



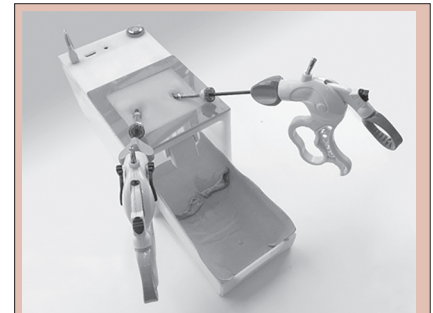
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM NOVO ENDOTRAINER LAPAROSCÓPICO PARA CIRURGIA NEONATAL E ESPAÇOS REDUZIDO

Development and validation of a new laparoscopic endotrainer for neonatal surgery and reduced spaces

Alberto **TORRES**^{1,2}, Martín **INZUNZA**², Cristián **JARRY**², Francisco **SERRANO**², Julián **VARAS**^{2,3}, Alejandro **ZAVALA**¹

RESUMO - Racional: Os procedimentos pediátricos têm dificuldade de serem realizados em espaços reduzidos. O treinamento nesses espaços provou ser diferente em dificuldade em comparação aos endotrainers laparoscópicos adultos. **Objetivo:** Desenvolver e validar um novo endotrainer neonatal com espaço reduzido. **Métodos:** O simulador foi criado, testado e avaliado por usuários com diferentes níveis de habilidade e experiência em cirurgia pediátrica laparoscópica por meio de um questionário de oito itens. A validação do método foi determinada pela avaliação do desempenho de cada participante em nove exercícios. **Resultados:** Foi criado um simulador acrílico de 10,5 x 10 x 18 cm, com uma superfície de trabalho interna de 9 x 9 cm. Uma câmera HD foi incorporada com faixa de movimento de 0-180°. Todos os exercícios do Programa de Treinamento Laparoscópico Básico foram adaptados em escala de 1:0,5 para se ajustarem. Dos 49 participantes, 42 (85,71%) responderam à pesquisa; 80,5% consideraram que o simulador reproduz condições semelhantes às de procedimentos realizados em crianças menores de um ano; 61,1% consideraram que o simulador representa dificuldade semelhante aos procedimentos realizados em recém-nascidos; 73,7% consideraram que o simulador neonatal é mais difícil que o simulador adulto. Especialistas apresentaram desempenho significativamente melhor em todos os exercícios propostos. **Conclusão:** O simulador possui imagem de alta qualidade e design que permitem o treinamento com exercícios básicos. O aparelho permitiu discriminar entre os diferentes níveis de habilidade e foi bem avaliado por usuários com experiência cirúrgica diversificada.

DESCRITORES - Simulador pediátrico. Simulador neonatal. Simulador básico. Simulação. Educação cirúrgica.



Caixa laparoscópica pediátrica com bandeja deslizante

Mensagem central

Um simulador laparoscópico com dimensões pediátricas e uma câmera integrada foi validado para treinar procedimentos essenciais e avançados em cirurgia pediátrica e operação em espaço reduzido.

ABSTRACT - Background: Pediatric procedures have the difficulty of being performed in reduced spaces. Training in reduced spaces has proven to be different in complexity compared to adult laparoscopic endotrainers. **Aim:** To develop and validate a new neonatal/reduced-space endotrainer. **Methods:** The simulator was tested and assessed by users with different skill levels and experience in laparoscopic pediatric surgery through an 8-item questionnaire. Construct validity was determined by evaluating the performance of each subject on nine exercises. **Results:** A 10.5 x 10 x 18 cm acrylic simulator was created, with an internal working surface of 9 x 9 cm. An HD camera was incorporated, with a 0-180° range of movement. All exercises of a Basic Laparoscopic Training Program were adapted on a scale of 1:0.5 to fit in. From 49 participants, 42 (85.71%) answered the survey; 80.5% considered that the simulator reproduces similar conditions to procedures performed in children under one year of age; 61.1% thought that the simulator represents a difficulty identical to procedures performed in newborns; 73.7% considered that the neonatal simulator is more complicated than the adult simulator. Experts showed significantly better performance in all proposed exercises. **Conclusion:** The simulator has a high-quality image and design that allows training with basic tasks. The endotrainer permitted to discriminate between these different skill levels and was well evaluated by users with diverse surgical experience.

HEADINGS: Pediatric simulator. Neonatal simulator. Basic simulator. Simulation. Surgical education.

Perspectivas

O treinamento simulado comprovadamente reduz as curvas de aprendizado. Os procedimentos em cirurgia pediátrica têm dificuldade de serem realizados em espaço reduzido e também são menos frequentes. Usando dimensões pediátricas, projetamos e validamos um simulador que permite que procedimentos essenciais e avançados sejam praticados em condições de espaço confinado.



www.facebook.com/abcdrevista



www.instagram.com/abcdrevista



www.twitter.com/abcdrevista

Trabalho realizado no ¹Pediatric Surgery Section, School of Medicine, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile; ²Experimental Surgery and Simulation Center, School of Medicine, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile; ³Department of Digestive Surgery, School of Medicine, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Como citar esse artigo: Torres A, Inzunza M, Jarry C, Serrano F, Varas J, Zavala A. Desenvolvimento e validação de um novo endotrainer laparoscópico para cirurgia neonatal e espaços reduzido. ABCD Arq Bras Cir Dig. 2020;33(4):e1559. DOI: /10.1590/0102-672020200004e1559

Correspondência:

Alejandro Zavala Busquets
E-mail: azavalachile@gmail.com;
alberto.felipe.torres@gmail.com

Financiamento: não há
Conflito de interesse: não há
Recebido para publicação: 02/06/2020
Aceito para publicação: 24/09/2020

A simulação tem se mostrado ferramenta fundamental na educação cirúrgica^{2,8,9,19,20,22,30}. Nos últimos anos, vimos como o design e o uso de diferentes modelos cirúrgicos têm demonstrado encurtar as curvas de aprendizado^{9,21,30}. Cirurgiões e residentes podem aprender técnicas cirúrgicas com a possibilidade de cometer erros e praticar habilidades e procedimentos em situações padronizadas e supervisionadas^{1,13}. Além disso, a simulação foi incorporada na seleção de residentes e nas avaliações acadêmicas^{7,15,28}. Em 1990, a Sociedade Americana de Cirurgias Gastrointestinais e Endoscópicas (SAGES) formou um comitê para desenvolver material educacional focado nos aspectos fundamentais da cirurgia laparoscópica. Em 2004, o programa de educação e avaliação dos elementos essenciais fundamentais da cirurgia laparoscópica (FLS) foi publicado. O módulo prático da FLS, baseado nos modelos McGill (MISTELS)¹⁰, descreve sete exercícios para avaliação de habilidades cirúrgicas. Apenas cinco deles demonstraram a habilidade de discriminar entre assuntos novatos e especialistas; estes foram: transferência de objetos, corte de figuras, uso de endoloop, sutura intracorpórea e nó de sutura extracorpórea^{10,26}. Nosso centro tem desenvolvido ativamente pesquisa e educação em simulação laparoscópica, tanto no treinamento de habilidades essenciais quanto em procedimentos cirúrgicos avançados, com base em programas previamente validados e, também, desenvolvendo programas locais^{12,16,27,30}. A cirurgia pediátrica e neonatal tem a dificuldade de trabalhar em pequenos espaços em relação às dimensões do paciente adulto. Muitos modelos de treinamento foram descritos e validados para cirurgia laparoscópica pediátrica, frequentemente utilizando modelos animais como camundongos, coelhos ou porcos^{4,5,6,11,25,29}. Porém, as dificuldades logísticas são maiores, implicando maiores custos e objeções éticas, dificultando sua justificativa hoje. Em 2011, Azzie et al³ desenvolveu um simulador com dimensões pediátricas, validando os exercícios básicos de habilidades laparoscópicas descritos no FLS. No entanto, outros modelos de simulação cirúrgica derivados do descrito por Azzie et al³ não foram descritos até o nosso conhecimento, nem seu uso por outros grupos.

O objetivo deste estudo foi apresentar e validar uma nova caixa de treinamento que nos permite reproduzir condições de espaço reduzido e simular situações cirúrgicas neonatais para realizar treinamentos sistemáticos e padronizados em programas de simulação básica e avançada.

Nenhum consentimento informado nem aprovação do IRB foi necessária para este estudo.

Caixa de treinamento espacial reduzida

Descrevemos as principais especificações do espaço reduzido/caixa de treinamento neonatal e recursos de imagem.

Programa de treinamento laparoscópico básico com espaço reduzido

O Programa de Treinamento de Habilidades Básicas em Laparoscopia de nossa instituição é a primeira etapa de todo o Programa de Treinamento em Laparoscopia da Residência em Cirurgia Geral. Este programa foi desenvolvido no Centro de Simulação e Cirurgia Experimental da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Chile, com base nos programas FLS e Centro-Oeste^{10,16,26,27}. Desde 2010, todos os residentes do primeiro ano de nosso programa de residência em cirurgia geral devem concluir esta primeira etapa. Só então, eles podem fazer outros programas de laparoscopia e passar pelo restante da residência. Nosso Programa de Treinamento Laparoscópico de Habilidades Básicas é composto de 10 exercícios de complexidade menor a maior. Modificamos o tamanho (proporção de 1:0,5) dos exercícios deste programa básico para caber no espaço reduzido da caixa de treinamento de laparoscopia neonatal recém-projetada.

Assuntos de estudo

Cirurgiões pediátricos, residentes de cirurgia geral e pediátrica e auxiliares médicos formando três grupos foram convidados a realizar nove exercícios básicos no endotrainer neonatal. Definimos "Especialista" como aqueles que já haviam recebido treinamento laparoscópico simulado e realizaram a maioria de seus procedimentos por laparoscopia (>50% das operações semanais realizadas por laparoscopia).

Validação do equipamento

Este nível de validação permite determinar se um exercício ou tarefa específica, realizada sob as condições experimentais, pode discriminar com precisão entre diferentes níveis de especialização. Nove exercícios básicos foram ensinados a cada participante. Em seguida, foi solicitado que realizassem três vezes cada tarefa (sem prática anterior), sendo registrado o melhor tempo. Uma exceção a isso foi a habilidade de nó intracorpóreo, que foi avaliada apenas uma vez. O desempenho foi medido em segundos.

Questão	Concordo fortemente	Concordo	Pode ser/não sei	Não concordo	Fortemente não concordo
O modelo representa condições semelhantes às apresentadas em procedimentos realizados em pacientes menores de 1 ano					
Em termos de dificuldade, os exercícios são adequados					
O sinal e a qualidade do vídeo são bons o suficiente					
O material de trabalho e os instrumentos são apropriados					
	Mais fácil	Fácil	Similar	Mais difícil	Muito mais difícil
Ao comparar este treinamento com casos de cirurgia neonatal, as tarefas propostas são					
Ao comparar este programa com o treinamento de laparoscopia para adultos, as tarefas propostas são					
Texto aberto:					
Por favor, mencione qualquer força que você identificou neste endotrainer					
Por favor, mencione todos os pontos fracos que você identificar neste endotrainer					

FIGURA 1 – O questionário de oito itens destinado a avaliar as propriedades do simulador quanto à sua similaridade com procedimentos em espaços reduzidos

Pesquisa para cirurgiões e residentes

Um questionário de oito itens (Figura 1) foi elaborado para avaliar as propriedades do simulador quanto à sua similaridade com procedimentos em espaços reduzidos. Era composto por seis questões estruturadas em escala Likert de cinco pontos mais duas questões abertas opcionais. Este questionário tenta demonstrar o nível 1 do modelo de eficácia do treinamento de Kirkpatrick (reação) para nossa nova caixa simuladora^{17,18}. A pesquisa foi enviada a todos os participantes após avaliação do desempenho de todos os exercícios do programa de treinamento laparoscópico básico com espaço reduzido (Figura 1).

Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva e analítica. Para avaliar as diferenças entre dois e três grupos, foi utilizada estatística não paramétrica, teste de Mann-Whitney e Kruskal Wallis respectivamente. Todos os dados foram registrados no MS Excel® e analisados no STATA 13.

RESULTADOS

Caixa de treinamento espacial reduzida

Com base nas dimensões relatadas por Azzie et al.³ foi criado um simulador de acrílico 10,5 x 10 x 18 cm, com superfície interna de trabalho de 9 x 9 cm (Figura 2). Foi montada uma câmera V2 com sensor de imagem Sony® modelo IMX2019® de oito megapixels fixos, mas com possibilidade de movimento do ângulo anteroposterior de 0 a 180°. A câmera é capaz de obter fotografias de 3280 x 2464 pixels, sendo também compatível com a obtenção de vídeos com resolução 1080p30, 720p60 e 640x480p60/90. Um processador de imagem com HDMI, RCA e um módulo wi-fi interno foi incorporado, o que permite streaming e captura de imagem.

Além disso, pode ser programado para obter saída USB para monitorar ou celular Android®. Na parte superior do simulador, foi colocada uma área quadrada com uma camada de silicone de 9 x 9 cm. Esta camada imita a pele humana devido à sua textura e cor, e possibilita a disposição dos trocárteres para os instrumentos laparoscópicos em diferentes distâncias para simular procedimentos neonatais e situações cirúrgicas em espaços confinados em pacientes adultos. Foram adicionados trocárteres de 3,5 mm, o que permite trabalhar com instrumentais laparoscópicos de 3 mm (Figura 2A). Além disso, uma bandeja deslizante do mesmo acrílico lavável foi projetada para conter material biológico que possibilite o desenvolvimento de modelos de treinamento com tecido ex-vivo (Figura 2B).

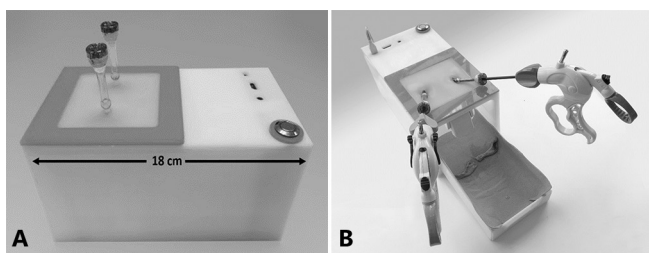


FIGURA 2 – A) Caixa para laparoscopia pediátrica; B) bandeja deslizante

Programa de treinamento laparoscópico básico com espaço reduzido

Todos os exercícios que fazem parte do Programa de Treinamento Laparoscópico Básico em nosso centro, com exceção de um, foram replicados na escala de 1:0,5 para compor o Programa de Treinamento Laparoscópico Básico em Espaço Reduzido. O exercício de manuseio da câmera foi excluído da análise por ser realizado em um simulador de realidade virtual.

Validação do equipamento

Quarenta e nove sujeitos completaram os nove exercícios. Ao considerar o nível de escolaridade (cirurgião, residente, instrumentador), todas as tarefas apresentaram diferenças estatisticamente significativas sobre os instrumentadores em comparação com os residentes e cirurgiões. Mesmo assim, apenas um exercício apresentou diferença estatisticamente significativa entre residentes e cirurgiões (Figuras 3 A e 3 B). Quando comparamos “Experts” vs. “Novices” todas as tarefas mostraram diferença estatisticamente significativa no desempenho (Figuras 4 e 5).

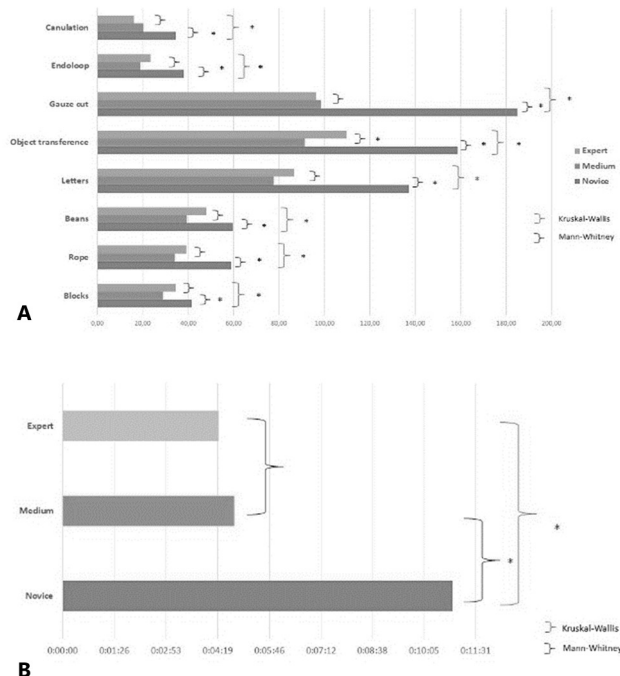


FIGURA 3 – A) Diferentes performances considerando a expertise; B) diferenças de performance em nós laparoscópicos.

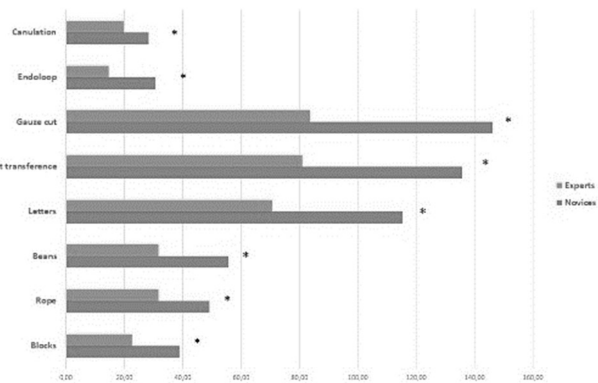


FIGURA 4 – Diferenças em performance considerando “Experts” vs. “Novices”

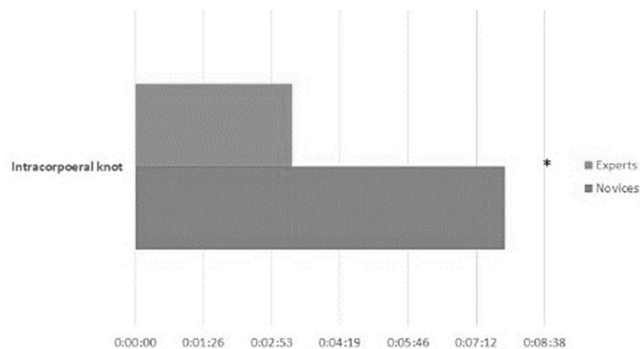


FIGURA 5 – Performance em atando nós laparoscópicos

Pesquisa para cirurgiões e residentes

A pesquisa foi respondida por 42 dos 49 participantes, o que representa 85,71%, idade média 31,3 anos (20-60 anos), 42,9% eram homens, 14 (33,3%) cirurgiões, 16 (38,1%) cirurgiões residentes e 12 (28,6%) auxiliares cirúrgicos. Montante de 38,7% (19/42) dos participantes relataram realizar pelo menos metade de suas operações por via laparoscópica, 81% (34/42) consideraram que os aspectos relacionados à câmera (qualidade da imagem, ângulo, zoom) foram adequados ou muito adequados para realizar os exercícios e 90% (38/42) consideraram que o material de trabalho era suficiente (Figura 6). O total de 81% (34/42) dos participantes consideraram que o simulador reproduz condições semelhantes aos procedimentos realizados em crianças menores de um ano (Figura 6); 62% (26/42) responderam que o simulador apresenta dificuldade semelhante aos procedimentos realizados em recém-nascidos; 25% (10/42) consideraram que o simulador é mais fácil do que uma operação real; e 14% (6/42) falaram ser mais complicado do que operação real (Figura 6). Ao comparar este endotrainer com o simulador de dimensões adulto, 73,7% (31/42) consideraram que realizar as tarefas elementares no simulador neonatal é mais complicado, enquanto 18,4% (8/42) disseram que a dificuldade era semelhante (Figura 6). Ao considerarmos exclusivamente as respostas do cirurgião, constatamos que todos (14/14) sentiram que o simulador reproduz as mesmas condições dos procedimentos realizados em crianças menores de um ano e que os exercícios foram adequados na dificuldade e o material de trabalho foi suficiente. Em contrapartida, 13/14 consideraram que os aspectos relacionados à câmera foram satisfatórios.

Por fim, sobre se o simulador apresenta dificuldade semelhante aos procedimentos realizados em recém-nascidos, 8/14 acharam que ele é "muito provável" de dimensões do recém-nascido, 3/14 consideraram "mais fácil" e 2/14 acharam "mais difícil".

Quanto às questões abertas opcionais, foram respondidas por 88% dos participantes (37/42) com aspectos positivos: tamanho, semelhança com as dimensões reais e simplicidade, foram os comentários mais frequentes. Por outro lado, as principais críticas ou questões a serem melhoradas foram citadas por 83% dos participantes (35/42): o ângulo de visão ótica e a ausência de ajuste no foco da câmera foram as principais críticas.

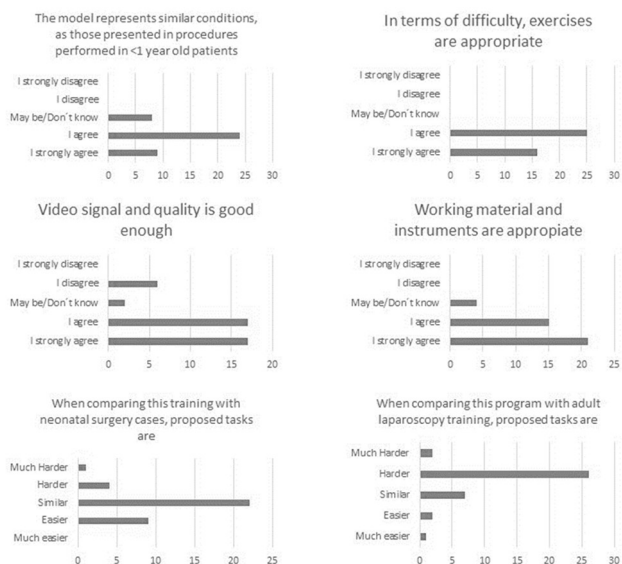


FIGURA 6 - Resultados da pesquisa

DISCUSSÃO

O aprimoramento tecnológico, as terapias de apoio e o treinamento dos cirurgiões permitiram que a laparoscopia se tornasse a alternativa preferida para muitos procedimentos cirúrgicos. Este progresso também traz novos desafios, incluindo procedimentos

com estruturas extremamente delicadas (por exemplo, Whipple), em espaços confinados (por exemplo, anastomoses biliodigestivas) e pacientes neonatais (por exemplo, hérnia diafragmática congênita). Esses desafios devem ser enfrentados com simulação e treinados da mesma forma sistemática que outros já publicados^{25,28}. A caixa de treinamento de simulação laparoscópica de espaços reduzidos permite treinamento seguro e reproduzível.

Neste estudo, alcançamos o objetivo de desenvolver uma caixa de treinamento laparoscópica com um nível de reação favorável dos participantes. O novo simulador permite não só o treinamento de cirurgiões pediátricos. Também pode ser útil para cirurgiões que realizam procedimentos em pacientes adultos em condições de espaço reduzido, como cirurgia hepatobiliar, ginecológica ou coloproctológica. Além disso, gera a possibilidade de treinar veterinários na realização de procedimentos em pequenos animais.

Azzie et al.³ descreveram um simulador laparoscópico com dimensões pediátricas juntamente com a validação dos cinco exercícios descritos na FLS. Este trabalho representou ponto de partida ao projetar modificações no modelo original para facilitar o treinamento e melhorar a qualidade da experiência em simulação laparoscópica neonatal. O primeiro passo foi adaptar nosso Programa de Habilidades Básicas de Laparoscopia para treinar residentes e cirurgiões na obtenção das habilidades básicas antes de enfrentarem procedimentos laparoscópicos em espaços reduzidos. Além disso, nossa caixa de treinamento permite a utilização de material biológico para o desenvolvimento de modelos ex-vivo de doenças cirúrgicas por meio da incorporação de uma bandeja. Dessa forma, a integração de uma câmera dobrável com alta resolução permite obter melhor qualidade de imagem para procedimentos mais complexos em modelos ex-vivo sem torre de laparoscopia, o que também torna este dispositivo portátil e de uso doméstico. A camada de silicone para simular a parede abdominal tem a vantagem de poder simular procedimentos que são realizados na superfície do paciente (por exemplo, ostomias, inserção de trocâteres auxiliares, alterando a disposição dos acessos).

Azzie et al.³ calcularam o volume de trabalho de acordo com as dimensões da caixa de simulação (1890 ml). Porém, ao construir nosso protótipo, ficou evidente que a área de trabalho era menor, correspondendo exclusivamente à superfície das plataformas (9x9 cm). Se a altura da caixa projetar essa superfície, obtemos um volume de trabalho de 729 ml, que poderia ser reduzido ainda mais elevando a bandeja, reduzindo a altura pela metade (364,5 ml). Portanto, consideramos que este simulador pode reproduzir operações realizadas em neonatos, mas essas características ainda não foram testadas em futuros modelos baseados em procedimentos.

Os instrumentos cirúrgicos usados neste modelo (pinças, suporte e tesoura de 3 mm) são os mesmos usados em operações neonatais laparoscópicas reais. Este treinamento de simulação ajuda a praticar o manuseio preciso e delicado de estruturas e para adquirir treinamento com instrumentos pequenos de 3 mm. Este problema foi o melhor valor por aqueles que usaram o simulador.

O primeiro passo para o treinamento da nova caixa laparoscópica foi a adaptação de cada exercício do Programa de Treinamento Laparoscópico Básico, com base em programas previamente validados^{10,16,26,27}. A adaptação desses exercícios permitiu a criação de um Programa de Treinamento Laparoscópico Básico em Espaço Reduzido, para a aquisição de habilidades em laparoscopia pediátrica.

A reação de um trainee a uma nova instância de treinamento é medida, avaliar o diferente grau de validade é "obrigatório" antes que um programa de treinamento completo seja oferecido por instituição, pois as tarefas dadas em FLS e outros programas de treinamento de habilidades básicas não visam representar cenário real, mas apenas para treinar habilidades. A validade de face, definida como o realismo do que se supõe representar²³, não pode ser totalmente avaliada. Nossa pesquisa é orientada a determinar a similaridade no que diz respeito ao volume de trabalho entre o simulador e os procedimentos pediátricos/neonatais, mas não pode ser tomada como validade de face. Outro nível de validação é a validação do equipamento²³, que visa determinar se a tarefa e o simulador propostos podem discriminar diferentes níveis de

especialização com sucesso. Definimos especialista como aquele que já recebeu treinamento laparoscópico simulado e realizou a maioria de seus procedimentos laparoscopicamente. Nessas condições, nosso programa atingiu com sucesso a validação do equipamento em todos os seus exercícios. Fizemos essa análise considerando que a maioria dos nossos residentes tem formação prévia e o fato de cada condição por si não explicar um bom desempenho. Essa etapa também nos permite definir objetivos de tempo em cada tarefa, e o dez percentil de tempo inferior parece ser um bom ponto de corte em nosso contexto. Determinar metas de tempo para cada tarefa não era um objetivo, então nenhuma análise adicional foi feita.

Uma limitação essencial desse tipo de estudo é a definição de sujeitos “especialistas” para os quais não existe um consenso universal, e frequentemente essa definição é baseada no contexto local em que o protocolo é realizado. Por outro lado, ao avaliar as habilidades laparoscópicas essenciais, a exposição a programas de treinamento simulados anteriores pode diminuir significativamente as diferenças de desempenho entre os grupos (residentes e cirurgiões da equipe). No entanto, algumas evidências mostram que a redução do espaço cirúrgico é um fator determinante na atuação dos especialistas¹⁴. No entanto, a análise dos dados em uma população de residentes que recebem treinamento regular em comparação com um grupo de especialistas em que a exposição a programas de treinamento simulados não é universal poderia ser a explicação para a pouca diferença encontrada quando o desempenho foi analisado abordado por nível acadêmico. Achamos que essa diferença provavelmente aumentará ao validar modelos baseados em procedimentos avançados no futuro.

Outro aspecto a ser considerado é a medição do tempo como único fator pelo qual os exercícios foram avaliados. Outras ferramentas de avaliação do procedimento incluem manipulação de material fora do campo visual, medida objetiva de habilidades cirúrgicas (OSATS), distância total percorrida pelos instrumentos ou mãos, etc. Decidimos usar o tempo de execução do exercício por sua simplicidade e objetividade, sabendo que o registrado neste estudo só foi levado em conta quando o treinamento foi realizado sem falhas. Porém, identificamos que existem dois exercícios em que alguma forma de avaliação da técnica cirúrgica é necessária; esses exercícios são cortar gaze e fazer nós.

CONCLUSÃO

O simulador possui imagem de alta qualidade que permite a prática com exercícios básicos modificados em menor tamanho, mas também com modelos ex-vivo. O endotrainer foi avaliado com sucesso por cirurgiões pediátricos laparoscópicos e residentes de cirurgia, e ele discrimina entre diferentes níveis de especialização. Representa uma nova alternativa para aquisição de habilidades laparoscópicas básicas em espaço reduzido e uma caixa padronizada na qual se desenvolvem modelos de simulação de procedimentos neonatais.

REFERÊNCIAS

- Aggarwal, R. and A. Darzi, Simulation to enhance patient safety: why aren't we there yet? *Chest* (2011) 140(4): p. 854-8.
- Aggarwal R, Grantcharov T, Moorthy K, Milland T, Pappasavvas P, Dosis A, et al. An evaluation of the feasibility, validity, and reliability of laparoscopic skills assessment in the operating room. *Ann Surg*. 2007;245(6):992-9.
- Azzie G, Gerstle JT, Nasr A, Lasko D, Green J, Henao O, Farcas M, Okrainec A. Development and validation of a pediatric laparoscopic surgery simulator. *J Pediatr Surg*. (2011 May) 46(5):897-903. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2011.02.026.
- Barsness, K. A., Rooney, D. M., & Davis, L. M. (2013). Collaboration in simulation: The development and initial validation of a novel thoracoscopic neonatal simulator. *Journal of Pediatric Surgery*, 48(6), 1232-1238. doi:10.1016/j.jpedsurg.2013.03.015
- Barsness, K. A., Rooney, D. M., & Davis, L. M. (2013). The Development and Evaluation of a Novel Thoracoscopic Diaphragmatic Hernia Repair Simulator. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 23(8), 714-718. doi:10.1089/lap.2013.0196
- Barsness, K. A., Rooney, D. M., Davis, L. M., & O'Brien, E. (2015). Preliminary Evaluation of a Novel Thoracoscopic Infant Lobectomy Simulator. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 25(5), 429-434. doi:10.1089/lap.2014.0364
- Ben Schwab, Eric Hungness, Katherine Ann Barsness, William Craig McGaghie. The Role of Simulation in Surgical Education. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. (2017 May) 27(5):450-454. doi: 10.1089/lap.2016.0644. Epub 2017 Jan 24.
- Corvetto M. Simulación en Educación Médica. *Rev Med Chile* (2013) 141: p. 70-79
- Dawe SR, Pena GN, Windsor JA, Broeders JA, Cregan PC, Hewett PJ, et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. *Br J Surg*. 2014;101(9):1063-76.
- Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun JS, Meakins JL. Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. *Am J Surg*. (1998 Jun) 175(6):482-7.
- Espósito C, Escolino M, Draghici I, Cerulo M, Farina A, De Pascale T, Cozzolino S, Settini A. Training Models in Pediatric Minimally Invasive Surgery: Rabbit Model Versus Porcine Model: A Comparative Study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. (2016 Jan) 26(1):79-84. doi: 10.1089/lap.2015.0229. Epub 2015 Nov 30.
- Gonzalez R, Rodríguez A, Buckel E, Hernández C, Tejos R, Parra A, Pimentel M, Boza C, Padilla O, Riquelme P. Sistematización de un programa de entrenamiento en endoscopia digestiva alta diagnóstica en ambiente simulado y curvas de aprendizaje en pacientes reales. *Gastroenterol. Latinoam* (2012) 23, N°4:191-196.
- Griswold, S., et al., The emerging role of simulation education to achieve patient safety: translating deliberate practice and debriefing to save lives. *Pediatr Clin North Am* (2012) 59(6): p. 1329-40.
- Hamilton JM, Kahol K, Vankipuram M, Ashby A, Notrica DM, Ferrara JJ. Toward effective pediatric minimally-invasive surgical simulation. *J Pediatr Surg*. 2011;46(1):138-144 pmid:21238655
- Hazboun R1, Rodriguez S2, Thirumoorthi A1, Baerg J1, Moores D1, Tagge EP3. Laparoscopic skills assessment: an additional modality for pediatric surgery fellowship selection. *J Pediatr Surg*. (2017 Dec) 52(12):1904-1908. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.08.051. Epub 2017 Sep 5.
- James R. Korndorffer Jr, MD; Daniel J. Scott, MD; Rafael Sierra, MD; William C. Brunner, MD; J. Bruce Dunne, PhD; Douglas P. Slakey, MD; Michael C. Townsend, MD; Robert L. Hewitt, MD. Developing and Testing Competency Levels for Laparoscopic Skills Training. *Arch Surg*. 2005;140(1):80-84. doi:10.1001/archsurg.140.1.80
- Kirkpatrick, D. L. (1976). Evaluation of training. In R. L. Craig (Ed.), *Training and development handbook*. New York McGraw-Hill.
- Kirkpatrick, D. L. (1994). *Evaluating training programs: The four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Kolozsvari NO, Feldman LS, Vassiliou MC, Demyttenaere S, Hoover ML. Sim one, do one, teach one: Considerations in designing training curricula for surgical simulation. *J Surg Educ*. 2011;68(5):421-7
- León Ferrufino F, Varas Cohen J, Buckel Schaffner E, Crovari Eulufi F, Pimentel Müller F, Martínez Castillo J, et al. Simulation in Laparoscopic Surgery. *Cirugía Española (English Ed)*. 2015;
- Macdonald AL, Haddad M, Clarke SA. Learning Curves in Pediatric Minimally Invasive Surgery: A Systematic Review of the Literature and a Framework for Reporting. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. (2016) 26(8):652-9. doi: 10.1089/lap.2016.0193. Epub 2016 Jun 22.
- Mata GV. La simulación en educación médica. *Educ Med* (2007) 10(3): p. 147-8.
- McDougall EM. Validation of surgical simulators. *J Endourol* 2007;21(3):244-7.
- Nasr A, Gerstle JT, Carrillo B, Azzie G. The Pediatric Laparoscopic Surgery (PLS) simulator: methodology and results of further validation. *J Pediatr Surg*. (2013 Oct) 48(10):2075-7. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.01.039.
- Patel EA, Aydin A, Desai A, Dasgupta P, Ahmed K. Current status of simulation-based training in pediatric surgery: A systematic review. *J Pediatr Surg*. 2018 Dec 8. pii: S0022-3468(18)30809-1. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.11.019.
- Peters JH1, Fried GM, Swanstrom LL, Soper NJ, Sillin LF, Schirmer B, Hoffman K; SAGES FLS Committee. Development and validation of a comprehensive program of education and assessment of the basic fundamentals of laparoscopic surgery. *Surgery*. (2004 Jan) 135(1):21-7.
- Rosser JC, Rosser LE, Savalgi RS. Skill acquisition and assessment for laparoscopic surgery. *Arch Surg*. 1997 Feb;132(2):200-4.
- Tavakol, M., Mohagheghi, M. A., & Dennick, R. (2008). Assessing the Skills of Surgical Residents Using Simulation. *Journal of Surgical Education*, 65(2), 77-83. doi:10.1016/j.jsurg.2007.11.003
- Valdivieso J, Contador M. The Rabbit: A Good Animal Model for Teaching and Training in Pediatric Laparoscopic Surgery. *Pediatric Endosurgery & Innovative Techniques*. Volume: 7 Issue 3: July 8, 2004.
- Varas J, Mejia R, Riquelme A, Maluenda F, Buckel E, Salinas J, Martínez J, Aggarwal R, Jarufe N, Boza C. Significant transfer of surgical skills obtained with an advanced laparoscopic training program to a laparoscopic jejunojejunostomy in a live porcine model: feasibility of learning advanced laparoscopy in a general surgery residency. *Surg Endosc* (2012) 26:3486-3494. Doi: 10.1007/s00464-012-2391-4