



Simulador quirúrgico laparoscópico basado en dispositivo electrónico (tableta): “TrianguLap” una nueva herramienta educativa para cirugía laparoscópica

Resumen

ANTECEDENTES: la adquisición de destrezas laparoscópicas es un requisito contemporáneo para los cirujanos generales, urólogos y ginecólogos. Los simuladores quirúrgicos laparoscópicos son el mecanismo idóneo para alcanzar este propósito. Sin embargo, la relación entre su apego a la realidad quirúrgica y su costo sugiere que los mejores simuladores queden fuera del alcance de la mayoría de los médicos que desean adquirir tales destrezas.

OBJETIVO: exponer la experiencia de los cirujanos que utilizaron un simulador quirúrgico portátil (tableta) para desarrollar las destrezas laparoscópicas, con gran apego a la realidad quirúrgica.

MATERIAL Y MÉTODOS: después de practicar suturas laparoscópicas por 30 minutos en el simulador quirúrgico, se aplicó una encuesta a cirujanos para conocer su opinión respecto de la calidad y experiencia educativa.

RESULTADOS: se seleccionaron 10 cirujanos para utilizar el simulador laparoscópico. Todos opinaron que el simulador tiene un diseño práctico, portátil y útil para el desarrollo de las destrezas laparoscópicas. Nueve de los diez respondieron que su costo actual es accesible y reproduce de manera aceptable las condiciones quirúrgicas habituales de sutura intracorpórea, cumpliendo así con sus expectativas de la experiencia educativa.

CONCLUSIONES: el simulador TrianguLap incrementa las habilidades laparoscópicas, es de bajo costo, portátil y acorta la curva de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: simulador quirúrgico, cirugía laparoscópica, destrezas quirúrgicas.

Tablet-based laparoscopic surgical simulator. “TrianguLap” a new educational tool for laparoscopic surgery

ABSTRACT

BACKGROUND. Laparoscopic surgical skills are a contemporary requirement for general surgeons, urologists and gynecologists.

García-Ruiz A,¹ Inda-Vargas V,² Botello-Hernández Z,³ Muñiz-Chavelas M,⁴ Valdez-Durón M⁵

¹Cor. M. C. jefe del Departamento de Cirugía General, Hospital Central Militar, Ciudad de México.

² Médico cirujano adscrita al servicio de Cirugía General, Clínica 27 del IMSS, Tlal el Olco, Ciudad de México.

³ Médico cirujano adscrita al servicio de Cirugía General, Hospital Bicentenario de la Independencia del ISSSTE, Tultitlán, Estado de México.

⁴ Médico Cirujano adscrito al servicio de Cirugía General, Hospital Juárez del Centro, Ciudad de México.

⁵ Médico cirujano general, participante del curso de capacitación avanzada en cirugía laparoscópica del Hospital Central Militar, Ciudad de México.

Recibido: 16 de febrero 2017.

Aceptado: 19 de febrero 2017.

Correspondencia

Cor. M. C. Antonio García Ruiz
antonio.garcia.ruiz@me.com



Laparoscopic surgical simulators are the ideal methods to achieve this purpose. However, the more realistic the simulator, the higher its cost. Thus most of the high-tech simulators are out of the reach of the surgical trainees. We present "TrianguLap" a low-cost, portable, tablet-based laparoscopic surgical simulator that enhances laparoscopic surgical skills.

MATERIAL AND METHODS: After a 30 min practice session with the "TrianguLap" simulator, 10 advanced laparoscopic surgeons answered a written survey giving their opinion regarding their educational experience with the laparoscopic surgical simulator.

RESULTS: All 10 interviewed surgeons agreed that TrianguLap's design is very practical and totally portable. Also they confirmed that it is a very useful tool to develop and practice several laparoscopic skills. All but one surgeons considered its cost to be accessible and that it closely resembles the real surgical experience for intracorporeal suturing.

CONCLUSIONS: Practicing several laparoscopic skills on the TrianguLap simulator enhances the educational experience of the surgical trainee by accelerating the learning process. It is a low-cost and totally portable surgical simulation device.

KEY WORD: Surgical simulators; Laparoscopic surgery; Surgical skills

ANTECEDENTES

Para que los cirujanos contemporáneos (cirujanos generales, ginecólogos y urólogos) realicen procedimientos laparoscópicos es indispensable que en su formación adquieran y desarrollos una gran variedad de destrezas quirúrgicas laparoscópicas.¹ Hoy en día los cirujanos en formación tienen varias opciones para aprender y practicar estas destrezas, ya sea en el quirófano con pacientes, en el laboratorio de destrezas en modelos animales y mediante simuladores quirúrgicos con modelos inanimados (reales o virtuales). Aunque en México sigue siendo el método más utilizado, que los residentes quirúrgicos aprendan y practiquen sus destrezas laparoscópicas directamente con los pacientes en el quirófano tiene muchos cuestionamientos éticos y repercusiones negativas para el paciente.² Los altos costos de cursos o talleres de destrezas en modelos animales y

muchas cuestiones bioéticas hacen que su uso sea particularmente restringido para educar a los nuevos cirujanos. En la actualidad, el uso de simuladores laparoscópicos en modelos inanimados, para la adquisición y el desarrollo de destrezas quirúrgicas, se vuelve muy atractivo siempre y cuando reproduzca la experiencia educativa con suficiente realismo, alta disponibilidad, bajo mantenimiento, preferentemente portátil y de costo accesible.³

El propósito de este estudio es reportar un modelo simple de simulador laparoscópico basado en un dispositivo electrónico (tableta) para desarrollar y practicar individualmente destrezas laparoscópicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Después de revisar distintos tipos de simuladores laparoscópicos y analizar sus ventajas y

desventajas, se seleccionaron los de mejores características para diseñar un modelo nuevo y simple, en el que se sustituyó la costosa cámara laparoscópica por un delicado lente y fuente de luz propia, que utiliza la imagen provista por un dispositivo electrónico (tableta) e instrumentos laparoscópicos convencionales. Todo ellos para reproducir la experiencia educativa quirúrgica, adquirir y practicar destrezas laparoscópicas básicas y avanzadas.

En mayo de 2014 se definieron las medidas y proporciones del adiestramiento mediante cursos de bajo costo, que inicialmente consistieron en láminas de cartón corrugado unidas con cinta adhesiva. En ese intento se encontró que este modelo carecía de la solidez suficiente para sostener la tableta y mostraba inestabilidad cuando se usaban los instrumentos laparoscópicos. Luego se diseñó una versión preliminar más sólida, que utilizaba hojas de madera (triplay de 7 mm de espesor) unidas por cintas de vinyl fijadas a la madera por tachuelas. Sin embargo, este modelo resultó demasiado pesado y susceptible de dañarse por la humedad. Finalmente, con ese modelo preliminar se recurrió a un fabricante de artículos de plástico para elaborar el entrenador con un material conocido como "PVC espumado", que utilizó bisagras de "PVC" para unir sus componentes móviles. Esto resultó en un modelo plegable, de dimensiones adecuadas (cuando no se utiliza puede doblarse y cabe perfectamente en un cajón de escritorio), suficientemente sólido, pero ligero (peso aproximado de 1.1 kg); por lo tanto, es un dispositivo portátil, lavable y de aspecto profesional. La imagen de alta definición de la tableta (pantalla de 9.7 pulgadas) es semejante a la que ofrecen las cámaras laparoscópicas de alta tecnología con las que se dispone actualmente en los quirófanos y es superior a la de las cámaras web que incorporan la mayor parte de los adiestradores laparoscópicos más populares. Además, su diseño reproduce al cirujano las condiciones ergonómicas que se experimentan cuando se usan entrenadores laparoscópicos

de mucho mayor costo, como los virtuales, por ejemplo: son casi tan reales como estar en el ambiente de quirófano. Cuando el producto fue terminado se decidió nombrarlo "TrianguLap".

El adiestrador consiste en 3 láminas de PVC espumado, articuladas entre sí mediante bisagras, también de PVC, para que al armarse adquiera la forma de un prisma triangular que se sostiene en posición sin necesidad de otros fijadores (Figura 1). En su cara frontal tiene una pequeña repisa para sostener la tableta y 3 orificios ubicados estratégicamente: dos para el paso de los instrumentos laparoscópicos y otro para permitir el funcionamiento de la cámara de la tableta. En su cara posterior tiene una abertura amplia que permite el paso de la luz del ambiente, pues el adiestrador no requiere de ninguna fuente de luz propia. En su cara inferior, mediante cintas adhesivas de velcro, se instala una charola de PVC, sobre la cual se fija con clips una hoja de etil-vinil-acetato (Foamy) de color contrastante, de 11 x 14 cm, que sirve de modelo para practicar las suturas u otras maniobras laparoscópicas (Figura 2).

La imagen que proporciona la tableta es de alta definición y, aunque varía según el modelo, casi siempre mide 9.7 pulgadas de diagonal. Entre las múltiples opciones de registro que ofrece la



Figura 1. El diseño del TrianguLap es estable y portátil. Se puede usar con luz ambiental y no requiere iluminación adicional.



Figura 2. La visión provista por el TrianguLap es de alta definición y la distribución de los instrumentos laparoscópicos permite la práctica de las destrezas laparoscópicas con gran apego a la realidad quirúrgica.

cámara, es importante utilizar el modo de video y no el de foto, para evitar que las propiedades de “autofocus” dificulten el enfoque visual durante las maniobras.

Después de finalizar la elaboración del simulador, se seleccionaron cirujanos laparoscopistas experimentados para utilizarlo durante 30 minutos y respondieron una encuesta de satisfacción para conocer su opinión en cuanto a la funcionalidad, calidad educativa, diseño, costo, grado de semejanza con la realidad e inmersión que experimentaron.

RESULTADOS

Se registraron 10 cirujanos experimentados para utilizar el simulador laparoscópico TrianguLap. En relación con la encuesta realizada, todos coincidieron en que las destrezas en suturas laparoscópicas intracorpóreas son necesarias para el cirujano general contemporáneo y generalmente difíciles de aprender. También señalaron conocer y dominar la técnica de sutura laparoscópica intracorpórea. En lo que a simuladores

laparoscópicos respecta, opinaron que si bien reproducen las necesidades quirúrgicas reales, el apego a la realidad es directamente proporcional a los costos e inversamente proporcional a su portabilidad, es decir, los mejores modelos no son portátiles, lo que los hace poco accesibles para los residentes en cirugía. En particular con el simulador “TrianguLap”, todos opinaron que su diseño actual es práctico, totalmente portátil y útil para el desarrollo de las destrezas laparoscópicas. Nueve de los diez cirujanos respondieron que su costo actual es accesible y reproduce de manera aceptable las condiciones quirúrgicas habituales de sutura intracorpórea, con un alto grado de inmersión, lo que cumplió con sus expectativas de la experiencia educativa. Todos opinaron que su diseño y color son adecuados, así como la resistencia de sus materiales y piezas.

DISCUSIÓN

El aprendizaje de las destrezas quirúrgicas es una condición imprescindible para practicar con seguridad y eficiencia el arte y la ciencia de la cirugía. Este mismo precepto sigue siendo válido para la cirugía laparoscópica. A pesar de las recomendaciones académicas establecidas, las técnicas tradicionales de enseñanza en la cirugía laparoscópica parecen habituarse a que el cirujano en formación las aprenda y perfeccione directamente sobre el paciente en el quirófano.⁴ En un intento por contrarrestar esta mala costumbre, al menos en lo que respecta a cirugía laparoscópica, las sociedades quirúrgicas académicas internacionales han propuesto que los cirujanos en formación recurran, primero, a cursos y talleres con práctica de destrezas en simuladores quirúrgicos o modelos animales y posteriormente a la instrucción tutorial intraoperatoria, antes de realizar estos procedimientos en pacientes de manera autónoma.⁵ Por lo anterior, en los últimos años ha aumentado la atención dirigida a la seguridad del paciente, con la finalidad de prevenir eventos adversos y construir un mejor sistema de salud.⁶ La principal desventaja

del apego a estas recomendaciones es que, por una parte, el costo de esos cursos o talleres es muy elevado. Por ejemplo, el curso *Fundamentals in laparoscopic surgery* (FLS de la SAGES) cuesta más de \$500 dólares y los cursos-talleres de cirugía laparoscópica en México varían de 2,500 a 5,000 pesos.⁷ La disponibilidad de los cursos o de la instrucción tutorial es mucho más escasa que la necesidad de adiestramiento. Ante esta situación, el uso de simuladores laparoscópicos se vuelve una alternativa viable y casi obligada para adquirir y desarrollar las destrezas laparoscópicas indispensables, y de esta manera realizar cirugías con eficiencia y seguridad en los pacientes.⁸

La variedad de simuladores laparoscópicos actuales es tan inmensa como sus características. La tecnología incluye desde simuladores "low-tech" hasta "high-tech" y la gama de costos también es altamente variable. Sin embargo, predominan los modelos comerciales de alto costo, la mayor parte cercanos o mayores a 20,000 pesos. Con el advenimiento de los dispositivos tipo tableta, para evitar la necesidad de usar una cámara en los simuladores laparoscópicos, se diseñaron algunos simuladores de bajo costo, translúcidos, que de alguna manera permitían al cirujano observar directamente sus instrumentos y lo que hacía con ellos durante la práctica de sus destrezas.⁹ Igualmente hubo otros que ocupaban un sistema de espejos para que el cirujano mantuviera una visión que resultaba relativamente limitada. En ambos casos, la experiencia educativa percibida por el cirujano distaba mucho de la realidad y, por lo tanto, era insatisfactoria.

También de aquella época, algunos simuladores laparoscópicos incluían sistemas de visión electromagnéticos. Los menos costosos ocupaban cámaras web, que a su vez requerían de una computadora para procesar la imagen y presentarla a través de su pantalla; otros tenían que valerse de una videocámara laparoscópica con laparoscopio y un monitor compatible.

Comparativamente con los estándares actuales, la imagen provista por la cámara web es de muy baja calidad y la opción de tener una videocámara laparoscópica dedicada para el simulador simplemente resulta incosteable para el cirujano individual. Por ello, antes de la aparición de los dispositivos tipo tableta, contar con un simulador laparoscópico verdaderamente portátil, que otorgara una visión aceptable, era hasta cierto punto imposible. De esta manera, los cirujanos en formación, que casi siempre están saturados de actividades hospitalarias, se veían impedidos para asistir en horarios diurnos a los laboratorios de adiestramiento quirúrgico para practicar sus destrezas laparoscópicas y tenían que aprenderlas directamente en los pacientes.

A partir del 2010, con el advenimiento de las generaciones más recientes de dispositivos tipo tableta, que son totalmente portátiles e incluyen un sistema de cámara-pantalla de "alta definición", se han resuelto dos de las limitantes más graves para los simuladores laparoscópicos. Ahora la calidad de la imagen es excelente, su disponibilidad se ha extendido (la mayoría de los cirujanos y residentes en todo el mundo poseen una) y no requieren utilizarse de manera exclusiva para el simulador. Además, tienen la capacidad de grabar las sesiones de adiestramiento, para revisarlas y evaluarlas con fines académicos.

Por el momento solo se requiere solucionar el diseño del simulador laparoscópico que pueda incorporar un dispositivo tipo tableta y sostenerla de manera adecuada, además de permitir realizar las destrezas laparoscópicas con el mayor apego a la realidad quirúrgica. Entonces, con la misma y tan mencionada necesidad de adiestramiento, todos los cirujanos que iniciaron en marzo de 2014 el "Curso de Capacitación en Cirugía Laparoscópica Avanzada", en el Hospital Central Militar, participaron entusiastamente en el desarrollo del modelo del simulador laparoscópico que ahora reportamos.



En la sección de Cirugía de Invasión Mínima del Hospital Central Militar, desde 1998 nos dedicamos a la enseñanza de las técnicas laparoscópicas. Ahora el currículum académico de los residentes de cirugía general les requiere demostrar competencia para realizar laparoscopia diagnóstica, colecistectomía y apendicectomía laparoscópicas. Se han adiestrado, mediante capacitación en cirugía laparoscópica avanzada durante 6 a 24 meses, a más de 35 cirujanos generales, 3 pediatras y 2 urólogos provenientes del medio militar y civil. A lo largo de ese tiempo se han utilizado diversos simuladores laparoscópicos; sin embargo, a partir del 2015 se incorporó el modelo TrianguLap, para asegurar que los alumnos dominen, primero, las técnicas laparoscópicas básicas (particularmente las de sutura intracorpórea) y posteriormente realizar procedimientos laparoscópicos en los pacientes.

Como lo demuestran los resultados de nuestra encuesta de valoración, los cirujanos encuestados señalan que el simulador laparoscópico TrianguLap cumple con los objetivos académicos para los que fue diseñado, pues permite practicar de manera casi ilimitada las destrezas laparoscópicas; es altamente disponible, portátil y requiere de muy pocos accesorios; además, su costo es accesible, porque sin incluir la tableta, cuesta aproximadamente 2,500 pesos, aproximadamente 10% del costo de otros modelos disponibles en el mercado.

CONCLUSIONES

Los simuladores quirúrgicos tienen función importante en el futuro de la cirugía laparoscópica.¹⁰ El modelo TrianguLap incrementa las habilidades laparoscópicas del residente quirúrgico, es de bajo costo, portátil y puede acortar la curva de aprendizaje.

REFERENCIAS

1. Delgado F, Gómez S, Montalvá E, Torres T, Martí E, Trullenque R, y cols. Formación del residente en cirugía laparoscópica: un reto actual. *Cir Esp.* 2003;74(3):134-8.
2. Pugh C, Plachta S, Auyang E, Pryor A, Hungness E. Outcome measures for surgical simulators: Is the focus on technical skills the best approach? *Surgery* 2010 Mayo;145(5):646-654.
3. Gómez-Fleitas M. La necesidad de cambios en la formación y la capacitación quirúrgica: un problema pendiente de resolver en la cirugía endoscópica. *Cir Esp.* 2005;77:3-5.
4. Derossis AM, Bothwell J, Sigman HH, Fried GM. The effect of practice on performance in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc.* 1998;12:1117-20.
5. Greta B. Surgical simulation: The Value of individualization. University of Washington Medical Center; 2016 Mayo. Dirección URL: <<https://www.sages.org/publications/tavac/surgical-simulation-value-individualization/>>. [Consultado 2017, Feb 10].
6. Crochet P, Aggarwal R, Dubb S, Ziprin P, Rajaretnam R, Grandtcharov T, Ericsson A, Darcy A. Deliberate practice on a virtual reality laparoscopic simulator enhances the quality of surgical technical skills. *Annals of Surgery* 2011 Jun;253(6):1216-1222.
7. Gravante G, Venditti D. A Systematic review on low-cost box models to achieve basic and advanced laparoscopic skills during modern surgical training. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2013;23(2):109-120.
8. Kraft J, Ordon M, Arthur R, Pittini R. Does surgical "warming up" improve laparoscopic simulator performance? *Simul Healthc* 2012;7(6):339-342.
9. Chandrasekera SK, Donohue JF, Orley D, y cols. Basic laparoscopic surgical training: examination of a low-cost alternative. *Eur Urol.* 2006;50:1285-1290; 1290-1291.
10. Mathis K, Wiegmann D. Construct validation of a laparoscopic surgical simulator. *Simulation Healthcare.* 2007;2(3):178-182.