

Uso de simuladores em cirurgia videolaparoscópica na formação médica: estudo prospectivo de coorte com acadêmicos de medicina de uma universidade no Sul do Brasil

Use of simulators in video laparoscopic surgery in medical training: a prospective court study with medicine academic at a university in Southern Brazil

JÚLIA TONETTO PORTO¹ ; LUCIANO SILVEIRA EIFLER, TCBC-RS²; LUCAS PASTORI STEFFEN¹; GABRIELLE FOPPA RABAIOLI¹; JOANA MICHELON TOMAZZONI³.

R E S U M O

Introdução: o início da cirurgia minimamente invasiva, como a cirurgia laparoscópica, foi acompanhado por frequência aumentada de complicações, muitas com risco de morte. Com o objetivo de minimizar a morbidade e mortalidade e acelerar a curva de aprendizado, foram desenvolvidos simuladores de cirurgia videolaparoscópica para aprimoramento de habilidades psicomotoras necessárias nestes procedimentos. **Objetivo:** comparar o desempenho de acadêmicos do segundo ano de medicina da Universidade Luterana do Brasil, na realização de cirurgias videolaparoscópicas simuladas, feitas no Centro de Simulação Realística da Faculdade de Ciências da Saúde de Porto Alegre. **Método:** estudo prospectivo de coorte com 16 alunos de Medicina sem experiência prévia em simulação de videocirurgia. Os alunos realizaram exercícios simulados e foram avaliados quanto a Coordenação, Navegação por Instrumento e Tempo na Realização dos Procedimentos. **Resultados:** a amostra foi composta por 69% de mulheres e 31% de homens com média de idade de 23,2 anos. Os acadêmicos obtiveram melhora dos resultados na segunda aplicação da simulação. A habilidade na tarefa Navegação por Instrumento foi a que teve melhor evolução no grupo de alunos avaliados. O Tempo Total na realização dos procedimentos foi o parâmetro com maior diferença entre as simulações sucessivas. **Conclusão:** os acadêmicos de Medicina apresentaram expressiva melhora de desempenhos com a repetição dos exercícios de simulação, demonstrando que os Simuladores de Cirurgia Videolaparoscópica são ferramentas promissoras no treinamento de habilidades cirúrgicas na formação médica.

Palavras chave: Cirurgia Geral. Treinamento por Simulação. Realidade Virtual. Treinamento por simulação de Alta Fidelidade. Cirurgia Videoassistida.

INTRODUÇÃO

Em grande parte das instituições de ensino médico, o estudo de cirurgia baseia-se em métodos tradicionais, que consistem em aprendizados teóricos sobre as técnicas cirúrgicas e aulas práticas de anatomia em cadáveres. O treinamento com animais é um meio de ensino que já foi muito utilizado no passado, mas vem decrescendo ao longo do tempo, muitas vezes devido a fatores éticos^{1,2}. Na residência médica, o desenvolvimento das habilidades cirúrgicas baseia-se em aprendizagem dependente de certo volume de pacientes, e conta com grande nível de tolerância para possíveis erros³. Com o objetivo de inserir o estudante em um contexto realístico, os simuladores

cirúrgicos têm sido cada vez mais utilizados na formação médica atual^{1,4}.

A introdução de cirurgia minimamente invasiva, como a cirurgia laparoscópica, foi acompanhada por frequência aumentada de complicações, muitas com risco de morte para o enfermo⁵. O fato de complicações serem passíveis de ocorrer, mesmo com cirurgiões experientes em cirurgias abertas, aumentou a preocupação sobre o treinamento da cirurgia videolaparoscópica. Uma série de manifestações médicas de grande repercussão chamou a atenção do público em geral para questões de treinamento cirúrgico. A cirurgia foi forçada a considerar novas abordagens no treinamento cirúrgico e desenvolver simuladores para treinamento em ambiente

1 - Universidade Luterana do Brasil, Curso de Medicina - Canoas - RS - Brasil 2 - Universidade Luterana do Brasil, Serviço de Cirurgia Geral - Canoas - RS - Brasil 3 - Universidade de Caxias do Sul, Curso de Medicina - Caxias do Sul - RS - Brasil

controlado. Os cirurgiões e professores envolveram-se com engenheiros de computação para desenvolver novas tecnologias de simulação e validar a transferência de treinamento baseada em simulação para a sala de cirurgia^{6,7}.

Durante cirurgia aberta ou laparoscópica tradicional, o cirurgião interage diretamente com os tecidos e órgãos do paciente por meio de instrumentos cirúrgicos. Na cirurgia robótica laparoscópica a situação é diferente, o cirurgião envia comandos remotamente para braços mecânicos que executam os movimentos de suas mãos. Tornar-se experiente em cirurgia robótica laparoscópica e videocirurgia, requer aprimoramento técnico e uso apropriado de controle de interfaces, câmera, e controle de instrumental laparoscópico. A realidade virtual permite a prática antes de se entrar em contato com pacientes, evitando-se riscos aos pacientes⁶.

A simulação de operações em realidade virtual vem sendo utilizada para desenvolver habilidades psicomotoras necessárias em procedimentos videolaparoscópicos⁸. É uma forma acessível, segura e controlada em ambiente padronizado que visa aumentar a curva de aprendizagem do aluno e melhorar suas habilidades⁸. Modelos tanto animados quanto inanimados, têm sido criados com a intenção de treinar as capacidades intuitivas dos estudantes fora do bloco cirúrgico. As formas inanimadas usualmente referem-se aos simuladores cuja complexidade varia desde caixas pretas até tecnologias virtuais avançadas em simulação de vídeo^{9,10}.

Um simulador cirúrgico é composto por um computador, juntamente com interfaces físicas que equivalem aos instrumentos e ao procedimento que for representado, criando-se ambiente virtual em que o operador pode interagir com o programa. A maioria dos simuladores possui recursos didáticos que permitem avaliar o uso de acordo com tempo, manipulação e erros pré-definidos¹¹.

A habilidade de realizar cirurgias minimamente invasivas depende de habilidades técnicas^{12,13}. Por isso, os Simuladores de Cirurgia Videolaparoscópica (SCVL) representam uma inovação no ensino médico. Avanços em tecnologias realísticas replicam cenários fidedignos à realidade, reproduzindo tarefas de forma estruturada e com método adequado. Isso impõe grande aprendizado

em relação às habilidades e condutas que os acadêmicos irão enfrentar futuramente com seus pacientes¹. Embora alguns estudos já tenham sido relatados, é importante analisar se a literatura fornece informações suficientes sobre a transferência de habilidades desses simuladores para a prática, atingindo o nível de conhecimento esperado^{14,15}.

Com o intuito de observar os efeitos de Simuladores de Cirurgia Videolaparoscópica, o presente estudo tem como objetivo comparar os resultados de exercícios feitos em diferentes etapas por estudantes do segundo ano de medicina da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) e analisar, por meio de dados quantitativos, se existe aperfeiçoamento de técnica pela repetição dos exercícios simulados. Dessa forma, o estudo pretende contribuir para a avaliação deste método na formação e treinamento de habilidades cirúrgicas por acadêmicos de Medicina.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de estudo prospectivo de coorte, com aprovação do comitê de ética da Universidade Luterana do Brasil (CAAE: 00338918.4.0000.5349).

A amostra foi composta por 16 alunos do quarto semestre do curso de Medicina da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), matriculados na disciplina de procedimentos cirúrgicos. Os alunos não possuíam experiência prévia com simuladores de Cirurgia Videolaparoscópica. Três alunos foram excluídos por não completarem todas as tarefas exigidas, restando a amostra total de 13 acadêmicos. Para cada aluno foi entregue Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com informações sobre os objetivos do estudo.

Os acadêmicos, acompanhados do professor da disciplina, foram até a Santa Casa de Porto Alegre, no Centro de Simulações Realísticas da Universidade Federal de Ciências e Saúde de Porto Alegre, onde encontram-se os simuladores utilizados nesse estudo.

O simulador disponibilizado para o uso dos alunos é o modelo LapSim, desenvolvido pela Surgical Science (Figura 1). Trata-se de equipamento com módulo de habilidades básicas e portfólio de procedimentos laparoscópicos com exercícios desde navegação básica até sutura avançada. Cada exercício apresenta etapas e níveis

de dificuldades crescentes. São doze exercícios, conforme exemplificados na figura 2, que incluem: navegação pela câmera, navegação por instrumento, coordenação, sutura, prensão, corte, inserção de cateter, aplicação de clipe, levantamento e prensão, manipulação de intestino e dissecação fina (Tabela 1).



Figura 1. Simulador de Cirurgia Videolaparoscópica.

Durante um dia, os alunos foram orientados a realizar, individualmente, duas tarefas do simulador: Coordenação e Navegação por instrumento. Cada acadêmico realizou duas vezes ambos os exercícios e os resultados foram gerados pelo próprio sistema operacional da máquina. Os exercícios avaliaram os operadores de acordo com uma série de parâmetros, como descrito nos Tabelas 2 e 3, sendo s os segundos, % a porcentagem de falhas, m os metros percorridos; no número de vezes em que o instrumento foi visto; mm os milímetros de danos causados.

Depois de realizadas as tarefas, os resultados individuais de cada aluno foram gerados pelo próprio simulador e coletados para análise.

A análise dos dados foi realizada no programa SPSS versão 21.0 considerando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão ou mediana e amplitude

interquartílica, dependendo da distribuição dos dados. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

Para comparar médias entre os dois momentos, o teste t-Student para amostras pareadas foi aplicado. Em caso de assimetria, o teste de Wilcoxon foi utilizado.

Tabela 1. Exercícios e objetivos.

Exercício	Objetivos
Navegação pela câmera	Aprender a segurar a câmera laparoscópica
Navegação por instrumento	Aprender a mover e posicionar os instrumentos
Coordenação	Aprender a lidar com o instrumento e a câmera simultaneamente
Prensão	Aprender a agarrar, posicionar e orientar um objeto utilizando pinças
Corte	Aprender a cortar uma estrutura anatômica utilizando tesouras cirúrgicas
Aplicação de clipe	Aprender a seccionar um vaso aplicando clipe com um aplicador
Levantamento e Prensão	Como levantar objetos utilizando pinça em uma mão e ao mesmo tempo mover objetos com a mão contralateral
Manipulação intestinal	Aprender a mensurar o comprimento do intestino
Inserção de cateter	Praticar como fazer uma incisão cirúrgica em um vaso e usar uma pinça de cateter
Sutura	Aprender a posicionar uma agulha, fazer o nó e apertar o fio
Dissecação fina	Aprender a remover com segurança segmentos de tecido de uma estrutura vascularizada

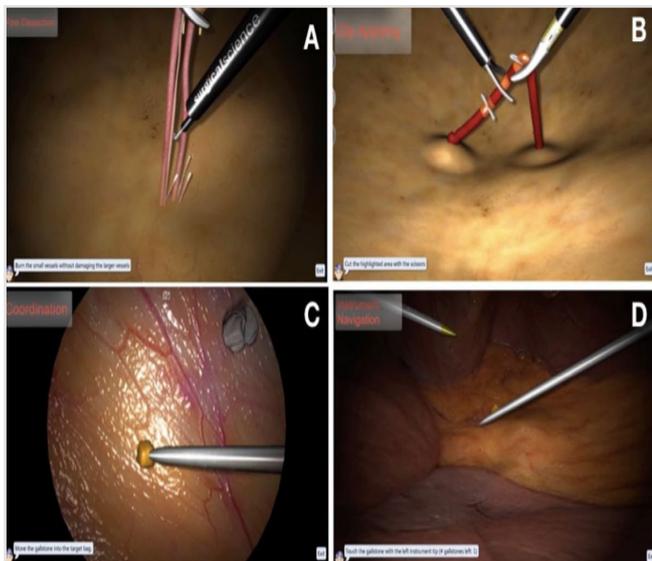


Figura 2. Telas de exercícios do Simulador. A) Dissecção Fina, B) Aplicação de Clipe, C) Coordenação, D) Navegação por Instrumento.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados para a amostra final, composta por 13 alunos do segundo ano de graduação do Curso de Medicina da Universidade Luterana do Brasil. Os integrantes do estudo não tinham experiência prévia em simulação cirúrgica, sendo compostos por 69% de mulheres e 31% de homens. A média de idade da amostra foi de 23,2 anos com desvio padrão de 1,5 anos.

Os resultados obtidos pela comparação entre a primeira e a segunda execução do exercício de Coordenação estão demonstrados na Tabela 4. Os números foram avaliados conforme desempenho nos 10 parâmetros impostos por esta tarefa.

Com exceção da porcentagem de falhas, todos os parâmetros avaliados nessa tarefa apresentaram melhoras de resultados na segunda aplicação. O tempo total foi o único critério descrito que apresentou diferença com relevância estatística ($P < 0,05$).

A tabela 5 demonstra a comparação dos resultados obtidos pelos alunos entre a primeira e a segunda tarefa Navegação por Instrumento, avaliada conforme as 14 variáveis descritas. Neste exercício, somente o parâmetro Caminho Angular do Instrumento à Esquerda teve resultado com significância estatística ($P < 0,05$).

Tabela 2. Parâmetros medidos na tarefa Coordenação.

Tempo total (s)
Falhas (%)
Extensão do caminho do instrumento (m)
Caminho angular do instrumento (graus)
Visão externa do instrumento (n)
Visão externa do instrumento (s)
Extensão do caminho da câmera (m)
Caminho angular da câmera (graus)
Danos ao tecido (n)
Dano máximo (mm)

Tabela 3. Parâmetros medidos na tarefa Navegação por Instrumento.

Tempo do instrumento da esquerda (s)
Falhas com o instrumento da esquerda (%)
Extensão do instrumento da esquerda (m)
Caminho angular do instrumento da esquerda (graus)
Tempo do instrumento da direita (s)
Falhas do instrumento da direita (%)
Extensão do instrumento da direita (m)
Caminho angular do instrumento da direita (graus)
Danos ao tecido (n)
Dano máximo (mm)
Instrumento da esquerda fora do campo de visão (n)
Instrumento da esquerda fora do campo de visão (s)
Instrumento da direita fora do campo de visão (n)
Instrumento da direita fora do campo de visão (s)

DISCUSSÃO

A sala de cirurgia não é o ambiente ideal para treinamento de habilidades básicas, devido à natureza dos procedimentos minimamente invasivos, por considerações éticas e pela repercussão no aumento do tempo cirúrgico^{16,17}. Sendo assim, novas ferramentas que facilitam a capacitação fora do bloco cirúrgico têm sido desenvolvidas, como os SCVL^{16,18-20}.

Demonstrou-se nesse estudo que, de forma geral, os acadêmicos de Medicina apresentaram expressiva melhora de seus desempenhos com a repetição da simulação. Isso mostra que um aluno, ainda sem experiência em prática cirúrgica, pode beneficiar-se da simulação de cirurgia videolaparoscópica, aprendendo as noções básicas sobre instrumentos cirúrgicos e o modo de manejá-los.

Tabela 4. Resultados na tarefa Coordenação.

Variáveis	Primeiro momento	Segundo momento	P
	Média±DP	Média ± DP	
Tempo total (s)	85,8 ± 37,9	68,1 ± 21,3	0,035
Falhas (%)	0 ± 0	0 ± 0	-
Extensão do caminho do instrumento (m)	1,7 ± 0,4	1,6 ± 0,4	0,432
Caminho angular do instrumento (graus)	351 ±86,9	310 ± 79,0	0,194
Visão externa do instrumento (n)*	1 (0 – 1)	0 (0-1)	0,190
Visão externa do instrumento (s)*	0,15 (0 – 2,1)	0 (0 – 0,1)	0,285
Extensão do caminho da câmera (m)*	0,36 (0,17 – 0,45)	0,20 (0,13 – 0,40)	0,382
Caminho angular da câmera (graus)*	113 (40,4 – 135)	51,9 (31,7 – 110)	0,152
Danos ao tecido (n)*	3 (2 – 4,5)	2 (1 – 3,5)	0,325
Dano máximo (mm)*	8,9 (2,3 – 11,3)	6,1 (1,7 – 23,2)	0,807

*descritas por mediana (percentis 25-75).

Tabela 5. Resultados da tarefa Navegação por Instrumento.

Variáveis	Primeiro momento	Segundo momento	P
	Média ± DP	Média ± DP	
Tempo do instrumento da esquerda (s)	42,9 ± 29,7	28,2 ± 6,9	0,074
Falhas com o instrumento da esquerda (%)	0 ± 0	0 ± 0	-
Extensão do instrumento da esquerda (m)	1,1 ±0,5	0,8 ± 0,1	0,062
Caminho angular do instrumento da esquerda (graus)	241 ±94,7	180 ± 36,3	0,013
Tempo do instrumento da direita (s)	31,3 ±13,7	22,8 ± 5,2	0,057
Falhas do instrumento da direita (%)	0 ±0	0 ± 0	-
Extensão do instrumento da direita (m)	0,9 ±0,2	0,8 ±0,2	0,252
Caminho angular do instrumento da direita (graus)	185 ± 69,4	147 ± 30,6	0,077
Danos ao tecido (n)*	1 (0 – 2)	1 (0 – 1)	0,602
Dano máximo (mm)*	1,3 (0 – 9,7)	0,9 (0 – 6,3)	0,583
Instrumento da esquerda fora do campo de visão (n)*	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	0,317
Instrumento da esquerda fora do campo de visão (s)*	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	0,317
Instrumento da direita fora do campo de visão (n)*	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	1,000
Instrumento da direita fora do campo de visão (s)*	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	1,000

*descritas por mediana (percentis 25-75).

Um dos resultados com maior diferença entre a primeira e a segunda aplicação ($P < 0,05$) foi observado no parâmetro Tempo Total do exercício Coordenação. Isso demonstra que os alunos desenvolveram agilidade com o manejo dos instrumentos operatórios com o decorrer das repetições, fazendo com que seu tempo de aplicação da simulação diminuísse.

Parâmetros que avaliaram as porcentagens de falhas e o campo de visão dos instrumentos, tanto

à direita quanto à esquerda, não tiveram diferença de resultados com a repetição. Isso porque todos os alunos deste estudo apresentaram boa performance desde a primeira aplicação nestes quesitos. Observou-se que o exercício Navegação por Instrumento levou a maior desenvolvimento das habilidades dos aplicadores que o exercício Coordenação, podendo-se verificar pelos resultados adquiridos em ambas as tarefas. Os números, em todos os parâmetros, tiveram maior diferença entre a

primeira e a segunda aplicação nesse exercício.

Os demais parâmetros avaliados, embora tenham apresentado melhora dos resultados com a repetição, não tiveram significância estatística provavelmente pelo fato da pequena mostra neste estudo. Ademais, o número de repetições nos exercícios pode não ter sido suficiente para apresentar uma curva de aprendizagem mais expressiva. A tendência é a melhora progressiva na habilidade em executar as tarefas, conforme o aumento de repetições nos exercícios simulados.

O presente estudo possui como limitação a ausência de cálculo de tamanho da amostra, que garantiria maior força nas conclusões apresentadas.

A inserção da simulação videolaparoscópica no currículo das instituições de ensino requer muito esforço, tempo e dinheiro^{21,22}. Estudos demonstram que a aquisição de proficiência nos SCVL, demanda aproximadamente 2,5 horas de treinamento supervisionado e 5 horas de treinamento sem supervisão nas variadas tarefas fornecidas pelas máquinas²². Isso é tempo relativamente pequeno para tornar os acadêmicos habituados com procedimentos e materiais de vídeo-cirurgia da graduação.

O contato no início da graduação com os simuladores cirúrgicos proporciona aos alunos o aprendizado de conceitos básicos em cirurgia videolaparoscópica e a aquisição de habilidades

psicomotoras e cognitivas, antes mesmo de entrar no centro cirúrgico, o que representa redução no tempo dispendido na curva de aprendizado para futuros cirurgiões e segurança para pacientes.

CONCLUSÃO

O uso de simuladores de alta fidelidade com tecnologia de realidade virtual no treinamento de cirurgia videolaparoscópica é método novo em nosso meio e está sendo incorporado nas grades curriculares das faculdades de Medicina que contam com laboratórios de simulação avançada. A preocupação crescente com a segurança do paciente, aliada a incorporação de novas tecnologias e busca de métodos mais eficientes no ensino, fazem dos Simuladores de Cirurgia Videolaparoscópica ferramenta fundamental na Graduação e na Residência Médica para capacitação e treinamento em cirurgia.

No presente estudo, a utilização de simuladores demonstrou ser método extremamente efetivo, diminuindo o tempo na curva de aprendizado e melhorando o desempenho dos acadêmicos de Medicina na execução dos procedimentos propostos.

Os resultados deste estudo indicam que a utilização desse método de ensino pode trazer grande benefício na educação médica e contribuir na formação de futuros cirurgiões de forma mais rápida e segura.

A B S T R A C T

Introduction: *the onset of minimally invasive surgery, such as laparoscopic surgery, was accompanied by an increased frequency of complications, many of which were life-threatening. With the objective of minimizing morbidity and mortality and accelerating the learning curve, video laparoscopic surgery simulators were developed to improve the psychomotor skills required for these procedures.* **Objective:** *to compare the performance of second year medical students of the Lutheran University of Brazil, in simulated videolaparoscopic surgeries performed at the Realistic Simulation Center of the Faculty of Health Sciences of Porto Alegre.* **Method:** *prospective cohort study with 16 medical students with no prior experience in video-surgery simulation. The students performed simulated exercises and were evaluated regarding Coordination, Navigation by Instrument and Time in the accomplishment of the Procedures.* **Results:** *the sample consisted of 69% women and 31% men with a mean age of 23.2 years. The students obtained better results in the second simulation application. The skill in Navigation by Instrument task was the one that showed the best evolution in the studied group. The Total Time in the accomplishment of the procedures was the parameter with greater difference between the successive simulations.* **Conclusion:** *medical students presented a significant improvement in their performance with the repetition of the simulation exercises, demonstrating that the Laparoscopic Surgery Simulators are a promising tool in medical training and development of surgical skills.*

Keywords: *General Surgery. Simulation Training. Virtual Reality. Patient Simulation. Video-Assisted Surgery.*

REFERÊNCIAS

1. Lemos FMFC. Aquisição de habilidades em cirurgia videolaparoscópica por residentes em cirurgia geral após treinamento em simulador de alta fidelidade [dissertação]. Palmas (TO): Universidade Federal do Tocantins; 2016.
2. Ahlberg G, Enochsson L, Gallager AG, Hedman L, Hogman C, McClusky 3rd DA, et al. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. *Am J Surg*. 2014;193(6):797-804.
3. Munro MG. Surgical simulation: where have we come from? Where are we now? Where are we going? *J Minim Invasive Gynecol*. 2012;19(3):272-83.
4. Buzink S, Soltes M, Radonak J, Fingerhut A, Hanna G, Jakimowicz J. Laparoscopic Surgical Skills programme: preliminary evaluation of Grade I Level 1 courses by trainees. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2012;7(3):188-92.
5. Gallagher AG, O' Sullivan GC. Fundamentals of surgical simulation: principles and practice. London: Springer; 2012.
6. Moglia A, Sinceri S, Ferrari V, Ferrari M, Mosca F, Morelli L. Proficiency based training of medical students using virtual simulators for laparoscopy and robot assisted surgery: results of a pilot study. *Updates Surg*. 2018;70(3):401-5.
7. Rehman S, Raza SJ, Stegemann AP, Zeeck K, Din R, Llewellyn A, et al. Simulation-based robot-assisted surgical training: a health economic evaluation. *Int J Surg*. 2013;11(9):841-6.
8. Huber T, Paschold M, Hansen C, Wunderling T, Lang H, Kneist W. New dimensions in surgical training: immersive virtual reality laparoscopic simulation exhilarates surgical staff. *Surg Endosc*. 2017;31(11):4472-7.
9. Ferreira Filho F, Moura Júnior LG, Rocha HAL, Rocha SGMO, Ferreira LFP, Ferreira AFP. Abdominal cavity simulator for skill progression in videolaparoscopic sutures in Brazil. *Acta Cir Bras*. 2018;33(1):75-85.
10. Våpenstad C, Hofstad EF, Bø LE, Kuhry E, Johnsen G, Marvik R, et al. Lack of transfer of skills after virtual reality simulator training with haptic feedback. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2017;26(6):346-54.
11. Bashankaev B, Baido S, Wexner SD. Review of available methods of simulation training to facilitate surgical education. *Surg Endosc*. 2015;25(1):28-35.
12. Fu S, Liu X, Zhou L, Zhou M, Wang L. Applied research on laparoscopic simulator in the resident surgical laparoscopic operation technical training. *Indian J Surg*. 2017;79(4):288-93.
13. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, et al. Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg*. 2005;241(2):364-72.
14. Moglia A, Ferrari V, Morelli L, Ferrari M, Mosca F, Cuschierri A. A systematic review of virtual reality simulators for robot-assisted surgery. *Eur Urol*. 2016;69(6):1065-80.
15. Goh AC, Goldfarb DW, Sander JC, Miles BJ, Dunkin BK. Global evaluative assessment of robotic skills: validation of a clinical assessment tool to measure robotic surgical skills. *J Urol*. 2012;187(1):247-52.
16. Milburn JA, Khera G, Hornby ST, Malone PSC, Fitzgerald JEF. Introduction, availability and role of simulation in surgical education and training: review of current evidence and recommendations from the Association of Surgeons in Training [editorial]. *Int J Surg*. 2012;10(8):393-8.
17. Våpenstad C, Hofstad EF, Bø LE, Chmarra MK, Kuhry E, Johnsen G, et al. Limitations of haptic feedback devices on construct validity of the LapSim® virtual reality simulator. *Surg Endosc*. 2013;27(4):1386-96.
18. Sadideen H, Hamaoui K, Saadeddin M, Kneebone R. Simulators and the simulation environment: getting the balance right in simulation-based surgical education. *Int J Surg*. 2012;10(9):458-62.
19. Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondré K, Stanbridge D, et al. A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *Am J Surg*. 2015;190(1):107-13.
20. Liu A, Tendick F, Cleary K, Kaufmann C. A survey of surgical simulation: applications, technology, and education. *Presence*. 2003;12(6):599-614.

21. Bric J, Connolly M, Kastenmeier A, Goldblatt M, Gould JC. Proficiency training on a virtual reality robotic surgical skills curriculum. *Surg Endosc.* 2014;28(12):3343-8.
22. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayed R, Fried GM. Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a randomized controlled trial. *Am J Surg.* 2010;199(1):115–20.

Recebido em: 08/05/2020

Aceito para publicação em: 06/07/2020

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Júlia Tonietto Porto

E-mail: jutporto@gmail.com

