



Jornal Vascular Brasileiro

ISSN: 1677-5449

jvascbr.ed@gmail.com

Sociedade Brasileira de Angiologia e de  
Cirurgia Vascular  
Brasil

Barros Marques, Silvio Romero de; Lins, Esdras Marques; Andrade Aguiar, José Lamartine de;  
Albuquerque, Maria Claudia Sodré; Oliveira Rossiter, Renata de; Montenegro, Luciano Tavares;  
Vieira, Roberto José

Um novo substituto vascular: arterioplastia femoral em cães com remendo de membrana de  
biopolímero de cana-de-açúcar - avaliação hemodinâmica e histopatológica

Jornal Vascular Brasileiro, vol. 6, núm. 4, 2007, pp. 309-315

Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=245016529003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## ARTIGO ORIGINAL

# Um novo substituto vascular: arterioplastia femoral em cães com remendo de membrana de biopolímero de cana-de-açúcar – avaliação hemodinâmica e histopatológica

## *A new vascular substitute: femoral artery angioplasty in dogs using sugarcane biopolymer membrane patch – hemodynamic and histopathologic evaluation*

Silvio Romero de Barros Marques<sup>1</sup>, Esdras Marques Lins<sup>2</sup>, José Lamartine de Andrade Aguiar<sup>3</sup>, Maria Claudia Sodré Albuquerque<sup>4</sup>, Renata de Oliveira Rossiter<sup>5</sup>, Luciano Tavares Montenegro<sup>6</sup>, Roberto José Vieira<sup>6</sup>

### Resumo

**Contexto:** A obtenção de um substituto arterial ideal para o emprego nas reconstruções das artérias de pequeno e médio calibre é ainda o principal objetivo da maioria das pesquisas científicas desenvolvidas no campo dos substitutos vasculares. A membrana de biopolímero de cana-de-açúcar pode ser de grande utilidade para a realização das reconstruções arteriais em vasos de calibre inferior a 4 mm e assim permitir o tratamento de doenças que afetam milhões de pessoas no Brasil e em todo o mundo.

**Objetivo:** Avaliar do ponto de vista hemodinâmico e histopatológico o comportamento da membrana do biopolímero de cana-de-açúcar quando utilizada com remendo em arterioplastias femorais em cães.

**Método:** Oito cães adultos mestiços sob anestesia geral foram submetidos no Núcleo de Cirurgia Experimental do Centro de Ciências da Saúde-UFPE a velocimetria Doppler percutânea das artérias femorais direita e esquerda para controle pré-operatório. Sob condições de assepsia e anti-sepsia, os cães foram submetidos a arterioplastia femoral bilateral com remendos da membrana de biopolímero de cana-de-açúcar no lado esquerdo e de PTFE expandido (e-PTFE) no lado direito. Na primeira semana pós-operatória, os cães foram submetidos a avaliação clínica diária e semanal a partir do oitavo dia. A avaliação clínica consistiu no exame dos pulsos femorais, na avaliação da marcha e na observação da presença de tumor pulsátil, hematoma ou hemorragia e infecção da ferida operatória. Após 180 dias das arterioplastias, sob anestesia geral, procedeu-se nova fluxometria Doppler percutânea das artérias femorais. Os animais foram submetidos à dissecação das artérias femorais, medido o diâmetro arterial e realizada velocimetria Doppler trans-operatória em pontos proximal e distal à arterioplastia. A seguir foi realizada laparotomia e exposição da aorta abdominal para acesso arteriográfico. Os segmentos das artérias femorais com os remendos foram retirados para estudo histopatológico e os animais foram mortos com dose tóxica de anestésico.

**Resultados:** No período de avaliação de 180 dias, nos dois grupos, não foram observados casos de infecção da ferida operatória, dilatação, ruptura, falso-aneurisma ou trombose. Nos dois grupos foi encontrada, na superfície externa dos remendos, uma resposta inflamatória crônica com neutrófilos e linfócitos além de fibrose. Na superfície interna dos remendos, em ambos os grupos, foi encontrada fibrose. No grupo controle ocorreu invasão dos remendos de e-PTFE por fibroblastos.

**Conclusões:** Com base nos resultados obtidos com o modelo experimental utilizado, durante o período de observação de 180 dias, conclui-se que a membrana do biopolímero de cana-de-açúcar constitui-se em um substituto arterial adequado quando utilizado sob forma de remendos em artérias femorais de cães.

**Palavras-chave:** Prótese vascular, implante de prótese vascular, bioprótese e cana-de-açúcar.

### Abstract

**Background:** Achievement of an ideal arterial substitute to be used in the reconstruction of small- and medium-caliber arteries is still the main objective of most scientific research studies developed in the area of vascular substitutes. Sugarcane biopolymer membrane could be extremely useful to perform vascular reconstruction in arteries with diameter smaller than 4 mm, allowing treatment of diseases that affect millions of people in Brazil and worldwide.

**Objective:** To evaluate the hemodynamic and histopathologic behavior of sugarcane biopolymer membrane when used as a patch in femoral artery angioplasty in dogs.

**Method:** Eight adult mongrel dogs, under general anesthesia, underwent percutaneous Doppler velocimetry of the left and right femoral arteries for preoperative control at the Health Sciences Center Experimental Research Laboratory of Universidade Federal de Pernambuco. After being disinfected, the dogs underwent femoral artery patch angioplasty using a sugarcane membrane biopolymer patch on the left side and an expanded PTFE (e-PTFE) patch on the right side. The dogs underwent daily clinical evaluation for the first week and weekly thereafter. Clinical evaluation consisted of an examination of femoral artery pulses, gait assessment and verification as to whether there was any pulsatile tumor, bruising, hemorrhage or surgical wound infection. One hundred and eighty days after the angioplasties, percutaneous Doppler velocimetry of the femoral arteries was performed under general anesthesia. Next, the dogs underwent dissection of the femoral arteries, measurement of the arterial diameter and perioperative Doppler velocimetry proximally and distally to the artery angioplasty. Laparotomy was then performed to expose the abdominal aorta for angiographic access. The femoral artery segments with patches were harvested for histopathologic analysis, and the animals were sacrificed under a toxic dosage of anesthetic.

**Results:** At 180 days, no cases of surgical wound infection, aneurysm, rupture, pseudoaneurysm or thrombosis were observed in either group. A chronic inflammatory reaction with lymphocytes and neutrophils was seen in both groups on the outer surface of patches. Fibrosis was seen on the inner and outer surfaces of the patches. Invasion by fibroblasts of all e-PTFE patches occurred in the control group.

**Conclusions:** Based on the results obtained with the experimental model employed, for a 180-day period, it may be concluded that the sugarcane biopolymer membrane is an adequate arterial substitute when used as a patch in femoral artery angioplasty in dogs.

**Keywords:** Vascular prosthesis, vascular prosthesis implantation, bioprosthesis, sugarcane.

1. Professor titular, Cirurgia Vascular, Centro de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE.

2. Doutor. Professor substituto, Departamento de Cirurgia, CCS, UFPE, Recife, PE.

3. Doutor. Professor associado, Departamento de Cirurgia, CCS, UFPE, Recife, PE.

4. Professor substituto, Departamento de Cirurgia, CCS, UFPE, Recife, PE.

5. Residente de Patologia, Hospital das Clínicas, UFPE, Recife, PE.

6. Doutor. Professor adjunto, Departamento de Patologia, CCS, UFPE, Recife, PE.

Artigo submetido em 25.03.07, aceito em 01.10.07.

J Vasc Bras. 2007;6(4):309-315.

Copyright © 2007 by Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular

## Introdução

Nas artérias de pequeno diâmetro, o fechamento das arteriotomias, por diversas técnicas cirúrgicas, pode provocar redução da luz vascular, principalmente nas artérias de pequeno calibre. Essa redução é um fator limitante da reconstrução arterial que pode, porém, ser evitado com o emprego de um remendo<sup>1-5</sup>.

O conceito de arterioplastia com enxerto em remendo foi primeiro estabelecido por Carrel & Guthrie, em 1906. Apesar de ter seus fundamentos já estabelecidos, essa técnica cirúrgica só passou a ser amplamente utilizada a partir da descrição feita por Dos Santos, em 1946, da técnica de endarterectomia e dos trabalhos de Senning e Crawford et al., em 1959, que separadamente relataram o uso experimental e clínico dos enxertos em remendo, confirmando a hipótese de que estes ampliavam a luz vascular e evitavam a estenose após uma arteriotomia<sup>2-4,6</sup>.

Diversos tipos de materiais têm sido utilizados como remendo nas arterioplastias. Atualmente, os mais empregados são as veias autógenas, as próteses biológicas de pericárdio bovino e as próteses sintéticas de Dacron e de e-PTFE. As veias autógenas são mais indicadas nas angioplastias das artérias de pequeno e médio calibre, enquanto que o pericárdio bovino e as próteses sintéticas são mais empregadas nas artérias de grande calibre<sup>7-11</sup>.

Recentemente, um polissacarídeo extracelular produzido por síntese bacteriana a partir do melaço de cana-de-açúcar foi desenvolvido na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina da Universidade Federal Rural de Pernambuco<sup>12</sup>.

As membranas formadas a partir desse biopolímero foram processadas para aplicação como prótese cirúrgica no Núcleo de Cirurgia Experimental do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Foram avaliadas através de testes laboratoriais e apresentaram flexibilidade, baixa toxicidade, biocompatibilidade e resistência à ruptura<sup>13</sup>.

Essa membrana tem sido utilizada em diversas áreas da cirurgia experimental: na cicatrização de feridas cutâneas; na reconstrução ureteral; como substituto da membrana timpânica; entre outros. No entanto, não há relato

de estudos do seu comportamento como substituto arterial, exceto em trabalho de tese desenvolvido pelo nosso grupo<sup>14-18</sup>.

Dando seqüência à linha de pesquisa que utiliza a membrana do biopolímero de cana-de-açúcar em diversos experimentos de cirurgia reconstrutora de órgãos e tecidos, o objetivo deste trabalho é avaliar, do ponto de vista hemodinâmico e histopatológico, o comportamento dessa membrana como substituto da parede arterial sob a forma de remendos em artérias femorais de cães.

## Método

Entre janeiro de 2005 e junho de 2006 foram utilizados oito cães (*Canis familiaris*), adultos, uma fêmea e sete machos, com peso corporal médio de 15,4 kg.

Os animais ficaram alojados em biotério por período de 21 dias antes de iniciar o estudo. Receberam ração comercial, vacina anti-rábica e vermífida.

O jejum para alimentos sólidos foi observado nas 24 horas que antecederam a cirurgia para todos os animais.

Os cães foram anestesiados por via endovenosa com tiopental sódico (12,5 mg/kg), cloridrato de cetamina (2,5 mg/kg) e brometo de pancurônio (0,2 mg/kg). Após a tricotomia inguinal foi realizada a velocimetria Doppler percutânea das artérias femorais e, a seguir, a antiseptia com Povidine degermante®, sendo então colocados os campos cirúrgicos.

Foram então realizadas incisões cutâneas longitudinais com 5 cm de comprimento, nas regiões inguinais, para a exposição das artérias femorais direita e esquerda. Após a exposição, foram realizadas medidas do diâmetro arterial com paquímetro manual.

A seguir, foram realizadas arteriotomias longitudinais com retirada de um fragmento elíptico da parede arterial medindo 1,5 cm de extensão e com diâmetro igual a 1/3 do diâmetro arterial. Para corrigir os defeitos da parede arterial, foram realizadas arterioplastias femorais com remendos de e-PTFE no lado direito e da membrana de biopolímero de cana-de-açúcar no lado esquerdo, através de sutura contínua com fio de polipropileno cardiovascular 7.0 (Figura 1).



**Figura 1** - Arterioplastia femoral com remendo da membrana de cana-de-açúcar (note-se que a veia femoral também submetida a remendo com a membrana do biopolímero de cana-de-açúcar foi analisada em outro estudo)

Após recuperação anestésica, os animais foram encaminhados para gaiolas isoladas do biotério. A alimentação sólida foi liberada 8 horas após a cirurgia.

Na primeira semana pós-operatória, os cães foram submetidos a avaliação clínica diária e semanal a partir do oitavo dia. A avaliação clínica consistiu no exame dos pulsos femorais, na avaliação da marcha e na observação da presença de tumor pulsátil, hematoma ou hemorragia e infecção da ferida operatória. Cento e oitenta dias após a arterioplastia, os cães foram submetidos a nova cirurgia. Os cuidados pré-operatórios e a técnica anestésica foram repetidos. Procedeu-se nova velocimetria Doppler percutânea das artérias femorais e foram feitas incisões inguinais para exposição das artérias femorais, sendo então realizada velocimetria Doppler per-operatória das artérias femorais em pontos proximal e distal à arterioplastia e repetidas as medidas do diâmetro arterial com paquímetro manual.

A seguir, os cães foram submetidos a laparotomia para exposição e punção da aorta abdominal com Jelco<sup>®</sup> n° 18 e então foram realizadas arteriografias com contraste iodado (Conray<sup>®</sup>). Após a arteriografia e a avaliação macroscópica, foram retirados os segmentos arteriais contendo os remendos para estudo histopatológico. O material foi corado por hematoxilina e eosina e picrossírius (Figura 2).

Os experimentos realizados foram distribuídos em dois grupos estabelecidos de forma aleatória: Grupo I,



**Figura 2** - Arteriografia evidenciando femorais pervias (setas demonstrando o local dos remendos)

oito remendos arteriais com o biopolímero (grupo experimental); Grupo II, oito remendos arteriais com e-PTFE (grupo controle). Nesse estudo, cada animal foi o seu próprio controle.

O protocolo de pesquisa foi submetido à apreciação da Comissão de Bioética da Universidade Federal de Pernambuco, que o aprovou sem restrições.

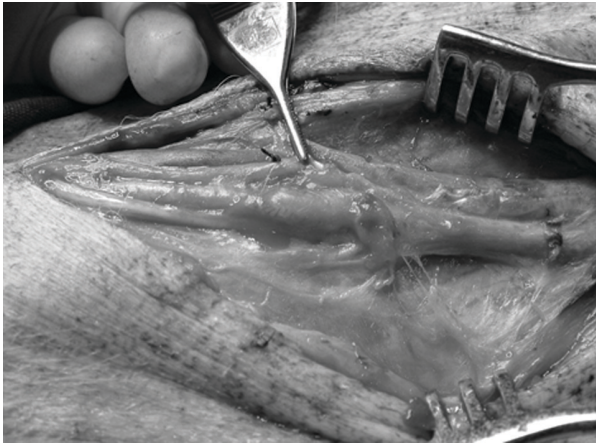
O nível de significância utilizado para as decisões de todos os testes estatísticos foi de 5%. Os dados foram digitados na planilha Excel e foram analisados através do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) na versão 11.

O tamanho da amostra de cada grupo foi determinado considerando o objetivo comparativo de diferença significativa entre os grupos em relação à média da variação do diâmetro (antes e após a arterioplastia). O nível de significância estabelecido foi de 5,0% (erro do teste). O poder do teste apresentou nível de 80%. A diferença mínima aceitável entre os dois grupos foi igual a 0,05 cm (ou 0,5 mm) em relação à variação do diâmetro antes e após a arterioplastia. Essa é a diferença a partir da qual se deseja obter diferença significativa. A razão entre os grupos foi igual a 1,00 significando a obtenção de tamanhos amostrais iguais nos dois grupos.

## Resultados

Todos os animais sobreviveram ao período estabelecido de 180 dias para observação clínica e realização da





**Figura 3** - Artéria femoral com remendo da membrana de cana-de-açúcar, após 180 dias

segunda cirurgia. Não foram encontrados casos de infecção, dilatação ou aneurisma, ruptura ou falso-aneurisma e trombose em nenhum dos grupos (Figura 3).

Nas avaliações antes e depois da arterioplastia, o sinal Doppler nas artérias femorais direita e esquerda esteve presente e apresentou onda de fluxo trifásica.

A arteriografia demonstrou que as artérias femorais, do grupo controle e do grupo experimental, não apresentavam trombose. O fluxo arterial principal ocorreu através destes vasos, não sendo observado desenvolvimento de padrão anômalo de circulação colateral. Não foram detectados dilatação ou falsos aneurismas nos dois grupos.

A medida dos diâmetros arteriais antes e 180 dias após as arterioplastias não mostrou diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ , utilizando o teste de Wilcoxon de postos sinalizados) (Tabela 1).

A avaliação histológica demonstrou a presença em todos os remendos dos dois grupos de uma reação inflamatória crônica mediada por linfócitos, neutrófilos sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos (teste exato de Fisher), além de fibrose na sua superfície externa. Na superfície interna ocorreu a formação de uma nova camada íntima contínua com a íntima da artéria receptora, constituída de fibrose. As novas camadas adventícia e íntima estavam firmemente aderidas às paredes dos remendos. Nos dois grupos não foi possível confirmar a presença de células endoteliais na superfície

interna, pois não foi utilizado o teste imunohistológico (Figura 4).

Nos dois grupos não foram encontrados focos de processo degenerativo ou áreas de calcificação. No grupo controle com os remendos de e-PTFe, ocorreu em todos casos a invasão dos remendos por fibroblastos (Figura 5).

### Discussão

Todos os substitutos atuais apresentam importantes limitações. As veias autógenas são escassas, as próteses biológicas apresentam altas taxas de dilatação aneurismática e calcificação e as próteses sintéticas têm alto custo financeiro e baixa resistência à infecção. Desta forma, permanece a busca por um substituto ideal, principalmente para aplicação em artérias de pequeno e médio calibre. Este material deve apresentar qualidades técnicas adequadas para a sua utilização em seres humanos, associadamente a um baixo custo de produção, de forma a permitir a sua ampla utilização<sup>7-11</sup>.

Atualmente, várias pesquisas têm avaliado o uso de novos materiais para a substituição de vasos sanguíneos. Algumas dessas têm sido direcionadas para o estudo de materiais produzidos a partir de substâncias sintetizadas por microrganismos, como por exemplo, a celulose bacteriana que foi utilizada na produção de próteses tubulares, por Klemm et al., em 2001, para a substituição da carótida de ratos<sup>19</sup>.

A arterioplastia com remendo é uma técnica de reconstrução de fácil execução e por isso tem sido empregada em estudos experimentais para a avaliação de novos substitutos arteriais<sup>20-29</sup>.

As principais complicações decorrentes do uso dos remendos arteriais são os mesmos observados com os enxertos tubulares: trombose, ruptura e falso-aneurisma, dilatação e infecção da ferida operatória<sup>20-29</sup>.

Estas complicações não ocorreram no presente estudo. Os resultados foram confirmados pela avaliação clínica e através da velocimetria Doppler além da arteriografia. A ausência de dilatação nas artérias femorais após implante dos remendos foi também confirmada pela medida do diâmetro das artérias femorais no local do implante dos remendos. A associação entre a

**Tabela 1** - Estatísticas do diâmetro das artérias femorais antes e após a arterioplastia, segundo o material (grupo) utilizado

Variáveis	Material utilizado		p
	Experimental (n = 8)	PTFE (n = 8)	
Diâmetro da artéria femoral antes da arterioplastia			
Média*	0,375	0,394	p <sup>†</sup> = 0,180
Mediana*	0,375	0,375	
Desvio padrão*	0,046	0,073	
CV (%)	12,344	18,511	
Mínimo*	0,300	0,300	
Máximo*	0,450	0,500	
Diâmetro da artéria femoral após a arterioplastia			
Média*	0,381	0,394	p <sup>†</sup> = 0,157
Mediana*	0,400	0,400	
Desvio padrão*	0,037	0,050	
CV (%)	9,758	12,585	
Mínimo*	0,300	0,300	
Máximo*	0,400	0,450	
Varição (medida após – medida antes)	0,006	0,000	p <sup>†</sup> = 0,317
Média*			
Mediana*	0,000	0,000	
Desvio padrão*	0,032	0,038	
CV (%)			
Mínimo*	-0,050	-0,050	
Máximo*	0,050	0,050	
p	p <sup>†</sup> = 0,564	p <sup>†</sup> = 1,000	

CV = coeficiente de variação.

\* Medida em cm.

† Através do teste de Wilcoxon de postos sinalizados.

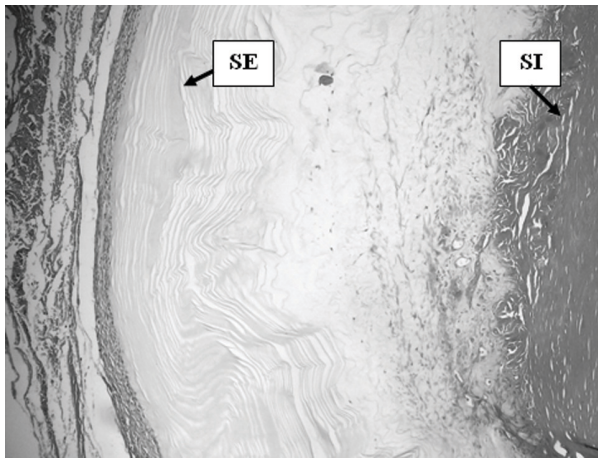
fluxometria Doppler e a arteriografia permitiu a adequada avaliação da circulação arterial, pois possibilitou a análise tanto da morfologia como das características do fluxo sanguíneo das artérias femorais.

As complicações com o uso dos remendos arteriais podem ser causadas por falha do material utilizado como remendo, como observado por Pena & Husni, que relataram 20% de trombose em arterioplastias femorais com remendos de Dacron em cães e por McCready et al., ao utilizar a submucosa intestinal porcina como

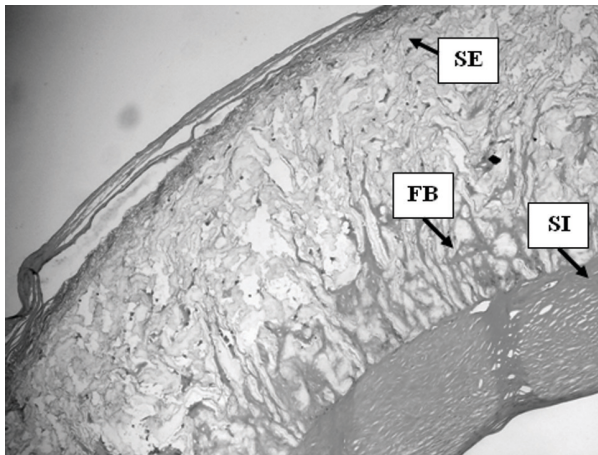
remendo em arterioplastias da carótida e obter 10% de falsos-aneurismas<sup>24,29</sup>.

Da mesma forma, Menon et al. encontraram 35% de trombose em arterioplastias femorais e da carótida com remendos de Dacron comparado a 25% de trombose com remendos de veias autógenas, demonstrando a superioridade dos remendos de veias autógenas<sup>22</sup>.

O processo de cicatrização dos remendos da membrana de cana-de-açúcar foi caracterizado pela presença na superfície externa de uma reação inflamatória



**Figura 4** - Remendo da membrana do biopolímero de cana-de-açúcar (aumento de 3,5 x no microscópio óptico, corado por picosírius) com inflamação crônica na superfície externa (SE) e fibrose na superfície interna (SI)



**Figura 5** - Invasão do remendo de e-PTFE (aumento de 3,5 x no microscópio óptico, corado por hematoxilina-eosina) por fibroblastos (FB) e reação inflamatória crônica na sua superfície externa (SE). Fibrose na superfície interna (SI)

crônica mediada por linfócitos e neutrófilos além de fibrose. Na superfície interna desses remendos foi observado o desenvolvimento de uma camada íntima formada por fibrose. Esse processo é similar ao observado na cicatrização de materiais sintéticos como o e-PTFE<sup>9-11,28</sup>.

Ainda de forma semelhante aos remendos de e-PTFE, não foram observados nos remendos da membrana de cana-de-açúcar focos de processo degenerativo com perda da sua integridade como acontece com

remendos de veias ou artérias autógenas. Nos dois grupos, a rara presença de macrófagos confirma o baixo teor de antígenos dos materiais. Não foram encontrados focos de calcificação, como observado na cicatrização das próteses biológicas<sup>20,22,24,28</sup>.

De forma diferente dos remendos de e-PTFE, os remendos da membrana de cana-de-açúcar não permitiram a invasão de fibroblastos. A penetração de células nos remendos de e-PTFE ocorre devido à presença de microporos na sua estrutura. Esse processo tem sido descrito na literatura e é importante para a completa cicatrização dos remendos. A membrana de biopolímero de cana-de-açúcar não possui poros e, portanto, não permitiu a invasão dos fibroblastos, porém as novas camadas íntima e adventícia estavam firmemente aderidas, respectivamente, às faces interna e externa dos remendos<sup>9-11,30,31</sup>.

## Conclusão

Com base nos resultados obtidos com o modelo experimental utilizado, durante o período de observação de 180 dias, conclui-se que a membrana do biopolímero de cana-de-açúcar constitui-se em um substituto arterial adequado quando utilizado sob forma de remendos em artérias femorais de cães.

## Referências

1. De Bakey ME, Crawford ES, Morris GC, Cooley DA. [Patch graft angioplasty in vascular surgery](#). J Cardiovasc Surg (Torino). 1962;3:106-41.
2. Carrel A, Guthrie CC. [Anastomosis of blood vessels by the patching method and transplantation of the kidney](#). JAMA. 1906;47:1648-51.
3. Senning A. [Strip-graft technique](#). Acta Chir Scand. 1959;118:81.
4. Crawford ES, Beall AC, Ellis Jr PR, De Bakey ME. A technique permitting operation upon small arteries. Surg Forum. 1959;10:671-5.
5. Haimovici H. Angioplastia com enxertos em remendo. In: Haimovici H, Ascer E, Hollier LH, Strandness Jr., Towne JB, editors. Haimovici cirurgia vascular princípios e técnicas. 4ª ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 1999. p. 250-6.
6. Dos Santos JC. Sur la désobstruction des thromboses artérielles anciennes. Mem Acad Chir. 1947;73:409-11.
7. Xue L, Greisler HP. [Biomaterials in the development and future of vascular grafts](#). J Vasc Surg. 2003;37:472-80.
8. Leon L, Greisler HP. [Vascular grafts](#). Expert Rev Cardiovasc Ther. 2003;4:581-94.

9. Chakfé N, Dieval F, Thaveau F, et al. Substituts vasculaires. EMC techniques chirurgicales. Chir Vasc. 2003;43(008):1-12.
10. Sauvage LR. Comportamento biológico dos enxertos no sistema arterial. In: Haimovici H, Ascer E, Hollier LH, Strandness Jr. E, Towne JB. Haimovici cirurgia vascular princípios e técnicas. 4ª ed. Rio de Janeiro: DiLivros; 1999. p. 157-92.
11. Gonzalez J, Mafei FHA, Moura R. Próteses e enxertos vasculares. In: Mafei FHA, Lastória S, Yoshida WB, Rollo HA, editores. Doenças vasculares periféricas. 3ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2002; p. 789-800.
12. Peterson-Beedle M, Kennedy JF, Melo FAD, Lloyd LL, Medeiros V. A cellulosic exopolysaccharide produced from sugar-cane molasses by *Zoogloea* sp. Carbohydrate Polymers. 2000;42:375-83.
13. Castro CMMB, Aguiar JLA, Melo FAD, Silva WTF, Marques E, Silva DB. Citotoxicidade de biopolímero de cana-de-açúcar. An Fac Med Univ Fed Pernambuco. 2004;49:119-23.
14. Coelho MCOC, Carrazoni PG, Monteiro VLC, Melo FAD, Mota RA, Tenório Filho F. Biopolímero produzido a partir da cana-de-açúcar para a cicatrização cutânea. Acta Cir Bras. 2002;17(Supl 1):11-3.
15. Chagas HM, Aguiar JLA, Andrade RT, Montoro M, Vilar FO, Lima SVC. Uso da membrana de biopolímero de cana-de-açúcar na reconstrução uretral. Anais do 30º Congresso Brasileiro de Urologia; 2005 Out; Brasília, BR. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Urologia; 2005.
16. Silva DB, Aguiar JLA, Marques A, Coelho ARB, Rolim Filho EL. Meringoplastia com enxerto livre de membrana de biopolímero de cana-de-açúcar e fâscia autóloga em Chinchilla laniger. An Fac Med Univ Fed Pernamb. 2006;51:45-51.
17. Marques SRB. Um novo substituto vascular: estudo experimental com biopolímero de cana-de-açúcar [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2007.
18. Lins EM. Membrana de biopolímero de cana-de-açúcar como remendo em arterioplastias femorais em cães [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2007.
19. Klemm D, Schumann D, Udhardt U, Marsch S. Bacterial synthesised cellulose: artificial blood vessels for microsurgery. Prog Polym Sci. 2001;26:1561-603.
20. Rossi NP, Koepke JA, Spencer FC. Histologic changes in long-term arterial patch grafts in coronary arteries. Surgery. 1965;57:335-42.
21. Wagner M, Ruel G, Teresi J, Kaiser K. The use of spandex as a vascular patch graft material. Surg Gynecol Obstet. 1968;96:805-7.
22. Menon SM, Talwar JR, Roy S, Gopinath N. Comparison of Dacron velour and venous patch grafts for arterial reconstruction. Surgery. 1973;73:423-8.
23. Norton LW, Spencer FC. Long-term comparison of vein patch with direct suture. Technique of anastomosis of small arteries. Arch Surg. 1964;89:1083-8.
24. Pena LI, Husni EA. A comparative study of autogenous vein and Dacron patch grafts in the dog. Arch Surg. 1968;96:369-72.
25. Sarac T, Carnevale K, Smedira N, et al. In vivo and mechanical properties of peritoneum / fascia as a novel arterial substitute. J Vasc Surg. 2005;41:490-7.
26. Thomazine JA, Freitas MAS, Lachat JJ, Coutinho Neto J, Cherri J. Structural and ultrastructural study of the luminal surface of femoral arteries of dogs submitted at arterioplasty with implants of prosthesis manufactured from natural latex of Hevea Brasilienses. Acta Microscópica. 2001;2:263-4.
27. Greca FH, Noronha L, Costa FDA, et al. Estudo comparativo da biocompatibilidade da submucosa intestinal porcina e pericárdio bovino como enxerto na veia cava de cães. Acta Cir Bras. 2005;20:317-22.
28. Benzel EC, McMillan R, Fowler MR, Landreneau MD, Kesterson L, Payne DL. Histological comparison of autogenous canine fascia lata, Gore-Tex, lyophilized human fascia lata, and autogenous canine vein for vascular patch graft material in a canine arteriotomy model. Neurosurgery. 1992;31:108-13.
29. McCready RA, Hodde J, Irwin RJ, et al. Pseudoaneurysm formation in a subset of patients with small intestinal submucosa biologic patches after carotid endarterectomy. J Vasc Surg. 2005;41:782-8.
30. Teixeira J, Morais Y, Aguiar L. Comparison of processed bovine internal mammary arteries and autologous vein as arterial femoral substitutes in dogs: blood compability and pathological characteristics. Can J Surg. 1989;32:180-7.
31. Bernades CHA, Nigro AJT. Comparison between biological prosthesis constituted of autogenous superficial femoral vein or human umbilicus cord vein interposed between two femoral artery stumps: an experimental study in dogs. Acta Cir Bras. 1996;11:76-81.

---

Correspondência:  
Esdras Marques Lins  
E-mail: esdraslins@uol.com.br