

Ensino de técnicas de cirurgia cardiovascular na graduação em Medicina utilizando vísceras de suínos

Teaching techniques in cardiovascular surgery for undergraduate students with swine thoracic viscera

Maurício Galantier¹, João Galantier¹, Aline Riquena da Silva¹, Matheus Silva Garbin¹, Pedro Luiz Squilacci Leme¹, Wagner Koji Aragaki¹

Recebido da Universidade Nove de Julho, SP.

RESUMO

OBJETIVO: Apresentar um método prático de ensino e avaliar o grau de eficácia do aprendizado, comparando alunos que passaram pelo curso durante a graduação básica (sétimo semestre) e após 18 meses (décimo semestre), já no internato hospitalar.

MÉTODOS: As vísceras conservadas por refrigeração, com coração, estruturas vasculares do mediastino, traqueia e pulmões, foram fixadas em suporte metálico apropriado. Os vasos supra-aórticos foram ligados, e uma sonda de Foley foi introduzida retrogradamente para a infusão de água, permitindo a apresentação de procedimentos operatórios. Foram aplicados questionários a 40 alunos do sétimo e décimo semestre. As respostas foram submetidas à análise estatística. **RESULTADOS:** Foram demonstradas técnicas necessárias para o estabelecimento de circulação extracorpórea, confecção de enxerto aorta-coronária com segmento da artéria carótida obtido no mesmo bloco de vísceras, substituição da valva aórtica por prótese valvar sintética, correção de defeito previamente realizado no septo atrial, posicionamento dos vários tipos de eletrodos utilizados para a estimulação elétrica do coração, demonstração de técnicas empregadas para transplante cardíaco, simulação e correção de ferimentos do coração e da aorta. O grau de adequação da ferramenta avaliada foi positivo, com valores entre 55 e 95%, e houve retenção dos ensinamentos após 18 meses. **Conclusão:** Este método de ensino foi de fácil preparação e baixo custo, permitindo a realização de operações complexas e despertando interesse durante a graduação em Medicina.

Descritores: Educação de graduação em medicina; Procedimentos cirúrgicos cardiovasculares; Anastomose cirúrgica/educação; Laboratórios hospitalares; Animais

ABSTRACT

OBJECTIVE: To present this practical teaching method, and assess the degree of learning effectiveness, comparing students who attended the course during basic undergraduate (seventh semester), and after eighteen months (tenth semester), when already in the Hospital internship. **METHODS:** Thoracic viscera, with heart, vascular structures of the mediastinum, trachea and lungs, preserved by refrigeration, were fixed in a metallic device. The supra-aortic branches were connected, and a Foley catheter was introduced backwards for water infusion, allowing the presentation of surgical procedures. Questionnaires were applied to 40 students of the seventh and tenth semesters; the answers underwent statistical analysis.

RESULTS: The following techniques were demonstrated: establishment of cardiopulmonary bypass; coronary artery bypass grafting with carotid artery segment obtained in the same block of viscera; aortic valve replacement with synthetic valve; patch made with biological material in order to correct a defect previously held in the atrial septum; positioning of the various types of electrodes used for electrical stimulation of the heart; demonstration of techniques performed in cardiac transplantation and simulation and correction of both heart and aorta injuries. The degree of adequacy of such tool was positive, with values between 55 and 95%, and retention of what was taught after 18 months. **CONCLUSION:** This teaching method requires easy preparation and low cost, allowing the performance of complex operations, attracting medical students' interest.

Keywords: Education, medical, undergraduate; Cardiovascular surgical procedures; Anastomosis, surgical/education; Laboratories, hospital; Animals

INTRODUÇÃO

O ensino das técnicas operatórias empregadas em cirurgia cardiovascular representa um desafio no período de graduação em Medicina. Algumas operações podem ser demonstradas du-

1. Universidade Federal do Amazonas, Hospital Universitário Getúlio Vargas, Manaus, AM, Brasil.

2. Fundação de Medicina Tropical do Amazonas Doutor Heitor Vieira Dourado, Manaus, AM, Brasil.

Data de submissão: 16/8/2012 – Data de aceite: 24/10/2012

Conflito de interesses: não há.

Endereço para correspondência:

Eduardo da Silva Ramos

Avenida Apuriná, 4 – Praça 14 de Janeiro

CEP: 6902-017 – Manaus, AM, Brasil

Tel./Fax: + 55 (92) 3305-4719 – E-mail eduardoo_ramos@hotmail.com

rante a introdução básica, no curso de Técnica Operatória, ou em fases mais avançadas, como no curso de Cardiologia, mas poucos estudos avaliam a efetividade das modalidades didáticas.⁽¹⁾

Nos laboratórios de simulação virtual, são utilizados dispositivos experimentais para treinamento de cirurgia cardiovascular, podendo ser empregados recursos de computação gráfica, moldes tridimensionais flexíveis sintéticos, ou outros dispositivos que auxiliam o desenvolvimento de habilidades, mas estes recursos são empregados em fases mais avançadas de desenvolvimento técnico, não sendo descritos para o período de graduação.^(2,3)

Modelos de simulação virtual também são utilizados para o treinamento de procedimentos endovasculares, cada vez mais complexos e mais realizados na prática médica. Berry et al.^(4,5) demonstraram que esta opção tem menor custo do que o emprego de animais e é mais efetiva, proporcionando melhor desempenho dos alunos quando os mesmos procedimentos são realizados em humanos.

Vários modelos experimentais foram desenvolvidos para ensino, treinamento ou mesmo validação de técnicas, que devem ser testadas inicialmente em animais,^(6,7) como as tecnologias que utilizam conceitos de operações minimamente invasivas e robótica,⁽⁸⁾ mas o uso racional de animais de experimentação deve ser considerado, tentando evitar as fases intermediárias de desenvolvimento das habilidades dos alunos em animais vivos,⁽⁹⁾ poupando-os de sofrimento desnecessário.⁽¹⁰⁾

O emprego das vísceras torácicas isoladas de suíno é de valia no ensino e no treinamento de habilidades cirúrgicas em laboratório, particularmente para o ensino prático de técnicas empregadas em cirurgia cardiovascular, sendo de fácil preparação e baixo custo, permitindo a realização de operações complexas e despertando grande interesse. A participação dos alunos na realização de vários procedimentos propicia o aprendizado sólido dos temas relacionados ao assunto de forma simples e eficaz, ocorrendo retenção dos conceitos ensinados no sétimo semestre do curso de graduação mesmo após 18 meses.

O objetivo deste estudo foi apresentar este modelo de aula prática, e avaliar se os ensinamentos seriam lembrados e se foram úteis para o aprendizado médico quando os alunos desempenhavam suas atividades no internato hospitalar.

MÉTODOS

Foram empregadas vísceras de suínos com coração, estruturas vasculares do mediastino, traqueia e pulmões isolados, conservadas por refrigeração (Figura 1). Os ramos supra-aórticos estavam ligados, e uma sonda de Foley foi introduzida retrogradamente até o istmo desta artéria, para a infusão de água, que distendeu os vasos do sistema descrito, inclusive as artérias coronárias, conferindo aspecto dinâmico ao modelo (Figura 2) e permitindo o ensino da anatomia comparada do coração, aorta e seus ramos, circulação coronariana (Figura 3), linfonodos do mediastino (Figura 4A), pulmões e vias respiratórias. A água injetada e aspirada na aorta e ventrículo esquerdo promoveu a simulação da sístole e diástole, permitindo demonstrar o funcionamento valvar e a revisão da fisiologia do ciclo cardíaco. As vísceras torácicas foram fixadas em suporte metálico, desenvolvido para

esta finalidade, com pontos na traqueia, diafragma e pericárdio, expondo o coração e grandes vasos (Figura 4 B).

Puderam ser realizadas a simulação e a correção de ferimentos do coração (Figura 5) e da aorta. Puderam ser demonstradas as técnicas necessárias para o estabelecimento de circulação extracorpórea e confecção de anastomose aorta-coronária com segmento da artéria carótida obtido no mesmo bloco de vísceras (Figura 6), e as anastomoses realizadas foram testadas com a infusão de água na aorta.

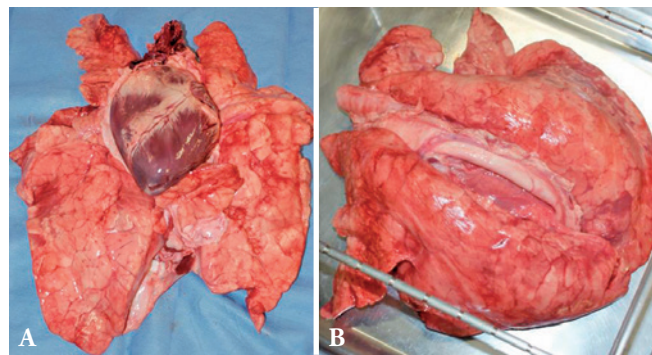


Figura 1. Bloco com vísceras torácicas de suíno, aspecto anterior (A) e posterior (B). Coração, estruturas vasculares do mediastino, traqueia e pulmões isolados e conservados por refrigeração.

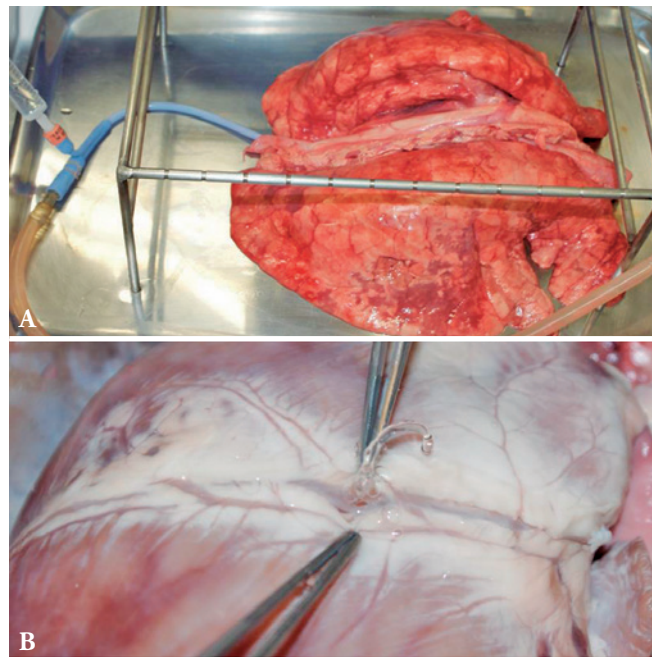


Figura 2. Preparo do bloco de vísceras torácicas. Os ramos arteriais maiores estavam ligados, e uma sonda de Foley foi introduzida retrogradamente até o istmo da aorta para infusão de água (A), que distendeu os vasos do sistema e as artérias coronárias, conferindo aspecto dinâmico ao modelo (B).

A técnica de substituição da valva aórtica por prótese valvar sintética pôde ser totalmente demonstrada, sendo possível revisar as doenças valvares, as técnicas de aortotomia e rafia da aorta no final da demonstração, a ressecção dos folhetos valvares, os pontos cirúrgicos no anel valvar e a fixação da prótese sintética de forma precisa (Figura 7).

Puderam ser feitos ainda a correção de defeito previamente realizado no septo atrial com material biológico e o posicionamento dos vários tipos de eletrodos utilizados para a estimulação elétrica do coração. Também foram demonstradas técnicas empregadas para transplante cardíaco.

Embora a anatomia dos brônquios destes animais apresente particularidades específicas, este modelo foi útil para demonstração da dissecação linfonodal na região da carina, ressecções pulmonares ou ainda técnicas para rafia de brônquios.

Com o intuito de confirmar os resultados do aprendizado adquirido por alunos da graduação em Medicina da Universidade Nove de Julho (São Paulo, SP), foi aplicado um questionário a 20 alunos do sétimo semestre (início do quarto ano) após o término do módulo de Sistema Circulatório. O mesmo questionário foi aplicado a outros 20 alunos do décimo semestre (final do quinto ano), portanto já no internato hospitalar, 18 meses após o curso regular. Os 40 alunos participantes foram voluntários e assinaram um Termo de Consentimento Livre e

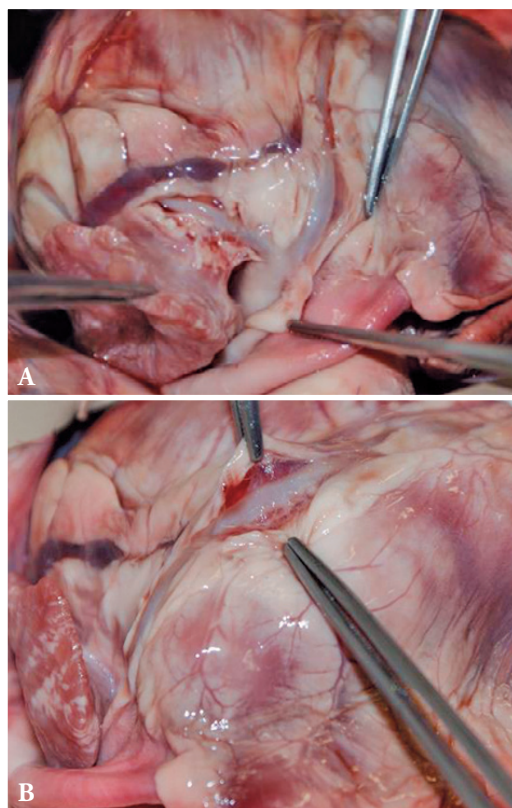


Figura 3. Demonstração da dissecação da artéria coronária esquerda: tronco e bifurcação (A). Artéria interventricular esquerda (descendente anterior) (B).

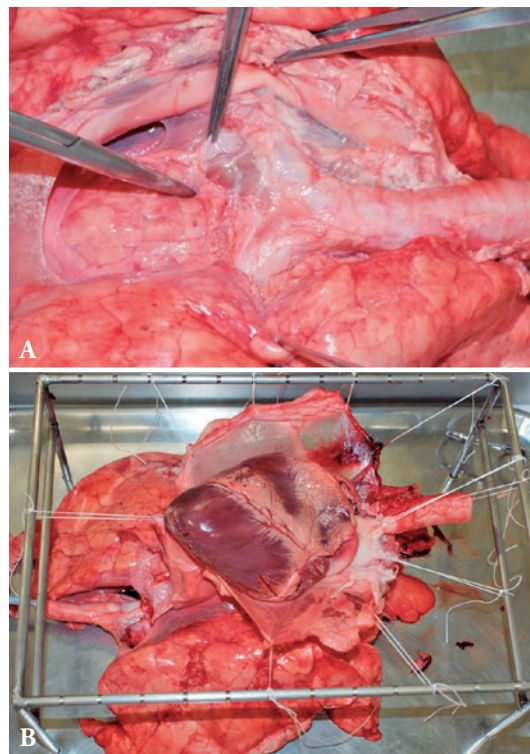


Figura 4. Demonstração da dissecação de estruturas mediastinais e linfonodos da carina (A). Abertura do pericárdio e pontos de fixação para exposição do coração em suporte metálico desenvolvido para a aula prática (B).

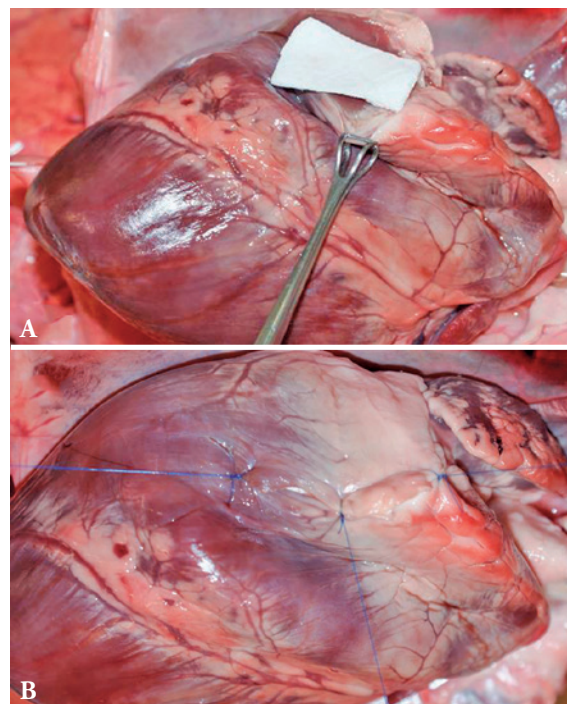


Figura 5. Simulação de reparo de ferimento cardíaco com interposição de esponja hemostática de gelatina absorvível (A) e sutura da lesão do miocárdio (B).

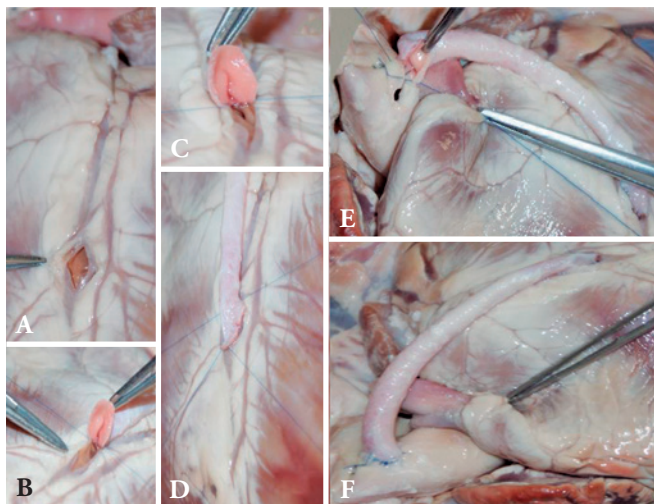


Figura 6. Demonstração da realização de enxerto aorta-coronária com segmento da artéria carótida obtido no bloco de vísceras torácicas. Abertura da coronária esquerda (A). Confecção da anastomose distal (B, C e D). Confecção da anastomose proximal com a aorta (E). Aspecto final (F).

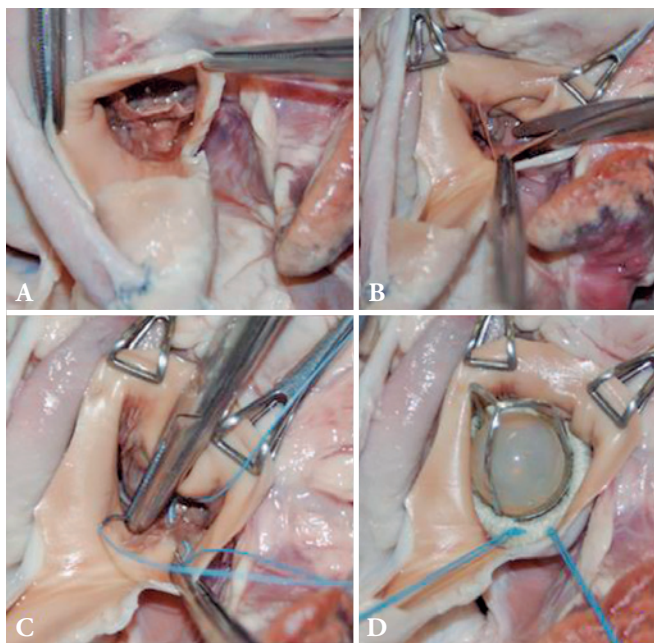


Figura 7. Demonstração da técnica de substituição da valva aórtica por prótese sintética. Abertura da aorta e exposição da valva (A). Ressecção dos folhetos valvares (B). Confecção de pontos no anel valvar (C). Simulação de substituição da valva (D).

Esclarecido a respeito do estudo realizado, seguindo as normas de ética em pesquisa vigentes na instituição, que seguem a Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008, assim como

a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O questionário consistia de 11 perguntas que deveriam ser respondidas com uma das cinco opções possíveis, variando de “não sei” (zero) a “concordo plenamente” (5). As respostas obtidas permitiram comparar quatro parâmetros considerados básicos para este estudo: se o tema motivou o aluno a participar ou não da atividade prática; se o tema o motivou a estudar após a aula; se a atividade realizada auxiliou na revisão de conteúdo de matérias do ciclo básico; e se a atividade realizada auxiliou na fixação dos conceitos apresentados. Os dados obtidos foram submetidos ao teste *t* de Student, sendo considerado significativo $p < 0,05$.

RESULTADOS

Este método de ensino utilizado pelo autor sênior (MG) foi realizado em mais de duas centenas de apresentações para alunos da graduação em Medicina e para Técnicos da área de Cirurgia Cardiovascular, estimulando a participação dos alunos, despertando grande interesse e sedimentando o aprendizado de forma sólida.

Este recurso pedagógico permitiu, de forma prática e adequada, a revisão da anatomia comparada do coração, grandes vasos torácicos e artérias coronárias, assim como o estudo de aspectos da fisiologia cardíaca, técnica operatória, cardiologia e cirurgia cardiovascular. A injeção de água na aorta ascendente forneceu um aspecto dinâmico no final das operações e possibilitou a avaliação da efetividade das suturas realizadas. A injeção e a aspiração de água na aorta e ventrículo esquerdo simularam a sístole e a diástole, e várias operações puderam ser demonstradas e treinadas com este modelo de baixo custo, que permitiu o desenvolvimento de habilidades em procedimentos tão complexos como os descritos.

Dos 20 alunos que responderam ao questionário após o final do curso, ainda no sétimo semestre, 70% se sentiram motivados para participarem das aulas, mas este número não foi significativo ($p > 0,05$) quando comparado aos que responderam “indiferente” (25%) ou “não motivado” (5%). Da mesma forma, 55% destes alunos relataram motivação para estudar após a aula, mas este número também não foi significativo ($p > 0,05$), quando comparado às outras respostas possíveis. Duas outras questões básicas apresentaram significância estatística ($p < 0,05$), uma vez que 95% dos alunos consideraram que a aula auxiliou na revisão de matérias do ciclo básico, e o mesmo número considerou que a aula auxiliou na fixação da matéria ensinada.

Quando avaliadas as respostas dos 20 alunos do décimo semestre, 18 meses após o curso, os resultados foram excelentes e com significância estatística ($p < 0,05$). Houve confirmação de que foram “motivados” pela aula nos dois primeiros quesitos avaliados: 80% (se o tema motivou o aluno a participar ou não da atividade prática) e 60% (se o tema o motivou a estudar após a aula), assim como foi assinalada uma resposta positiva por 90% dos alunos no quesito (se a atividade realizada auxiliou na revisão de conteúdo de matérias do ciclo básico) e 85% no quesito (se a atividade realizada auxiliou na fixação dos conceitos apresentados) (Figura 8).

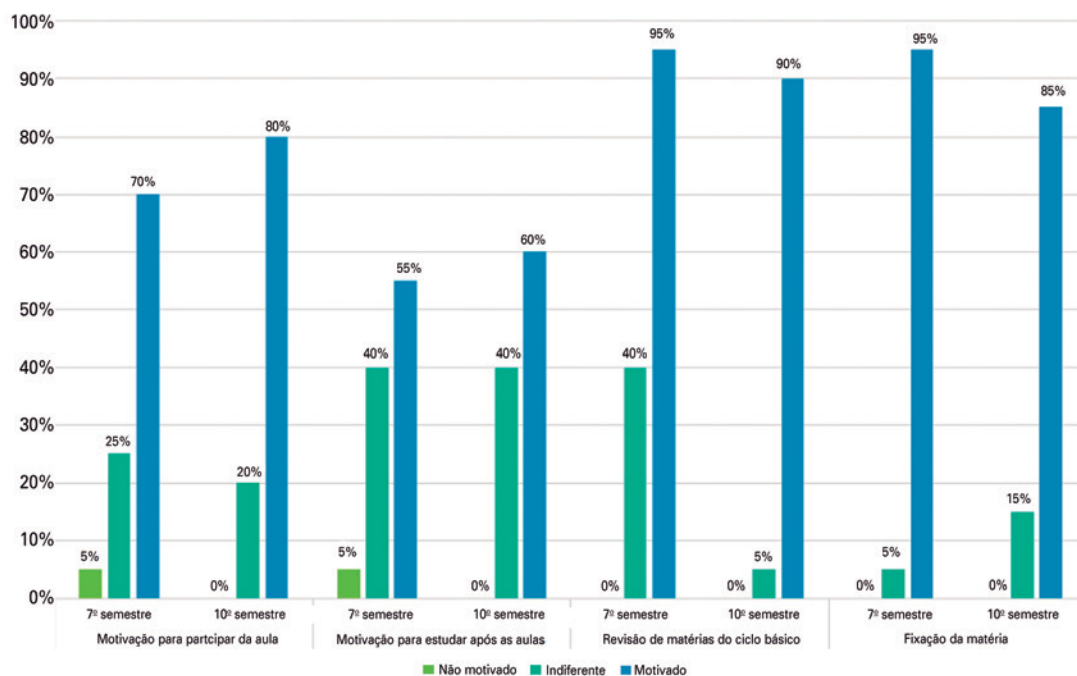


Figura 8. Nas respostas aos quesitos “motivação para participar das aulas” e “motivação para estudar após as aulas”, os resultados não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$) no sétimo semestre, mas foram significativos no décimo semestre ($p < 0,05$). Os quesitos “auxiliou a revisão de matérias do ciclo básico” e “auxiliou a fixação da matéria” apresentaram resultados com significância estatística tanto no sétimo quanto no décimo semestre ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Este método prático de ensino é importante, do ponto de vista didático, porque permite a participação dos alunos e desperta grande interesse, facilitando a assimilação do conteúdo das aulas referentes ao tema, que é extenso e árido. Embora tenha sido desenvolvido para o período de graduação em Medicina, pode ser utilizado para o treinamento e o aprimoramento dos médicos residentes de cirurgia cardiovascular ou para cursos de capacitação em novas técnicas.

A simulação de fases do ciclo cardíaco, permitindo a revisão da fisiologia do órgão com recursos simples, como a injeção de água sobre pressão nos ventrículos, é um recurso pedagógico interessante,⁽¹¹⁾ particularmente para as fases iniciais da graduação. A possibilidade de demonstração dos diversos tempos operatórios de procedimentos complexos da cirurgia cardiovascular, e a participação dos alunos interessados no assunto e dos inscitos nos programas de monitoria tornam este método de ensino ainda mais valioso, uma vez que o emprego de pequenos roedores para a demonstração da fisiologia do coração não é tão efetivo e, embora tenha custos aceitáveis, estes animais são mais utilizados para experimentação.⁽¹²⁾

O treinamento de habilidades para a realização de procedimentos invasivos em modelos de simulação virtual é adequado, havendo melhora dos resultados quando as manobras são repetidas na prática clínica,⁽⁵⁾ mas é mais utilizado em situações específicas – não durante o curso de Medicina, principalmente

se considerarmos que o ensino precisa ser abrangente e contemplando tanto os alunos no início do curso quanto os que estão se preparando para as fases mais avançadas, como o período de internato hospitalar.

Os corações de cadáveres humanos fixados com formol, como os encontrados nos laboratórios de anatomia, não são adequados para este tipo de treinamento. Embora corações não formolizados de cadáver sejam utilizados, a dificuldade de se obter estes órgãos não fixados e as implicações éticas limitam seu emprego, mesmo sendo importantes para o estudo dos orifícios e dos folhetos valvares,⁽¹¹⁻¹³⁾ assim como a avaliação do anel das diferentes valvas de corações humanos.⁽¹⁴⁾

Classicamente são empregados animais vivos para treinamento,⁽¹⁵⁾ mas, durante as fases iniciais do desenvolvimento de habilidades operatórias, o uso de órgãos isolados e não fixados com formol é importante, pelo baixo custo, pela facilidade de obtenção e pelo respeito às normas éticas do uso racional de animais de experimentação.⁽⁹⁾

Os cães sem raça definida, aprendidos pelos Serviços de Controle de Zoonoses Municipais, praticamente não são mais utilizados para treinamento em escolas de Medicina. Cães criados especificamente para estudo são utilizados, principalmente para testes de materiais de implante sintéticos,⁽¹⁶⁾ mas seu emprego é restrito, e os custos são elevados.

Existe uma tendência atual de utilizar suínos vivos, fornecidos por criadores específicos, mas estes animais possuem carac-

terísticas próprias que dificultam sua utilização, e os custos desta opção não pode ser desprezados. As dificuldades para o acesso venoso e para a intubação orotraqueal nos suínos é conhecida. As vias aéreas dos porcos apresentam características próprias, que exigem o emprego de laringoscópio com lâminas longas. Sua glote é estreita, muito móvel e frágil, sendo indicadas por alguns a traqueostomia e a dissecação venosa com sedação intramuscular, e complementação com anestesia local, antes do início da anestesia geral, evitando sofrimento desnecessário e perda de muitos animais durante as tentativas de intubação.⁽¹⁰⁾ Modelos experimentais que estudam a circulação extracorpórea⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ e o choque hemorrágico⁽¹⁸⁾ também empregam estes animais vivos.

O treinamento para a realização das anastomoses vasculares utilizadas para revascularização do miocárdio é complexo. Várias táticas para aquisição de habilidades foram descritas,⁽¹⁵⁾ inclusive utilizando material de alto custo em laboratório de experimentação com animais, como o necessário para realização de toracoscopia.⁽¹⁹⁾ Vários modelos com animais são utilizados para treinamento das técnicas de enxerto aorta-coronária,⁽²⁰⁾ mesmo sem o uso de circulação extracorpórea.⁽⁸⁾ Também têm sido utilizados o treinamento de obtenção da artéria gastroepiplóica por via endoscópica ou de enxerto axilar-coronário.⁽¹⁵⁾

O desenvolvimento das habilidades necessárias para a realização de anastomoses vasculares é complexo. Jensen et al.⁽¹⁾ descreveram o treinamento com enxertos sintéticos e aorta do porco. Com este recurso, confirmaram, inclusive estatisticamente, que os médicos no início do programa de residência médica se beneficiam mais deste período no laboratório. Schachner et al.⁽¹⁵⁾ revisaram os modelos habituais empregados no treinamento dos enxertos com a coronária, que também são úteis para a avaliação das novas tecnologias, como a cirurgia robótica e o estudo da fisiopatologia destes enxertos. Estes autores empregaram corações de suínos obtidos em frigoríficos e realizaram anastomoses entre a coronária direita e o ramo descendente anterior da coronária esquerda do mesmo coração. No modelo aqui empregado, a possibilidade de utilização de um segmento da artéria carótida do animal, obtido no bloco de vísceras, facilitou a realização do enxerto aorta-coronária, representando opção interessante para o treinamento de duas anastomoses vasculares complexas.

A necessidade de substituir uma valva cardíaca com disfunção por uma valva artificial proporciona campo extenso para experimentação em animais e mesmo em estudos em humanos,⁽²¹⁾ uma vez que a procura por biomateriais próximos do ideal é constante. A comparação entre materiais usados classicamente para implantes, como o pericárdio e os dispositivos biológicos artificiais mais recentes, como os enxertos descelularizados, merece destaque na literatura,^(7,22) e mesmo temas consagrados, como o emprego de marca-passos, estão em constante evolução, justificando o estudo prévio em animais.⁽²³⁾

A opção de levar os alunos da graduação ao hospital para acompanhar procedimentos operatórios de cirurgia cardiovascular esbarra em grande dificuldade logística. O tempo é exíguo para matérias específicas na grade curricular e, com os alunos divididos em pequenos grupos, ocorre a fragmentação do ensino, uma vez que fortuitamente cada grupo acompanhará apenas algumas operações, e o aproveitamento pedagógico, nesta situação,

é escasso, além de trazer maiores riscos de infecção para o doente, que habitualmente apresenta problemas complexos.

Este método de ensino de técnicas empregadas em cirurgia cardiovascular é de fácil preparação e baixo custo, permitindo a realização de operações complexas e despertando grande interesse. A participação dos alunos na realização de vários procedimentos resulta em aprendizado sólido do tema de forma simples e eficaz.

O questionário empregado para avaliar esta metodologia evidenciou que os alunos do sétimo semestre e do internato hospitalar obtiveram um aprendizado consistente. O ensino do sistema cardiocirculatório mostrou-se eficaz por meio deste modelo prático, e os conceitos foram lembrados mesmo após certo período, exigindo menos aulas de revisão e corroborando a importância do ensino prático de maneira integrada no curso médico. A principal contribuição deste modelo, simples e barato, ao complexo sistema didático necessário à graduação em Medicina é, em única aula prática, a demonstração de conceitos importantes de disciplinas como anatomia, fisiologia, técnica operatória e sistema cardiocirculatório.

CONCLUSÃO

Este método de ensino é de fácil preparação e baixo custo; permite a realização de operações complexas; e desperta interesse durante a fase inicial da graduação. Os conceitos ensinados foram lembrados após 18 meses, e a avaliação realizada pelos alunos a respeito do método foi extremamente positiva.

REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Nakao M. Cardiac surgery simulation with active interaction and adaptive physics-based modeling [thesis]. Kyoto: Kyoto University; 2003.
3. Kalejs M, von Segesser LK. Rapid prototyping of compliant human aortic roots for assessment of valved stents. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2009;8(2):182-6.
4. Berry M, Lystig T, Beard J, Klingestierna H, Reznick R, Lönn L. Porcine transfer study: virtual reality simulator training compared with porcine training in endovascular novices. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2007;30(3):455-61.
5. Berry M, Hellström M, Göthlin J, Reznick R, Lönn L. Endovascular training with animals versus virtual reality systems: an economic analysis. *J Vasc Interv Radiol*. 2008;19(2 Pt 1):233-8. Erratum in: *J Vasc Interv Radiol*. 2008;19(6):959.
6. Blumenstein J, Van Linden A, Arsalan M, Voss S, Moellmann H, Liebetrau C, et al. Experimental evaluation of a new apical access and closure device. *Ann Thorac Surg*. 2012;94(5):1706-9.
7. Klopsch C, Steinhoff G. Tissue-engineered devices in cardiovascular surgery. *Eur Surg Res*. 2012;49(1):44-52.
8. Zenati MA, Bonanomi G, Kostov D, Svanidze O. A new live animal training model for off-pump coronary bypass surgery. *Heart Surg Forum*. 2002;5(2):150-1.
9. Kinshoku MR, Rodriguez CAL, Fidalgo RS, Duran CCG, Leme PL, Duarte IS. Uso racional de modelos animais para pesquisa e ensino de microcirurgia. *Rev Col Bras Cir*. 2012;39(5):414-7.
10. Geovanini GR, Pinna FR, Prado FA, Tamaki WT, Marques E.

- Padronização da anestesia em suínos para procedimentos cirúrgicos cardiovasculares experimentais. *Rev Bras Anesthesiol.* 2008;58(4): 363-70.
11. Antoniali F, Braile DM, Potério GM, Ribeiro GC, Costa CE, Lopes MM. Plastia tricúspide utilizando anuloplastia baseada na proporção entre os segmentos do anel da valva tricúspide normal. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007;22(4):393-9.
 12. Pett K, Hauton D. The effects of asymmetric ventricular filling on left-right ventricular interaction in the normal rat heart. *Pflugers Arch.* 2012;464(5):523-34.
 13. Okamoto H, Itoh Y, Nara Y. Geometric analysis of the anterior mitral leaflet and mitral valve orifice in cadaveric hearts. *Circ J.* 2007;71(11):1794-9.
 14. Yamaguchi A, Adachi K, Yuri K, Kimura N, Kimura C, Tamura A, et al. Reduction of mitral valve leaflet tethering by procedures targeting the subvalvular apparatus in addition to mitral annuloplasty. *Circ J.* 2013;77(6):1461-5.
 15. Schachner T, Bonaros N, Ruttmann E, Höfer D, Nagiller J, Laufer G, et al. Training models for coronary surgery. *Heart Surg Forum.* 2007;10(4):E248-50.
 16. Sato M, Kawamoto S, Watanabe M, Sakamoto N, Sato M, Tabata Y, et al. Medial regeneration using a biodegradable felt as a scaffold preserves integrity and compliance of a canine dissected aorta. *Circulation.* 2012;126 (11 Suppl 1): S102-9.
 17. Kanakis MA, Katsimpoulas M, Kavantzias N, Kostomitsopoulos N, Dimitriou C, Lioulis A, et al. Acute histological changes of the lung after experimental Fontan circulation in a swine model. *Med Sci Monit.* 2012;18(9):BR362-5.
 18. Chao A, Chen K, Trask S, Bastiansen D, Nelson B, Valentine JC, et al. Time to failure of arterial shunts in a pig hemorrhagic shock model. *Am Surg.* 2012;78(10):1045-8.
 19. Jiga LP, Cristian H, Blidisel A, Sandra F, Nistor A, Hoinoiu B, et al. Thoracoscopic approach of the internal mammary artery (IMA): a training model in pigs. *Microsurgery.* 2008;28(5):375-9.
 20. Karu I, Tãhepöld P, Ruusalepp A, Zilmer K, Zilmer M, Starkopf J. Effects of 60 minutes of hyperoxia followed by normoxia before coronary artery bypass grafting on the inflammatory response profile and myocardial injury. *J Negat Results Biomed.* 2012; 11:14-20.
 21. Hotta VT, Aiello VD. Correct anatomical orientation of the heart and reflections on the nomenclature used in daily practice. *Arq Bras Cardiol.* 2015; 104(4):e34-6.
 22. Grunkemeier GL, Furnary AP, Wu Y, Wang L, Starr A. Durability of pericardial versus porcine bioprosthetic heart valves. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144(6):1381-6.
 23. Prondzinsky R, Unverzagt S, Carter JM, Mahnkopf D, Buerke M, Werdan K, et al. A novel approach for transcatheter pacing in a porcine model. *J Invasive Cardiol.* 2012;24(9):451-5.