

Stents no território fêmoro-poplíteo: prevalência de fraturas e suas consequências

Stents in the femoropopliteal territory: prevalence of fractures and their consequences

MARCELO DE AZEVEDO DAHER¹ ; GAUDENCIO ESPINOSA LOPEZ, TCBC-RJ¹; PEDRO VAZ DUARTE¹.

R E S U M O

Os tratamentos endovasculares para a doença arterial obstrutiva fêmoro-poplíteia tornaram os procedimentos de revascularização menos invasivos, porém os stents metálicos autoexpansíveis utilizados podem sofrer grande desgaste em artérias com extrema mobilidade. **Objetivo:** avaliar a prevalência de fraturas em stents implantados no segmento fêmoro-poplíteo, identificar fatores predisponentes e possíveis consequências sobre a patência arterial. **Métodos:** entre março a junho de 2019, trinta pacientes previamente operados por obstrução fêmoro-poplíteia realizaram RX dos stents em incidências ântero-posterior e perfil para detectar fraturas e eco Doppler para analisar a patência arterial. **Resultados:** observamos 12 casos com fraturas (33,3%): 1 do tipo I (2,8%), 3 do tipo II (8,3%), 5 do tipo III (13,9%), 3 do tipo IV (8,3%) e nenhuma tipo V. Segundo a classificação TASC II, tivemos 1 no grupo B (8,3%), 6 no grupo C (50%) e 5 no grupo D (41,6%) $p < 0,004$. O número de stents por membro foi de 3,1 ($\pm 1,3$) nos casos de fratura contra 2,3 ($\pm 1,3$) nos casos sem fratura ($p = 0,08$). A extensão tratada foi 274,17mm ($\pm 100,94$) nos casos de fratura e 230,83mm ($\pm 135,44$) nos casos sem fratura ($p = 0,29$). No Doppler tivemos: 17 pacientes (47,2%) sem estenose, 9 pacientes (25%) com estenose $> 50\%$ e 10 pacientes (27,8%) com oclusão ($p = 0,37$). Não houve correlação entre fratura e obstrução arterial ($p = 0,33$). **Conclusão:** as fraturas de stents são um achado frequente no setor fêmoro-poplíteo (33,3%) sendo mais prevalentes nos casos de doença mais avançada TASC II C e D. Não houve associação entre o achado de fratura e obstrução arterial.

Palavras chave: Stents. Stents Metálicos Autoexpansíveis. Angioplastia. Doença Arterial Periférica. Artéria Femoral.

INTRODUÇÃO

O setor fêmoro-poplíteo é acometido em cerca de 50% dos pacientes com doença arterial periférica. O ambiente de baixo fluxo e alta resistência local propiciam a formação de lesões longas e difusas que causam obstruções ou oclusões ao longo deste segmento¹.

A obstrução fêmoro-poplíteia leva à incapacidade física que pode iniciar-se com sintomas/sinais que vão desde a claudicação intermitente, passando por dor em repouso, abertura de ulceração, gangrena, podendo progredir para amputação parcial ou até a perda do membro.

Dados mostram que a claudicação intermitente assintomática é mais comum do que a sintomática, na população geral. Com o aumento da idade e o envelhecimento da população mundial ocorrerá aumento da incidência total desta enfermidade. É mais comum e mais grave entre homens e os fatores de risco relacionados são os mesmos para a doença coronariana e doença cerebrovascular, assim como também, o diabetes mellitus².

A isquemia dos membros inferiores é a doença arterial mais frequente no cotidiano do cirurgião vascular. Em série brasileira, Ristow e cols. reportaram entre 3.254 casos tratados cirurgicamente em vinte anos, relação de 2:1 de homens para mulheres, com idade média de 69 anos, sendo 63% de diabéticos³.

O tratamento por técnicas minimamente invasivas começou em 1974 quando Gruentzig e cols. utilizaram dispositivo com um balão distensível na ponta para realizar angioplastia nas artérias coronárias, à distância⁴. Mas foi Palmaz, em 1987, o primeiro a implantar um stent montado em balão para tratamento de paciente de 74 anos, portador de obstrução ílica e claudicação incapacitante. O resultado foi satisfatório com normalização do índice tornozelo-braço (ITB) e melhora completa dos sintomas isquêmicos⁵.

Isto trouxe grande avanço no tratamento da doença obstrutiva fêmoro-poplíteia, tornando os procedimentos menos invasivos, diminuindo o tempo de internação hospitalar, evitando grandes operações abertas,

1 - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho - UFRJ, Departamento de Cirurgia Vascular Periférica - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

levando a queda significativa nos índices de morbidade e mortalidade perioperatória.

Porém com o passar do tempo, novos problemas surgiram. As complicações do tratamento endovascular passaram a ser relacionadas ao sítio de punção, ao local da angioplastia, ao vaso distal ou sistêmicas. As complicações relacionadas ao sítio da angioplastia, que são as que interessam no presente estudo, podem ser agudas ou tardias. As agudas ocorrem mais comumente devido à falha técnica, como dissecação da íntima e perfuração arterial. As tardias geralmente são secundárias à re-estenose, podendo culminar em trombose da luz⁶.

Recentemente temos visto a fadiga do material e fratura do stent como frequente complicação no território fêmoro-poplíteo. As consequências podem ser re-estenose, trombose, formação de pseudoaneurisma ou embolização distal⁷.

O segmento fêmoro-poplíteo apresenta certas particularidades, que tornam o tratamento com o implante de stents de nitinol especialmente problemático. A artéria femoral superficial tem a fixação proximal pela bainha femoral na região do canal inguinal e distal no canal de Hunter. A porção intermediária atravessa todo o trajeto muscular da coxa sem fixação, sofrendo ação deste forte arcabouço muscular assim como também ações de encurtamento, alongamento, torção e angulação decorrentes dos movimentos articulares do quadril e do joelho. Portanto, dispositivos arteriais metálicos também sofreriam com esta movimentação "excessiva" do membro inferior, decorrendo em desgaste do material e posterior ruptura da malha (Figura 1).

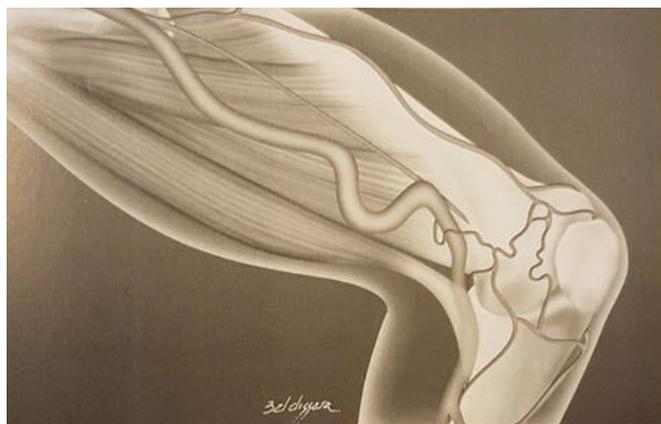


Figura 1. Alteração da conformidade da artéria femoral superficial durante flexão do quadril e do joelho. Fonte: Lobato AC, Araújo AP, Pereira AH. Cirurgia endovascular. São Paulo: ICVESP; 2006.

Estas fraturas nas malhas dos stents, resultam em desestruturação da arquitetura do mesmo podendo iniciar novos focos de irritação endotelial ao longo da área tratada, amplificando a reação endotelial hiperplásica, precipitando áreas de estenose, diminuição do fluxo e finalmente trombose arterial.

MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Serviço de Cirurgia Vascular do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho / UFRJ. Foram analisados os prontuários dos pacientes submetidos à angioplastia femoral e poplíteo para doença arterial obstrutiva periférica no período de março a julho de 2019. Foram excluídos os pacientes que faleceram e que sofreram amputação do membro. Estes pacientes foram recrutados e submetidos a radiografia simples dos stents femorais em dois planos (ântero-posterior e perfil) para a detecção de fraturas da malha metálica e ao estudo ecográfico Doppler para verificação do fluxo dos vasos, bem como o deságue arterial distal.

O estudo foi cadastrado com o Certificado de Apresentação para Apresentação Ética (CAAE) de número 04951118.8.00005257 e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAE) do hospital, sob o parecer de número 3.184.823.

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), conforme resolução do CNS número 466 de 2012.

Foram selecionados trinta pacientes em acompanhamento pós-operatório de angioplastia femoral com tempo médio de seguimento de 67,9 ($\pm 29,0$) meses. Foram operados no total trinta e seis membros e utilizados noventa e um stents, com média de 2,53 ($\pm 1,3$) stents por membro.

Foram realizadas radiografias simples em dois planos: ântero-posterior e perfil dos stents femorais e anotadas as soluções de continuidade nas malhas dos stents seguindo a classificação proposta por Jeff e cols.^{8,9}.

Estes pacientes foram submetidos ao estudo ecográfico Doppler e avaliados quanto ao fluxo dos stents.

A obstrução foi classificada inicialmente em três grupos a saber: sem estenose, estenose $\geq 50\%$ e oclusão. Esses mesmos grupos foram reclassificados para

outra nova definição: sem estenose contra estenose \geq 50% juntando-se à oclusão.

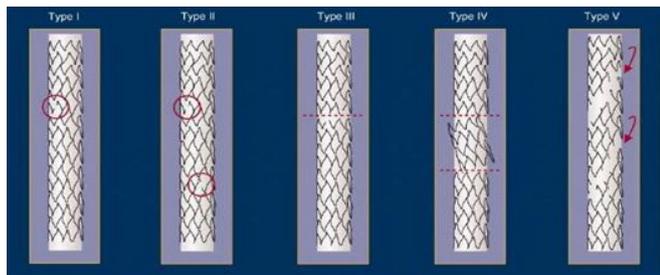


Figura 2. Tipos de fraturas de stents.

Foram classificados segundo sexo, idade, profissão, presença de diabetes mellitus, tabagismo, coronariopatia, doença renal crônica, classificação de Rutherford antes e depois dos procedimentos, classificação TASC II, tempo de pós-operatório, membro operado, número de stents utilizados, extensão coberta pelos stents, localização (terços proximal, médio e distal da artéria femoral) e presença de calcificação arterial visível à radiografia simples.

O banco de dados contendo as informações dos pacientes foi digitado em Excel®, sendo posteriormente exportado para o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS - v14.0).

Os dados distribuídos segundo proporções foram comparados pelo teste de Qui-quadrado (Fisher ou Yates conforme a necessidade).

Os dados intervalares ou de razão foram comparados por meio de ANOVA, por comparações de múltiplos grupos, segundo a estatística de Tamhane, visto que as variâncias entre os grupos não eram homogêneas.

Na comparação de um mesmo paciente (antes e depois da intervenção) foi utilizado o teste t pareado. Consideraram-se que as diferenças com erro abaixo de 5% seriam consideradas como estatisticamente significantes.

RESULTADOS

Quanto à caracterização da população do estudo, houve 14 pacientes do sexo masculino (46,7%), 16 do sexo feminino (53,3%), 14 diabéticos (46,7%), 22 tabagistas (73,3%), 20 coronariopatas (66,7%) e 2 renais crônicos (6,7%).

Não houve significância estatística entre a incidência de fraturas em nenhuma das características demográficas acima, sendo $p=0,70$ para sexo, $p=1,00$ para diabetes mellitus, $p=0,20$ para tabagismo, $p=0,11$ para coronariopatia e $p=0,52$ para presença de doença renal crônica (Tabela 1).

A idade média dos pacientes foi de 71,3 (\pm 9,7) anos. Porém comparando-se as médias das variáveis intervalares com a presença de fratura encontramos que a média de idade foi de 67,5 (\pm 8,0) anos para os pacientes que apresentaram fratura contra 73,4 (\pm 10,2) para os que não apresentaram ($p=0,09$).

Segundo a classificação clínica de Rutherford, a maioria dos pacientes se concentravam entre as classificações compreendendo claudicação incapacitante e perda tecidual mínima no pré-operatório, evoluindo para assintomáticos a claudicação leve, indicando melhora substancial geral após o tratamento endovascular.

Quanto às características locais relacionadas ao sítio de implante dos stents, podemos observar 21 (58,3%) casos de stents implantados no membro inferior direito e 15 (41,7%) no membro inferior esquerdo, sendo que em seis casos o implante foi bilateral.

Quanto ao local do implante, dividimos a artéria femoral em três terços e classificamos o implante em três regiões: proximal, médio e distal. Quando a localização em relação à incidência de fraturas foi analisada separadamente, observou-se na localização proximal 41,1% dos casos com fratura ($p=0,48$), medial 40,7% com fratura ($p=0,22$) e distal 28,5% com fratura ($p=0,40$) e todas as localizações 33,3% com fratura ($p=1,00$).

Em relação à gravidade da doença como definido pelo Consenso Inter-Sociedade para o Tratamento da Doença Arterial Periférica (TASC II), houve 3 casos TASC A (8,3%), 11 de TASC B (30,5%), 13 de TASC C (36,11%) e 9 casos TASC D (25%).

Comparando-se os grupos e atribuindo-se valores aos graus de gravidade da doença (TASC), a média dos pacientes com fratura foi de 3,3 (\pm 0,7) contra 2,5 (\pm 0,9) dos pacientes sem fratura ($p<0,004$), indicando mais casos de fraturas nos graus mais graves de doença.

Houve 20 (55,5%) procedimentos no membro inferior direito e 16 (44,4%) no membro inferior esquerdo. Porém não houve associação entre o lado afetado e a presença de fratura ($p = 0,50$).

Tabela 1 - Distribuição segundo características e resultados.

Dados		C/ Fratura	S/ Fratura	p
Idade		67,4	73,3	0,09
Sexo	Masculino	6	8	0,70
	Feminino	5	11	
Diabetes	Sim	5	9	1,00
	Não	6	10	
Tabagismo	Sim	10	12	0,19
	Não	1	7	
Coronariopatia	Sim	5	15	0,10
	Não	6	4	
DRC	Sim	0	2	0,52
	Não	11	17	
Lateralidade	MID	6	15	0,49
	MIE	6	9	
Localização	Proximal	7	10	0,22 a 0,48
	Medial	11	16	
	Distal	8	20	
Cobertura femoral total	Sim	4	8	1,00
	Não	8	16	
Extensão dos stents		274,17mm	230,83mm	0,29
Calcificação	Sim	8	17	1,00
	Não	4	7	
Perviedade ao Eco Doppler	S/ Estenose	4	13	0,37
	Estenose >50%	3	6	
	Oclusão	5	5	
Deságue distal	1 vaso	3	8	0,21
	2 vasos	5	9	
	3 vasos	4	7	

DRC: Doença Renal Crônica; MID: Membro Inferior Direito; MIE: Membro Inferior Esquerdo.

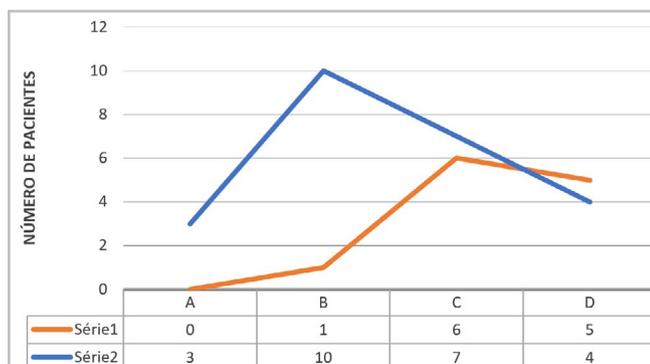


Figura 3. Distribuição média Pacientes x TASC II. Série1: Casos com fratura. Série2: Casos sem fratura.

Foram analisados o número médio de stents utilizados em cada membro e a extensão de cobertura da lesão utilizados em cada procedimento. De forma semelhante, o número médio de stents foi de 3,1 ($\pm 1,3$) para as pernas que apresentaram fratura do material contra 2,3 ($\pm 1,3$) nas pernas que não apresentaram fratura ($p = 0,08$).

A extensão da artéria femoral coberta pelos stents foi medida em milímetros e, em média, em média 274,17mm ($\pm 100,94$) para os casos de fratura e 230,83mm ($\pm 135,44$) nos casos sem fratura ($p=0,29$).

Vinte e cinco casos (69,4%) apresentaram calcificação arterial visível à radiografia simples, contra 11 (30,6%), porém, não houve associação entre a calcificação e a presença de fratura ($p = 1,00$).

Quanto às fraturas, houve 12 membros detectados (33,3%): 1 do tipo I (2,8%), 3 do tipo II (8,3%), 5 do tipo III (13,9%), 3 do tipo IV (8,3%) e nenhuma tipo V. Em 24 membros (66,7%) não houve fraturas detectáveis à radiografia simples em dois planos, ântero-posterior e perfil (Figura 4).

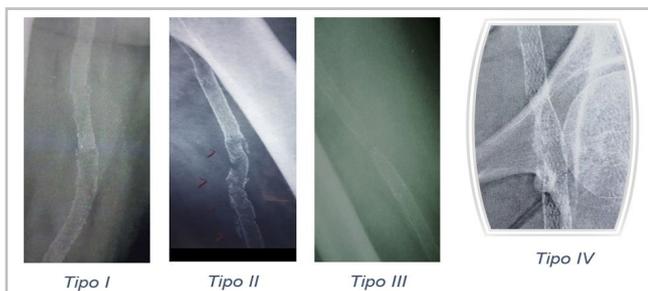


Figura 4. Tipos de fraturas: Tipo I (1 segmento roto - 1 caso), tipo II (2 ou mais segmentos rotos: 3 casos), tipo III (secção completa - 5 casos) e tipo IV (secção completa e deslocamento - 3 casos).

Em relação aos resultados do Doppler: 17 pacientes (47,2%) sem estenose, 9 pacientes (25%) com estenose >50% e 10 pacientes (27,8%) com oclusão (Tabela 2).

Ao incluir todos os resultados do estudo Doppler (sem estenose, estenose >50% e oclusão) não foi possível observar diferenças estatisticamente significantes ($p=0,37$). Todavia, é importante observar que as pernas sem estenose apresentaram proporção menor de fraturas (4/17 - 23,5%) do que as pernas com estenose >50% (3/9 - 33,0%) ou oclusão (5/10 - 50,0%).

Os resultados quando divididos em dois grupos (com ou sem obstrução), considerando a amostra relativamente pequena, pode-se observar também que o grupo sem obstrução, apresentou menor proporção de fratura (4/17 - 23,5%) do que o grupo com obstrução parcial ou total (8/19 - 42,1%). Apesar da diferença ser quase duas vezes maior, não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,30$).

Tabela 2. Resultados Doppler: sem estenose x estenose >50% x oclusão.

		Fratura		Total
		Sim	Não	
Doppler	Sem Estenose	Nº 4	13	17
		% 33,3%	54,2%	47,2%
	Estenose >50%	Nº 3	6	9
		% 25,0%	25,0%	25,0%
	Oclusão	Nº 5	5	10
		% 41,7%	20,8%	27,8%
	Total	Nº 12	24	36
		% 100,0%	100,0%	100,0%

Para minimizar o impacto das fraturas sobre o fluxo, o deságue distal também foi quantificado, registrando-se o número de vasos distais na perna. Observaram-se 11 (30,5%) casos com 1 artéria distal, 14 (38,8%) casos com 2 artérias distais e 11 (30,5%) casos com 3 artérias distais ($p=0,6$), não havendo, portanto, impacto estatístico sobre a dependência do deságue distal.

O tempo de pós-operatório foi ligeiramente maior nas pernas com fratura de material 67,9 ($\pm 29,0$) meses do que nas que não apresentaram fratura 51,8 ($\pm 28,6$) meses, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa ($p = 0,13$).

Os tipos de fraturas e os resultados do Doppler não tiveram influência no grau de comprometimento estrutural do stent e fluxo arterial ($p=0,33$) (Tabela 3).

Tabela 3. Incidência segundo o tipo de fratura.

	DOPPLER		Total
	Sem Obstrução	Obstrução Parcial/Total	
I	1	0	1 (2,8%)
II	0	3	3 (8,3%)
III	2	3	5 (13,9%)
IV	1	2	3 (8,3%)
Total	4	8	12 (33,3%)

DISCUSSÃO

Existe muita controvérsia sobre os efeitos das fraturas dos stents femorais no fluxo arterial. Vários autores creditam efeitos deletérios sobre o fluxo^{8,7,11-14}, enquanto que outros aventam que não há prejuízo ao fluxo do vaso tratado¹⁵⁻²⁰.

Fatores biomecânicos concorrem para que ocorra a fadiga do material por estresse oxidativo e movimentação excessiva do membro inferior. O próprio fluxo arterial pulsátil e a pequena diferença de potencial sobre a superfície do metal podem ocasionar o desgaste e a perda da estabilidade estrutural resultando em fratura²¹.

Em outro estudo semelhante, Nikanorov e cols. (2008) encontraram como ponto máximo de compressão axial e angulação, a transição entre a artéria femoral superficial distal e artéria poplíteia. Esses autores sugerem também que estas forças resultariam em trauma local repetitivo, agindo como estimuladoras da inflamação e ativação de células musculares lisas da camada média²².

Em interessante estudo de Smouse e cols. (2005), para avaliar a mobilidade do segmento fêmoro-poplíteo, foram realizadas angiografias nos membros inferiores de quatorze cadáveres, tendo sido comparadas as artérias com e sem implantes de stents. Os filmes foram gravados em posições que simulavam atos de deambulação, sentar, levantar e subir escadas.

Encurtamento e angulação foram as modificações mais frequentes e importantes. Alongamento e torsão não foram observados, devido às limitações do estudo. Porém, estas alterações, encurtamento e angulação, afetaram significativamente o desenho espacial das artérias, principalmente as que tiveram stents implantados²³.

Iida e colaboradores demonstraram em estudo com quarenta pacientes submetidos à angioplastia femoral incidência maior de fratura de stent no subgrupo pacientes que caminhavam mais de 5.000 passos por dia²⁴. No nosso estudo, pudemos observar incidência maior de fraturas nos pacientes mais jovens do que nos mais velhos com idade média 67,5 ±8,0 contra 73,4 ±10,2 anos respectivamente. Isso talvez indique que estes têm vida mais ativa, com maior atividade física do que os mais idosos, portanto mais propensos à ocorrência de fraturas, indicando haver tendência de associação entre fratura e menor idade, apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa ($p=0,09$).

Em outro estudo com cadáveres em que os pesquisadores implantaram marcadores de nitinol intra-arteriais no segmento fêmoro-poplíteo, pode-se observar à tomografia, maior compressão axial média na artéria poplíteia (de 11% para 25% $p=0,02$) e maiores graus de dobra no hiato adutor e na artéria poplíteia, comparados à artéria femoral superficial proximal ($p<0,05$)²⁵. Assim como ocorreu na análise feita por Ansari e cols. que também demonstraram alterações mais significativas como encurtamento axial, compressão do

lúmen e angulação da artéria femoral superficial distal e artéria poplíteia, durante os atos de caminhar, subir escadas e sentar²⁶.

Em nosso estudo não foi possível encontrar diferenças significativas quanto à localização dos stents no segmento fêmoro-poplíteo. Quando olhamos as taxas de fraturas por segmentos isolados da femoral superficial, que são acima de 40% nos segmentos proximal e médio, observamos que as menores taxas absolutas de fratura ocorreram quando havia stents implantados nos três segmentos proximal, médio e distal (12 de 36) e no segmento distal (8 de 28). Nesses, respectivamente, houve cerca de 33,3% e 28,5% de taxas de fraturas obtidas. Tomoi e cols. encontraram menor fluxo após três anos quando haviam implantado stents em segmentos isolados (spot stenting) do que stents em toda a femoral superficial (full coverage stenting)²⁷. Podemos considerar que existe a possibilidade de que quando há longa extensão de stents montados e sobrepostos, estes funcionem como complexo mecânico único, menos sujeito às ações de deformação, do que quando há áreas desnudas adjacentes a áreas cobertas por stents. Isso pode fazer interação de áreas mais rígidas com áreas menos rígidas favorecendo a angulação, torção e o estiramento. Esta mudança na rigidez axial próxima a áreas não cobertas por stents, levando a estresse biomecânico e fratura, foi evidenciada nos estudos em cadáveres^{28,23}. Porém um fato evidenciado em amostras de cadáveres mostra que a rigidez longitudinal é maior do que a rigidez circunferencial na artéria poplíteia e nos troncos infrapatelares do que na artéria femoral superficial proximal. Isso ocorre pela mudança do sentido das fibras de colágeno na parede arterial no sentido axial, compensando as forças de angulação em artérias distais doentes²⁹. Teoricamente, isto tornaria um longo segmento de stent mais estável no extremo distal, à medida que estaria interagindo com artéria poplíteia mais rígida longitudinalmente.

Praticamente, a totalidade dos pacientes (86% dos casos), se concentravam na classificação de Rutherford entre 3 e 5 antes dos procedimentos, ou seja, entre claudicação incapacitante e perda tecidual mínima. No pós-operatório, houve migração para os graus mais leves, entre 0 e 3 (97,1%), ou seja, entre

assintomático a claudicação incapacitante, indicando, de maneira geral, melhora clínica. Porém, no grupo de pacientes com fratura, apesar de ocorrer queda do valor absoluto na média de pontuação Rutherford, de 3,33 ($\pm 0,9$) para 1,25 ($\pm 1,5$), podemos observar desvio padrão e média maior no pós-operatório dos casos com fratura, indicando menor grau de melhora clínica.

A calcificação vascular é conhecida como fator limitante para a técnica endovascular, além de dificultar o remodelamento arterial pós-procedimento e diminuir a taxa de fluxo pós-implante do stent pelo aumento de estenose residual. Cerca de 30-50% dos pacientes com doença arterial periférica possuem algum grau de calcificação vascular³⁰. Encontramos calcificação vascular em 69,4% dos casos, porém não houve associação com a presença de fratura ($p= 1,00$).

O tratamento endovascular da doença obstrutiva femoral é realizado preferencialmente em casos de comprometimento localizado, em pacientes com graus de classificação TASC II A e B^{1,31}. Porém, há tendência atual em tratar os casos mais graves, TASC II C e D, pelo método endovascular inicialmente, visto que mesmo para a cirurgia aberta convencional há taxa maior de reintervenção, como mostraram Malas e cols. Esses autores demonstraram, em estudo retrospectivo, que pacientes submetidos ao "by-pass" tiveram taxa maior de reintervenção do que o grupo submetido à angioplastia com stent (54% versus 31% $p= 0,02$), e atribuíram este fato à gravidade dos pacientes com classificação C e D³².

A maioria dos estudos mostram que tratamentos realizados nas lesões C e D são acompanhados de maior índice de fraturas^{16,17,19,20}. Os pacientes classificados como TASC D, principalmente diabéticos do sexo feminino, com lesões recidivantes ou oclusão total crônica, são considerados com maior risco de re-estenose³³. Outros autores também demonstraram pior prognóstico e menores taxas de fluxo em pacientes com classificação TASC C/D^{34,35}.

Na nossa amostra, atribuindo valores às categorias A, B, C e D obtivemos média de pontuação de 3,3 ($\pm 0,7$) nos casos com fraturas contra 2,5 ($\pm 0,9$) nos sem fratura do stent ($p < 0,004$). Isso comprova de fato que a doença avançada no segmento fêmoro-poplíteo está associada à maior taxa de fratura de stent.

Apesar de alguns estudos terem relatado prognósticos piores para o sexo feminino^{33,34}, no nosso, não encontramos tal associação.

Em relação ao lado afetado, não houve diferença na incidência de fratura entre os membros inferiores, sendo o direito com 28,5% (6 de 21 casos) e o esquerdo com 40,0% (6 de 15 casos) de stents fraturados ($p=0,50$).

A área de cobertura da femoral superficial pelo stent foi levada em consideração por Scheinert e cols. que dividiram segmentos tratados em três grupos: ≤ 80 mm, >80 a 160 mm e > 160 mm, e encontraram frequência relativa de 13,2%, 42,4% ($p=0,05$) e 52% ($p<0,0001$) respectivamente. Isso mostra que com maiores áreas de cobertura, haveria também maior probabilidade de ocorrência de fraturas¹³. Lin e cols. também encontraram maior número de fraturas em oclusões mais longas de artéria femoral tratada com média de 209,8mm ($\pm 114,1$) $p=0,05$ ¹⁹. Em nosso estudo, tivemos média de área coberta de 274,17mm ($\pm 100,9$) entre os casos com fratura e observamos frequência relativa com áreas de cobertura <150 mm (20%), entre 150-300mm (55%) e >300 mm (29%) $p=0,1$. Tivemos maior proporção de fraturas em pacientes com cobertura entre 150-300mm de extensão, o que nos leva a pensar como Tomoi e cols. que encontraram fluxo primário maiores em pacientes submetidos à cobertura total da femoral em relação ao grupo com cobertura parcial (72% versus 53%, $p=0,014$)²⁷. A maioria dos autores que obtiveram taxas de fratura e patência muito baixas tiveram stents implantados em áreas curtas, geralmente menores que 100mm³⁶⁻³⁸.

O número médio de stents utilizados foi menor nas pernas que não tinham fratura do que nas que apresentavam fratura de stent ($2,3 \pm 1,3$ versus $3,1 \pm 1,3$ $p=0,08$). Um interessante estudo "in vitro" de Høi e cols., comprovou que em sobreposições de stents, sob fluxo pulsátil e baixa diferença de potencial, ocorre maior corrosão do metal do que em stents únicos²¹. Apesar desta constatação, nosso estudo mostrou que nos casos em que longos segmentos foram tratados, portanto, houve menos fraturas, talvez indicando que não somente a interação dos stents entre si exerça papel no desgaste. Em contrapartida outros fatores anatômicos locais talvez contribuam para a estabilização

do complexo endoprotético na luz arterial, diminuindo o desgaste da malha e o índice de fraturas.

O estudo Doppler é o exame de escolha para a vigilância dos procedimentos de revascularização convencional ou endovascular, por ser de baixo custo, não invasivo e facilmente reprodutivo. Observamos menor proporção de fratura no grupo sem obstrução ao Doppler (4 de 17 casos – 23,5%) do que nos grupos em que havia obstrução ou oclusão (8 de 19 casos – 42,1%). Apesar de não haver significância estatística ($p=0,3$), a diferença é quase duas vezes maior.

É sabido que o deságue distal exerce influência sobre a taxa de patência do stent. Analisando-se a média de vasos distais entre os pacientes com e sem fratura ($2,08 \pm 0,7$ contra $1,96 \pm 0,8$), não observamos diferença estatisticamente significativa ($p=0,6$), o que diminui o viés na análise e interpretação sobre a patência dos stents.

Não encontramos evidências de que o tempo de pós-operatório exercesse influência sobre o desgaste do material, o que nos faz pensar que uma vez bem adaptado com as características anatômicas locais individuais, o stent passe a ter menor desgaste e taxa de fratura.

Em relação ao tipo de fratura observamos que tivemos número maior de fraturas dos tipos II e III, 8 casos em 12, (66%), e que também havia maior taxa de comprometimento do fluxo, ou seja 6 entre 8 stents (75%) com estenose/occlusão. Este fato contrasta com dados da literatura que sugerem que fraturas mais simples (I e II) têm pouca significância clínica, enquanto que fraturas mais complexas (III a V) frequentemente causam mais estenoses¹².

CONCLUSÃO

As fraturas de stents são achado frequente no setor fêmoro-poplíteo, atingindo 33,3% dos casos, do presente estudo. Foram mais prevalentes nos casos de doença mais avançada TASC II C e D. Não houve associação entre o achado de fratura e a obstrução ou oclusão. Porém, são necessários estudos prospectivos controlados, com maior número de participantes para melhor análise dos efeitos das fraturas dos stents sobre leito endotelial arterial no setor fêmoro-poplíteo.

ABSTRACT

Endovascular treatment for femoropopliteal arterial disease has made revascularization procedures less invasive, but the self-expanding stents used can suffer great wear in arteries with extreme mobility. **Objective:** to evaluate the prevalence of fractures in stents implanted in the femoropopliteal segment, to identify predisposing factors and consequences on arterial patency. **Method:** between March and June 2019, thirty patients previously operated for femoropopliteal obstruction underwent stent X-rays in anteroposterior and lateral views to detect fractures and Doppler to analyze arterial patency. **Results:** we observed 12 cases with fractures (33.3%): 1 type I (2.8%), 3 type II (8.3%), 5 type III (13.9%), 3 type IV (8.3%) and no type V. According to the TASC II we had 1 in group B (8.3%), 6 in group C (50%) and 5 in group D (41.6%) $p < 0.004$. The number of stents per limb was 3.1 (± 1.3) in cases of fracture versus 2.3 (± 1.3) in cases without fracture ($p = 0.08$). The extension was 274.17mm (± 100.94) in cases of fracture and 230.83mm (± 135.44) in cases without fracture ($p = 0.29$). On Doppler we had: 17 patients (47.2%) without stenosis, 9 patients (25%) with stenosis $> 50\%$ and 10 patients (27.8%) with occlusion ($p = 0.37$). There was no correlation between fracture and arterial obstruction ($p = 0.33$). **Conclusion:** stent fractures are a frequent finding in the femoropopliteal area (33.3%), being more prevalent in cases of more advanced disease (C and D). There was no association between the finding of fracture and arterial obstruction.

Keywords: Stents. Self Expandable Metallic Stents. Angioplasty. Peripheral Arterial Disease. Femoral Artery.

REFERÊNCIAS

- Zeller T. Current state of endovascular treatment of femoro-poplital artery disease. *Vasc Med.* 2007;12(3):223-34.
- Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of Peripheral Artery Disease. *Circ Res.* 2015; 116(9):1509-26.
- Brito C, Duque A, Merlo I, Murilo R, Lauria V, editores. *Cirurgia Vascular: Cirurgia Endovascular, Angiologia.* 2a. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2002. 683–684 p.
- Grüntzig A, Hopff H. [Percutaneous recanalization after chronic arterial occlusion with a new dilator catheter (modification of the Dotter technique)]. *Dtsch Med Wochenschr.* 1974;99(49):2502-10, 2511. German.
- Palmaz JC, Richter GM, Nöldge G, Kauffmann GW, Wenz W. [Intraluminal Palmaz stent implantation. The first clinical case report on a balloon-expanded vascular prosthesis]. *Radiologe [Internet].* 1987;27(12):560-3. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/2964053>
- Cronenwett JL, Johnston KW. *Rutherford's Vascular Surgery E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2014.
- Adlakha S, Sheikh M, Wu J, Burket MW, Pandya U, Colyer W, et al. Stent fracture in the coronary and peripheral arteries. *J Interv Cardiol.* 2010;23(4):411–9.
- Jaff M, Dake M, Pompa J, Ansel G, Yoder T. Standardized evaluation and reporting of stent fractures in clinical trials of noncoronary devices. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007; 70(3):460-2.
- Allie DE, Hebert CJ, Walker CM. Nitinol stent fractures in the SFA. *Endovasc Today.* 2004;22–34.
- Rocha-Singh KJ, Zeller T, Jaff MR. Peripheral arterial calcification: Prevalence, mechanism, detection, and clinical implications. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83(6):E212–E220. [cited 2019 Aug 3]; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ccd.25387>
- Rits J, van Herwaarden JA, Jahrome AK, Krievins D, Moll FL. The Incidence of Arterial Stent Fractures with Exclusion of Coronary, Aortic, and Non-arterial Settings. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;36(3):339–45.
- Hüttl AB, Hüttl A, Vértes M, Nguyen DT, Bérczi Á, Hüttl K, et al. The presence of long and heavily calcified lesions predisposes for fracture in patients undergoing stenting of the first part of the subclavian artery. *J Vasc Surg.* 2019; 560-3.
- 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 [Internet].* 2005;45(2):312–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2004.11.026>
- Sakamoto Y, Yamawaki M, Araki Motoharu, Kobayashi N, Mori S, Tsutsumi M, et al. Comparison of 12-month angiographic outcomes between

- repeat drug-eluting stent implantation and drug-coated balloon treatment for restenotic lesion caused by stent fracture. *Heart Vessels* [Internet]. [cited 2019 May 5];1:3. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00380-019-01398-x>
15. Ferreira M, Lanziotti L, Monteiro M, Abuhadba G, Capotorto LF, Nolte L, et al. Superficial Femoral Artery Recanalization with Self-expanding Nitinol Stents: Long-term Follow-up Results. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007; 34(6):702-8.
 16. Iida O, Nanto S, Uematsu M, Ikeoka K, Okamoto S, Nagata S. Influence of Stent Fracture on the Long-Term Patency in the Femoro-Popliteal Artery. Experience of 4 Years. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2009;2(7):665–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcin.2009.04.014>
 17. Davaine JM, Quérat J, Guyomarch B, Brennan MA, Costargent A, Chaillou P, et al. Incidence and the clinical impact of stent fractures after primary stenting for TASC C and D femoropopliteal lesions at 1 year. *Eur J Vasc Endovasc Surg* [Internet]. 2013;46(2):201–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.05.016>
 18. Babaev AA, Kotwal A, Zavlunova S, Telis A. Stent Fractures in the Superficial Femoral Artery and Restenosis: How Strong Is the Association? *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2013;61(10):E1809. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735109713618094>
 19. Lin Y, Tang X, Fu W, Kovach R, George JC, Guo D. Stent fractures after superficial femoral artery stenting: Risk factors and impact on patency. *J Endovasc Ther*. 2015; 22(3):319-26.
 20. Wahab Hagag M, Tawfik A. Stent fracture after provisional stenting using four brands of nitinol stents in trans-atlantic inter-society consensus c and d femoropopliteal lesions: in 1 year's follow-up. *Egypt J Surg*. 2017; 36(3):283-90.
 21. Høl PJ, Gjerdet NR, Jonung T. Corrosion and metal release from overlapping arterial stents under mechanical and electrochemical stress – An experimental study. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2019 May 4 [cited 2019 Mar 3];93:31–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30769231>
 22. Nikanorov A, Smouse HB, Osman K, Bialas M, Shrivastava S, Schwartz LB. Fracture of self-expanding nitinol stents stressed in vitro under simulated intravascular conditions. *J Vasc Surg*. 2008; 48(2):435-40.
 23. Smouse HB, Nikanorov A, LaFlash D. Biomechanical forces in the femoropopliteal arterial segment. *Endovasc Today* [Internet]. 2005;(June):60–6. Available from: http://evtoday.com/2005/06/EVT0605_F3_Smouse.html/
 24. Iida O, Nanto S, Uematsu M, Morozumi T, Kotani J, Ichi, Awata M, et al. Effect of Exercise on Frequency of Stent Fracture in the Superficial Femoral Artery. *Am J Cardiol*. 2006;98(2):272–4.
 25. Poulson W, Kamenskiy A, Seas A, Deegan P, Lomneth C, MacTaggart J. Limb flexion-induced axial compression and bending in human femoropopliteal artery segments. *J Vasc Surg* [Internet]. 2018;67(2):607–13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.01.071>
 26. Ansari F, Pack LK, Brooks SS, Morrison TM. Design considerations for studies of the biomechanical environment of the femoropopliteal arteries. *J Vasc Surg* [Internet]. 2013;58(3):804–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2013.03.052>
 27. Tomoi Y, Soga Y, Takahara M, Fujihara M, Iida O, Kawasaki D, et al. Spot stenting versus full coverage stenting after endovascular therapy for femoropopliteal artery lesions. *J Vasc Surg* [Internet]. 2018 [cited 2019 May 22]; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.12.044>
 28. Fortier A, Gullapalli V, Mirshams RA. Review of biomechanical studies of arteries and their effect on stent performance. *IJC Hear Vessel*. 2014;4(1):12–8.
 29. Kamenskiy A V., Pipinos II, Dzenis YA, Lomneth CS, Kazmi SAJ, Phillips NY, et al. Passive biaxial mechanical properties and in vivo axial pre-stretch of the diseased human femoropopliteal and tibial arteries. *Acta Biomater*. 2014; 10(3):1301-13.
 30. Rocha-Singh KJ, Zeller T, Jaff MR. Peripheral arterial calcification: Prevalence, mechanism, detection, and clinical implications. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014;83(6):212–20.
 31. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR, et al. Inter-Society Consensus

- for the management of peripheral arterial disease (TASC II). *Int Angiol*. 2007;26(2):82–157.
32. Malas MB, Enwerem N, Qazi U, Brown B, Schneider EB, Reifsnnyder T, et al. Comparison of surgical bypass with angioplasty and stenting of superficial femoral artery disease. *J Vasc Surg*. 2014; 59(1):129-35.
 33. Iida O, Takahara M, Soga Y, Suzuki K, Hirano K, Kawasaki D, et al. Shared and differential factors influencing restenosis following endovascular therapy between TASC (Trans-Atlantic Inter-Society Consensus) II Class A to C and D lesions in the femoropopliteal artery. *JACC Cardiovasc Interv*. 2014; 7(7):792-8.
 34. Biagioni RB, Brandão GD, Biagioni LC, Nasser F, Burihan MC, Ingrand JC. Endovascular treatment of TransAtlantic Inter-Society Consensus II D femoropopliteal lesions in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg [Internet]*. 2019;69(5):1510–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.08.176>
 35. Davaine JM, Querat J, Kaladji A, Guyomarch B, Chaillou P, Costargent A, et al. Treatment of TASC C and D femoropopliteal lesions with paclitaxel eluting stents: 12 month results of the STELLA-PTX registry. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015;50(5):631–7.
 36. Laird JR, Jain A, Zeller T, Feldman R, Scheinert D, Popma JJ, et al. Nitinol Stent Implantation in the Superficial Femoral Artery and Proximal Popliteal Artery: Twelve-Month Results From the Complete SE Multicenter Trial. *J Endovasc Ther [Internet]*. 2014;21(2):202–12. Available from: <http://jet.sagepub.com/lookup/doi/10.1583/13-4548R.1>
 37. Ohki T, Angle JF, Yokoi H, Jaff MR, Popma J, Piegari G, et al. One-year outcomes of the U.S. and Japanese regulatory trial of the Misago stent for treatment of superficial femoral artery disease (OSPREGY study). *J Vasc Surg*. 2016;63(2):370-376.e1.
 38. Garcia L, Jaff MR, Metzger C, Sedillo G, Pershad A, Zidar F, et al. Wire-Interwoven Nitinol Stent Outcome in the Superficial Femoral and Proximal Popliteal Arteries: Twelve-Month Results of the SUPERB Trial. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8(5):e000937.

Recebido em: 05/02/2020

Aceito para publicação em: 16/04/2020

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Marcelo de Azevedo Daher

E-mail: mazdaher@live.com

