



Arteriovenous anastomosis learning curve using low cost simulator

Curva de aprendizado de anastomose arteriovenosa com uso de simulador de baixo custo

Jéssika da Silva Antas¹, Ana Karolina Gama de Holanda¹, Achilles de Sousa Andrade¹,
Alinne Mirlania Sabino de Araujo¹, Isabella Guilherme de Carvalho Costa¹, Luciano Ribeiro Dantas¹,
Silvane Katerine Medeiros de Lima¹, Priscilla Lopes da Fonseca Abrantes Sarmiento¹ 

Abstract

Background: In order to reduce difficulties with learning surgical techniques, supplementary tools for training were developed. This paper describes the learning curve followed by student volunteer research subjects who used an alternative model for practicing vascular anastomosis. **Objectives:** To evaluate the vascular anastomosis technique learning curve and development of manual skills using a low-cost experimental model. **Methods:** Experimental and prospective study using end-to-side vascular anastomosis in latex balloons over five successive phases, initiated after theoretical and practical guidance given by experienced vascular surgeon. The study subjects were six undergraduate medical students from Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brazil, in their third to fifth years of the course. Cluster analysis was used to interpret the data collected on the quality of anastomoses and the time taken. **Results:** The time taken to perform anastomosis reduced for all students, with statistical differences from phase 1 compared to phases 4 and 5. There was also a trend to increasing scores on the quality index as the phases progressed. However, no statistical differences were detected using the Friedman test, which is appropriate for data measured with ordinal levels (quality was assessed on a scale of 1 to 5). **Conclusions:** It was found that the training model used was effective for increasing learning of this technique. It is believed that future studies with larger samples or a higher number of phases could demonstrate both reduced time and improved quality of the anastomoses performed with statistical significance.

Keywords: learning curve; arteriovenous anastomosis; simulation training.

Resumo

Contexto: A redução das dificuldades no aprendizado da técnica cirúrgica levou ao surgimento de ferramentas complementares. Este trabalho descreve a curva de aprendizado dos alunos sujeitos da pesquisa, utilizando um modelo alternativo para a prática de anastomose vascular. **Objetivos:** Avaliar a curva de aprendizado da técnica de anastomose vascular e do desenvolvimento de habilidades manuais a partir da utilização de um modelo experimental de baixo custo. **Métodos:** Este trabalho é um estudo experimental e prospectivo, com a realização de anastomoses vasculares do tipo terminolateral em balões de látex durante cinco fases sucessivas, iniciadas após orientação teórico-prática de uma cirurgiã vascular experiente. Os sujeitos foram seis graduandos do curso de Medicina, do terceiro ao quinto ano, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. A interpretação do material coletado acerca da qualidade das anastomoses e do tempo utilizado seguiu a análise de agrupamento. **Resultados:** Houve redução do tempo de realização das anastomoses de todos os alunos, com diferença estatística da fase 1 quando comparada às fases 4 e 5, bem como tendência crescente no índice de qualidade ao longo das fases. Porém, não foi detectada diferença estatística a partir do teste de Friedman, apropriado para dados com nível de mensuração ordinal (escala de 1 a 5 na avaliação da qualidade). **Conclusões:** O modelo de treinamento utilizado foi efetivo para incremento do aprendizado dessa técnica, acreditando-se que amostras de maior tamanho ou com maior número de fases em trabalhos futuros poderiam demonstrar redução do tempo associada a melhora da qualidade da anastomose realizada com significância estatística.

Palavras-chave: curva de aprendizado; anastomose arteriovenosa; treinamento por simulação.

How to cite: Antas JS, Holanda AKG, Andrade AS, et al. Arteriovenous anastomosis learning curve using low cost simulator. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20190144. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.190144>

¹ Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Faculdade de Medicina, 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: December 04, 2019. Accepted: June 01, 2020.

The study was carried out at Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brazil.

■ INTRODUCTION

Teaching surgical techniques remains a challenge at medical schools, since, particularly in this area of medicine, practical and manual skills cannot be perfected with theoretical teaching alone.¹ One option for more effective teaching would be to use simulators or *in vivo* animal models.² However, uses of these practices is beset by the high cost of simulators and ethical issues with regard to use of animals for training, which are subject to much debate currently.³

Vascular anastomosis techniques are widely employed to create arteriovenous fistulas for hemodialysis or for vascular bypass surgery, but training in these techniques is very often neglected during undergraduate courses and even during residency in surgical areas because of ethical issues and financial limitations. As a consequence, in our country and in some other settings, the physician's first practical experience with anastomoses will be with a patient undergoing vascular surgery.⁴ However, we do not believe that it is acceptable that human beings be used as tools for training.

Although the lack of *ex vivo* training means that initial training in surgery *in vivo* is the only option at many centers, this has the consequence of increasing the duration of surgery, which, in turn, is considered an independent risk factor for surgical complications.⁵⁻⁹ It has already been reported that the time taken to perform vascular anastomoses is longer among residents and students. However, training with animal models and simulators results in improved speed and technical refinement, which is reflected in improvements when surgical procedures are conducted.¹⁰⁻¹²

This being so, a number of alternative models have been developed for teaching and development of vascular anastomosis skills, employing a variety of materials ranging from the synthetic, such as rubber and silicone gloves, to vegetable produce.^{13,14} One such model, which was used in this study, was created using latex balloons¹⁵ and offers the advantages of low cost, simple construction, the possibility of re-use, and similar diameter and consistency to vascular structures typically involved in procedures *in vivo*, such as brachiocephalic fistulas and femoropopliteal bypass.

The objective of this study was to evaluate the vascular anastomosis learning curve and development of manual skills when using an experimental, low cost model. The analysis of students' progress in learning the vascular anastomosis construction technique is based on reduction of the time each student takes to perform an anastomosis and improvements in the quality of their technique over the course of the study, using each student's initial performance as their own

control. In this study, as in surgical practice, neither a poor quality anastomosis performed rapidly nor an anastomosis of excellent quality that takes a very long time are desirable.

■ METHODS

This is a prospective experimental study that was submitted for analysis by the Research Ethics Committee at the Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brazil, and approved under protocol number 96134418.6.0000.8069. The project complies with resolution 466 of December 2012, which relates to respect for human dignity and due protection for all research participants. All of the volunteers involved signed individual consent forms. Planning and data collection occurred from September 2018 to June 2019. The experimental subjects were six undergraduate students on the sixth to tenth semesters of the Medicine degree at UFPB. At the time of the study, these students were monitors on the Foundations of Surgical Technique module. The students who participated had no prior technical knowledge of vascular anastomoses, which was one of the reasons for conducting this project. They did have basic knowledge of surgery gained from the theoretical and practical content of the Foundations of Surgical Technique module, such as surgical instruments, surgical threads, and the principals of surgical sutures with continuous and interrupted stitches. This module is taken during the fourth semester of the UFPB Medicine degree. The sample size used in this observational study was not calculated statistically, which could constitute a limitation to the results observed.

The end-to-side anastomosis technique was chosen for teaching and analysis in this study. Initially, the student participants were given practical and individual instruction by an experienced vascular surgery professor, based on a demonstration of performing an end-to-side anastomosis using the technique recommended by Rutherford,¹⁶ with initial sutures at the angles and closure of the anterior and posterior walls with continuous sutures.^{16,17} The end-to-side anastomosis was performed on the alternative low cost training model, constructed with a wooden board, screws, and latex balloons¹⁵ (Figure 1), and a surgical materials kit containing four straight forceps for sutures, two needle holders, one pair of scissors, and 5-0 polypropylene suture material, which were used to conduct the vascular anastomosis. The size of the longitudinal incision in the recipient balloon (side vessel) was more than one and a half times the caliber of the balloon, and the end of the balloon to be anastomosed was cut at an angle of 30 to 45

degrees. Some of the steps involved in constructing the end-to-side anastomosis¹⁵ are illustrated in Figure 2.

The students were then divided into three pairs to perform anastomoses, with one student in each pair acting as surgeon and the other as surgical assistant and vice-versa. Thus, each student conducted one anastomosis supervised by the surgery professor and assisted by the other student, which was filmed to enable them to memorize the technique more easily. This first anastomosis attempt was not computed in

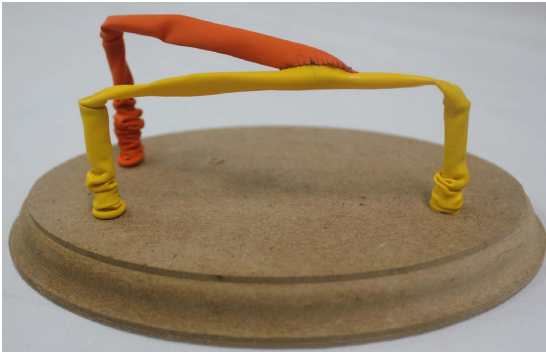


Figure 1. Prototype constructed with wood, screws, and latex balloons used to perform anastomoses.

the statistical analysis of the study, since it was part of teaching the technique.

The latex balloons representing the artery and vein had a diameter of 1 cm and the orifice of the balloon representing the artery was 2 cm in length. The students only performed suturing of the balloons. The balloon representing the vein was cut to the ideal proportional size for vascular anastomosis. All of the students were instructed not to practice the technique other than during the scheduled sessions.

Each student performed five vascular anastomoses in succession, with a 1-week interval between each attempting, making a total of five phases (1, 2, 3, 4, and 5). The pairs were not changed over the course of the experiment. The assistant was responsible for timing the time taken to perform each vascular anastomosis and for noting any intercurrent conditions if any occurred. Each student was identified by a letter (A, B, C, D, E, or F) and each anastomosis was identified by the student's letter and the phase in which it was performed – for example, A2: student A, phase 2. At the end of each attempt, the anastomosis was put into a sealed envelope for evaluation by two surgeons, independently, who rated them using a scale created for the activity, scored from 0 to 5. The

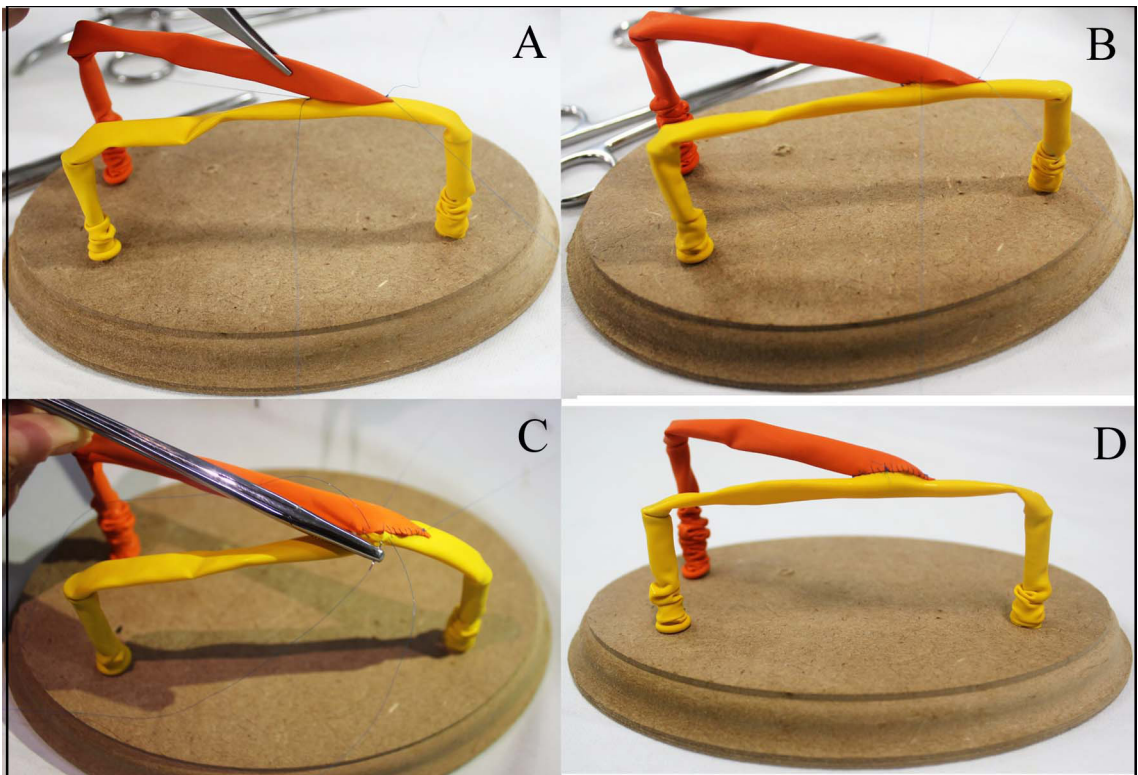


Figure 2. Construction of end-to-side anastomosis: (A) Initial suture approximating the balloons with sutures at the angles (proximal and distal); (B) continuous sutures along four quadrants; (C) detail of needles passing entirely through the wall of the balloon; (D) final appearance of the anastomosis.

scale comprised the following questions: a) Were the sutures equally spaced properly? b) Were the sutures the correct distance from the edge of the vessel? c) Were the sutures correctly tensioned? d) Were the edges of the suture free from inversion? and e) Was the procedure performed without complications? Each question was answered “yes” or “no”. One point was scored for each question answered “yes”.

RESULTS

The data on the time taken to perform anastomosis relate to five repetitions per student, repeating the same procedure in each of the five phases. Figure 3 shows the curves of change in anastomosis time over the five study phases for each student.

Cluster analysis was used to evaluate difference in time gained per phase, using the agglomerative hierarchical clustering method with Euclidean distances. This analysis yields a tree diagram, known as a dendrogram, which is shown in Figure 4.

According to this dendrogram, phase 1 (area outlined in blue) was different from the other phases, i.e. with a longer time than the other phases. Therefore, the time taken in phases 2 and 3 (areas outlined in orange) was shorter than phase 1 and longer than phases 4 and 5 (areas outlined in green), delineating three clusters (C_1 = phase 1; C_2 = phases 2 and 3; and C_3 = phases 4 and 5), based on the distribution of anastomosis times.

The x-axis of Figure 4 is marked in values at intervals of 5, with the values 0, 5, 10, 15, 20, and 25, which are the Euclidean distances, i.e., they indicate

the proximity of each record to the others. It can be observed how far phase 1 is from the other phases. Additionally, we can also observe that phase 2 is between percentiles 5 and 10; whereas phase 3 is below the 5th percentile, showing that the time taken to perform anastomosis was already well below the time taken in phases 1 and 2. However, observing phases 4 and 5, it can be seen that they are very close to percentile 0, showing that there is no significant difference between these two phases in terms of the relationship between times taken to perform anastomoses. This is a positive cluster analysis result, demonstrating that there was indeed a reduction in the time taken to perform anastomoses and that by phase 4 the students had reached a plateau in terms of the time required.

If the dendrogram is analyzed using a vertical cutoff through the tree, we can observe that the time for C_1 = phase 1 was infinitely greater than for the other phases. With a cutoff at C_2 = phases 2 and 3, we observe a minimal difference between the time taken to perform anastomoses in phases 2 and 3. In C_3 = phases 4 and 5, the cluster analysis shows there was no significant difference between the anastomosis times for phases 4 and 5. This evidence suggests that if the experiment had been terminated after phase 4, there would have been no impact on the analysis of anastomosis times.

Both mean and median times reduced as the phases progressed (as shown in Table 1) and comparison with analysis of variance (ANOVA) for repeated measures yielded p values > 0.05 for all phases, since

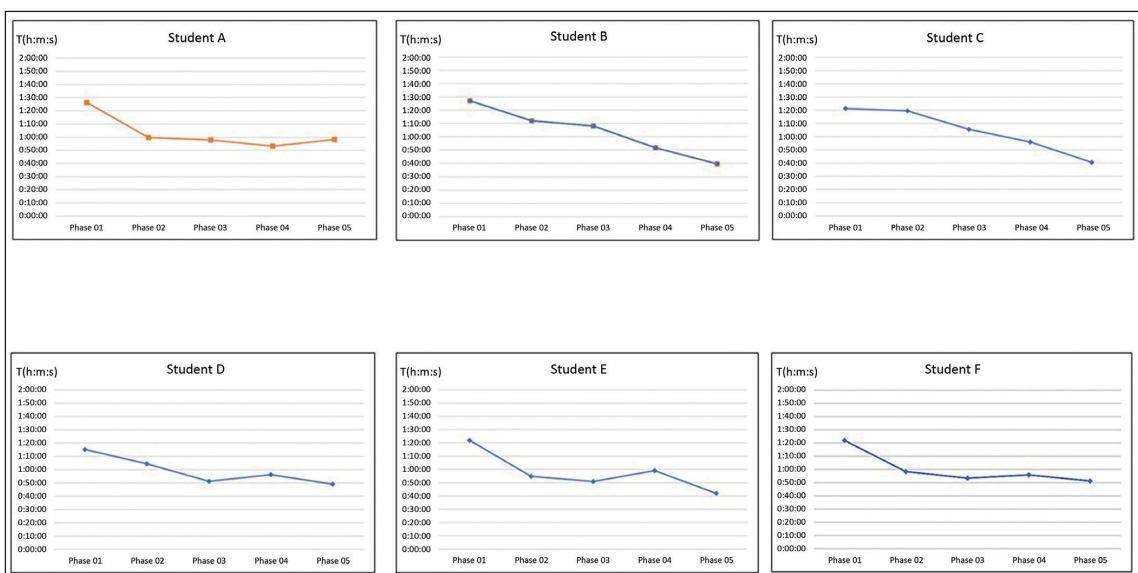


Figure 3. Curve showing change in the time taken by students to perform anastomoses against study phases. Time (T) in hours, minutes, and seconds (h:m:s).

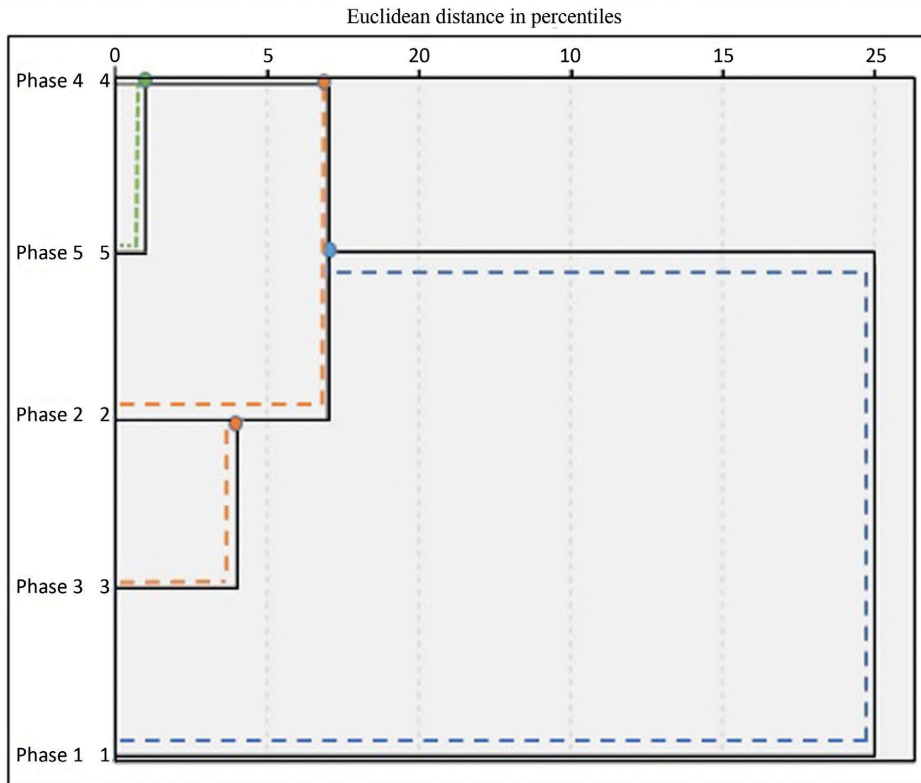


Figure 4. Dendrogram showing clusters by Euclidean distances in percentiles for times observed in phases 1 to 5.

Table 1. Descriptive measures of phases and repeated measures comparison of change in time taken.

Phase	Mean	SD	Median	p
1	4939.0	260.53	4917.50	0.001
2	3890.0	557.14	3718.00	
3	3193.6	829.85	3146.00	
4	3326.6	147.49	3357.00	
5	2805.1	442.66	2736.50	

SD: standard deviation.

the phases data were normally distributed according to the Shapiro-Wilk test. The F test p value is 0.001, providing statistical evidence that the mean phase times are different. This evidence is confirmed by the cluster analysis shown Figure 4.

Figure 5 illustrates the change in anastomosis quality scores for each student over the course of the study. For analysis of the quality scores, a dendrogram constructed using the same clustering method as before is shown in Figure 6. In the same manner as in Figure 4, it can be observed that the dendrogram forms four clusters at a vertical line corresponding to a distance equal to 5: C_1 = phase 1, C_2 = phase 3, C_3 = phase 5, and C_4 = phases 2 and 4. Phase 5 has the highest quality score, showing that the students had achieved their highest level of quality.

If the dendrogram shown in Figure 4 is rotated through 90° counterclockwise, horizontal cutoffs illustrated by the lines (blue, orange, and green) are plotted at the levels corresponding to the time taken in each phase, as demonstrated in Figure 7. We can thus observe that the time taken in C_1 (phase 1) was considerably greater than the time taken in the other phases. With a cutoff at C_2 (phases 2 and 3), we observe a minimal difference between the time taken to perform anastomoses in phases 2 and 3. In C_3 (horizontal phase 4 and 5), the cluster analysis shows there was no significant difference between the anastomosis times for phases 4 and 5. This evidence suggests that if the experiment had been terminated after phase 4, there would have been no impact on the analysis of anastomosis times.

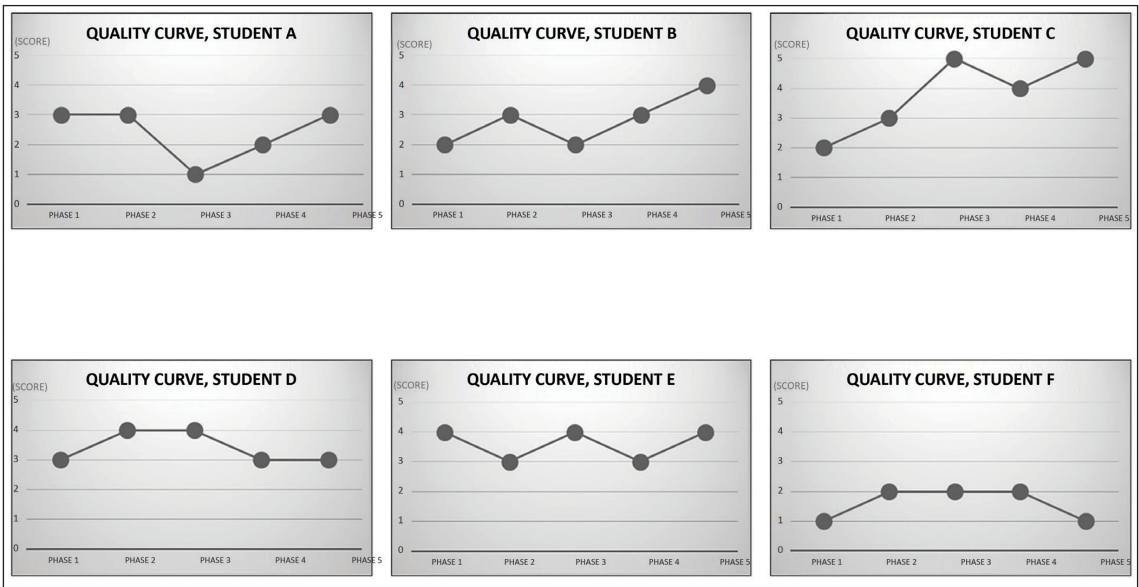


Figure 5. Curves illustrating quality of anastomoses (score) for each student over the course of the five study phases.

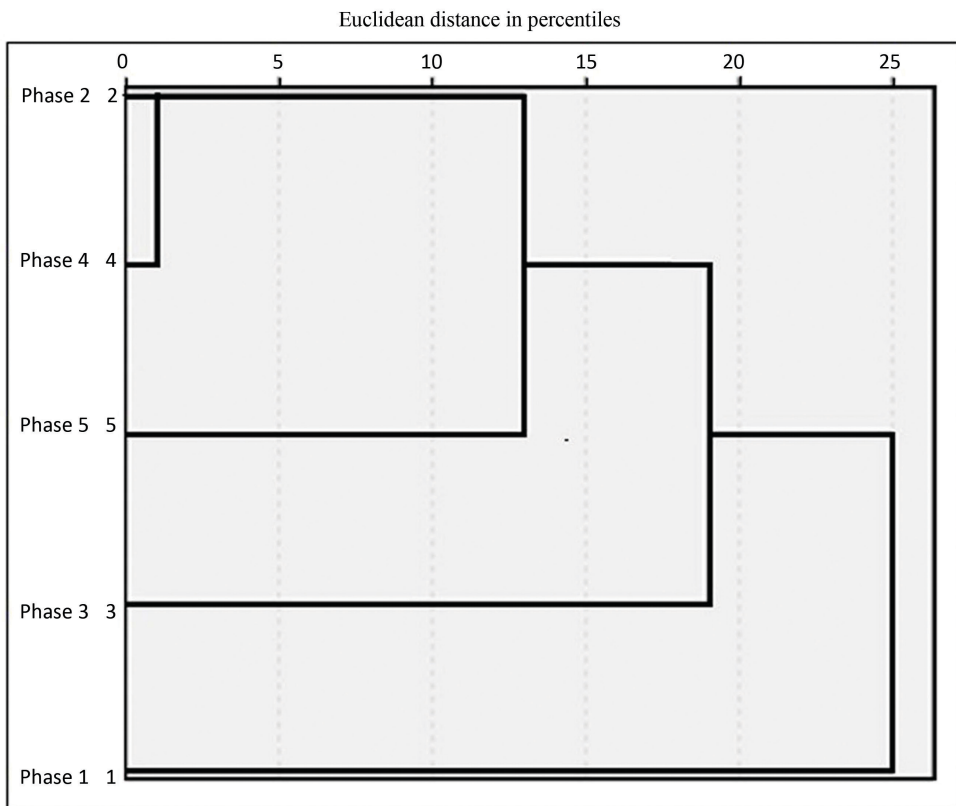


Figure 6. Dendrogram of hierarchical method clusters by Euclidean distances in percentiles for quality scores by phase.

In Table 2, it can be observed that there was a trend for the quality index to increase as the phases progressed and that there was no statistical difference using the Friedman test, which is appropriate for data

measured with ordinal levels (quality assessed on a scale of 1 to 5). Therefore, the statistical method does not detect a difference, but clinical differences are revealed by the median statistical measure and the

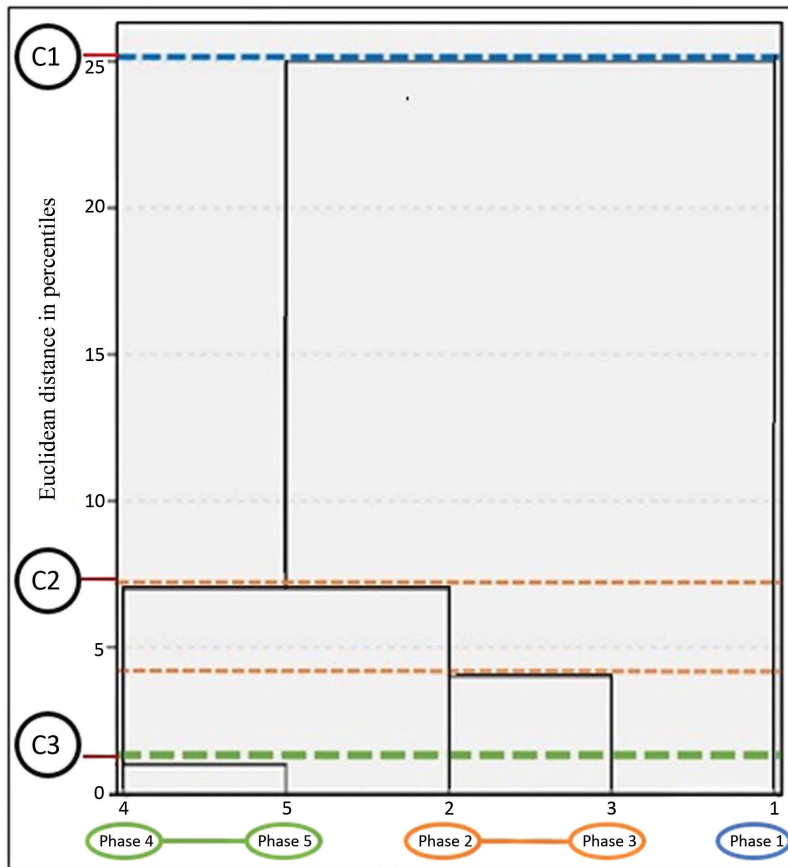


Figure 7. Dendrogram showing clusters by Euclidean distances in percentiles for times observed in phases 1 to 5 (rotated 90° counterclockwise).

Table 2. Descriptive measures of quality index scores and comparison over the phases.

Phase	Mean	SD	Median	p
1	2.50	1.049	2.50	0.603
2	3.00	0.632	3.00	
3	3.00	1.549	3.00	
4	2.83	0.753	3.00	
5	3.33	1.366	3.50	

SD: standard deviation.

cluster analysis. It is probable that a larger sample size would detect a statistical difference between phases using the Friedman hypothesis test.

DISCUSSION

Surgical technique can be defined as a set of manual or instrumented maneuvers performed by the surgical team to accomplish an operation. Thus, the knowledge underlying surgical technique includes handling of instruments and general manipulation of tissues used to execute maneuvers common to all surgical procedures.¹⁷⁻¹⁸ Development of manual skills demands continuous practical training starting during

the undergraduate course and continuing through medical residency.

Vascular anastomoses are not only important in vascular surgery, but also for surgical practice in general, such as for myocardial and cerebral revascularization, in trauma care, transplantations, plastic surgery, and to repair iatrogenic injuries, making them an essential part of training in medical residency programs.¹⁹⁻²¹ Traditionally, residents acquired technical skills in the operating room, under supervision by a treating surgeon. However, over recent years a number of studies have presented proposals for training to give future surgeons experience with vascular anastomoses before residency.⁴

Of these, animal models are frequently cited in the literature, offering the advantage of proximity to the physiological, anatomic, and organic characteristics of human beings.²² Achar et al.² developed a model using chicken trachea and esophagus for training end-to-end anastomoses. Garbin et al.²³ compared students' learning after training side-to-side arteriovenous anastomosis with a model using bovine tongue. However, in addition to the ethical issues, this type of model also requires an appropriate space for preparing and storing the materials used.

In contrast, the medical industry has developed artificial simulators for training vascular anastomoses, but their elevated cost is a barrier to access for a large proportion of Brazilian institutions. This has led to development of alternative simulators as proposals for more accessible training models.¹³⁻¹⁵ In our study, the alternative training model was chosen because of unavailability of access to animal models or the simulators available on the market. Thus, in line with the conditions at our institution, a model using inert materials that is reproducible and low cost was the most appropriate choice.

It is known that simulation with inanimate models offers the possibility of repetitive training, leading to improved performance, ensuring the student security and no possibility of causing harm to patients.²³⁻²⁵ Atlan et al.²⁶ developed a synthetic model for training microvascular anastomoses using gelatin tubes with polyvinyl alcohol and compared it with vessels from rodents, demonstrating improved performance and reduced use of animals.

The simulator proposed by Sarmento et al.¹⁵ proved viable and low cost but had not yet been tested with undergraduate students. According to that study, practicing anastomoses using this simulator enabled familiarization with instruments specific to vascular surgery and with use of fine caliber suture thread and two needles, improving dexterity and agility in a technique employing delicate movements. From this perspective, we evaluated the model developed using learning curves.

Learning curves are widely used because they enable evaluation of an individual's progress over the course of several repetitions of a given technique. In general, the parameters most used are time taken and quality of the procedure.²⁷ A study with radiology residents using training with simulation of joint punctures demonstrated improvements in time and quality.²⁸ Yoshida et al. also described reductions in time taken in a study conducted with vascular surgeons.¹¹

It is important to emphasize that reduction in the time taken to perform a procedure is not in itself enough to conclude that a given skill is being improved. It is

also necessary to observe improvement in technical parameters that predict the quality of the procedure, in order to reduce perioperative complications. A study with general surgery residents related competence in a laboratory model to surgical competence, analyzing not only the time taken to conclude anastomosis, but also the degree of anastomotic leakage and the number of leaks.²⁹

In the literature, the most cited score for assessing vascular anastomosis performance is the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS), which can be used to assess surgical skills in a reliable and valid manner. This method is based on direct observation of residents executing a variety of structured tasks.³⁰ However, in view of the need for either an examiner or for recording all of the phases, it was decided to employ a personalized score that could be used to conduct assessments after each anastomosis had been completed.

In the present study, it was observed that the time taken by all of the students reduced, with statistical differences between phase 1 and phases 4 and 5. The descriptive analysis revealed a trend to increasing quality of the anastomoses as the phases progressed, in terms of clinical differences in the median statistical measure and in the cluster analysis.

However, no statistically significant difference was detected over the course of the phases. This might be because it is necessary to perform many repetitions to achieve good quality. A study with 15 surgeons who performed coronary surgery demonstrated that 4 years of experience are needed to achieve technical competence and that the total training time progressively reduces mortality.³¹ It is therefore probable that a study with a larger number of phases or a sample with a larger number of students would detect statistically significant improvements in quality.

Notwithstanding, it is also important to point out that there is great variation in students' manual skills. It is known that learning of surgical skills is influenced by a complex interaction between factors that include the person's innate capability, prior surgical experience, and motivation.³² Considerable interindividual variability was observed in a study comparing learning curves of videolaparoscopy students: while some students improved gradually, others made abrupt improvements.³³ Some people will therefore find it easier to learn a given procedure than others, which also changes the time needed for each student to achieve the necessary quality. Moreover, achieving perfect quality was not the primary objective of our study, which was designed to aid in learning the surgical technique.

Thus, the alternative, low-cost model using latex balloons introduced students of the subject to the vascular anastomosis technique and was an effective tool for improving overall learning of the technique. As future prospects, we hope to include this prototype in medical residency programs as a means of helping to train residents and, in turn, reduce the need to practice on patients.

■ REFERENCES

- Ribeiro MAF Jr. Teaching surgical techniques during graduation and medical residence. *Med*. 2011;44:335-7.
- Achar RAN, Lozano PAM, 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.
- Pimenta LG, Silva AL. Ética e experimentação animal. *Acta Cir Bras*. 2001;16(4):255-60. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502001000400012>.
- 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.
- Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg*. 1993;17(2):357-68, discussion 368-70. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(93\)90421-H](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(93)90421-H). PMID:8433431.
- Politi MT, Wray SA, Fernández JM, et al. Impact of arterial crossclamping during vascular surgery on arterial stiffness measured by the augmentation index and fractal dimension of arterial pressure. *Health Technol (Berl)*. 2016;6(3):229-37. <http://dx.doi.org/10.1007/s12553-016-0141-7>.
- Ercole FF, Franco LMC, Macieira TGR, Wenceslau LCC, Resende HIN, Chianca TCM. Risk of surgical site infection in patients undergoing orthopedic surgery. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2011;19(6):1362-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692011000600012>. PMID:22249670.
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson LM, Silver CL, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1999;20(4):250-78, quiz 279-80. <http://dx.doi.org/10.1086/501620>. PMID:10219875.
- Nichols RL. Preventing surgical site infections. *Clin Med Res*. 2004;2(2):115-8. <http://dx.doi.org/10.3121/cmr.2.2.115>. PMID:15931344.
- 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.
- Yoshida RDA, Yoshida WB, Rollo HDA, Kolvenbach R, Lorena SERS. Curva de aprendizagem em cirurgia aórtica videolaparoscópica: estudo experimental em porcos. *J Vasc Bras*. 2008;7(3):231-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492008000300008>.
- Gifford ED, Nguyen VT, Kim JJ, et al. Variation in the learning curves of general surgery residents performing arteriovenous fistulas. *J Surg Educ*. 2015;72(4):761-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.02.001>. PMID:25899577.
- 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.
- Dias IS, Pessoa SGP, Benevides AN, Macêdo JE. Treinamento inicial em microcirurgia. *Rev Bras Cir Plást*. 2010;25(4):595-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752010000400005>.
- 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.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Marques RG. Técnica operatória e cirurgia experimental. Rio de janeiro: Guanabara Koogan; 2005. 919 p.
- 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>.
- Feliciano DV, Moore EE, Biffi WL. Western trauma association critical decisions in trauma: management of abdominal vascular trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(6):1079-88. <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000000869>. PMID:26680144.
- Jensen AR, Milner R, Achildi O, Gaughan J, Wilhite DB, Grewal H. Effective instruction of vascular anastomosis in the surgical skills laboratory. *Am J Surg*. 2008;195(2):189-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2007.09.032>. PMID:18070727.
- Isolan G, Santis-isolan PMB, Dobrowolski S, Giotti M. Considerações técnicas no treinamento de anastomoses microvasculares em laboratório de microcirurgia. *Jbnc*. 2018;21(1):8-17. <http://dx.doi.org/10.22290/jbnc.v21i1.803>.
- Schanneider A, Silva PC. Uso de animais em cirurgia experimental. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502004000400014>.
- 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;62:146-9.
- Purim KS, dos Santos LD, Murara GT, Maluf EM, Fernandes JW, Skinovsky J. Avaliação de treinamento cirúrgico na graduação de medicina. *Rev Col Bras Cir*. 2013;40(2):152-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912013000200012>. PMID:23752643.
- Motta EV, Baracat EC. 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>.
- Atlan M, Lellouch AG, Legagneux J, Chaouat M, Masquelet AC, Letourneur D. A new synthetic model for microvascular anastomosis training? A randomized comparative study between silicone and polyvinyl alcohol gelatin tubes. *J Surg Educ*. 2018;75(1):182-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.06.008>. PMID:28673805.
- Hopper AN, Jamison MH, Lewis WG. Learning curves in surgical practice. *Postgrad Med J*. 2007;83(986):777-9. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2007.057190>. PMID:18057179.
- Dias TR, Alves JDC Jr, Abdala N. Learning curve of radiology residents during training in fluoroscopy-guided facet joint injections. *Radiol Bras*. 2017;50(3):162-9. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2015.0176>. PMID:28670027.
- Wilasrusmee C, Lertsithichai P, Kittur DS. Vascular anastomosis model: relation between competency in a laboratory-based model and surgical competency. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;34(4):405-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.05.015>. PMID:17681827.
- Martin JA, Regehr G, Reznick R, et al. Objective structured assessment of technical skill. (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg*. 1997;84(2):273-8. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.1800840237>. PMID:9052454.

31. Bridgewater B, Grayson AD, Au J, et al. Improving mortality of coronary surgery over first four years of independent practice: retrospective examination of prospectively collected data from 15 surgeons. *BMJ*. 2004;329(7463):421. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38173.577697.55>. PMID:15298881.
32. Cook JA, Ramsaya CR, Fayers P. Statistical evaluation of learning curve effects in surgical trials. *Clin Trials*. 2004;1(5):421-7. <http://dx.doi.org/10.1191/1740774504cn042oa>. PMID:16279280.
33. Feldman LS, Cao J, Andalib A, Fraser S, Fried GM. A method to characterize the learning curve for performance of a fundamental laparoscopic simulator task: defining "learning plateau" and "learning rate". *Surgery*. 2009;146(2):381-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2009.02.021>. PMID:19628099.

Correspondence

Priscilla Lopes da Fonseca Abrantes Sarmento
 Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Faculdade de Medicina,
 Departamento de Cirurgia
 Av. Sapé, 1671/2602
 CEP: 58038-382 - João Pessoa (PB), Brasil
 Tel.: +55 (83) 3216-7616, ramal 8842
 E-mail: priscillalopes0604@gmail.com

Author information

JSA, ASA, AMSA, IGCC, LRD and SKML - Medical students,
 Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
 AKGH - Physician, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
 PLFAS - MSc, PhD, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp);
 Adjunct professor, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Author contributions


Conception and design: PLFAS, AKGH, ASA, JSA
 Analysis and interpretation: PLFAS, ASA
 Data collection: JSA, AKGH, AMSA, IGCC, LRD, SKML
 Writing the article: JSA, AKGH, ASA, AMSA, IGCC, LRD, SKML
 Critical revision of the article: PLFAS
 Final approval of the article*: JSA, AKGH, ASA, AMSA, IGCC, LRD,
 SKML, PLFAS
 Statistical analysis: ASA
 Overall responsibility: PLFAS

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



Curva de aprendizado de anastomose arteriovenosa com uso de simulador de baixo custo

Arteriovenous anastomosis learning curve using low cost simulator

Jéssika da Silva Antas¹, Ana Karolina Gama de Holanda¹, Achilles de Sousa Andrade¹,
Aline Mirlania Sabino de Araujo¹, Isabella Guilherme de Carvalho Costa¹, Luciano Ribeiro Dantas¹,
Silvane Katerine Medeiros de Lima¹, Priscilla Lopes da Fonseca Abrantes Sarmento¹ 

Resumo

Contexto: A redução das dificuldades no aprendizado da técnica cirúrgica levou ao surgimento de ferramentas complementares. Este trabalho descreve a curva de aprendizado dos alunos sujeitos da pesquisa, utilizando um modelo alternativo para a prática de anastomose vascular. **Objetivos:** Avaliar a curva de aprendizado da técnica de anastomose vascular e do desenvolvimento de habilidades manuais a partir da utilização de um modelo experimental de baixo custo. **Métodos:** Este trabalho é um estudo experimental e prospectivo, com a realização de anastomoses vasculares do tipo terminolateral em balões de látex durante cinco fases sucessivas, iniciadas após orientação teórico-prática de uma cirurgiã vascular experiente. Os sujeitos foram seis graduandos do curso de Medicina, do terceiro ao quinto ano, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. A interpretação do material coletado acerca da qualidade das anastomoses e do tempo utilizado seguiu a análise de agrupamento. **Resultados:** Houve redução do tempo de realização das anastomoses de todos os alunos, com diferença estatística da fase 1 quando comparada às fases 4 e 5, bem como tendência crescente no índice de qualidade ao longo das fases. Porém, não foi detectada diferença estatística a partir do teste de Friedman, apropriado para dados com nível de mensuração ordinal (escala de 1 a 5 na avaliação da qualidade). **Conclusões:** O modelo de treinamento utilizado foi efetivo para incremento do aprendizado dessa técnica, acreditando-se que amostras de maior tamanho ou com maior número de fases em trabalhos futuros poderiam demonstrar redução do tempo associada a melhora da qualidade da anastomose realizada com significância estatística.

Palavras-chave: curva de aprendizado; anastomose arteriovenosa; treinamento por simulação.

Abstract

Background: In order to reduce difficulties with learning surgical techniques, supplementary tools for training were developed. This paper describes the learning curve followed by student volunteer research subjects who used an alternative model for practicing vascular anastomosis. **Objectives:** To evaluate the vascular anastomosis technique learning curve and development of manual skills using a low-cost experimental model. **Methods:** Experimental and prospective study using end-to-side vascular anastomosis in latex balloons over five successive phases, initiated after theoretical and practical guidance given by experienced vascular surgeon. The study subjects were six undergraduate medical students from Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brazil, in their third to fifth years of the course. Cluster analysis was used to interpret the data collected on the quality of anastomoses and the time taken. **Results:** The time taken to perform anastomosis reduced for all students, with statistical differences from phase 1 compared to phases 4 and 5. There was also a trend to increasing scores on the quality index as the phases progressed. However, no statistical differences were detected using the Friedman test, which is appropriate for data measured with ordinal levels (quality was assessed on a scale of 1 to 5). **Conclusions:** It was found that the training model used was effective for increasing learning of this technique. It is believed that future studies with larger samples or a higher number of phases could demonstrate both reduced time and improved quality of the anastomoses performed with statistical significance.

Keywords: learning curve; arteriovenous anastomosis; simulation training.

Como citar: Antas JS, Holanda AKG, Andrade AS, et al. Curva de aprendizado de anastomose arteriovenosa com uso de simulador de baixo custo. J Vasc Bras. 2020;19:e20190144. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.190144>

¹ Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Faculdade de Medicina, 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: Dezembro 04, 2019. Aceito em: Junho 01, 2020.

O estudo foi realizado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

O ensino da técnica cirúrgica continua sendo um desafio nas instituições de ensino médico, uma vez que, particularmente nessa área da medicina, as habilidades práticas e manuais não são aperfeiçoadas apenas com o ensino teórico¹. Uma alternativa para o aprendizado mais efetivo seria a utilização de simuladores ou de modelos animais *in vivo*². Entretanto, essas práticas encontram como obstáculo o elevado custo dos simuladores e as questões éticas, muito discutidas atualmente acerca da utilização de animais para treinamento³.

As técnicas de anastomose vascular são comumente utilizadas para a confecção de fistulas arteriovenosas para hemodiálise ou para cirurgias de *bypass* vascular, porém o ensino dessas técnicas é muitas vezes preterido durante a graduação e até mesmo durante a residência das áreas cirúrgicas devido a limitações éticas e financeiras. Como consequência, na nossa realidade e em alguns locais, o primeiro contato prático do médico com as anastomoses acontece no caso de paciente submetido a cirurgia vascular⁴. Contudo, não concordamos que o ser humano seja uma ferramenta de aprendizado.

A falta de treinamento *ex vivo* e o início de treinamento na cirurgia *in vivo*, apesar de ser a única alternativa em muitos centros, têm como consequência o aumento do tempo cirúrgico, que, por sua vez, é considerado um fator de risco independente para complicações cirúrgicas⁵⁻⁹. Já foi descrito que o tempo para a realização de anastomoses vasculares é maior entre residentes e estudantes. Por outro lado, através do treinamento em modelos animais e simuladores, ocorre uma melhora no tempo e no aperfeiçoamento da técnica, que reflete na melhora no decorrer da realização dos procedimentos cirúrgicos¹⁰⁻¹².

Assim sendo, alguns modelos alternativos para o aprendizado e desenvolvimento de habilidades em anastomose vascular foram desenvolvidos, utilizando desde materiais sintéticos, como luvas de borracha e silicone, até produtos vegetais^{13,14}. Um desses modelos, utilizado neste estudo, foi criado a partir de balões de látex¹⁵, apresentando como vantagem o baixo custo, a facilidade de confecção, a possibilidade de reutilização, bem como o diâmetro e a consistência semelhantes a estruturas vasculares tipicamente utilizadas em procedimentos *in vivo*, como fistulas braquiocefálicas e *bypass* femoropoplíteo.

O objetivo deste estudo foi avaliar a curva de aprendizado da técnica de anastomose vascular e do desenvolvimento de habilidades manuais a partir da utilização de um modelo experimental de baixo custo. A avaliação do aprendizado na confecção da anastomose vascular analisa a diminuição do tempo

gasto para a execução da anastomose acompanhado pela melhora da qualidade da técnica de cada estudante no decorrer do estudo, sendo o desempenho inicial de cada estudante o seu próprio controle. Neste estudo, assim como na prática cirúrgica, não são desejáveis uma anastomose realizada de maneira rápida com qualidade ruim nem uma anastomose de ótima qualidade, porém com tempo de execução muito prolongado.

■ MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental e prospectivo, submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil, e aprovado sob número 96134418.6.0000.8069. Este projeto está de acordo com a resolução n° 466 de dezembro de 2012, que considera o respeito pela dignidade humana e pela devida proteção a todos os participantes da pesquisa. Todos os sujeitos envolvidos assinaram um termo de consentimento individual. O planejamento e a coleta de dados foram realizados entre setembro de 2018 e junho de 2019. Os sujeitos do experimento foram de seis alunos, todos graduandos do curso de Medicina da UFPB entre o sexto e décimos períodos. Esses alunos, na ocasião do estudo, exerciam atividades de monitoria da disciplina de Bases da Técnica Cirúrgica. Os alunos participantes não tinham conhecimento técnico prévio sobre anastomoses vasculares, o que, inclusive, foi um motivo para o desenvolvimento deste projeto. Tinham conhecimento cirúrgico básico a partir do conteúdo teórico e prático das aulas da disciplina de Bases da Técnica Cirúrgica, como instrumentos em cirurgia, fios cirúrgicos e princípios de sutura cirúrgica com pontos contínuos e descontínuos. Essa disciplina é cursada no quarto período do curso de Medicina da UFPB. O tamanho da amostra utilizado neste estudo observacional não foi calculado de maneira estatística, podendo configurar como uma limitação para os resultados observados.

A anastomose terminolateral foi o tipo de técnica escolhido para o aprendizado e a análise neste estudo. Inicialmente, os discentes participantes foram orientados de maneira prática e individual por uma professora cirurgiã vascular experiente, a partir da demonstração com realização da anastomose terminolateral, conforme a técnica recomendada por Rutherford¹⁶, com pontos iniciais nos ângulos e fechamento das paredes anterior e posterior com sutura contínua^{16,17}. A anastomose terminolateral foi realizada em modelo de treinamento alternativo de baixo custo, elaborado a partir de placa de madeira, parafusos e balões de látex¹⁵ (Figura 1), e um kit de material cirúrgico, que continha quatro pinças para reparo de fios, dois porta-agulhas, uma

tesoura e fios polipropileno 5-0, foi utilizado para a realização da anastomose vascular. O tamanho da incisão longitudinal no balão receptor (lateral) foi maior que uma vez e meia o calibre do balão, e o segmento terminal do balão a ser anastomosado foi cortado com angulação de 30 a 45 graus. Algumas etapas da confecção da anastomose terminolateral¹⁵ são demonstradas na Figura 2.

Posteriormente, os estudantes foram divididos em três duplas para a confecção da anastomose, sendo

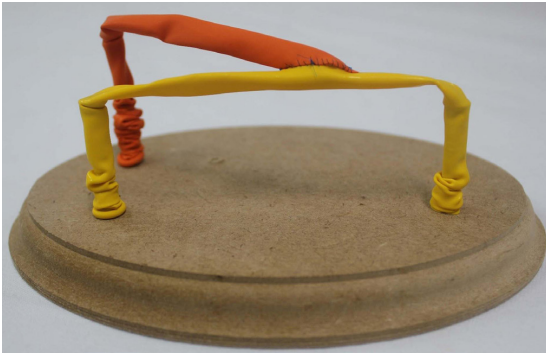


Figura 1. Protótipo construído com madeira, parafusos e balões de látex utilizado para a realização das anastomoses.

um aluno posicionado como cirurgião e outro aluno, como auxiliar e vice-versa. Dessa maneira, cada discente realizou uma anastomose supervisionada pela professora cirurgiã e com auxílio de outro discente, a qual foi filmada para permitir melhor fixação da técnica. Essa primeira anastomose não foi computada para análise estatística do estudo, já que se tratava do ensino da técnica.

Os balões de látex representativos da artéria e veia possuíam 01 cm de diâmetro e o orifício do balão representativo da artéria possuía 02 cm de comprimento. Os discentes realizaram apenas a sutura dos balões. A bexiga representativa da veia foi cortada em tamanho proporcional ideal para a realização da anastomose vascular. Todos os alunos foram instruídos a não praticar a técnica fora das sessões predeterminadas.

Cada aluno prosseguiu com a realização de cinco anastomoses vasculares sucessivas com um intervalo de uma semana entre cada, totalizando cinco fases (1, 2, 3, 4 e 5). Não houve mudança de duplas durante o experimento. Dessa forma, o auxiliar ficou responsável por cronometrar e anotar o tempo de realização de cada anastomose vascular, bem como apontar intercorrências caso tenham ocorrido.

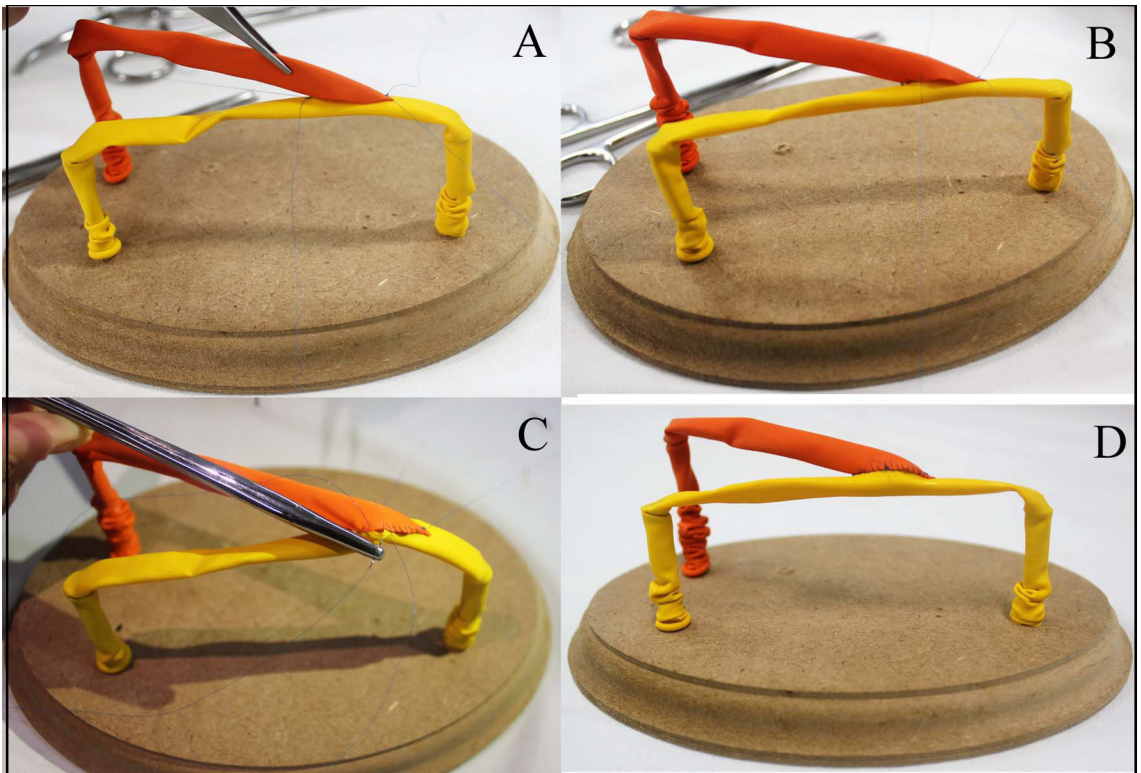


Figura 2. Confeção da anastomose terminolateral: (A) sutura inicial aproximando os balões com pontos nos ângulos (proximal e distal); (B) sutura contínua em quatro quadrantes; (C) detalhe na passagem da agulha em toda a parede do balão; (D) aspecto final da anastomose.

Cada aluno foi identificado por uma letra (A, B, C, D, E ou F) e, em cada anastomose, foi anotada a letra correspondente ao aluno e à fase em que se encontrava, referentes à sequência de realização das anastomoses – por exemplo, A2: aluno A e fase 2. Ao final de cada performance, a anastomose foi colocada em um envelope lacrado para avaliação por dois cirurgiões, de forma independente, por meio de um escore criado para a atividade, com valor de 0 a 5. O escore continha as seguintes perguntas: a) Realizou pontos equidistantes de maneira adequada? b) Realizou pontos com distância adequada da borda do vaso? c) A sutura apresenta tensão adequada? d) As bordas da sutura estão sem inversão? e e) O procedimento foi realizado sem intercorrências? Essas questões foram respondidas com “sim” ou “não”. A cada resposta “sim”, um ponto foi atribuído.

RESULTADOS

Os dados do tempo de execução das anastomoses foram realizados em cinco repetições para cada discente e, a cada uma das cinco fases, se repetia o mesmo procedimento. A Figura 3 demonstra a curva de evolução do tempo para a execução da anastomose de cada aluno durante as cinco fases do estudo.

Para avaliar o ganho diferenciado por tempo nas fases, a análise de agrupamento foi aplicada, com o método hierárquico de ligação entre grupos com a distância euclidiana. A análise gerou um diagrama de árvore, chamado de dendrograma, apresentado na Figura 4.

De acordo com esse dendrograma, a fase 1 (seguimento pontilhado em azul) apresentou-se diferenciada das demais fases, ou seja, apresentou um tempo de execução maior em relação às outras fases. Assim, o tempo de execução das fases 2 e 3 (seguimentos pontilhados em laranja) mostraram-se menores que o da fase 1 e maiores que os das fases 4 e 5 (seguimentos pontilhados em verde), evidenciando, assim, três agrupamentos (G_1 = fase 1; G_2 = fases 2 e 3; G_3 = fases 4 e 5), a partir da distribuição dos tempos de duração das anastomoses.

No eixo x da Figura 4, observamos valores espaçados com as numerações 0, 5, 10, 15, 20, 25, que nada mais são do que a distância euclidiana, ou seja, o quão próximo um registro está de outro – podemos notar o quão distante a fase 1 está das demais fases. Além disso, notamos que a fase 2 encontra-se entre os percentis 5 e 10; já na fase 3 nota-se que ela está abaixo do percentil 5, o que quer dizer que o tempo de realização da anastomose já foi muito abaixo das fases 1 e 2. Porém, ao observar as fases 4 e 5, notamos que estão bem próximas do percentil 0, o que mostra que não há diferença significativa entre essas duas fases em relação ao tempo de realização das anastomoses. Isso responde positivamente à análise de agrupamento, demonstrando que de fato há uma diminuição do tempo entre a realização das anastomoses e que já na fase 4 os indivíduos atingem um platô em relação ao tempo.

Quando o dendrograma é analisado através de um corte vertical na árvore, observamos que o G_1 = fase 1

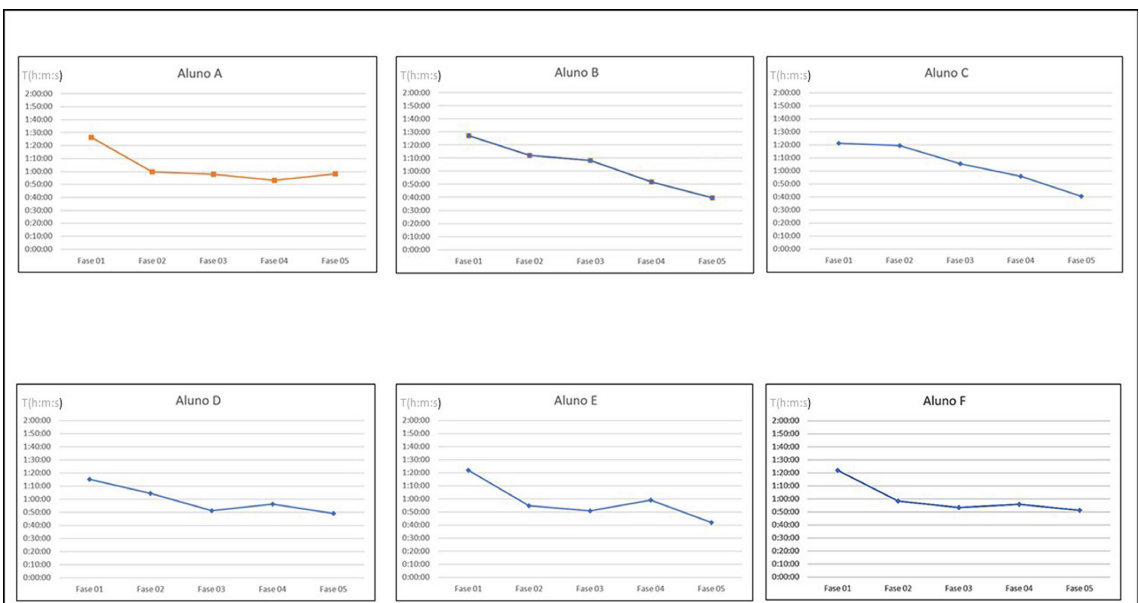


Figura 3. Curva de evolução de tempo *versus* fases do estudo para a execução das anastomoses dos alunos participantes. Tempo (T) descrito em horas, minutos e segundos (h:m:s).

apresentou um tempo infinitamente maior que as demais fases. No corte em G_2 = fases 2 e 3, observamos uma diferença mínima entre o tempo de realização das anastomoses das fases 2 e 3. Já no G_3 = fases 4 e 5, pela análise de agrupamentos, não há diferença significativa entre o tempo das anastomoses das fases 4 e 5. Essas evidências sugerem, assim, que, se o experimento fosse finalizado na fase 4, não haveria prejuízo na análise do tempo de realização das anastomoses.

As médias e medianas diminuíram de acordo com a progressão das fases (como pode ser visto na Tabela 1), e sua comparação com a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas apresentaram valor de $p > 0,05$ em todas as fases, uma vez que os dados das fases apresentam distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk. O valor de p pelo teste F é 0,001, fornecendo evidência estatística de que as fases apresentam tempos médios diferentes.

Essa evidência foi confirmada com a análise de agrupamento apresentada na Figura 4.

Na Figura 5, podemos observar a curva de evolução do escore de qualidade da anastomose de cada aluno durante o estudo. Para a análise do escore de qualidade, o dendrograma com o mesmo método de agrupamento anterior está apresentado na Figura 6. De forma análoga à Figura 4, pode-se perceber na linha vertical correspondente à distância igual a 5 que o dendrograma forma quatro grupos: G_1 = fase 1, G_2 = fase 3, G_3 = fase 5 e G_4 = fases 2 e 4. A fase 5 apresenta o maior índice de qualidade, evidenciando o fato de que se atingiu grau de maior qualidade.

Quando a árvore do dendrograma da Figura 4 é girada 90° graus à esquerda, um corte horizontal ilustrado pelas linhas (azul, laranja e verde) tracejadas em cada ponto resultante do tempo de cada fase é traçado, como demonstrado na Figura 7. Assim, observamos que, em G_1 (fase 1), o tempo apresentado é consideravelmente maior que o tempo nas demais fases. No corte em G_2

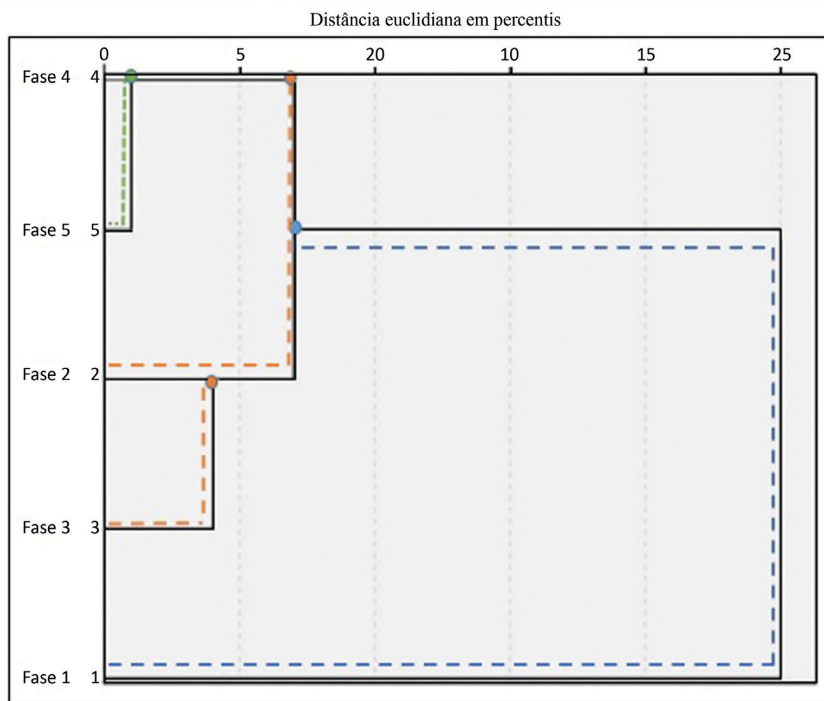


Figura 4. Dendrograma entre grupos pela distância euclidiana em percentis referente aos tempos observados nas fases 1 a 5.

Tabela 1. Medidas descritivas das fases e sua comparação com a variação do tempo para medidas repetidas.

Fase	Média	DP	Mediana	Valor - p
1	4939,0	260,53	4917,50	0,001
2	3890,0	557,14	3718,00	
3	3193,6	829,85	3146,00	
4	3326,6	147,49	3357,00	
5	2805,1	442,66	2736,50	

DP: desvio-padrão.

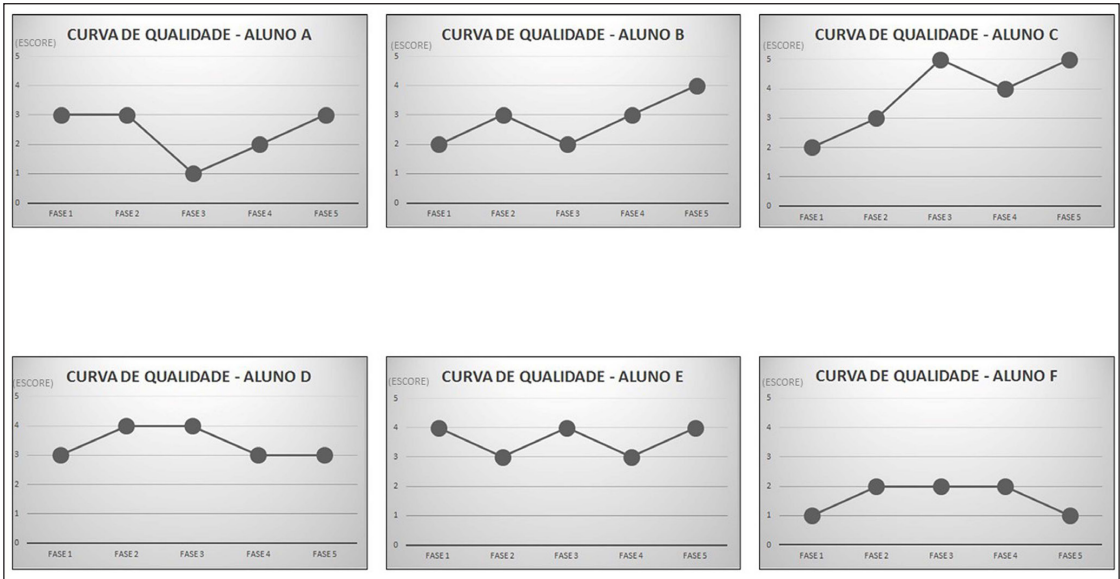


Figura 5. Curvas da qualidade de execução das anastomoses (escore) de cada indivíduo ao longo das cinco fases do estudo.

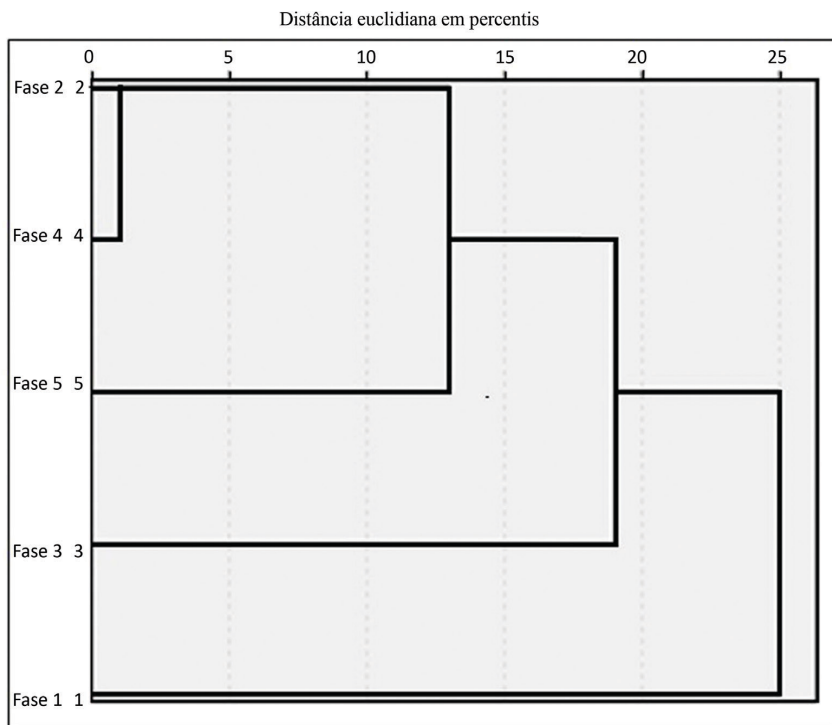


Figura 6. Dendrograma pelo método hierárquico entre grupos pela distância euclidiana em percentis referente ao escore de qualidade observado nas fases.

(fases 2 e 3), notamos uma diferença mínima entre o tempo de realização das anastomoses das fases 2 e 3. Já no G_3 (horizontal fase 4 e 5), pela análise de agrupamentos, não há diferença significativa entre o tempo das anastomoses das fases 4 e 5. Isso sugere

que, se o experimento fosse finalizado na fase 4, não haveria prejuízo na análise do tempo de realização das anastomoses.

Pode-se observar na Tabela 2 que há uma tendência crescente do índice de qualidade ao longo das fases

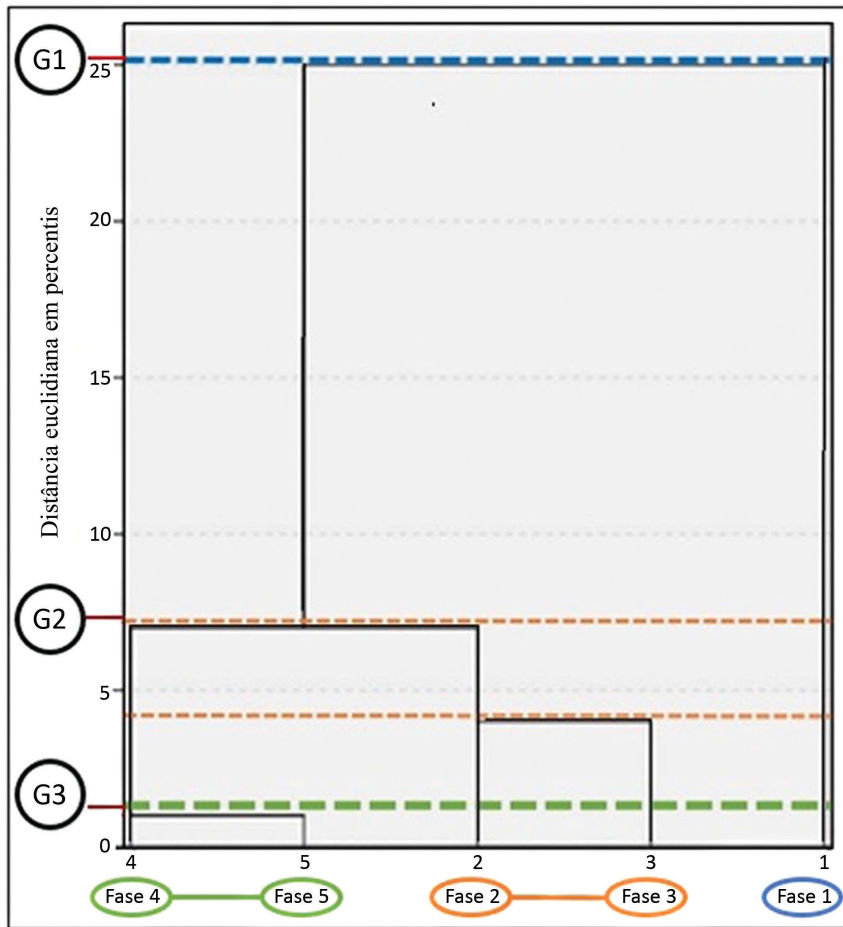


Figura 7. Dendrograma entre grupos pela distância euclidiana em percentis referente aos tempos observados nas fases 1 a 5 (modificado 90° à esquerda).

Tabela 2. Medidas descritivas e sua comparação com o índice de qualidade ao longo das fases.

Fase	Média	DP	Mediana	Valor - p
1	2,50	1,049	2,50	0,603
2	3,00	0,632	3,00	
3	3,00	1,549	3,00	
4	2,83	0,753	3,00	
5	3,33	1,366	3,50	

DP: desvio-padrão.

e que não se detecta diferença estatística segundo o teste de Friedman apropriado para dados com nível de mensuração ordinal (escala de 1 a 5 na avaliação da qualidade). Portanto, não se detecta diferença pelo método estatístico, porém se percebe diferença clínica com a medida estatística mediana e com a análise de agrupamento. É provável que, em uma amostra de maior tamanho, se detectaria a diferença estatística pelo teste de hipótese de Friedman entre as fases.

■ DISCUSSÃO

A técnica cirúrgica pode ser definida como o conjunto de manobras manuais ou instrumentais executadas pela equipe cirúrgica para a realização de um ato operatório. Assim, o conhecimento fundamental em técnica cirúrgica inclui o manuseio de instrumentos e a manipulação geral dos tecidos, a fim de se executar manobras comuns a todos os procedimentos cirúrgicos^{17,18}. Dessa forma, desde

a graduação até o período de residência médica, o desenvolvimento de habilidades manuais requer treinamento prático contínuo.

As anastomoses vasculares são importantes não só na cirurgia vascular, mas na prática cirúrgica em geral, como na revascularização miocárdica e cerebral, no trauma, nos transplantes, na cirurgia plástica e no reparo de lesões iatrogênicas, sendo seu ensino essencial nos programas de residência médica¹⁹⁻²¹. Anteriormente, os residentes adquiriam habilidades técnicas diretamente no bloco cirúrgico, sob supervisão de um cirurgião assistente. No entanto, nos últimos anos, diversos trabalhos têm apresentado propostas de treinamento para que o futuro cirurgião tenha contato com as anastomoses vasculares previamente⁴.

Nesse sentido, o modelo animal é muito citado na literatura e apresenta como uma das vantagens a sua proximidade em relação às características fisiológicas, anatômicas e orgânicas do ser humano²². Achar et al.² desenvolveram um modelo com traqueia e esôfago de frango para o treinamento de anastomose término-terminal. Já Garbin et al.²³ compararam o aprendizado de alunos após o treinamento de anastomose arteriovenosa látero-lateral, em modelo que utilizava línguas bovinas. Contudo, além da limitação ética, esse tipo de modelo também demanda um ambiente adequado para o preparo e a conservação do material.

Em contrapartida, a indústria desenvolveu simuladores artificiais para treinamento em anastomoses vasculares, porém o elevado custo dificulta o acesso por grande parte das instituições do Brasil. Isso levou ao desenvolvimento de simuladores alternativos como uma proposta mais acessível de modelo de treinamento¹³⁻¹⁵. No nosso estudo, a escolha pelo modelo de treinamento foi motivada justamente pela indisponibilidade de acesso aos modelos animais e aos simuladores disponíveis no mercado. Logo, de acordo com a realidade da nossa instituição, um modelo com material inerte, reproduzível e de baixo custo se mostrava o mais adequado.

Sabe-se que a simulação em modelos inanimados permite o treinamento repetitivo que leva a melhora da performance, garantindo segurança ao aluno sem a possibilidade de causar dano aos pacientes²³⁻²⁵. Atlan et al.²⁶ desenvolveram um modelo sintético para treinamento em anastomoses microvasculares utilizando tubos de gelatina com álcool polivinílico em comparação com vasos de roedores, demonstrando uma melhora no desempenho e reduzindo o uso de animais.

O simulador proposto por Sarmiento et al.¹⁵ se mostrou viável e de baixo custo, porém ainda não havia sido testado por alunos de graduação. De acordo com esse trabalho, a prática de anastomoses

com o simulador permitiria a familiarização com o instrumental vascular específico e com o uso de fios de pequeno calibre e com duas agulhas, melhorando a destreza e a agilidade da técnica com movimentos delicados. Nesta perspectiva, confrontamos o modelo desenvolvido a partir da criação de uma curva de aprendizado.

As curvas de aprendizado são muito utilizadas, pois permitem avaliar a evolução do indivíduo ao longo de repetições de uma mesma técnica. Em geral, os parâmetros mais utilizados são o tempo e a qualidade do procedimento²⁷. Um estudo com residentes de radiologia utilizando o treinamento com simulação em punção de articulações demonstrou melhora no tempo e na qualidade²⁸. Yoshida et al.¹¹ também descreveram o decréscimo no tempo em um estudo feito com cirurgiões vasculares.

É importante salientar que a redução do tempo de realização de um procedimento por si só não é suficiente para que determinada habilidade seja aprimorada. É necessário que haja também uma melhora dos parâmetros técnicos que predizem a qualidade do procedimento a fim de diminuir as complicações perioperatórias. Um estudo com residentes de cirurgia geral relacionou a competência em modelo laboratorial com a competência cirúrgica, analisando não apenas o tempo de conclusão da anastomose, mas também o grau de vazamento anastomótico e o número de vazamentos²⁹.

O escore mais citado na literatura para avaliação do desempenho em anastomoses vasculares é o *Objective Structured Assessment of Technical Skills* (OSATS), que permite avaliar as habilidades cirúrgicas de maneira confiável e válida. Esse método envolve a observação direta de residentes executando uma variedade de tarefas operacionais estruturadas³⁰. Assim, pela necessidade de examinador ou de gravação em todas as fases, optou-se pela utilização de um escore personalizado que permitisse a avaliação somente ao término de cada anastomose.

No presente estudo, observou-se uma redução no tempo de todos os alunos, com diferença estatística da fase 1 quando comparada com as fases 4 e 5. A análise descritiva mostrou uma tendência ao aumento de qualidade das anastomoses ao longo das fases, através da diferença clínica com a medida estatística mediana e com a análise de agrupamento.

No entanto, não foi detectada diferença pelo método estatístico no decorrer das fases. Isso pode ser justificado pela necessidade de grande número de repetições para alcançar uma boa qualidade. Um estudo feito com 15 cirurgiões, no qual realizaram cirurgia coronariana, demonstrou que são necessários 4 anos de prática para adquirir competência técnica e

que o tempo de treinamento reduz progressivamente a mortalidade³¹. Assim, é provável que um estudo com maior número de fases ou amostra com maior número de alunos demonstre um resultado de melhora da qualidade com significância estatística.

Por outro lado, é importante citar que existe grande variação entre as habilidades manuais dos alunos. Sabe-se que o aprendizado em cirurgia é influenciado por uma complexa interação de fatores que incluem a capacidade inata do indivíduo, a experiência cirúrgica prévia e a motivação³². Comparando as curvas de aprendizado de estudantes em videolaparoscopia, observou-se importante grau de variabilidade intersubjetiva: enquanto alguns melhoraram gradualmente, outros melhoraram abruptamente³³. Portanto, alguns indivíduos podem ter mais facilidade do que outros em aprender determinado procedimento, o que também difere no tempo necessário para que cada um alcance a qualidade desejada. Além disso, alcançar uma qualidade perfeita não foi o objetivo principal do nosso estudo, mas sim auxiliar no aprendizado da técnica cirúrgica.

Dessa forma, o modelo alternativo com balões de látex introduziu os discentes no assunto sobre a técnica de anastomose vascular, sendo uma ferramenta eficaz para melhorar o aprendizado global da técnica. Como perspectivas futuras, esperamos inserir o protótipo nos programas de residência médica de forma a ajudar no treinamento dos residentes e, por sua vez, reduzir os treinamentos em pacientes.

■ REFERÊNCIAS

- Ribeiro MAF Jr. Teaching surgical techniques during graduation and medical residence. *Med*. 2011;44:335-7.
- Achar RAN, Lozano PAM, 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.
- Pimenta LG, Silva AL. Ética e experimentação animal. *Acta Cir Bras*. 2001;16(4):255-60. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502001000400012>.
- 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.
- Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg*. 1993;17(2):357-68, discussion 368-70. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(93\)90421-H](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(93)90421-H). PMID:8433431.
- Politi MT, Wray SA, Fernández JM, et al. Impact of arterial crossclamping during vascular surgery on arterial stiffness measured by the augmentation index and fractal dimension of arterial pressure. *Health Technol (Berl)*. 2016;6(3):229-37. <http://dx.doi.org/10.1007/s12553-016-0141-7>.
- Ercole FF, Franco LMC, Macieira TGR, Wenceslau LCC, Resende HIN, Chianca TCM. Risk of surgical site infection in patients undergoing orthopedic surgery. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2011;19(6):1362-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692011000600012>. PMID:22249670.
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson LM, Silver CL, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1999;20(4):250-78, quiz 279-80. <http://dx.doi.org/10.1086/501620>. PMID:10219875.
- Nichols RL. Preventing surgical site infections. *Clin Med Res*. 2004;2(2):115-8. <http://dx.doi.org/10.3121/cm.2.2.115>. PMID:15931344.
- 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.
- Yoshida RDA, Yoshida WB, Rollo HDA, Kolvenbach R, Lorena SERS. Curva de aprendizado em cirurgia aórtica videolaparoscópica: estudo experimental em porcos. *J Vasc Bras*. 2008;7(3):231-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492008000300008>.
- Gifford ED, Nguyen VT, Kim JJ, et al. Variation in the learning curves of general surgery residents performing arteriovenous fistulas. *J Surg Educ*. 2015;72(4):761-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.02.001>. PMID:25899577.
- 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.
- Dias IS, Pessoa SGP, Benevides AN, Macêdo JE. Treinamento inicial em microcirurgia. *Rev Bras Cir Plást*. 2010;25(4):595-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752010000400005>.
- Sarmento 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.
- Rutherford RB. Atlas of vascular surgery: basic techniques and exposures. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 486-93.
- Marques RG. Técnica operatória e cirurgia experimental. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005. 919 p.
- 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>.
- Feliciano DV, Moore EE, Biffl WL. Western trauma association critical decisions in trauma: management of abdominal vascular trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(6):1079-88. <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000000869>. PMID:26680144.
- Jensen AR, Milner R, Achildi O, Gaughan J, Wilhite DB, Grewal H. Effective instruction of vascular anastomosis in the surgical skills laboratory. *Am J Surg*. 2008;195(2):189-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2007.09.032>. PMID:18070727.
- Isolan G, Santis-isolan PMB, Dobrowolski S, Giotti M. Considerações técnicas no treinamento de anastomoses microvasculares em laboratório de microcirurgia. *Jbnc*. 2018;21(1):8-17. <http://dx.doi.org/10.22290/jbnc.v21i1.803>.
- Schanaider A, Silva PC. Uso de animais em cirurgia experimental. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502004000400014>.
- 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;62:146-9.
- Purim KS, dos Santos LD, Murara GT, Maluf EM, Fernandes JW, Skinovsky J. Avaliação de treinamento cirúrgico na graduação de medicina. *Rev Col Bras Cir*. 2013;40(2):152-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912013000200012>. PMID:23752643.

25. Motta EV, Baracat EC. 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>.
26. Atlan M, Lellouch AG, Legagneux J, Chaouat M, Masquelet AC, Letourneur D. A new synthetic model for microvascular anastomosis training? A randomized comparative study between silicone and polyvinyl alcohol gelatin tubes. *J Surg Educ*. 2018;75(1):182-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.06.008>. PMID:28673805.
27. Hopper AN, Jamison MH, Lewis WG. Learning curves in surgical practice. *Postgrad Med J*. 2007;83(986):777-9. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2007.057190>. PMID:18057179.
28. Dias TR, Alves JDC Jr, Abdala N. Learning curve of radiology residents during training in fluoroscopy-guided facet joint injections. *Radiol Bras*. 2017;50(3):162-9. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2015.0176>. PMID:28670027.
29. Wilasrusmee C, Lertsithichai P, Kittur DS. Vascular anastomosis model: relation between competency in a laboratory-based model and surgical competency. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;34(4):405-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.05.015>. PMID:17681827.
30. Martin JA, Regehr G, Reznick R, et al. Objective structured assessment of technical skill. (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg*. 1997;84(2):273-8. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.1800840237>. PMID:9052454.
31. Bridgewater B, Grayson AD, Au J, et al. Improving mortality of coronary surgery over first four years of independent practice: retrospective examination of prospectively collected data from 15 surgeons. *BMJ*. 2004;329(7463):421. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38173.577697.55>. PMID:15298881.
32. Cook JA, Ramsaya CR, Fayers P. Statistical evaluation of learning curve effects in surgical trials. *Clin Trials*. 2004;1(5):421-7. <http://dx.doi.org/10.1191/1740774504cn042oa>. PMID:16279280.
33. Feldman LS, Cao J, Andalib A, Fraser S, Fried GM. A method to characterize the learning curve for performance of a fundamental laparoscopic simulator task: defining “learning plateau” and “learning rate”. *Surgery*. 2009;146(2):381-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2009.02.021>. PMID:19628099.

Correspondência

Priscilla Lopes da Fonseca Abrantes Sarmiento
 Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Faculdade de Medicina,
 Departamento de Cirurgia
 Av. Sapé, 1671/2602
 CEP 58038-382 - João Pessoa (PB), Brasil
 Tel.: (83) 3216-7616 - ramal 8842
 E-mail: priscillalopes0604@gmail.com

Informações sobre os autores

JSA, ASA, AMSA, IGCC, LRD e SKML - Graduandos de Medicina,
 Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
 AKGH - Médica formada, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
 PLFAS - Mestre e Doutora, Universidade Federal de São Paulo
 (Unifesp); Professora Adjunta, Universidade Federal da Paraíba
 (UFPB).

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: PLFAS, AKGH, ASA, JSA
 Análise e interpretação dos dados: PLFAS, ASA
 Coleta de dados: JSA, AKGH, AMSA, IGCC, LRD, SKML
 Redação de artigo: JSA, AKGH, ASA, AMSA, IGCC, LRD, SKML
 Revisão crítica do texto: PLFAS
 Aprovação final do artigo*: JSA, AKGH, ASA, AMSA, IGCC, LRD,
 SKML, PLFAS
 Análise estatística: ASA
 Responsabilidade geral pelo estudo: PLFAS

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