

# Latex balloons: an alternative, low-cost model for vascular anastomosis training in medical education

## *Balões de látex: um modelo alternativo e de baixo custo para treinamento de anastomoses vasculares no ensino médico*

Priscilla Lopes Fonseca Abrantes Sarmiento<sup>1</sup>, André Loureiro Fernandes<sup>1</sup>, Bruna Lisboa do Vale<sup>1</sup>, Bruno D'Paula Andrade<sup>1</sup>, Jennyfer Kellen Lázaro da Rocha<sup>1</sup>, Jéssika da Silva Antas<sup>1</sup>, Waleria Cristina de Abreu<sup>1</sup>, Petrucio Abrantes Sarmiento<sup>1</sup>

### Abstract

Simulators are increasingly being used in medical education, but accessibility is restricted by their elevated cost. A accessible and low-cost model was developed for teaching and learning vascular sutures and anastomoses at a Basic Surgical Techniques Laboratory. Latex balloons of varying colors, polypropylene 6.0 sutures, and other materials specifically for suturing (needle holder and forceps) were used. The balloons were fixed to screws inserted into wooden boards in order to facilitate repairs. E end-to-end, end-to-side, and side-to-side anastomoses and patching were performed. Anastomosis patency was tested by injecting water into one extremity of the balloon and observing the liquid exit via the opposite extremity. The advantages observed with this training model for anastomoses were malleability, resistance to passage of the suture, and the fact that it is inorganic. Latex balloons are an inexpensive option that are non-perishable and offer prolonged use for teaching and practice of arterial sutures and anastomoses.

**Keywords:** education, medical, undergraduate; vascular surgical procedures; anastomosis, surgical; models, anatomic.

### Resumo

O uso de simuladores na educação médica tem sido cada vez mais frequente, porém pouco acessíveis devido ao custo elevado. Foi desenvolvido para tal um modelo acessível e de baixo custo para o aprendizado e o treinamento de suturas e anastomoses vasculares em Laboratório de Bases das Técnicas Cirúrgicas. Foram utilizados balões de látex de cores variadas, fio de polipropileno 6.0 e outros materiais específicos para sutura vascular (porta-agulhas e pinças). Para facilitar o reparo dos balões, eles foram fixados em parafusos sobre placas de madeira. Foram feitas anastomoses terminoterminal, terminolateral e laterolateral e construção de *patch*. A perviedade da anastomose foi testada a partir da injeção de água em uma extremidade do balão e a observação da saída do conteúdo líquido na extremidade oposta. As vantagens observadas nesse modelo de treinamento para anastomoses foram a maleabilidade, a resistência à passagem do fio e o fato de ser inorgânico. Os balões de látex são uma alternativa barata, viável, não perecível e de uso prolongado no ensino e treinamento das suturas e anastomoses arteriais.

**Palavras-chave:** educação de graduação em medicina; procedimentos cirúrgicos vasculares; anastomose cirúrgica; modelos anatômicos.

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Cirurgia, João Pessoa, PB, Brasil.

Financial support: None.

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

Submitted: January 09, 2018. Accepted: April 16, 2018.

The study was carried out at Departamento de Cirurgia, Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brazil.

## INTRODUCTION

At a Brazilian university, fourth-semester medical students on the Basic Surgical and Anesthetic Techniques course start to learn about surgical materials, such as instruments and threads, and about surgical techniques, such as knots, sutures, and anastomoses. A self-assessment in which students, monitors and teachers evaluated their learning and teaching in the classes and a course assessment questionnaire completed by the medical students revealed deficiencies in theoretical and practical teaching on the subject of anastomoses. We therefore proposed that this subject should be dealt with in greater depth, starting with vascular anastomoses, because of the importance of this type of anastomosis to all surgical specialties and not just to vascular or cardiovascular surgery.

Simulators are being used with increasing frequency in medical training, but they are not accessible to the majority of medical schools and hospitals in Brazil because of the elevated cost. There are descriptions in the literature of using synthetic materials, such as silicone and rubber gloves, animal tissues, and vegetable tissues, and of gaining practical experience using small animals (pigs, rats, and rabbits), as part of teaching of vascular anastomosis and development of the skills needed.<sup>1-5</sup> However, use of animal models is the most common objection raised by the public and by the students themselves, who question the practice of sacrificing animals for educational purposes.<sup>6</sup> The strict rules mandated by the Institutional Committees on Care and Utilization of Animals also make using

such animal models in medical training difficult, contributing to the need to develop alternatives.

The objective of this article was to describe the process of creation of a model using latex balloons for teaching and practicing vascular anastomoses and sutures in the laboratory of the Basic Surgical Techniques course at a Brazilian University.

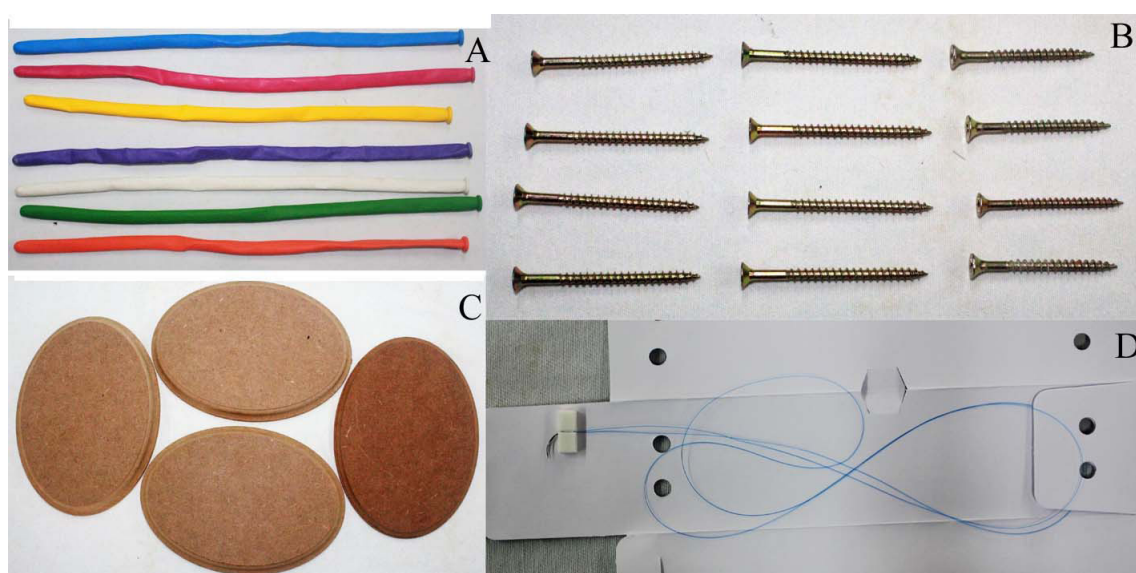
## MATERIALS AND METHODS

The following materials were used to construct the model: seven 27 x 0.9 cm latex balloons of varying colors, four wooden boards, nine woodscrews, polypropylene cardiovascular 6.0 surgical sutures, two 1.3 cm needles (Figure 1) and other materials specifically for vascular sutures (needle holder, Kelly forceps with latex protection, and non-traumatic clamp forceps).

The extremities and excess length of the balloons were pulled down over the screws (Figure 2). This enabled the model top be fixed to the wooden board and saved material, since the excess length that had been furled over the screw rather than discarded could be used later.

The sutured patching and anastomoses were performed on balloons in accordance with the basic principles of vascular anastomoses described by Carrel,<sup>7-9</sup> Guthrie,<sup>10</sup> and Rutherford,<sup>11</sup> using two polypropylene sutures and two needles in each case.

End-to-end anastomosis was performed with interrupted stitches (Figure 3) using the triangulation technique,<sup>12,13</sup> with three equidistant stitches,



**Figure 1.** Materials used to construct the model: latex balloons in several different colors (A); woodscrews (B); wooden boards (C); 6.0 polypropylene sutures and two needles (D).

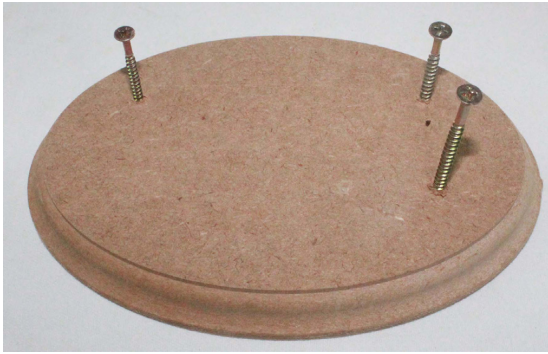


Figure 2. Preparation of a wooden board with woodscrews.



Figure 3. End-to-end anastomosis with interrupted stitches.

transforming the circumference into a triangle. This type of anastomosis is recommended for children and smaller caliber vessels. Since both extremities were of the same caliber, they were not beveled. Using this technique, the edges can also be drawn together using simple running sutures.

The patch suture and the end-to-side and side-to-side anastomoses were conducted by placing initial stitches at the angles and then closing the anterior and posterior walls with continuous sutures.<sup>12,13</sup> Additionally, for the end-to-side anastomosis, using the technique recommended by Rutherford, the side opening in the balloon was made one and a half times the caliber of the balloon to be implanted and beveled at a 30 to 45 degree angle in relation to the same balloon. Some of the stages involved in the end-to-side anastomosis are illustrated in Figure 4.

Thus, having constructed the model, several types of anastomoses were tested: end-to-end, side-to-side, and end-to-side anastomoses, and patch construction, using four different wooden boards, with final appearance as shown in Figure 5.

Patency of the patched balloon and the anastomoses was tested by injecting water via one extremity of each balloon and observing it exiting via the opposite extremity (end-to-end and side-to-side anastomoses and patch) or the extremity of interest (end-to-side anastomosis).

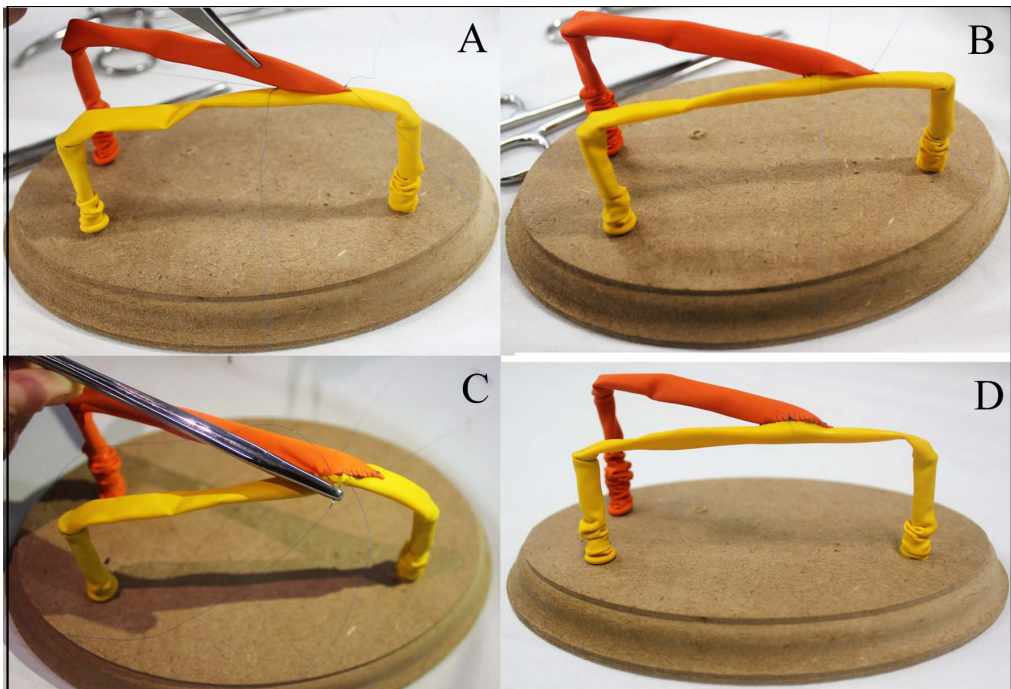


Figure 4. Performing an end-to-side anastomosis: initial suture drawing the balloons together with stitches at the angles (proximal and distal) (A); continuous sutures in four quadrants (B); detail of needle pulled entirely through the wall of the balloon (C); final appearance of the anastomosis (D).



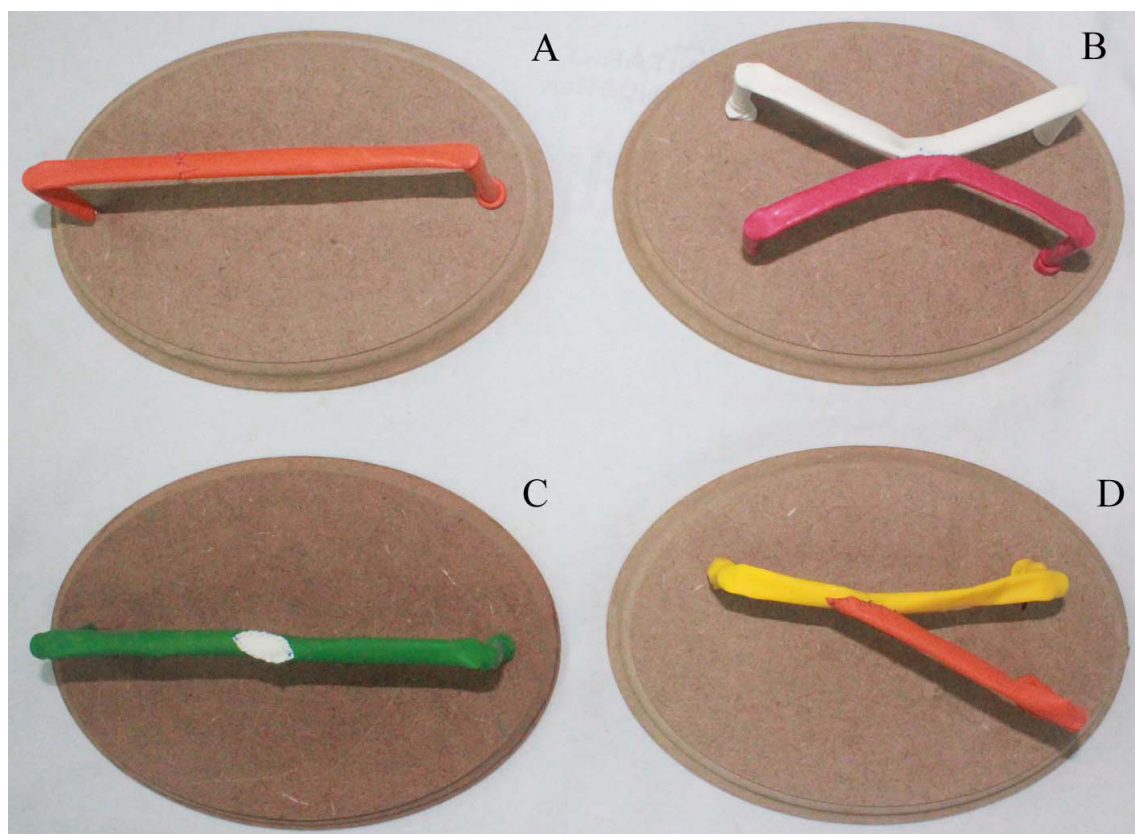


Figure 5. Final appearance of the anastomosis models on the four wooden boards: end-to-end (A); side-to-side (B); patch (C) and end-to-side (D).

## RESULTS

Vascular anastomoses (end-to-end, side-to-side, end-to-side) were conducted on three different models, and the patch was constructed on a fourth. Different colored latex balloons were used for each “vessel”. When suturing, resistance to passage of the needle through the latex balloon was observed, similar to that observed in normal, non-atherosclerotic arteries and veins. The material is firm, and no lacerations occurred in any of the models. Additionally, the edges remained well attached by the threads and knots. The different colors of each balloon used for the anastomoses is an interesting feature, since it facilitates visualization of the sutures passing through the material, the edges being drawn together, and the end result.

Patency was 100%, as tested by injection of liquid. In the end-to-end anastomosis and patch models, liquid was also observed leaking between stitches.

The total cost of construction of the model, including the items used for the four anastomoses, was R\$ 152.00 (eight polypropylene 6.0 surgical sutures, seven latex balloons, woodscrews, and four

wooden boards), the majority of which was spent on purchasing the surgical sutures.

## DISCUSSION

Vascular anastomosis construction is a procedure that is conducted in many surgical specialties and is not restricted to vascular and cardiovascular surgery.<sup>14,15</sup> In the majority of cases, students and trainee surgeons learn and practice anastomoses directly on human beings, which can cause harm to patients because of increased duration of surgery or postoperative complications, and consequently increase hospital costs.<sup>14,16</sup> In many cases, this practice is the result of routines that have become established in services over many years, or because of a lack of laboratories equipped with accessible, synthetic models at medical schools or in non-hospital settings.

Several different studies have already demonstrated that both teaching and practice should be conducted in laboratories before they are attempted in a hospital environment or in clinical practice.<sup>14,15,17</sup> Some authors recommend that preliminary training on

simulators should be a basic stage in the training of future surgeons.<sup>2,18</sup> In response to the elevated cost of commercially-available simulators, a number of low-cost alternatives have been developed.

Excluding use of live animals, the literature contains descriptions of several types of models using a variety of materials.

Webster & Ely<sup>18</sup> and Lima et al.<sup>19</sup> tested end-to-end anastomosis constructed using mononylon suture thread and silicone tubes, showing that this is an effective technique for initial training.

Some authors mention using rubber gloves for vascular anastomosis practice, but they do not provide bibliographic references or descriptions of the methods and results.

Achar et al.<sup>1</sup> described an experimental model with the trachea and esophagus extracted from a chicken head and used to simulate arterial suturing to construct an end-to-end anastomosis. Colpan et al.<sup>20</sup> developed a realistic model for practicing vascular anastomoses using carotids from turkey necks, which were perfused during the procedure. Maluf et al.<sup>5</sup> used the vascular pedicle of spleens from post mortem pigs that had undergone splenectomy as an alternative model for training vascular anastomosis with mononylon suture.

Graham et al.<sup>2</sup> tested green beans and yardlong beans as low-cost models for end-to-end anastomosis with polypropylene suture and considered that the characteristics of green beans were more appropriate for initial training.

The material used in our study, latex balloons, has not previously been described in the literature for this purpose. The latex balloons are similar to vessels because they are cylindrical (27 cm long), have a caliber of 0.9 cm, a thin wall (less than 1 mm), and an internal lumen, and are flexible. Additionally, they also have similarities to the walls of normal arteries and veins since they provide little resistance to the passage of the needle with polypropylene suture attached.

The characteristics of latex, in terms of malleability and resistance, are favorable for teaching techniques for the various different types of anastomosis (end-to-end, side-to-side, end-to-side, and patching) that we tested in our study. We demonstrated that the principal advantage of the model using latex balloons is the possibility of using it to teach several different vascular suture techniques, in contrast to what is described in the majority of studies in the literature, which only tested end-to-end anastomosis.<sup>2,3,6,19,20</sup> Some studies used mononylon sutures to perform anastomoses.<sup>6,19,20</sup> In our model, anastomoses were

constructed using fine polypropylene sutures and two needles, to make the model more realistic and help familiarize the students with the vascular technique.

Another notable characteristic is the different colors of the balloons employed, facilitating visualization of the parts to be anastomosed, which is relevant to students' learning and understanding of anastomosis construction. Like silicone, latex is an inorganic material that is accessible and widely available, which are useful characteristics and become essential at centers that, like ours, do not have an animal house or an experimental surgery laboratory.

Two disadvantages with our model were observed. The first was the absence of an intimal layer in the balloon. When conducting vascular anastomoses *in vivo*, care is taken with attachment and with maintenance of the connection between the tunica intima and the wall of the vessel, in order to avoid detachment, or "flapping". Problems involving this layer are often predisposing factors in postoperative complications and occlusions of vascular anastomoses. The second was leakage of the liquid injected to test the sutures, making the model unsuitable for assessing adequacy of the distance between stitches. It is believed that this was the result of the intrinsic characteristics of the balloon – being malleable, elastic, and inorganic – and the absence of blood coagulation factors that provoke cohesion of tissue cells. The same disadvantages were also observed by Graham et al.<sup>2</sup> in models using vegetable tissues.

However, we believe that during the initial learning curve of students, and even young surgeons, the advantages outweigh the disadvantages. This is especially true with regard to teaching the technique, to training and familiarization with specific vascular instruments, to practicing anastomosis of structures using very fine sutures and two needles, and to progressive development of the technical dexterity and swiftness needed in combination with delicate movements.

## CONCLUSIONS

Latex balloons are an interesting option, that are feasible, and inexpensive in comparison to previous models described in the literature for teaching the technique and practicing sutures and the several different types of vascular anastomoses by medical students and novice surgeons. Their characteristics make them universally available and accessible, contributing to improving medical education.

## ■ REFERENCES

- Achar RA, Lozano PA, Achar BN, Pereira GV Fo, 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.
- Graham H, Teixeira RK, Feijo 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>.
- Rodriguez JR, Yañez R, Cifuentes I, Varas J, Dagnino B. Microsurgery workout: a novel simulation training curriculum based on nonliving models. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(4):739-47. <http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0000000000002456>. PMID:27673544.
- Jaeger M, Ely PB, Pires JA, Ferreira LM. An experimental model to retraining in microvascular suture. *Acta Cir Bras.* 2014;29(Suppl 2):1-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502014001400001>. PMID:25229506.
- Maluf I Jr, Silva AB, Groth AK, et al. An alternative experimental model for training in microsurgery. *Rev Col Bras Cir.* 2014;41(1):72-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912014000100014>. PMID:24770778.
- Petroianu A. Ethical aspects in research on animals. *Arch Surg.* 1996;11:157-64.
- Carrel A. La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation de viscères. Lyon: Association Typographique; 1902.
- Carrel A. The surgery of blood vessels. Baltimore: Johns Hopkins Med.; 1907.
- Carrel A. Heterotransplantation of blood vessels preserved in cold storage. *J Exp Med.* 1907;9(2):226-8. <http://dx.doi.org/10.1084/jem.9.2.226>. PMID:19867084.
- Guthrie CC. Some physiologic aspects of blood vessels surgery. *JAMA.* 1908;51:1568-2.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Carrel A. Results of transplantation of blood vessels organs and limbs. *JAMA.* 1908;51(20):1662-7.
- Kallás IE, Kallás AC, Kallás E. Anastomoses arteriais: passado, presente e futuro. *Acta Cir Bras.* 1999;14(4):221-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86501999000400013>.
- Sigounas V, 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.
- Wilasrusmee C, Lertsithichai P, Kittur DS. Vascular anastomosis model: relation between competency in a laboratory-based model and surgical competence. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;34(4):405-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.05.015>. PMID:17681827.
- Okhah Z, Morrissey P, Harrington DT, Cioffi WG, Charpentier KP. Assessment of surgical residents in a vascular anastomosis laboratory. *J Surg Res.* 2013;185(1):450-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2013.04.090>. PMID:23800439.
- Martins PNA, Montero EFS. Basic microsurgery training: comments and proposal. *Acta Cir Bras.* 2007;22(1):79-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502007000100014>. PMID:17293955.
- Webster R, Ely PB. Treinamento em microcirurgia vascular: é economicamente viável? *Acta Cir Bras.* 2002;17(3):194-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502002000300008>.
- Lima DA, Galvão MSL, Cardoso MM, Leal PRA. Laboratory training program in microsurgery at the National Cancer Institute. *Rev Bras Cir Plást.* 2012;27(1):141-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752012000100024>.
- Colpan ME, Slavin KV, Amin-Hanjani S, Calderon-Arnuphi M, Charbel FT. Microvascular anastomosis training model based on a Turkey neck with perfused arteries. *Neurosurgery.* 2008;62(5, Suppl 2):407-10. PMID:18596522.

### Correspondence

Priscilla Lopes Fonseca Abrantes Sarmiento  
 Av. Sapé, 1671/2602  
 CEP 58038-382 - João Pessoa (PB), Brasil  
 Tel.: +55 (83) 99118-8323  
 E-mail: priscillalopes0604@gmail.com

### Author information

PLFAS - Adjunct professor, Departamento de Cirurgia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).  
 ALF, BLV, BPA, JKLR, JSA and WCA - Medical students, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).  
 PAS - Thoracic surgeon, Hospital Universitário Lauro Wanderley, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### Author contributions

Conception and design: PLFAS, BLV, WCA, PAS  
 Analysis and interpretation: PLFAS, BLV, JSA  
 Data collection: PLFAS, ALF, BLV, WCA, JSA  
 Writing the article: PLFAS, ALF, BLV, BPA, JKLR, WCA  
 Critical revision of the article: PLFAS, PAS  
 Final approval of the article\*: PLFAS, ALF, BLV, BPA, JKLR, JSA, WCA, PAS  
 Statistical analysis: N/A  
 Overall responsibility: PLFAS

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

# Balões de látex: um modelo alternativo e de baixo custo para treinamento de anastomoses vasculares no ensino médico

## *Latex balloons: an alternative, low-cost model for vascular anastomosis training in medical education*

Priscilla Lopes Fonseca Abrantes Sarmiento<sup>1</sup>, André Loureiro Fernandes<sup>1</sup>, Bruna Lisboa do Vale<sup>1</sup>, Bruno D'Paula Andrade<sup>1</sup>, Jennyfer Kellen Lázaro da Rocha<sup>1</sup>, Jéssika da Silva Antas<sup>1</sup>, Waleria Cristina de Abreu<sup>1</sup>, Petrucio Abrantes Sarmiento<sup>1</sup>

### Resumo

O uso de simuladores na educação médica tem sido cada vez mais frequente, porém pouco acessíveis devido ao custo elevado. Foi desenvolvido para tal um modelo acessível e de baixo custo para o aprendizado e o treinamento de suturas e anastomoses vasculares em Laboratório de Bases das Técnicas Cirúrgicas. Foram utilizados balões de látex de cores variadas, fio de polipropileno 6,0 e outros materiais específicos para sutura vascular (porta-agulhas e pinças). Para facilitar o reparo dos balões, eles foram fixados em parafusos sobre placas de madeira. Foram feitas anastomoses terminoterminal, terminolateral e laterolateral e construção de *patch*. A perviedade da anastomose foi testada a partir da injeção de água em uma extremidade do balão e a observação da saída do conteúdo líquido na extremidade oposta. As vantagens observadas nesse modelo de treinamento para anastomoses foram a maleabilidade, a resistência à passagem do fio e o fato de ser inorgânico. Os balões de látex são uma alternativa barata, viável, não perecível e de uso prolongado no ensino e treinamento das suturas e anastomoses arteriais.

**Palavras-chave:** educação de graduação em medicina; procedimentos cirúrgicos vasculares; anastomose cirúrgica; modelos anatômicos.

### Abstract

Simulators are increasingly being used in medical education, but accessibility is restricted by their elevated cost. A accessible and low-cost model was developed for teaching and learning vascular sutures and anastomoses at a Basic Surgical Techniques Laboratory. Latex balloons of varying colors, polypropylene 6.0 sutures, and other materials specifically for suturing (needle holder and forceps) were used. The balloons were fixed to screws inserted into wooden boards in order to facilitate repairs. End-to-end, end-to-side, and side-to-side anastomoses and patching were performed. Anastomosis patency was tested by injecting water into one extremity of the balloon and observing the liquid exit via the opposite extremity. The advantages observed with this training model for anastomoses were malleability, resistance to passage of the suture, and the fact that it is inorganic. Latex balloons are an inexpensive option that are non-perishable and offer prolonged use for teaching and practice of arterial sutures and anastomoses.

**Keywords:** education, medical, undergraduate; vascular surgical procedures; anastomosis, surgical; models, anatomic.

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Cirurgia, João Pessoa, PB, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

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

Submetido em: Janeiro 09, 2018. Aceito em: Abril 16, 2018.

O estudo foi realizado no Departamento de Cirurgia, Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil.



## INTRODUÇÃO

Na disciplina de Bases das Técnicas dos Procedimentos Cirúrgicos e Anestésicos de uma universidade, os alunos do quarto período da graduação em medicina iniciam o aprendizado dos materiais cirúrgicos, tais como instrumentais e fios, e das técnicas cirúrgicas, tais como nós, suturas e anastomoses. A partir de uma autoavaliação em que os alunos, monitores e professores avaliaram a si mesmos em relação ao aprendizado nas aulas da disciplina, e de um questionário de avaliação da disciplina respondido pelos alunos da graduação, tornou-se evidente a deficiência no ensino teórico-prático do tema anastomoses. Assim, propusemos um aprofundamento desse tema, iniciando por anastomoses vasculares, em virtude da importância desse tipo de anastomose em toda especialidade cirúrgica e não somente na cirurgia vascular ou cardiovascular.

O uso de simuladores na educação médica tem sido cada vez mais frequente. Contudo, simuladores são pouco acessíveis para a maioria das faculdades e hospitais do Brasil, devido ao seu elevado custo. Na literatura, é descrita a utilização de materiais sintéticos, como silicone e luvas de borracha, de tecidos animais, tecidos vegetais e prática em pequenos animais (porco, ratos e coelhos) para o aprendizado e desenvolvimento da habilidade em anastomose vasculares<sup>1-5</sup>. No entanto, o uso de modelos animais é o principal ponto adverso levantado pelo público e pelos próprios alunos, que questionam sacrificar animais para fins de aprendizado<sup>6</sup>. As estritas leis dos Comitês Institucionais de Cuidados e Utilização de Animais

também dificultam o processo de utilização desses modelos animais na educação médica, contribuindo para a necessidade do desenvolvimento de alternativas a esses modelos.

O objetivo desse artigo foi descrever a criação de um modelo com balões de látex para ensino e treinamento de suturas e anastomoses vasculares no laboratório de disciplina de Bases das Técnicas Cirúrgicas de uma Universidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para construção desse modelo, foram utilizados sete balões de látex de 27 x 0,9 cm de cores variadas, quatro placas de madeira, nove parafusos, fio cirúrgico de polipropileno cardiovascular 6.0 com duas agulhas de 1,3 cm (Figura 1) e outros materiais específicos para sutura vascular (porta-agulhas, pinça Kelly protegida com látex e pinça de prensão atraumática).

As extremidades e o excedente dos balões foram utilizados para recobrir os parafusos (Figura 2). Isso permitiu a fixação do modelo à placa de madeira e a economia de material, pois, por não ter sido descartado, o comprimento extra pode ser utilizado em outro momento.

A sutura do *patch* e as anastomoses dos balões foram realizadas conforme os princípios básicos das anastomoses vasculares descritos por Carrel<sup>7-9</sup>, Guthrie<sup>10</sup> e Rutherford<sup>11</sup>, com utilização de dois fios de polipropileno com duas agulhas em cada um deles.

A anastomose terminoterminal foi realizada com pontos separados (Figura 3) pela técnica de triangulação<sup>12,13</sup>, com três pontos equidistantes,

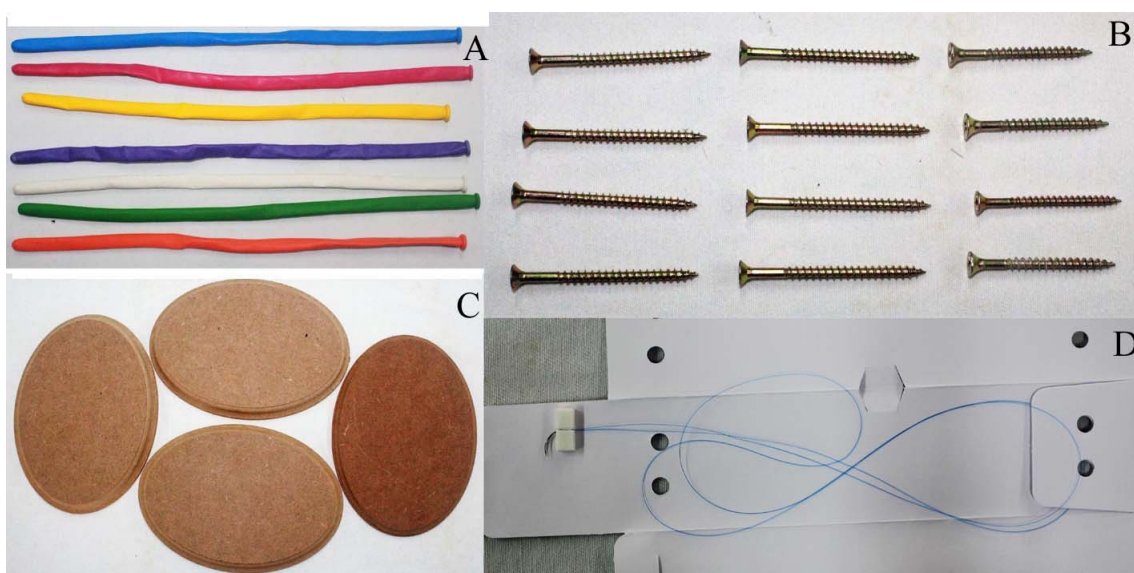


Figura 1. Materiais para a construção do modelo: balões de látex de cores variadas (A); parafusos (B); placas de madeira (C); fio de polipropileno 6.0 com duas agulhas (D).



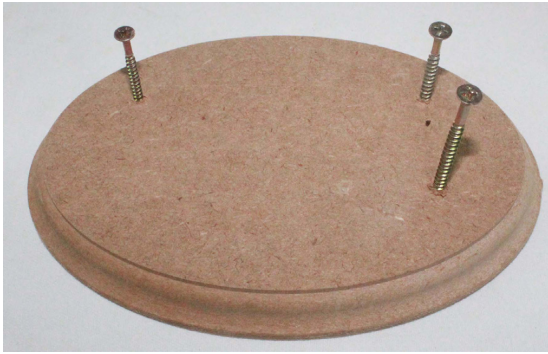


Figura 2. Preparação da placa de madeira com parafusos.



Figura 3. Anastomose terminoterminal com pontos separados.

transformando a circunferência em um triângulo. Esse tipo de anastomose é recomendado para crianças e vasos de menor calibre. Como as extremidades eram do mesmo calibre, elas não foram biseladas. Nessa técnica, os lados também podem ser aproximados com pontos tipo chuleio simples.

A sutura do *patch* e as anastomoses terminolateral e laterolateral foram realizadas com pontos iniciais nos ângulos e fechamento das paredes anterior e posterior com sutura contínua<sup>12,13</sup>. Além disso, na anastomose terminolateral, conforme a técnica recomendada por Rutherford, a abertura do balão foi uma vez e meia maior que o calibre do balão a ser implantado e biselado com angulação de 30 a 45 graus em relação ao mesmo balão. Algumas etapas na confecção da anastomose terminolateral são demonstradas na Figura 4.

Assim, na construção desse modelo, vários tipos de anastomoses foram testados: anastomoses terminoterminal, laterolateral, terminolateral e construção de *patch*, utilizando-se quatro placas de madeira, com aspecto final demonstrado na Figura 5.

A perviedade do *patch* e das anastomoses foi testada a partir da injeção de água em uma extremidade do balão e a observação da saída desse conteúdo na extremidade oposta (anastomoses terminoterminal e laterolateral e construção de *patch*) ou na extremidade de interesse (anastomose terminolateral).

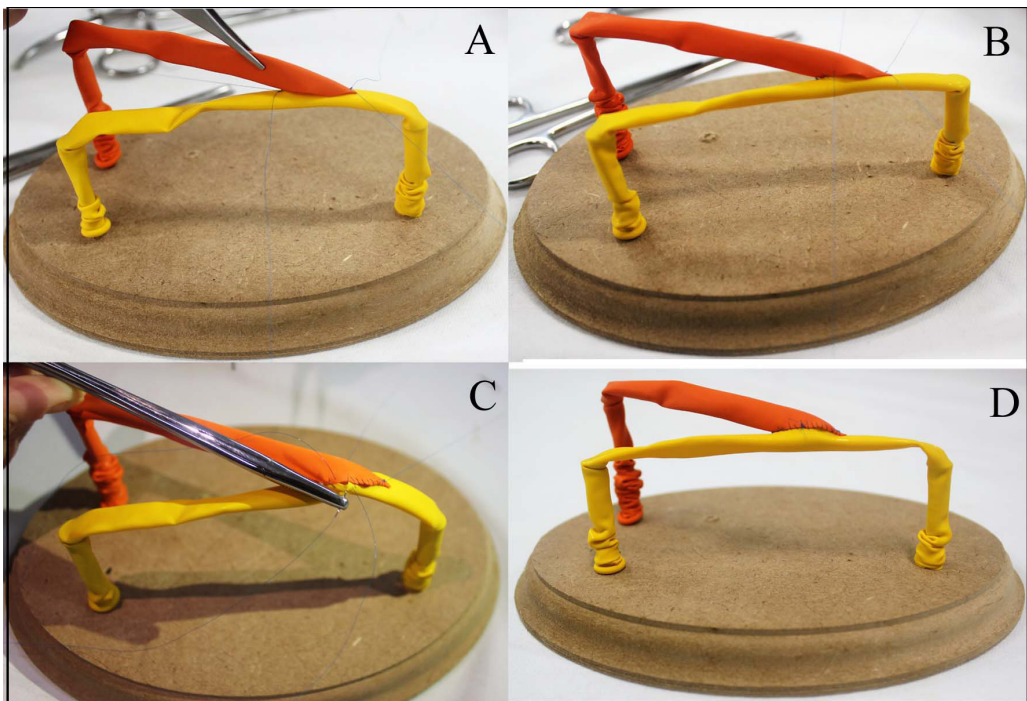


Figura 4. Confecção da anastomose terminolateral: sutura inicial aproximando os balões com pontos nos ângulos (proximal e distal) (A); sutura contínua em quatro quadrantes (B); detalhe na passagem da agulha em toda a parede do balão (C); aspecto final da anastomose (D).

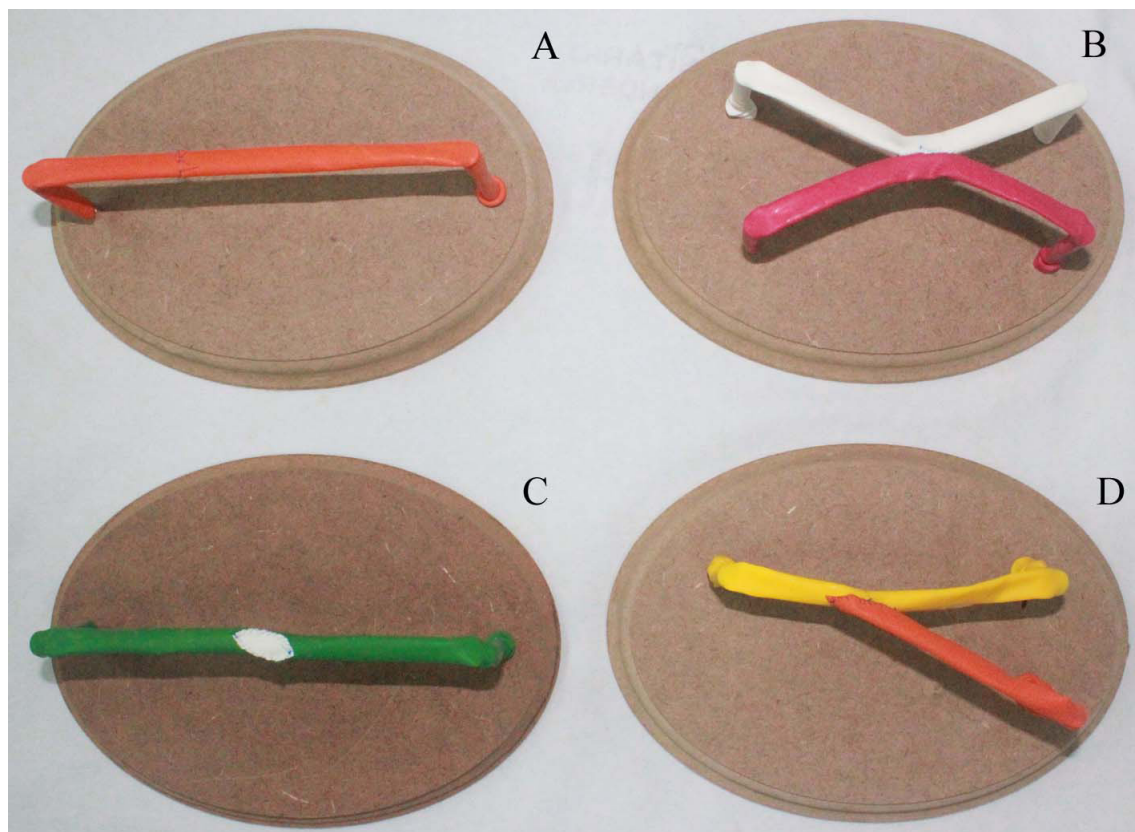


Figura 5. Aspecto final dos modelos das anastomoses confeccionadas nas quatro placas de madeira: terminoterminal (A); laterolateral (B); *patch* (C) e terminolateral (D).

## RESULTADOS

Foram realizadas anastomoses vasculares (terminoterminal, laterolateral, terminolateral) em três estações diferentes, e foi realizada a construção de *patch* em uma outra estação. Em todos esses procedimentos, foram utilizados balões de látex de cores diferentes. Na confecção das suturas, observou-se resistência à passagem da agulha no balão de látex, semelhante àquela observada em artérias e veias normais, não ateroscleróticas. O material é firme, não ocorrendo laceração em nenhuma das estações. Além disso, as bordas mantiveram-se bem coaptadas com os fios e nós. A diferença de cor entre os balões utilizados em cada anastomose apresentou-se como um aspecto interessante, uma vez que facilitou a visualização da passagem dos pontos, da coaptação das bordas e do resultado final.

A perviedade testada foi de 100% com a instilação líquida. Na anastomose terminoterminal e na confecção do *patch*, observou-se que o líquido também extravasou entre os pontos.

O custo para a construção desse modelo, com a realização das quatro anastomoses, foi de

R\$ 152,00 (oito fios cirúrgicos de polipropileno 6.0, sete balões de látex, parafusos e quatro placas de madeira), sendo a maior parte destinada à aquisição dos fios para a sutura.

## DISCUSSÃO

A confecção de anastomoses vasculares é um procedimento realizado em diversas especialidades cirúrgicas e não somente nas cirurgias vascular e cardiovascular<sup>14,15</sup>. Na maioria das vezes, os alunos e cirurgiões iniciantes aprendem e treinam essas anastomoses diretamente em seres humanos, podendo acarretar prejuízos aos pacientes, devido ao aumento do tempo cirúrgico ou a complicações pós-operatórias, e consequente incremento de custos hospitalares<sup>14,16</sup>. Em muitos casos, isso é decorrente da rotina estabelecida há anos no serviço ou da falta de laboratórios equipados com modelos acessíveis e sintéticos nas faculdades ou em ambientes extra-hospitalares.

Vários estudos já demonstraram que tanto o aprendizado como o treinamento devem ser feitos de maneira laboratorial antes de serem feitos no

ambiente hospitalar e na prática clínica<sup>14,15,17</sup>. Alguns autores recomendam que o treinamento prévio em simuladores deva ser uma etapa fundamental na formação do futuro cirurgião<sup>2,18</sup>. Devido ao elevado custo dos simuladores disponíveis no mercado, alguns modelos alternativos de baixo custo foram desenvolvidos.

Excluindo o uso de animais vivos, a literatura descreve tipos de modelos com materiais diversos.

Webster & Ely<sup>18</sup> e Lima et al.<sup>19</sup> testaram a confecção de anastomose terminoterminal com fios de mononylon em tubos de silicone e mostraram que essa técnica é eficaz no treinamento inicial.

O uso de luvas de borracha para o treinamento de anastomoses vasculares é descrito por alguns autores, mas sem referência bibliográfica ou descrição dos métodos e resultados.

Achar et al.<sup>1</sup> descreveram um modelo experimental com traqueia e esôfago extraídos de cabeças de frango e simulou sutura arterial com a confecção de anastomose terminoterminal. Já Colpan et al.<sup>20</sup> desenvolveram um modelo realista para treinamento de anastomoses vasculares com carótidas de pescoço de peru, que eram perfundidas durante o procedimento. Maluf et al.<sup>5</sup> utilizaram o pedículo esplênico de suínos pós-morte, que foram submetidos a esplenectomia, como um modelo alternativo para treinamento de anastomose vascular com fios de mononylon.

Graham et al.<sup>2</sup> testaram vagem e feijão verde como modelo de baixo custo na confecção de anastomose terminoterminal com fios de polipropileno e consideraram as características do feijão verde mais apropriadas para o treinamento inicial.

O material utilizado em nosso estudo, balões de látex, não havia sido descrito anteriormente na literatura com essa finalidade. O balão de látex se assemelha a um vaso por ser cilíndrico (27 cm de comprimento), ter calibre de 0,9 cm com espessura delgada (menor que 1 mm), e apresentar luz interna e maleável. Além disso, se assemelha à parede de artérias e veias normais por apresentar pouca resistência à passagem da agulha do fio de polipropileno.

As características do látex, quanto à sua maleabilidade e resistência, favorecem o ensino da técnica dos vários tipos de anastomoses (terminoterminal, laterolateral, terminolateral e colocação de *patch*), as quais foram testadas em nosso estudo. Assim, demonstramos que a principal vantagem do modelo com balões de látex é a possibilidade de utilizá-lo para o ensino de várias técnicas de suturas vasculares, diferentemente do que é descrito na maioria dos estudos da literatura, que testaram somente anastomose terminoterminal<sup>2,3,6,19,20</sup>. Alguns estudos utilizaram fios de mononylon para a confecção das anastomoses<sup>6,19,20</sup>. Em nosso modelo,

as anastomoses foram feitas com fio de polipropileno de fino calibre e com duas agulhas, para deixar o modelo mais real e contribuir para a familiarização do aluno com a técnica vascular.

Outra característica peculiar observada foi a diferença das cores dos balões, o que facilita a visualização das partes a serem anastomosadas, sendo assim relevante no aprendizado e entendimento da construção da anastomose pelos alunos. Como o silicone, o látex é um material inorgânico, acessível e disponível, características úteis e fundamentais em centros que, assim como o nosso, não possuem biotério ou laboratório de cirurgia experimental.

Duas desvantagens de nosso modelo foram observadas. A primeira foi a inexistência de uma lâmina íntima no balão. Durante as anastomoses vasculares *in vivo*, dedica-se atenção para a fixação e manutenção da união da camada íntima com a parede do vaso, a fim de evitar seu descolamento ou “flap”. Alterações nessa camada são frequentemente fatores predisponentes para complicações pós-operatórias e oclusões das anastomoses vasculares. A segunda foi o extravasamento do líquido infundido durante o teste dos pontos, tornando-o insatisfatório por não permitir avaliar se a distância entre eles está adequada. Acredita-se que isso ocorreu em virtude das próprias características do balão – maleável, elástico e inorgânico – e da consequente ausência de fatores sanguíneos da coagulação que promovem a coesão de células teciduais. Essas mesmas desvantagens também foram observadas por Graham et al.<sup>2</sup> em modelo com tecidos vegetais.

Entretanto, acreditamos que, na curva inicial de aprendizado do aluno e até mesmo do jovem cirurgião, as vantagens se sobrepõem às desvantagens. Isso é especialmente verdadeiro no que diz respeito ao ensino da técnica, ao treinamento e à familiarização com o instrumental vascular específico, à prática de anastomose de estruturas com o uso de fios de pequeno calibre e com duas agulhas, e ao desenvolvimento progressivo da destreza e da agilidade da técnica com movimentos delicados.

## CONCLUSÃO

Os balões de látex são uma alternativa interessante, viável e de baixo custo, comparados aos modelos descritos anteriormente na literatura para o aprendizado da técnica e o treinamento da confecção de suturas e de diversos tipos de anastomoses vasculares pelos alunos de graduação e cirurgiões iniciantes. Suas características os fazem disponíveis e de acesso universal, contribuindo para a melhoria da educação médica.



## REFERÊNCIAS

- Achar RA, Lozano PA, Achar BN, Pereira CV Fo, 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.
- Graham H, Teixeira RK, Feijo 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>.
- Rodriguez JR, Yañez R, Cifuentes I, Varas J, Dagnino B. Microsurgery workout: a novel simulation training curriculum based on nonliving models. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(4):739-47. <http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0000000000002456>. PMID:27673544.
- Jaeger M, Ely PB, Pires JA, Ferreira LM. An experimental model to retraining in microvascular suture. *Acta Cir Bras.* 2014;29(Suppl 2):1-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502014001400001>. PMID:25229506.
- Maluf I Jr, Silva AB, Groth AK, et al. An alternative experimental model for training in microsurgery. *Rev Col Bras Cir.* 2014;41(1):72-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912014000100014>. PMID:24770778.
- Petroianu A. Ethical aspects in research on animals. *Arch Surg.* 1996;11:157-64.
- Carrel A. La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation de viscères. Lyon: Association Typographique; 1902.
- Carrel A. The surgery of blood vessels. Baltimore: Johns Hopkins Med.; 1907.
- Carrel A. Heterotransplantation of blood vessels preserved in cold storage. *J Exp Med.* 1907;9(2):226-8. <http://dx.doi.org/10.1084/jem.9.2.226>. PMID:19867084.
- Guthrie CC. Some physiologic aspects of blood vessels surgery. *JAMA.* 1908;51:1568-2.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Carrel A. Results of transplantation of blood vessels organs and limbs. *JAMA.* 1908;51(20):1662-7.
- Kallás IE, Kallás AC, Kallás E. Anastomoses arteriais: passado, presente e futuro. *Acta Cir Bras.* 1999;14(4):221-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86501999000400013>.
- Sigounas V, 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.
- Wilasrusmee C, Lertsithichai P, Kittur DS. Vascular anastomosis model: relation between competency in a laboratory-based model and surgical competence. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;34(4):405-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.05.015>. PMID:17681827.
- Okhah Z, Morrissey P, Harrington DT, Cioffi WG, Charpentier KP. Assessment of surgical residents in a vascular anastomosis laboratory. *J Surg Res.* 2013;185(1):450-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2013.04.090>. PMID:23800439.
- Martins PNA, Montero EFS. Basic microsurgery training: comments and proposal. *Acta Cir Bras.* 2007;22(1):79-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502007000100014>. PMID:17293955.
- Webster R, Ely PB. Treinamento em microcirurgia vascular: é economicamente viável? *Acta Cir Bras.* 2002;17(3):194-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502002000300008>.
- Lima DA, Galvão MSL, Cardoso MM, Leal PRA. Laboratory training program in microsurgery at the National Cancer Institute. *Rev Bras Cir Plást.* 2012;27(1):141-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752012000100024>.
- Colpan ME, Slavin KV, Amin-Hanjani S, Calderon-Arnuphi M, Charbel FT. Microvascular anastomosis training model based on a Turkey neck with perfused arteries. *Neurosurgery.* 2008;62(5, Suppl 2):407-10. PMID:18596522.

### Correspondência

Priscilla Lopes Fonseca Abrantes Sarmiento  
Av. Sapé, 1671/2602  
CEP 58038-382 - João Pessoa (PB), Brasil  
Tel.: (83) 99118-8323  
E-mail: priscillalopes0604@gmail.com

### Informações sobre os autores

PLFAS - Professora Adjunta, Departamento de Cirurgia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).  
ALF, BLV, BPA, JKLR, JSA e WCA - Alunos de graduação em Medicina, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).  
PAS - Médico cirurgião torácico, Hospital Universitário Lauro Wanderley, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: PLFAS, BLV, WCA, PAS  
Análise e interpretação dos dados: PLFAS, BLV, JSA  
Coleta de dados: PLFAS, ALF, BLV, JSA, WCA  
Redação do artigo: PLFAS, ALF, BLV, BPA, JKLR, WCA  
Revisão crítica do texto: PLFAS, PAS  
Aprovação final do artigo\*: PLFAS, ALF, BLV, BPA, JKLR, JSA, WCA, PAS  
Análise estatística: N/A  
Responsabilidade geral pelo estudo: PLFAS

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