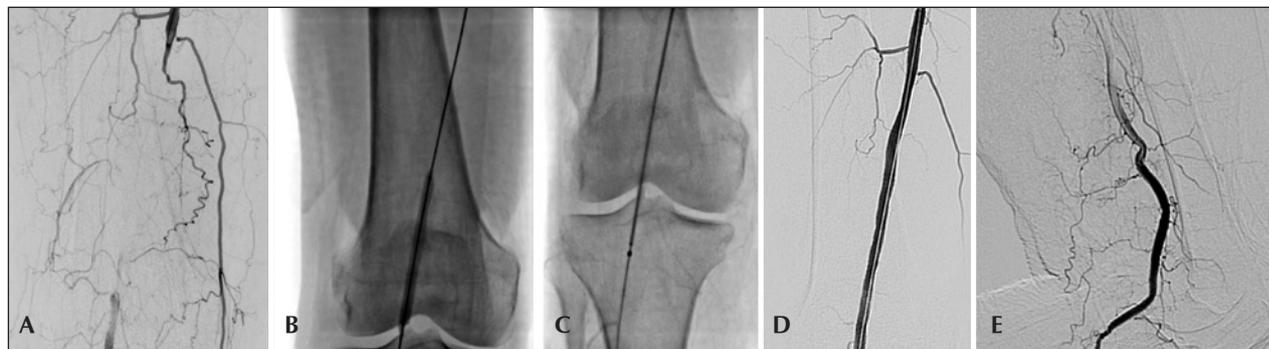
Foram incluídos no estudo 14 pacientes com DAOP sintomática, tratados com angioplastia primária (sem o emprego de outros métodos adjuntos de desobstrução) com o implante de stents em artérias poplíteas.

### Características da população

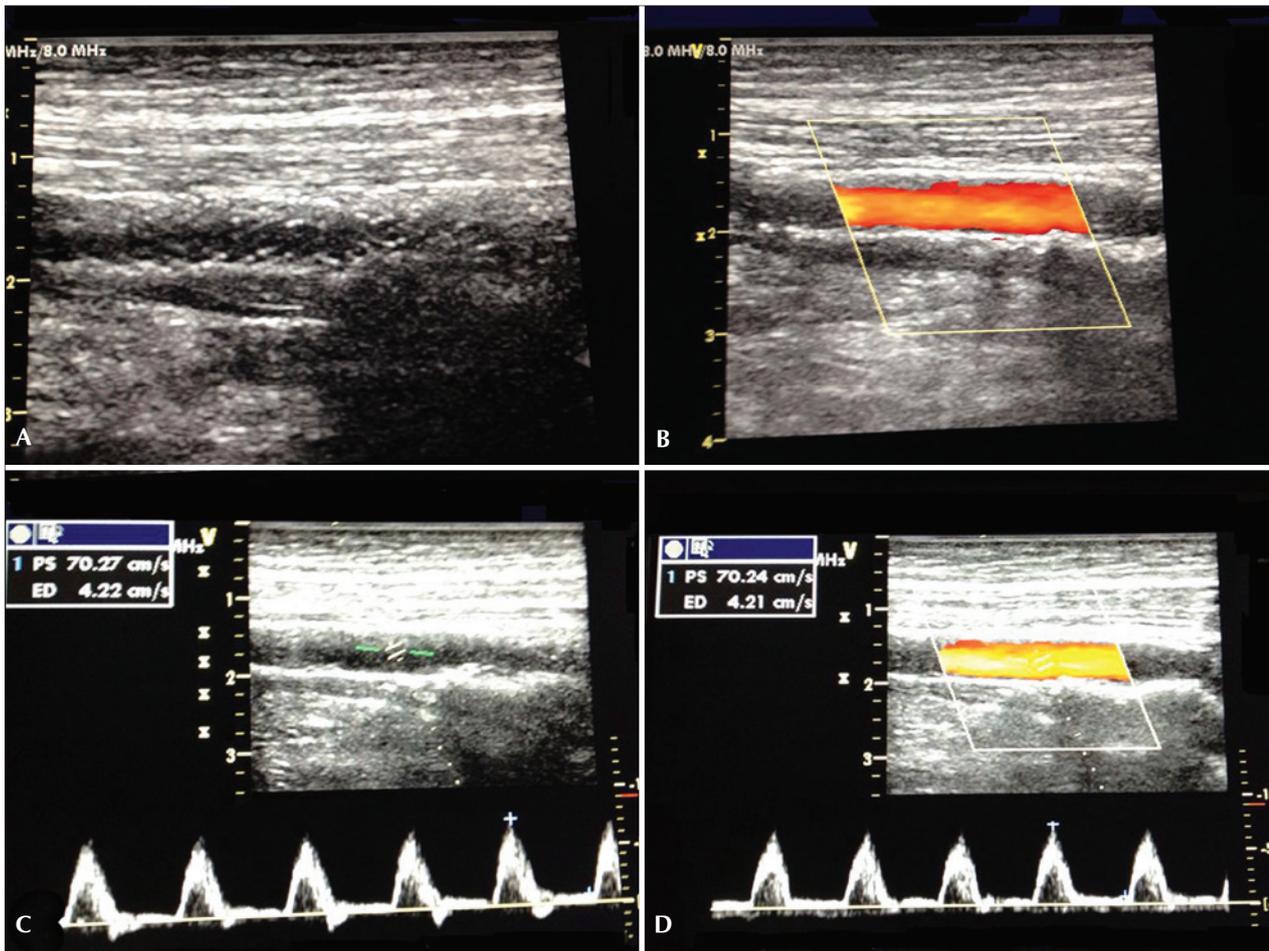
As características demográficas, as comorbidades e indicações de tratamento estão descritas na Tabela 1. A idade média foi de  $73 \pm 11$  anos, 50% dos pacientes eram do sexo masculino e cerca de dois terços eram diabéticos. A perna esquerda foi o membro mais frequentemente tratado (57,1%) e todos os pacientes apresentaram lesões tróficas com perda de tecido. Não foram tratados pacientes com claudicação intermitente ou dor em repouso.

### Características das lesões e do procedimento

As lesões foram classificadas em TASC B (50%) e C (50%). Em relação à localização, 71,4% dos casos encontravam-se no segmento proximal da artéria



**Figura 2.** Angioplastia de artéria poplítea com zona de aterrissagem em segmento distal dessa mesma artéria. (A) Arteriografia por subtração digital demonstrando oclusão de artéria poplítea com enchimento distal na interlinha. (B) Pré-dilatação. (C) Posicionamento do stent em segmento distal da artéria poplítea. (D) Arteriografia final com retorno do fluxo axial. (E) Arteriografia em flexão de perna sem demonstrar acotovelamentos ou lesões limitantes ao fluxo sanguíneo.



**Figura 3.** Controle ultrassonográfico aos 6 meses de stent implantado em segmento médio de artéria poplítea. (A) Imagem em modo B, sem sinais sugestivos de fratura de stent. (B) Imagem em modo colorido, demonstrando fluxo laminar, sem turbilhonamentos e nem sinais de hiperplasia neointimal. (C) Ultrassom Doppler demonstrando curva espectral de velocidade em artéria nativa. (D) Ultrassom Doppler demonstrando curva espectral de velocidade intra-stent com velocidade de 70 cm/s e relação de velocidade de 1.



**Figura 4.** (A) Raio X de joelho em semiflexão, sem sinais de torção ou fraturas dos stents. (B) Raio X de joelho em incidência posteroanterior sem sinais de fraturas. (C) Raio X de joelho sem evidência de compressões ao nível do canal dos adutores.

poplítea (P1) e, em 28,6% dos casos, nos segmentos médio ou distal, em igual proporção (P2 e P3). Em oito casos (57,1%), os stents foram implantados em vasos previamente ocluídos, sendo realizada pré-dilatação em todas as lesões.

Na avaliação do leito de escoamento, a maior parte dos pacientes possuía apenas uma artéria pérvia (78,6%), sendo a artéria fibular a mais frequentemente observada. Obteve-se uma média de  $1,3 \pm 0,4$  artéria por membro tratado (Tabela 2).

Foi possível realizar a revascularização da lesão-alvo em todos os casos com o uso de um stent, obtendo-se sucesso técnico em 100%. A extensão média de cobertura da lesão foi de  $177 \pm 18$  mm (120 a 200 mm). Foram utilizados dez stents (71,4%) com diâmetro de 6 mm e quatro (28,6%) com diâmetro de 5 mm. Não houve casos de dissecação ou embolizações no intraoperatório. As zonas de aterrissagens mais frequentes foram o segmento médio da artéria poplítea (P2) em oito casos (57,1%) e, em seis casos (42,9%), o segmento distal (P3) da artéria, cruzando a articulação do joelho. Não ocorreram implantes no segmento proximal (P1).

Tempos médios de procedimento e de radioscopia foram, respectivamente, de  $55 \pm 43$  minutos (variação de 20 a 240 minutos) e  $19 \pm 14$  minutos (variação de

5 a 66 minuto). O volume médio de contraste iodado foi de  $88 \pm 41$  mL. Em um caso, foi realizado acesso retrógrado distal pela artéria pediosa, pela impossibilidade de transpor a lesão-alvo por meio de técnica anterógrada. Não foram observadas complicações com relação ao local da punção (Tabela 3).

### Seguimento dos pacientes

O seguimento médio dos pacientes foi de  $6,4 \pm 2,1$  meses (variação de 3,2 a 8,4 meses). Não houve mortes perioperatórias e nem relacionadas ao procedimento. Ocorreu um óbito em razão de complicações cardíacas em paciente idoso 90 dias pós-procedimento.

A taxa de salvamento de membro foi de 100%. Não houve nenhuma amputação maior dentro do período de acompanhamento. Em três pacientes (21,4%), houve evolução da lesão trófica, sendo duas dessas lesões por estenoses intra-stent no 60° e 90° dia de seguimento, as quais foram submetidas à dilatação com balão; a terceira lesão se deu por complicação infecciosa, que resultou em amputação menor. Houve aumento do ITB de  $0,4 \pm 0,15$ , no pré-operatório, para  $0,8 \pm 0,13$ , no momento da alta hospitalar.

A taxa de patência primária foi de 85,7% em 6 meses. Em dois casos, foi necessária a realização de nova

angioplastia com balão para tratamento da reestenose intra-stent, havendo sucesso terapêutico em apenas um dos casos. Isso gerou uma taxa de patência primária assistida de 92,8% no período de acompanhamento. Não houve fraturas de stent documentadas nos raios X da articulação do joelho.

### DISCUSSÃO

O manejo das lesões arterioscleróticas nos segmentos da artéria poplítea próximos à articulação do joelho são de difícil abordagem endovascular em razão do estresse biomecânico presente nessa região. Forças complexas de rotação, tração, compressão e estiramento agem ao mesmo tempo, sob um curto segmento arterial e sobre o stent.<sup>8,9</sup> Durante muitos anos, essas lesões

**TABELA 1**  
Características clínicas basais

Variável	n = 14
Idade, anos	73 ± 11
Sexo masculino, n (%)	7 (50)
Índice de massa corporal, kg/m <sup>2</sup>	25,3 ± 5,5
Hipertensão arterial, n (%)	14 (100)
<i>Diabetes mellitus</i> , n (%)	9 (64,3)
Dislipidemia, n (%)	14 (100)
Tabagismo, n (%)	7 (50)
Infarto agudo do miocárdio prévio, n (%)	2 (14,3)
Etilismo, n (%)	4 (28,6)
Lateralidade, n (%)	
Direito	6 (42,9)
Esquerdo	8 (57,1)
Indicação do procedimento, n (%)	
Lesão trófica	14 (100)
Dor de repouso	0
Claudicação intermitente	0
Creatinina, mg/dL	
Pré-operatório	0,8 ± 0,6
Pós-operatório	0,9 ± 0,5
Índice tornozelo-braquial	
Pré-operatório	0,4 ± 0,15
Pós-operatório	0,8 ± 0,13

**TABELA 2**  
Características angiográficas das lesões

Variáveis	n = 14
TASC, n (%)	
A	0
B	7 (50)
C	7 (50)
D	0
Característica, n (%)	
Estenose	6 (42,9)
Oclusão	8 (57,1)
Localização, n (%)	
Poplítea e femoral	10 (71,4)
Poplítea	4 (28,6)
Artérias para escoamento, n (%)	
1	11 (78,6)
2	2 (14,3)
3	1 (7,1)

TASC: *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II* (TASC- II).<sup>7</sup>

**TABELA 3**  
Características do procedimento

Variável	n = 14
Tempo de procedimento, minutos	55 ± 43
Tempo de radioscopia, minutos	19 ± 14
Volume de contraste, mL	88 ± 41
Característica do stent	
Diâmetro, mm	7 ± 0,5
Comprimento, mm	177 ± 18
Localização do stent	
P1	0
P2	8 (57,1)
P3	6 (42,9)

foram tratadas por meio de enxertos cirúrgicos com o uso de veia autóloga, com taxas de patência primária e secundária de 63 a 75% e de 80 a 83% em 5 anos, respectivamente, e com mortalidade perioperatória de 1 a 3%.<sup>10-12</sup> Entretanto, essas altas taxas de patência e as baixas taxas de mortalidade são acompanhadas de morbidade perioperatória considerável, assim como o são os múltiplos procedimentos cirúrgicos subsequentes e as readmissões hospitalares.<sup>13</sup>

Atualmente, com o desenvolvimento e o aprimoramento dos materiais endovasculares, tem aumentado o número de procedimentos minimamente invasivos para o tratamento das lesões poplíteas. Geralmente, a angioplastia com uso de balão, ou a arterectomia mecânica ou a laser são preferidas para o tratamento das lesões arteriais atrás do joelho, pela falta de dispositivos metálicos capazes de suportar as forças exercidas nesse segmento arterial.<sup>14,15</sup> Entretanto, a eficácia dessas técnicas são limitadas.<sup>15</sup>

O primeiro grande estudo comparando o tratamento de angioplastia com balão ao uso de stents, no segmento femoropoplíteo, foi o RESILENT<sup>2</sup> (*Randomized Study Comparing the Edwards Self-Expanding Lifesent versus Angioplasty Alone In LESions INVolving The SFA and/or Proximal Popliteal Artery*). Durante a primeira fase desse estudo, foram incluídos pacientes com claudicação intermitente em razão das lesões oclusivas femoropoplíteas, com extensão < 15 cm e diâmetro do vaso-alvo entre 4 a 6,5 mm. Os resultados demonstraram a superioridade do uso do LifeStent® (Bard Peripheral Vascular, Tempe, Estados Unidos) sobre a angioplastia por balão no segmento femoropoplíteo. Em sua segunda fase, foram incluídos 206 pacientes, sendo, então, permitido o tratamento de mais de uma lesão, contanto que não excedesse a extensão de 15 cm. Seu desfecho primário foi a revascularização do vaso-alvo no período de 12 meses. O resultado foi uma patência primária de 80 vs. 38% para o LifeStent® e a angioplastia por balão, respectivamente.<sup>3</sup>

A escolha do stent depende das características anatômicas da lesão, como sua localização e o grau de calcificação, bem como das características do stent, como seu calibre, extensão, perfil, flexibilidade, durabilidade a longo prazo e resistência à fratura. As limitações ao implante de stents na artéria poplítea incluem força radial insuficiente para manter a perviedade do vaso e a possibilidade de dobras e fraturas do mesmo. A fratura do stent está associada à elevada incidência de reestenoses e oclusões. Scheinert et al.<sup>16</sup> detectaram 64 fraturas em 261 stents (24,5%) utilizados no tratamento de lesões femoropoplíteas com o uso dos raios X. A taxa de patência primária obtida no seguimento de 12 meses foi significativamente menor nos pacientes com fratura (41,1 vs. 84,3%;  $p < 0,0001$ ). Em nosso estudo não foram observadas fraturas de stent detectadas pelo mesmo método.

Quanto à taxa de patência primária, os resultados de diversos estudos na literatura apresentam populações heterogêneas e diferem também na localização dos segmentos tratados. Chan et al.<sup>4</sup> relataram patência primária do stent implantado no segmento femoropoplíteo em 6 e 12 meses de 83,5% e de 78,6%, respectivamente, em 82 membros tratados com stent Supera® (IDEV Technologies Inc, Webster, Estados Unidos). No estudo Durability-200, Bosiers et al.<sup>17</sup> analisaram cem pacientes, sendo 71% tratados por claudicação intermitente e 29% por isquemia crítica, com lesões classificadas como TASC C e D, e uso dos dispositivos no segmento femoropoplíteo, obtendo uma patência primária de 85,4% em 6 meses e de 64,8% em 12 meses. Quanto aos stents implantados no segmento poplíteo, Kickuth et al.<sup>18</sup> estudaram 35 pacientes com claudicação intermitente e isquemia crítica de membro, em que foram implantados stents autoexpansíveis de nitinol na artéria poplítea. Em 22 casos, os stents foram implantados na porção distal da artéria poplítea e, nos outros casos, no tronco tibiofibular, obtendo uma taxa de patência primária de 82% e uma taxa de salvamento de membro de 100%. Em nosso estudo, a maior parte dos stents foi implantada no segmento médio, sendo que, em apenas seis casos (42,9%), os stents foram implantados no segmento distal, cruzando a linha articular. Obtivemos uma patência primária e primária assistida de 85,7% e de 92,8%, respectivamente, em 6 meses de acompanhamento, numa população composta por doentes com isquemia crítica classes 5 e 6 de Rutherford, e em lesões arteriográficas classificadas como TASC B e C, com semelhante taxa de salvamento de membros.

Durante o segmento clínico dos doentes, houve melhora no ITB de  $0,4 \pm 0,15$  do pré-operatório para  $0,8 \pm 0,13$  no momento da alta hospitalar, além de melhora da lesão trófica em 78,6% dos casos. A mensuração do ITB pode ter sido superestimada, devido à elevada prevalência de diabetes em nossa população (64,3%), pois a predominância de calcificações arteriais nas porções distais das artérias de perna dos diabéticos superestima a mensuração desse índice.

### Limitações do estudo

O pequeno número de casos, o grupo heterogêneo de segmentos tratados na artéria poplítea, o curto período de acompanhamento e a ausência de algoritmo estabelecido para seguimento clínico podem ter influenciado os resultados do nosso estudo. Por fim, a acurácia dos resultados pode ter sido afetada pela análise retrospectiva dos dados.

### CONCLUSÕES

Em nosso estudo, a angioplastia com uso de stent de nitinol superflexível demonstrou ser segura e efetiva no tratamento das lesões ateroscleróticas da artéria poplítea. As taxas de patência nos diversos segmentos da

artéria poplítea tratadas demonstram a necessidade de seguimento clínico rigoroso desses pacientes a médio e longo prazos.

### CONFLITO DE INTERESSES

Não há.

### FONTE DE FINANCIAMENTO

Não há.

### REFERÊNCIAS

1. Iida O, Soga Y, Hirano K, Suzuki K, Yokoi H, Nobuyoshi M, et al. Long-term outcomes and risk stratification of patency following nitinol stenting in the femoropopliteal segment: retrospective multicenter analysis. *J Endovasc Ther.* 2011;18(6):753-61.
2. Neil N. Stent fracture in the superficial femoral and proximal popliteal arteries: literature summary and economic impacts. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther.* 2013;25(1-2):20-7.
3. Laird JR, Katzen BT, Scheinert D, Lammer J, Carpenter J, Buchbinder M, et al. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2010;3(3):267-76.
4. Chan Y, Cheng S, Ting A, Cheung G. Primary stenting of femoropopliteal atherosclerotic lesions using new helical interwoven nitinol stents. *J Vasc Surg.* 2014;59(2):384-91.
5. Schillinger M, Sabeti S, Loewe C, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, et al. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. *N Engl J Med.* 2006;354(18):1879-88.
6. Arena FJ. Arterial kink and damage in normal segments of the superficial femoral and popliteal arteries abutting nitinol stents: a common cause of late occlusion and restenosis? A single-center experience. *J Invasive Cardiol.* 2005;17(9):482-6.
7. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG, et al: Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;33 Suppl 1:S1-S75.
8. Kroger K, Santosa F, Goyen M. Biomechanical incompatibility of popliteal stent placement. *J Endovasc Ther.* 2004;11(6):686-94.
9. Goltz JP, Ritter CO, Petritsch B, Kellersmann R, Hahn D, Kickuth R. Endovascular treatment of acute limb ischemia secondary to fracture of a popliteal artery stent. *J Vasc Interv Radiol.* 2010;21(11):1739-45.
10. Taylor LM Jr, Edwards JM, Porter JM. Present status of reversed vein bypass grafting: five-year results of a modern series. *J Vasc Surg.* 1990;11(2):193-205.
11. Bergamini TM, Towne JB, Bandyk DF, Seabrook GR, Schmitt DD. Experience with in situ saphenous vein bypasses during 1981 to 1989: determinant factors of long-term patency. *J Vasc Surg.* 1991;13(1):137-47.
12. Donaldson MC, Mannick JA, Whittemore AD. Femoral-distal bypass with in situ greater saphenous vein. Long-term results using the Mills valvulotome. *Ann Surg.* 1991;213(5):457-64.
13. Goshima KR, Mills JL Sr, Hughes JD. A new look at outcomes after infrainguinal bypass surgery: traditional reporting standards systematically underestimate the expenditure of effort required to attain limb salvage. *J Vasc Surg.* 2004;39(2):330-5.
14. Goltz JP, Ritter CO, Kellersmann R, Klein D, Hahn D, Kickuth R. Endovascular treatment of popliteal artery segments P1 and P2 in patients with critical limb ischemia: initial experience using a helical nitinol stent with increased radial force. *J Endovasc Ther.* 2012;19(2):450-6.
15. Karnabatidis D, Katsanos K, Siablis D. Infrapopliteal stents: overview and unresolved issues. *J Endovasc Ther.* 2009;16 Suppl 1:153-62.
16. Scheinert D, Scheinert S, Sax J, Piorkowski C, Bräunlich S, Ulrich M, et al. Prevalence and clinical impact of stent fractures after femoropopliteal stenting. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45(2):312-5.
17. Bosiers M, Deloose K, Callaert J, Moreels N, Keirse K, Verbist J, et al. Results of the Protégé EverFlex 200-mm-long nitinol stent (ev3) in TASC C and D femoropopliteal lesions. *J Vasc Surg.* 2011;54(4):1042-50.
18. Kickuth R, Keo HH, Triller J, Ludwig K, Do DD. Initial clinical experience with the 4-F self-expanding XPRT stent system for infrapopliteal treatment of patients with severe claudication and critical limb ischemia. *J Vasc Interv Radiol.* 2007;18(6):703-8.