







Improving a training model for vascular surgical techniques

Aperfeiçoando um modelo de treinamento para técnicas cirúrgicas vasculares

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior^{1,2} , Edson Yuzur Yasojima^{1,2} , Rosa Helena de Figueiredo Chaves² ,
Flávia Beatriz Araújo de Albuquerque² 

Abstract

We describe a low-cost model for training vascular surgical techniques. The model is constructed from cylindrical latex balloons filled with gelatin and fixed to a board for support. Arterial sutures, end-to-side and end-to-end anastomoses, patch, vascular shunt placement, and thromboembolectomy were simulated.

Keywords: surgery; vascular surgical procedures; anastomosis; models; medical education.

Resumo

Descreve-se um modelo de baixo custo para o treinamento de técnicas cirúrgicas vasculares; o modelo foi montado com balões cilíndricos de látex, preenchidos com gelatina e fixados a uma placa de suporte. Foram simuladas arteriorrafias, anastomoses término-laterais e término-terminais, *patch*, colocação de *shunt* vascular e tromboembolectomia.

Palavras-chave: cirurgia; procedimentos cirúrgicos vasculares; anastomose; treinamento; educação médica.

How to cite: Góes Junior AMO, Yasojima EY, Chaves RHF, Albuquerque FBA. Improving a training model for vascular surgical techniques. J Vasc Bras. 2019;18:e20190032. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.190032>

¹ Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil.

² Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Belém, PA, Brasil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: April 12, 2019. Accepted: June 17, 2019.

The study was carried out at Grupo de Pesquisa Experimental, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brasil.

■ INTRODUCTION

Construction of vascular anastomoses is a common procedure in many types of surgery. This is because its primary objective is reestablishment of blood flow to organs and tissues, which is a procedure that is necessary in many different specialties in addition to vascular surgery itself, including trauma surgery, organ transplantation, and construction of patches and reimplantation in plastic surgery.¹⁻⁴

Currently, the majority of general surgery residents' training is conducted on human beings, with demonstrations by more experienced surgeons.^{1,5} However, construction of vascular anastomoses requires significant exposure, dissection, and temporary occlusion of the vessel, increasing the risk of complications, particularly when performed by an inexperienced surgeon.⁶ The best way to acquire and develop this skill is through training with experimental models.⁴

Simulators are inanimate models developed for training a specific technical or motor skill; and simulations are the various different situations in which use of this technical skill is part of the competence being trained.² Simulations are important in medical education because they enable a range of different skills to be trained, improving patient safety.^{5,7}

Another objective of simulation is to develop simpler and more functional training methods, using the lowest possible number of animals for experimentation, thereby adhering to the 3 Rs policy (refinement, replacement, and reduction).⁴ This is why the American College of Surgeons considers use of skills training models and simulators for accreditation of specialists rather than animal models.⁸

Among the training models most widely used today, "bench models" are of particular interest because they employ inanimate materials – whether artificial (rubber or foam structures) or biological (bovine tongue and other animal viscera) – that are low cost, but enable the basic principles of surgery to be taught.^{3,4}

There are many different biological models for practicing vascular anastomoses, mostly involving animal viscera.^{4,7} The current initiative within the scientific community is to diversify use of already-existing teaching models to continue the trend to reduce use of animals, in addition to reducing risks and optimize surgery time in humans.^{4,5}

■ OBJECTIVE

To present a reproducible, low-cost experimental model for training vascular anastomoses that can also be adapted for other surgical techniques, such as

patches and embolectomy, using inflatable balloons and gelatin.

■ METHOD

This is an experimental study describing an application of inflatable balloons and gelatin to construct a model for training vascular surgical techniques.

Materials employed to construct the model and perform the procedures:

Latex balloons (28 cm long and 5 mm in diameter) colored red, blue, and white to simulate arteries, veins, and synthetic tissue, respectively; a white plastic kitchen chopping board (size: 40.5 cm x 26.0 cm x 7.0 mm); a 110 g pot of commercial gelatin (of the type sold for children to play with); double-sided adhesive tape; 5.0 polypropylene cardiovascular surgery sutures; a 5 mL syringe; a number 4 Fogarty catheter®; and a vascular shunt (vascushunt – Edwards Lifesciences®). Instruments used: Mayo Hegar tungsten carbide-tipped needle holders; two Bulldog Dieffenbach clamps; two curved and two straight Kelly clamps; a Debaquey tweezer and Mayo scissors.

Using eight latex balloons, it was possible to simulate the surgical techniques described below.

Assembly and use of the model:

The 5 mL syringe was used to inject 10 mL of gelatin into the lumen of each balloon, tying a knot in the open extremity to maintain the contents inside. External compression maneuvers were used to distribute the gelatin content uniformly along the length of the balloon. The balloon was then attached to the plastic board using double-sided tape (Figure 1).

Grafts and patches were constructed according to the basic principles of vascular anastomosis described by Carrel,⁹ Guthrie,¹⁰ and Rutherford,¹¹ using 5.0 polypropylene cardiovascular sutures (Figure 2).

Several different types of anastomoses were tested using the same experimental model: end-to-end, side-to-side, and end-to-side, as shown in Figure 3. Vascular shunt insertion and patching were also tested, simulating a carotid endarterectomy, and a thromboembolectomy was simulated using a Fogarty catheter® (Figure 4).

Patency of the anastomoses was confirmed by redistribution of the intraluminal gelatin after removal of the Bulldog clamps and leakage of gelatin between the stitches of vascular sutures was also evaluated (anastomoses, lateral sutures, and patch).

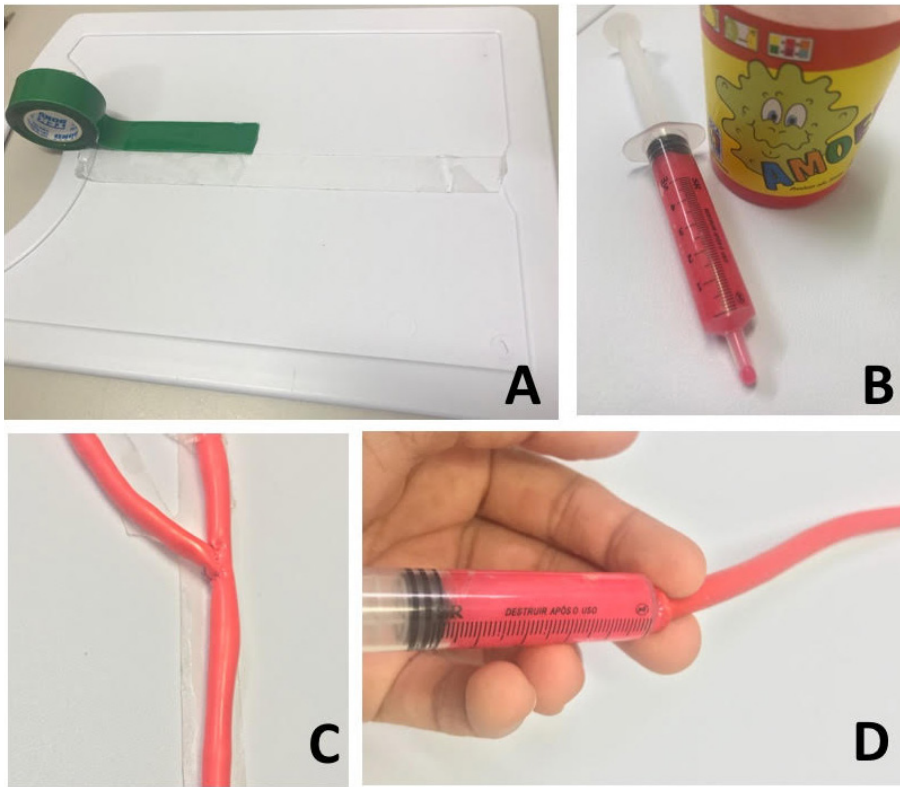


Figure 1. Materials employed to assemble the model: plastic board and double-sided adhesive tape (A); 5 mL syringe and gelatin (B); model of the carotid bifurcation already fixed to the plastic board (C); injection of gelatin into the balloon using the 5 mL syringe (D).

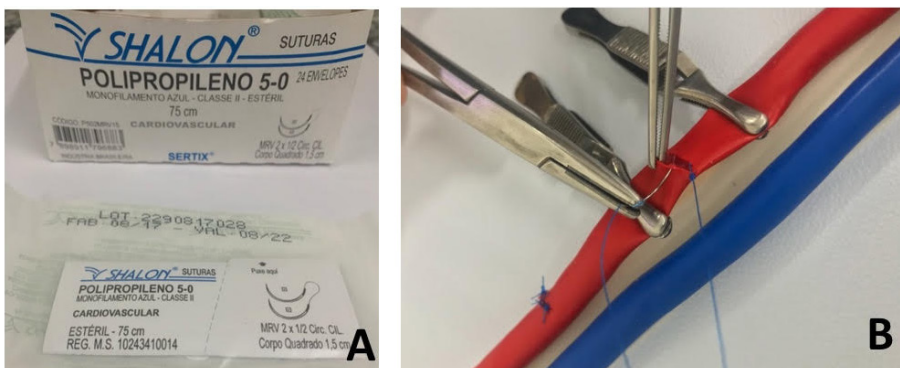


Figure 2. Vascular sutures: threads used (A); simulation of arteriorrhaphy (B).

RESULTS

After completion of the sutures, good coaptation of edges was observed and all anastomoses were patent, as demonstrated by redistribution of the intraluminal gelatin after release of the clamps.

It proved possible to perform the following vascular surgical techniques: lateral suture (arteriorrhaphy), end-to-end, side-to-side, and end-to-side anastomoses, simulating construction of grafts and patches,

thromboembolectomy, and placement of a temporary vascular shunt.

No significant leakage of gelatin was seen, but, since this is a colloid substance, with gradual dispersal, discrete leakage between stitches was observed and in some cases through the orifices created by transfixing the balloon with the needle.

The total cost of the model produced was R\$ 88.99, as illustrated in Table 1. This does not include the costs of permanent materials, such as the surgical instruments.

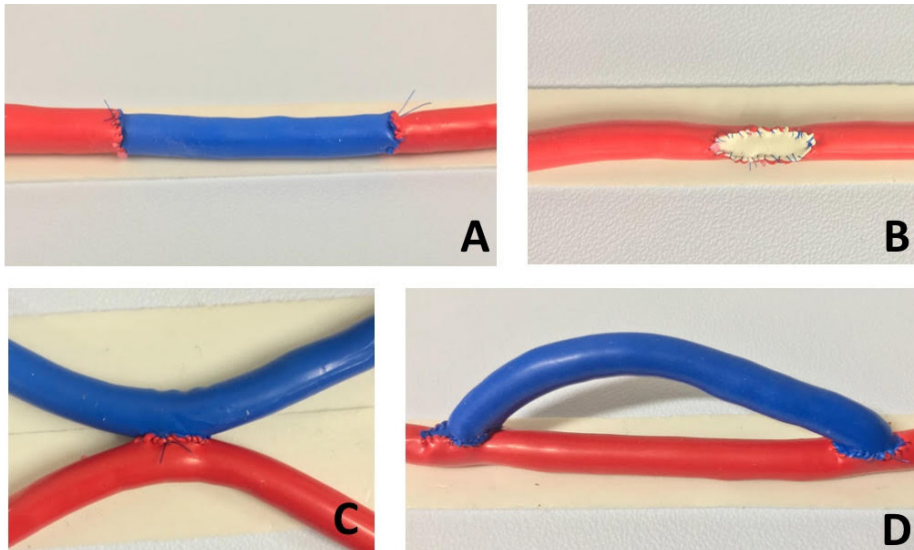


Figure 3. Simulations performed: graft with end-to-end anastomoses (A); patch (B); side-to-side anastomosis (C); and graft with end-to-side anastomoses (D).

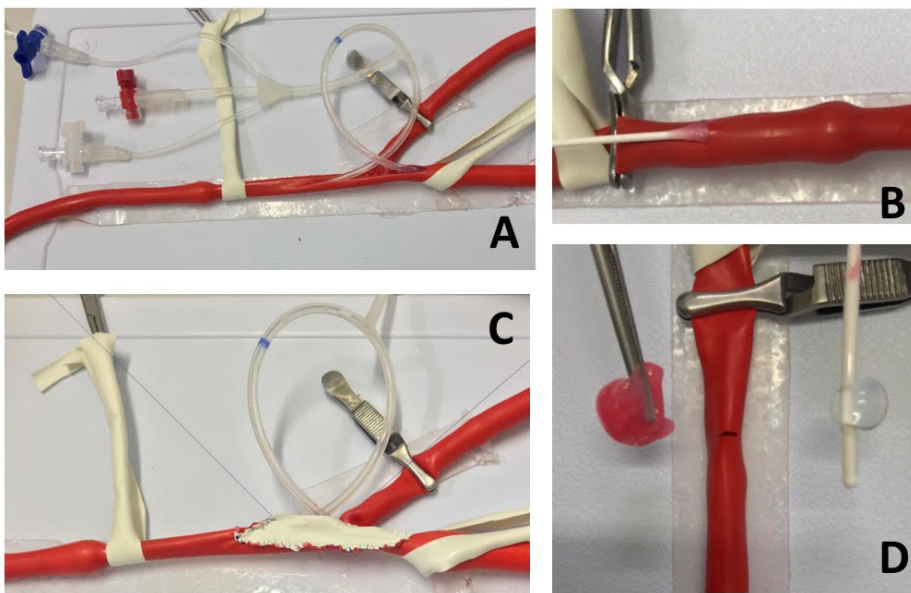


Figure 4. Carotid endarterectomy scenario: implant of carotid shunt (A) and construction of patch (C). Simulation of thromboembolism: traction of inflated catheter in an intraluminal position (B); fragment of gelatin removed (simulating the thrombus) and the Fogarty catheter® used (D).

Table 1. Costs related to the training model.

Description	Unit cost
Bag of cylindrical balloons containing 50 units	4.49
Plastic chopping board	5.59
Double-sided adhesive tape	10.50
Box of sutures (5.0 polypropylene cardiovascular sutures) containing 24 units	68.41
Total	88.99

DISCUSSION

Use of simulators to hone surgical skills was validated many years ago; but cadavers and experimental animals are still the models most widely used.⁴ Since the Arouca Law (nº 11.794/08)¹² was passed, one of the scientific community’s objectives has been to diversify simulation models, reducing use of animals

and enabling repetitive training of surgical techniques, producing better-prepared newly-qualified surgeons and reducing patient risk.

Many different models for training vascular sutures have been described in the literature. Using surgical microscopes, both Webster and Ely¹³ and Lima et al.¹⁴ have described training for sutures and end-to-end anastomoses using 0.6 and 1 mm silicone tubes and boards. They used nylon threads with gauges varying from 8-0 to 10-0 and after initial training with silicone, used live rats and the limbs of slaughtered birds to refine the technique.^{13,14}

Models using organic materials include chicken trachea and esophagus, simulating the consistency of arteries and veins respectively,⁷ vessels from bovine tongue,⁴ and recently-amputated human limbs.⁵ However, precautions must always be taken when using these materials because of the risk of biological contamination. These precautions include: use of protective devices such as gloves, masks, and goggles, appropriate disposal of the organic material, and care with laboratory hygiene.

A model described by Graham et al.¹ employed vegetables with tubular structures, such as green beans and yardlong beans, describing it as a low-cost model for training end-to-end anastomosis. The consistency and malleability of those vegetables probably would not be suitable for more refined techniques, such as the end-to-side anastomoses, patches, and others described in the present study.

Use of latex balloons for training vascular anastomoses was described by Sarmiento et al.,¹⁵ who reported that their malleability, cylindrical shape, thinness, and internal lumen were all similar to blood vessels. In that model, the balloons were not filled with any intraluminal contents, in contrast with the present study, in which gelatin was used, so that the balloons would remain turgid. Another difference in relation to the model previously proposed is the balloons' attachment: in the previous model, the balloons were suspended by screws over a supporting board and were not maintained in contact with its surface.

In a pilot phase of this study, the balloons were fixed to the boards at their extremities only, using metal staples. However, it was found that when the balloon was fully sectioned transversely, prior to end-to-end anastomosis, it became loose, being attached only by the staples. In a real-life situation, vessels remain attached to the adjacent tissues, conferring relative immobility and facilitating sutures, which is why the staples were substituted with double-sided tape along the entire length of the balloon.

Without increasing the cost unduly, the adherence provided by the tape and maintenance of the balloon's

turgidity with the gelatin made the model more faithful. These modifications also made it possible to train not only sutures and anastomoses, but also more complex procedures, such as thromboembolectomy and placement of vascular shunts.

In addition to the low cost, other advantages observed include the fact that along the length of a single balloon (28 cm), several vascular sutures/anastomoses can be practiced and, since none of the materials employed are perishable, they can be stored for long periods.

In the majority of low-cost models of vascular anastomosis, one limitation is related to evaluating the quality of the distance between stitches, since in these synthetic models there are no coagulation factors to reduce leakage between stitches.^{1,15} Even though spacing of approximately 1 mm between stitches was maintained, discrete leakage of gelatin was observed, which was expected because of the physical characteristics of the material. However, the peculiar expansivity of the gelatin also made it possible to attest to the patency of anastomoses, since once the clamps had been removed, the gelatin moves to fill the space; other models depend on intraluminal injection of liquid to test the patency of anastomoses.^{1,5,7,15}

During the pilot phase, a model was tested using 6-0 polypropylene sutures. Although it was possible to complete all of the procedures, the suture must be tractioned more carefully, because the friction between the thread and the latex of the balloon can cause the suture to break more easily when pulled. Numbers 3 and 4 Fogarty catheters were also tested. While it was possible to remove intraluminal gelatin with both of them, it was found during the initial phase of training that with the number 3 catheter the balloon may burst more easily during manipulation.

We consider that it is worthwhile setting a training schedule that correlates all of the different techniques simulated, with the objective of representing what would be encountered in real situations. For example: for "construction" of an arterial bifurcation, it is necessary to perform an end-to-side anastomosis, followed by (on the same structure) a transverse "arteriotomy" simulating an embolectomy at the level of the femoral bifurcation, or a longitudinal "arteriotomy" (as at the carotid sinus), demonstrating placement of a shunt and synthesis with a patch.

This model was initially developed for a trauma surgery course developed by one of the authors and delivered at our institution. On that course, general surgery residents simulated arteriorrhaphy and end-to-end anastomoses. The model was later refined for use to train the other procedures described. During this phase, simulations of procedures were

performed by one of the authors, a vascular surgeon, aided by undergraduate research fellows attached to the experimental research team at our Medical Faculty. Our objective in publishing this article was to share the instructions for assembly of the model; the study will be continued and will assess the degree of satisfaction and the impact on users' training.

The procedures were conducted on this model with and without the aid of optical magnification with a microsurgery loupe and we believe that the model can also be used for technical refinement, to practice use of optical magnification.

REFERENCES

- Graham HD, Teixeira RKC, Feijó DH, et al. Treinamento de anastomoses vasculares de baixo custo: o cirurgião vai à feira. *J Vasc Bras.* 2017;16(3):262-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.000817>. PMID:29930658.
- Sigounas VY, Callas PW, Nicholas C, et al. Evaluation of simulation-based training model on vascular anastomotic skills for surgical residents. *Simul Healthc.* 2012;7(6):334-8. <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0b013e318264655e>. PMID:22960701.
- Akhtar KS, Chen A, Standfield NJ, Gupte CM. The role of simulation in developing surgical skills. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2014;7(2):155-60. <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-014-9209-z>. PMID:24740158.
- Garbin MS, Silva AR, Studart SV, Leme PLS. Uso de modelo experimental de anastomose látero-lateral microcirúrgica no ensino de habilidades cirúrgicas na graduação. *Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo.* 2017;62(3):146-9.
- Sierra-Juárez MA, Cruz-Romero CI, Godínez-Vidal AR, Durán-Padilla MA. Programa de entrenamiento en reparación vascular en modelo experimental para residentes de cirugía general. *Cir Cir.* 2018;86(6):481-4. <http://dx.doi.org/10.24875/CIRU.18000163>. PMID:30361717.
- Freire LMD, Gobbi GB, Dal Fabbro IM, Menezes FH. Experimental Model for Sutureless Proximal Anastomosis by the Viabahn Open Revascularization TEchnique (VORTEC). *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2016;31(6):440-3. <http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20160087>. PMID:28076621.
- Achar RAN, Lozano PAM, Achar BM, Pereira Filho GV, Achar E. Experimental model for learning in vascular surgery and microsurgery: esophagus and trachea of chicken. *Acta Cir Bras.* 2011;26(2):101-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502011000200005>. PMID:21445471.
- Motta E, Baracat E. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. *Rev Med (São Paulo).* 2018;97(1):18-23. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v97i1p18-23>.
- Carrel A. La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation de viscères. Lyon: Association Typographique; 1902.
- Guthrie CC. Some physiologic aspects of blood vessels surgery. *JAMA.* 1908;51(20):1658. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1908.25410200006001a>.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Guimarães MV, Freire JEC, Menezes LMB. Utilização de animais em pesquisas: breve revisão da legislação no Brasil. *Rev Bioet.* 2016;24(2):217-24. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-8042201624121>.
- Lima DA, Galvão MSL, Cardoso MM, Leal PRA. Rotina de treinamento laboratorial em microcirurgia do Instituto Nacional do Câncer. *Rev Bras Cir Plást.* 2012;27(1):141-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752012000100024>.
- Webster R, Ely PB. Treinamento em microcirurgia vascular: é economicamente viável? *Acta Cir Bras.* 2012;17(3):194-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502002000300008>.
- Sarmiento PLFA, Fernandes AL, Vale BL, et al. Balões de látex: um modelo alternativo e de baixo custo para treinamento de anastomoses vasculares no ensino médico. *J Vasc Bras.* 2018;17(3):267-72. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.170111>. PMID:30643516.

Correspondence

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior
Rua Domingos Marreiros, 307/802 – Umarizal
CEP 66055-210 – Belém (PA), Brasil
Tel.: (91) 98127-9656
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

Author information

AMOGJ - PhD in Surgery, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP); Full member, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Full member, Colégio Brasileiro de Cirurgiões (TCBC-PA); Professor, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Universidade Federal do Pará (UFPA); Advising professor, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
EYY - PhD in Surgery, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de medicina (UNIFESP); Full member, Colégio Brasileiro de Cirurgiões (TCBC-PA); Professor, Curso de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Universidade Federal do Pará (UFPA); Advising professor, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
RHFC - PhD, Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Collaborating professor, Curso de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Advising professor, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
FBAA - Medical student, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Trainee, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).

Author contributions





Conception and design: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Analysis and interpretation: N/A.
Data collection: N/A.
Writing the article: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Critical revision of the article: AMOGJ, EYY, RHFC
Final approval of the article*: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Statistical analysis: N/A.
Overall responsibility: AMOGJ.

*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to *J Vasc Bras.*



Aperfeiçoando um modelo de treinamento para técnicas cirúrgicas vasculares

Improving a training model for vascular surgical techniques

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior^{1,2} , Edson Yuzur Yasojima^{1,2} , Rosa Helena de Figueiredo Chaves² ,
Flávia Beatriz Araújo de Albuquerque² 

Resumo

Descreve-se um modelo de baixo custo para o treinamento de técnicas cirúrgicas vasculares; o modelo foi montado com balões cilíndricos de látex, preenchidos com gelatina e fixados a uma placa de suporte. Foram simuladas arteriorrafias, anastomoses término-laterais e término-terminais, *patch*, colocação de *shunt* vascular e tromboembolectomia.

Palavras-chave: cirurgia; procedimentos cirúrgicos vasculares; anastomose; treinamento; educação médica.

Abstract

We describe a low-cost model for training vascular surgical techniques. The model is constructed from cylindrical latex balloons filled with gelatin and fixed to a board for support. Arterial sutures, end-to-side and end-to-end anastomoses, patch, vascular shunt placement, and thromboembolectomy were simulated.

Keywords: surgery; vascular surgical procedures; anastomosis; models; medical education.

Como citar: Góes Junior AMO, Yasojima EY, Chaves RHF, Albuquerque FBA. Aperfeiçoando um modelo de treinamento para técnicas cirúrgicas vasculares. J Vasc Bras. 2019;18:e20190032. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.190032>

¹ Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil.

² Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Belém, PA, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Abril 12, 2019. Aceito em: Junho 17, 2019.

O estudo foi realizado no Grupo de Pesquisa Experimental, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

A elaboração de anastomoses vasculares é uma conduta comum em diversas cirurgias. Isso ocorre porque seu principal objetivo é reestabelecer o fluxo sanguíneo para órgãos e tecidos, procedimento necessário em várias especialidades além da própria cirurgia vascular, como a cirurgia do trauma, transplantes de órgãos e realização de retalhos e reimplantos por cirurgias plásticas¹⁻⁴.

Atualmente, a maioria dos treinamentos de residentes em cirurgia geral é realizada em seres humanos, por meio da demonstração por cirurgias mais experientes^{1,5}. Contudo, a confecção de anastomose vascular requer extensa exposição, dissecação e oclusão temporária do vaso, aumentando o risco de complicações, principalmente se realizada por cirurgião inexperiente⁶. A melhor forma de adquirir o desenvolvimento dessa habilidade é o treinamento em modelos experimentais⁴.

Simuladores são os modelos inanimados desenvolvidos para o treinamento de determinada prática técnica/motora; e simulação são as diferentes situações em que o emprego da habilidade técnica é parte da competência a ser desenvolvida². A simulação é importante no ensino da medicina por permitir o treinamento de diversas habilidades, proporcionando segurança ao paciente^{5,7}.

A simulação também tem o objetivo de desenvolver métodos mais simples e funcionais de treinamento, utilizando o mínimo possível de animais em experimentação, cumprindo os princípios dos 3 Rs (*refinement, replacement e reduction*)⁴. Por esse motivo, o Colégio Americano de Cirurgias considera a utilização de modelos de treinamento em habilidades e de simuladores para acreditação de especialistas em detrimento dos modelos animais⁸.

Entre os modelos de ensino mais usados hoje, os chamados “modelos de bancada” são de interesse por utilizarem materiais inanimados – artificiais (estruturas de borracha ou espuma) ou biológicos (línguas bovinas e outras vísceras animais) – de baixo custo, mas que permitem o ensino de princípios cirúrgicos básicos^{3,4}.

Existem diversos modelos biológicos para a prática de anastomoses vasculares, principalmente envolvendo vísceras animais^{4,7}. A iniciativa atual da comunidade científica é diversificar a utilização de modelos de ensino já existentes para continuar a tendência na redução da utilização de animais, além de diminuir riscos e otimizar o tempo de cirurgia em humanos^{4,5}.

■ OBJETIVO

Apresentar um modelo experimental reproduzível e de baixo custo para o treinamento de anastomoses vasculares e que também seja adaptável para outras

técnicas cirúrgicas, como remendos (*patch*) e embolectomia, utilizando balão inflável e gelatina.

■ MÉTODO

Trata-se de estudo experimental descrevendo a aplicação de bexiga inflável e gelatina para a confecção de um modelo de treinamento de técnicas cirúrgicas vasculares.

Materiais utilizados para confecção do modelo e realização dos procedimentos:

Foram utilizados balões de látex (28 cm de comprimento e 5 mm de diâmetro) nas cores vermelho, azul e branco, simulando artéria, veia e tecido sintético respectivamente; uma “tábua” de cozinha feita de plástico na cor branca (tamanho 40,5 cm x 26,0 cm x 7,0 mm); um pote de 110 g de gelatina industrial (do tipo destinado à utilização recreativa infantil); fita adesiva dupla face; fio cirúrgico de polipropileno cardiovascular 5.0; uma seringa de 5 mL; um cateter de Fogarty® número 4; e um *shunt* vascular (*vascushunt* – Edwards Lifesciences®). Instrumentais utilizados: um porta-agulha Mayo Hegar com ponta de vídia; duas pinças Bulldog Dieffenbach; duas pinças Kelly curvas e duas retas; uma pinça Debakey; e uma tesoura de Mayo.

Utilizando oito balões de látex, foi possível fazer a simulação das técnicas cirúrgicas descritas a seguir.

Montagem e utilização do modelo

Com uma seringa de 5 mL, foram injetados 10 mL de gelatina no lúmen de cada balão, dando-se um nó na extremidade aberta para manter o conteúdo no seu interior, o qual, com o auxílio de manobras de compressão externa, foi homogêneo distribuído ao longo da extensão do balão. Posteriormente, o balão foi fixado à placa de plástico por meio da fita adesiva dupla-face (Figura 1).

A confecção dos enxertos e do *patch* foi realizada de acordo com os princípios básicos de anastomoses vasculares descrito por Carrel⁹, Guthrie¹⁰ e Rutherford¹¹ utilizando-se chuleio com fios de polipropileno cardiovascular 5.0 (Figura 2).

Diversos tipos de anastomoses foram testados utilizando-se o mesmo modelo experimental: anastomoses término-terminal, látero-lateral, término-lateral, como evidenciado na Figura 3. Também foram simulados *patch*, inserção *shunt* vascular, esses simulando um cenário de endarterectomia carotídea, e tromboembolectomia utilizando-se cateter de Fogarty® (Figura 4).

A perviedade das anastomoses foi comprovada pela redistribuição da gelatina intraluminal após a remoção das pinças de Bulldog; sendo também

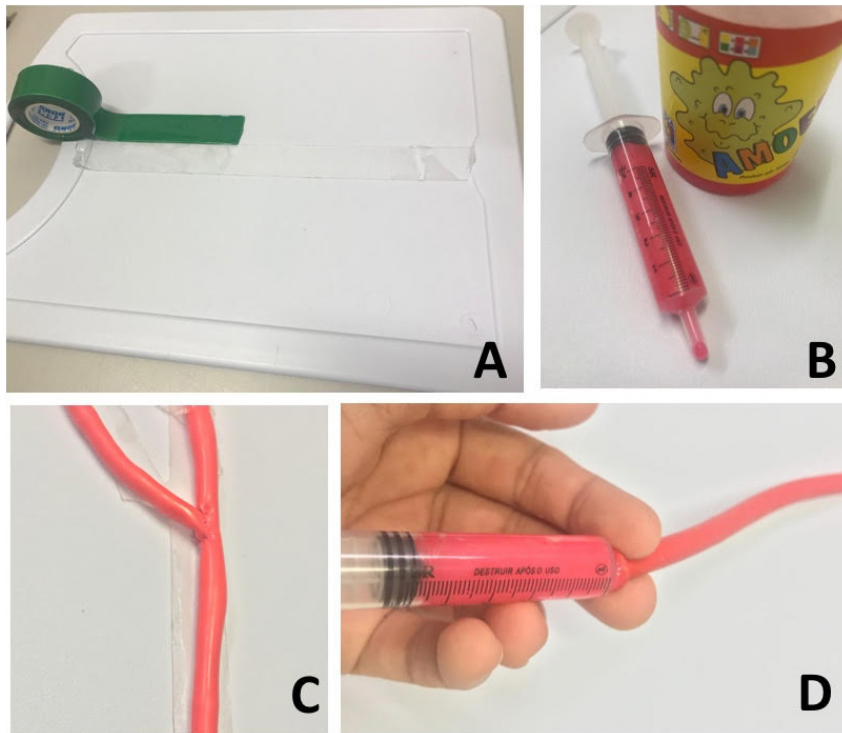


Figura 1. Materiais utilizados na confecção do modelo: “tábua” de plástico e fita adesiva dupla face (A); seringa de 5 mL e gelatina (B); modelo de bifurcação carotídea já fixado à “tábua” plástica (C); introdução da gelatina no balão utilizando a seringa de 5 mL (D).

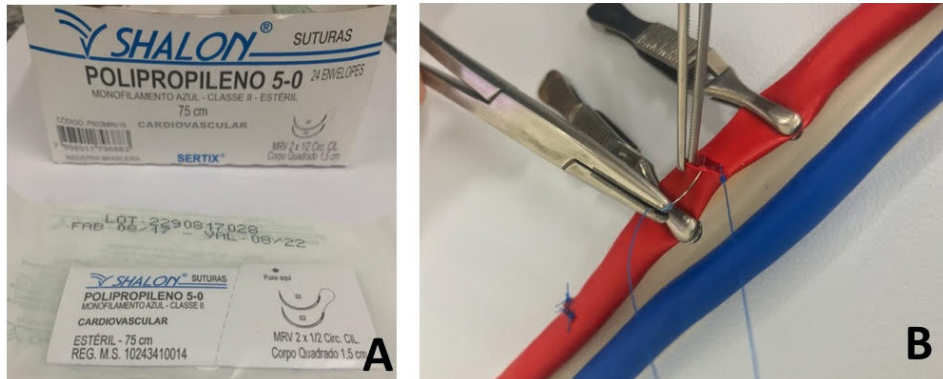


Figura 2. Confeção de sutura vascular: fio utilizado nas suturas (A); simulação de arteriorrafia (B).

avaliado o extravasamento de gelatina entre os pontos nas suturas vasculares (anastomoses, suturas laterais e *patch*).

RESULTADOS

Após o término das suturas, foram observadas boa coaptação das bordas e perviedade de todas as anastomoses, demonstradas pela redistribuição da gelatina intraluminal após a liberação dos clampes.

Foi possível a realização das seguintes técnicas cirúrgicas vasculares: sutura lateral (arteriorrafia), anastomoses término-terminal, látero-lateral e

término-lateral, simulando confecção de enxertos e *patches*, tromboembolectomia e implante de *shunt* vascular temporário.

Não foi observado extravasamento significativo da gelatina, contudo, por tratar-se de substância colóide, com dispersão gradual, observou-se extravasamento discreto entre os pontos e, eventualmente, pelo próprio orifício gerado pela transfixação do balão pela agulha.

O custo total do modelo produzido foi de R\$ 88,99, conforme demonstrado na Tabela 1. Não estão incluídos nesse orçamento os gastos com materiais permanentes, como os instrumentais cirúrgicos.

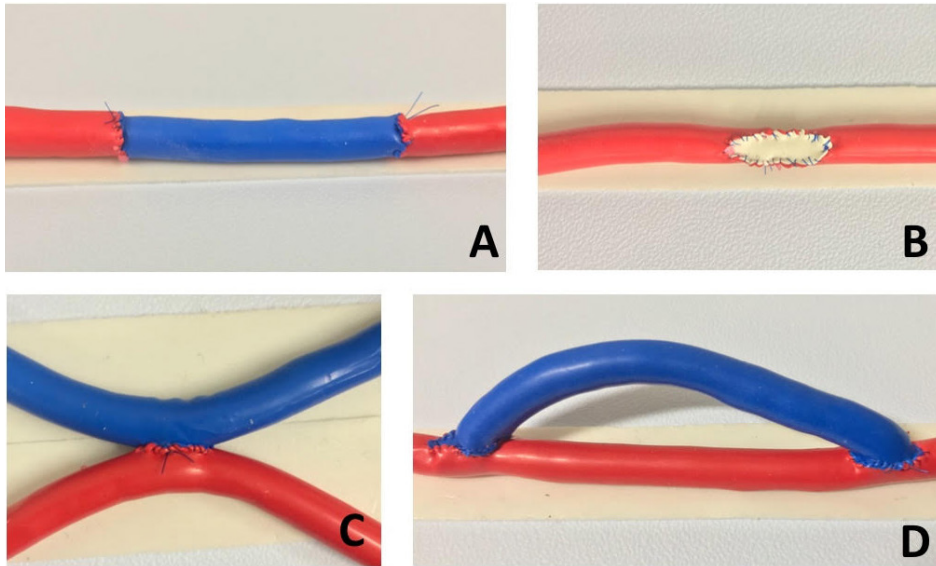


Figura 3. Simulações realizadas: enxerto com anastomoses término-terminais (A); *patch* (B); anastomose látero-lateral (C); e enxerto com anastomoses término-laterais (D).

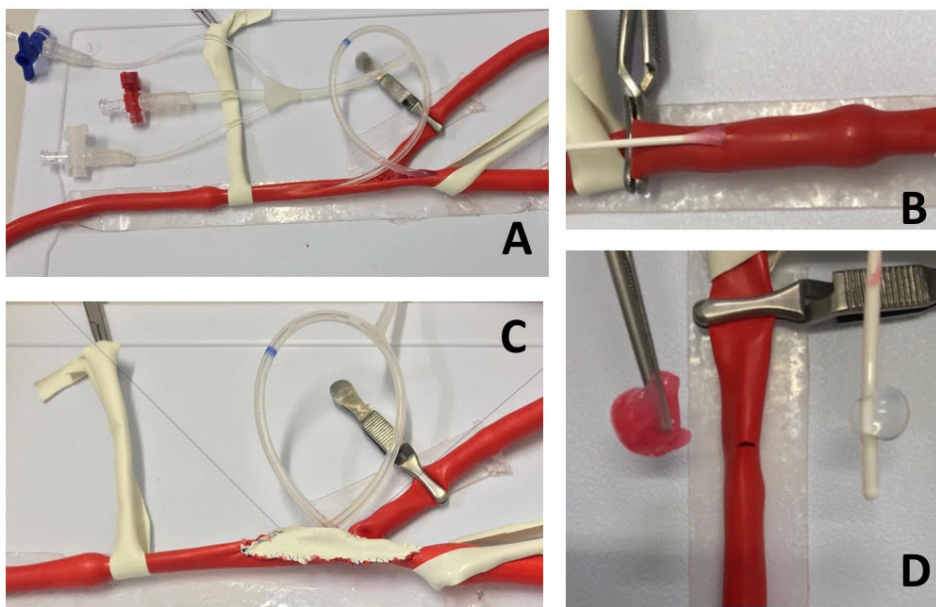


Figura 4. Cenário de endarterectomia carotídea: implante de *shunt* de carótida (A) e realização *patch* (C). Simulação de tromboembolotomia: tração do cateter insuflado em posição intraluminal (B); fragmento de gelatina removido (simulando o trombo) e o cateter de Fogarty[®] utilizado (D).

Tabela 1. Custos relacionados ao modelo de treinamento.

Descrição	Valor unitário
Saco de balão cilíndrico com 50 unidades	4,49
Tábua de carne de plástico	5,59
Fita adesiva dupla face	10,50
Caixa de fio de sutura (polipropileno cardiovascular 5.0) com 24 unidades	68,41
Total	88,99

DISCUSSÃO

A utilização de simuladores para o aperfeiçoamento de habilidades cirúrgicas já foi validada há anos; contudo, os modelos mais utilizados são os cadáveres e os animais de experimentação⁴. Desde o advento da lei Arouca (Lei nº 11.794/08)¹², um dos objetivos da comunidade científica tem sido o de diversificar os modelos de simulação, reduzindo a utilização de

animais e permitindo treinamento repetitivo de técnicas cirúrgicas, formando cirurgões mais preparados e reduzindo os riscos aos pacientes.

Diversos modelos de treinamento em suturas vasculares já foram descritos na literatura. Utilizando microscópio cirúrgico, tanto Webster & Ely¹³ quanto Lima et al.¹⁴ descreveram o treinamento para suturas e anastomoses término-terminais em placas e tubos de silicone de 0,6 e 1 mm. Esses autores utilizaram fios de nylon com espessura variando de 8-0 a 10-0 e, após o treinamento inicial em silicone, utilizaram ratos vivos e membros de aves abatidas para o refinamento técnico^{13,14}.

Entre os modelos com materiais orgânicos, está descrita a utilização de traqueia e esôfago de frangos, simulando a consistência de artérias e veias respectivamente⁷, vasos da língua bovina⁴ e membros humanos recém-amputados⁵. Entretanto, a utilização desses materiais sempre acarreta cuidados devido ao risco de contaminação biológica. Entre esses cuidados, estão: a utilização de materiais de proteção como luvas, máscaras e óculos, necessitando ainda de descarte apropriado do material orgânico, além dos cuidados com a higiene do laboratório.

Um modelo descrito por Grahem et al.¹ utilizou vegetais com estrutura tubular, como vagem e feijão verde, descrevendo um modelo de baixo custo para treinamento de anastomose término-terminal. A consistência e maleabilidade dos vegetais provavelmente não permitiria técnicas mais refinadas como as anastomoses término-laterais, o *patch* e outras descritas no presente estudo.

A utilização de balões de látex para o treinamento de anastomoses vasculares foi descrita por Sarmiento et al.¹⁵, que relataram que sua maleabilidade, seu formato cilíndrico, sua espessura delgada e seu lúmen interno mostram-se semelhantes aos dos vasos sanguíneos. Nesse modelo, os balões não foram preenchidos com conteúdo intraluminal, diferente do presente estudo, no qual foi utilizada gelatina, o que permitiu que os balões permanecem túrgidos. Outra diferença em relação ao modelo anteriormente proposto é a fixação dos balões: no modelo previamente descrito, os balões são mantidos suspensos por parafusos sobre uma placa de suporte, sem manter contato com a sua superfície.

Em uma fase piloto deste estudo os balões foram presos às placas de suporte apenas por suas extremidades, por meio de grampos metálicos; no entanto, foi verificado que, ao realizar a secção transversal completa do balão, precedendo a anastomose término-terminal, o balão apresentava-se “solto” sobre a placa, mantendo-se fixo apenas pelos grampos. Em uma situação real, os vasos permanecem aderidos aos tecidos adjacentes, conferindo relativa imobilidade e facilitando as suturas,

por isso optou-se pela substituição dos grampos metálicos pela fita adesiva dupla-face ao longo de todo o comprimento do balão.

Embora sem aumento considerável de custos, a aderência proporcionada pela fita e a manutenção da turgência do balão pela gelatina tornaram o modelo mais fidedigno. Além disso, essas modificações permitiram não apenas o treinamento de suturas e anastomoses, como também o acréscimo de procedimentos mais complexos, como a tromboembolotomia e a colocação do *shunt* vascular.

Além do baixo custo, outras vantagens observadas foram que, ao longo do comprimento de um único balão (28 cm), podem ser treinadas várias anastomoses/suturas vasculares e, como nenhum dos materiais utilizados é perecível, eles podem ser acondicionados por longos períodos.

Na maioria dos modelos de baixo custo de anastomose vascular, uma das limitações é avaliar a qualidade da distância entre os pontos, visto que, por tratarem-se de modelos sintéticos, há ausência de fatores de coagulação que reduzem o extravasamento entre os pontos^{1,15}. Apesar de mantidos os intervalos de aproximadamente 1 mm entre os pontos, foi observado extravasamento discreto da gelatina, o que já era esperado devido às características físicas do material. Em contrapartida, a expansividade peculiar da gelatina também tornou possível atestar a perviedade das anastomoses, visto que, uma vez retirados os clampes, a gelatina se desloca de modo a preencher o espaço; outros modelos dependiam da injeção intraluminal de líquidos para atestar a perviedade das anastomoses^{1,5,7,15}.

Na fase piloto, foi testado o modelo utilizando-se fio de polipropileno 6-0. Embora a realização de todos os procedimentos seja factível, a tração do fio precisa ser mais cuidadosa, pois, devido ao atrito entre o fio e o látex do balão, o fio mais fino quebra com maior facilidade ao ser tracionado. Também foram testados cateteres de Fogarty números 3 e 4. Embora seja possível a remoção da gelatina intraluminal com ambos, foi verificado, na fase inicial do treinamento, que o balão do cateter número 3 pode romper com mais facilidade durante a manipulação.

Consideramos interessante a criação de um roteiro de treinamento que correlacione as várias técnicas simuladas, com o intuito de representar o encontrado em situações reais. Por exemplo: para a “construção” de uma bifurcação arterial, uma anastomose término-lateral precisa ser realizada, permitindo a realização, em seguida e nessa mesma estrutura, de uma “arteriotomia” transversal simulando uma embolectomia no nível da bifurcação femoral ou uma “arteriotomia” longitudinal como no bulbo

carotídeo, demonstrando-se a colocação do *shunt* e a síntese com *patch*.

Este modelo foi inicialmente desenvolvido para um curso de cirurgia do trauma desenvolvido por um dos autores e ministrado na nossa instituição. Naquela ocasião, residentes de cirurgia geral simularam arteriorrafias e anastomoses término-terminais. Posteriormente, o modelo foi aperfeiçoado para os outros procedimentos descritos. Nessa fase, as simulações de procedimentos foram realizadas por um dos autores, cirurgião vascular, auxiliado por alunos de graduação estagiários do grupo de pesquisa experimental da nossa faculdade de medicina. Nosso objetivo, ao publicar este artigo, era compartilhar as instruções para montagem e aplicação do modelo; a continuação da pesquisa incluirá a avaliação o grau de satisfação e o impacto sobre o treinamento dos usuários.

Os procedimentos neste modelo foram realizados com e sem o auxílio de magnificação óptica por lupa de microcirurgia, e acreditamos que esse modelo também possa ser utilizado com a finalidade de refinamento técnico para o treinamento com magnificação óptica.

■ REFERÊNCIAS

- Graham HD, Teixeira RKC, Feijó DH, et al. Treinamento de anastomoses vasculares de baixo custo: o cirurgião vai à feira. *J Vasc Bras*. 2017;16(3):262-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.000817>. PMID:29930658.
- Sigounas VY, Callas PW, Nicholas C, et al. Evaluation of simulation-based training model on vascular anastomotic skills for surgical residents. *Simul Healthc*. 2012;7(6):334-8. <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0b013e318264655e>. PMID:22960701.
- Akhtar KS, Chen A, Standfield NJ, Gupte CM. The role of simulation in developing surgical skills. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014;7(2):155-60. <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-014-9209-z>. PMID:24740158.
- Garbin MS, Silva AR, Studart SV, Leme PLS. Uso de modelo experimental de anastomose látero-lateral microcirúrgica no ensino de habilidades cirúrgicas na graduação. *Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo*. 2017;62(3):146-9.
- Sierra-Juárez MA, Cruz-Romero CI, Godínez-Vidal AR, Durán-Padilla MA. Programa de entrenamiento en reparacion vascular en modelo experimental para residentes de cirugía general. *Cir Cir*. 2018;86(6):481-4. <http://dx.doi.org/10.24875/CIRU.18000163>. PMID:30361717.
- Freire LMD, Gobbi GB, Dal Fabbro IM, Menezes FH. Experimental Model for Sutureless Proximal Anastomosis by the Viabahn Open Revascularization TEchnique (VORTEC). *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2016;31(6):440-3. <http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20160087>. PMID:28076621.
- Achar RAN, Lozano PAM, Achar BM, Pereira Filho GV, Achar E. Experimental model for learning in vascular surgery and microsurgery: esophagus and trachea of chicken. *Acta Cir Bras*. 2011;26(2):101-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502011000200005>. PMID:21445471.
- Motta E, Baracat E. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. *Rev Med (São Paulo)*. 2018;97(1):18-23. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v97i1p18-23>.
- Carrel A. La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation de viscères. Lyon: Association Typographique; 1902.
- Guthrie CC. Some physiologic aspects of blood vessels surgery. *JAMA*. 1908;51(20):1658. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1908.25410200006001a>.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Guimarães MV, Freire JEC, Menezes LMB. Utilização de animais em pesquisas: breve revisão da legislação no Brasil. *Rev Bioet*. 2016;24(2):217-24. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-80422016242121>.
- Lima DA, Galvão MSL, Cardoso MM, Leal PRA. Rotina de treinamento laboratorial em microcirurgia do Instituto Nacional do Câncer. *Rev Bras Cir Plást*. 2012;27(1):141-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752012000100024>.
- Webster R, Ely PB. Treinamento em microcirurgia vascular: é economicamente viável? *Acta Cir Bras*. 2012;17(3):194-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502002000300008>.
- Sarmiento PLFA, Fernandes AL, Vale BL, et al. Balões de látex: um modelo alternativo e de baixo custo para treinamento de anastomoses vasculares no ensino médico. *J Vasc Bras*. 2018;17(3):267-72. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.170111>. PMID:30643516.

Correspondência

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior
Rua Domingos Marreiros, 307/802 - Umarizal
CEP 66055-210 - Belém (PA), Brasil
Tel.: (91) 98127-9656
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

Informações sobre os autores

AMOGJ - Doutor em cirurgia, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP); Membro titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Titular, Colégio Brasileiro de Cirurgiões (TCBC-PA); Professor, Faculdade de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Universidade Federal do Pará (UFPA); Professor orientador, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
EYY - Doutor em cirurgia, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP); Titular, Colégio Brasileiro de Cirurgiões (TCBC-PA), Professor, Faculdades de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Universidade Federal do Pará (UFPA); Professor orientador, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
RHFC - Doutora, Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Professora, Curso de Medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Professora orientadora, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).
FBAA - Acadêmica de medicina, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA); Estagiária, Grupo de Pesquisa Experimental (GPE-CESUPA).

Contribuição dos autores

Concepção e desenho do estudo: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Análise e interpretação dos dados: N/A.
Coleta de dados: N/A.
Redação do artigo: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Revisão crítica do texto: AMOGJ, EYY, RHFC
Aprovação final do artigo*: AMOGJ, EYY, RHFC, FBAA
Análise estatística: N/A.
Responsabilidade geral pelo estudo: AMOGJ.

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao *J Vasc Bras*.