

Artigo Original

Modelo de treinamento cadavérico de baixo custo em videolaparoscopia sem pneumoperitônio*Laparoscopic cadaveric low-cost training model without establishment of pneumoperitoneum***Caio Vinícius Suartz¹, Pedro Henrique Souza Brito², Ricardo Zugaib Abdalla¹, Cristiano Mendes Gomes¹, Anuar Ibrahim Mitre¹, William Carlos Nahas¹**

Suartz CV, Brito PHS, Abdalla RZ, Gomes CM, Mitre AI, Nahas WC. Modelo de treinamento cadavérico de baixo custo em videolaparoscopia sem pneumoperitônio / *Laparoscopic cadaveric low-cost training model without establishment of pneumoperitoneum*. Rev Med (São Paulo). 2023 jan.fev.;102(1 ed. esp.):e-204475.

RESUMO: A laparoscopia consiste em acesso cirúrgico realizado por meio de diminutas incisões na parede abdominal seguidas de estabelecimento de pneumoperitônio, representando um avanço na recuperação pós-operatória em relação a cirurgia aberta. Modelos de treinamento em cirurgia videolaparoscópica utilizando de modelos inanimados, animados e envolvendo uso de realidade virtual (RV) foram desenvolvidos para facilitar a curva de aprendizado. Esses modelos procuram permitir aos cirurgiões em treinamento adquirir competências básicas em laparoscopia, tais como a coordenação mão-olho, destreza na utilização das pinças e melhora da percepção de profundidade na imagem bidimensional (2D). Os elevados custos dos modelos de treinamento têm levado instituições e cirurgiões a procurarem modelos menos onerosos, tais como caixa de treinamento e simuladores de RV. No entanto, não oferecem a mesma experiência de aprendizado que o treinamento VLP em porcos ou em cadáveres. Os custos para realização do pneumoperitônio e para utilização de equipamentos do set de vídeo são elevados. Buscando reduzir esses custos e a complexidade do treinamento VLP em cadáveres, desenvolveu-se um modelo de polietileno sem a necessidade de estabelecimento de pneumoperitônio.

Palavras-chave: Laparoscopia; Cadáver; Aprendizagem; Cirurgia; Pneumoperitônio.

ABSTRACT: Laparoscopy consists of surgical access performed using diminutive incisions in the abdominal wall followed by the establishment of pneumoperitoneum, representing an advance in postoperative recovery compared to open surgery. Models of training in laparoscopic surgery were developed to accelerate the technique's learning. The main ones are inanimate models, animated simulators, and virtual reality (VR). These models seek to allow surgeons in training to acquire basic skills in laparoscopy, such as hand-eye coordination, dexterity in using tweezers, and improvement of depth perception in two-dimensional (2D). The high costs of training models have led institutions and surgeons to look for less expensive models, such as training boxes and VR simulators. However, they do not offer the same learning experience as VLP training on pigs or corpses. Performing the pneumoperitoneum and using video set equipment is expensive. A polyethylene model was developed without establishing pneumoperitoneum to reduce these costs and the complexity of VLP training in cadavers.

Keywords: Laparoscopy; Cadaver; Education; Surgery; Pneumoperitoneum.

Prêmio vencedor do COMU AWARDS – Medical Education, 23/09/22, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Trabalho desenvolvido na Divisão de Urologia, Hospital das Clínicas FMUSP.

1. Divisão de Urologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). ORCID: Suartz CV, - <https://orcid.org/0000-0002-1364-5508>; Abdalla RZ - <https://orcid.org/0000-0002-8700-0067>; Gomes CM - <https://orcid.org/0000-0002-8486-4003>; Mitre AI - <https://orcid.org/0000-0002-7031-5505>; Nahas WC - <https://orcid.org/0000-0002-7395-8370>. E-mail: caio.v_suartz@hotmail.com, pedrohenriquesouzabrito@gmail.com, ricoabd@msn.com, crismgomes@uol.com.br, anuar@mitre.com.br, wnahas@uol.com.br.

2. Universidade Cidade de São Paulo. <https://orcid.org/0000-0001-6853-0225>. E-mail: pedrohenriquesouzabrito@gmail.com

Correspondência: Caio Vinícius Suartz. Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. Divisão de Clínica Urológica. Av. Dr. Éneas de Carvalho Aguiar, 255 – Sala 710F. 7º Andar. São Paulo, SP, Brasil. CEP: 05403-000. E-mail: caio.v_suartz@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A laparoscopia consiste em acesso cirúrgico realizado por meio de diminutas incisões na parede abdominal seguidas de estabelecimento de pneumoperitônio, representando um avanço na recuperação pós-operatória em relação a cirurgia aberta¹. A abordagem laparoscópica resulta em menores cicatrizes, menor trauma cirúrgico, menor dor pós-operatória² e tempo de internação mais curto². Seu treinamento exige recurso tecnológico e possui curva de aprendizado árdua, tornando sua aplicabilidade e difusão mais restrita em relação à cirurgia aberta convencional^{3,4}.

Modelos de treinamento em cirurgia videolaparoscópica utilizando de modelos inanimados, animados e envolvendo uso de realidade virtual (RV) foram desenvolvidos para facilitar a curva de aprendizado^{5,6}. Esses modelos procuram permitir aos cirurgiões em treinamento adquirir competências básicas em laparoscopia, tais como a coordenação mão-olho, destreza na utilização das pinças e melhora da percepção de profundidade na imagem bidimensional (2D)^{7,8}.

Os elevados custos dos modelos de treinamento têm levado instituições e cirurgiões a procurarem modelos menos onerosos, tais como caixa de treinamento e

simuladores de RV⁹. No entanto, não oferecem a mesma experiência de aprendizado que o treinamento VLP em porcos ou em cadáveres¹⁰.

Os modelos de treinamento VLP cadavéricos e porcinos são os métodos de treinamento em cirurgia laparoscópica com maior aceitação entre os alunos^{11,12}, proporcionam maior verossimilhança na manipulação do tecido vivo (porcino) e no emprego das técnicas cirúrgicas^{12,13}.

Os custos para realização do pneumoperitônio e para utilização de equipamentos do set de vídeo são elevados¹².

Buscando reduzir esses custos e a complexidade do treinamento VLP em cadáveres, desenvolveu-se um modelo de polietileno sem a necessidade de estabelecimento de pneumoperitônio.

MATERIAIS E MÉTODOS E RESULTADOS

Foram utilizados dois manequins de polietileno de abdome gravídico por serem simulacros da distensão abdominal provida pelo pneumoperitônio. Orifícios para a colocação dos trocateres de laparoscopia foram distribuídos respeitando-se a distância de 8cm entre eles e distribuídos de forma a possibilitar a abordagem nos hipocôndrios, fossas ilíacas e pelve (Figura 1).

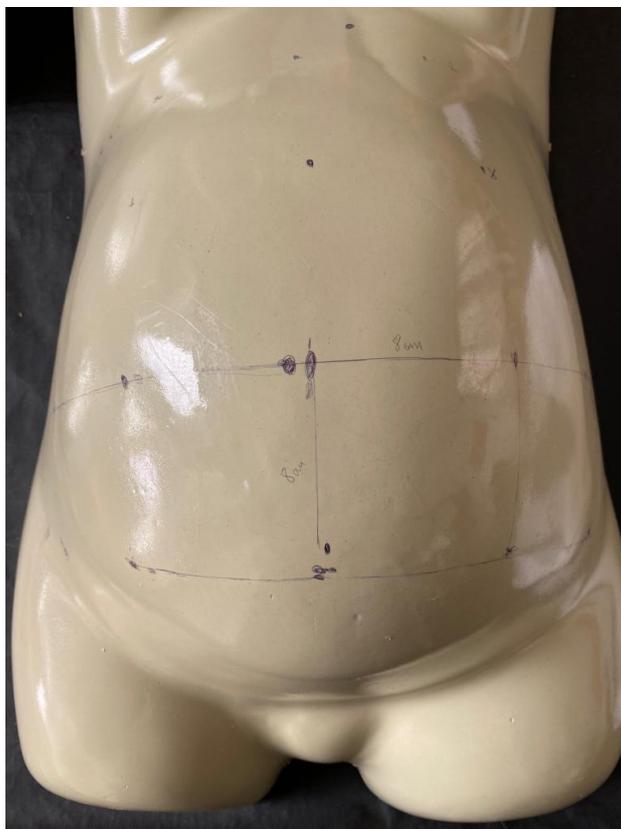


Figura 1: Manequim de polietileno simulando abdome gravídico com demarcação dos pontos de colocação dos trocateres

Os orifícios dos trocateres foram feitos com o auxílio de uma furadeira WAP® com broca de diâmetro de 24 mm, enquanto os orifícios de 3mm foram realizados com auxílio de broca de 3mm junto às bordas laterais do manequim com o intuito de fixar o modelo ao cadáver

(Figura 2B).

Três esponjas multiuso foram utilizadas na face interna do modelo para oferecer resistência semelhante à pele e tecido celular subcutâneo, auxiliando assim a fixação dos trocateres (Figura 3A e 3B).

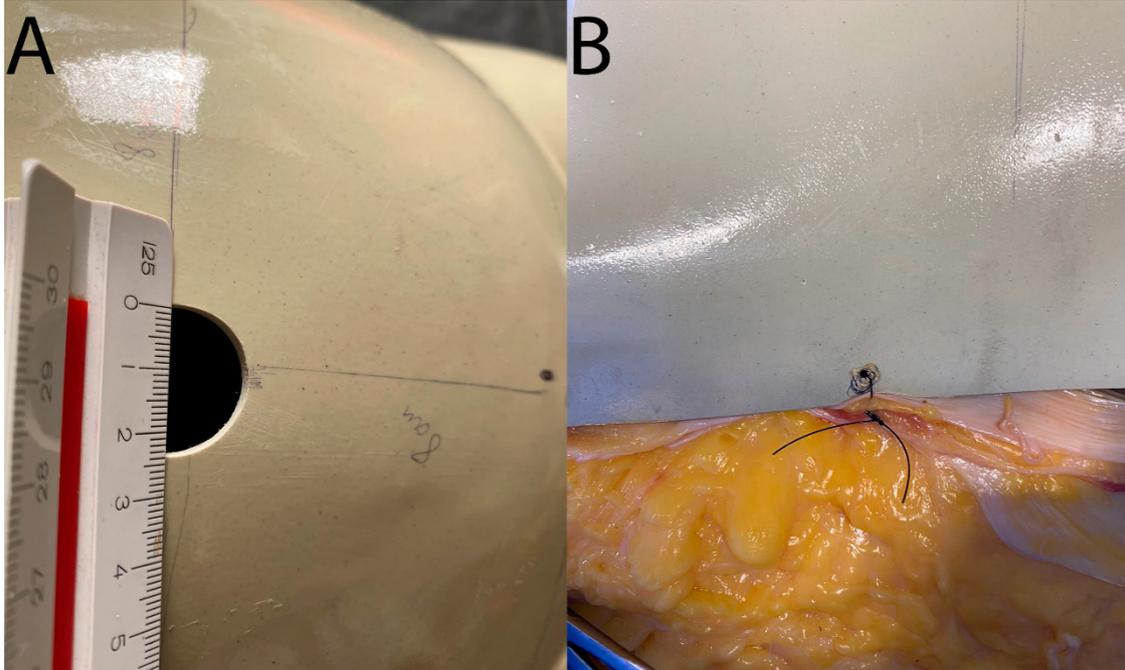


Figura 2: (A) Orifício com seu diâmetro em centímetros, (B) Orifícios junto à borda lateral do manequim e fixação no cadáver

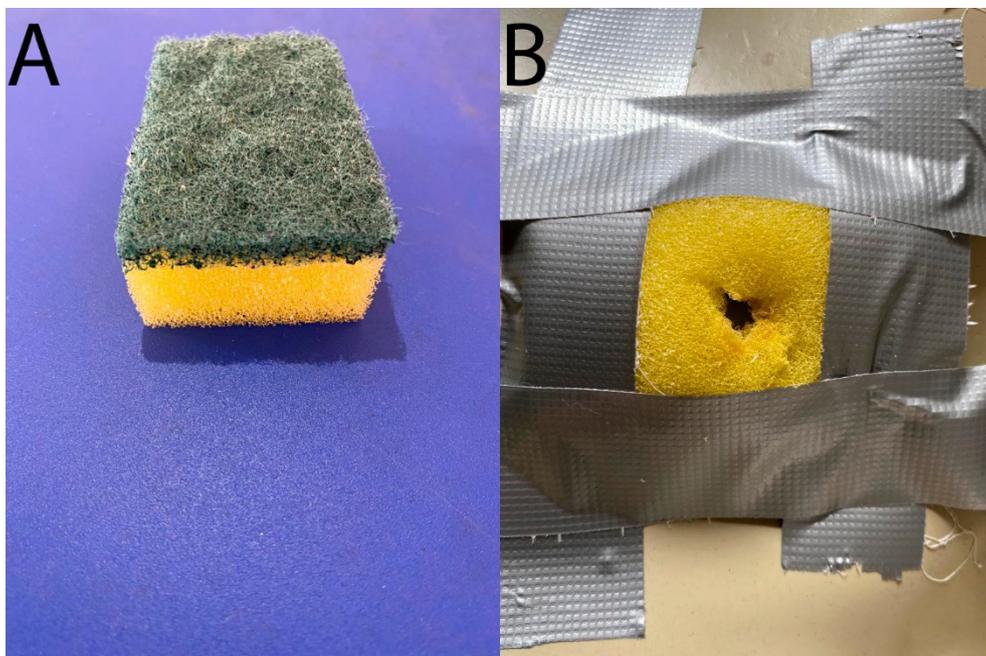


Figura 3: (A) Esponja multiuso utilizada, (B) Esponja multiuso acolada à face interna do manequim

Trocateres descartáveis de 5mm, 11mm e 12mm foram utilizados (Figuras 4A e 4B). Uma câmera endoscópica flexível (480p, 1,7mm, com iluminação

embutida) conectada a um tablet, e uma câmera rígida (480p, 2,0mm, RGB) de um treinador laparoscópico de caixa preta previamente desmontado (Figuras 5A e 5B). A

utilização das duas câmeras, uma flexível e outra rígida, permitiu determinar qual apresenta melhor desempenho no

modelo, sendo a câmera rígida mais adequada ao manuseio durante o treinamento com o modelo (Figura 5B).

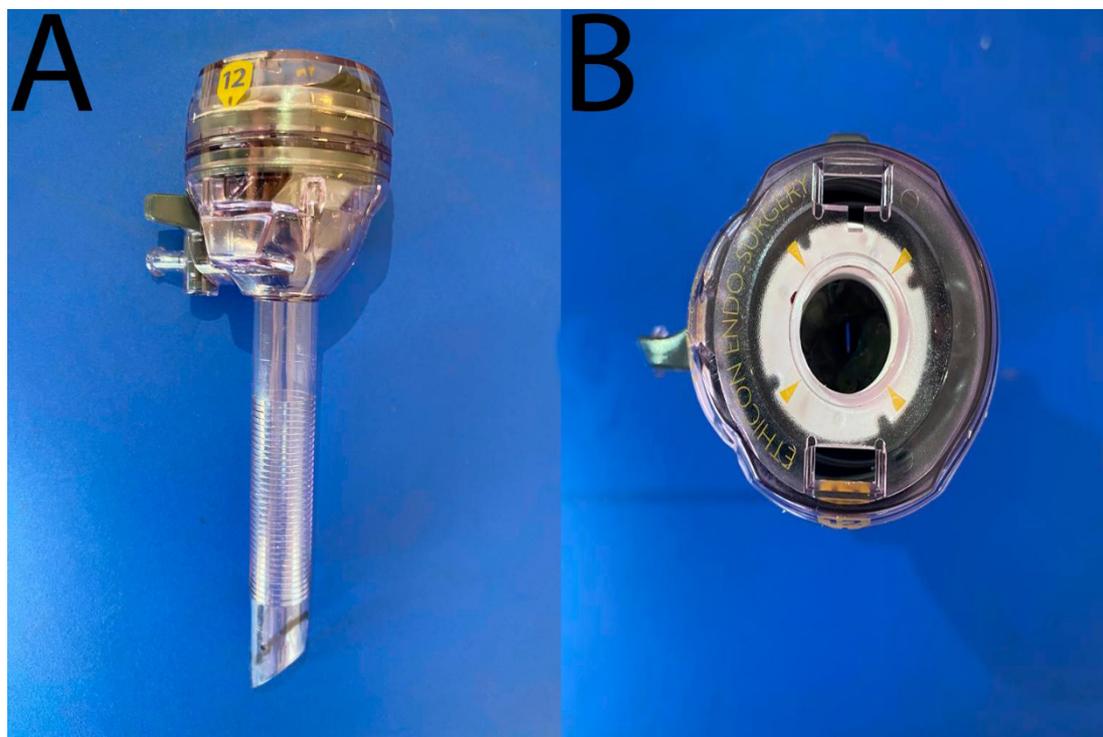


Figura 4: (A) Trocateres de 12mm em vista lateral, (B) Trocateres de 12 mm em vista superior

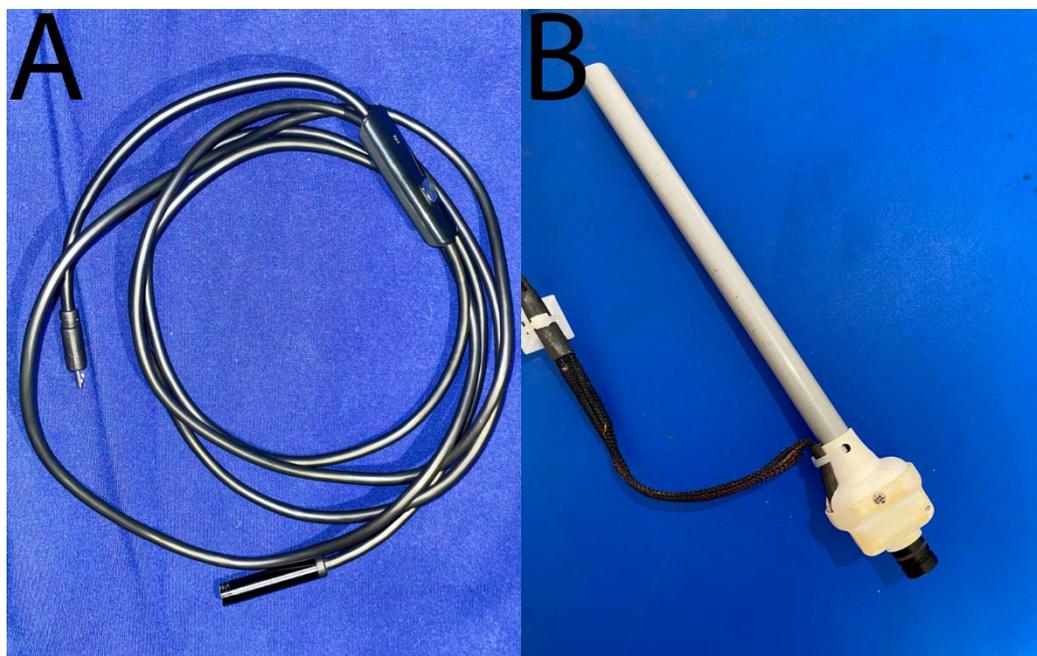


Figura 5: (A) A câmera endoscópica, (B) A câmera do treinador laraposcópico

Os trocateres descartáveis de 5mm, 11mm e 12mm foram passados através dos orifícios do manequim, ficando fixos pelas esponjas multiuso (Figura 6).

Realiza-se incisão abdominal mediana xifopúbica

associada a uma incisão transversal transumbilical, permitindo exposição completa da cavidade abdominal. A melhor visualização e manipulação das estruturas retroperitoneais foi alcançada realizando-se colectomia e

enterectomia totais, de forma a evitar que a distensão das alças intestinais encubra a visão do cirurgião, permitindo livre manipulação cirúrgica das estruturas anatômicas.

O manequim é fixado com fios de algodão passados

através dos orifícios de 3 mm confeccionados em toda lateral respeitando-se uma distância entre orifícios de 5 cm, o que permite maior estabilidade do modelo em relação a parede abdominal (Figura 7).



Figura 6: Trocateres colocados através dos orifícios do modelo

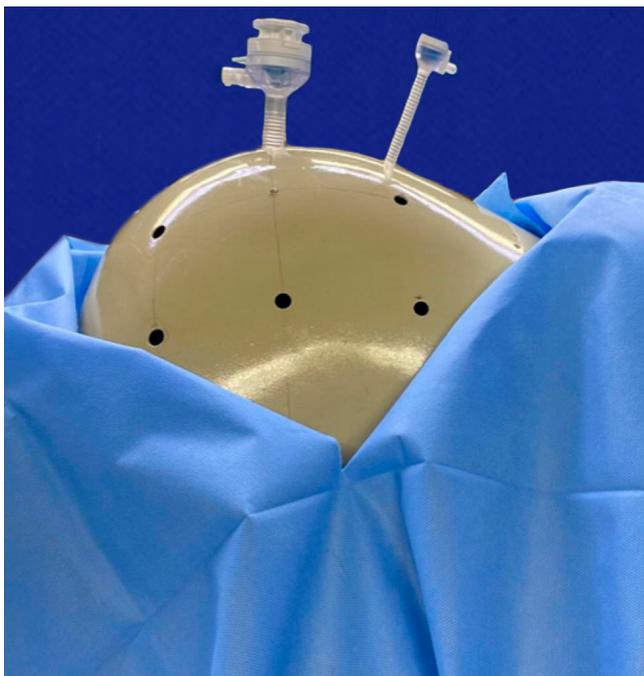


Figura 7: Modelo instalado, pronto para realização do procedimento

A tela portátil é colocada em posição ergonômica para conforto do cirurgião e o procedimento a ser treinado pode ser executado sem a necessidade de pneumoperitônio.

A diversidade de opções de portais possibilita

a abordagem de uma ampla gama de sítios cirúrgicos, podendo ser utilizado para simular procedimentos em qualquer região anatômica do abdome e pelve de forma verosímil.

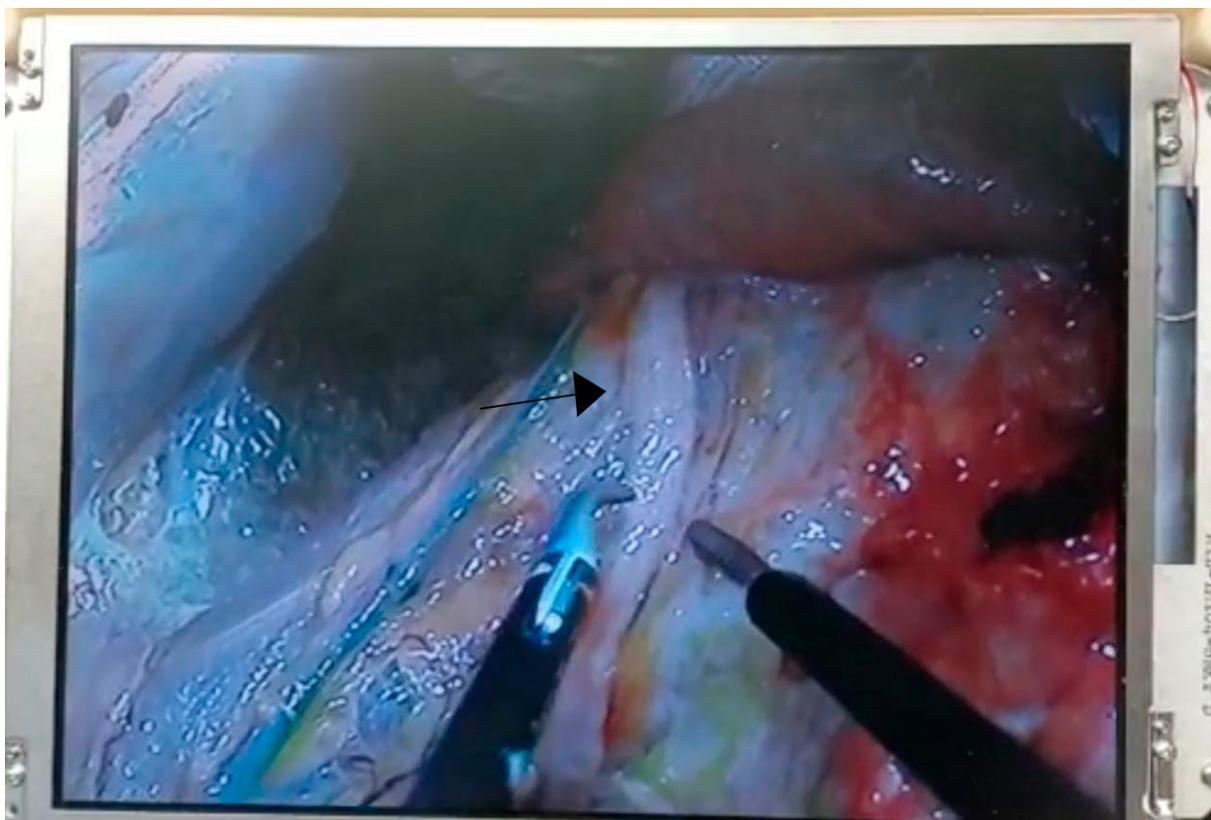


Figura 8: Visualização do cirurgião durante o procedimento, pode-se identificar o ureter direito (Ponta da seta) em seu trajeto sobre o músculo psoas

DISCUSSÃO

O marco inicial da era da laparoscopia se deu em 23 de setembro de 1901, quando Georg Kelling realizou em sua tese de doutorado uma celioscopia em uma cão utilizando um cistoscópio de Nitze. Desde então, o aprimoramento da técnica e a incorporação de novas tecnologias permitiu a realização da primeira colecistectomia laparoscópica em humanos no ano de 1987 por Philippe Mouret⁶.

A visão em 2D e as novas habilidades cirúrgicas exigidas em laparoscopia tornam a curva de treinamento desafiadora e longa, exigindo treino contínuo e dedicado para se alcançar a excelência técnica¹⁴. A capacitação em cirurgia laparoscópica pressupõe a utilização de pinças específicas, set de vídeo e ambiente de treino adequado, o que acaba por encarecer e restringir o seu aprendizado a grandes centros¹⁴.

A opção fundamental de treinamento é a caixa preta, que apresenta simplicidade, baixo custo e portabilidade, porém carece de realismo, o que impossibilita sua utilização

para treinamento laparoscópico avançado, restringindo-se às habilidades básicas de manuseio de pinça, objetos e suturas¹⁴.

O modelo animal proporciona manipulação real dos tecidos, trabalho em equipe, sangramento e movimentação das estruturas anatômicas com a respiração¹⁴. No entanto, o modelo porcino é caro, devido aos custos do equipamento laparoscópico, manejo laboratorial, aquisição e sedação do animal^{14,15}.

Simuladores de RV aparecem como uma possível solução, porém provocam opiniões divergentes na literatura. O simulador é de alto custo, sem possibilidade de trabalho em equipe, sem feedback tátil ou manipulação de tecidos e inacessível a cirurgiões em treinamento em ambientes com menor disponibilidade de recursos. Entretanto, evita o sacrifício de animais e prescinde da disponibilidade de cadáver fresco para realização do treinamento^{16,17,18,19}.

O modelo cadavérico foi previamente descrito por Lim et al.¹³, em que foram utilizados cadáveres congelados e insuflação de gás carbônico para confecção

do pneumoperitônio. Posteriormente, Imakuma¹⁴ substituiu a insuflação de gás por meio de uma armação metálica. Ambas as estratégias permitiram o treinamento em cadáveres, entretanto, a primeira apresenta a desvantagem dos elevados custos e a segunda a baixa mobilidade das pinças com o suporte metálico.

Ademais, quando comparados os modelos cadavéricos e porcinos, nota-se que o cadáver apresenta anatomia fidedigna, entretanto, por não possuir sangramento, limita o treinamento de hemostasia. Em contrapartida, o modelo animal simula peristaltismo, movimentos

respiratórios e fluxo de fluidos (sangue, urina, conteúdo entérico), mas apresenta limitações quanto à anatomia.

Outrossim, outros projetos foram desenvolvidos como o de RV e o laboratório seco. O modelo virtual permite a prática de infinitos procedimentos, entretanto não possui o feedback tátil e manejo dos acessórios, além de não permitirem o desenvolvimento do trabalho em equipe. Já o laboratório seco possui como principal vantagem o baixo custo e a fácil mobilidade, porém limita-se na prática de técnicas avançadas, não possui reconhecimento anatômico, nem simula sangramento tecidual (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação dos modelos de treinamento em videolaparoscopia

Habilidades/Modelos	Caixa Preta	Realidade Virtual	Animal	Cadavérico
Uso de instrumentos	X	X	X	X
Manipulação tecidual	X		X	X
Feedback tátil			X	X
Replicação dos passos operatórios		X	X	X
Anatomia real		X		X
Trabalho em equipe			X	X

Fonte: Imakuma¹⁴ (adaptada).

O modelo cadavérico foi comparado com o porcino por Katz et al.(12). Neste estudo, 16 residentes de cirurgia testaram os protótipos e responderam questionários acerca da percepção da prática. Concluiu-se que o treino em cadáver oferece um excelente ambiente cirúrgico, permitindo a dissecação, compreensão de anatomia cirúrgica e a possibilidade de concluir procedimentos sem limites anestésicos.

Além disso, a prática em cadáveres permite que os cirurgiões desenvolvam a destreza com os instrumentos, manipulação de tecidos, coordenação olho-mão, noção de profundidade bidimensional, manipulação bimanual, ajuste ao efeito fulcro e reconhecimento de estruturas anatômicas reais em 2D14, também havendo uma maior satisfação dos alunos com a prática nesse modelo (14).

Em contrapartida, o modelo apresentado não proporciona a simulação real do desenvolvimento do pneumoperitônio, marcação ou inserção dos trocateres. Entretanto, esses passos poderiam ser executados em paralelo à atividade proposta com o modelo, antes de sua instalação na parede abdominal para que o aluno tenha a sensação de introdução do trocater nos múltiplos planos até alcançar a cavidade abdominal. Outro ponto sensível do projeto é a qualidade da imagem, apesar da possibilidade de otimização por meio de câmeras de alta definição, aumentar-se-ia o custo do modelo, fugindo ao propósito inicial de facilitar o acesso ao treino em videolaparoscopia.

O simulador apresentado evita custos elevados,

estando disponível em países em desenvolvimento custando a parede abdominal falsa feita de polietileno US\$ 3,64 e a câmera rígida com a tela US\$ 11,51.

Em serviços acadêmicos com pinças de laparoscopia e acesso a cadáver fresco, o modelo apresentado pode representar uma opção de treinamento valiosa por dispensar o uso de gás carbônico no estabelecimento do pneumoperitônio e permitir o desenvolvimento de habilidades operatórias, tais como a adequada manipulação de instrumentos cirúrgicos, apreensão tecidual, feedback tátil, reprodução dos tempos operatórios, percepção do movimento na visão bidimensional e trabalho em equipe.

O próximo passo deste projeto será a implementação desta modalidade de ensino e sua validação por meio de estudos prospectivos buscando avaliar e comparar os diferentes métodos de ensino e treinamento em videolaparoscopia.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta um modelo de treinamento em videolaparoscopia de baixo custo que possibilita a prática em instituições com acesso a cadáveres. Reconhece-se que o modelo não possibilita o treinamento do acesso à cavidade abdominal com trocateres, mas favorece o treinamento específico da técnica e tática cirúrgica em modelo verossímil ao campo cirúrgico

Participação dos dos autores: Caio Vinicius Suartz: Idealização, desenvolvimento do projeto e escrita do artigo. Pedro Henrique Souza Brito: Desenvolvimento do projeto e apresentação. Ricardo Zugaib Abdalla: Idealização, fornecimento de materiais, desenvolvimento. Cristiano Mendes Gomes: Desenvolvimento, correção da apresentação, correção do artigo. Anuar Ibrahim Mitre: Correção do artigo. William Carlos Nahas: Desenvolvimento e correção.

REFERÊNCIAS

1. Harrell AG, Heniford BT. Minimally invasive abdominal surgery: lux et veritas past, present, and future. *Am J Surg.* 2005;190(2):239-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2005.05.019>
2. Southern Surgeons Club. A prospective analysis of 1518 laparoscopic cholecystectomies. *New Engl J Med.* 1991;324(16):1073-8. doi: [10.1056/NEJM199104183241601](https://doi.org/10.1056/NEJM199104183241601)
3. Secin FP, Savage C, Abbou C, de La Taille A, Salomon L, Rassweiler J, et al. The Learning Curve for Laparoscopic Radical Prostatectomy: an International Multicenter Study. *J Urol.* 2010;184(6):2291-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.08.003>
4. Kumar U, Gill IS. Learning curve in human laparoscopic surgery. *Curr Urol Rep.* 2006;7(2):120-4. doi: <https://doi.org/10.1007/s11934-006-0070-5>
5. Manning RG, Aziz AQ. Should laparoscopic cholecystectomy be practiced in the developing world? *Ann Surg.* 2009;249(5):794-8. doi: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181a3eaa9>
6. Stolzenburg J-U, Truss MC, Rabenalt R, Do M, Schwalenberg T, Katsakiori PF, et al. Training in laparoscopy. *EAU-EBU Update Series.* 2007;5(2):53-62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eeus.2006.12.001>
7. Ali MR, Mowery Y, Kaplan B, DeMaria EJ. Training the novice in laparoscopy. *Surg Endosc.* 2002;16(12):1732-6. doi: <https://doi.org/10.1007/s00464-002-8850-6>
8. Larsen CR, Oestergaard J, Ottesen BS, Soerensen JL. The efficacy of virtual reality simulation training in laparoscopy: a systematic review of randomized trials. *Acta Obstetr Gynecol Scand.* 2012;91(9):1015-28. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0412.2012.01482.x>
9. Sharpe BA, MacHaidze Z, Ogan K. Randomized comparison of standard laparoscopic trainer to novel, at-home, low-cost, camera-less laparoscopic trainer. *Urology.* 2005;66(1):50-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.urology.2005.01.015>
10. Khan ZA, Kamal N, Hameed A, Mahmood A, Zainab R, Sadia B, et al. SmartSIM - a virtual reality simulator for laparoscopy training using a generic physics engine. *Int J Med Robotics Computer Assist Surg.* 2016;13(3):e1771. doi: <https://doi.org/10.1002/rcs.1771>
11. Chandrasekera SK, Donohue JF, Orley D, Barber NJ, Shah N, Bishai PM, et al. Basic Laparoscopic surgical training: examination of a low-cost alternative. *Eur Urol.* 2006;50(6):1285-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2006.05.052>
12. Katz R, Hoznek A, Antiphon P, van Velthoven R, Delmas V, Abbou C-C. Cadaveric versus porcine models in urological laparoscopic training. *Urol Int.* 2003;71(3):310-5. doi: <https://doi.org/10.1159/000072684>
13. Lim CP, Roberts M, Chalhoub T, Waugh J, Delgaty L. Cadaveric surgery in core gynaecology training: a feasibility study. *Gynecol Surg.* 2018;15(1). doi: <https://doi.org/10.1186/s10397-017-1034-0>
14. Imakuma E, Ussami E, Meyer A. Laparoscopic training model using fresh human cadavers without the establishment of pneumoperitoneum. *J Minimal Access Surg.* 2016;12(2):190. doi: <https://doi.org/10.4103/0972-9941.178519>
15. Nickel F, Bintintan VV, Gehrig T, Kenngott HG, Fischer L, Gutt CN, et al. Virtual Reality Does Not Meet Expectations in a Pilot Study on Multimodal Laparoscopic Surgery Training. *World J Surg.* 2013;37(5):965-73. doi: <https://doi.org/10.1007/s00268-013-1963-3>
16. Lamata P, Gómez EJ, Sánchez-Margallo FM, Lamata F, del Pozo F, Usón J. Tissue consistency perception in laparoscopy to define the level of fidelity in virtual reality simulation. *Surg Endosc Other Intervent Techn.* 2006;20(9):1368-75. doi: <https://doi.org/10.1007/s00464-004-9269-z>
17. De Win G, Van Bruwaene S, Aggarwal R, Crea N, Zhang Z, De Ridder D, et al. Laparoscopy Training in Surgical Education: The Utility of Incorporating a Structured Preclinical Laparoscopy Course into the Traditional Apprenticeship Method. *J Surg Educ.* 2013;70(5):596-605. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.04.001>
18. Mohammadi Y, Lerner MA, Sethi AS, Sundaram CP. Comparison of Laparoscopy Training Using the Box Trainer Versus the Virtual Trainer. *JLS.* 2010;14(2):205-12. doi: <https://doi.org/10.4293/108680810X12785289144115>
19. Kirby TO, Numnum MT, Kilgore LC, Straughn MJ. A Prospective Evaluation of a Simulator-Based Laparoscopic Training Program for Gynecology Residents. *J Am Coll Surg.* 2008;206(2):343-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2007.08.005>

Recebido: 15.11.2022

Aceito: 12.12.2022